

VIRGIL IANOVICI  
VICTORIA ȘTIOPOL  
EMIL CONSTANTINESCU

---

# MINERALOGIE

---



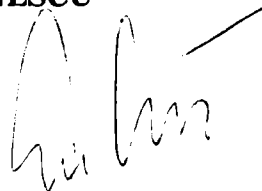
EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ  
BUCUREȘTI, 1979



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Prof. dr. doc. **VIRGIL IANOVICI**  
membru corespondent al Academiei R.S.R.

Prof. dr. **VICTORIA ȘTIOPOL**  
Lector dr. **EMIL CONSTANTINESCU**



---

# **MINERALOGIE**

---



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ – BUCUREȘTI

**Referent științific: prof. dr. doc. VASILE MANILICI**

**Redactor: VIORELA ANASTASIU**

**Tehnoredactor: ION MIREA**

**Coperta: NICOLAE SÎRBU**

## PREFAȚĂ

Cercetările intense efectuate în prezent pentru descoperirea și punerea în valoare a unor acumulări de substanțe minerale utile, necesare dezvoltării societății umane, impun o cunoaștere complexă a mineralului, atât ca resursă economică nemijlocită, cât și ca informație indispensabilă oricărei activități geologice. Pe de altă parte, în ultimele decenii, prin utilizarea unor metode avansate de investigație, create de tehnica modernă, s-a realizat trecerea Mineralogiei din sfera științelor descriptive în sfera științelor determinative exacte, ale căror obiecte de studiu pot fi măsurate, reproduse și modelate în condiții fizico-chimice controlate.

Se resimțea, deci, necesitatea apariției unei lucrări ample, care, plecând de la poziția fundamentală a Mineralogiei în cadrul științelor geologice, să sintetizeze progresele obținute și să constituie, prin îmbinarea aspectului informativ cu cel formativ, o bază temeinică pentru toate celelalte discipline ale științei pământului.

Această lucrare continuă de altfel tradiția fertilă a învățămîntului mineralogic românesc și în primul rînd a cursului de „Mineralogie“, predat de peste 85 de ani la Universitatea din București, atât în modul de organizare a materialului cât mai ales în spiritul său.

După cum scria Ludovic Mrazec în prefața Cursului general de minerale și roci<sup>1</sup>: „Nu trebuie să uităm că scopul unic urmărit prin învățămîntul mineralogic superior este de a cunoaște mineralele și asociațiile lor, de a cunoaște ocurențele lor, precum și rolul lor în viața economică... importanța acestui curs general de cultură și deosebita sa poziție față de învățămîntul celorlalte discipline reiese din faptul că dezvoltarea civilizației noastre în toate domeniile se reazemă mai ales pe folosirea materiei prime minerale: combustibile, minereuri și minerale utile<sup>2</sup>.”

Ar fi de neiertat să nu se introducă în învățămîntul superior noțiunile generale care pun în lumină adevărată importanța factorului mineral în viața economică a popoarelor și în progresul civilizației“.

Urmînd dezvoltarea acestor idei, manualul a fost structurat corespunzător cerințelor actuale ale învățămîntului geologic universitar, cuprinzînd noțiuni, concepte de bază și fenomene fizico-chimice și geologice caracteristice domeniului mineralogiei și indispensabile pregătirii unor specialiști cu înaltă calificare.

<sup>1</sup> Publicat în 1938, în Editura Fondului Universitar Profesor L. Mrazec, București.

<sup>2</sup> În 1911 Ludovic Mrazec efectuînd prima evaluare de acest fel din lume aprecia la 24 miliarde lei anual valoarea producției mondiale miniere, pentru ca în 1929, după același autor, ea să atingă 100 miliarde lei aur, evidențînd cu clarviziune dinamica creșterii necesităților de materii prime și diminuării rezervelor geologice în timp.

*În capitolele de mineralogie generală sînt descrise sistematic principalele minerale cunoscute pînă în prezent. Prezența claselor mari de minerale este precedată de evidențierea unor caractere generale, care permit surprinderea relațiilor dintre chimism, structură și proprietăți fizice. Chimismul mineralelor, privit ca un domeniu specializat al chimiei corpului solid, a urmărit corelarea principiilor fizico-chimice cu datele experimentale și observațiile geologice de teren.*

*O atenție deosebită este acordată prezentării ocurențelor mineralelor din țara noastră, recunoscută pe plan mondial prin valoarea patrimoniului său mineralogic, și a unor ocurențe clasice de pe glob. Răspîndirea mineralelor a fost privită sub aspect genetic. Ca un principiu director s-a considerat că fiecare mineral, fiind o fază în scoarța terestră, constituie un martor, care reflectă condițiile fizice și chimice ce au prezidat formarea sa într-un punct determinat în spațiu și timp; acest principiu explică rolul esențial pe care îl joacă informația mineralogică în toate compartimentele activității geologice.*

*Partea finală, de mineralogie determinativă, are în esență un caracter aplicativ, cuprinzînd un sistem de tabele, diagrame și figuri, necesare în activitatea practică de investigare a mineralelor prin metode clasice și moderne. Sînt incluse, de asemenea, principalele constante utilizate în calculele privind echilibrele mineralogice și stabilitatea mineralelor.*

*O atenție deosebită s-a acordat problemelor de nomenclatură. Evidențierea în ultimele decenii a unor specii mineralogice noi din patrimoniul național și necesitățile impuse de dezvoltarea științelor mineralogice au determinat introducerea unui număr sporit de minerale în circuitul didactic și de cercetare. Pe de altă parte, creșterea interesului pentru științele mineralogo-petrografice a condus la utilizarea frecventă a unor termeni de specialitate în reviste de largă circulație, lucrări de popularizare etc. Avînd în vedere că, de multe ori, preluarea acestora se face la întîmplare, iar existența unor forme diferite pentru același mineral poate crea confuzii, denumirile mineralelor descrise în manual sînt stabilite pe baza unor criterii unitare, discutate pe larg în capitolul introductiv. O situație asemănătoare privește existența mai multor modalități de prezentare a datelor de observație și utilizarea unor simboluri diferite în redarea valorilor măsurabile pentru diferite constante optice, structurale sau proprietăți fizice.*

*Pentru a facilita orientarea studenților și a cititorilor în general în preluarea informațiilor din diferite surse străine, alături de prezentarea sintetică a sistemului de abrevieri și simboluri folosit în acest manual, au fost reproduse schematic și principalele tipuri de notații cristalografice, simboluri și abrevieri ale proprietăților fizice, utilizate în literatura mineralogică universală. Pe această cale lucrarea intenționează astfel să propună un sistem de referință în vederea constituirii unui limbaj mineralogic unilar pe plan național.*

*Considerăm binevenite eventualele sugestii legate de această problemă, citiți și de forma și conținutul manualului. Ținem să mulțumim totodată colegilor din învățămîntul superior sau celor din cercetare care în timpul elaborării lucrării și-au manifestat prin discuții și propuneri interesul pentru tematica abordată.*

AUTORII

## CUPRINS

<i>Introducere</i> .....	13
Simboluri și abrevieri utilizate .....	22
<b>Elemente native</b> .....	27
Caractere generale .....	27
I. Metale .....	29
A. Grupa aurului .....	29
B. Grupa platinei .....	35
C. Grupa newjanskitului .....	37
D. Grupa fierului și a mineralelor din meteoriți .....	38
II. Semimetale și nemetale .....	42
A. Grupa arseniului .....	42
B. Grupa telurului .....	46
C. Grupa sulfului .....	48
D. Grupa carbonului .....	51
<b>Sulfuri și sulfosăruri</b> .....	55
Cărbare generale .....	55
I. Sulfuri simple și compuși similari .....	63
1. Tipul $A_mX_n$ .....	63
A. Grupa tetradimitului .....	63
B. Grupa arseniurilor de cupru .....	65
2. Tipul $A_3X$ .....	66
3. Tipul $A_2X$ .....	66
A. Grupa argentitului .....	67
B. Grupa calcozinei .....	70
4. Tipul $A_3X_2$ .....	72
5. Tipul $A_4X_3$ .....	73
6. Tipul $AX$ .....	74
A. Grupa galnei .....	74
B. Grupa blendei .....	77
C. Grupa calcopiritei .....	81
D. Grupa wurtzitului .....	85
E. Grupa nichelinei .....	86
F. Grupa covelinei .....	93
7. Tipul $A_3X_4$ .....	97
8. Tipul $A_2X_3$ .....	98
A. Grupa auripigmentului .....	98
B. Grupa stibinei .....	99

9. Tipul $AX_2$ .....	102
A. Grupa piritei .....	102
B. Grupa cobaltinei .....	107
C. Grupa löllingitului .....	110
D. Grupa mispichelului .....	114
E. Grupa molibdenitului .....	116
F. Grupa krenneritului .....	118
10. Tipul $AX_3$ .....	119
II. Sulfosăruri și compuși similari .....	121
1. Tipul $A_mB_nX_p$ , unde $m+n:p > 4:3$ .....	121
A. Grupa polibazitului .....	121
B. Grupa argiroditului .....	123
2. Tipul $A_3BX_3$ .....	124
A. Grupa sulfosărurilor cu argint .....	124
B. Grupa tetradritului .....	128
3. Tipul $A_3BX_4$ .....	130
A. Grupa sulvanitului .....	130
B. Grupa enargitului .....	131
4. Tipul $A_2BX_3$ .....	135
A. Grupa bournonitului .....	135
5. Tipul $ABX_2$ A : B ~ 1 : 1 .....	139
A. Grupa boulangeritului .....	139
B. Grupa calcostibitului .....	141
6. Tipul $A_2B_2X_5$ A : B ~ 1 : 1 .....	143
7. Tipul $A_2B_3X_6$ A + B : X ~ 5 : 6 .....	145
A. Grupa andoritului .....	145
B. Grupa plagionitului .....	146
8. Tipul $AB_2X_4$ A : B ~ 1 : 2 .....	147
<b>Oxizi și hidroxizi</b> .....	150
Caractere generale .....	150
I. Oxizii simpli .....	158
1. Tipul $A_2X$ .....	158
A. Grupa cupritului .....	158
2. Tipul $AX$ .....	162
A. Grupa periclazului .....	162
B. Grupa zincitului .....	164
3. Tipul $A_3X_4$ .....	168
4. Tipul $A_2X_3$ .....	168
A. Grupa hematitului .....	168
B. Grupa ilmenitului .....	173
C. Grupa arsenolitului .....	175
5. Tipul $AX_2$ .....	179
A. Grupa rutilului .....	179
II. Oxizii conținând zircon, uraniu și thoriu.....	193
A. Grupa uraninitului .....	194
III. Hidroxizii și oxizii cu conținut de OH.....	201
1. Tipul $AX_2$ .....	201
A. Grupa brucitului .....	201
B. Grupa lepidocrocitului .....	204



C. Grupa hidrotalcitului .....	208
D. Grupa sjögrenitului .....	210
2. Tipul $AX_3$ .....	212
IV. Oxizii multipli .....	215
1. Tipul $ABX_3$ .....	215
A. Grupa goethitului .....	216
2. Tipul $AB_2X_4$ .....	220
A. Grupa spinelului .....	221
B. Grupa hausmanitului .....	229
3. Tipul $ABX_3$ .....	233
4. Tipul $A_2BX_5$ .....	235
5. Tipul $AB_3X_7$ .....	236
V. Oxizii multipli cu conținut în Nb, Ta și Ti .....	237
1. Tipul $ABX_4$ .....	237
A. Seria piroclor-microlit $A_2B_2O_6(O, OH, F)$ .....	237
B. Seria fergusonit $ABO_4$ .....	241
C. Seria stibiotantalit-stibiocolumbit $ABO_4$ .....	243
2. Tipul $A_mB_nX_p$ , $m:n$ de la 2:3 până la 3:5 .....	245
3. Tipul $AB_2X_6$ .....	246
A. Grupa tapiolitului $AB_2O_6$ .....	246
B. Grupa euxenit-policraz $AB_2O_6$ .....	248
C. Grupa columbit-tantalit .....	250
D. Grupa eschinit-priorit $AB_2O_6$ .....	252
4. Tipul $A_mB_nX_p$ , $m:n \leq 1:3$ .....	255
<b>Halogenuri</b> .....	257
Caractere generale .....	257
I. Săruri haloide normale, anhidre și hidratate .....	262
1. Tipul $AX$ .....	262
A. Grupa sării gene .....	262
2. Tipul $AX_2$ .....	266
II. Oxisăruri și hidroxiil săruri haloide .....	269
1. Tipul $A_m(O, OH)_pX_q$ .....	269
III. Săruri haloide complexe, alumino-fluoruri .....	272
1. Tipul $A_mB_nX_3 \cdot xH_2O$ .....	272
IV. Săruri alumino-fluoruri .....	273
1. Tipul octaedric izolat .....	273
<b>Carbonați</b> .....	274
Caractere generale .....	274
I. Carbonați acizi .....	277
II. Carbonați anhidri normali .....	278
1. Tipul $A(XO_3)$ .....	278
A. Grupa calcitului .....	278
B. Grupa aragonitului .....	292
2. Tipul $AB(XO_3)_2$ .....	299
A. Grupa dolomitului .....	299
III. Carbonați normali hidratați .....	304
1. Tipul $A(XO_3) \cdot xH_2O$ .....	304
2. Tipul variat de săruri duble hidratate .....	306

IV. Carbonați conținând grupări oxidril sau halogen .....	310
1. Tipul $A_m(XO_3)_pZ_q$ .....	310
2. Tipul $A_mB_n(XO_3)_pZ_q$ .....	317
V. Diferiți carbonați .....	321
<b>Nitrați</b> .....	323
Caractere generale .....	323
I. Nitrați normali anhidri și hidratați .....	324
1. Tipul $A(XO_3)$ .....	324
2. Tipul $A(XO_3)_2$ .....	325
II. Nitrați cu conținut de oxidril sau halogen .....	326
<b>Borați</b> .....	327
Caractere generale .....	327
I. Borați anhidri .....	329
II. Borați hidratați .....	334
III. Borați conținând oxidril sau halogen .....	338
<b>Iodați</b> .....	341
Caractere generale .....	341
I. Iodați normali anhidri și hidratați .....	341
II. Iodați conținând hidroxil sau halogen .....	342
III. Compuși speciali .....	343
<b>Sulfați</b> .....	344
Caractere generale .....	344
I. Sulfați anhidri acizi și normali .....	350
1. Sulfați anhidri acizi .....	350
2. Sulfați anhidri normali. Tipul $A_2(XO_4)$ .....	350
A. Grupa mascagnitului .....	350
3. Tipul $A(XO_4)$ .....	353
A. Grupa baritinei .....	353
4. Tipul $A_mB_n(XO_4)_{10}$ .....	361
A. Grupa langbeinitului .....	362
II. Sulfați hidratați acizi și normali.....	362
1. Tipul sulfați hidratați normali $A_2(XO_4) \cdot xH_2O$ .....	362
2. Tipul $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ .....	363
A. Grupa blöditului.....	363
B. Grupa picromeritului.....	364
3. Tipul $A_mB_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$ , unde $(m+n) : p < 3 : 2$ și $> 1 : 1$ .....	364
4. Tipul $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ .....	365
A. grupa alaunilor .....	365
5. Tipul $A(XO_4) \cdot xH_2O$ .....	366
A. Grupa kieseritului .....	366
B. Grupa calcantitului .....	369
C. Grupa hexahidritului .....	370
D. Grupa melanteritului .....	370
E. Grupa epsomitului .....	373
6. Tipul $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$ .....	375
A. Grupa halotrichitului.....	375
7. Tipul $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$ .....	376

III. Sulfai anhidri cu grupări hidroxil sau halogen.....	376
1. Tipul $A_m(XO_4)_pZ_q$ , unde $m : p > 2 : 1$ .....	376
2. Tipul $A_2(XO_4)Z_q$ .....	377
A. Grupa alunitului .....	378
IV. Sulfai hidratați cu conținut în hidroxil sau halogen.....	380
1. Tipul $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde $(m+n) : p > 4 : 1$ .....	380
A. Grupa connelitului.....	380
2. Tipul $A_4(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ .....	381
3. Tipul $(AB)_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ .....	382
4. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$ .....	383
5. Tipul $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ .....	383
A. Grupa copiapitului .....	384
V. Diferiți sulfai .....	386
1. Tipul amestec .....	386
<b>Cromați</b> .....	387
Caractere generale .....	387
I. Cromați anhidri normali .....	387
1. Tipul $A_2(XO_4)$ .....	387
2. Tipul $A_2(X_2O_7)$ .....	388
3. Tipul $A(XO_4)$ .....	388
II. Diferiți compuși cromatici .....	389
1. Tipul amestec .....	389
<b>Molibdați și wolframați</b> .....	391
Caractere generale .....	391
I. Molibdați și wolframați anhidri .....	392
1. Tipul $A(XO_4)$ .....	392
A. Grupa wolframitului .....	392
B. Grupa scheelitului .....	395
C. Grupa wulfenitului .....	398
II. Molibdați și wolframați bazici și hidratați .....	400
<b>Fosfați, arseniați și vanadați</b> .....	402
Caractere generale .....	402
I. Fosfați, arseniați, vanadați anhidri acizi .....	411
1. Tipul amestec .....	411
II. Fosfați, arseniați, vanadați anhidri normali .....	412
1. Tipul $AB(XO_4)$ .....	412
A. Grupa trifilitului .....	412
2. Tipul $A_3B_2(XO_4)_3$ .....	414
3. Tipul $A_3(XO_4)_2$ .....	415
4. Tipul $A(XO_4)$ .....	416
III. Fosfați, arseniați, vanadați hidratați acizi .....	419
1. Tipul $(A_1B)_mI_n[ XO_4 ]_p \cdot xH_2O$ , unde $m+n : p > 2 : 1$ .....	419
2. Tipul $\Delta H(XO_4) \cdot xH_2O$ .....	420
IV. Fosfați, arseniați, vanadați hidratați normali .....	420
1. Tipul $AB(XO_4) \cdot xH_2O$ .....	420
2. Tipul $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$ .....	421
A. Grupa fairfielditului .....	422
B. Seria reddingitului .....	422
C. Grupa vivianitului .....	423

3. Tipul $A(XO_4) \cdot xH_2O$ .....	428
V. Fosfați, arseniați, vanadați anhidri cu hidroxil sau halogen.....	431
1. Tipul $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q$ .....	431
2. Tipul $AB(XO_4)Z_q$ .....	432
3. Tipul $A_3(XO_4)_3Z_q$ .....	434
A. Grupa triploiditului .....	434
B. Grupa olivenitului.....	435
C. Grupa frondelitului .....	437
4. Tipul $A_5(XO_4)_3Z_q$ .....	438
A. Grupa apatitului .....	438
B. Grupa piromorfitului .....	442
5. Tipul $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$ .....	446
A. Seria lazulitului .....	446
VI. Fosfați, arseniați, vanadați hidratați cu hidroxil sau halogeni .....	448
1. Tipul $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ .....	448
2. Tipul $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$ .....	448
3. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ unde $m : p = 2 : 1$ .....	449
4. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde $m : p = 7 : 4$ .....	451
5. Tipul $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$ .....	452
6. Tipul $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde $m : p = 3 : 2$ .....	453
VII. Fosfați, arseniați, vanadați cu anioni suplimentari.....	457
<b>Silicați</b> .....	458
Caractere generale .....	458
Structură și clasificare .....	459
I. Silicați cu grupări tetraedrice izolate de $SiO_4$ — nezosilicați .....	469
A. Grupa olivinei .....	469
B. Grupa zirconului .....	474
C. Grupa willemitului .....	476
D. Grupa granaților .....	477
E. Grupa topazului .....	481
F. Grupa silicaților de aluminiu .....	482
G. Grupa staurolitului .....	486
H. Grupa sfenului .....	487
II. Silicați cu grupări de doi tetraedri de $SiO_4$ — sorosilicați.....	487
III. Silicați cu grupe mixte — nezo-sorosilicați .....	490
A. Grupa epidotului .....	490
B. Grupa vezuvianului .....	495
C. Grupa melilitului .....	496
IV. Silicați cu grupări inelare de 3, 4 și 6 tetraedri de $SiO_4$ — ciclosilicați.....	496
V. Silicați cu tetraedri de $SiO_4$ legați în formă de lanțuri — inosilicați.....	505
Grupul inosilicaților cu lanțuri simple — piroxeni.....	505
1. Piroxeni rombici .....	507
Seria enstatit — ferosit .....	507
2. Piroxeni monoclinici .....	509
A. Seria clinoenstatit — clinohipersten .....	509
B. Seria diopsid — hedenbergit .....	510
Grupul inosilicaților cu lanțuri duble — amfiboli.....	520
1. Amfiboli rombici .....	522
A. Seria antofilitului .....	522

2. Amfiboli monoclinici .....	524
A. Seria tremolit-actinot .....	524
B. Seria cummingtonitului .....	525
C. Seria hornblendei .....	527
D. Seria amfibolilor alcalini .....	533
VI. Silicați cu straturi infinite de tetraedri de $\text{SiO}_4$ — filosilicați .....	535
Grupul filosilicaților cu straturi hidrargilice.....	541
1. Filosilicați cu două straturi în structura cristalină .....	541
A. Grupa kanditelor .....	541
B. Grupa halloysitului .....	545
C. Minerale argiloase amorse .....	546
2. Filosilicați cu trei straturi în structura cristalină .....	547
A. Grupa smectitelor .....	547
Grupul filosilicaților cu straturi brucitice .....	552
1. Filosilicați cu două straturi în structura cristalină .....	552
A. Grupa serpentinei .....	552
B. Grupa palygorskit-sepiolit .....	555
C. Grupa garnieritului .....	555
2. Filosilicați cu trei straturi în structura cristalină .....	556
A. Grupa vermiculitului .....	556
B. Grupa illitului .....	557
C. Grupa talcului și pirofilitului .....	559
D. Grupa micelor .....	562
E. Grupa stilpnomelanului .....	578
F. Grupa cloritelor .....	579
3. Alți filosilicați .....	585
VII. Silicați cu rețele tridimensionale continui de tetraedri $(\text{Al}, \text{Si})\text{O}_4$ în structurile cristaline — tectosilicați .....	586
A. Grupa mineralelor feldspatice .....	588
B. Grupa feldspatoizilor .....	612
C. Grupa scapolitului .....	622
D. Grupa zeoliților .....	624
E. Grupa mineralelor $\text{SiO}_2$ .....	634
<b>Tabele și diagrame pentru determinarea mineralelor.....</b>	<b>643</b>
I. Proprietățile optice microscopice ale mineralelor.....	643
1. Operațiunile de determinare a mineralelor cu microscopul polarizant.....	643
2. Clasificarea mineralelor după caracterul optic și sistemul de cristalizare... ..	653
3. Proprietățile optice microscopice ale principalelor minerale prezentate în funcție de clasificarea pe clase și grupe de minerale (mineralogie optică sistematică) .....	654
4. Identificarea mineralelor în funcție de variația proprietăților optice microscopice (mineralogie optică determinativă) .....	740
A. Proprietăți optice microscopice examinate în lumină transparentă.....	741
Conturul și habitusul mineralelor .....	741
Clivajul mineralelor .....	745
Culoarea mineralelor .....	746
Indicii de refracție ai mineralelor .....	747
Birefringența mineralelor .....	752

Caracterul optic al mineraleleor (izotrop, uniax, biax).....	754
Unghiul axelor optice .....	758
Macle .....	760
B. Proprietăți optice examinate în lumină reflectată.....	761
Capacitatea de reflexie a mineraleleor .....	761
Microdurirarea mineraleleor ( $V_{nh}$ ) .....	763
Culoarea mineraleleor opace .....	766
Reflexele interne ale mineraleleor opace .....	767
Izotropia și anizotropia mineraleleor opace.....	768
II. Proprietățile fizice (macroscopice) ale mineraleleor.....	770
Greutatea specifică a mineraleleor .....	770
Duritatea (Mohs) mineraleleor .....	771
Magnetismul mineraleleor .....	773
Luciul și culoarea macroscopică a mineraleleor.....	774
Habitusul mineraleleor .....	776
III. Constantele termice ale mineraleleor .....	778
Punctele de topire ale mineraleleor .....	778
Temperaturile de disociere și descompunere ale mineraleleor.....	779
Temperaturile de dezamestec ale mineraleleor .....	780
Punctele de inversiune a mineraleleor .....	781
Temperaturile la care mineralele prezintă termoluminiscentă.....	782
Temperaturile de recristalizare a mineraleleor metamictice .....	783
IV. Constantele structurale ale mineraleleor .....	789
Valorile parametrilor „d” și „i” calculate pe baza analizelor prin difracția razelor X .....	789
V. Constantele termodinamice ale mineraleleor .....	792
Entalpiile de formare (Hf) a mineraleleor .....	792
Entropiile și volumele molare ale mineraleleor .....	794
VI. Alte proprietăți ale mineraleleor .....	795
Solubilitatea mineraleleor în acid clorhidric.....	795
Conținutul în metal al principaleleor minerale.....	795
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	802
<b>INDEX DE MINERALE</b> .....	815

## INTRODUCERE

**Conceptul de mineral.** Formularea noțiunii de mineral este dificilă datorită unor controverse privind sfera acesteia.

Cei mai mulți mineralogi consideră „bona fide“ ca minerale *substanțele anorganice formate pe cale naturală care au compoziție chimică definită și sînt solide cristalizate omogen*.

Nu toți specialiștii sînt de acord cu *limitele stricte* ale acestei definiții, fapt care va fi adoptat, în linii mari, și de această lucrare. Aceasta impune o serie de precizări asupra unora din termenii implicați.

Astfel, calificativul de *o c u r e n ț ă n a t u r a l ă*, cuprins în definiție, presupune o discriminare față de producții sintetici, fapt ce prezintă un interes deosebit în prezent, cînd cea mai mare parte a mineralelor pot fi obținute în laborator. După cum remarcă însă cu subtilitate Mason și Berry (1968), substanțele care s-au format în mod natural pe baza unor produse ale activității umane vor fi totuși considerate minerale. Un exemplu sugestiv ilustrează această idee: în timpul secolelor 4 și 5 î.e.n., zgurile rezultate din exploatarea zăcămintelor de plumb de la Laurium, un orașel de coastă situat la cîțiva kilometri sud de Atena, au fost aruncate în mare. În secolul al XIX-lea cînd a fost reluată exploatarea zgurilor au fost găsite în cavitățile acestora cristale de oxiclururi de plumb formate prin acțiunea îndelungată a apei de mare asupra componentelor zgurei. În opinia autorilor citați componenții zgurei nu vor fi deci considerați minerale, dar oxiclururile de plumb, da.

De asemenea, calificativul de *s o l i d o m o g e n* arată că mineralul constă dintr-o singură fază solidă constituită din același fel de material. Cerința ca mineralele să fie solide elimină din cîmpul mineralelor, lichidele și gazele. În unele cazuri distincția poate fi arbitrară considerînd gheața ca mineral, iar apa nu. În aceeași situație se află și mercurul nativ, lichid la temperatură ordinară, dar solid la  $-39^{\circ}\text{C}$ . Unii mineralogi consideră inoportună această restricție și cer includerea apei și a mercurului nativ, care apare intim asociat cu cinabru într-o serie de zăcămintele, în rîndul mineralelor; acest punct de vedere este împărtășit și de această lucrare.

Pe de altă parte, caracteristica de *s u b s t a n ț ă a n o r g a n i c ă*, pe care trebuie să o îndeplinească un mineral, așa cum rezultă din definiție, elimină din cîmpul mineralelor, substanțele omogene produse de plante și animale. Astfel, învelișul animalelor inferioare constituit din carbonat de calciu, identic din punctul de vedere al caracterelor chimice și fizice cu aragonitul, nu este considerat de unii autori mineral. În aceeași situație se află și solidele omogene care se acumulează sub formă de „pietre“ în diferite organe interne ale corpului uman. Alți autori preferă însă să vorbească chiar de o „mineralogie medicală“, iar Mason și Berry evocă celebrele „pietre“ ale unui

amiral suedez din sec. al XVII-lea expuse la galeria mineralelor din Riksmuseum de la Stockholm. Dacă în privința acestor produse organice discuția are o semnificație mai redusă, ea capătă relief când privește substanțele energetice: cărbunii, petrolul, gazele naturale, cuprinse de mulți autori contemporani în rîndul mineralelor și incluse tradițional în clasificarea mineralelor de autori clasici.

În sistematica prezentată în acest manual, aceste substanțe nu sînt incluse pe considerentul că ele pot fi mai profitabil tratate în cadrul unor cursuri privind, în ansamblu, combustibilii minerali, dar ținem să precizăm, în contextul opiniei unor autori, care consideră global cărbunii și petrolul ca minerale, că ele nu reprezintă substanțe omogene ci asociații de faze cu proprietăți bine definite.

În sfîrșit, cerința existenței unei compoziții chimice definite sugerează că mineralul este un compus caracterizat printr-o formulă chimică. Formulele mineralelor pot fi simple sau complexe, depinzînd de numărul elementelor prezente și de proporția în care sînt combinate. Este important să se facă deosebirea între o compoziție chimică definită și o compoziție chimică fixă. Foarte multe minerale pot varia în compoziție, ea nefiind deci fixă, dar această variație are loc în limite definite.

**Denumirile mineralelor.** Specificul mineralogiei ca știință determinativă, care impune necesitatea unei comunicări clare a rezultatelor analitice, a determinat o preocupare intensă a mineralogilor pentru asigurarea unor denumiri comune și unanim acceptate ale mineralelor, cît și a unei ortografii, pe cît se poate, similare, pentru a se limita posibilitățile de confuzie.

Numărul mare de minerale pe care dezvoltarea științelor mineralogice l-a introdus în ultimele decenii în circuitul informațional, a impus crearea unei „Comisii pentru minerale noi și denumiri de minerale” pe lângă Asociația Mineralogică Internațională (IMA)<sup>1</sup>, care decide asupra creării de specii minerale noi și asupra denumirii acestora, listele cu mineralele noi, acceptate sau respinse, fiind publicate periodic, în principalele reviste de specialitate. (Aceleași reviste publică periodic liste cu denumiri de minerale discreditate).

Trebuie menționat că formarea terminologiei în Mineralogie, ca și în alte științe, a avut un caracter istoric, unele nume de minerale, cu o vechime considerabilă, provenind din antichitatea greacă, latină, arabă (cinabru = χίναβρασίγ; gips = γρψος ) sau din minieritul evului mediu, în special german (cuarț, blendă, feldspat).

Modul de formare a denumirii mineralelor este însă diferit de cel utilizat în alte domenii ale științelor naturii (zoologie, botanică).

Numele mineralelor a derivat inițial de la proprietățile lor fizice, reușind să ofere din primul moment o informație revelatoare asupra unei particularități a lor. Numeroase cuvinte din limbile greacă și latină sau, mai rar, din arabă sau germană marchează astfel unele caracteristici privind: **culoarea:** albit — albus (latină) = alb —, melanit — melas (greacă) = negru —, rodonit — rhodos (greacă) = roșu —, azurit — azul (arabă) = albastru —, spodumen — spodos (greacă) = cenușiu —; **clivajul:** ortoclaz (δρνδς — dreptunghiular, κλάω — a îmbucătății); **habitusul:** sfen (δφήν — pană), actinot (actinos, radiar); **greutatea specifică:** baritină (barys (greacă) = greu); **duritatea:** disten (di = doi, stenos (greacă) = rezistent). Unele sufixe întilnite în componența numelui unui

<sup>1</sup> Commission on New Minerals and Mineral Names — C.N.M.M.N. — I.M.A.



număr mare de minerale, ca: „claz“ —klasis (greacă)=fractură— și „spat“ (germană)=crăpătură indică, de asemenea, un clivaj bun sau altele, ca „filos“ (de la grecescul „phyllou“ =frunză) — un aspect foios.

O serie de denumiri provin de la compoziția chimică: polihalit ( $\pi\omicron\lambda\upsilon\varsigma$ =mult,  $\alpha\lambda\varsigma$ = sare), calcit ( $\text{CaCO}_3$ ), cuprit ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), zincit ( $\text{ZnO}$ ), boronatrocalcit ( $\text{NaCa}[\text{B}_2(\text{O}, \text{OH})_a] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  etc.

Multe denumiri își au sorgintea în numele localităților sau ținuturilor unde au fost descoperite inițial: vezuvian de la Vezuviu; andaluzit — Andaluția (Spania); aragonit — Aragon; muscovit — Moscova; lotrit — Munții Lotru (România); nagyagit — Nagyag (Săcărîmb, România); botesit — Boteș (România); ardealit — provincia istorică Ardeal (România); szaskait — Sasca Montană (Banat, România), monsmedit — Mons Medius (vechea denumire latină a Dealului Minei, Baia Sprie, România) etc.

Din timpul lui Werner s-a introdus obiceiul de a se dedica mineralele nou descoperite unor mineralogi și cristalografi cunoscuți. Astfel, wernerit de la Werner; wollastonit — Wollaston; mrazecit — L. Mrazec; murgocit — G. Murgoci. De asemenea unor colecționari renumiți sau unor mari oameni de cultură și știință: goethit de la Goethe. Foarte rar, este drept, se cunosc și cazuri în care nume de minerale au fost dedicate unor personalități politice, roosweltit de la F. D. Rooswelt, sau de notorietate, gagarinit de la I. Gagarin.

Cîteva principii<sup>1</sup> s-au impus însă cu timpul în denumirea mineralelor:

— renunțarea, urmînd propunerii lui Schaller (1930), la denumiri proprii pentru varietăți determinate de variații chimice relativ minore, acestea fiind considerate ca deviații de la o compoziție principală și particularizate printr-un prefix adjectival: „*argentian tetrahedrit*“ (tetrahedritul argenticifer) înlocuiește, astfel, *freibergitul*. Prin adoptarea acestei propuneri a fost revizuit un mare număr de minerale cunoscute (Palache et al. 1963), iar prin aplicarea riguroasă a acestui principiu de către CNMMN și IMA s-a ajuns la o substanțială diminuare a numărului mineralelor noi, acceptate;

— preferința pentru denumiri provenind de la numele unor personalități științifice și mai rar din nume de localități;

— impunerea terminației în it (ite în engleză, franceză).

**Numele mineralelor în limba română.** Denumirile uzuale ale mineralelor în limba română sînt aproape în totalitate neologisme, intrate în limbă în diferite perioade prin naturalizare, un rol important avîndu-l personalitățile, respectiv instituțiile, care au efectuat oficiul de informator și fixator al termenilor.

În țara noastră acest rol l-au îndeplinit Catedrele de Mineralogie de la Universitățile din București, Iași și Cluj, Institutul Geologic și Academia Română. Răspîndirea denumirilor de minerale s-a realizat în primul rînd prin cursurile de Mineralogie ale lui Ludovic Mrazec (Universitatea din București), V. Buțureanu (Universitatea din Iași), V. Stanciu (Universitatea [din Cluj]), precum și prin publicațiile Institutului Geologic. Dintre lucrările de referință publicate în ultimii 25 de ani se remarcă cele semnate de Al. Codarcea (1951), D. Rădulescu, R. Dimitrescu (1965), D. Giușcă (1974), L. Pavulescu (1966), Gh. Mastacan, I. Mastacan (1976).

---

<sup>1</sup> Totalitatea mineralelor aprobate de Comisia Internațională după 1960 respectă aceste principii.

**Transcrierea denumirilor străine de minerale în limba română.** Pentru asigurarea unei comunicări mai lesnicioase în majoritatea limbilor care folosesc alfabetul latin (engleza, franceza, germana etc.), la toate denumirile mineralelor care s-au format pe baza unor cuvinte din limbile greacă și latină s-a păstrat ortografia originală<sup>1</sup>, de exemplu: pyrophyllite, chalcopyrite etc. Denumirile care provin de la nume de localități sau personalități se scriu tot conform grafiei originale, cu respectarea regulilor de transliterație existente în fiecare țară.

În limba rusă se aplică principiul transcrierii fonetice a denumirilor tuturor mineralelor.

În limba română în transliterarea numelor de minerale se aplică ca regulă principiul fonetic, cu excepția denumirilor ce provin de la nume de persoane și localități, care se scriu conform ortografiei originale.

Astfel se vor transcrie fonetic toate denumirile ce provin din limbile greacă sau latină (semnificând, în general, diferite proprietăți ale mineralelor). De aceea, se va scrie antofilit, pirofilit, crisotil, clorit, rodocrozit, sfen și nu anthophyllit, chrysotil, chlorit, rhodocrozit, sphen. În schimb se va scrie goethit și phyllipsit și nu ghetit sau filipsit.

Menționăm că în toate cazurile de transliterare se renunță la „e-ul” final din „ite” utilizat în limbile franceză, engleză etc. Pentru cazurile de dubiu asupra originii numelui la mineralele mai rare se recomandă ca referințe lucrările lui Palache et al. (1963) sau Deer et al. (1965).

**Terminația la numele mineralelor.** Respectând tendința majoritară pe plan internațional considerăm preferabilă terminația în „it”. Genul mineralelor cu această terminație este masculin sau, după caz, neutru.

Se observă însă că în literatura română de specialitate, precum și în unele lucrări adresate publicului larg (Oprîș T., 1974) se preferă, ca urmare a unei tradiții fixate de Gh. Murgoci, terminația „ită”, ex.: calcită, magnetită, piroluzită. Propunem renunțarea la terminația „ită” pentru aceste cazuri.

Se poate discuta, însă, dacă forma masculină (neutră) se va aplica riguros la toate cazurile terminate în „it” sau dacă este cazul a se lua în considerație câteva excepții datorită fixării lor în limbă (ex. pirită, calcopirită). Pentru uniformitate recomandăm generalizarea formei masculine (neutre), deși în lucrare se mai folosesc vechile forme feminine intrate în uz.

Mineralele al căror nume nu se termină în „it” au fost considerate ca excepții și divizate în mai multe subgrupe:

a) minerale terminate în „ină”, terminație provenită din franceză, în general bine fixate în limbă și care își păstrează terminația. Pentru o parte din acestea există în literatura internațională termeni corespunzători terminați în „it”, de ex. pentru pirotină, cobaltină, baritină, silvină există termenii pirotit, cobaltit, barit, silvit; pentru altele nu, de ex. la nichelină termenul corespunzător este nicolit și la calcozină, calcocit;

b) minerale cu terminații diferite, dar bine fixate în limbă, de ex. ortoază sau galenă.

c) minerale la care circulă două denumiri cu răspîndire aproximativ egală, de ex. blendă / sfalerit; oligist / specularit.

---

<sup>1</sup>) cu excepția sulfurului, care în limba engleză se scrie „sulfur” și nu „sulphur”.

În general, pentru grupele a, b și c se poate lua în considerare alcătuirea, în perspectivă, a unei liste în care să fie înregistrate mineralele cu terminație discutabilă în vederea luării unei decizii prin consens.

Un caz special îl constituie transcrierea numelui varietăților minerale din limba engleză. În limba engleză denumirea varietăților se face cu ajutorul unui prefix adjectival care desemnează elementul chimic cel mai abundent după constituenții principali al speciei. De ex. argentinian tetrahedrite sau uranian pyrochlor. În limba română adjectivul urmează substantivul și va avea terminația „fer”. Se va scrie astfel: tetraedrit argentinifer și piroclor uranifer.

**Clasificarea mineralelor.** Unitatea fundamentală în mineralogie este *mineralul*, considerat ca specie. Numărul exact al speciilor identificate depinde de definiția adoptată și de interpretarea ei, dar majoritatea autorilor este de acord, că numărul acestora poate fi stabilit la circa 2 500 minerale, numărul varietăților fiind însă în jur de patru ori mai mare. Numărul speciilor cunoscute crește de altfel continuu prin descoperirea și identificarea unor specii noi cu o rată apreciată a fi în jur de 40 minerale anual (Mason, Berry, 1968).

Repartizînd numărul total de specii minerale cunoscute pe clase de minerale rezultă următoarele proporții: silicați 25,8%, fosfați 17,5%, sulfuri 13,3%, oxizi-hidroxi 12,4%, sulfati 8,4%, halogenuri 5,8%, carbonați 4,5%, elemente native 3,3%, borați 2,9%. Din punctul de vedere, însă, al gradului de participare la compoziția scoarței terestre, clarkurile calculate pentru diferite clase de minerale sînt, după Fersman (1953), următoarele: silicați 81% (55% feldspați, 11% silice), oxizi-hidroxi 14%, carbonați 0,7%, fosfați 0,7%, halogenuri 0,5%, sulfuri și sulfati 0,3—0,4% și elemente native 0,1%, putîndu-se aprecia că dintre speciile minerale numai circa 100 prezintă o răspîndire însemnată în scoarța terestră.

Trebuie arătat de la bun început că, avînd în vedere specificul mineralogiei între celelalte științe ale naturii, o clasificare perfectă nu este posibilă, datorită variabilității și complexității reale din natură dar, în același timp, că utilitatea ei este ferm argumentată de necesitatea existenței unor repere pentru abordarea studiului mineralelor, atît de către începători cît și de cercetători avizați. În studiul mineralelor nu se poate utiliza o clasificare bazată pe principiile utilizate în științele biologice, unde caracterele biologice și motivele genetice unesc indivizii în genuri și familii, în ordine și clase. În regnul mineral factorul genetic nu poate servi ca o bază de clasificare convenabilă, deoarece mineralele cele mai diferite, din punctul de vedere al compoziției chimice, se pot forma în același timp și pe aceeași cale; pe de altă parte, același mineral poate lua naștere în procese din cele mai felurite, ocurențele și paragenezele posibile ale unui mineral fiind adesea foarte variate.

Pentru a sistematiza mineralele este deci necesar a stabili o metodică de clasificare, care să permită evidențierea unor criterii de grupare a mineralelor asemănătoare și de separare a celor diferite. Încă din anul 1774, celebrul mineralog german Abraham Gottlob Werner considera că: „... principalele obiective pentru mineralogie sînt stabilirea unui sistem de clasificare ideal și găsirea unor metode mai bune de identificare a mineralelor” (Adams, 1938).

Așa cum relevă citatul prezentat, Werner a intuit impactul pe care perfecționarea metodelor de investigație l-a avut ulterior asupra progreselor

sistematicii, reflectându-se astfel relația strînsă dintre clasificarea mineralogică și gradul de cunoaștere a mineralelor.

### Evoluția metodelor analitice și progresele realizate în sistematica mineralogică

Metode analitice utilizate	Progrese realizate în gradul de cunoaștere	Perioade în dezvoltarea științelor mineralogice
1	2	3
I. Observații empirice	Clasificarea pe baza proprietăților fizice	Empirică
II. Măsurători cristalografice	Clasificarea pe baze cristalografice	Cristalografică
III. Analiză chimică (gravimetrie, volumetrie)	Clasificarea pe baze chimice	Chimico-mineralogică
IV. Microscopie în lumină polarizată	Clasificarea pe baze mineralogice	
V. Roentgenometrie clasică	Clasificarea pe baze structurale	Cristalo-chimică
VI. Metode fizice moderne (difracție electronică, microsondă electronică, spectroscopie I.R., Mössbauer)	Clasificări de detaliu pe baza structurii interne	Chimico-structurală
VII. Mineralogie experimentală	Cunoașterea condițiilor de formare și stabilitate a mineralelor	

După primele clasificări empirice bazate pe proprietățile fizice macroscopice ale mineralelor (Plinius — sec. I e.n.), clasificările mai ample, apărute în secolul al XVIII-lea, au căutat, în lipsa unor cunoștințe asupra chimismului, puncte de sprijin în argumente asemănătoare aceloră utilizate în sistematica zoologică și botanică.

Această direcție a purtat amprenta mării influențe a lui Charles Linné (1707—1778), care a dat o sistematică a mineralelor după aceleași principii utilizate în celebra sa clasificare a plantelor și animalelor.

Abraham Gottlob Werner (1749—1817) separă Oryktonosia (Mineralogia) de Geognosie (Geologie) și în clasificarea publicată în ultima formă de J. K. Freisleben în 1817, după moartea sa, împarte mineralele în patru mari clase. Prima clasă — fosilele pămîntoase — este împărțită în 7 genuri printre care genul diamantului, genul silicei (cuprinzînd cuarțul, silicații, spinelul), genul calcarului (cu carbonații de calciu și magneziu, sulfați, fosfați etc.). În clasa a II-a — sărurile fosile — intră restul carbonaților, nitrații, clorurile. În clasa a treia — fosilele combustibile — sînt incluse sulful, rășinele, grafitul, cărbunii. În clasa a patra — fosilele metalice — sînt 20 de genuri, printre care sulfuri, cromați etc.

Sistemul binomial este aplicat și de James D. Dana (1813—1895) în prima (1837) și a doua ediție (1844) a tratatului său „The System of Mineralogy”, în care spre exemplu genul *Baralus* include *B. ponderosus* (baritina), *B. prismaticus* (celestina), *B. fusiles* (witheritul) și *B. rubefaciens* (stronțianitul).

Clasificarea mineralogică a celebrului chimist suedez Jean Jaques Berzelius (1779—1848) consideră mineralogia ca o parte a chimiei și împarte mineralele în corpuri anorganice și organice, subîmpărțirile fiind efectuate în continuare, pe criterii pur chimice. Deși absolutizează criteriul chimic această clasificare constituie primul pas către o sistematică corespunzătoare principiilor fundamentale ale științei mineralogice.

În 1868, James D. Dana, publicind ediția a V-a a tratatului său de mineralogie, părăsește principiile anterioare care conduseseră la apariția unui număr nesfârșit de grupuri și familii nejustificabile științific și arată în prefață că pentru caracterizarea unui mineral trebuie utilizate în primul rând caracterele sale chimice, apoi cele cristalografice și proprietățile fizice. În 1892, fiul său Edward Salisbury Dana dă ultima formă a clasificării care a îndrumat sistematica mineralelor pe drumul ei actual: I — Elemente native, II — Sulfuri, telururi etc., III — Sulfosăruri, IV — Haloizi, V — Oxizi, VI — Săruri oxigenate, VII — Săruri organice.

Dintre celelalte clasificării mai cunoscute care urmează în general cadrul desemnat de Dana cităm clasificarea lui Gustav Tschermak (1836—1929), profesor la Universitatea din Viena:

I. Metale și metaloizi; II. Lamprite (compuși metalelor cu sulf, selen, telur, arsen, stibiu și bismut); III. Oxizi în genere; IV. Spinelizi (săruri corespunzătoare anionilor derivați de la elementele coloanei a III-a din sistemul periodic — borați, aluminați etc.); V. Silicoizi (sărurile oxigenate ale acizilor, derivate din elementele coloanei a IV-a — carbonați, silicați etc.); VI. Nitroizi (ibid., coloana a V-a — fosfați, cromați etc.); VII. Gipsoidi (ibid., coloana a VI-a — sulfatați, cromați etc.); VIII. Halite (săruri libere de oxigen cu elemente din coloana a VII-a — cloruri etc.); IX. Antracide (compuși carbonului cu hidrogen sau cu hidrogen și oxigen: cărbuni, rășine, bitumene).

De asemenea, clasificarea propusă de F. Klockmann, profesor la Aachen:

I. Elemente; II. Sulfuri și compuși înrudiți; III. Oxizi, hidroxizi; IV. Săruri haloide; V. Săruri oxigenate (fără silicați); VI. Silicați; VII. Compuși organici.

Dintre clasificările utilizate în învățămîntul mineralogic românesc reproducem sistemul cu 4 clase al profesorului V. C. Buțureanu de la Universitatea din Iași, introdus în partea a treia a cursului de Mineralogie publicat în 1928: I. Elemente; II. Compuși binari; III. Săruri; IV. Compuși organici, precum și sistemul în 6 clase al profesorului Ludovic Mrazec: I. Elemente; II. Sulfuri și compuși înrudiți; III. Săruri haloide; IV. Oxizi; V. Săruri oxigenate; VI. Compuși organici, publicat în partea a II-a a Cursului general de minerale și roce (1943), în care face și o admirabilă sinteză a evoluției în timp a sistematicii mineralogice.

În clasificarea adoptată în acest manual mineralele sînt împărțite în opt diviziuni majore considerate clase:

I. Elemente native; II. Sulfuri și sulfosăruri; III. Oxizi-hidroxizi; IV. Halogenuri; V. Carbonați, nitrați, borați, iodați; VI. Sulfatați, cromați, molibdați, wolframați; VII. Fosfați, arseniați, vanadați; VIII. Silicați.

Această clasificare acceptată de majoritatea cercetătorilor moderni, Palache et al. (1963), Ramdohr, Strunz (1967) Deer et al. (1963), Betehtin (1953), Trogger (1962) etc., se bazează pe criterii chimico-structurale, preluînd principiile clasificării chimice în termenii structurii cristalului.

*Elementele native* includ, astfel, metale (cu rețele metalice), ca și semi-metale și metaloizi (cu rețele covalente). *Sulfurile* includ unii componenți

cu rețele metalice, în majoritate compuși cu rețele covalente și foarte puțini compuși cu rețele ionice.

În următoarele clase, practic, aproape toate mineralele au rețele ionice, variind însă forța legăturilor ionice dintre particulele constitutive. La oxizi-hidroxizi și halogenuri, structura (izodesmică) este determinată exclusiv de raportul geometric al particulelor constitutive, pe cînd în celelalte clase se remarcă apariția în structură a unor grupări ionice complexe (radicali) de tipul:  $\text{XO}_3$  — carbonați, nitrați, borați;  $\text{SO}_4$  — sulfati;  $\text{PO}_4$  — fosfați și gruparea complexă  $\text{SiO}_4$  la silicați.

Clasele individualizate astfel se divid în *subclase*, urmînd criteriile menționate. Astfel, clasa I — *Elemente native* se divide în două subclase: metale și respectiv semimetale și metaloizi, iar clasa a VIII-a *Silicați* se divide în subclasele: nezosilicați, sorosilicați, nezo-sorosilicați, ciclosilicați, inosilicați, filosilicați și tectosilicați, după modul de asociere în structură al tetraedrilor de  $\text{SiO}_4$ .

În cadrul claselor și subclaselor se separă o serie de diviziuni care includ minerale legate chimic și structural, cum sînt *grupurile* (ex. grupul feldspaților, grupul piroxenilor sau grupul amfibolilor la silicați) sau *tipurile* (la sulfuri, halogenuri, oxizi).

În cadrul sulfurilor și oxizilor tipurile sînt aranjate în clasificare în ordinea descreșterii raportului  $A : X^1$ , astfel că principalele sulfuri metalice sînt plasate la începutul clasei sulfurilor, iar cupritul este așezat primul, între oxizii simpli. La oxizii multipli (ex. spinelii) sau sulfurile multiple (sulfosăruri), aranjamentul este dat în primul rînd de raportul  $A + B : X$  și apoi de ordinea descrescîndă a raportului  $A : B$ .

În cadrul tipurilor se separă *grupe* care conțin în mod uzual minerale cu structură asemănătoare. Astfel, în tipul AX la sulfuri, grupa galenei conține: galena  $\text{PbS}$ , clausthalitul  $\text{PbSe}$  și altaitul  $\text{PbTe}$ , cu structură cub, cu fețe centrate, iar grupa blendei: metacinabarit ( $\text{Hg, Fe, Zn}$ )S, tiemanit ( $\text{Hg Se}$ ) și coloradoit ( $\text{Hg Te}$ ) cu structura cubic polară.

Formarea grupelor nu poate fi redusă însă, doar la criteriul structurii. Astfel, tipul  $\text{Am Xn}$  arată adesea în diferite clase similitudini geometrice și structurale, atunci cînd raportul  $A : X$  este asemănător. Halitul, de exemplu, unde  $A = \text{Na}$  și  $X = \text{Cl}$ , este similar în structură cu galena, unde  $A = \text{Pb}$  și  $X = \text{S}$  și cu periclazul, unde  $A = \text{Mg}$  și  $X = \text{O}$ . Totuși, din punct de vedere mineralogic, ele sînt minerale net diferite și nu pot fi plasate împreună într-o clasificare, aceasta fiind și rațiunea subordonării diviziunii în tipuri, diviziunii în clase. La baza constituirii grupelor de minerale stau pe lîngă asemănările privind structura și asemănările privind caracterele chimice și fizice. În general, s-a căzut de acord, prin consens, că ori de cîte ori caracteristicile unor minerale, aparținînd aceluiași tip, pot fi profitabil discutate împreună, ele să formeze o grupă de minerale.

Grupele se divid în *serii* sau *specii*, în funcție de variabilitatea în compoziția chimică. Astfel, grupa zeoliților conține un număr de specii individuale, cu variabilitate limitată, pe cînd grupa olivinei sau a plagioclazilor formează o serie cu variabilitate compozițională continuă.

---

<sup>1)</sup> A (și B) reprezintă ioni pozitivi (cationi) sau atomi electropozitivi, iar X reprezintă ioni negativi (anioni) sau atomi electronegativi.

Seriile se divid în termeni care pot fi considerați *specii individuale* (ex. seria plagioclazilor cu speciile albit, oligoclaz, andezin, labradorit, bytownit, anortit) sau *subspecii*, în acest caz, de exemplu, albitul fiind o subspecie a speciei plagioclaz. Limitele care separă diferiții termeni ai unei serii sînt arbitrare. Fixarea acestor limite este desigur, ca în orice clasificare, afectată de paradoxul lui Eubulide<sup>1</sup>, dar cum separarea unor termeni în aceste serii implică o deosebită semnificație petrogenetică (ex. la olivine, piroxeni, amfiboli, mîce, plagioclazi etc.), ele s-au dovedit deosebit de utile, atît în cercetare cît și în practica curentă.

Se poate aprecia, astfel, că sistematica actuală în mineralogie, departe de a avea un caracter scolastic, devine un util instrument de lucru pentru cunoașterea mai profundă a mineralelor, a relațiilor dintre ele, a condițiilor de formare și răspîndire a acestora în scoarța terestră.

**Literatura mineralogică.** Conform unui principiu urmat în toate tratatele de Mineralogie pentru constantele principale cunoscute ale mineralelor nu se dau referințe în text. Aceste referințe au fost totuși menționate cînd priveau unele abateri de la valorile cunoscute, pentru o serie de ocurențe particulare.

În vederea indicării principalelor surse utilizate cît și pentru a facilita confruntarea cu literatura mineralogică internațională recomandăm lucrările cu caracter de sinteză, redactate de Palache et al. (1963), Deer et al. (1963), Ramdohr, Strunz (1967), Betehtin (1953), Trogger (1962), Dana, Ford (1960), Mason, Berry (1968).

Pentru mineralele sau ocurențele noi, principalele reviste de specialitate consultate au fost: *American Mineralogist*, *Mineralogical Magazine*, *Doklady Akademii Nauk C.C.C.P.*, *Buletin de la Société Française de Cristallographie*, *Mineralogie*.

În ceea ce privește ocurențele mineralelor din România, pe lingă unele lucrări cu caracter de lexicon — Zepharovich (1859, 1873, 1893), Cădere (1925—1928), Rădulescu, Dimitrescu (1965)—, la bibliografie au fost indicate o mare parte din articolele științifice aparținînd cercetătorilor români și străini care au studiat mineralele din țara noastră. În aceste lucrări, cititorii pot găsi date detaliate asupra caracterelor chimico-structurale, constantelor fizice și genezei acestor minerale.

---

<sup>1</sup> Conform paradoxului lui Eubulide (filozof grec din Milet, sec. IV î.e.n.) nu putem spune niciodată cu precizie cite fire de păr trebuie să aibă un om ca să nu fie caracterizat drept chel. Dacă unui chel îi crește un fir de păr rămîne chel. Dacă unui om îi smulgem un fir de păr nu cheleşte. Dacă spunem că un om ca să nu fie chel trebuie să aibă 30 000 fire de păr, înseamnă că dacă îi smulgem un singur fir de păr el ar trebui clasificat printre cheli. Deci soluția pentru această cifră nu este bună și pentru același motiv nu vor fi valabile nici alte valori ca 20 000, 40 000 etc.

## SIMBOLURI ȘI ABREVIERI UTILIZATE

- a, b, c** = axele cristalografice  
 **$\alpha, \beta, \gamma$**  = unghiurile dintre axele cristalografice  
**Z** = numărul unităților de formulă în unitatea celulei  
**n** = indicele de refracție la mineralele cubice și amorfe  
 **$\alpha$**  = indicele de refracție minim și direcția de vibrație mai rapidă la mineralele biaxe  
 **$\beta$**  = indicele de refracție mediu și direcția de vibrație a razei intermediare la mineralele biaxe  
 **$\gamma$**  = indicele de refracție maxim și direcția de vibrație mai lentă la mineralele biaxe  
 **$\epsilon$**  = indicele de refracție în direcția razei extraordinare la mineralele uniaxe  
 **$\omega$**  = indicele de refracție în direcția razei ordinare la mineralele uniaxe  
 **$n_1$  și  $n_2$**  = indicele de refracție mai mare și respectiv mai mic într-o poziție oarecare în cristale  
**Li** (după indicele de refracție) = lumină (roșie) de litiu (671 m $\mu$ )  
**Na** (după indicele de refracție) = lumină (galbenă) de sodiu (589 m $\mu$ )  
 **$\Delta$**  = valoarea birefrinței maxime  
**P.A.O.** = planul axelor optice  
 **$c \wedge \gamma(\alpha)$**  = unghiul de extincție maximă față de  $\gamma$  sau  $\alpha$   
**U+** = mineral uniax pozitiv  
**U-** = mineral uniax negativ  
**2E** = unghiul axelor optice observat în aer  
**2V** = valoarea unghiului axelor optice în mineral  
**2V $\gamma$**  = mineral biax cu semn optic pozitiv  
**2V $\alpha$**  = mineral biax cu semn optic negativ  
**B I** = bisectoarea unghiului ascuțit al axelor optice  
**B II** = bisectoarea unghiului obtuz al axelor optice  
**r** = dispersia pentru roșu  
**v** = dispersia pentru violet  
**R %** = capacitatea (puterea) de reflexie  
 **$\Delta R$**  = bireflexia (pleocroism de reflexie)  
**N||** = lumină polarizată: un nicol  
**N+** = lumină polarizată: doi nicoli  
**L.c** = lumină convergentă  
**G** = greutatea specifică  
**D** = duritatea (Mohs)  
**Vnh** = microduritatea (Vickers)  
**F** = fusibilitatea (punctul de topire)  
**Hf** = entalpia de formare a mineralelor  
**S** = entropie  
**C** = sistemul cubic  
**Trg** = sistemul trigonal  
**Ttr** = sistemul tetragonal



R	= sistemul rombic
M	= sistemul monoclinic
Trc	= sistemul triclinic
RX	= difracția razelor X
D.T.A.	= analiză termodiferențială
T.G.	= analiză termogravimetrică
I.R.	= spectroscopie de absorbție în infraroșu
U.V.	= spectrografie de emisie în ultraviolet
$\lambda$	= lungimea de undă pentru lumină monocromatică
$\mu$	= micron (0,0001 mm)
m $\mu$	= milimicron (0,000 000 1 mm)
Å	= Ångström ( $10^{-8}$ mm)
nm	= nanometri ( $10^{-9}$ mm)
°C	= grade Celsius
°K	= grade Kelvin: $x^{\circ}\text{K}(x-273,16)^{\circ}\text{C}$
>	= mai mare
<	= mai mic
$\approx$	= asemănător
rez.	= reziduu (la anallzele chimice)
insol.	= insolubil
var.	= varietate

**Caracterizarea celor 32 de clase de simetrie ale poliedrelor cristaline**

Sistemul cristalografic și constantele cristalografice	Denumirea claselor de simetrie			Formula de simetrie	Notația (simbolul)			
	Școala franceză (G. Friedel)	Școala germană (Groth)	Școala sovietică (Institutul „Feodorov”)		Schoenflies	Hermann-Mauguin (axe de inversiune)	Subnikov (giroide)	Internațional (axe de inversiune)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Triclinic	Hemiedrică Holoedrică	Pedială (asimetrică) Pinacoidală	Primitivă Centrată	$A^1$ $(A_2)=C$	$C_1$ $C_1=S_2$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$P1$ $P\bar{1}$
Monoclinic	Hemiedrică (antihemiedrie) Hemimorfă (hemiedrie holoaxă) Holoedrică	Domatică Sfenoidală Prismatică	Planară Axială Planaxială	$P$ $A^2$ $A^2PC$	$C_2$ $C_2h$	$m$ 2 $\frac{2}{m}$	$m$ 2 2 : $m$	$Pm$ $P2$ $P2/m$
Rombic	Hemimorfă (antihemiedrie) Hemiedrică (hemiedrie holoaxă) Holoedrică	Rombică piramidală Rombică bisfenoidală Rombică bipiramidală	Planară Axială Planaxială	$A^22P$ $3A^2$ $3A^23PC$	$C_{2v}$ $D_2=V$ $D_2h=V_h$	$mm2$ 222 $\frac{2}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m}$	$m \cdot 2$ 2 : 2 $m \cdot 2 : m$	$Pmm$ $P222$ $Pmmm$
Pătratic (tetragonal)	Tetartoedrică (cu ax cuaternar) Paramorfă (parahemiedrie) Hemimorfă (antihemiedrie cu ax cuaternar) Enantiomorfă (hemiedrie holoaxă) Holoedrică Tetartoedrică (Sp.II) (sfenoedrică) Hemiedrică (Sp.II) (antihemiedrie sfenoedrică)	Tetragonală piramidală Tetragonală bipiramidală Ditetragonală piramidală Tetragonală trapezoedrică Ditetragonală bipiramidală Tetragonală bisfenoidică Tetragonală scalenoedrică	Primitivă Centrată Planară Axială Planaxială Primitivă giroidală (de inversiune) Planară giroidală (de inversiune)	$A^4$ $A^4PC$ $A^44P$ $A^44A^2$ $A^44A^25PC$ $A_4^2$ $A_4^2 2A^2 2P$	$C_4$ $C_4h$ $C_4v$ $D_4$ $D_{4h}$ $S_4$ $D_{2d}=V_d$	4 $\frac{4}{m}$ 4mm 422 $\frac{4}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m}$ 4 $\bar{4}2m$	4 4 : $m$ 4 · $m$ 4 : 2 $m \cdot 4 : m$ 4 4 · $m$	$P4$ $P4/m$ $P4mm$ $P42$ $P4/mmm$ $P\bar{4}$ $P\bar{4}2m$

1		2		3		4		5		6		7		8		9							
Hexagonal, in sens larg	Hexagonal, in sens restrins (Friedel)	Rombocentric	Trigonal	Ogdoedrică	Tetartoe-drică	Trigonală pramidală	Primitivă	$A^3$	$C_3$	3	3	P3											
				Paratetartoe-drie (Sp. II)	Paramorfă (parahemiedrie)	Rombocentrică	Centrată	$A_2^3 = A^3C$	$C_{31} = S_6$	$\bar{3}$	$\bar{6}$	$P\bar{3}$											
				Antitetartoe-drie (hemimorfă)	Hemimorfă (antihemiedrie)	Ditrigonală piramidală	Planară	$A^33P$	$C_{3v}$	3m	3·m	P3m											
	Hexagonal, in sens restrins (Groth)		Tetartoe-drie (holoaxă cu ax ternar)	Enantio-morfă (hem. holoaxă)	Trigonală trapezocentrică	Axială	$A^33A^2$	$D_3$	32	3 : 2	P32												
			Parahemiedrie (Sp. II) cu ax ternar	Holoedrică	Ditrigonală scalenoedrică	Planaxială	$A_2^33A^23P = A^33A^23PC$	$D_{3d}$	$\frac{2}{\bar{3}m}$	$\bar{6}m$	$P\bar{3}m$												
			Tetartoe-drie hex. (antitetartoe-drie trigonocentrică = Paramorfă trigonală)	Hemiedrie hex. (antihemiedrie trigonocentrică = holoedrie trigonală)	Trigonală bipiramidală	Primitivă giroidală (de inversiune)	$A^3P$	$C_{6h}$	$\bar{6}$	3 : m	$P\bar{6}$												
Cubic	Hexagonal, in sens restrins (Groth)	Rombocentric	Trigonal	Ditrigonală bipiramidală	Hemiedrie hex. (antihemiedrie trigonocentrică = holoedrie trigonală)	Ditrigonală bipiramidală	Planară giroidală (de inversiune)	$A^33A^24P$	$D_{3h}$	$\bar{6}m2$	m·3 : m	$P\bar{6}m2$											
				Tetartoe-drie (cu ax senar)	Paramorfă (parahemiedrie cu ax senar)	Hexagonală piramidală	Hexagonală bipiramidală	Primitivă	Centrată	$A^6$ $A^6PC$	$C_6$ $C_{6h}$	$\frac{6}{m}$ 6mm	6 6 : m	P6 P6/m									
				Hemimorfă (antihemiedrie cu ax senar)	Enantiomorfă (hemiedrie holoaxă)	Holoedrică	Hexagonală trapezoidală	Dihexagonală bipiramidală	Planară	Axială	Planaxială	$A^66P$ $A^66A^2$ $A^66A^27PC$	$C_{6v}$ $D_6$ $D_{6h}$	6·m 6 : 2 m·6 : m	P6mm P62 P6/mmm								
				Tetartoe-drie	Paramorfă (parahemiedrie = diploidală)	Hemimorfă (antihemiedrie)	Enantiomorfă (hemiedrie holoaxă = giroidală)	Holoedrică	Tetartoe-drie pentagonododecaedrică	Diakisododecaedrică	Hexakistetraedrică	Pentagonikositetraedrică	Hexakisoctaedrică	Primitivă	Centrată	Planară	Axială	Planaxială	$3A^24A^3$ $3A^24A_2^33PC$ $3A^24A^36P$ $3A^44A^36A^2$ $3A^44A_2^36A^29PC$	T Th Td O Oh	23 $\frac{2}{m}\bar{3}$ $\frac{4}{3}m$ 432 $\frac{4}{m}\frac{2}{m}$	3/2 $\bar{6}/2$ 3/4 3/4 $\bar{6}/4$	P23 Pm3 P $\bar{4}3m$ P43 Pm3m

**Simboluri folosite în literatura mineralogică pentru constante cristalografice, constante optice și proprietăți fizice**

Autor	Denumirea lucrării	Axele cristalografice	Unghiurile dintre axele cristalografice	Direcțiile de vibrație	Indicii de refracție ai mineralelor			Birefringență	Extincție	Unghiul axelor optice	Dispersie	Proprietăți fizice macroscopice		
					Biaxe	Izotrope	Uniaxe					Greutate specifică	Duritate	Fusibilitate
Palache Ch., Berman H. Frondelel C.	Dana's System of Mineralogy, New York, 1963	a b c	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	x y z	nX nY nZ	n	nO nE	nE - nO nZ - nX	Z $\wedge$ C (x)	$\pm 2V$	r > v (<)	G	H	F
Winchell A. N.	Elements of Optical Mineralogy, New York, 1964	a b c	— — —	x y z	Nx Ny Nz	n	No Ne	Ne - No Nz - Nx	Z $\wedge$ C (x)	$\pm 2V$	r > v (<)	G	H	F
Mason B., Berry L. G.	Element of Mineralogy, San Francisco, 1968	x y z	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	n	$\epsilon$ $\omega$	$\omega - \epsilon$ $\gamma - \alpha$	$\gamma : C$ ( $\alpha$ )	$\pm 2V$	—	G	H	F
Heinerich E. Wm.	Microscopic identification of Minerals, New York, 1965	a b c	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	n	$\epsilon$ $\omega$	$\omega - \epsilon$ $\gamma - \alpha$	$\gamma \wedge C$ ( $\alpha$ )	$\pm 2V$	r > v (<)	—	—	—
Wahlstrom E.	Petrographic Mineralogy, New York, 1955	a b c	— — —	X Y Z	Nx Ny Nz	n	No Ne	—	Z $\wedge$ C (x)	$\pm 2V$	r > v (<)	G	H	F
Deer W. A., Howie R. A., Zussman J.	Rock-forming minerals, London, 1965	x y z	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	n	$\epsilon$ $\omega$	$\delta$	$\gamma : z$ ( $\alpha$ )	$2V_{\gamma}$ ( $2V_{\alpha}$ )	r > v (<)	D	H	F
Ramdohr P., Strunz H.	Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, Stuttgart, 1967	a b c	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	X Y Z	nx ny nz	n	no ne	—	Z $\wedge$ C (x)	—	—	D	H	—
Trogger W. E.	Optische Bestimmung der gesteinen bildenden Minerale, Stuttgart, 1959	a b c	— — —	X Y Z	Nx Ny Nz	n	No Ne	$\Delta$	Z $\wedge$ a (x)	$2V_z$ ( $2V_x$ )	r > v (<)	D	H	F
Roubault M.	Determination des mineraux des roches, Paris, 1963	a b c	— — —	Np Nm Ng	np nm ng	n	np ng	ng - np	Ng $\wedge$ C	$\pm 2V$ $2V_{ng}$	r > v (<)	—	—	—
Betehtin A. G.	Kurs mineralogii, Moskva, 1951 (Trad. lb. rom., Ed.	a b c	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	— — —	np nm ng	n	np ng	ng - np	—	—	—	—	—	—

## ELEMENTE NATIVE

### CARACTERE GENERALE

În scoarța terestră se află în stare nativă circa 33 elemente chimice, în special metale. Tot aici intră și o serie de elemente în stare gazoasă și elemente în stare lichidă — mercurul și unele amalgame. Greutatea totală a elementelor native din scoarța terestră este destul de mică și nu depășește 0,1% din masa întregii scoarțe. Din această cantitate azotului îi revine circa 0,04%, iar oxigenului 0,01—0,02%. Tuturor celorlalte elemente întâlnite în stare nativă le revine numai 0,05%. Din acestea sînt reprezentate în cantități relativ mai mari: H, Ar, He, C, S, Au, Ag, elementele din grupa platinei, Cu și Bi.

Dintre elementele native, un loc deosebit revine grupei gazelor rare: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Ru. Atomii lor au un înveliș exterior stabil bi- și octo-electronic, ceea ce explică inerția lor chimică, adică greutatea de a intra în combinații cu alte elemente, îndeosebi cu  $O^{2-}$ ,  $H^+$  etc.

O poziție specială o ocupă și grupa metalelor rare, Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt și Au, situate în perioadele V și VI. În aceste perioade, razele atomice ale elementelor din grupele verticale sînt aproape egale, proprietate care are un rol important în chimismul acestor elemente chimice, în condiții naturale, în special la formarea amestecurilor izomorfe ale metalelor rare. Într-adevăr, triada Ru, Rh și Pd este legată mult mai strîns de triada Os, Ir, Pt decît triada Fe, Co, Ni. Metalele din grupa platinei conduc la soluții solide și sînt răspîndite în diverse zăcăminte, în strînsă legătură, în timp ce elementele triadei Fe, Ni, Co ocupă, de obicei, în compoziția acestor minerale un loc subordonat. Un izomorfism de asemenea net se manifestă și mai pregnant pentru Au și Ag în timp ce Cu, sub formă de soluție solidă, este întilnit în ele extrem de rar.

Dintre elementele native întilnite în natură, cu o frecvență mai mică, sînt semimetalele As, Sb și Bi care, deși arată caractere chimico-structurale asemănătoare, apar în natură în condiții diferite. Numai rareori As și Sb dau compuși izomorfi, de exemplu compusul intermetalic AsSb.

Hidrogenul, singur sau amestecat cu alte gaze, este adesea întilnit în unele roci și zăcăminte de substanțe minerale utile.

Azotul și oxigenul intră în cantități mari în compoziția atmosferei.

Carbonul se întilnește în natură în două modificații cu structuri cristaline diferite.

Sulful, de asemenea, este frecvent întilnit în natură și de cele mai multe ori se formează în urma oxidării  $H_2S$  și mai rar prin reducerea  $SO_2$  rezultat din sulfați sau alte combinații chimice bogate în sulf.

Numărul total al speciilor și varietăților minerale, care fac parte din clasa elementelor native după compoziția chimică, este de circa 80, adică depășește cu mult numărul elementelor care intră în compoziția lor. Acest lucru se explică prin faptul că multe elemente se pot întâlni în natură în două sau mai multe modificări polimorfe. De exemplu: carbonul sub formă de diamant și grafit, sulful sub formă de  $\alpha$ -S,  $\beta$ -S,  $\gamma$ -S. O altă serie de elemente, pe lângă faptul că se întâlnesc în stare pură, mai pot forma între ele și soluții solide, ca de exemplu: electrum (Au, Ag), platina palladiferă (Pt, Pd). O răspândire importantă o au și compușii intermetalici caracterizați prin particularitățile structurii lor cristaline, ca de exemplu: algodonitul  $\text{Cu}_3\text{As}$ ; stibiopaladinitul  $\text{Pd}_3\text{Sb}$ ; discrozitul  $\text{Ag}_3\text{Sb}$ . În afară de compușii definiți se întâlnesc și compuși de compoziție variabilă, ca (Pt, Fe), (Pt, Cu) etc.

Elementele native cu frecvență ridicată în natură se prezintă, de regulă, în stare solidă și cu structuri cristaline diferite. Tipul de legătură dintre atomi în rețeaua cristalină este cel metalic, iar așezarea lor este cea mai compactă; rar se remarcă tendința de trecere la tipul de legătură heteropolară și Van der Waals. Aceste particularități structurale conferă o serie de proprietăți comune, importante, metalelor native. Ele arată cea mai bună conductibilitate electrică și termică; șlefuite, prezintă luciu metalic puternic, deci o capacitate ridicată de reflexie. Indicii de refracție, de care depinde luciul, sînt dintre cei mai mari. Numai Au, Ag și Cu au valori pentru indicii de refracție mai mici de 1,0 însă și acești indici determină o capacitate de reflexie apreciabilă. La fel și indicii lor de absorbție a luminii sînt neobișnuit de ridicați. Culoarea majorității metalelor native este argintie, asemănătoare culorii staniului, excepție făcînd Cu și Au datorită capacității lor de a apărea în valențe diferite. Reflexia selectivă a luminii este legată de particularitățile structurii nucleelor atomice ale acestor elemente.

Dintre numeroasele minerale cunoscute, metalele native au cele mai mari greutatea specifice. Metalele a căror structură este caracterizată prin numărul de coordonare egal cu 12 și, prin absența legăturilor cu forțe orientate, sînt foarte maleabile, nu au clivaj clar exprimat în spărtură și au o duritate, de obicei, redusă. În legătură cu duritatea fac excepție numai iridiu și mineralele care conțin în compoziția lor cantități mai mari sau mai mici de iridiu.

Metalele nobile, caracterizate prin compresiunea lantanică a volumelor atomice, sînt mai stabile din punct de vedere chimic; de aici rezistența la acțiunea agenților atmosferici și deci posibilitatea de a fi reîntîlnite în aceeași stare în depozitele aluvionare.

Elementele native din grupa semimetalelor sînt caracterizate prin rețele cubice, parțial deformate, și cu proprietăți fizice diferite intrucîtva de cele ale metalelor tipice. Abateri mici în structura rețelei cristaline se semnalează la bismut, care arată un luciu foarte accentuat, friabilitate și duritate mică etc. Sînt caracteristice pentru semimetale, aspectele morfologice ale cristalelor și direcțiile de clivaj în concordanță cu particularitățile structurii lor cristaline.

Metalozii se deosebesc radical de metalele tipice atît prin structurile lor cristaline cît și prin proprietățile legate de acestea.

## Clasificarea elementelor native

I. METALE	II. SEMIMETALE ȘI NEMETALE
<p><i>Grupa aurului</i>            Aur Au            Maldonit Au<sub>2</sub>Bi            Argint Ag            Cupru Cu            Plumb Pb            Mercur Hg            Moschellandsbergit Ag<sub>2</sub>Hg<sub>3</sub>            Potarit Pd<sub>3</sub>Hg<sub>2</sub>            Amalgam de aur Au<sub>2</sub>Hg<sub>3</sub>?</p> <p><i>Grupa platinei</i>            Platina Pt            Paladium Pd            Platiniridium (Ir, Pt)            Aurosmiridium (Au, Os, Ir)</p> <p><i>Grupa newjanskitului</i>            Newjanskit (Ir, Os)            Siserskit (Os, Ir)            Alopaladinit</p> <p><i>Grupa fierului și a mineralelor din meteoriti</i>            Fier Fe            Nichel-fier (Ni, Fe)</p> <hr/> Cohenit (Fe, Ni) <sub>3</sub> C Moissanit (SiC) Osbornit (TiN) Schreibersit (Fe, Ni) <sub>3</sub> P Siderazot Fe <sub>5</sub> N <sub>2</sub> Tentalcabid TaC Staniu Sn Zinc Zn	<p><i>Grupa arseniului</i>            Arsen As            Arsenolamprit As            Allemontit (As, Sb)            Antimoniu Sb            Bismut Bi</p> <p><i>Grupa telurului</i>            Seleniu Se            Selen — telur (Se, Te)            Teluriu Te</p> <p><i>Grupa sulfului</i>            α-sulf S            β-sulf S            γ-sulf S</p> <p><i>Grupa carbonului</i>            Diamant C            Grafit C</p>

## I. METALE

## A. Grupa aurului

Aceste minerale cristalizează în sistemul cubic  $4/m\bar{3}2/m$ . Structura cristalină este de tip cupru, rețea centrată pe fețe — structură cubică centrată. Habitusul cristalelor diferă, dar majoritatea au macle (111) și tendințe de a forma dendrite arborescente, cristale în grup. Au proprietăți caracteristice privind duritatea, ductibilitatea, conductivitatea și electricitatea. Variabilitatea chimică depinde de gradul de solubilitate, de soluția solidă care se poate realiza între cei doi termeni. Varietatea aurului cu peste 20% Ag este denumită electrum; aurul și cuprul formează soluții solide continue; în mod similar amestecul argint — cupru. Aurul formează de asemenea soluție solidă cu paladiu, respectiv aur-paladium, denumită porpezit. Aurul este

reținut în mercur în proporție de 16,5% la 90°C (mercur-aur), iar argintul se dizolvă 45% în mercur la aceeași temperatură (mercur-argint). Aurul dizolvă 0,2% bismut; există și bismut aurifer, un compus intermetalic, mal-donitul Au<sub>2</sub>Bi. Argintul dizolvă 5% antimoniu (antimoniu-argint) și 7% arseniu (arsen-argint). Cuprul dizolvă 4% arseniu.

### AUR Au

*Sistemul de cristalizare:* cubic, 4/m  $\bar{3}$  2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,078 \text{ \AA}$ ; conține 4 Au.

*Habitus:* cristale octaedrice, cubice, dodecaedrice. Prezintă alungiri [111] cu turtire (111). Agregate paralele, dendrite arborescente, filiforme, spongioase; mase masive, granule plate. Forme cristalografice: a (001), d (011), o (111), e (012), m (113). *Macle:* (111) comune; se repetă conducând la agregate dendritice. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* așchioasă, colțuroasă. Maleabil și ductil.  $H = 2 \frac{1}{2} - 3$ .  $G = 15,3 - 19,3$ .  $F = 1062,4^\circ$ . *Culoare:* galben de aur și alb-argintiu, roșu-oranj pentru varietățile impure din punct de vedere chimic. *Luciu:* metallic.

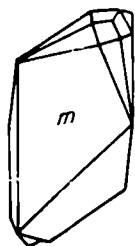


Fig. 1. Cristal de aur: m(113)

*Proprietăți optice.* Opac; în suprafețe lustruite este colorat în galben-auriu, tonurile variind în funcție de conținutul în argint. Izotrop.  $R$  în aer pentru verde 47,0%, oranj 82,5%, roșu 86%.

*Chimism.* Aurul conține, în afară de argint, cupru, fier, mai rar bismut, staniu, plumb, zinc, platină, paladium, iridiu, rhodiu.

În varietatea argentiferă *electrum*, Ag substituie pozițiile aurului sub forma unei serii continue. Aurul comun conține 10–15% Ag, culoarea este un galben-închis, care devine din ce în ce mai palid, până spre alb, pe măsură ce crește conținutul în argint. Când conținutul în argint depășește 20% este numit *electrum*.

Tablelul 2

### Analize chimice

	1	2	3	4
Au	99,91	90,99	74,33	73,54
Ag	0,09	3,53	4,19	20,92
Cu	—	5,32	20,39	4,27
Fe	—	0,07	—	—
Bi	—	—	—	—
Sn	—	—	—	0,28
Pb	—	—	—	0,20
Zn	—	—	—	0,77
Rez.	—	—	0,26	—
Total	100,00	99,91	99,47	99,98

1 — Aur, Kalgoorlie, Australia; 2 — Aur, Kalimantan; 3 — M. Karabaș, Ural, URSS; 4 — *Electrum*, Namibia.

*Ocurență.* Aurul apare atât în zăcămintele primare, cât și în zăcămintele secundare. Primele sînt în legătură cu procesele de consolidare ale magmelor, fiind asociate mai ales stadiului hidrotermal; zăcămintele secundare se for-



mează pe seama celor primare, în urma alterării rocilor care găzduiesc aur; materialul rezultat este transportat și sedimentat, concentrându-se în zăcămintele aluvionare de aur. Aurul primar apare în gangă de cuarț, asociat cu calcit, ankerit, apatit, turmalină, mispichel, uneori cu sulfuri, calcopirită, blendă, galenă, cobaltină, compuși de telur. În aluviuni apare sub formă de pulbere și foițe, câteodată alături de pietre prețioase sau platină.

În România apare în complexele de șisturi cristaline, fie în zăcămintele polimetalice metamorfizate, fie în filoane sau lentile de cuarț aurifer, asociat cu sulfuri (Băile Borșa, Crucea, Perișani, Valea lui Stan, Muncelu Mic, Bozovici, Cladova, Someșu Rece). Se găsește în mod excepțional în porfiri cuarțifere permieni sau triasice (Ardealu — jud. Tulcea), rareori în concentrații pirometasomatice polimetalice sau în filoane hipotermale legate de magmatismul banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — jud. Bihor, Băișoara) și foarte frecvent în filoane hidrotermale polimetalice sau exclusiv aurifere asociate magmatismului neogen (Cămarzana, Ilba, Cicirlău, Nistru, Săsar, Șuior, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Groși, Botiza, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărimb, Hondol, Măgura-Toplița, Săliște, Hărțăgani, Căraci, București, Stănița, Vălișoara, Techereu, Zlatna, Almașu Mare, Întregalde, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș, Gemenea) și în aluviuni vechi (Roșia Montană, Tisa, Olt, Sebeș, Valea Porcului, Bistrița Aurie, Moldova, Dimbovița, Argeș, Mureș, Strei, Jiu, Timiș, Nera, Caraș, Geoagiu, Valea Runcului, Ampoi, Arieșu Mare, Arieșu Mic, Crișu Alb, Crișu Negru, Someșu Mare, Someșu Mic, Someșu Cald, Someșu Rece).

Zăcămintele de aur se găsesc la Gardelte în Franța, apoi în M. Harz, în Suedia, în U.R.S.S. (în apropierea lacului Onega, în M. Urali, în Caucaz, în Siberia), în India, în China, în Australia (în zăcămintele filoniene din M. Alpaștri, în văile râurilor Darling, Lachlan, Murrumbidgee, în provincia Victoria la Ballarat, Castelmaine, Landurst, Dimoly), în S.U.A. (în California la Mather Lode, în Colorado, Alaska, Nevada, Dakota de Sud, Montana, Arizona, Utah), în Canada (la sud de Sf. Laurențiu, în pen. Noua Scoție, la nord de Lacul Superior), în Brazilia la Minas Geraes, în Chile și în Bolivia.

#### MALDONIT $Au_2Bi$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,96 \text{ \AA}$ ; conține  $Au_{16}Bi_8 \cdot Z = 8$ .

*Habitus:* mase granulare, uneori cristale octaedrice. *Clivaj:* (001) distinct. Maleabil și ductil.  $H = 1 \frac{1}{2} - 2$ .  $G = 15,70$ .  $F = 373^\circ C$ . *Luciu:* metalic. *Urmă:* alb-argintie. *Culoare:* alb-argintiu; în spărtură proaspătă are culoarea pierseice.

*Chimism.* Produs intermetalic  $Au_2Bi$ .

Tabelul 3

#### Analize chimice

	1	2	3
Au	65,36	64,50	65,12
Bi	34,64	35,50	34,88
Total	100,00	100,00	100,00
1 — $Au_2Bi$ ; 2 — Nuggety Reef; 3 — Nuggety Reef.			

**Ocurență.** Apare la Nuggety Reef, Maldon, Victoria (Australia), asociat cu aur nativ, în zona granitelor în filonase de greisene, iar în asociație cu aur și bismut aurifer la Rutherford County, Carolina de Nord.

În R. S. România se găsește la Băița — Bihor.

### ARGINT Ag

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,0860 \text{ \AA}$ ; conține 4 Ag.

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, dodecaedrice; în grupuri de cristale cubice sau octaedrice individualizate; alungite sub formă de rețele, ramificații arborescente, mase masive, aspecte morfologice asemănătoare aurului și cuprului. Forme principale: a (001), d (011), o (111), h (014), e (012), m (113). **Macle:** (111) comune simple sau repetate, alungite [111]. **Clivaj:** absent. Ductil și maleabil. **Spărtură:** colțuroasă.  $H = 2 \frac{1}{2} - 3$ .  $G = 9,6 - 12$ .  $F = 960,6^\circ$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** alb-argintiu. **Urmă:** alb-argintie, cenușie, neagră.

**Proprietăți optice.** Opac; în lumină reflectată colorat alb-argintiu, izotrop.  $R$  în aer pentru verde 95,5%, oranj 94%, roșu 93%;  $n_{Na} = 0,181$ .

**Chimism.** Ag este substituit cu Au sau Hg, uneori As, Sb, Bi, Pt, Cu sub formă de soluție solidă.

Tabelul 4

#### Analize chimice (%)

	1	2	3	4
Ag	98,450	91,94	86,50	69,21
Au	0,004	—	—	—
Cu	0,011	—	—	—
Fe	0,024	—	—	—
Sb	0,581	—	—	—
Hg	1,130	5,06	13,50	30,76
Total	100,200	100,00	100,00	99,97
1 — Kongsberg (Norvegia); 2 — Kongsberg; 3 — Arqueros (arquerit); 4 — Chile (bordosit).				

**Ocurență.** Argintul nativ este răspândit în zonele de oxidație ale depozitelor mineralizațiilor de sulfuri argentifere. Apariția argintului este determinată de levigarea lui din mineralele hidrotermale purtătoare de argint. Există și argint endogen depus direct din soluțiile hidrotermale. Se asociază cu sulfuri, gangă cu zeoliți, calcit, baritină, fluorină, cuarț (la Kongsberg — Norvegia), cu arsenuri de Ni și Co, precum și alte minerale de argint (zăcămintul de la Cobalt, provincia Ontario — Canada), cu uraninit și minerale de Ni și Co. Se întâlnește în R. D. Germană, în Saxonia la Freiberg, Schneeberg, Johangeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Přebram, în Franța la St. Marie, în minele din Alsacia; în U.R.S.S. la Zmeinogorsk, M. Altai, la Tomsk, în Sardinia la Monte Narba aproape de Sarrabus.

În România apare în mod excepțional în zăcăminte hidrotermale metamorfozate din complexele de șisturi cristaline (Muncelu Mic) sau legate de filoane eruptive mezozoice (Zărnești) și rareori în zăcăminte de contact din provincia banatică (Oravița, Ciclova Română, Băița — jud. Bihor). Cele mai multe ocurențe, deși destul de rare, aparțin provinciei magmatismului neogen (Dealul Crucii — jud. Botoșani, Săsar, Baia Sprie, Căvnic, Rodna, Săcărîmb, Măgura-Toplița, Crăciunești, Hărtăgani, Zlatna, Baia de Arieș, Roșia Montană).

### CUPRU Cu

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,615 \text{ \AA}$ ; conține 4 Cu.

*Habitus:* cubic, dodecaedric, tetrahexaedru (012), (035), rar în cristale octaedrice. Direcția de alungire [001], creșteri caracteristice neregulate, benzi de cupru, forme vermiculare, filiforme sau arborescente; mase masive. Forme caracteristice: a (001), d (011), o (111), h (014), f (013), k (025), e (012), l (035), m (113), n (112), y ( $\bar{5}.10.18$ ). *Macle:* plan de maclă (111), comune, simplu contact sau macle de penetrație, macle complexe. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* colțuroasă. Maleabil și ductil.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 8,93$ .  $F = 1083^\circ\text{C}$ . Foarte bun conducător de căldură și electricitate. *Culoare:* în spărtură proaspătă, roz, roșu de cupru, în timp tonuri de negru. *Urmă:* metalică aproape incoloră. *Luciu:* metalic.

*Proprietăți optice.* Opac; în lumină reflectată colorat în roz-alb, izotrop și cu  $R$  ridicat.  $R$  pentru verde 61%, oranj 83%, roșu 89%;  $n_{Na} = 0,64$ .

*Chimism.* Este cupru nativ cu structură cubică centrată pe fețe și conține în procentaj mic Ag, As, Fe, Bi, Sb, Hg, Ge. Varietatea mai cunoscută este arsenionul cu conținut de  $11\frac{1}{2}\%$  As.

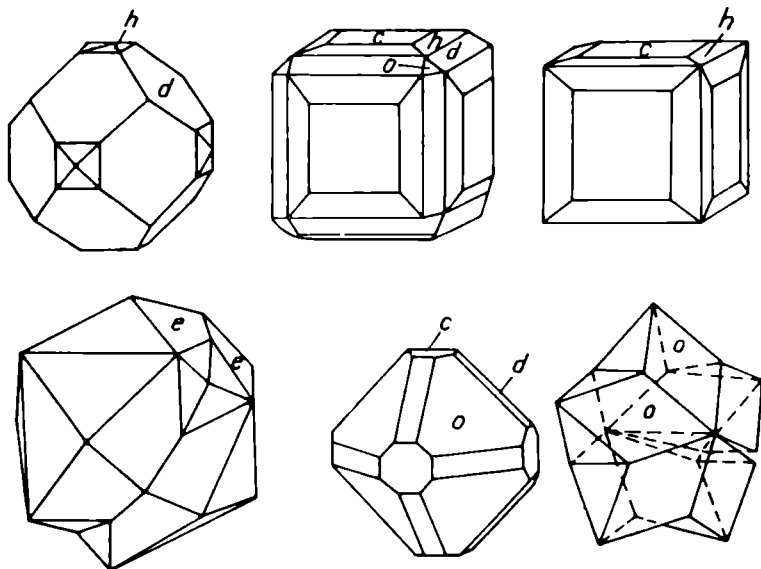


Fig. 2. Cristale de cupru: h(014), d(011), c(001), e(012), o(111).

**Ocurență.** Apare ca minereu în roci eruptive bazice efuzive, format din reacțiile dintre soluțiile cu cupru ionic și hematit sau alte minerale de fier (Lacul Superior — S.U.A.). În aceste tipuri de zăcămintе se asociază cu Ag nativ, calcozină, bornit, epidot, calcit, prehnit, datolit, clorit și zeoliți, dînd deseori indicații asupra temperaturii de formare. Se găsește sub formă de cristale frumoase: în U.R.S.S. la Turinsk și la Nijni Taghil; în Italia la Montecatini și Volterra în regiunea Toscana; în Anglia în comitatul Cornwall și în Scoția la Stirling; în Australia la Broken Hill în statul New South Wales; în Chile la Andacollo în provincia Coquimbo; în Bolivia la Corococo în departamentul La Paz, în Mexic la Cananea, statul Sonora; în S.U.A. în formațiuni triasice în statele Massachussetts, Connecticut, New Jersey, Virginia și Pennsylvania.

În zonele de oxidație trece în cuprit cu incluziuni de cupru nativ, asociindu-se cu malachit, azurit, atacamit. Frecvente pseudomorfoze după cuprit, alteori după aragonit la Corococo (Bolivia) și azurit în Grant County (statul New Mexico.). Varietate fibroasă cu calcit, calcozină etc., în Chile la Chuquicamata.

În România apare ca mineral supergen în zăcămintе cuprifere legate de fundamentul cristalin (Cîrlibaba, Fundu Moldovei, Bălan, Teregoва), de magmatismul mezozoic (Căzănești, Pietroasa, Altin Tepe), de magmatismul banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Băița—Bihor) sau neogen (Ilba, Cavnic, M. Țibleș, Deva, Vețel — jud. Hunedoara, Săcărîmb, Ruda-Barza, Întregalde, Roșia Montană, Mușca — jud. Alba); de asemenea în aluviuni (Pianu de Jos — jud. Alba).

#### PLUMB Pb

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,95 \text{ \AA}$ ; conține 4 Pb.

*Habitus:* cristale octaedrice, dodecaedrice, cubice, în aceste forme destul de rar. Mai frecvent în agregate cu cristale plate, uneori dendrite vermiculare. Forme principale: a (001), d (011), o (111), h (014), m (113), n (112),  $\epsilon$  (155). *Macle:* (111). *Clivaj:* absent. Maleabil, slab ductil.  $H = 1\frac{1}{2}$ .  $G = 11,4$ . *Culoare:* cenușiu de plumb, alb-cenușiu, iar în suprafețe proaspete alb-metalic. *Urmă:* alb-cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac; în lumină reflectată alb-cenușiu, izotrop.  $R$  ridicat.

**Ocurență.** Este foarte rar întîlnit în depozite hidrotermale la Vermland, la Långban (Suedia), în calcare dolomitice, asociat hematitului, magnetitului, hausmannitului, rodonitului; în U.R.S.S. în M. Ural la Sverdlovsk și în M. Altai; în Mexic la Jalapa în statul Veracruz; în S.U.A. la Franklin (New Jersey) și la Joy Gould Wood River.

În România apare pe formațiuni stalactitice în zăcămintе pirometasomatice de sulfuri, legate de magmatismul banatitic, la Sasca Montană, precum și în aluviuni (Pianu de Sus).

#### MERCUR Hg

Lichid; punct de solidificare —  $39^\circ\text{C}$ , cînd formează cristale romboedrice.  $G = 13,596$ . *Culoare:* alb de staniu. *Luciu:* metalic.

*Chimism:* Hg la care se pot adăuga urme de Au și Ag.

**Ocurență.** În stare nativă se găsește relativ rar, fiind de regulă asociat cinabrelui, în regiuni vulcanice. Este întâlnit la: Idria, Garizia (Italia); în M. Avala aproape de Belgrad în R. S. F. Iugoslavia; în Spania la Almaden Ciudad Real; în S.U.A. la Terlingua în Texas, la New Almaden și Santa Clara în California.

În România apare foarte rar, legat de mineralizații cinabrifere teletermale, de vîrstă neogenă, în M. Harghita la Lemnia și Estelnic — jud. Covasna, la Izvoru Ampoiului și Viltori — jud. Alba.

### MOSCHELLANDSBERGIT $Ag_2Hg_3$

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,1 \text{ \AA}$ ; conține  $Ag_{20}Hg_{30}$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** dodecaedru, mase masive granulare. Forme principale: a (001), d (011), o (111), f (013), e (012), n (112), p (122), s (123). **Clivaj:** (011), (001) distinct, slab. **Spărtură:** concoidală.  $H = 3\frac{1}{2}$ ,  $G = 13,48 - 13,71$ .

**Chimism.** Amalgam de argint și mercur:  $Ag_2Hg_3$  cu  $Ag=26,4\%$  și  $Hg=73,6\%$  sau  $Ag=27,5\%$ ,  $Hg=72,5\%$  (Chalanches, Franța).

**Ocurență.** Apare în cristale fine (Bavaria); la Sala (Suedia); la Chalanches (Franța).

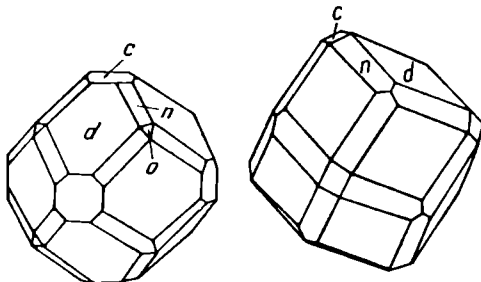


Fig. 3. Cristale de moschellandsbergit: c(001); n(112); o(111); d(011).

## B. Grupa platinei

Platina, paladium și iridiul cristalizează cubic avînd o structură similară cuprului.

Osmiul, aliajul iridiului cu osmiu și alopaladinitul cristalizează hexagonal.

Analizele asupra platinei native indică prezența grupului metalelor platinice (Pd, Ir, Os, Rh), a metalelor din grupa aurului (Au, Cu) și a celor din grupa fierului (Fe, Ni). Fierul este un constituent permanent, conținuturile fiind variabile.

### PLATINĂ Pt

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,916 \text{ \AA}$ ; conține 4 Pt.

**Habitus:** cristale cubice, frecvente granule slab rotunjite. Forme principale: a(001), d(011), o(111), f(013), e(012), l(035), g(023). **Macle:** (111). **Clivaj:** absent. **Spărtură:** coluroasă. Maleabil și ductil.  $H=4-4\frac{1}{2}$ ; variază în funcție de conținutul în fier.  $G=14-19$ . Nemagnetic; varietățile bogate în fier slab magnetice. **Culoare:** alb, cenușiu-strălucitor, cenușiu-închis. **Luciu:** metallic.

**Proprietăți optice.** Opac; în lumină reflectată colorat în alb, izotrop.  $R$  în aer pentru verde 70%, oranj 73%, roșu 70%;  $n=2,06$ .

*Chimism.* Platină sau aliaj cu iridiu, iridosmiu, rodiu, paladiu, fier în cantități apreciabile, uneori cupru, aur, nichel.

Tabelul 5

Analize chimice

	1	2	3
Pt	90,16	87,47	80,30
Ir	0,33	1,24	5,26
Os	—	0,48	—
Ir-Os	0,18	—	8,76
Rh	1,32	0,25	0,50
Pd	1,18	0,85	0,30
Au	—	0,02	—
Cu	0,38	0,71	2,05
Fe	6,26	7,41	2,63
Ni	—	0,10	—
Rez.	—	1,04	—
Total	99,81	99,57	99,80
1 — Riul Gousevi, Kamen, Ural (U.R.S.S.); 2 — Denejkin Kamen, M. Ural (U.R.S.S.); 3 — Riul Omoutnaia, M. Ural (U.R.S.S.).			

Varietatea polixen, nemagnetică, este cenușiu-strălucitoare sau alb-argintie, cu Pt=80—90% și Fe=3—11%. Platină rodiferă cu un conținut de 4% Rh.

*Ocurență.* De origină lichid-magmatică, platina apare în procesul de diferențiere la formarea rocilor ultrabazice și bazice, gabbrouri cu olivină, piroxenite, peridotite și dunite; deseori determină concentrații importante. Mineralele care se asociază sînt de regulă olivina, piroxenii, cromitul și magnetitul. Platina se asociază deseori în filonașe de cuarț cu hematit, clorit, uneori piroluzit, iar în formațiunile de contact deseori cu grosular. Rezistentă la atacul agenților fizici, este întilnită cu frecvență ridicată în aluviuni. În roci ultrabazice și bazice apare în U.R.S.S. și în Africa de Sud (Transvaal). În formațiuni metamorfice de contact se găsește în roci cu wollastonit și grossular în insula Sumatera. În aluviuni se întilnește în Columbia (riul Pinto); în U.R.S.S., în M. Ural, la Nijni Taghil, Denejkin Kamen, de la nord de Bogoslovsk pînă la sud de Sverdlovsk; în Finlanda (riul Ivalo); în Insula Kalimantan; în Australia, în statul New South Wales la Broken Hill; în Noua Zeelandă la Takaka; în Brazilia; în Peru; în Africa de Sud, în masivul Bushveld, în mina Rustenburg, în Transvaal la Onverwacht și Mooihoek; în S.U.A. în Alaska; în Canada în Columbia Britanică. În R. S. România apare extrem de rar, în aluviuni aurifere, cu granule de plumb și zinc la Pianu de Sus.

**PALADIUM Pd**

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,88 \text{ \AA}$ ; conține 4 Pd.

*Habitus*: uneori octaedric, de regulă granule, dezvoltări fibroase cu aspect radiar. *Clivaj*: absent. Ductil, maleabil.  $H=4\frac{1}{2}-5$ .  $G=11,5$ .  $F=1\ 556^{\circ}\text{C}$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb, cenușiu-strălucitor.

*Proprietăți optice*. Opac, în lumină reflectată colorat în alb cu reflexe alb-cenușii, bireflexie slabă, izotrop.  $R$  pentru verde 69%, oranj 70%, roșu, 7,5%.

*Ocurență*. Rar întâlnit în natură; în Columbia în Intendincia Chocô; în Brazilia la Itabina, Minas Geraes; în U.R.S.S. în M. Ural; în Africa de Sud în Transvaal.

#### PLATINIRIDIUM (Ir, Pt)

*Sistemul de cristalizare*: cubic  $4/m\ \bar{3}\ 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=3,83\ \text{Å}$ ; conține 4 Ir.

*Habitus*: cubic, agregate granulare. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $f(013)$ ,  $\theta(034)$ . *Macle*:  $(111)$ , uneori polisintetice. *Clivaj*:  $(001)$  foarte slab. *Spărtură*: colțuroasă. Slab maleabil.  $H=6-7$ .  $G=22,65-22,84$ .  $F=2\ 360^{\circ}\text{C}$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-cenușiu, alb-gălbui; în spărtură cenușiu.

*Chimism*. Conține, alături de Pt și Ir, procente variabile de Pd, Rh, Fe, Cu. Proba de la Nijhni Taghil, M. Ural, cuprinde Pt=19,64%, Ir=76,85%, Pd=0,89%, Cu=1,78%, total=99,16, iar proba din Brazilia, Pt =55,44%, Ir=27,79%, Os=urme, Pd=0,49%, Rh=6,86%, Fe=4,14%, Cu=3,30%, total=98,02.

*Ocurență*. Destul de rar, apare asociat, de regulă, cu platina îndeosebi în M. Ural, în Brazilia, în California, iar asociat cu aur la Ava, aproape de Mandalay, în Birmania.

### C. Grupa newjanskitului

#### NEWJANSKIT (Ir, Os)

#### SISERSKIT (Os, Ir)

*Sistemul de cristalizare*: hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,5961$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=2,714$ ;  $c_0=4,30\ \text{Å}$ ; conține 2 Os.

*Habitus*: tabular  $(0001)$ , rar cristale prismatice  $\{0001\}$ , granule neregulate, uneori puternic aplatizate. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $p(10\bar{1}1)$ ,  $r(11\bar{2}2)$ . *Clivaj*:  $(0001)$  perfect. Foarte slab maleabil.  $H=6-7$ .  $G=19-21$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb de staniu — varietatea iridosmiu și alb-strălucitor — siserskitul. *Urmă*: cenușiu-închis.

*Proprietăți optice*. Opac, în lumină reflectată colorat alb-strălucitor, uneori gălbui; slab anizotrop cu bireflexie clară.  $R$  pentru verde 67,5%, oranj 66%, roșu 67%.

*Chimism*. Componentii esențiali sînt Ir și Os; Ir ~ 77% și 80% Os. Ru, Rh, Pt apar permanent. La acestea se adaugă frecvent un conținut scăzut în Fe și Cu, care substituie Ir și Os. În general Ir > Os fiind denumit newjanskit (iridosmium). Când Os > Ir poartă denumirea de siserskit. Ru poate atinge în unele varietăți de siserskit



Fig. 4. Cristal de iridosmiu:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ;  $p(10\bar{1}1)$ .

conținuturi de 14,1%, iar în newjanskit, Rh atinge proporția de 11,25%; varietatea platină-newjanskit arată proporții de 10% Pt, în pozițiile caracteristice Ir și Os. Pentru siserskit, conținutul în Pt este de 13,6%, iar de Rh în jur de 4,5%.

*Ocurență.* Se găsesc în asociație cu platina, îndeosebi în M. Ural la Sisserskit (siserskitul) și aproape de Nijni Taghil la Newjansk (newjanskitul), apoi în Iacufia, Siberia și Transbaicalia. Asociate aurului, apar în conglomerate la Witwatersrand (Africa de Sud); în I. Tasmania și I. Kalimantan; în Brazilia la Chocö Colombia; în S.U.A., în nordul Californiei și în statul Oregon; în Canada la Dease Lake, Quesnel, Granit Creek, Similkameen și la Ruby Greek, Allin, Rivière du Loup, Beauce County în provincia Quebec.

#### D. Grupa fierului și a mineralelor din meteoriți

Fierul apare sub două modifi cații:  $\alpha$  — fierul, stabil la temperatură normală, cu structură caracteristică de rețea cubică centrată intern;  $\gamma$  — fierul, cu rețea cristalină, cubică centrată pe fețe. Nichelul are o structură cristalină, cub cu fețe centrate de tipul structurii cuprului. Între  $\alpha$ -fier și nichel se realizează soluții solide pînă la 30% Ni, în condiții de temperatură normală, iar nichelul include pînă la 70% fier în aceleași condiții. Fierul natural, care prezintă un conținut în Ni pînă la 2—3%, este denumit *ferrit*, iar varietatea întilnită în meteoriți este denumită *kamacit*. Nichel-fierul nativ arată Ni în proporție de la 30 la 75% Ni în produsele terestre; varietatea din meteorite este numită *taenit*.

Tabelul 6

Caracteristicile celulei elementare

Kamacit	Taenit
Ni — 5,43 % Cubic $a_0 = 2,859 \text{ \AA}$ $d_{(110)} = 2,022$ $P_{(111)} = 2,476$	Ni — 30,85 % Cubic $a_0 = 3,590 \text{ \AA}$ $d_{(111)} = 2,073$ $P_{(110)} = 2,538$

#### FIER Fe

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

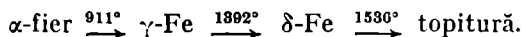
*Dimensiunea celulei elementare:*  $\alpha$ -fier  $a_0 = 2,866 \text{ \AA}$ ,  $Z = 2$ ; kamacitul  $a_0 = 2,859 \text{ \AA}$ , conține 2 (Fe, Ni). Awarnitul compus intermetalic  $a_0 = 3,59 \text{ \AA}$ . Fe : Ni = 1 : 3.

*Habitus:* rar în cristale, fier teluric, mase largi, în meteoriți cristale plate, lamelare. Produsele artificiale, cristale octaedrice, rar cubice, frecvent dendrite. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ . *Macle:* (111), plan de asociere (112), masele lamelare. *Clivaj:* (001) slab, foarte slab după (112). *Spărtură:* așchi-oasă. *Maleabil.*  $H = 4 - 5$ .  $G = 7,3 - 7,8$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, negru de fier. Magnetic.



**Proprietăți optice.** Opac; în lumină reflectată are culoare albă; este izotrop. *R* pentru verde 64%, oranj 59%, roșu 58%, iar în imersie pentru verde 50% oranj 51%, roșu 47,5%.

**Chimism.** Fier, la care se determină permanent Ni de regulă în jur de 7%. Se întâlnește și Co, Cu, S, C, P. Prin încălzire au loc transformări:



Tabelul 7

**Analize chimice**

	1	2	3	4
Fe	99,160	97,79	93,75	93,09
Ni	—	0,11	5,43	6,69
Co	—	0,23	0,58	0,25
Cu	—	0,10	—	—
Mn	—	0,57	—	—
C	0,065	—	—	0,02
P	0,207	1,07	0,19	—
S	—	0,13	0,08	—
SiO <sub>2</sub>	0,370	—	—	—
<b>Total</b>	<b>99,802</b>	<b>100,00</b>	<b>100,03</b>	<b>100,05</b>

1 — Cameron — teluric; 2 — Insula St. Josephs — teluric; 3 — Ceros de Buey Huerto, Chile — meteorit (kamacit); 4 — Welland, Ontario — meteorit (kamacit).

Varietatea de fier terestru, ferrit, unde fierul este relativ pur, conține maximum 2% Ni.

**Ocurență.** Fierul terestru este o raritate; se întâlnește în roci eruptive, în special în bazalte (Groenlanda), în sedimente carbonacee (Missouri), în amestec cu limonitul sau în material organic. Fierul prezent în roci eruptive arată o origine primară magmatică, iar cel din formațiuni sedimentare este un produs secundar, rezultat probabil din procesele de reducere asupra substanțelor organice. Cele mai importante puncte de apariție sînt în insula Desko (Groenlanda), în bazalte la Blae fjeld, la Fortune Bay Mellemfjord Asuk, apoi la Niokomak Disko Bay. În Turingia apare la Weimar și la Mühlhausen, asociat piritei din nodurile calcaroase, în Franța la Auvergne, în trahite; în U.R.S.S. la Grușersk, lângă Don; în Canada, în asociație cu feldspați, la Cameron Township, Nipissing; în S.U.A. la New Brunswick, statul New Jersey.

**NICHEL-FIER (Ni,Fe)**

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,590 \text{ \AA}$ ; conține 4 (Fe, Ni).

**Habitus:** varietate terestră, granule neregulate, în meteoriti asociat cu kamacit, în concreșteri regulate sau borduri fine. **Clivaj:** absent. Maleabil și flexibil. **Luciu:** metalic. **Culoare:** ca argintul, alb-cenușiu.  $H = 5$ .  $G = 7,8 - 8,22$ . Magnetism ridicat.

*Chimism.* (Ni, Fe) cu Ni 77% pînă la 24%, alături de Co, Cu, P, S, C. Plessitul este termenul între kamacit și taenit.

**Analize chimice**

*Tabelul 8*

	1	2	3	4	5
Fe	21,45	21,87	22,30	61,89	68,13
Ni	76,60	76,16	76,48	36,95	30,85
Co	1,19	1,37	—	0,36	0,69
Cu	0,66	0,49	1,22	—	0,33
P	0,04	0,08	—	—	—
S	0,06	0,03	—	—	—
Rez.	—	—	—	0,80	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

1 — South Fork; 2 — Hoole Canon, Pelly, riul Yukon; 3 — Fraser River; 4 — Taenit tabular; Bîschtübe — meteorit; 5 — Taenit; Canon Diablo — meteorit.

*Ocurență.* Varietatea de nichel-fier terestru a fost semnalată pe riul Gorge, Awarne Bay, Noua Zeelandă. În asociație cu platină, sub formă de incluziuni, apare în U.R.S.S. la Bobrovka, Nijni Taghil, M. Ural; în Italia pe riul Elvo în Piemonte; în S.U.A. la Josephine, pe riul Smith Del Norte, California; în Canada pe riul Traser; în Brazilia la Santa Catharina, din meteoriți.

**COHENIT** (Fe, Ni)<sub>3</sub>C

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,891 : 1 : 1,329.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,53; b<sub>0</sub> = 5,08; c<sub>0</sub> = 6,75 Å; conține Fe<sub>12</sub>C<sub>4</sub> · Z = 4.

*Habitus:* cristale plate, rar remarcîndu-se fețe. *Clivaj:* (100), (010), (001). *H* = 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> – 6. *G* = 7,20 – 7,60. Puternic magnetic. *Culoare:* alb de staniu, cu reflexe indigo, bronz, galben de aur,

*Chimism.* Curbură de fier și nichel (Fe, Ni)<sub>3</sub>C; frecvent este prezent și Co.

**Analize chimice**

*Tabelul 9*

	1	2	3	4	5
Fe	93,30	89,81	82,70	91,69	92,73
Ni	—	3,08	9,90	2,21	0,95
Co	—	0,69	2,21	—	0,39
C	6,70	6,42	5,10	6,10	5,93
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

1 — Fe<sub>3</sub>C; 2 — Măgura — meteorit; 3 — Wichita (Texas) — meteorit; 4 — Canon Diablo (Arizona) — meteorit; 5 — Ovifak (Groenlanda) — fier teluric.

**Ocurență.** În cristale tabulare sau alungite, asociat schreibersitului, cohenitul se găsește în meteoriții de fier și uneori în fierul teluric; în meteoriții de la Măgura — R.S. România, Bendego — Brazilia, Wichita County — Texas, Canon Diablo — Arizona, Ovifak și Niakornak — Groenlanda.

### MOISSANIT (SiC)

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal, 6 m m.

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 4,9060$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,076$ ;  $c_0 = 15,07$  Å; conține  $Si_6C_6$ .  $Z = 6$ .

**Habitus:** tabular (0001). **Clivaj:** absent. **Spărtură:** concoidală.  $H = 9\frac{1}{2}$ .  $G = 3.2$ . **Luciu:** metalic **Culoare:** verde, uneori negru.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă, indicii de refracție variază (tab. 10); ușor pleocroic:  $\omega =$  albastru-deschis,  $\epsilon =$  albastru-indigo. Uniax pozitiv.

Tabelul 10

$\lambda$	755	Li	589	Tl	416
$\omega$	2,616	2,633	2,654	2,675	2,757
$\epsilon$	2,654	2,673	2,697	2,721	2,812

**Ocurență.** În meteoritul de fier de la Canon Diablo — Arizona. Produsul artificial de (Si C) este denumit *carborundum*.

### OSBORNIT (TiN)

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,25$  Å.

$G = 5,37$ . **Culoare:** galben-auriu.

**Ocurență.** Se întâlnește inclus în oldhamit și piroxen în meteoritul de la Bustee (India).

### SCHREIBERSIT (Fe,Ni)<sub>3</sub>P

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal,  $\bar{4}$ .

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 0,4909$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,013$ ;  $c_0 = 4,424$  Å; conține  $(Fe, Ni)_{24}P_8$ .

**Habitus:** rare cristale, uneori fragmente cu fețe terminale, cristale tabulare sau noduli. Forme principale:  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $d(011)$ . **Clivaj:** (001) perfect sau (010), (110) prismatic, imperfect.  $H = 6\frac{1}{2} - 7$ .  $G = 7,0 - 7,3$ , variază în funcție de conținutul în Ni. **Luciu:** metalic. **Culoare:** alb de argint, alb de staniu, galben-închis sau brun. Puternic magnetic.

**Chimism.** O fosfură de fier și nichel cu frecvente prezențe ale Co și Cu.

	1	2	3	4
Fe	68,37	66,92	58,54	51,10
Ni	10,07	18,16	26,08	34,13
Co	0,52	0,62	0,05	0,30
Cu	—	—	urme	—
P	15,12	14,88	15,37	14,00
Rez.	5,31	—	—	—
<b>Total</b>	<b>99,39</b>	<b>100,58</b>	<b>100,04</b>	<b>99,53</b>

1 — Zacatecas — meteorit (incluziuni de Cr 0,32, S 0,39, cromit 4,60); 2 — Beaconsfield meteorit; 3 — Canon Diablo — meteorit; 4 — Perryville — meteorit.

Varietatea roz rhabdit prezintă în general cristale plate sau mase aciculare. *Ocurență*. Apare în meteorii de fier, asociat kamacitului, troilitului și grafitului. Este întâlnit la Commentry și Cranzac, în Franța.

**STANIU Sn**

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,5455$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,82$ ;  $c_0 = 3,18 \text{ \AA}$ ; conține  $4\text{Sn} \cdot Z = 4$ .

*Clivaj:* nu se distinge. *Spărtură:* colțuroasă. Maleabil și ductil.  $H = 2$ .  $G = 6,98$ .  $F = 231,8^\circ$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu.

*Ocurență.* Se întâlnește în aluviuni aurifere, în conglomerate sau în ganga unor minereuri de uraniu la Beaverlodge (provincia Saskatchewan, Canada) și în insulele Vulcano și Stromboli.

**ZINC Zn**

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,8560$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 2,6591$ ;  $c_0 = 4,9353 \text{ \AA}$ ; conține  $2\text{Zn}$ .

*Clivaj:* (0001) perfect.  $H = 2$ .  $G = 6,9 - 7,2$ .  $F = 420^\circ$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-cenușiu. *Urmă:* alb-cenușie.

*Ocurență.* Se întâlnește în Australia (New South Wales), Noua Zeelandă, S.U.A. (statele Alabama, Colorado, California). Semnalat și ca depunere exhalativă.

**II. SEMIMETALE ȘI NEMETALE**

**A. Grupa arseniului**

Elemente cristalizate în sistemul trigonal  $\bar{3}\ 2/m$ ; structura de tipul arseniului, cu 8 atomi; rețeaua elementară, romboedru, se aseamănă cu o structură cubică de tip NaCl, deformată. Prezintă aceleași forme morfologice, aceleași clivaj. Cu chimism diferit, dar apropiat ca proprietăți allemontitului.

**Proprietăți caracteristice**

	As	Allemnontit	Sb	Bi
$n_0$	4,142	4,336	4,501	4,736
$\alpha$	54°07'	55°36'	57°05'	57°16'
H	3½	3-1	3-3½	2-2½
G	5,704	6,277	6,680	9,753

Cu cât crește caracterul metalic asistăm la o descreștere a durității și o creștere a greutateii specifice.

**ARSEN As**

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,4013$ ;  $\alpha = 85^\circ 38'$ ;  $\lambda = 111^\circ 41'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,6 \text{ \AA}$ ; conține 2 As. Axele hexagonale:  $a_0 = 3,768$ ;  $c_0 = 10,574 \text{ \AA}$ ; conține 6 As.

*Habitus:* pseudocubic (0112), forme comune, deseori aciculare, în general granule masive cu structuri concentrice, mase reticulare, reniforme, stalactitice, mai rar cristale columnare. Forme principale: c (0001), e (1014), h (3034), z (0118), p (0112), f (0221). *Macle:* plan de maclă (1014), rare. *Cli-vaj:* (0001) perfect, (1014) bun. *Spărtură:* neregulată.  $H = 3 \frac{1}{2}$ .  $G = 5,4 - 5,9$ . *Luciu:* aproape metalic în spărtură proaspătă. *Culoare:* alb de staniu, cenușiu-închis. *Urmă:* albă, cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată, culoarea este albă; bireflexie moderată, deseori se remarcă anizotropie. R pentru verde 61,5%, oranj 50%, roșu 50%.

*Chimism.* Conține puțin antimoniu, fier, argint, sulf, rar bismut și vanadiu.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale, asociat cu minerale de nichel, cobalt sau argint; uneori se asociază baritinei, cinabrului, realgarului, auripigmentului, stibinei, galenei, blendei, piritei; apare și în calcare dolomitice.

În R. S. România este întâlnit excepțional în zăcămintele pirometasomatice în provincia banatică (Oravița, Ciclova Română) și ceva mai frecvent în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Baia Mare, Cavnic, Săcăriș, Hondol, Zlatna, Întregalde). Deseori, ca produs secundar.

Ca depuneri metacoloïdale apare în R. D. Germană la Freiberg, Annaberg, Marienberg și Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Norvegia la Kongsberg, în Chile la Chanarcillo, apoi în Mexic, în Noua Zeelandă, în S.U.A. la Haverhill și Jackson (Colorado), în U.R.S.S. la Sadonsk, Cicioia, Djalinda.

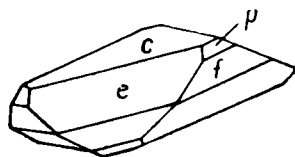


Fig. 5. Cristal de arsen: e(1014); c(0001); p(0112); f(0221).

## ARSENOLAMPRIT As

Formă alotropă a arsenului, forme masive sau fibroase sau mase foioase. Cristalizează în sistem rombic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,63$ ;  $b_0=4,45$ ;  $c_0=10,96$  Å.

*Clivaj:* perfect după o singură direcție (001).  $H=2$ .  $G=5,3-5,58$ . *Luciu:* metalic-strălucitor. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* neagră.

*Ocurență.* Întilnit prima dată la Marienberg (R. D. Germană), unde conține 3% Bi, apoi la St. Marie (Alsacia) și la Capiopo (Chile).

## ALLEMONTIT (As, Sb)

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,336$  Å;  $\alpha=55^\circ 36'$ ; conține (As,Sb).  $Z=1$ .

*Habitus:* cristale fibroase, mase reniforme, cristale lamelare cu muchii curbate, granule fine. *Clivaj* perfect după o direcție.  $H=3-4$ .  $G=5,8-6,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cenușiu-roșcat, brun-negru. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată sînt vizibile concreșterile între cei doi constituenți; se aseamănă cu arsenul pur; concreștere internă între As și Sb; în funcție de raportul dintre cei doi termeni variază capacitatea electrică.

*Chimism.* Compus intermetalic.

Tablul 13

### Analize chimice

	1	2	3
Sb	61,90	61,50	37,85
As	38,10	35,00	62,15
Bi	—	0,02	—
Fe	—	0,85	—
S	—	0,20	—
Rez.	—	2,20	—
Total	100,00	99,77	100,00

1 — As,Sb; 2 — Varuträsk (Suedia), omogenizat; 3 — Allemontit, granule în As.

*Ocurență.* Apare asociat arsenului, antimoniului, kermesitului, stibinei, blendei, siderozei, cuarțului, calcitului. În Franța se întilnește la Chalanches, aproape de Allemont, în departamentul Isère, în R. S. Cehoslovacă la Přebram, în R. F. Germania în M. Harz (la Andreasberg), în R. D. Germană la Marienberg, în Italia la Valtellena, în S.U.A. la Ophir, Comstock Lode (Nevada), în Suedia la Varuträsk. Se transformă prin alterare în *valentinit* sau *arsenostibit*.

## ANTIMONIU Sb

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,3236$ ;  $\alpha = 86^\circ 54'$ .

$\lambda = 110^\circ 37'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0: 6,20 \text{ \AA}$ ; conține 2 Sb. *Axele hexagonale:*  $a_0 = 4,301$ ;  $c_0 = 11,26 \text{ \AA}$ ; conține 6 Sb.

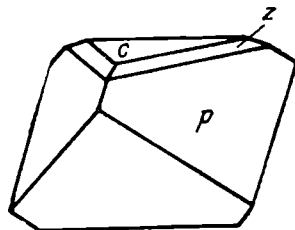


Fig. 6. Cristal de antimoniu: c(0001); p(0112); z(0118).

*Habitus:* pseudocubic (0112), tabular (0001), în general masiv, lamelar, uneori cu dispoziție radiară, mase reniforme sau granulare. Forme principale: c(0001), a(1120), e(1014), r(1011), z(0118),

P(0112), x(3.2.5.16). *Macle:* (1014) comune, grupe complexe polisintetice. *Clivaj:* (0001) perfect, (1011) slab, (1014) imperfect, (1120) imperfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ .  $G = 6,61 - 6,72$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată colorat în alb-strălucitor; reflexivitate ridicată, bireflexie slabă, anizotropie clară. R pentru verde 67,5%, oranj 58%, roșu 55%.

*Ocurență.* Se găsește asociat argintului, arsenului, stibinei și allemontitului; de asemenea, apare alături de blendă, pirită, galenă, cuarț. Întilnit în R. S. Cehoslovacă la Přeboram, în R. F. Germania în M. Harz (la Andreasberg), în Franța la Allemont în Isère, în Sardinia aproape de Sarrabus, în Suedia aproape de Sala, în Australia în statele Queensland și New South Wales, în Chile la Huasco în Atacama, în S.U.A. la South Riverside, Riverside County (California), în Canada la South Ham, Wolfe County (Quebec). Trece prin alterare în *valentinit*.

## BISMUT Bi

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,3036$ ;  $\alpha = 87^\circ 34'$ ,  $\lambda = 110^\circ 33'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,56 \text{ \AA}$ ; conține 2 Bi; axele hexagonale:  $a_0 = 4,55$ ;  $c_0 = 11,85 \text{ \AA}$ ; conține 6 Bi.

*Habitus:* rar sub formă de cristale individuale; sînt grupate paralel, mozaicat sau în trepte; dezvoltări arborescente, granule, mase foioase. Forme principale: r(1011), c(0001), m(1010). *Macle:* (1014), frecvent polisintetic, produse prin presiuni mecanice. *Clivaj:* perfect după (0001).  $H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 9,70 - 9,83$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de argint, alb-roșietic. *Urmă:* alb de argint.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată colorat în alb-crem, ușor gălbui; bireflexie slabă, anizotropie clară, care în imersie devine puternică. R în aer pentru verde 67,5%, oranj 62%, roșu 65%; în imersie pentru verde 52%, oranj 51%, roșu 48%.

*Ocurență.* În formații pegmatitice-pneumatolitice este asociat cu calcopirită, arsenopirită, pirotină, pirită, bismutină, molibdenit, blendă, galenă, wolframit, casiterit, cubanit, cobaltină. În formațiuni hidrotermale apare împreună cu smaltină, safflorit, löllingit, bismutină, sulfosăruri de bismut, cupru, argint, nichelină, breithauptit, minerale de argint și uraniu. În R. S. România se găsește în mineralizații colbaltifere impregnate în șisturi cristaline (Bădeni), în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova), în skarne

și filoane legate de provincia banatică (Oravița, Ciclova Română, Dagnecea, Ocna de Fier, Băița — jud. Bihor), în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Stănița, Zlatna).

În R. D. Germană este citat la Schneeberg, Annaberg, Johanngeorgenstadt și Altenberg, în Franța la Meymac în departamentul Corrèze, în Norvegia la Modun, în Suedia la Brodabo, aproape de Falun, în insula Madagascar, în pegmatite în Australia la Chillagoo în statul Queensland, în Bolivia la San Baldomero, în S.U.A. la Monroe (Connecticut), la Chesterfield (Carolina de Sud), la Animas Boulder County (Colorado), în Canada la Cobalt (statul Ontario).

## B. Grupa telurului

Cuprinde semimetale care cristalizează trigonal, 3 2, care au structură cristalină hexagonal simplă. Seleniu:  $a_0=4,34$ ;  $c_0=4,95\text{Å}$ . Teluriu:  $a_0=4,14$ ;  $c_0=5,91\text{Å}$ . Avînd aceeași structură au aceleași aspecte morfologice și același tip de clivaj. Sînt miscibile, dau soluții solide ca selen-telur SeTe, cu proprietăți intermediare între cele ale sulfului și cele ale arsenului.

### SELENIU Se

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2. Se cunoaște și o formă prismatică monoclinică cu  $a_0=12,8$ ;  $b_0=8,1$ ;  $c_0=9,3\text{Å}$ ;  $\beta=93^\circ$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,1341$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,34$ ;  $c_0=4,05\text{Å}$ ; conține  $3\text{Se} \cdot Z=3$ .

*Habitus:* acicular  $\{0001\}$ , cristale tabulare, forme comune:  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $h'(3\bar{1}20)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $f(2\bar{1}\bar{1}3)$ . *Clivaj:*  $(0112)$  bun, cristale flexibile.  $H=2$ .  $G=1,81$ .  $F=220^\circ$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu. *Urmă:* roșie. Conducător de electricitate. Transparent în fragmente subțiri.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$ :  $\omega=3,00$  și  $\epsilon=4,04$ . În lumină reflectată are reflexie foarte puternică, bireflexie clară;  $\omega$ =alb cu reflexe crem,  $\epsilon$ =cenușiu-închis; anizotropie puternică.

*Ocurență.* Este puțin răspîndit. Se cunoaște în Platoul Colorado sub forme de cruste (în Arizona la Jerome, Yavapai), noduli (în R. S. Cehoslovacă la Kladno). Adesea, în unele sulfuri ca blendă, galenă, pirită.

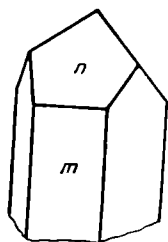


Fig. 7. Cristal de seleniu:  $m(10\bar{1}0)$ ;  $r(10\bar{1}1)$ .

### SELEN — TELUR (Se, Te)

Mase columnare. *Clivaj:* prismatic perfect.  $H=2-2\frac{1}{2}$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-închis. *Urmă:* neagră.

*Chimism.* Soluție solidă Se și Te, raportul Te : Se este 3 : 2; analizele arată Te=70,69%, Se=29,31%, total 100,00.% Temperatura de miscibilitate  $200^\circ-450^\circ$ .

*Ocurență.* În gangă de cuarț și baritină la mina El Plomo (mină de argint), districtul Ojojona, Tegucigalpa — Honduras.



**TELURIU Te**

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,3298$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,445$ ;  
 $c_0 = 5,91$  Å; conține 3 Te.

*Habitus:* prismatic până la acicular [0001], cu (10 $\bar{1}$ 1) și (01 $\bar{1}$ 1) bine dezvoltat. De regulă, cristale bine individualizate, grupate, cristale columnare sau granule fine. Forme caracteristice: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), r (10 $\bar{1}$ 1), - r (01 $\bar{1}$ 1). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 0) perfect, (0001) imperfect.  $H = 2 - 2^{1/2}$ .  $G = 6,1 - 6,3$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată colorat în alb, cu reflexibilitate foarte puternică, bireflexie scăzută, anizotropie puternică. R pentru verde 63,5%, oranj 63%, roșu 55%.

*Chimism.* Substituiri ale Te cu Se; în soluție solidă sint prezenți și Fe, Au, Ag.

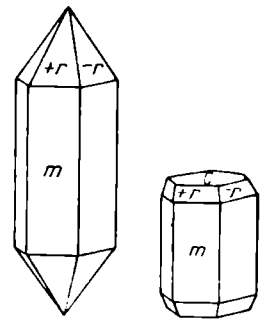


Fig. 8. Cristal de telur: m(10 $\bar{1}$ 0); r(10 $\bar{1}$ 1); - r(01 $\bar{1}$ 1); c(0001).

**Analize chimice**

Tabelul 14

	1	2	3
Te	97,92	92,29	96,94
Se	urme	—	—
Au	0,15	3,40	2,40
Ag	—	1,69	—
Fe	0,53	0,12	—
Rez.	1,62	2,44	—
Total:	100,22	99,94	99,34

1 — Zlatna (R. S. România); 2 — Ballarat (S.U.A., Colorado);  
 3 — Hannans (Western Australia).

*Ocurență.* În R. S. România se găsește în mineralizații piromelasomate-hidrotermale, legate de magmatismul banatic (Oravița, Ciclova Română, Băița — Bihor), în filoane hidrotermale aurifere, legate de magmatismul neogen (Săcărîmb, Stănița, Techerău, Zlatna, Almașu Mare, Baia de Arieș). A fost descoperit pentru prima dată la Săcărîmb, atât ca element chimic cât și ca mineral. Mineral supergen, asociat aurului, telururilor de Au și Ag, piritei, galenei, alabandinei, apare în gangă de cuarț la Kalgoorlie, Hannans (Western Australia), la Sapporo în insula Hokkaidō și în peninsula Izu (Japonia). În S.U.A. se găsește în statul Colorado la Cripple Creek, Teller County, Magnolia, Goldhill, Ballarat, Boulder County, Vulcan, Garfield County.

## C. Grupa sulfurului

Sulfurul este cunoscut în trei modificări polimorfe: 1)  $\alpha$ -sulf cristalizează în sistemul rombic, prezintă structură moleculară complicată, caracterizată prin legături homeopolare între atomii moleculei și prin legături Van der Waals între molecule. Moleculele sînt formate din opt atomi legați în inele cu laturile în zig-zag, formînd un unghi de  $105^\circ$  între legături. Paralelipipedul elementar cuprinde 16 asemenea molecule  $S_8$  din 128 atomi pentru fiecare paralelipiped. Ruperea moleculelor și legarea lor în continuare conduce la structuri catenare sulfamorf; 2)  $\beta$ -sulf rezultă prin topire la peste  $95^\circ\text{C}$  și răcire lentă, cristalizează în prisme monoclinice, este instabil sub temperatura de  $95,6^\circ\text{C}$ , cînd este în stare labilă. Este stabil doar în domeniul de la  $85,6^\circ\text{C}$ — $119,5^\circ\text{C}$ ; 3)  $\gamma$ -sulf apare în prisme aciculare monoclinice și se transformă în  $\alpha$ -sulf la temperatura camerei.

### $\alpha$ -SULF S

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8131 : 1 : 1,897$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,47$ ;  $b_0 = 12,845$ ;  $c_0 = 24,37$  Å; conține 128 S.

*Habitus:* bipiramide (111), cristale tabulare (001), bisfenoidale (111), mase masive, reniforme, stalactitice, stalagmite, mase pulverulente.

$$(001) \wedge (011) = 62^\circ 18'$$

$$(001) \wedge (101) = 66^\circ 52'$$

$$(001) \wedge (111) = 53^\circ 13'$$

$$(001) \wedge (113) = 45^\circ 11'$$

$$(111) \wedge (111) = 36^\circ 39'$$

$$(111) \wedge (111) = 73^\circ 34'$$

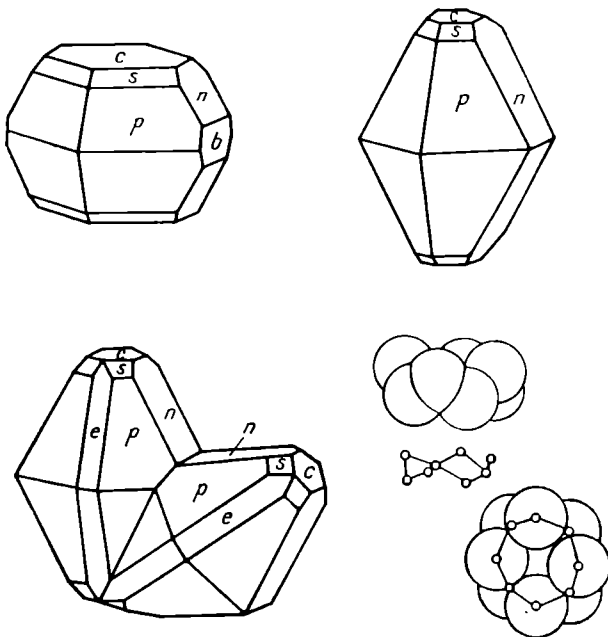


Fig. 9. Cristale de sulf.

**Forme principale:** c (001), b (010), a (100), m (110), v (013), n (011), u (103), e (101), t (115), o (114), s (113), y (112), p (111), δ (221), γ (331), z (135).

**Macie:** (101), (011), (110) rare.

**Clivaj:** (001), (110), (111) imperfect, (111) foarte slab. **Spărtură:** concolidală și neregulată. **Luciu:** rășinos sau gras pe spărtură, adamantin pe fețe de clivaj. **Transparent sau translucid.** **Culoare:** galben de sulf, galben-pai, galben de miere, galben-brun. Când este impur poate fi cenușiu-verzui, roșietic. **Urmă:** alb-gălbuie.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=2,00-2,1$ . **Topire:** 112,8°C. Rău conductor de căldură și electricitate; se încarcă cu electricitate negativă prin frecare.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este colorat în tonuri de galben, până la galben-brun, cu pleocroism slab  $r < v$ . Valorile indicilor de refracție și orientarea sint reproduse în tabelul 15.

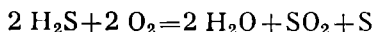
Tabelul 15

**Proprietăți optice**

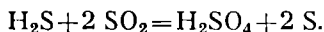
	$n_{Li}$	$n_{Na}$	$n_{Tl}$
$\alpha = a$	1,9398	1,9579	1,9764
$\beta = b$	2,0171	2,0377	2,0586
$\gamma = c$	2,2158	2,2452	2,2754
$2V_{\gamma}$	—	68°58'	68°46'

**Chimism.** Sulful natural conține minerale argiloase, bitumine și alte impurități. Varietatea cu seleniu, selen-sulf, este colorată în roșu-oranj, roșu-brun, conținutul în Se fiind 1%; de regulă se găsește sulf vulcanic la Kilauea, Hawai, în Noua Zeelandă și insula Lipari.

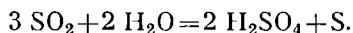
**Geneză.** Sulf solfatarian rezultat din emanațiile de  $H_2S$  ale vulcanilor, din relația:



sau:



$SO_2$  existent în emanațiile vulcanice se oxidează în prezența aerului și a vaporilor de apă și trece, conform reacției, în  $H_2SO_4$  și S:



Se formează și printr-un proces de reducere a sulfatului de calciu, apărând astfel în formațiuni terțiare legate de formațiuni gipsifere; procesul de reducere se realizează în prezența bitumenelor și a umidității. De regulă, acesta este lipsit de seleniu. Sulful apare în formațiuni hidrotermale, asociat unor sulfuri metalice în formațiuni sedimentare, impregnând marne, calcare marnoase, sau ca sulf solfatarian sub formă de vinișoare, în cuiburi sau geode. Sulful se formează și sub acțiunea organismelor, în bazine închise, unde sulfatii sint reduși de resturile organice, rezultând  $H_2S$ , care, sub influența unor bacterii sulfuroase, este oxidat. Sulful se mai poate forma și din alterarea unor sulfuri cum sint galena, blenda, pirita. Se depune și din

izvoare termale sulfuroase de suprafață prin oxidarea  $H_2S$  la suprafață, combinată cu activitatea biotică.

**Ocurență.** În R. S. România apare în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Poiana Mărului), în filoane hidrotermale banatitice (Oravița, Cielova Română) sau neogene (Baia Sprie, Cavnic, Uroi — jud. Hunedoara, Săcărâmb, Roșia Montană), ca depunere solfatariană veche sau actuală în roci vulcanice neogene (Gura Haitii, Turia — jud. Covasna), ca depunere din ape minerale termale, legate frecvent de magmatismul neogen (Mureșeni Birgăului, Tușnad, Bățanii Mari — jud. Covasna, Micloșoara — jud. Covasna, Rupea, Covasna, Brețcu, Băile Herculane), sedimentar-solfatarian, format din reducerea sulfatilor în formațiuni miocene (Darabani, Tirgu Ocna, Solonț, Tescani, Nadișa — jud. Bacău, Poiana Sărată, Grozești, Cîmpeni, Valea Sării — jud. Vrancea, Andreiașu de Jos, Andreiașu de Sus. — jud. Vrancea, Tega — jud. Buzău, Breaza, Năeni, Poiana Vărbilău — jud. Prahova, Cîmpina, Băicoi, Ocnita, Șotinga, Pucioasa, Vulcana-Băi — jud. Dîmbovița, Slatina, Băile Govora, Foleștii de Jos).

Sulf solfatarian se întâlnește în Spania la Corub; în Grecia; în U.R.S.S. în Kara-Kum; în S.U.A. în statul Utah la Cove Creck și în statul California la geiserul de la Napa în parcul Yellowstone, depus din fumarole. Sulf solfatarian apare în Italia la Solfatara, la Pozzoulli, aproape de Neapole, la Etna, în insula Vulcano, la Cesena Romagna lângă Bologna, la Carara și la Toscana; în Islanda; în Japonia; în Mexic la Andes; în S.U.A. la lacul Charles în Calcasien Parish (Louisiana), la Treepport, Brazoria County (Texas). la Sulphurdale, Beaver County (Utah).

#### $\beta$ -SULF S

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9958 : 1 : 0,9998$ ;  $\beta = 95^\circ 46'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,92$ ;  $b_0 = 10,98$ ;  $c_0 = 11,04$  Å;  $Z = 6$ .

*Habitus:* tabular (001), alungit [001], [100], [010], pseudocubic, uneori forme scheletice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), n (210), w (012), q (011), x (021), e (101), p (111),  $\omega$  ( $\bar{1}11$ ). *Macle:* (011), (012), (100). *Clivaj:* (001), (110).  $G = 1,982 - 1,958$ .  $H$  ca la  $\alpha$ -sulf. *Topire:*  $219^\circ$ .

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă ușor colorat în galben sau incolor. Orientarea:  $\alpha = b$  pe (110),  $\alpha \wedge c = 44^\circ$ . Birefrință moderată. Biax negativ.  $2V_\alpha = 58^\circ$ .

#### $\gamma$ -SULF S

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,0609 : 1 : 0,7094$ ;  $\beta = 91^\circ 47'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,50$ ;  $b_0 = 13,16$ ;  $c_0 = 9,29$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale echidimensionale, tabulare (010), prisme scurte (110), rar aciculare [001], bipiramidale (111), ( $\bar{1}11$ ), scheletice. Cristalele artificiale maculate (010). Forme: b (010), a (100), m (110), q (010), s (011), o (111). *Macle:* (101). *Clivaj:* absent. *Luciu:* adamantin.  $H =$  scăzută.  $G$  mai scăzută decît a  $\alpha$ -sulfului.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este ușor gălbui sau incolor;  $\beta = b$ ,  $\lambda \wedge c = 1 \frac{1}{2}^\circ$ . Refringența și birefringența ridicate.

*Ocurență.* Identificat în exalațiile vulcanului Siseto Ko din Japonia, în fumarole în insula Vulcano și insula Lipari.

## D. Grupa carbonului

Carbonul se prezintă în două modificații polimorfe importante: diamantul  $\beta$ -C și grafitul  $\alpha$ -C. *Diamantul* este cubic, cu o structură caracteristică, rețea cubică, care determină o duritate foarte ridicată, un luciu special, sclipitor, transparent, refringență foarte ridicată. *Grafitul*, cristalizat hexagonal, are o structură de tip rețea hexagonală, o duritate mică, clivaj puternic, habitus caracteristic și este opac.

### DIAMANT C

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$  sau  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,5595 \text{ \AA}$ ; conține 8 C.

*Habitus:* predominant cristale octaedrice, mai rar dodecaedrice și mai rar cubice, întâmplător tetraedrice, de multe ori combinații de forme; fețele au striiațiuni dispuse în așa fel încât formează o scară, ceea ce imprimă cristalului un aspect piramidal. Sînt cristale cu fețe corodate; pe fețele de cub, figurile de coroziune sînt pătratice, în timp ce pe fețele de octaedru sînt

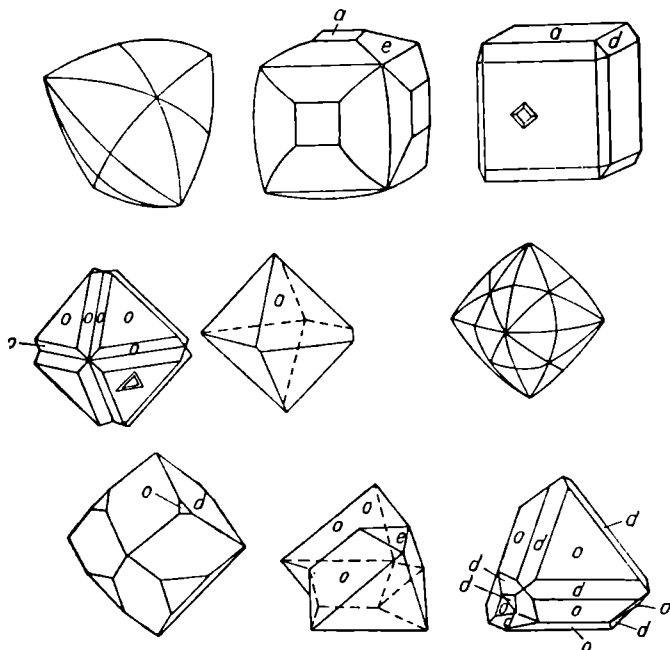


Fig. 10. Cristale de diamant: o(111); a(001); d(011).

triunghiulare și dispuse invers. Rar agregate granulare masive. Forme principale: c (001), o (111), d (011). *Macles*: (111) comune, simple și multiple, macles de penetrație și ciclice sau (001) și axul [001], rezultând macles de întrepătrundere tetraedrice. *Clivaj*: (111) aproape perfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=10$ .  $G=3,50-3,53$ . *Luciu*: adamantin; pe spărtură, gras. *Culoare*: galben-deschis, galben-închis, incolor, brun-pal, brun-închis, alb, alb-albăstrui, întimplător oranj, culoarea piersicei, mov, verde, albastru, roșu sau negru. Transparent sau translucid. Varietățile netransparente conțin incluțiuni. *Fluorescență* ridicată în ultraviolet.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă izotrop; birefringență datorită incluziunilor; dispersie ridicată. Indici de refracție ridicați:

$\lambda$	687,6	656,3	589,3(Na)	527,0	486,1	430,8;
$n$	2,4076	2,4103	2,4175	2,4269	2,4354	2,4513.

*Chimism și structură*. Atomii de carbon, în coordonare tetraedrică, constituie două rețele cubice cu fețe centrate, întrepătrunse la  $1/4$  din diagonală spațială a cubului elementar. Coordonarea tetraedrică rezultă din poziția a patru atomi de carbon în interiorul cubului elementar în centrul a patru cuburi parțiale alternative. Distanța dintre atomii de carbon este  $1,54 \text{ \AA}$ . După direcția  $A^3$  rețeaua diamantului apare formată din plane paralele, cu fața (111), în care atomii de carbon formează inele hexagonale, cu laturile făcând un unghi de  $109^{\circ}28'$  între ele. Aceasta explică forma octaedrică a cristalelor și clivajul perfect după (111).

În diamant impuritățile pot atinge 20% și constau în principal din  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ; determinările spectroscopice pun în evidență și urme de Ba, Sr, Cr; sînt comune incluțiuni de grafit, magnetit, ilmenit, biotit, uneori zircon, olivină, flogopit, cuarț.

Varietatea *bort*, granular sau criptocristalin, este colorată în cenușiu sau negru, datorită incluziunilor și impurităților dispuse îndeosebi pe planele de clivaj. *Carbonado*, altă varietate masivă, are culoare neagră sau negru-cenușie, cu duritate mai ridicată, cu greutate specifică mică. Este opac.

Diamantul este rău conducător de electricitate și căldură, devine electric pozitiv prin frecare; rezistă la temperaturi ridicate fără a suferi modificări; la temperatura arcului electric se transformă într-o masă poroasă, avînd aspectul cocsului, care poate zgîria sticla și a cărei densitate este 0,678; în flacără oxidică arde fără a lăsa cenușă; prin încălzire diamantele colorate își schimbă culoarea.

Unitatea de masă a diamantului este caratul; 1 karat=215 mg.

*Ocurență*. Este de origine magmatică; în roci se întilnesc concreșteri de diamant cu granat sau incluțiuni de diamant în minerale feromagneziene. Este prezent îndeosebi în peridotite, roci bazice și ultrabazice, asociat cromitului, mineral exclusiv magmatic. Se cunosc diamante și în unele pegmatite, ca produs al procesului de diferențiere magmatică. Rezistent la acțiunea agenților atmosferici, trece în aluviuni.

Se cunosc zăcămintele de diamant în Brazilia în statele Minas Geraes, în gresii cuarțoase și în șisturi cu oxid feric, și Bahia, îndeosebi varietatea Carbonado, în fragmente pînă la 1 000 carate. În Africa de Sud, în paragenză primară, s-au găsit diamante de foarte bună calitate, la Kimberley, De Beer, Bultfontein, Dutoitspan; aici diamantele apar în coloane vulcanice

explozive, kimberlite, roci de tip peridotitic serpentinizate. Zăcămintele primare sînt și în China în bazalte, în California, în U.R.S.S. în Siberia, Iakuția, în bazinul Niprului și al Bugului. Zăcămintele aluvionare sînt cunoscute în Brazilia, de ex. torentul Ribeiro-Manso, în împrejurimile orașului Diamantina, apoi în Zair, Africa Centrală, Angola, Guineea, Tanzania, Venezuela și în aluviunile din rocile de tipul kimberlitelor.

Cele mai importante cristale de diamant sînt: Florentin sau Grand Duke Toscana (133 carate); Regentul sau Pitt (137 carate); Koh i Noor (186 carate); Orloff (194 carate); Star South Bagagem (254 carate); Tiffany (125  $\frac{3}{8}$  carate); Imperial (457 carate); Jubileu (634 carate); Jonker (726 carate); Excelsior (969  $\frac{1}{2}$  carate); Cullinan și Eduard VII (3 025 carate).

## GRAFIT C

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 2,727$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 2,46$ ;  $c_0 = 6,708$  Å; conține 4 C.

*Habitus:* cristale tabulare (0001), în forme hexagonale, mase foioase, uneori cristale columnare, granulare radiare, mase pămîntoase, agregate cu structuri radiale. Forme caracteristice:  $c$  (0001),  $r$  ( $10\bar{1}3$ ),  $o$  ( $10\bar{1}2$ ),  $p$  ( $10\bar{1}1$ ),  $\rho$  ( $11\bar{2}3$ ),  $\Phi$  ( $11\bar{2}2$ ). *Macle:* de ordinul doi ( $11\bar{2}1$ ), după  $[0001]$  rotiri  $30^\circ$  ( $90^\circ$ ). *Clivaj:* (0001) perfect. Foițele flexibile, dar nu elastice.  $H = 1 - 2$ .  $G = 2,09 - 2,33$ . *Luciu:* metalic, mat la varietățile pămîntoase. *Culoare:* negru de fier, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră, cenușiu-strălucitoare. În foițe foarte subțiri este transparent. Bun conducător de electricitate și căldură. Termoelectric negativ.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă tonuri albastrui; intens pleocroic;  $\omega = 1,93 - 2,07$ ; în lumină roșie, uniax negativ; în lumină reflectată culoarea este cenușiu-bruniu-deschisă, asemănătoare mineralelor metalice.  $R$  în aer a razei  $\omega$  pentru verde 22,5%, oranj 23,5%, roșu 23%, iar a razei  $\epsilon$  pentru verde 5%, oranj 5%, roșu 5,5%. Efectele de anizotropie sînt foarte puternice; culorile în aer și în imersie sînt în tonuri de galben-brun.

*Chimism și structură.* Se cunosc două varietăți structurale: varietatea cu plane care se succed în ordine 12.12.12, cu simetrie hexagonală, și varietatea cu plane care se succed în ordinea 123.123, cu simetrie romboedrică; prima structură apare mai frecvent; sînt relativ frecvente concreșterile după bază la ambele tipuri de structuri. În chimismul grafitului se remarcă prezența mineralelor argiloase, oxizilor de fier, a diferite altele minerale, ca impurități mecanice.

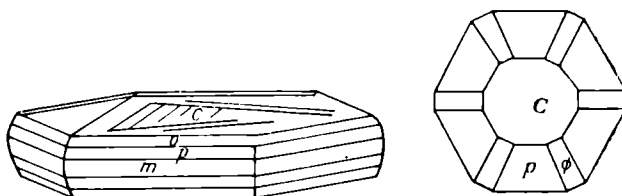


Fig. 11. Cristale de grafit:  $c(0001)$ ;  $o(10\bar{1}2)$ ;  $p(10\bar{1}1)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $\Phi(11\bar{2}2)$ .

*Ocurență.* Grafitul se poate forma prin metamorfism regional din resturile cărbunoase sau la contactul unor mase eruptive cu formațiuni cărbunoase. Sub formă de mase compacte, lamelare, fin solzoase sau bacilare se găsește în granite, gnaise, micașturi. Se întâlnește și în roci bazice, asociat cu fier nativ.

În România, grafitul participă la alcătuirea lentilelor de șisturi grafitoase și de cuarțite negre din complexele de șisturi cristaline. În Carpații Orientali este abundent în seria epizonală de Tulgheș, în M. Rodnei; deseori grafitul apare în legătură cu roci manganifere, la Preluca, Iacobeni, Șaru Dornei, Borca, Broșteni. În Carpații Meridionali apare în șisturi grafitoase în seriile epizonale din M. Perșani, Păpușa, Făgăraș, Cibin, Poiana Ruscă și în zonele Lainici-Păiuș, Novaci-Polovraci. În M. Apuseni apare în șisturi grafitoase și în cuarțite negre, în complexele mezozonale cât și în cele epizonale din M. Trascău, Gilău, Muntele Mare. Apare și în roci sedimentare paleozoice dinamometamorfozate în seria de Tulișa, în M. Retezat, Vilcan și Parîng.

Grafit de calitate superioară se găsește în Anglia la Borrowdale, în Norvegia la Arendal, în Finlanda la Pargas, în U.R.S.S. (M. Ural), în Austria, în R. F. Germania la Passau și în Franța. Grafit rezultat prin metamorfism apare în U.R.S.S. la Batugoe și Irkutsk, în S.U.A. în depozitele din Massachussetts și Connecticut, de la Ticonderoga (New York) și de la Mausell (Pennsylvania).



# SULFURI ȘI SULFOSĂRURI

## CARACTERE GENERALE

În acest capitol sînt cuprinse sulfurile, seleniurile, telururile, arseniurile, antimoniurile, oxisulfurile și sulfurile multiple sau sulfosărurile. Acești compuși sînt reprezentați printr-un număr mare de minerale, importante din punct de vedere economic și cu un rol deosebit în constituția a numeroase zăcăminte de minereuri. Cele mai numeroase minerale sînt compuși ai sulfului (sulfuri, sulfosăruri) și toate, cu excepția hidrogenului sulfurat, se prezintă în stare solidă. Numărul elementelor chimice care se combină cu sulful atinge cifra de 40. Cele mai importante sînt: H, V, Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, (Ga), Ge, As, Se, Mo, Ru, (Rh), (Pd), Ag, Cd, (In), Sn, Sb, Te, (Re), (Os), (Ir), Pt, Hg, Tl, Pb și Bi<sup>1</sup>. Clasificarea acestor minerale a fost realizată în funcție de descreșterea raportului A : X, pentru sulfuri și compuși similari, și de descreșterea raportului (A+B) : X, pentru sulfuri multiple sau sulfosăruri, în care A reprezintă elementele metalice: Cu, Ag, Pb, Zn, Sn etc.; B elementele semimetalice: As, Sb, Bi, Sn etc.; iar X elementele nemetalice: S, Se, Te.

După calcule estimative sulfurile constituie cel mult 0,15% din greutatea scoarței terestre, iar în aceste combinații rolul principal revine fierului. Printre celelalte combinații amintim seleniurile, telururile, arseniurile și antimoniurile, care participă în componența mineralogică a Pămîntului într-o proporție cu totul neînsemnată.

Seleniul formează seleniuri cu următoarele elemente: H, Cu, Ag, Hg, Pb și Bi. Seleniul intră deseori și în unele sulfuri ca amestec izomorf cu sulful.

Telurul conduce la telururi care; înt mai răspîndite în natură deși numărul elementelor care intră în aceste combinații este destul de limitat. Acestea sînt: Cu, Ag, Au, Hg, Pb, Bi, Ni și Pt.

Compușii simpli ai arseniului sînt cunoscuți numai cu următoarele elemente: Fe, Ni, Co, și Pt. Mai răspîndiți sînt compușii complecși ai sulfului și arseniului cu Cu, Ag, Pb.

Compușii simpli ai stibiului sînt cunoscuți numai cu Ni, în schimb au frecvență mare combinațiile complexe ale sulfului și stibiului, cu elemente ca: Cu, Ag și Pb.

Nu se cunosc compuși simpli ai bismutului; se întîlnesc doar combinații complexe de sulf și bismut cu Cu, Ag și Pb.

---

<sup>1</sup> În paranteză figurează elementele care intră în compoziția sulfurilor și sulfosărurilor în deosebi sub formă de amestecuri izomorfe.

Majoritatea sulfurilor, seleniurilor și telururilor sînt din punct de vedere chimic derivate ale  $H_2S$ ,  $H_2Se$  și  $H_2Te$ ; arseniurile și antimoniurile se deosebesc esențial prin natura lor chimică de sulfuri; nici As nici Sb nu pot avea rolul de înlocuitori ai sulfului în diferite combinații. Mulți compuși din această clasă formează între ei soluții solide, sub forma unor serii continue sau cu miscibilitate limitată. Exemple pentru aceste tipuri de combinații sînt  $HgS$ - $HgSe$ ,  $CoAs_2$ - $NiAs_2$ - $FeAs_2$  etc. De asemenea sînt cunoscute și modificările polimorfe:  $Ag_2S$  — argentic (cubic) și acantit (monoclinic). Sulfurile simple și compușii similari din punctul de vedere al particularităților structurilor cristaline și al proprietăților fizice trebuie considerate drept compuși ionici, deși majoritatea lor se deosebesc mult de compușii oxigenați ionici tipici, printr-o gamă largă de proprietăți caracteristice; deseori, prin proprietăți, sulfurile apar mai apropiate de elementele native în comparație cu oxizii și sărurile oxigenate. Aceste deosebiri sînt impuse de proprietățile specifice ale atomilor sau ionilor care intră în compoziția sulfurilor, seleniurilor, telururilor etc. Aceste elemente au rază relativ mari și o mare capacitate de a se polariza, determinînd în acest mod apariția legăturilor homeopolare slabe. Metalele care intră în combinații cu aceste elemente aparțin ionilor cu învelișul exterior constituit din 18 electroni și care de asemenea polarizează puternic. Fenomenul polarizării are ca urmare faptul că în rețelele cristaline apare o grupare puternică a electronilor ionilor vecini cu sarcini opuse, ceea ce determină: luciul metalic foarte pronunțat pentru majoritatea sulfurilor și a compușilor similari; o conductibilitate electrică ridicată pentru majoritatea combinațiilor cu sulf, arsen, stibiu etc.; deseori, un deficit de atomi de metale în comparație cu atomii metaloizi (exemplu la pirotină); uneori, lipsa raporturilor simple în compoziția a numeroase minerale. Proprietățile metalice în aceste combinații se accentuează pe măsura înlocuirii S cu Se și Te; la elementele din grupa fierului accentuarea proprietăților metalice se produce la trecerea de la Mn la Ni. Același lucru se poate observa și la seria As, Sb și Bi, unde proprietățile devin mai metalice cu cît ne apropiem de Bi. Luciul metalic cel mai puternic îl are  $Bi_2S_3$  (bismutina), după care urmează  $Sb_2S_3$  (stibina), pentru ca la  $As_2S_3$  (auripigmentul) să se constate existența unui luci adamantin sau semimetalic.

Din punct de vedere genetic, sulfurile și majoritatea compușilor similari se formează în zăcăminte de origină hidrotermală; acest fapt ne face să presupunem că metalele grele sînt antrenate din rezervoarele magmatice în stare volatilă sau de compuși ușori mobili, care se depun în condiții de temperatură și presiune scăzută, îndeosebi sub formă de sulfuri. Transportul acestor compuși în soluțiile hidrotermale a putut avea loc atît sub formă de soluții coloidale (soli), în prezența unor cantități ridicate de  $H_2S$ , cît și sub formă de săruri duble ușor solubile și instabile la temperaturi joase, ca sulfurile alcaline sau sulfohidrații respectivi ( $NaHS$ ,  $KHS$  etc.) în care se dizolvă ușor Au, Ag, etc. Prin descompunerea acestor compuși la temperaturi scăzute s-au putut forma sulfurile metalice obișnuite, aurul nativ etc.

Sulfurile se mai pot forma și în roci sedimentare — sedimente argiloase, cărbunoase, bituminoase etc., în condiții termodinamice cu totul diferite față de cele din soluțiile hidrotermale; de regulă sînt caracteristice mediile reducătoare determinate de  $H_2S$  obținut din descompunerea substanțelor organice și în multe cazuri și în prezența bacteriilor.

În contact cu soluțiile de alterare (bogate în  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  etc.) aproape toate aceste minerale se transformă chimic; se produce inițial oxidarea lor obținându-se sulfați ușor solubili în apă care ulterior trec în oxizi, hidroxizi, carbonați și alți compuși oxigenați specifici de regulă zonelor de oxidare ale zăcămintelor de minereuri.

Clasificarea acestor minerale se face în două clase:

I. Clasa compușilor simpli

II. Clasa compușilor multipli (sulfosărilor).

Tabelul 16

Clasificarea sulfurilor simple și a compușilor similari

1. TIPUL $A_mX_n$	
<i>Grupa tetradimitului</i>	
Telurobismutină	$\text{Bi}_2\text{Te}_3$
Tetradimit	$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$
Grünlungit	$\text{Bi}_4\text{TeS}_3$
Joselt	$\text{Bi}_3\text{TeS}$
Wehrilit	$\text{Bi}_3\text{Te}_2?$
<hr/>	
Nagyagit	$\text{Pb}_5\text{Au}(\text{Te}, \text{Sb})_4\text{S}_{5-8}$
<i>Grupa arseniurilor de cupru</i>	
Algodonit	$\text{Cu}_6\text{As}$
Domeykit	$\text{Cu}_3\text{As}$
<hr/>	
Horsfordit	$\text{Cu}_5\text{Sb}$
Cocnerit	$\text{Cu}_4\text{AgS}$
2. TIPUL $A_3X$	
Discrasit	$\text{Ag}_3\text{Sb}$
Stibiopalladinit	$\text{Pd}_3\text{Sb}$
3. TIPUL $A_2X$	
<i>Grupa argentitului</i>	
Argentit	$\text{Ag}_2\text{S}$
Agullarit	$\text{Ag}_2(\text{Se}, \text{S})$
Naumannit	$\text{Ag}_2\text{Se}$
<hr/>	
Digenit	$\text{Cu}_{2-x}\text{S}$
Berzelianit	$\text{Cu}_2\text{Se}$
Crookesit	$(\text{Cu}, \text{Tl}, \text{Ag})_2\text{Se}$
Eucairit	$\text{CuAgSe}$
Hessit	$\text{Ag}_2\text{Te}$
Petzit	$\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$
<i>Grupa calcozinet</i>	
Calcozină	$\text{Cu}_2\text{S}$
Stromeyerit	$\text{CuAgS}$
Acantit	$\text{Ag}_2\text{S}$
4. TIPUL $A_3X_2$	
Maucherit	$\text{Ni}_{11}\text{As}_8$
Umangit	$\text{Cu}_3\text{Se}_2$
Bornit	$\text{Cu}_5\text{FeS}_4$

5. TIPUL $A_4X_3$	
Dimorfit	$As_4S_3$
Richardit	$Cu_4Te_3$
Weissit	$Cu_5Te_3$
6. TIPUL AX	
<i>Grupa galenei</i>	
Galenă	PbS
Clausthalit	PbSe
Altait	PbTe
Alabandină	MnS
Oldhamit	CaS
<i>Grupa blendei</i>	
Blendă	ZnS
Metacinabarit	HgS
Tiemannit	HgSe
Coloradoit	HgTe
<i>Grupa calcopiritei</i>	
Calcopirită	$CuFeS_2$
Stannin	$Cu_2FeSnS_4$
<i>Grupa wurtzitului</i>	
Wurtzit	ZnS
Greenockit	CdS
Voltzit	$Zn_5S_4O$
<i>Grupa nichelinet</i>	
Pirotină	$Fe_{1-x}S$
Valerit	$Cu_3Fe_4S_7(?)$
Nichelină	NiAs
Breithauptit	NiSb
Millerit	NiS
Pentlandit	$(Fe, Ni)_9S_8$
Cubanit	$CuFe_2S_3$
Stemberglt	$AgFe_2S_3$
Argentopirită	$AgFe_3S_4$
Argiopirită	$Ag_3Fe_7S_{11}$
Frieserit	$Ag_2Fe_5S_8$
<i>Grupa covelinei</i>	
Covelină	CuS
Kockmannit	CuSe
Cinabru	HgS
Realgar	AsS
Cooperit	PtS
Braggit	(Pt, Pd, Ni)S
Herzenbergit	SnS
Empressit	AgTe
Muthmannit	(Ag, Au)Te

7. TIPUL  $A_3X_4$ *Seria linneittulul*

Linneit	$Co_3S_4$
Siegenit	$(Co, Ni)_3S_4$
Carrollit	$Co_2CuS_4$
Violarit	$Ni_2FeS_4$
Polidimit	$Ni_3S_4$
<hr/>	
Daubreeelit	$Cr_2FeS_4$
<hr/>	
Badenit	$(Co, Fe, Ni)_3(As, Bi)_4$

8. TIPUL  $A_2X_3$ *Grupa auripigmentului*

Auripigment	$As_2S_3$
-------------	-----------

*Grupa stibinei*

Stibină	$Sb_2S_3$
Bismutină	$Bi_2S_3$
Guanajuatit	$Bi_2(S)_3$
<hr/>	
Kermesit	$Sb_2S_2O$

9. TIPUL  $AX_2$ *Grupa piritiei*

Pirită	$FeS_2$
Bravoit	$(Ni, Fe)S_2$
Laurit	$RuS_2$
Sperrylit	$PtAs_2$
Hauerit	$MnS_2$
Penroseit	$(Ni, Cu, Pb)Se_2$

*Grupa cobaltinei*

Cobaltină	$CoAsS$
Gersdorfit	$NiAsS$
Ullmannit	$NiSbS$

*Grupa löllingitului*

Löllingit	$FeAs_2$
Safflorit	$(Co, Fe)As_2$
Rammelsbergit	$NiAs_2$
Pararammelsbergit	$NiAs_2$
<hr/>	
Marcasită	$FeS_2$

*Grupa mlspichelului*

Mispichel	$FeAsS$
Glaucodot	$(Co, Fe)AsS$
Gudmundit	$FeSbS$
<hr/>	
Wolfachit	$Ni(As, Sb)S?$
Lautit	$CuAsS$

*Grupa moltbdenitului*

Molibdenit	$MoS_2$
Tungstenit	$WS_2$

<i>Grupa krenneritului</i>	
Krennerit	$AuTe_2$
Calaverit	$AuTe_2$
Silvanit	$(Ag, Au)Te_2$
<hr/>	
Melonit	$NiTe_2$
Parkerit	$NiS_2? Ni_2S_3$ sau $NiS_3$
<b>10. TIPUL <math>AX_3</math></b>	
<i>Seria skutteruditului</i>	
Skutterudit	$(Co, Ni)As_3$
Smaltină	$(Co, Ni)As_{3-x}$
Nichelskutterudit	$(Ni, Co)As_3$
Cloantit	$(Ni, Co)As_{3-x}$
<hr/>	
Niggllüt	$PtTe_3?$

Tablul 17

**Clasificarea sulfosărilor și a compușilor similari**

<b>1. TIPUL <math>A_mB_nX_p</math>, unde <math>m+n:p &gt; 4:3</math></b>	
<i>Grupa polibazitului</i>	
Polibazit	$(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$
Pearceit	$(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$
<hr/>	
Poliargirit	$Ag_{24}Sb_2S_{15}$
<i>Seria argiroditului</i>	
Argirodit	$Ag_8GeS_6$
Canfieldit	$Ag_8SnS_6$
<hr/>	
Stefanit	$Ag_5SbS_4$
Epigenit	$(Cu, Fe)_5AsS_6?$
<hr/>	
<b>2. TIPUL <math>A_3BX_3</math></b>	
<i>Grupa sulfosărilor cu argint</i>	
Pirargirit	$Ag_3SbS_3$
Proustite	$Ag_3AsS_3$
<hr/>	
Pirostilpnit	$Ag_3SbS_3$
Stilotipit	$(Ag, Cu, Fe)_3SbS_3$
Xantoconit	$Ag_3AsS_3$
<hr/>	
Wittichenit	$Cu_3BiS_3$
<i>Grupa tetraedritului</i>	
Tetraedrit	$(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$
Tennantit	$(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$
<hr/>	
Goldfieldit	$Cu_{12}Te_3Sb_4S_{16}$
<hr/>	
<b>3. TIPUL <math>A_3BX_4</math></b>	
<i>Grupa sulvanitului</i>	
Sulvanit	$Cu_3VS_4$
Germanit	$Cu_3GeS_4$
Colusit	$Cu_3(Sn, Fe, Te, V, As)S_4$

*Grupa enargitului*

Famatinit	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4$
Enargit	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$
Beegerit	$\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$
Samsonit	$\text{Ag}_4\text{MnSb}_2\text{S}_6$
Geocronit	$\text{Pb}_5(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_8$
Gratonit	$\text{Pb}_9\text{As}_4\text{S}_{15}$
Lengenbachit	$\text{Pb}_6(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{As}_4\text{S}_{13}$
Jordanit	$\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{24}$
Gütermannit	$\text{Pb}_{10}\text{As}_6\text{S}_{19}$
Meneghinit	$\text{Pb}_{13}\text{Sb}_7\text{S}_{23}(\text{CuPb}_{13}\text{Sb}_7\text{S}_{24})$
Lillianit	$\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_6$

4. TIPUL  $\text{A}_2\text{BX}_3$ *Grupa bournonitului*

Bournonit	$\text{PbCuSbS}_3$
Seligmannit	$\text{PbCuAsS}_3$
Aikinit	$\text{PbCuBiS}_3$
Berthonit	$\text{Pb}_2\text{Cu}_7\text{Sb}_5\text{S}_{13}$
Diaforit	$\text{Pb}_2\text{Ag}_3\text{Sb}_3\text{S}_8$
Freieslebenit	$\text{Pb}_3\text{Ag}_5\text{Sb}_5\text{S}_{12}$

5. TIPUL  $\text{ABX}_2$   $\Lambda : \text{B} \sim 1 : 1$ *Grupa boulangeritului*

Boulangerit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ sau $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{S}_{10}$
Owyhecit	$\text{Pb}_5\text{Ag}_2\text{Sb}_6\text{S}_{15}$
Schirmerit	$\text{PbAg}_4\text{Bi}_4\text{S}_9$
Miargirit	$\text{AgSbS}_2$
Aramayoit	$\text{Ag}(\text{Sb}, \text{Bi})\text{S}_2$
Matildit	$\text{AgBiS}_2$
Smithit	$\text{AgAsS}_2$

*Grupa calcostibitului*

Calcostibit	$\text{CuSbS}_2$
Emplectit	$\text{CuBiS}_2$
Lorandit	$\text{TlAsS}_2$
Teallit	$\text{PbSnS}_2$
Benjaminite	$\text{Pb}(\text{Cu}, \text{Ag})\text{Bi}_2\text{S}_4$
Hammarit	$\text{Pb}_2\text{Cu}_2\text{Bi}_4\text{S}_9?$

6. TIPUL  $A_2B_2X_5$  A : B ~ 1 : 1

Dufrenoyisit	$Pb_2As_2S_5$
Cosalit	$Pb_2Bi_2S_5$
Kobellit	$Pb_2(Bi, Sb)_2S_5$
Franckeit	$Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$
Fizelyit	$Pb_5Ag_2Sb_9S_{19}$
Randohrit	$Pb_3Ag_2Sb_6S_{13}$
Wittit	$Pb_6Bi_6(S, Se)_{14}$
Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$
Rathit	$Pb_{13}As_{18}S_{40}$

7. TIPUL  $A_2B_3X_6$  A + B : X ~ 5 : 6

*Grupa andoritului*

Andorit	$PbAgSb_3S_6$
Lindstromit	$PbCuBi_3S_6$
Baumhauerit	$Pb_4As_6S_{13}$
Liveingit	$Pb_5As_8S_{17}$

*Grupa plagionitului*

Fülöppit	$Pb_3Sb_8S_{15}$
Plagionit	$Pb_5Sb_6S_{17}$
Heteromorfit	$Pb_7Sb_8S_{19}$
Semseyit	$Pb_9Sb_8S_{21}$

8. TIPUL  $AB_2X_4$  A : B ~ 1 : 2

Hutchinsonit	$(Pb, Tl)_2(Cu, Ag)As_5S_{10}$
Rezbanyit	$Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$
Galenobismutină	$PbBi_2S_4$
Weibullit	$PbBi_3(S, Se)_4$
Platynit	$PbBi_2(S, Se)_3$
Chiviatit	$Pb_3Bi_8S_{15}$
Alaskait	$Pb(Ag, Cu)_2Bi_4S_8$
Zinkenit	$Pb_6Sb_{14}S_{27}$
Sartorit	$PbAs_2S_4$
Berthierit	$FeSb_2S_4$
Cilindrit	$Pb_3Sn_4Sb_2S_{14}$
Gladit	$PbCuBi_5S_9$
Vrbait	$TlAs_2Sb_5S_5$

9. TIPUL  $AB_4X_7$

Livingstonit	$HgSb_4S_7$
--------------	-------------



# I SULFURI SIMPLE ȘI COMPUȘI SIMILARI

## 1. TIPUL $A_mX_n$

### A. Grupa tetradimitului

#### TELUROBISMUTINA $Bi_2Te_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 6,946$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,375$ ;  $c_0 = 30,39 \text{ \AA}$ .

*Habitus:* mase foioase, lamele neregulate. *Clivaj:* (0001) perfect. Lamelele flexibile dar nu elastice.  $H = 1\frac{1}{2} - 2$ .  $G = 7,815$ . *Luciu:* metalic pe fețele de clivaj proaspete. *Culoare:* cenușiu-gri. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac, culoare albă cu tente slab gălbui.  $R$  în aer pentru verde 48,5%, oranj 48%, roșu 44%; anizotropie clară.

*Ocurență.* Apare în filoanele hidrotermale hipo- și mezotermale de aur, în minereuri metasomatice de bismut, în filoane cu calcopirită, bornit, calcozină, tetradimit și cuarț. Se găsește la Oya în Japonia; la Boliden în Suedia; la Fluvanna (Virginia), Dahlonga (Georgia), Whitohom (Colorado) în S.U.A.; la minele Hunter și Ashloo în Canada.

#### TETRADIMIT $Bi_2Te_2S$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 6,952$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,32$ ;  $c_0 = 30,01 \text{ \AA}$ .

*Habitus:* rar în cristale cu forme piramidale ( $10\bar{1}1$ ), ( $01\bar{1}2$ ) și prisme trigonale. *Macle:* planul de maclă ( $01\bar{1}8$ ) și ( $01\bar{1}2$ ). *Clivaj:* (0001) perfect.  $H = 1\frac{1}{2} - 2$ .  $G = 7,3$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac, culoare albă cu tentă slab gălbuie.  $R$  în aer pentru verde 48,5%, oranj 48%, roșu 47,5%, iar în imersie  $R$  pentru verde 44%, oranj 37%, roșu 38%; anizotropie clară; culorile de anizotropie în tonuri brunii.

*Ocurență.* În minereuri metasomatice de bismut, în filoane hidrotermale de aur și de sulfuri. Asociat deseori cu hessit, petzit, altait, bismut nativ, diferite sulfuri, calcopirită, bornit, calcozină, aur nativ etc.

În România apare în mineralizații pirometasomatice-hipotermale, legate de magmatismul banatic (Oravița, Ciclova, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor) și în filoane hidrotermale aurifere, legate de magmatismul neogen (Hondol, Ruda-Barza, Stănița, Zlatna, Almașu Mare).

În Cehoslovacia este întâlnit la Jilovë; în Norvegia la Narverud, Tellemark și Gjelleboek; în Suedia la Boliden și Vösterbotten; în Rhodesia la mina New Mystery; în Japonia la mina Rendaizi; în S.U.A. la Cerro Gordo (California), la mina Red Cloud (Colorado); în Canada la West Kootenai și în mina Gold Shore.

#### GRÜNLINGIT $\text{Bi}_4\text{TeS}_3$

*Habitus*: mase lamelare colorate în cenușiu. *Flexibile*. *Luciu*: metalic.  $H=2$ .  $G=8,08$ . *Clivaj*: perfect.

*Chimism*. Este o sulfotelurură de bismut, unde descori se remarcă și forma  $\text{Bi}_2(\text{Te}, \text{Bi})\text{S}_2$  cu raportul  $\text{Te} : \text{Bi}=3 : 2$ .

*Ocurență*. În filoane, alături de bismut nativ, la Carrock Fell (comitatul Cumberland, Marea Britanie); în dolomite cu bismut nativ, arsenopirită și scheelit la Serrania de Ronda (Spania).

#### JOSEIT $\text{Bi}_3\text{TeS}$

*Sistemul de cristalizare*: trigonal, 3.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,34$ ;  $c_0=40,83 \text{ \AA}$ .

*Clivaj*: perfect.  $H=2$ .  $G=8,18$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-cenușiu metalic. În secțiuni lustruite: culoare albă și anizotropie clară.

*Habitus*: mase lamelare, neregulate.

*Ocurență*. Apare în calcare granulare la San Jose, Mariana, Minas Gerais (Brazilia).

#### WEHLIT $\text{Bi}_3\text{Te}_2?$

*Habitus*: mase lamelare foioase; foițe elastice.

*Clivaj*: perfect, asemănător tetradimitului.  $H=1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}$ .  $G=8,41$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb de staniu, cenușiu-gri.

*Chimism*. Incomplet cunoscut; analizele ar indica compoziția  $\text{Bi}_8\text{Te}_5\text{S}$  sau  $\text{Bi}_3\text{Te}_2$  după înlăturarea S ca  $\text{Ag}_2\text{S}$  și  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ . Alte analize ar indica compoziția  $\text{AgBi}_7\text{Te}_7$ .

*Ocurență*. Este citat în R. P. Ungară și la Plzen în R. S. Cehoslovacă.

#### NAGYAGIT $\text{Pb}_5\text{Au}(\text{Te}, \text{Sb})_4\text{S}_{5-8}$

*Sinonim*: săcărimbit.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, pseudo-patrat.

*Relația axială*:  $a : b : c=0,2807 : 1 : 0,2761$ ;  $\beta=90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=12,5$ ;  $c_0=30,25 \text{ \AA}$ .

*Habitus*: cristale ușor tabulare, paralel cu (010). Striațiuni pe față (010), paralel cu direcțiile [100] și [001], deseori în agregate granulare. *Macle*: ax de macă [201] și plan de macă (010). Macle complexe realizate prin șlefuire. *Clivaj*: (010) perfect. Lamelele flexibile.  $H=1-1\frac{1}{2}$ ;  $G=7,41$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: negricios, cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice*. Opac. Culoarea în secțiuni lustruite alb-cenușie; anizotropie distinctă; ușor pleocroic.  $R$  pentru verde 43%, oranj 35%, roșu 34%.

*Chimism.* Aşa cum indică analizele este vorba de un compus de forma  $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$ ; analizele indică o compoziție chimică neomogenă, cu înlocuiri între Te și Sb.

Tabelul 18

Analize chimice

	1	2	3
Pb	57,16	56,11	56,45
Au	7,41	7,51	7,57
Sb	6,99	7,39	8,16
Te	17,87	17,72	16,54
S	10,01	10,76	11,87
Rez.	0,60	0,41	—
Total	100,04	100,60	100,59
1 — Rez.Fe=0,32, SiO <sub>2</sub> =0,28; 2 — Rez.Fe=0,41; 1-3 — Nagy-agit; Săcărimb (R. S. România).			

*Ocurență.* Mineralul a fost descris pentru prima oară în lume în România la Săcărimb, unde apare ca mineral dominant sau sporadic în unele fi-loane hidrotermale legate de magmatismul neogen. Cel mai adesea se întâl-nește în succesiunea: blendă, galenă, nagyagit, altait, bournonit, tetraedrit. În R. S. România mai apare la Căraci — jud. Hunedoara, Zlatna, Almașu Mare, Baia de Arieș.

În Australia apare la Kalgoorlie, în Noua Zeelandă la mina Sylvia, în Japonia la mina Rendaizi, în S.U.A. la Gold Hill (Colorado), la mina Dorleska (California) și la mina Kings Mountains (Carolina de Nord).

B. Grupa arseniurilor de cupru

**ALGODONIT** Cu<sub>6</sub>As

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Relația axială:* a : c = 1 : 1,622.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=2,599; c<sub>0</sub>=4,214 Å.

*Habitus:* granule fine. *Clivaj:* lipsește. *Luciu:* metalic. H=4; G=8,38—8,72.

*Chimism.* Raportul Cu : As=4 : 1 sau 5 : 1.

*Proprietăți optice.* Culoare alb-argintie, cenușiu-strălucitoare. Opac, slab anizotrop.

*Ocurență.* În R. S. România apare la Întregalde, cu caracter teletermal. Se mai găsește în Chile, în zăcămintul de argint Algodon, în Coquimbo și în S.U.A. (Michigan).

**DOMEYKIT** Cu<sub>3</sub>As

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=19,19 Å.

*Habitus:* mase reniforme. H=3—3 1/2. G=7,2—7,9. *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, cenușiu-strălucitor.

*Proprietăți optice:* Izotrop.

*Ocurență.* Apare în mina Sheldon-Columbia (Michigan — S.U.A.); la San Antonio, aproape de Copiapo în Atacama (Chile); la Långban (Suedia); în pen. Cornwall (Marea Britanie).

#### **HORSFORDIT** $\text{Cu}_5\text{Sb}$

Forme masive.  $H=4-5$ .  $G=8,812$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu. *Ocurență.* Se găsește în insula Mytilene din Marea Egee.

#### **COCINERIT** $\text{Cu}_4\text{AgS}$

Forme: masive.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=6,14$ . *Culoare:* cenușiu-argintiu. *Urmă:* cenușie de plumb.

*Ocurență.* Se întâlnește în mina Cocinera le Ramos, San Louis Potosi (Mexic).

## 2. TIPUL $\text{A}_3\text{X}$

#### **DISCRASIT** $\text{Ag}_3\text{Sb}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2 m m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5722 : 1 : 0,9225$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=2,990$ ;  $b_0=5,225$ ;  $c_0=4,820$  Å.

*Habitus:* piramidal, mase granulare sau foioase. *Macle:* fața de macă (110). *Clivaj:* (001), (011), bun (110), imperfect.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=9,74$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu.

*Proprietăți optice.* Opac, slab anizotrop.  $R$  pentru verde 66%, oranj 62,5%, roșu 61%.

*Ocurență.* În R. S. România apare în filoanele metalifere din provincia magmatică banatică (Băișoara) și neogenă (Cavnic, Zlatna). În depozite de argint, alături de galenă și alte sulfuri, cu gangă predominant din calcit se întâlnește în minele de la Andreasberg din M. Harz (R. F. Germania), în mina Consolos la Broken Hill (Australia).

#### **STIBIOPALLADINIT** $\text{Pd}_3\text{Sb}$

*Sistemul de cristalizare:* cubic?

*Clivaj:* absent.  $H=4-5$ .  $G=9,5$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, cenușiu-strălucitor.

*Proprietăți optice.*  $R$  pentru verde, oranj și roșu 56—57%.

*Ocurență.* Se găsește alături de sperylit în depozitele de platină din Transvaal (Africa de Sud).

## 3. TIPUL $\text{A}_2\text{X}$

Mineralele care aparțin tipului  $\text{A}_2\text{X}$  sînt sulfuri, seleniuri și telururi de Cu și Ag. Caracteristic acestor minerale este polimorfismul, la temperaturi ridicate apărînd formele cubice, în timp ce la temperaturi joase apar formele rombice. Pentru  $\text{Cu}_2\text{S}$  există și o fază hexagonală, care se formează la temperaturi ridicate, prin încălzirea calcozinei rombice (peste  $103^\circ\text{C}$ ).

## A. Grupa argentitului

### ARGENTIT $Ag_2S$

*Sistemul de cristalizare:* dimorf — cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$  la temperaturi peste  $179^\circ C$  (argentit) și monoclinic sub  $179^\circ C$  (acantit).

*Dimensiunea celulei elementare:* varietate cubică  $a_0=4,88 \text{ \AA}$ ;  $Z=2$ . Acan- titul, modificăția monoclinică, are  $a_0=9,49$ ;  $b_0=6,93$ ;  $c_0=8,30 \text{ \AA}$ ;  $\beta=124^\circ$ ; conține  $Ag_4S_2$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* cristale imperfecte cu forme de cub, cub și octaedru, uneori de dodecaedru romboidal. Adesea este arborescent, filiform sau masiv.

*Maclă:* plan de maclă (111) — la argentit și (101) — la acantit. *Clivaj:* după (001), (011) imperfect; fractură subconcoidală.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=7,2-7,4$ .

*Luciu:* metalic în spărtură proaspătă. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* cenușie, semimetalică.

*Proprietăți optice.* Opac; culoarea în secțiune lustruită alb-cenușie, mată, iar în comparație cu galena prezintă o tentă ușor albastrui-verzuie.  $R$  în aer pentru verde 37%, în imersie 21%, oranj în aer 33%, în imersie 18%, roșu în aer 30%, în imersie 15%. Bireflexia, practic, nu se observă în aer în timp ce în imersie se observă destul de bine. Este clar anizotrop.

*Transformări.* Sub acțiunea unor puternice raze de lumină suprafața lustruită a argentitului se înnegrește în câteva secunde.

*Ocurență.* Argentitul este întilnit în zăcămintele de minereuri care conțin sulfuri de argint deseori în parageneze cu argint nativ, blendă, pirită, galenă, calcopirită, tenantit-tetraedit, aur, electrum etc. În zona de îmbogățire secundară a zăcămintelor de sulfuri apare alături de kerargirit, argint nativ, ceruzit, limonit, stromeyerit, polibazit etc.

În R. S. România apare în mineralizații pirometasomatice asociate magmatismului banatitic la Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Băița-Bihor sau în filoane hidrotermale asociate magmatismului neogen la Ilba, Săsar, Cavnic, Baia Sprie, Roșia Montană, Baia de Arieș, Rodna, Stănița.

În R. S. Cehoslovacă se găsește la Přeborn și Ioachimov; în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg, Annaberg; în Bolivia la Colquechaca; în S.U.A., în Montana la Butte, în Colorado la Aspen și Leadville.

### AGUILARIT $Ag_4(Se, S)$

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Habitus:* cristale dodecaedrice și octaedrice, uneori mase masive sau scheletiform. *Clivaj:* lipsește.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=7,586$ . *Luciu:* metalic, strălucitor. *Culoare:* alb de fier.

*Proprietăți optice:* Opac izotrop sau slab anizotrop.

*Ocurență.* Asociat cu argentitul se găsește în minele de la San Carlos, Guanajuato (Mexic).

### NAUMANNIT $Ag_2Se$

*Sistemul de cristalizare:* cubic la temperaturi de peste  $133^\circ$  și monoclinic sub  $133^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,983 \text{ \AA}$ ; conține  $Ag_4S_2$ .

*Habitus*: cristale cubice, mase granulare masive. *Clivaj*: (001), perfect, maleabil.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=7,0$  (Idaho) și  $8,0$  (M. Harz). *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb. *Urmă*: alb de fier.

*Proprietăți optice*. Opac; în secțiuni lustruite ușor anizotrop; *R* pentru verde 36%, oranj 34,5%, roșu 30%.

*Chimism*. Conține 73,19% Ag și 26,81% Se.

*Ocurență*. Se găsește asociat cu claushalitul și alte seleniuri, carbonați, cuarț. De asemenea în filonasele de la Tikerode (M. Harz); la Mendoza (Argentina) și în districtul Sylver City (S.U.A.).

#### DIGENIT $Cu_{2-x}S$

*Sistemul de cristalizare*: cubic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,56$  Å; conține  $C_{8-4z}S_4$ .  $Z=1$ .

*Habitus*: cristale octaedrice, deseori masiv. *Clivaj*: (111) (artificial). *Spărtură*: concoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=5,546$ . *Culoare*: albastru-închis.

*Proprietăți optice*. Opac, izotrop. *R* pentru verde 24,5%, oranj 18%, roșu 15,5%. *Culoare* albastră.

*Ocurență*. Asociat cu calcozina, pseudomorfozează bornitul. În România apare în zăcămintele pirometasomatice asociate magmatismului banatic de la Sasca Montană, Băița — Bihor și în zăcămintele asociate vulcanismului neogen la Deva și Roșia Montană. Întilnit în Suedia la Kiruna, în Mexic la Cananea, în S.U.A. la Butte (Montana) și la Kennecott (Alaska).

#### BERZELIANIT $Cu_2Se$

*Sistemul de cristalizare*: cubic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,731$  Å.

*Habitus*: granule diseminate, mase arborescente (dendrite). *Clivaj*: absent.  $H=2$ .  $G=6,71$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-argintiu.

*Proprietăți optice*. Opac, în secțiuni lustruite izotrop. *R* pentru verde 29%, oranj 25%, roșu 18,5%.

*Chimism*. Conține 61,6% Cu și 38,4% Se. Mai conține Fe și Ti.

*Ocurență*. Apare în zăcămintele hidrotermale din M. Harz, apoi la Skrikerum (Suedia), la Cerro de Cacheuta, Mendoza (Argentina).

#### CROOKESIT $(Cu, Tl, Ag)_2Se$

*Habitus*: mase compacte. *Luciu*: metalic.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=6,90$ . *Culoare*: cenușiu de plumb.

*Ocurență*. Apare în mina de la Skrikerum (Suedia).

#### EUCAIRIT $CuAgSe$

*Sistemul de cristalizare*: pseudotetragonal.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,10$ ;  $c_0=6,31$  Å.  $Z=1$ .

*Habitus*: octaedric, mase granulare. *Clivaj*: absent.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=7,6-7,8$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-argintiu, cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice*. Opac, anizotrop. *R* pentru verde 33%, oranj 27%, roșu 28%.

*Chimism.* Conține 25,30% Cu, 43,11% Ag și 31,59% Se.

*Ocurență.* Alături de seleniuri (berzelianit, crookesit), apare în Chile la Aguos Blancas și în minele de la Flamenco, în Argentina la Sierra de Umango, în Suedia în mina Skrikerum și în R. F. Germania în M. Harz.

### HESBIT $Ag_2Te$

*Sistemul de cristalizare:* cubic, la temperaturi peste  $149^{\circ}C$ , și monoclinic, la temperaturi normale, păstrându-și formele izometrice.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,572 \text{ \AA}$ ; pentru modificarea monoclinică  $a_0=6,57$ ;  $b_0=6,14$ ;  $c_0=6,10 \text{ \AA}$ ; conține  $Ag_8Te_4$  (cubic) și  $Ag_8Te_3$  (monoclinic).

*Relația axială:* pentru modificarea monoclinică  $a : b : c=1,070 : 1 : 0,993$ ;  $\beta=61^{\circ}15'$ .

*Habitus:* mase granulare, cristale tabulare, deseori forme cubice. Tipuri principale de forme: a (001), d (011), m (113), n (112). Pe cristalele mari de hessit de la Boteș-Bucium, cunoscut și sub numele de *botesit*, s-au determinat formele (100), (110), (111), (221), (210), (310). *Macie:* macle lamelare vizibile la modificarea de temperatură ridicată. *Clivaj:* (001) slab.  $H=2-3$ .  $G=8,24-8,45$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor.

*Proprietăți optice.* Opac, izotrop (modificarea de temperatură ridicată) și anizotrop (modificarea stabilă sub  $149^{\circ}C$ ).  $R$  pentru verde 43%, oranj 40%, roșu 42%.

*Chimism.* Analizele arată compoziția unei telururi de argint, unde Au și Pb apar probabil ca impurități determinate de prezența petzitului.

Tabelul 19

### Analize chimice

	1	2	3
Ag	62,86	61,52	61,16
Au	—	1,01	—
Pb	—	—	1,90
Te	37,14	37,77	36,11
Total	100,00	100,30	99,17

1 —  $Ag_2Te$ ; 2 — Boteș-Zlatna (Botesit); 3 — San Sebastian (Mexic).

*Ocurență.* Se găsește în zăcămintele hidrotermale, alături de aur nativ și telururi — calaverit, silvanit, petzit, altait etc.

În România apare în zăcămintele pirometasomatice hipotermale legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) și în filoane hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Baia Mare, Băița, Săcărîmb, Curechiu, Stănița, Bucium).

În Australia se găsește la Kalgoorlie, în Chile la Arqueros și Coquimbo, în Mexic la San Sebastian, în S.U.A., în California la mina Stanislaus de la Carson Hill și în Colorado la mina Goldhill.

*Sistemul de cristalizare:* cubic la temperaturi ridicate.

*Habitus:* mase fin-granulare compacte. *Clivaj:* (001). *Spărtură:* sub-concoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=8,7-9,02$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu de fier.

*Proprietăți optice.* În secțiuni lustruite parțial anizotrop.  $R$  pentru  $\lambda=465 \text{ m}\mu$  este 42,2%;  $\lambda=527 \text{ m}\mu$ —39,8%; pentru  $\lambda=589 \text{ m}\mu$ —38,2%. Anizotropia, în raport cu cea a hessitului, este mai slabă.  $H e l k e$  susține existența a două modificații:  $\alpha$  petzit, de temperatură ridicată, și  $\beta$  petzit, de temperatură scăzută, modificații care coexistă.

Tabelul 20

**Analize chimice**

	1	2
Ag	46,76	42,14
Au	18,26	25,63
Te	34,98	32,23
1 — Săcărîmb (România); 2 — Stanislaus Mine (S.U.A.).		

*Ocurență* Apare în filoane aurifere asociate formațiunilor intruzive subvulcanice, împreună cu alte telururi, în filoane hidrotermale aurifere cu telururi legate de magmatismul neogen. Descriș pentru prima oară în lume în zăcămintul de la Săcărîmb (România).

În Australia se găsește la Kalgoorlie; în S.U.A. este întilnit în statul Colorado în minele Goldhill și Sunshine, în statul California la Stanislaus și Melones; în Canada, în mina Hollinger.

**B. Grupa calcozinei**

**CALCOZINA  $\text{Cu}_2\text{S}$**

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5822 : 1 : 0,9701$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,8$ ,  $b_0=27,2$ ,  $c_0=13,44 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_{320}\text{S}_{160}$ .  $Z=96$ .

*Habitus:* de regulă sub formă de foițe groase sau prisme scurte, mase granulare compacte; cristalele alungite după  $b$  sau  $a$ , tabulare (001). *Macle:* simple după (110), mai rar (112), macle triple (110), care imprimă cristalului un habitus hexagonal, macle cruciformă (032). *Clivaj:* (110) slab. *Spărtură:* concoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=5,5-5,8$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* Opaс, culoare albă în aer, alb-albăstruie în imersie.  $R$  pentru verde 22,5%, oranj 16%, roșu 15%, iar în imersie  $R$  pentru verde 12%, oranj 7%, roșu 5%. Anizotrop, mai ales cînd nicolii nu sînt perfect încrucișați.



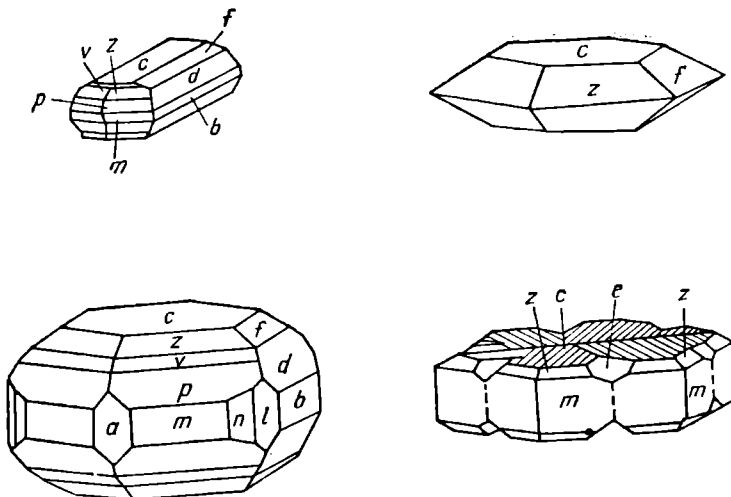
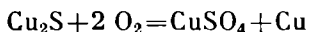


Fig. 12. Cristale de calcozină: c (001), b(010), a (100), l (130), n (230), m (110), f (012), d (021), z (113), v (112), p (111); plan de maclă (110) și (130); plan de alipire (130).

**Ocurență.** Se formează atât în condiții exogene cât și endogene, de regulă numai la temperaturi sub 105°C. Ca mineral endogen apare rar în zăcămintele hidrotermale de sulfuri, îndeosebi în cele bogate în sulfuri de cupru și sărace inițial în sulf. În aceste condiții este semnalat în asociație cu bornitul. În majoritatea cazurilor apare în zăcămintele hidrotermale pe cale exogenă, în zonele de îmbogățire secundară din cadrul zăcămintelor de sulfuri de cupru. Deseori se formează metasomatic, înlocuind de regulă calcopirita, bornitul sau chiar galena, blenda, pirita. Se cunosc cazuri de formare a calcozinei din soluții cuprifere, în roci sedimentare în care se află resturi organice.

Trece deseori în cuprit, malachit, azurit sau alți compuși oxigenați de cupru. În cazurile de oxidare incompletă se oprește la forma de cupru nativ potrivit reacției:



În R. S. România apare ca mineral endogen sau exogen (în zona de cimentare) în zăcămintele cuprifere sau complexe, legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Crucea, Bălan, Altin Tepe), de gabbrourele și serpentinitele paleozoice (Rășinari, Plavișevița), de ofiolitele mezozoice (Munții Mehedinți, Pietroasa), în zăcămintele asociate magmatismului banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Tincova) și neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, M. Țibleș, Deva, Săcărimb, Hondol, Stănița, Abrud, Mușca).

În U.R.S.S. se găsește la Bogoslovsk în M. Ural, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov și în diferite mine din Chile, Peru, Mexic, S.U.A.

#### **STROMEYERIT** $\text{CuAgS}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,5822 : 1 : 0,9668$ .

**Habitus:** prisme pseudohehexagonale (001), mase compacte. Forme caracteristice: c (001), b (010), m (110), u (012), w (114), p (111). **Maclă:** planul

de maclă m (110). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: concoidală, subconcoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=6,2-6,3$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu-strălucitor.

*Proprietăți optice*. Opac, puternic anizotrop.  $R$  în aer pentru verde 27,5%, oranj 26%, roșu 26%, iar în imersie  $R$  pentru verde 17%, oranj 13%, roșu 10%. Bireflexia este slabă în aer, iar în imersie este clară. Culoarele de anizotropie sînt în tonuri de albastru și violet.

*Ocurență*. Se găsește în zăcămintele hidrotermale, în zona de îmbogățire secundară cu minerale de cupru, cuprit, cupru nativ, crisocol, malachit, azurit etc.

În România apare ca mineral supergen format pe seama sulfurilor poli-metalice, legate de magmatismul banatic (Băița — Bihor) și de cel neogen (Băile Borșa).

În U.R.S.S. este întilnit în Munții Altai, în Chile la Santiago, la San Lorenzo în Aconcagua, la Copiapó în Atacama și în Tarapacá, în S.U.A. la La Butte (Montana).

#### 4. TIPUL $A_3X_2$

##### MAUCHERIT $Ni_{11}As_8$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal, 4 2 2.

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 3,190$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 6,844$ ;  $c_0 = 21,83$  Å; conține  $Ni_{44}As_{32}$ .

*Habitus*: forme tabulare după (001), uneori piramidale. Fețele de piramidă prezintă striatiuni paralele cu (001). Mase granulare sau fibroase radiare. *Macle*: plan de maclă (203). *Clivaj*: absent.  $H=5$ .  $G=8,00$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: în spărtură este cenușiu-platinat, cu reflexe roșii.

*Proprietăți optice*. Culoare albă cu reflexe slab roz, vizibilă mai ales în comparație cu mineralele albe.  $R$  în aer pentru verde 60%, oranj 55,5%, roșu 51%, în imersie pentru verde 51%, oranj 50%, roșu 45%. Bireflexia nu se observă. Efectele de anizotropie se observă destul de greu în aer, în imersie se văd destul de bine, remarcîndu-se cu această ocazie și structura mineralului.

*Ocurență*. Apare în zăcămintele de nichel, cobalt și bismut, alături de nichelină, cloantit, smaltină, gersdorfit, millerit, safflorit, argentit, pirargirit etc.

În România se află la Bădeni în șisturi cristaline, asociat cu nichelină, cloantit, millerit, pirită, ankerit. În R. D. Germană se găsește la Eisleben și Mansfeld, în Spania la Los Jarales, în Canada la mina Moose Horn și Sudbury, în Maroc la Bou Azer.

##### UMANGIT $Cu_3Se_2$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 4,28$ ;  $b_0 = 6,4$ ;  $c_0 = 12,46$  Å.  $Z=4$ .

*Mase*: compacte, agregate granulare.  $H=3$ ;  $G=6,78$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: în spărtură proaspătă ușor violet, cu timpul violet-albăstrui. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Opac, ușor anizotrop, pleocroism:  $\omega =$  violet-roșu,  $\epsilon =$  cenușiu-albastru.  $R\omega$  pentru verde 17%, oranj 14%, roșu 16%,  $R\epsilon$  pentru verde 19%, oranj 14%, roșu 14%.

*Ocurență.* Se găsește în Argentina la Sierra de Umango, asociat tiemanitului, bornitului, calcitului; în R. F. Germania la Andreasberg; în Suedia la Skrikerum; în Spania la Rio Tinto.

### BORNIT $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$

*Sistemul de cristalizare:* cubic;  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare.*  $a_0=10,97 \text{ \AA}$ .  $Z=8$ ; la temperatura camerei devine de cele mai multe ori rombic;  $a_0=b_0=21,94$ ;  $c_0=10,97 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_4\text{Fe}_8\text{S}_{32}$ .

*Habitus:* cristale cubice, dodecaedrice, rar octaedrice. *Mase:* compacte, granulare. *Macle:* plan de macle (111). *Clivaj:* (111), întrerupt. *Spărtură:* concoidală.  $H=3$ ;  $G=4,9-5,3$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* în spărtură proaspătă este roșu-arămiu-închis; cu timpul se acoperă cu o pojghiță irizată (mai ales albastră). *Urmă:* neagră-cenușie.

*Proprietăți optice.* Prezintă o slabă anizotropie, iar în imersie poate fi chiar clar anizotrop.  $R$  în aer pentru verde 18,5%, oranj 19%, roșu 21%, în imersie pentru verde 7%, oranj 8%, iar roșu 11%. Comportarea diferită a bornitului din punct de vedere optic este determinată de variația compoziției sale chimice. Formula  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  este teoretică, compoziția chimică reprezentând un amestec de  $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$  și  $\text{Cu}_9\text{FeS}_6$  (K r a u s și G o l d s b e r r y, 1914).

*Ocurență.* Este un mineral de origine atât endogenă cât și exogenă. Bornitul endogen apare în unele zăcămintele hidrotermale, în parageneză cu calcozină endogenă, galenă, blendă, pirită etc. Bornitul exogen este întâlnit în zăcămintele hidrotermale de sulfuri, în zonele de îmbogățire secundară, asociat cu relicte de calcopirită, cu calcozină și covelină. Se mai formează pe cale metasomatică, sub formă de filonașe mici neregulate, salbade sau mase compacte.

În comparație cu alte sulfuri secundare de cupru, bornitul este mai puțin stabil, fiind înlocuit de calcozină și covelină, mai bogate în Cu. Prin descompunere, pe seama bornitului, în zona de oxidare se formează compuși oxigenați: malachitul, azuritul, mai rar cupritul.

În România este întâlnit rar în zăcămintele de șisturi cristaline (Crucea, Bălan, Altin Tepe, Bucova, Teregova), în mod excepțional legat de magmatismul hercinic (Plavișevița), uneori în mineralizații cuprifere mezotermale asociate provinciei ofiolitice mezozoice (Căzănești, Pietroasa, Balabancea), relativ frecvent în zăcămintele pirometasomatice hipotermale ale provinciei banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Oțelu Roșu), precum și în zăcămintele hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Baia Sprie, Țibleș, Deva, Stănița, Bucium).

În R. D. Germană apare la Berggiesshübel în Saxonia, în Suedia la Norberg, în Anglia la Redruth.

### 5. TIPUL $A_4X_3$

#### DIMORFIT $\text{As}_4\text{S}_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \bar{2}/m \bar{2}/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6032 : 1 : 0,9068$ .

*Habitus*: cristale bipiramidale (111), tabulare (001) sau prismatice cu forme (110) și (001). Forme caracteristice: c (001), b (010), m (110), t (021), d (101), p (111). *Clivaj*: absent.  $H=1\frac{1}{2}$ .  $G=2,58-2,60$ . *Luciu*: adamantin. *Culoare*: galben, oranj.

*Proprietăți optice*: Transparent, biax pozitiv, pleocroic, birefringență moderată.

*Chimism*. Sulfură de arsen: As=75,70%, S=24,30%.

*Ocurență*. Asociat realgarului și sulfurii apare în fumarole cu sulfuri (T=70–80°); este citat la Solfatara în Italia și la Cerro de Pasco în Peru.

#### **RICKARDIT** $Cu_4Te_3 \sim Cu_3Te_2$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=3,98$ ;  $c_0=6,12$  Å.

*Habitus*: mase neregulate masive.  $H=3$ .  $G=7,54$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: roșu-violuteu.

*Proprietăți optice*. În secțiuni lustruite puternic anizotrop și puternic pleocroic:  $\omega$ =roșu,  $\epsilon$ =violet-cenușiu.

*Chimism*. Compoziția chimică: Cu=40,74%; Te=59,21%.

*Ocurență*. Asociat cu telur nativ, petzit etc. Apare în S.U.A. la mina Good Hope, Vulcan, la Empress Josephine, Bonanza (Colorado) și Warren (Arizona); în Australia la Kalgoorlie.

#### **WEISSIT** $Cu_5Te_3$

*Sistemul de cristalizare*: hexagonal (?)

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=12,14$ ;  $c_0=21,71$  Å.

*Habitus*: masiv.  $H=3$ .  $G=6$ . *Culoare*: negru-albăstrui pe suprafață proaspătă. *Urmă*: neagră. *Luciu*: metalic.

*Ocurență*. Asociat cu pirită, telur, silvanit, petzit și rickardit se găsește în S.U.A. la Good Hope, Mammoth Chimmy, Vulcan (Colorado).

## 6. TIPUL AX

Mineralele din tipul AX prezintă simetrie cubică sau hexagonală; frecvente sînt modificările polimorfe, ex.: wurtzit și blendă, cinabru și meta-cinabarit etc. Principalele tipuri de rețele cristaline sînt de tipul structurii clorurei de sodiu (galena), structură cubică polară (blenda), structură apropiată de forma hexagonală (wurtzitul) și structură întilnită la metalele tranziționale cu anioni mai ușor polarizabili (arseniura de nichel).

### A. Grupa galenei

#### **GALENĂ** $PbS$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $4/m\bar{3}2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,94$  Å; conține  $Pb_4S_4$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: de cele mai multe ori cristale cubice, cub-octaedrice, octaedrice, dodecaedru romboidal. Forme frecvente: a (100), o (111), d (011), f (013),

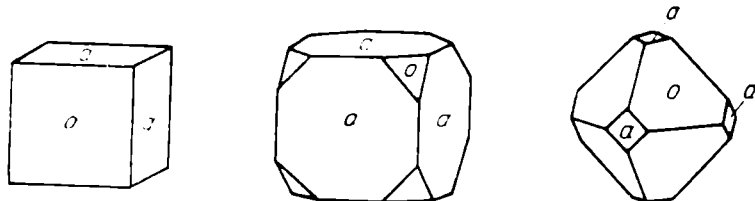


Fig. 13. Cristale de galenă.

p (122), mase granulare tabulare (001), separații diseminate de formă neregulată. *Macle*: plan de maclă (111) sau (114), lamelare. *Structura cristalină*: analoagă cu cea a clorurii de sodiu, fiecare atom de plumb fiind înconjurat de șase atomi de sulf. Apar legături de rezonanță între electronii de sulf și de plumb, care determină caracterul de semiconductor al cristalelor. *Clivaj*: (001), aproape perfect; varietățile cu bismut arată un clivaj după fața (111) care prin încălzire dispare, apărând clivajul normal după fața de cub.  $H = -2\frac{1}{2} - 2\frac{3}{4}$ .  $G = 7,58$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: pe spărtură proaspătă cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice*. Culoarea în secțiune lustruită este albă (etalon pentru culoare albă).  $R$  în aer pentru verde 43,4%, oranj 41,6%, roșu 40%, iar în imersie pentru verde 28,8%, oranj 27,1%, roșu 25,9%. Este izotrop. Poate prezenta o slabă anizotropie în cazul când a fost supusă presiunilor orientate sau când formează soluție solidă cu  $\text{AgBiS}_2$  (matilditul).

*Chimism*. Cristalele de galenă conțin, alături de S și Pb, un număr ridicat de elemente minore. Puține din acestea joacă un anumit rol sau au o influență semnificativă în momentul separării cristalelor de galenă; majoritatea dintre aceste elemente provin, în cea mai mare măsură, din mineralele concrescute intim cu galena, mispichelul, tetraedritul și alte sulfosăruri. Sînt remarcate conținuturi diferențiate de As, Sb, Bi, Se, Sn, Mn, Mo, Co, Ni.

*Transformări*. În urma proceselor de alterare a zăcămintelor, galena se oxidează acoperindu-se cu o crustă de anglezit ( $\text{PbSO}_4$ ), care la suprafață, în contact cu aerul atmosferic, se acoperă de o crustă de ceruzit ( $\text{PbCO}_3$ ). Acești compuși greu solubili formează un fel de scut protector în jurul părții centrale neatinsă de alterare, oprind acțiunea agenților oxidanți în interior. Spre deosebire de blendă, în zona de oxidare pe seama galenei, se formează în afară de anglezit și ceruzit, și o serie de compuși oxigenați, greu solubili, de tipul fosfaților, arseniaților și vanadaților.

*Ocurență*. Galena este întilnită aproape exclusiv în zăcămintele hidrotermale, unde apare în parageneză cu blendă, pirită, sulfosăruri, telururi, arseniuri și seleniuri. Zăcămintele hidrotermale de plumb și zinc se prezintă, fie sub formă de filoane tipice, fie ca zăcămintă metasomatice, neregulate, în calcare.

În România apare în complexe cristaline (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Pojorîta, Crucea, Broșteni, Bălan, Turnu Roșu, Gura Văii, Teregova, Muncelu Mic, Vețel, Eibenthal), fie în lentile de geneză discutabilă, ulterior metamorfizate, sau ca filoane și lentile hidrotermale vechi, apoi în filoane hidrotermale în legătură cu magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Jolotca, Șinca Nouă, Poiana Mărului, Almaș-Săliște, Somova, Turcoaia), în filoane și corpuri pirometasomatice asociate magmatismului banatitic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Săvișrin, Băița — Bihor, Pietroasa, Băișoara), în filoane hidrotermale legate

de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Poiana Botizei, Țibleș, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Ruda-Barza, Almașu Mic de Munte — jud. Hunedoara, Almașu Mare — jud. Alba, Bucium, Roșia Montană, Sohodol, Lupșa, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. sînt interesante: zăcămintul filonian de la Sadonsc, Caucazul de Nord, de la Turlanșe Acisaisc, zăcămintul metasomatic în calcare din Munții Kara-Tau, zăcămintele de sulfuri complexe din Munții Altai. În S.U.A. apare în regiunea Mississippi Valley la Joplin, Galena și Picher, precum și în statul Colorado la Leadville; în R. S. F. Iugoslavia la Trepça; în Austria la Bleiberg; în Spania la Sinores Pennaroya; în R. P. Bulgaria în Munții Rodopi; în R. D. Germană la Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Přebram și Mies; în Mexic la Santa Eulalia; în Canada la minele Sullivan.

#### CLAUSTHALIT PbSe

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,15 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_4Se_4$ .

*Habitus:* mase granulare compacte. *Clivaj:* (001) bun.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 7,8 - 8,079$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice.* Opac, în secțiuni lustruite izotrop.  $R$  pentru verde 50%, oranj 43%, roșu 40%.

*Chimism.* Seleniură de plumb, la care se adaugă alături de Pb și Se, ca elemente minore, Hg, Ag, și Cu, Co, Fe, ca impurități.

*Ocurență.* Se găsește la Clausthal, Lehrbach și Zorge în Munții Harz (R. F. Germania), iar în Saxonia la Reinsberg la nord de Freiberg (R. D. Germană), apoi în Spania la Rio Tinto, în Argentina la Cerro de Cacheuta.

#### ALTAIT PbTe

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,45 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_4Te_4$ .

*Habitus:* mase compacte masive, uneori cristale cubice și cub-octaedrice. Forme principale:  $a$  (001),  $o$  (111),  $\beta$  (223). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* subconcoidală.  $H = 2,5$ .  $G = 8,1 - 8,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, ușor gălbui.

Tabelul 21

#### Analize chimice

	1	2
Pb	61,33	60,71
Ag	0,43	1,17
Au	0,02	0,26
Cu	0,01	—
Fe	0,13	—
Te	38,43	37,31
Se	0,08	—
Total	100,43	99,45
1 — Kalgoorlie (Australia); 2 — Stanislaus (California).		

*Proprietăți optice.* Opac, în secțiuni lustruite izotrop.  $R$  pentru verde 61%, oranj 55%, roșu 52%. Uneori prezintă anizotropie optică determinată de procesul de lustruire. În imersie  $R$  pentru verde, 56%, oranj 51% și roșu 48%.

*Chimism.* Este o telurură de plumb la care se semnalează și prezența Ag, Au, Cu, Fe (tab. 21).

*Ocurență.* În România apare în filoane hidrotermale, legate de magmatismul banalitic (Băița — Bihor) sau de cel neogen (Băița, Săcărîmb, Ruda-Barza, Stănița, Bucium, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. se găsește în Munții Altai, în zona Semipalatinsk, în Siberia, asociat cu hessitul; în Chile la Condorriaco; în Carolina de Nord (S.U.A.) este asociat cu cuarț, aur, galenă, pirită, tetraedit.

#### ALABANDINĂ $MnS$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,22 \text{ \AA}$ ; conține  $Mn_4S_4$ .

*Habitus:* cristale cubice, cub-octaedrice, mase granulare. Forme caracteristice: a (001), d (011), o (111), n (112). *Macles:* plan de macle (111), simple sau complexe. *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 3 \frac{1}{2} - 4$ .  $G = 4,0 - 4,05$ . *Luciu:* semi-metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* verde.

*Proprietăți optice.* Opac. Izotrop.  $R$  în aer pentru verde 24%, oranj 21% și roșu 20%. În imersie pentru verde 12,5%, oranj 8,5%, roșu 8%. Reflexe interne de culoare verde-închis se observă numai în imersie, cu multă atenție.

*Ocurență.* Este un mineral destul de rar, fiind identificat îndeosebi în filoanele epitermale, alături de rodonit și rodocrozit, minerale de argint, telururi de aur, blendă, galenă, calcopirită etc.

În România se găsește în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen, la Cărnăci, Săcărîmb, Zlatna-Almașu Mare, Roșia Montană, Baia de Arieș.

În Peru apare la Morococha; în Mexic la Puebla; în Japonia la Saimyoji, Ugo; în S.U.A. la Tombstone, Schellbourne, Eureka Gulch.

#### OLDHAMIT $CaS$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,686 \text{ \AA}$ .

*Clivaj:* (001).  $H = 4$ .  $G = 2,58$ . *Culoare:* brun-pal.

*Proprietăți optice.* Transparent, izotrop,  $n_{Na} = 2,137$ .

*Ocurență.* Se găsește în meteoriții de la Busti (India) și de la Bishopville din statul Carolina de Sud (S.U.A.).

### B. Grupa blendei

#### BLENDĂ $ZnS$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,406 \text{ \AA}$ ; conține  $Zn_4S_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale tetraedrice, forme pozitive și negative, deosebindu-se prin caracterul luciului și prin figurile de coroziune. Forme caracteristice:

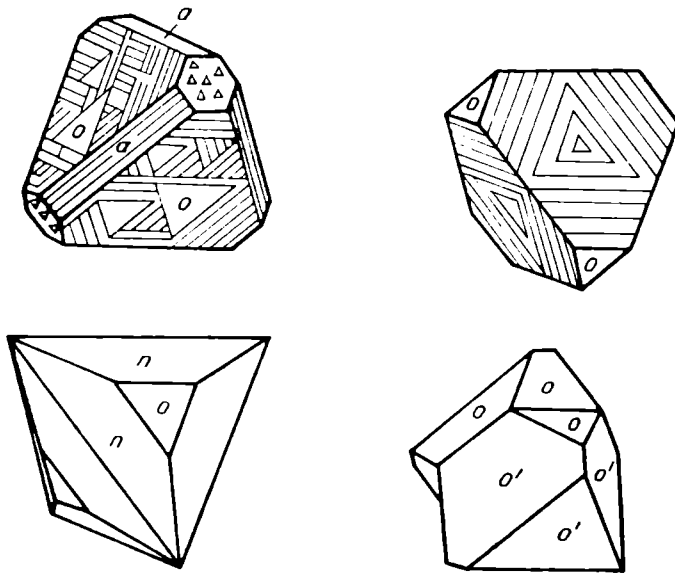


Fig. 14. Cristale de blendă.

a (001), d (011), o (111), -o ( $\bar{1}11$ ), n (112), -n ( $\bar{1}12$ ),  $\beta$  (223) etc. Mase compacte cu structură granulară netă, mai rar aspecte reniforme, fibroase, cripto-cristaline. *Macle*: ax de maclă [111], cu fața paralelă sau perpendiculară pe fața (111), lamelare. *Clivaj*: (011) perfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=3,9-4,2$ ; variază odată cu variațiile conținutului în Fe. *Culoare*: brun sau galben-brun, deseori negru (marmatitul) mai rar galben, roșu sau verzui. Se cunosc varietăți cu totul incolore și transparente (cleiofanul). *Urmă*: albă, ușor colorată în nuanțe gălbui și brune; varietățile bogate în fier lasă urmă brună. *Luciu*: rășinos sau adamantin. Rău conducător de electricitate. Prezintă proprietăți termoelectrice. Unele varietăți devin fosforescente prin frecare sau sfărâmare.

*Chimism*. Alături de Zn sînt remarcate sub formă de amestecuri izomorfe elemente de tipul Fe, Ge, Pb, Cd, In, Mn, Ga, Co, Ni, Hg. Conținutul acestor elemente variază în funcție de condițiile de formare ale mineralului, gradul de saturație a soluției hidrotermale în elemente chimice străine, tipul atomic al elementelor coexistente în soluție, temperatura, presiunea, capacitatea rețelei de a accepta elementele străine în celula sa.

*Structura reticulară* a blendei este de tip diamant, reprezentată prin două rețele cubice cu fețele centrate întrepătrunse la  $\frac{1}{4}$  din diagonala spațială a cubului elementar. În rețeaua cubică fiecare atom de zinc este înconjurat tetraedric de patru atomi de sulf și invers. Considerînd planele reticulare paralele cu fața de octaedru, se observă așezarea polară a atomilor în direcția axei  $A^3$ , atomii de zinc fiind situați față de atomii de sulf totdeauna în același sens al direcției [111], ceea ce concordă cu simetria cubică tetraedrică. În opoziție cu diamantul, de a cărui structură se apropie, clivajul la blendă nu se produce după fețele de octaedru, ci după fețele de dodecaedru romboidal, deoarece planele reticulare corespunzătoare prezintă densitatea maximă, conținînd același număr de ioni de Zn și S.



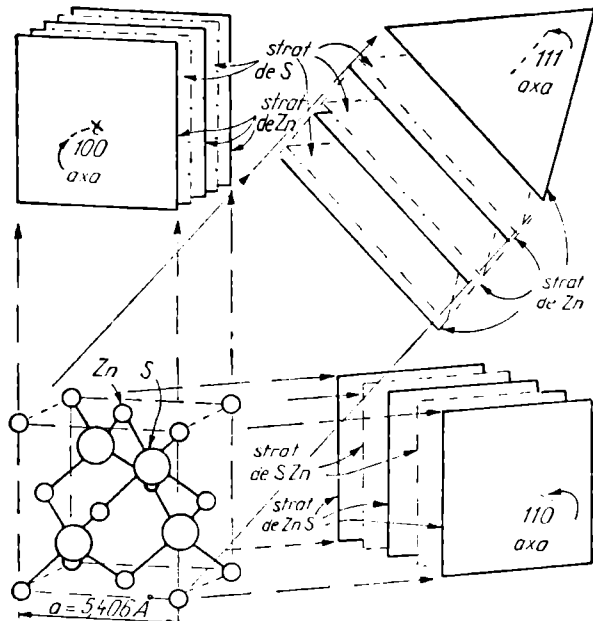


Fig. 15. Structura blendei.

**Transformări.** Se alterează trecând în sulfat de zinc solubil în apă, de unde sărăcirea în Zn în zonele de oxidație. Apele, întâlnind calcare, depun carbonatul de Zn.

**Proprietăți optice.** În secțiuni lustruite este izotrop, semitransparent, cu indici de refracție ridicați. Valorile indicelui de refracție  $n$  pentru diferite lungimi de undă variază în raport de conținutul de Fe (tab. 22).

Tabelul 22

**Variația indicelui de refracție  $n$  (Na) la blendă**

% Fe	$n$ (Na)	Localizarea
5,47	2,400	Spania
10,80	2,430	Australia
17,06	2,470	Saxonia

Culoarea în secțiune lustruită este cenușie, tenta variind în funcție de ambianța paragenetică în care apare granulul. Este etalon pentru culoarea cenușie.  $R$  în aer pentru verde 18,5%, oranj 14,5%, roșu 18%; în imersie pentru verde 6,5%, oranj 5,5%, roșu 5,5%. Reflexele interne prezintă culori în tonuri de galben până la alb la blendele foarte puțin ferifere și brun-roșietice la blendele ferifere.

**Ocurență.** Majoritatea a acumulărilor de blendă sînt de origine hidrotermală. În aceste zăcămintе hidrotermale blenda este legată de galenă, calcopirită, pirită etc. Poate fi întâlnită și ca mineral exogen, dar foarte rar. Este deseori semnalată în unele zăcămintе de cărbuni.

În România apare în șisturi cristaline, formînd corpuri și lentile cu geneză discutabilă, în orice caz ulterior metamorfozate sau în filoane hidrotermale vechi (la Băile Borșa, Rodna, Cîrlibaba, Pojorita, Crucea, Broșteni, Bălan, Eibenthal, Vadu Dobrii); în filoane hidrotermale în legătură cu magmatismul mezozoic (la Gemenea, Ostra, Ditrău, Jolotea, Poiana Măru-lui, Căzănești, Somova); în filoane și corpuri pirometasomatice, legate de magmatismul banatic (la Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Băița — Bihor, Băișoara); în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (la Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Alte zăcămintele importante sînt la Příbram (R. S. Cehoslovacă); Binnenthal (Elveția); Santander în nordul Spaniei; Joplin-Missouri — Kansas (S.U.A.); Broken Hill (Australia); Sullivan (Columbia); în Silezia (R. P. Polonă); la Trepça (R. S. F. Iugoslavia); în Munții Rodopi (R. P. Bulgaria); la Freiberg, Annaberg (R. D. Germană); la Laffrey (Franța).

#### METACINABARIT $HgS \sim (Hg, Fe, Zn)S$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,854 \text{ \AA}$ ; conține  $Hg_1S_4$ ,  $Z = 4$ .

*Habitus:* tetraedric, mase compacte. Forme caracteristice:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $-o(\bar{1}11)$ ,  $o(111)$ ,  $\eta(015)$ ,  $e(012)$ ,  $m(113)$  etc. *Macles:* plan de macle (111). *Clivaj:* absent.  $H = 3$ .  $G = 7,65$ . *Spărtură:* concoidală. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-cenușiu. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Izotrop, culoarea este alb-cenușie în secțiune lustruită; uneori indică fenomene de slabă anizotropie; bireflexie slabă, mai clară în imersie.

*Chimism:* Deseori se remarcă prezența Zn și Se substituind Hg și respectiv S (tab. 23).

Tabelul 23

#### Analize chimice

	1	2	3
Hg	77,68	79,69	83,38
Fe	5,36	1,04	—
Zn	—	3,32	2,17
Se	—	—	—
S	14,97	14,97	14,24
Rez.	1,41	—	0,52
<b>Total</b>	<b>99,42</b>	<b>99,02</b>	<b>100,31</b>
1 — Baia Sprie (România); 2 — Pola de Lena (Spania); 3 — Levigliani (Italia).			

*Ocurență.* Este întilnit asociat, de regulă, cu cinabru, wurtzit, stibină, marcasită, mercur nativ, realgar, în parageneze specifice zăcămintelor hidrotermale de temperatură joasă. În România apare la Baia Sprie. Este citat la Idria, Levigliani în Italia, la Mernik în Cehoslovacia, la Pola de Lena în Spania, la San Onofre în Mexic, la New Almaden și New Idria în S.U.A.

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,069 \text{ \AA}$ ; conține Hg<sub>4</sub>Se<sub>4</sub>.

*Habitus:* cristale tetraedrice. Forme caracteristice: o (111), a (001), -o ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), m (113), -m ( $\bar{1}\bar{1}\bar{3}$ ). Striații după direcția [1 $\bar{1}$ 0]. *Macle:* după axul [111]. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* conoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=8,19$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice.* Opac, în secțiune lustruită izotrop.  $R$  pentru verde 30%, oranj 27%, roșu 25%.

*Ocurență.* Apare la Clausthal și Zorge (M. Harz).

### COLORADOIT HgTe

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,08 \text{ \AA}$ ; conține Hg<sub>4</sub>Te<sub>4</sub>.

*Habitus:* mase granulare. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=8,19-8,47$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier, cenușiu.

*Proprietăți optice.* Izotrop.  $R$  pentru verde 30%, oranj 27%, roșu 25%.

*Ocurență.* Se găsește la Kalgoorlie (Australia), asociat aurului și telururilor de argint. Este citat la Clausthal și Lerbach (în Munții Harz) și la Pinte — statul Utah (S.U.A.).

## C. Grupa calcopiritei

### CALCOPIRITĂ CuFeS<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $\bar{4} 2 m$ .

*Relația axială:*  $a : c=1 : 1,9705$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,28$ ;  $c_0=10,41 \text{ \AA}$ .  $Z=4$ . Conține Cu<sub>4</sub>Fe<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

*Habitus:* cristalele idiomorfe rare; în cazurile cînd apar forme cristalografice, formele frecvente sînt cele octaedrice, cu fețe vizibile de tetraedru, forme tetraedrice și mai rar scalenoedrice. Fețele tetraedrului pozitiv sînt mate sau acoperite cu striații, iar ale tetraedrului negativ sînt netede. Sînt frecvente masele compacte, granulele diseminate, ca și formațiunile colomorfe, reniforme sau în ciorchini.  $(001) \wedge (112)=54^\circ 21'$ ,  $(100) \wedge (101)=26^\circ 54'$ ,  $(001) \wedge (102)=44^\circ 36'$ ,  $(112) \wedge (\bar{1}\bar{1}\bar{2})=109^\circ 50'$ . Forme caracteristice: c (001), a (010),

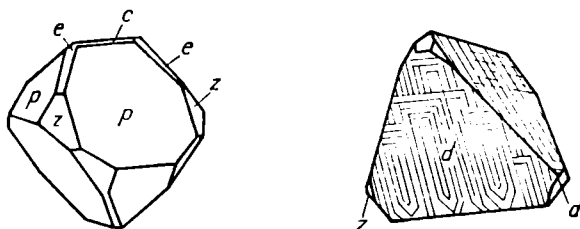


Fig. 16. Cristale de calcopirită.

m (110), p (112), t (111). *Macle*: plan de maclă (112), după (112) de penetrație, uneori  $\perp$  (112); plan de maclă (012) și cu ax de maclă [001], față de macla (110). *Clivaj*: (011) bun, (201) imperfect.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=4,2-4,3$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: galben de alamă, deseori cu reflexe galben-închis sau multicolore. *Urmă*: neagră, cu nuanțe verzui.

*Proprietăți optice*. Culoarea în secțiune lustruită este galben-deschis strălucitor, fiind etalon pentru culoarea galbenă.  $R$  în aer pentru verde 41,5%, oranj 40,5%, roșu 40,0%, iar în imersie pentru verde 33,5%, oranj 32%, roșu 29,5%. Bireflexia nu se observă. Sînt totuși situații cînd se observă maclele și limitele dintre granule datorită unei foarte slabe bireflexii. Prezintă anizotropie optică foarte slabă, observabilă doar printr-o iluminare foarte intensă. Calcopiritele mai bogate în fier pot prezenta o anizotropie clară, sesizabilă la unele ocurențe din zăcămintele pirometasomatice.

*Chimism*. În chimismul sulfurei de cupru și de fier sînt prezente numeroase elemente minore, care participă la structura calcopiritei sau în afara structurii.

Dintre acestea amintim Au, Ag, Sn, Mo, Mn, Co, Ni, Se, Te, Bi, Sb, As și Tl. Deseori este semnalat și In (0,1% Cornwall).

*Structura cristalină* este caracterizată printr-o rețea tetragonală, relativ simplă, apropiată de rețeaua cubică; se apropie de structura blendei deși apar deosebiri din punctul de vedere al proprietăților fizice. Deseori calcopirita se întilnește în blendă, sub formă de incluziuni foarte fine, formate în urma descompunerii unei soluții solide în proporții limitate, fapt care se poate explica prin asemănarea rețelelor cristaline, mai ales la temperaturi ridicate. De asemenea și blenda este semnalată ca incluziune în cristalele de calcopirita, ca urmare a descompunerii soluțiilor solide dintre acești doi componenți.

*Ocurență*. Se poate forma în natură în diferite condiții geologice. Frecvent este asociată cu pirotină în zăcămintele lichid-magmatice cantonate în roci eruptive bazice. Este, de asemenea, răspîndită în zăcămintele tipice hidrotermale, atît fi-

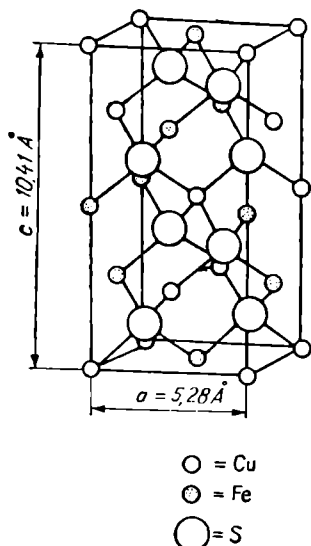


Fig. 17. Structura calcopiritei.

Tabelul 24 a

**Analize chimice ale calcopiritei**

	1	2	3	4
Cu	33,60	33,10	33,54	33,20
Fe	30,92	30,60	31,78	32,21
S	34,90	35,12	33,97	34,46
SiO <sub>2</sub>	—	1,43	0,90	—
<b>Total</b>	<b>99,42</b>	<b>100,25</b>	<b>100,19</b>	<b>99,87</b>
1 — St. Agnes (Cornwall); 2 — Sirianovski — Altai (U.R.S.S) 3 — Arakawa (Japonia); 4 — Sasca Montană (România).				

ioniene cît și metasomatice (inclusiv în cele metasomatice de contact), cînd se asociază, de obicei, cu pirită, pirotină, blendă, galenă, tetraedrit și cu multe alte minerale caracteristice acestor zăcămintे. Prin procese exogene apare în multe roci sedimentare, în condiții de mediu bogat în hidrogen sulfurat, de regulă, rezultat în urma descompunerii resturilor organice și a fluxului soluțiilor cuprifere.

În procesele de alterare se produce inițial o oxidare cu trecerea atît a Cu cît și a Fe în sulfați de cupru și fier. Sulfatul de cupru, solubil în soluțiile de alterare, reacționează cu  $\text{CO}_2$  sau cu carbonații rocilor înconjurătoare, în prezența  $\text{O}_2$  și trece în malachit și azurit, iar hidrosolii de silice reacționează dînd crisocolul. Dacă aceste soluții de alterare întîlnesc alte soluții bogate în diverși acizi, diferitele reacții chimice produse conduc la apariția unor variate săruri: arseniați, fosfați, vanadați, uneori chiar cloruri.

Se remarcă în natură variate pseudomorfoze după calcopirită, putîndu-se urmări înlocuirea ei prin alte sulfuri secundare de Cu, ca bornit, calcozină, covelină etc., fenomene vizibile în zonele de îmbogățire secundară în sulfuri ale zăcămintelor cuprifere.

În România apare în complexe de șisturi cristaline, formînd corpuri și lentile de geneză discutabilă vulcanogen-sedimentară sau hidrotermală, ulterior metamorfozate (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Fundul Moldovei, Pojorita, Crucea, Bălan), în filoane hidrotermale vechi (Valea lui Stan, Rășinari, Muncelu Mic, Vețel, Lipova), însoțind zăcăminte metamorfice de Fe și Mn (Tulgheș, Baia de Fier, Bucova, Teregoва), în roci bazice și ultrabazice vechi nichelifere la Bădeni, Holbav, în Munții Făgăraș, Lotru, Cibin, Sebeș, la Baia de Fier, Eibenthal, Poiana Mărului. De asemenea, apare în corpuri și filoane pirometasomatice și hidrotermale, legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Tulgheș, Ditrău, Jalotca, Rocoșu de Jos, Virghiș, Munții Mehedinți, Baia de Aramă, Almaș-Săliște — jud. Hunedoara, Zam, Cerbia, Roșia Nouă — jud. Arad, Vața de Sus, Căzănești, Ciungani, Somova, Altin Tepe), de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băișoara) și de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleş, Băile Borșa, Rodna, Deva, Sacărîmb, Hondol, Stănița, Zlatna, Almașu Mare, Întegralde, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș), precum și în concentrații localizate în roci sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri magmatice (Solești).

În U.R.S.S. se întîlnește în zăcăminte metamorfozate de pirită (Munții Ural, Transcaucazia), în zăcăminte metasomatice de contact (la Turinsk, Uralul de Nord, la Minusinsk, pe versantul estic al Munților Alatau). În R. S. F. Iugoslavia apare la Bor și Maidanpek, în R. P. Bulgaria la Madan și Burgas, în S.U.A. în zăcămintele de la Bingham — Utah, Butte—Montana, Clifton, Morenci—Arizona, în Chile la Chuquicamata, în R. Zair în gresii cuprifere și în Mexic la Cananea.

#### STANNIN $\text{Cu}_2\text{FeSn}_4$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $\bar{4} 2 m$ .

*Relația axială:*  $a:c=1:1,9666$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,47$ ,  $c_0=10,74$  Å.  $Z=2$ ; conține  $\text{Cu}_4\text{Fe}_2\text{Sn}_2\text{S}_8$ .

**Habitus:** pseudotetragonal, cubic sau tetraedric. Aspectul exterior este asemănător cristalelor de calcopirită. Se întâlnește și sub formă de granule neregulate sau mase compacte. Forme cristalografice caracteristice: c (001), a (010), m (110), n (114),  $-n$  ( $\bar{1}14$ ), p (112),  $-p$  ( $\bar{1}12$ ). **Macle:** de penetrație (102), uneori (112). La microscop sînt vizibile și maclele polisintetice. **Clivaj:** (110) și (001) imperfect.  $H=4$ .  $G=4,3-4,5$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** cenușiu-strălucitor, negru de fier, cu nuanțe măslinii-verzui. **Urmă:** neagră.

**Proprietăți optice.** În secțiune lustruită culoarea este cenușie cu tente oliv-verzui.  $R$  în aer pentru verde 23%, oranj 21%, roșu 19%; în imersie pentru verde 9,5%, oranj 10%, roșu 10,5%. Bireflexia nu se observă clar în aer; în imersie se observă o variație a culorii de la cenușiu-oliv la cenușiu-oliv-verzui. Anizotropia este vizibilă în aer, iar în imersie devine foarte clară și pune în evidență structura internă a granulelor. Stanninul izotrop (stannin II sau izostannin) este o varietate care conține  $CuFeS_2$  și  $ZnS$ , sub formă de amestec la temperaturi ridicate.

**Structura** este asemănătoare cu a blendei.

**Chimism.** Este relativ variabil; apar modificări în formula sa datorită incluziunilor de calcopirită și blendă, fapt vizibil îndeosebi în secțiuni lustruite.

Fig.

Tabelul 21 b

#### Analize chimice

	1	2	3
Cu	29,00	29,38	29,21
Fe	13,75	13,89	13,95
Sn	27,50	27,20	27,11
Zn	0,75	0,02	0,08
S	29,00	28,77	28,88
Rez.	—	0,62	0,51
Total	100,00	99,88	99,80
1 — Veta del Estano (Potosi, Bolivia); 2 — Oruro (Bolivia); 3 — Chocaya (Bolivia).			

**Ocurență.** Este un mineral cu o frecvență scăzută fiind întâlnit, de regulă, în zăcăminte hidrotermale cu staniu și în zăcăminte de staniu și wolfram, asociat cu casiterit, calcopirită, mispichel, wolframit. Cu o distribuție mai ridicată este întâlnit în mineralizațiile de blendă și galenă sau de blendă și pirotină. În aceste cazuri stanninul este intim asociat cu blenda și calcopirită; uneori se remarcă înlocuirea lui cu casiterit. În zonele de oxidare se descompune ușor, cu formare de limonit și casiterit, însă masa principală a staniului trece, probabil, în soluție coloidală, care ulterior se coagulează și dă naștere maselor pămîtoase, spongioase sau colomorfe de casiterit.

În România apare în lentile de cuarț din sisturile cristaline (Valea lui Stan) și în filoane hidrotermale neogene (Hondol).

Se întâlnește în Munții Metaliferi (Cehoslovacia), în provincia Zeeland (Olanda), în insula Tasmania, la Cerro de Potosi, Oruro, Chocaya (Bolivia), la Black Hill (S.U.A.), în peninsula Cornwall (Anglia).

## D. Grupa wurtzitului

### WURTZIT ZnS

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6 m m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,6349$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,82$ ,  $c_0 = 6,26$  Å.  $Z = 2$ . Conține  $Zn_2S_2$ .

*Habitus:* cristale piramidale ( $50\bar{5}2$ ) și ( $10\bar{1}1$ ). Varietăți prismatice sau tabulare (0001); striații pe ( $10\bar{1}0$ ) și ( $10\bar{1}1$ ). Forme comune: c (0001), m ( $10\bar{1}0$ ), r ( $10\bar{1}1$ ), a ( $10\bar{2}0$ ). Uneori mase metacoloïdale. *Clivaj:* ( $11\bar{2}0$ ) slab, (0001) imperfect.  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 3,98$ . *Luciu:* rășinos, adamantin. *Culoare:* brun-negricios; variază în funcție de conținutul în Fe. *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* Uniax pozitiv; indicii de refracție  $\epsilon = 2,378$ ,  $\omega = 2,356$ , în lumină de sodiu, iar în lumină de litiu  $\epsilon = 2,350$  și  $\omega = 2,330$ ;  $\Delta = 0,022$ . În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-deschis, asemănătoare cu a blendei.  $R$ , asemănătoare cu a blendei, este 18,3%. Anizotropia practic nu se observă; totuși cu nicoli în cruce, mai ales în imersie, se observă structura concentrică, iar la cristale se văd separații zonale. Reflexele interne sînt galbene pînă la brun-încis, uneori destul de numeroase.

*Structura* este asemănătoare blendei, de unde și unele apropieri între proprietățile fizice ale celor două minerale: culoarea, transparența, indicii de refracție, duritatea, greutatea specifică.

*Ocurență.* Este un mineral relativ rar, întilnit alături de blendă în unele zăcăminte hidrotermale, formate la temperaturi joase; se formează numai din soluții acide.

În România apare în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen la Ilba, Nistru, Baia Sprie, Șuitor.

Se mai întilnește în R. S. Cehoslovacă la Přeboram, în Bolivia la Oruro și Chocaya, în Peru la Castro Virreyna, în Anglia în Cornwall, în S.U.A. la Butte (Montana), Goldfield (Nevada) și în statele Idaho și Utah.

### GREENOCKIT CdS

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6 m m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,6218$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,15$ ;  $c_0 = 6,73$  Å; conține  $Cd_2S_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* piramidal, striații orizontale. *Macles:* plan de macle ( $11\bar{2}2$ ), rare. *Clivaj:* ( $11\bar{2}2$ ) distinct, (0001) imperfect. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3 - 3\frac{1}{2}$ .  $G = 4,9$ . *Luciu:* adamantin, rășinos. *Culoarea:* variază, galben-verzui, oranj, roșu.

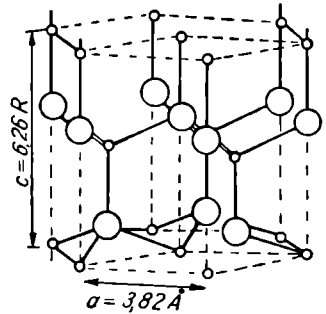


Fig. 18. Structura wurtzitului.

*Proprietăți optice.* Uniax pozitiv. Indicii de refracție  $\epsilon=2,529$ ,  $\omega=2,506$  în lumină de Na ( $\lambda=589$ );  $\lambda=670$  (lumină de litiu),  $\epsilon=2,456$  și  $\omega=2,431$ . Pleocroism slab.

*Ocurență.* Apare în unele zăcăminte hidrotermale de minereuri de zinc, în cantități mici, și în unele cavități în rocile magmatice bazice. Mai frecvent este de origine exogenă, format prin alterarea ZnS, eliberarea Cd și redepunerea lui ca CdS.

În România este întâlnit ca mineral supergen, format pe seama unor mineralizații din șisturi cristaline (Cîrlibaba), legate de magmatismul mezo-zoic (Șinca Nouă, Poiana Mărului, Somova), de cel banatic (Ocna de Fier, Băița—Bihor) și de cel neogen (Ilba, Țibleș).

Se mai întâlnește în Kazahstan (U.R.S.S.), la Pribram (R. S. Cehoslovacă), la Friedensville (Pennsylvania, S.U.A.), la Laurium (Grecia), la Llallagua (Bolivia), la Bishopton (Scoția), la Pierrefitte—M. Pirinei (Franța).

### VOLTZIT $Zn_3S_4O$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Structura:* asemănătoare cu a blendei.

*Habitus:* forme globulare, compacte, lamelare sau fin fibroase.  $H=4-4\frac{1}{2}$ .  $G=3,7-3,8$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* roșu-roz murdar, galben sau cafeniu.

*Proprietăți optice.* Uniax pozitiv,  $\epsilon=2,03$ .  $\Delta$ —ridicată.

*Ocurență.* Este întâlnit la mina Elias lângă Ioachimov (R. S. Cehoslovacă), la Geroldseck lângă Lahr-Baden (R. F. Germania) și în mina Rosières (Franța).

## E. Grupa nichelinei

### PIROTINA $Fe_{1-x}S$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,707$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,44$ ,  $c_0=5,88\text{Å}$ .  $Z=2$ ; conține  $2(Fe_{1-x}S)$ .

*Habitus:* cristale tabulare, plate (0001), piramidale cu striații orizontale. Uneori apare în mase compacte sau sub formă de impregnații de formă neregulată. *Macle:* rare după (10 $\bar{1}2$ ). *Culoare:* galben de bronz-închis, cu reflexe brune. *Urmă:* neagră-cenușie. *Luciu:* metalic.  $H=3\frac{1}{2}-4\frac{1}{2}$ .  $G=4,58-4,65$ . *Clivaj:* imperfect (10 $\bar{1}0$ ) și (0001). *Spărtură:* subconcoidală; este magnetic (magnetismul se manifestă mai intens în varietățile bogate în sulf). Este un mineral bun conducător de electricitate.

*Proprietăți optice.* Culoarea este crem-deschis, galben de bronz.  $R$  în aer pentru verde 37%, oranj 37%, roșu 36%, iar în imersie pentru verde 28%, oranj 24%, roșu 29%. Bireflexia este vizibilă numai pe marginea granulelor; în imersie este evidentă. Anizotropia este puternică; se observă culori de anizotropie. La 45° în aer apar culori în tonuri cenușiu-gălbui, în tente verzui pînă la cenușiu-brune, iar în imersie apar tente cenușiu-albăstrui pînă la cenușiu-gălbui-roșietice.

*Structură și chimism.* Structura cristalină se caracterizează printr-o rețea hexagonală, prezentînd cea mai compactă așezare a particulelor constituente. Se aseamănă cu structura nichelinei. În constituția chimică se remarcă



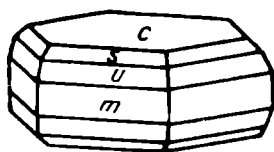


Fig. 19. Cristal de pirotină.

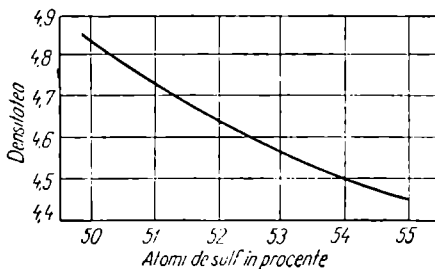


Fig. 20. Relația între densitate și conținutul în sulf la pirotină.

permanent prezența unui exces de sulf (în loc de 36–36,4% el ajunge la 39–40%, ceea ce revine la variații de 50–55% atomi de sulf). Această variație explică prezentarea formulei sub forma  $Fe_{1-x}S$ , unde  $x$  variază de la 0 la 0,2 (fig. 20).

Aceste diferențe sînt explicate prin defectele de structură, în cazul pirotinei existînd spații libere neocupate de  $Fe^{2+}$ . În funcție de raportul dintre fier și sulf variază densitatea (cu cît cantitatea de Fe este mai mică cu atît densitatea descrește). Formula  $FeS$  corespunde unei varietăți determinate în meteoriți și numită *troilit*. Se cunoaște și o fază monoclinică cu  $a_0=5,94$ ;  $b_0=3,43$ ;  $c_0=5,68\text{Å}$ ,  $\beta=90^\circ 30'$ , care trece în faza hexagonală la  $500^\circ\text{C}$ . Poate conține în compoziția sa și Ni, Co, Mn, Cu, în general suma acestora nedepășind proporția de 1%.

Tabelul 25

#### Analize chimice ale pirotinei

	1	2	3	4
Cu	—	0,06	—	—
Fe	57,49	61,49	61,29	59,91
Co	1,50	—	—	0,12
Ni	4,30	0,39	—	0,61
S	35,71	37,18	37,97	39,69
Rez.	0,33	0,46	0,82	—
Total	99,33	99,58	100,08	100,33

1 — Troilit, Beaconsfield — meteorit; 2 — Knittelfeld (Austria);  
3 — Sarrabus (Sardinia),  $SiO_2=0,82\%$ ; 4 — Freiberg (R. D. Germană).

Existența cuprului este deseori interpretată ca fiind consecința prezenței incluziunilor de calcopirită, iar a nichelului îndeosebi prin cea a incluziunilor de pentlandit.

**Ocurență.** În cazuri rare pirotina este un mineral de temperatură ridicată. Apariția pirotinei nu este impusă prin temperatură, ci ca o consecință a concentrației ionilor de sulf din soluție. La o concentrație ridicată de sulf, fierul se separă ca o bisulfură  $FeS_2$  (pirita), iar la o concentrație redusă de sulf se separă sub forma unei monosulfuri de fier,  $FeS$ . Este întilnită în zăcăminte endogene de diferite tipuri genetice: a) în concentrații de sulfuri, asociată cu pentlandit și calcopirită, în roci bazice de tipul noritelor, gabbrourilor,

diabazelor; b) în concentrații metasomatice, îndeosebi la contactul intruziunilor cu calcare, când se asociază cu calcopirita, pirita, magnetitul, blenda, mispichelul, uneori cu casiteritul, scheelitul, calcitul, cuarțul etc.; formarea mineralizațiilor este ulterioară apariției skarnelor; c) în numeroase zăcăminte hidrotermale, când se asociază cu blenda, galena, calcopirita, mispichelul, calcitul etc. De cele mai multe ori este mineral separat tardiv. În druze se întîlnesc de obicei cristale bine individualizate, formate din pirotină, suprapuse pe cristale de minerale depuse anterior, ca blendă, cuarț etc.; d) în formații sedimentare asociată cu sideritul, precum și diseminată în concentrații fosforitice; e) în meteoritele de fier ca nodule (varietatea troilit). Este un mineral care se descompune ușor în timpul proceselor de alterare din zona de oxidare. Formează inițial sulfatul feros, care în prezența oxigenului trece în sulfat feric, dînd prin hidroliză hidroxizi de fier insolubili (limonitul) și acid sulfuric liber, care trece în soluție, ridicînd capacitatea acestor soluții de a reacționa mai puternic, în continuare, cu diferitele minerale preexistente. Pirotina, în prezența sulfului, are tendința de a se transforma în pirită, fenomen observat la temperaturi ce variază de la 100°—300°C.

În România apare în mineralizații legate de masivele cristaline (la Iacobeni, Vatra Dornei, Băile Borșa, Crucea, Holbav, în Munții Făgăraș, Lotru, Cibin, Sebeș, la Baia de Fier, Eibenthal), în zăcăminte lichid magmatice, în ofiolite mezozoice (Munții Mehedinți, Căzănești, Ciungani), în mineralizații pirometasomatice asociate magmatismului banatic (Moldova Nouă, Șasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Ocna de Fier, Dognecea, Tincova), în mineralizații hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Herja, Baia Sprie, Băiuț, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Zlatna), în formațiuni sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri eruptive (Pleși-Rîmniceu Sărat).

În Canada se întîlnește la Sudbury, în Norvegia la Hundholmen și Iveland, în Suedia la Tunaberg, în Brazilia la Morro-Velho, în R. D. Germană la Freiberg, în R. F. Germania la Andreasberg, în U.R.S.S. la Devdorak, Bașmakovsk, Bogoslovsk și la Kerci, în formațiuni sedimentare.

*Hidrotroilitul* ( $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) este forma coloidală sub care se depune monosulfura de fier, în zonele anaerobe ale bazinelor de sedimentare, sub acțiunea bacteriilor anaerobe. Se întîlnește în Suedia la Klerra și Falun, în Norvegia la Modum, Snarum, Hilsen și în Anglia în comitatul Cornwall.

#### VALLERIIT $\text{Cu}_2\text{Fe}_4\text{S}_7(?)$

*Sistemul de cristalizare:* posibil rombic sau trigonal.

*Clivaj:* perfect.  $G=3,14?$  în funcție de tipul fazelor  $\text{Cu}_2\text{Fe}_4\text{S}_7 - \text{Cu}_3\text{Fe}_4\text{S}_7$ .

*Proprietăți optice.* În secțiuni lustruite este alb-crem; anizotropie puternică, bireflexie accentuată de la alb-gălbui, roz, la cenușiu.  $R$  pentru  $\epsilon$  este pentru verde 47,5%, oranj 46%, roșu 45%, iar pentru  $\omega$  este pentru verde 19%, oranj 16%, roșu 18%.

*Ocurență:* Apare în Suedia (mina Aurora) la Nya-Kopperberg.

#### NICHELINĂ $\text{NiAs}$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,3972$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,58$ ;  $c_0 = 5,11 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Ni}_2\text{As}_2$ .  
 $Z=2$ .

**Habitus:** cristale idiomorfe foarte rare, având în general forme nedefinite, cu apariția predominantă a feței (10 $\bar{1}$ 0). De obicei, este întâlnită în mase compacte reniforme, columnare. Structuri reticulare arborescente. **Macles:** plan de maclă (10 $\bar{1}$ 1) sau chiar (31 $\bar{4}$ 1). **Clivaj:** lipsește.  $H=5-5\frac{1}{2}$ .  $G=7,784-7,838$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** roșu de cupru pal sau alb-cenușiu.

**Proprietăți optice.** Culoarea este albă, cu tentă roz foarte clară. Alături de mineralele albe prezintă o culoare roz-deschis-strălucitor. Valorile  $R$  în aer sint:  $R_e$  pentru verde 48,9%, oranj 57,1%, roșu 59,5% și  $R_w$  pentru verde 42,5%, oranj 55,2%, roșu 58,5%. În imersie:  $R_e$  pentru verde 37,7%, oranj 44,7%, roșu 50,1% și  $R_w$  pentru verde 32,4%, oranj 43,2%, roșu 49,8%. Bireflexia este clară. Anizotropie puternică. Extincție dreaptă. În poziție diagonală se observă următoarele culori: în aer, galben-deschis (cu tente verzui) până la cenușiu-deschis, în imersie, galben-verzui până la portocaliu-roșietic.

**Chimism și structură.** În arseniura de nichel este determinată și prezența Sb, ca rezultat al soluției solide dintre nichelină și breithauptit. Cu totul subordonat mai sînt remarcate conținuturi în Fe, Co și S (tabelul 26).

Tabelul 26

#### Analize chimice

	1	2	3
Fe	—	0,05	urme
Co	—	0,49	2,04
Ni	43,92	43,25	40,64
Sb	—	0,15	4,95
As	56,08	55,10	50,78
S	—	0,15	1,47
Rez.	—	0,65	—
Total	100,00	99,84	99,88
1 — Arseniură de nichel; 2 — Hohendahl—Schacht, Eisleben; CO=0,02%, CaCo <sub>3</sub> =0,35%, SiO <sub>2</sub> =0,23%, insol=0,05%; 3 — Hudson Bay mine, Cobalt.			

Structura cristalină este caracterizată printr-o rețea hexagonală, prezentînd cea mai compactă așezare a atomilor. Fiecare atom de arsen este înconjurat de șase atomi de nichel, iar fiecare atom de nichel este înconjurat de șase atomi de arsen și pe lîngă aceștia se învecinează și cu doi atomi de nichel (situați vertical). Acest fapt explică o particularitate a structurilor cristaline de acest tip, deoarece în aceste structuri, legăturile atomice, avînd în parte caracter ionic și în parte caracter de legătură metalică, determină nu numai accentuarea unor proprietăți, cum sînt puterea de reflexie sau conductibilitatea electrică, ci și o anumită variabilitate a compoziției mineralelor, care prezintă acest tip de structură.

**Ourență.** Este întâlnită foarte frecvent în zăcămintele filoniene hidrotermale, uneori în cantități însemnate, sub formă de impregnații sau în mase compacte. În parageneză cu nichelină sînt semnalate deseori biarseniuri de nichel, cloantitul, rammelsbergitul, uneori bismutul nativ, argintul nativ. Prin

alterare se formează din nichelină un mineral verde-deschis — annabergitul  $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4) \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  — de obicei în formă de eflorescență sau de mase pulverulente.

În România apare în roci ultrabazice serpentinizate, aparținând fundamentului cristalin (Ogradena, Eibenthal) sau ofiolitelor mezozoice (Băile Herculane, M. Mehedinți), în legătură cu magmatismul banatic (Oravița, Ciclova Română).

În R. D. Germană se găsește împreună cu minerale de cobalt, argint și cupru la Annaberg, Freiberg și în sisturile cuprifere de la Mansfeld; de asemenea în Austria, în Franța la Chalanches lângă Allemont, în Suedia la Nordmark, în Anglia în Cornwall, în Spania la Gollega, în Chile la Chanarcillo, în U.R.S.S. în Siberia orientală, la Berikulsk, în Japonia la Natsume, în S.U.A. la Franklin și Silver Cliff, în Canada în districtele Cobalt și Gowganda.

### BREITHAUPTIT $\text{NiSb}$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,2924$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,938$ ;  $c_0 = 5,138$  Å. Conține  $\text{Ni}_2\text{Sb}_2$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale, adesea tabulare (0001) sau prismatice [10 $\bar{1}$ 0]; dezvoltări arborescente, granule diseminate sau mase compacte. *Macle:* planul de macă (1 $\bar{1}$ 01). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală.  $H = 5\frac{1}{2}$ .  $G = 8,23$ . *Luciu:* metalic, strălucitor. *Culoare:* în spărtură proaspătă roșu de cupru, cu reflexe violete. *Urmă:* roșie-brună.

*Proprietăți optice.* Culoarea în secțiune lustruită este roz-închis, cu tente liliacii. În aer  $R_e$  pentru verde 45%, oranj 49%, roșu 51%, iar  $R_\omega$  pentru verde 35%, oranj 42%, roșu 42,5%; în imersie  $R_e$  pentru verde 34,5%, oranj 43%, roșu 44,5%;  $R_\omega$  pentru verde 24,5%, oranj 37%, roșu 38,5%. Efectele de anizotropie sînt foarte evidente, iar în poziție diagonală prezintă culori în tonuri de verde-deschis, galben-verzui, albastrui-verzui.

*Ocurență.* În zăcăminte filoniene hidrotermale apare în Munții Harz la Andreasberg, în Sardinia la Sarrabus, în Canada la Cobalt.

### MILLERIT $\text{NiS}$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $3 \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,3274$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,62$ ;  $c_0 = 3,16$  Å; conține  $\text{Ni}_9\text{S}_9$ ,  $Z = 9$ .

*Habitus:* aspectul cristalelor este acicular, cu striațiuni longitudinale. Este întilnit deseori în agregate radiare, capilare. Formele cele mai frecvente:  $m$  (10 $\bar{1}$ 0),  $a$  (11 $\bar{2}$ 0),  $k$  (21 $\bar{3}$ 0),  $r$  (10 $\bar{1}$ 1),  $p$  (02 $\bar{2}$ 1). *Macle:* (01 $\bar{1}$ 2). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1), (01 $\bar{1}$ 2) perfect. Cristalele capilare elastice.  $H = 3 - 3\frac{1}{2}$ .  $G = 5,3$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* galben de alamă, uneori irizat. *Urmă:* neagră-verzuie. Bun conducător de electricitate.

*Proprietăți optice.* Opac; culoarea în secțiuni lustruite este galben-deschis, apropiată la prima vedere de a calcopiritei.  $R$  în aer pentru verde 53%, oranj 54%, roșu 54%, iar în imersie pentru verde 48,5%, oranj 47,0%, roșu 42,5%.

Bireflexia este slabă și se observă numai la marginea granulelor; în imersie se amplifică.

**Ocurență.** Aparține mineralelor relativ rar întâlnite în natură și în majoritatea cazurilor apare în formațiunile tipice hidrotermale. Este întâlnit uneori în zăcăminte de sulfuri de cupru-nichel, ca mineral secundar pe seama pentlanditului. În filoanele hidrotermale tipice este prezent alături de mineralele de Co și Ni, reprezentate prin sulfuri sau arseniuri. În aceste cazuri se recunoaște prin agregatele radiare, în parageneză cu linneitul, gersdorfitul, galena, fluorina, calcitul, cuarțul etc.

În România a fost semnalat în serpentinele de la Virghiș. Se găsește în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în R. D. Germană la Johannegeorgenstadt, în Anglia în comitatul Cornwall, în S.U.A. în statele Pennsylvania, Missouri, Iowa, Wisconsin, în Canada la Quebec și Sudbury (Ontario), în U.R.S.S. în regiunea Berezovsk (M. Ural).

#### PENTLANDIT (Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m\bar{3}2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,04 \text{ \AA}$ , când conține  $\text{Fe}_{24}\text{Ni}_{12}\text{S}_{32}$  și  $a_0 = 9,91 \text{ \AA}$  pentru  $\text{Fe}_{18}\text{Ni}_{18}\text{S}_{32}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* răspândit sub formă de granule și impregnații neregulate în pirotina din zăcămintele magmatice. *Clivaj:* absent sau slab distinct după (111). *Spărtură:* concoidală.  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 4,6 - 5,0$ . Calculată pe Fe : Ni = 1 : 1 cu  $a_0 = 9,91$  este 4,956, pentru Fe : Ni = 2 : 1 cu  $a_0 = 10,09$  este 5,185. *Luciu:* metalic. *Culoare:* galben de bronz, ceva mai deschis decît culoarea pirotinei. *Urmă:* neagră-verzuie. Nu prezintă proprietăți magnetice și este bun conducător de electricitate.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată culoarea este crem-deschis luminoasă. R în aer pentru verde, oranș și roșu 51%, iar în imersie pentru verde 41%, oranș 47%, roșu 43%. Este izotrop; suprafața sa nu se întunecă însă complet niciodată.

*Ocurență.* Este întâlnit permanent în asociație cu pirotina și calcopirita, dar de regulă în zăcămintele de sulfuri legate genetic de rocile eruptive bazice și ultrabazice (gabbrouri, norite, peridotite). În acest ultim tip genetic în asociație se mai semnalează și minerale ca: magnetit și minerale de platină, sperrylit, platină palladiferă, cooperit, braggit etc. În zonele de oxidare, pe seama pentlanditului se formează  $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  (morenosit), ușor solubil în apă; acesta se depune pe crăpături sub formă de stalactite, cruste cristaline de culoare verde-închis. În procesele de alterare incipientă putem menționa apariția bravoitului sau a violaritului.

În România apare în unele roci ultrabazice din cristalinul Carpaților Meridionali (la Holbav în Munții Făgăraș, Sebeș, Lotru, Cibin, la Tișovița, Eibenthal, Plavișevița, Poiana Mărului) și în unele roci bazice și ultrabazice mezozoice din Carpații Orientali și Munții Apuseni, în diverse stadii de serpentinizare (la Virghiș, Ciungani).

Pentlanditul este cunoscut în mari zăcăminte nichelifere în Canada la Sudbury, în R.F. Germania în Munții Pădurea Neagră, la Obersten Sprec și Horbach, în Norvegia la Espedalen și Eiterfjord, în Finlanda la Nivala, în U.R.S.S. în Peninsula Kola, în Africa de Sud la Buschveld.

### CUBANIT $\text{CuFe}_2\text{S}_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5822 : 1 : 0,5611$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,46$ ;  $b_0 = 11,112$ ;  $c_0 = 6,23\text{Å}$ ; conține  $\text{Cu}_4\text{Fe}_8\text{S}_{12} \cdot Z = 4$ .

*Habitus:* cristalele sînt tabulare (001); formele cristaline apar striate paralel cu axul  $c$ . Forme caracteristice:  $e$  (102),  $h$  (032),  $f$  (102),  $d$  (201),  $t$  (112),  $s$  (221). *Macle:* plan de maclă (110), rar după fața (130). *Clivaj:* absent sau slab distinct (110) și (130). *Spărtură:* concoidală.  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 4,03 - 4,18$ . *Culoare:* galben de bronz, asemănătoare cu a pirotinei. Puternic magnetic după direcția axei  $c$ .

*Chalmersitul* de la Morro-Velho (Brazilia) este același mineral, deosebindu-se doar prin aspectul său acicular de cubanit pentru care este caracteristic habitusul lamelar.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată prezintă culoare de bronz cu o nuanță albă.  $R$  în aer pentru verde 41%, oranș 41%, roșu 39%, iar în imersie pentru verde 32,5%, oranș 28,5%, roșu 32%. Bireflexia este slabă, anizotropia puternică; în imersie se observă mai slab decît la pirotină.

*Ocurență.* Se găsește în zăcăminte filoniene hidrotermale și în mineralizațiile legate de skarne, fiind considerat caracteristic pentru temperaturi ridicate de formare.

În România se întilnește în fundamentul cristalin, în roci ultrabazice (Munții Sebeș, Ogradena, Tișovița, Eibenthal), în filoane hidrotermale vechi metamorfozate (Lipova), în mineralizații din provincia banatică (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Tincova) sau legat de magmatismul neogen (Baia Mare).

Se semnalează în zăcămintul Morro-Velho (Brazilia), la Sudbury (Canada), în districtul Elmar (Alaska), la Otjosongati (Namibia), la Kaveltrop, Tunaberg (Suedia) și la Barracanao (Cuba).

### STERNBERGIT $\text{AgFe}_2\text{S}_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5679 : 1 : 1,088$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,62$ ;  $b_0 = 11,66$ ;  $c_0 = 12,70\text{Å}$ ; conține  $\text{Ag}_8\text{Fe}_{16}\text{S}_{24} \cdot Z = 8$ .

*Habitus:* cristale tabulare (001) pseudo-hexagonale, cu striațiuni pe fețele (001), paralele cu (100) și mai rar paralele cu (010). Forme caracteristice:  $c$  (001),  $b$  (010),  $a$  (100),  $e$  (011),  $d$  (102),  $t$  (111). Mase rotunjite sau în agregate lamelare. *Macle:* după (130). *Clivaj:* (001) perfect. Lamellele sînt flexibile.  $H = 1 - 1\frac{1}{2}$ .  $G = 4,101 - 4,215$ . *Luciu:* metalic, strălucitor. *Culoare:* brun cu reflexe albastrui. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Capacitatea de reflexie este asemănătoare cu a pirotinei, la fel și culoarea. Bireflexia este însă mai puternică decît a pirotinei. Efectele de anizotropie sînt foarte clare, prezintă culori strălucitoare în poziția de iluminare maximă.

*Ocurență.* În filoane hidrotermale se întilnește destul de rar în natură. Apare în România la Ruda Barza, asociat cu pirargirit și stefanit; în R. S. Ce-

hospolovacă la Ioachimov și Přebiram, asociat cu stefanitul, argentitul, cobaltina, pirita, calcopirita; în R. D. Germană la Johanngeorgenstadt și Schneeberg; în Mexic și Peru.

#### ARGENTOPIRITĂ $\text{AgFe}_3\text{S}_4$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Habitus:* cristale mici cu aspecte hexagonale. *Culoare:* alb de staniu sau gri de oțel și chiar galben-brun. *Clivaj:* absent.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=6,47$ . *Luciu:* metalic.

*Ocurență.* În România la Ruda Barza asociat cu aur și sulfuri. În filoane hidrotermale la Ioachimov (R. S. Cehoslovacă).

#### ARGIROPIRITĂ $\text{Ag}_3\text{Fe}_7\text{S}_{11}$

Este un mineral intermediar între sternbergit și argentopirită (ele formează adesea o întrepătrundere lamelară cu aspect pseudohexagonal). *Clivaj:* (001).  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=4,206$ . *Culoare:* galben de bronz.

*Ocurență.* În România la Ruda Barza asociat cu calcopirită, blendă, galenă. În R. D. Germană la Freiberg.

#### FRIESEIT $\text{Ag}_2\text{Fe}_3\text{S}_8$

Este un mineral foarte apropiat de sternbergit din punctul de vedere al chimismului. Se prezintă sub formă de cristale lamelare rombice, pseudohexagonale, care se descompun în sternbergit și pirită.

*Ocurență.* În România apare la Ruda Barza, în filoane hidrotermale aurifere. Descriș la Ioachimov (R. S. Cehoslovacă).

### F. Grupa covelinei

#### COVELINA $\text{CuS}$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 4,305$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,802$ ;  $c_0=16,36$  Å; conține  $\text{Cu}_6\text{S}_8$ .  $Z=6$ .

*Habitus:* cristale idiomorfe rare și cu forma unor lamele mici, subțiri, plate (0001), piramidale, cu striaiuni orizontale, mase sferoidale. Forme comune: k (1.0.1.16), q (1.0.1.12), s (1018), t (1016). *Clivaj:* (0001) perfect. Casant. În lamele subțiri, flexibil.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=4,6-4,76$ . *Luciu:* semi-metalic, rășinos, ușor perlat pe suprafețele de clivaj. *Culoare:* albastru-indigo. *Urmă:* cenușie până la neagră.

*Proprietăți optice.* Culoarea este albastră cu nuanțe variabile, datorită bireflexiei evidente (în secțiunile bazale bireflexia nu se observă). În aer,  $R_e$  pentru verde 18,5%, oranj 15%, roșu 10%;  $R_w$  pentru verde 27%, oranj 24%, roșu 22%; în imersie,  $R_e$  pentru verde 3%, oranj 4%, roșu 10%.

iar  $R\omega$  pentru verde 14%, oranj 10%, roșu 9%. Anizotropie puternică, cu culori care variază de la oranj la brun de cupru.

**Chimism și structură.** Structura cristalină este reprezentată printr-o rețea hexagonală stratificată. Prin studii röntgenometrice s-a demonstrat existența a două feluri de ioni: de sulf, ioni izolați  $S^{2-}$  și ioni dubli de  $S_2^{2-}$ . Acești ioni complecși, compuși din doi ioni strîns legați, asemănător poziției pe care o ocupă ionii în structura cristalină a piritei, au aceeași distanță S—S, egală cu 2,05 Å; ionii cuprului sînt și ei de două feluri  $Cu^+$  și  $Cu^{2+}$ . Fiecare ion bivalent de cupru este înconjurat de trei ioni izolați  $S^{2-}$ , în formă de triunghi echilateral. Triadele unite prin vîrfuri compun stratele în structura cristalină a covelinei, orientate perpendicular pe axul A<sup>0</sup>. Între aceste strate se așază două strate de tetraedri cu ioni monovalenți  $Cu^+$  în centru. Bazele tetraedrilor, situate față în față, sînt unite prin ionii dubli  $S_2^{2-}$  orientați vertical, iar vîrfurile tetraedrilor, opuse lor, sînt ocupate de ionii izolați  $S^{2-}$ , care sînt comuni stratului triunghiurilor cit și vîrfurilor următorului strat de tetraedri. Astfel, în structura covelinei există o combinație a elementelor structurale ale ambelor modificații ale carbonului (diamantului și grafitului). Calculul compoziției ionice a acestei structuri cristaline conduce la formula covelinei sub forma  $Cu_2S \cdot CuS$ . De aceste particularități ale structurii sînt legate: forma, clivajul, proprietățile optice ale mineralului, capacitatea de sublimare parțială a sulfului prin încălzire.

**Ocurență.** Se întilnește de obicei în cantități neînsemnate, fiind însă unul din cele mai caracteristice minerale exogene ale zonei de îmbogățire secundară în sulfuri a zăcămintelor de cupru. Se formează de regulă prin substituția sulfurilor primare și secundare de cupru: calcopirită, bornit, calcozină etc. Mai sînt cunoscute depunerile independente, de-a lungul fisurilor, în formații colomorfe sau mase pămîntoase. Se cunoaște și covelină de origină hidrotermală care apare foarte rar în asociație cu pirita. În lavela Vezuviului a fost semnalată ca produs fumarolian.

În România este întilnită ca mineral supergen (zona de cimentăție) în zăcămintele cuprifere legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Crucea, Bălan, Muncelu Mic), de serpentinitele paleozoice (Rășinari), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Munții Mehedinți, Pătîrș — jud. Arad, Somova, Mircea Vodă, Altîn Tepe), de cel banatic (Oravița, Ciclova Română, Sasca Montană) sau de cel neogen (Ilba, Băița, Nistru, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, Țibleș, Rodna, Deva, Hondol, Bucium, Mușca).

Accumulări importante apar în R. D. Germană la Sangerhausen, în R. S. F. Iugoslavia la Borși Maidanpek, în Austria la Salzburg, în S.U.A. la Butte (statul Montana) și Summitvill (statul Colorado).

### KLOCKMANNIT $CuSe$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal (?)

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 4,382$ .

*Habitus:* granular sau cristale tabulare. *Clivaj:* (0001), aproape perfect.  $H=3$ .  $G$  mai mare de 5. *Culoare:* cenușiu, negru-albăstrui.

*Proprietăți optice.* În secțiuni lustruite este ușor anizotrop, bireflexie caracteristică, brun-gri ( $\epsilon$ ), gri-alb ( $\omega$ ).  $Re$  pentru verde 18,5%, oranj 15%, roșu 10%;  $R\omega$  pentru verde 30,5%, oranj 25%, roșu 24%.



*Ocurență.* Se găsește în filoane hidrotermale la Sierra de Umango și Cacheuta (Argentina), la Lerbach (Munții Harz) și la Skrikerum (Suedia), asociat umangitului, claushtalitului, eucairitului și chalcomenitului; în paragenză cu pehblendă în Canada.

### CINABRU HgS

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2.

*Relația axială:* a : c = 1 : 2,2905.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,150$ ;  $c_0 = 9,500$  Å; conține  $Hg_3S_3$ .  $Z = 3$ .

*Habitus:* de regulă sub formă de cristale mici, mai rar în plăci groase după (0001) sau cristale romboedrice bine dezvoltate cu  $r(10\bar{1}1)$ ,  $-r(01\bar{1}1)$ ,  $i(2025)$ ,  $m(10\bar{1}0)$  etc. Frecvent sînt întilnite și granule diseminate, mase compacte sau eflorescențe și pojghițe pulverulente. *Macle:* plan de maclă (0001), axul de maclă [0001]. *Clivaj:* (1010) perfect. *Spărtură:* subconcoidală.  $H = 2 - 2\frac{1}{2}$ .  $G = 8,090$ . *Luciu:* adamantin spre luciu metalic. *Culoare:* roșu, uneori cu reflexe cenușii de plumb. *Urmă:* roșie. Nu este bun conducător de electricitate (prin aceasta se deosebește de metacinnabarit).

*Proprietăți optice.* În secțiune lustruită culoarea este cenușiu-deschis — albă, mai închisă decît a galenei.  $R$  în aer pentru verde 30%, oranj 25,5%, roșu 26%; în imersie pentru verde 13%, oranj 10,5%, roșu 10,5%. În secțiuni subțiri pentru  $\lambda = 598,5$  m $\mu$ :  $\epsilon = 2,905$ ,  $\omega = 3,256$ ; pentru  $\lambda = 612,7$  m $\mu$ :  $\epsilon = 2,876$ ,  $\omega = 3,224$ ; pentru  $\lambda = 762,0$  m $\mu$ :  $\epsilon = 2,756$ ,  $\omega = 3,065$ . Uniax pozitiv, birefringența și dispersia ridicată;  $\Delta = 0,359$  (în Na).

*Chimism și structură.* Structura cristalină este hexagonală. Poate fi considerată ca o structură deformată a NaCl, cu numărul de coordonare 6, atît pentru mercur cît și pentru sulf (analiza arată Hg = 86,2%, S = 13,8%).

*Ocurență.* Acumulările de cinabru sînt exclusiv de origine hidrotermală, formate la temperaturi joase; sînt cunoscute însă și mici depuneri de cinabru din soluțiile alcaline fierbinți, care ajung la suprafața pămîntului (izvoare). Asociate cu cinabrul apar frecvent cristale de stibină, pirită, mispichel, realgar, uneori blendă, calcopirită, cuarț, calcit, fluorină, baritină. În zonele de oxidare ale zăcămintelor de cinabru se întilnesc ca minerale secundare, metacinnabaritul, sub formă de pojghițe negre, mercur nativ, cloruri de mercur. În general, cinabrul în mediul bogat în oxigen, spre deosebire de multe alte sulfuri, se comportă destul de stabil, astfel explicîndu-se prezența sa în aluviuni.

În România cinabrul apare ca produs epi- sau teletermal al vulcanismului neogen, la Ilba, Baia Sprie, Băiuț în Munții Căliman la Mădăraș, Sîntimbru-Băi, Ruda Barza, Izvorul Ampoiului, Viltori.

Din soluții alcaline fierbinți se formează la Steamboat (Nevada), la Sulfur Bank, la New Almadia și New Idria (California, S.U.A.); în U.R.S.S. apare la Nichitovsk (Ucraina), în Munții Altai și în depresiunea Fergana în Asia Centrală Sovietică; în Spania la Almaden; în R. S. F. Iugoslavia la

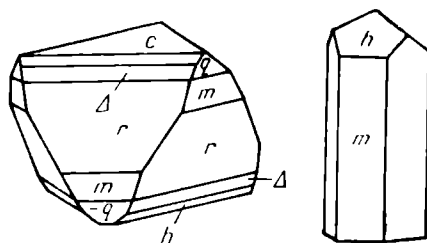


Fig. 21. Cristale de cinabru.

Idria ca impregnații în șisturi bituminoase și dolomite; în Italia la Monte Amiato Abbadia; în Mexic la Palomas; în provincia Hunan în R. P. Chineză.

### REALGAR AsS

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6879 : 1 : 0,4858$ ;  $\beta = 106^\circ 32'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,29$ ;  $b_0 = 13,53$ ;  $c_0 = 6,57 \text{ \AA}$ ; conține  $As_{16}S_{16}$ .  $Z = 16$ .

*Habitus:* cristale prismatice și striatiuni după  $[001]$ . Combinațiile de forme cele mai frecvente:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $i(210)$ ,  $n(011)$ ,  $d(111)$ . Agregate granulare, compacte, uneori sub formă de eflorescențe, cruste sau mase. *Clivaj:*  $(010)$  bun,  $(100)$ ,  $(120)$  slab. *Maclă:* plan de maclă. *Spărtură:* concoidală. *Luciu:* rășinos sau gros în spărtură, adamantin pe fețele de cristal. *Culoare:* roșu-portocaliu-deschis.  $H = 1\frac{1}{2} - 2$ .  $G = 3,56 - 3,477$ .

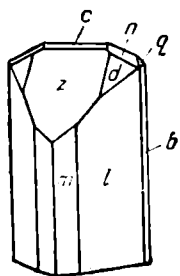


Fig. 22. Cristal de realgar.

*Proprietăți optice.* Transparent,  $\alpha = 2,486$ ,  $\beta = 2,684$ ,  $\gamma = 2,707$  ( $\lambda = 590$ ); pleocroic,  $\alpha$  = slab colorat,  $\beta = \gamma$  = auriu-gălbui;  $\alpha \wedge c = -11^\circ$ ;  $2V_\alpha = 40^\circ 34'$ . În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albicioasă,  $R$  în aer pentru verde 20,5%, oranj 26%, roșu 26,5%; în imersie pentru verde 9,5%, oranj 7,5%, roșu 6%. Anizotropie puternică, mascată deseori de reflexele interne.

*Ocurență.* Este legat paragenetic de auripigment, în zăcămintele hidrotermale formate la temperaturi relativ scăzute. În mici cantități prin sublimare a fost identificat pe pereții craterelor vulcanilor și în cavitățile lavelor poroase, împreună cu sulf nativ, cloruri etc. Ca mineral exogen apare întâmplător în cantități mici ca eflorescențe sau mase pămîntoase în zăcămintele de huiă și de limonit, unde s-a format probabil sub acțiunea  $H_2S$  produs în timpul descompunerii materiei organice din soluțiile care conțin As.

În România apare ca mineral hidrotermal legat de magmatismul banatic (Moldova Nouă), și neogen (Baia Sprie, Căvnic, Băiuț, Băile Borșa, Săcărîmb, Hondol, Zlatna) sau de izvoare termale actuale (Sărișor, Covasna).

Ca depuneri din izvoare arsenifere termale este întâlnit în S.U.A., în parcul Yellowstone, la Manhattan și mina Getchell în Nevada, la mina Monte Cristo în statul Washington, iar ca mineral hidrotermal la Allchar în Grecia și în Elveția (la Binnenthal) în dolomite.

### COOPERIT PtS

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,758$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,48$ ;  $c_0 = 6,11 \text{ \AA}$ ; conține  $Pt_2S_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* granule neregulate, alungite după  $[101]$ . *Clivaj:*  $(011)$ . *Spărtură:* concoidală.  $H = 4 - 5$ .  $G = 9,5$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor.

**Ocurență.** Apare în zăcămintele lichid-magmatice, în norite la Bushveld, Transvaal (Africa de Sud), asociat sperrylitului, platinei native, braggitului și lauritului.

#### EMPRESSIT AgTe

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal,  $6/m \bar{3} m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=13,49$ ;  $c_0=8,48 \text{ \AA}$ .  $Z=7$ .

**Habitus.** În general masiv granular. **Spărtură:** concoidală,  $H=3-3\frac{1}{2}$ ,  $G=7,510$ . Colorat în bronz-pal, cu urmă gri-negricioasă și neagră.

**Chimism.** Analiza chimică a eşantioanelor de la Săcărîmb (România) indică Ag — 77,5%, Te — 22,5%.

**Ocurență.** În România apare în filoane polimetalice și auroargentifere asociate magmatismului banatic (Băița — Bihor) și neogen (Săcărîmb, Zlatna).

A fost descris alături de galenă, telur nativ etc. la Empress Josephine, statul Colorado (S.U.A.).

#### MUTHMANNIT (Ag,Au)Te

**Habitus:** apare în cristale tabulare, iar clivajul este vizibil după direcția de alungire.  $H=2\frac{1}{2}$ ,  $G=5,598$ . **Culoarea:** este ușor gălbui sau, pe spărtură proaspătă, alb-cenușiu.

**Chimism.** Este o telurură de aur și argint, în care raportul Ag : Au = 1 : 1 sau 2 : 1. Analiza chimică: Au — 22,90%, Ag — 26,30%, Te — 46,44%, Pb — 2,58% — Săcărîmb (România).

**Ocurență.** În R. S. România este intim asociat cu krenneritul și alte telururi. La Săcărîmb apare în mineralizații asociate magmatismului neogen.

## 7. TIPUL $A_3X_4$

### SERIA LINNEITULUI $(Co, Ni)_2(Co, Ni, Fe, Cu)_4S_4$

Ca termeni ai acestei serii sînt incluși *linneitul*, *siegenitul*, *carrolitul*, *violaritul* și *polidimitul*. Ca rețea de bază au structura spinelilor avînd deci formula generală de forma  $A_2BX_4$ , unde  $A=Co, Ni$ ,  $B=Co, Ni, Fe, Cu$ . Conform rețelei, termenii seriei linneitului cristalizează în sistemul cubic și formează de regulă cristale octaedrice asemănătoare spinelilor.

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,398$  (linneit), 9,41 (siegenit), 9,458 (carrolit), 9,40 (violarit), 9,405 Å (polidimit); conține  $(Co, Ni)_{16}(Co, Ni, Fe, Cu)_8S_{32}$ .

**Habitus:** Domină cristalele octaedrice și sînt frecvente masele granulare compacte. **Macle:** (111). **Clivaj:** (001) imperfect. **Spărtură:** subconcoidală.  $H=4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2}$ .  $G$  — calculată teoretic este 4,5—4,8; pe termeni este 4,85 (linneitul), 4,83 (siegenitul, polidimitul, carrolitul), 4,79 (violaritul). **Luciu:** metalic. **Culoare:** pe suprafețe proaspete, roșu de cupru, cenușiu-violet. Aspecte caracteristice: cenușiu-strălucitor, cenușiu-violet (violaritul).

**Proprietăți optice.** Izotropi.

**Valorile puterii de reflexie la mineralele din seria  
linneitului**

	Linneit	Carrolit	Polidimit
$\lambda$ verde	46,5 %	45 %	45 %
$\lambda$ oranj	44 %	44 %	44,5 %
$\lambda$ roșu	46 %	43 %	49 %

*Ocurență.* Termenii seriei apar de regulă asociați cu alte sulfuri de Cu, Ni și Fe. Deseori se întâlnesc întovărășind calcopirita, pirostina, pirită, milleritul, gersdorfitul, ullmannitul etc. în filoane hidrotermale. Aceste minerale sînt citate la Müsen, Eisenfeld și Gyünau în Westfalia (R. F. Germania), la Bastnäs și Loos (Suedia), în provincia Shaba (Zair), în mina La Motte în statul Missouri (S.U.A.), la Sudbury (Canada).

**BADENIT** (Co, Ni, Fe)<sub>3</sub>(As, Bi)<sub>4</sub>

Determinat de P. P o n i la Universitatea din Iași în 1900.

*Mase:* granulare fibroase.  $G=7,104$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-deschis; se închide la culoare în contact cu aerul.

Analizele chimice indică formula: (Co, Ni, Fe)<sub>3</sub>(As, Bi)<sub>4</sub>.

*Ocurență.* Este identificat în asociație cu annabergit, malachit și siderit. Ca impregnații apare în șisturi cristaline, în mineralizațiile cobaltifere de la Bădeni. După N. P e t r u l i a n, badenitul ar fi o asociație de mai multe minerale: saflorit, smaltină, bismut etc.

8. TIPUL  $A_2X_3$

A. Grupa auripigmentului

**AURIPIGMENT** As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m pseudorombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,1924 : 1 : 0,4433$ ;  $\beta = 90^\circ 41'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,49$ ;  $b_0 = 9,59$ ;  $c_0 = 4,25$  Å; conține As<sub>8</sub>S<sub>12</sub>.  $Z = 4$ .

*Habitus:* forme prismatice (001) și pseudorombice. Uneori sînt caracteristice agregatele bacilare, reniforme, sferice, cu structură radiaară. Forme caracteristice:

$$(010) \wedge (110) = 39^\circ 56' \qquad (100) \wedge (101) = 69^\circ 18'$$

$$(100) \wedge (001) = 89^\circ 33' \qquad (010) \wedge (\bar{3}11) = 73^\circ 27'$$

Apare și sub formă de mase compacte, cristale aciculare dispuse radiaar, agregate fibroase sau diseminate în masa de cuarț. *Clivaj:* (010) perfect și (100) distinct. Foițele de clivaj sînt flexibile, dar nu elastice.  $H = 1 \frac{1}{2} - 2$ .

$G=3,48$ . *Luciu*: perlat pe suprafețele de clivaj; în funcție de direcție este adamantin sau semimetalic. Rău conducător de electricitate. *Culoare*: galben de lămâie, uneori cu nuanțe brune; masele cryptocristaline care conțin pirită sub formă dispersă au o culoare galben-murdar cu nuanțe verzui. *Urmă*: aceeași culoare, dar cu nuanțe mai vii.

*Proprietăți optice*: în foițe subțiri este transparent;  $\alpha=2,4$ ,  $\beta=2,81$ ,  $\gamma=3,02$ ;  $\Delta=0,62$ ;  $\gamma \wedge c=1\frac{1}{2}^{\circ}-3^{\circ}$ ; pleocroic:  $\beta$ =galben,  $\gamma$ =verde-gălbui;  $2V_{\alpha}=76^{\circ}$ . În lumină reflectată culoarea este cenușie-albă pînă la cenușie, depinzînd de direcție.  $R$  în aer pentru  $[100]$  pentru verde 32%, oranj 26%, roșu 26%, pentru  $[010]$  pentru verde 27%, oranj 18%, roșu 20%. În imersie pentru  $[100]$  pentru verde 13%, oranj 15%, roșu 14%, pentru  $[010]$  pentru verde 7%, oranj 7%, roșu 7%. Bireflexie puternică, reflexe interne de culoare galben de lămâie, care marchează anizotropia.

*Ocurență*. Este întilnit în zăcămintele hidrotermale, asociat cu minerale formate la temperaturi relativ scăzute, ca realgar, stibină, marcasită, pirită, precum și cu cuarț, calcit și gips. Se depune și din ape fierbinți, împreună cu realgarul, opalul, aragonitul, sau prin sublimare pe pereții craterelor vulcanilor și în cavitățile lavelor poroase, asociat cu sulf nativ și cloruri.

Ca mineral exogen este întilnit rar, în cantități mici, sub formă de eflorescențe și mase pămîntoase în zăcămintele de huilă și de limonit, format probabil sub acțiunea  $H_2S$ , produs în urma descompunerii materiei organice din soluțiile care conțin arsen.

În România apare în mineralizațiile polimetalice pirometasomatice-hidrotermale ale provinciei banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Băița — Bihor), în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Baia Mare, Baia Sprie, Cavnic, Băiuș, Săcărîmb, Zlatna), în iviri teletermale, în relație cu magmatismul local (Sărișor — jud. Suceava, Covasna).

Este întilnit ca depunere din apele minerale de la Steamboat din Nevada, de la Mercur din statul Utah — S.U.A. În U.R.S.S. apare la Luhum în vestul Georgiei, la Djulfa în R. S. S. Armeană. În R. P. Chineză este întilnit în provincia Yunnan, în Japonia la Shimotsuke, în R. F. Germania la Andreasberg.

## B. Grupa stibinei

### STIBINĂ $Sb_2S_3$

Sinonim: *antimonit*.

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,9926 : 1 : 0,3393$ .

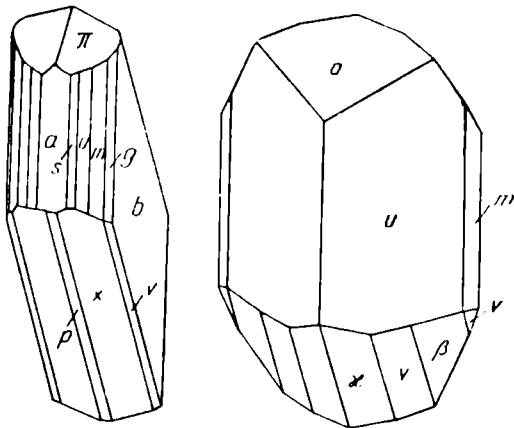


Fig. 23. Cristal de auripigment:  $a(100)$ ;  $b(010)$ ;  $g(230)$ ;  $m(110)$ ;  $U(210)$ ;  $s(310)$ ;  $e(101)$ ;  $o(301)$ ;  $p(300)$ ;  $\pi(612)$ ;  $v(331)$ ;  $x(311)$ ;  $\beta(12.9.4)$ .

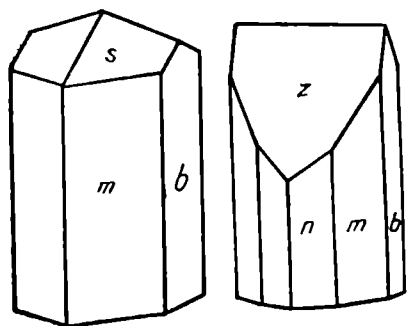


Fig. 24. Cristale de stibină.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,22$ ;  $b_0 = 11,30$ ;  $c_0 = 3,84$  Å; conține  $Sb_8S_{12}$ ,  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristalele sînt prismatice, aciculare, cu striațiuni verticale. Foarte frecvent se observă rotirea și chiar răsucirea cristalelor bine dezvoltate. Forme caracteristice și unghiuri:

$$(010) \wedge (110) = 45^\circ 12' \quad (010) \wedge (120) = 26^\circ 44'$$

$$(010) \wedge (111) = 72^\circ 12' \quad (110) \wedge (111) = 64^\circ 17'$$

*Macles:* rare; plan de macle (130) sau (310) sau (120). *Clivaj:* (010) perfect, (100), (110) imperfect. Foițele flexibile dar nu elastice. *Spărtură:* subconcoidală.  $H = 2$ .  $G = 4,60 - 4,7$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice.* În infraroșu este transparentă. Pentru  $\lambda = 760$ ,  $\alpha = 3,194$ ,  $\beta = 4,046$ ,  $\gamma = 4,303$ ,  $2V_\alpha = 25^\circ 45'$ . În lumină reflectată: culoare albă, anizotropie puternică, deseori prezintă structuri zonare.  $R_\alpha$  pentru verde 38,6%, oranj 34,2%, roșu 32,0%;  $R_\beta$  pentru verde 30,5%, oranj 26,4%, roșu 24,9%;  $R_\gamma$  pentru verde 43,9%, oranj 37,8%, roșu 35,4%. Bireflexie vizibilă. Reflexe interne de culoare roșu-închis.

*Chimism.* Conține uneori As, Ag și Au.

*Ocurență.* În cea mai mare parte, stibina se întilnește în zăcăminte hidrotermale, formîndu-se la temperaturi foarte joase și constituind împreună cu cuarțul filoane și concentrații stratiforme independente. În asociație cu stibina se întilnește deseori cinabru, fluorina, cuarțul, calcitul, caolinitul, baritina etc. Uneori apare ca produs de sublimare, în cantități mici. În zona de oxidare se descompune relativ ușor trecînd în diferiți oxizi de stibiu de culoare galbenă, uneori brună (valentinit, senarmontit etc.).

În România se întilnește în mod excepțional în mineralizații legate de sisturile cristaline (Someșu Cald, Someșu Rece); rareori în mineralizații piro-metasomatice în legătură cu magmatismul banatitic (Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Băișoara). Majoritatea covârșitoare a ocurențelor o constituie filoanele hidrotermale aurifere sau polimetalice, asociate magmatismului neogen (Ilba, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Băile Borșa, Săcărîmb, Hondol, Ruda Barza, Zlatna, Almașu Mare). Eșantioanele de stibină din zona Baia Mare, în special din zăcămintele Herja și Baia Sprie, sînt celebre prin frumusețea lor sau prin unele particularități cristalografice (prezența fețelor (30.1.0) și (15.4.0) la cristalele de la Baia Sprie).

Acumulări importante se cunosc în U.R.S.S. la Rozdolinsk (în regiunea Krasnoiarsk), în Japonia la Itsinokava (insula Shikoku), în R. P. Chineză în Yunnan, în R. F. Germania la Wolfsburg și la nord de Arnsberg; în R. D. Germană la Bräunsdorf lângă Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Příbram. Importante zăcăminte se află în statele Idaho, Nevada, California (S.U.A.).

### BISMUTINĂ $Bi_2S_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9862 : 1 : 0,3498$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,15$ ;  $b_0=11,29$ ;  $c_0=3,98$  Å; conține  $\text{Bi}_6\text{S}_{12}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* ca și la stibină cristale aciculare alungite predominant fețele de prismă (110), (120), (130) și pinacoid (100), (010), (001). Fețele prezintă strițiuni fine verticale. Este răspândit și sub formă de mase granulare, uneori agregate radiare. *Clivaj:* (010) perfect, (100), (110) imperfect, foițele flexibile.  $H=2$ .  $G=6,8-7,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu cu reflexe cenușii de plumb. *Urmă:* cenușie. Nu conduce electricitatea.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată, culoarea albă, asemănătoare cu a galenei, prezintă o tentă mai gălbuie.  $R$  în aer:  $R_\alpha$  pentru verde 41,46%, oranj 40,86%, roșu 39,60%;  $R_\beta$  pentru verde 48,45%, oranj 48,17%, roșu 40,86%;  $R_\gamma$  pentru verde 54,51%, oranj 53,0%, roșu 49,18%. În imersie:  $R_\alpha$  pentru verde 29,67%, oranj 28,74%, roșu 28,24%;  $R_\beta$  pentru verde 39,87%, oranj 37,89%, roșu 35,55%;  $R_\gamma$  pentru verde 42,53%, oranj 38,53%, roșu 36,81%; bireflexia slabă, anizotropia puternică mai ales în imersie. Prezintă extincție dreaptă.

*Ocurență.* Este întâlnită exclusiv în zăcăminte hidrotermale (filoniene și metasomatice de contact), în condiții diferite de ale stibinei. Apare în zăcăminte de staniu, wolfram, arsen, deseori asociată cu bismutul nativ, mispichelul, calcopirita, uneori cu aurul nativ, pirită, galena și multe alte sulfuri. Rar formează zăcăminte de sine stătătoare. În zona de oxidare se descompune ușor. Carbonații formează deseori pseudomorfoze după bismutină.

În România este prezentă în zăcăminte de sulfuri din șisturi cristaline cu totul excepțional (Crucea, Bahna), mai frecvent în zăcăminte pirometasomatice sau hipotermale legate de provincia banatică (Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor), în filoane hidrotermale neogene (Hondol, Zlatna).

În R. D. Germană apare la Schneeberg și Altenberg, în Suedia la Bastnaes, în Anglia în comitatele Cornwall, Devonshire și Cumberland, în Bolivia la San Baldamero și Huantina, în S.U.A. la Haddam (Delaware), în statele Pennsylvania și Montana.

### GUANAJUATIT $\text{Bi}_2(\text{Se})_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Habitus:* cristale aciculare asemănătoare stibinei; forme și unghiuri (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}$ 0) aproape 90°; frecvent ca mase compacte, granulare sau cu texturi fibroase. *Clivaj:* (010) distinct, (001) imperfect.  $H=2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$ .  $G=6,25-6,98$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu. *Urmă:* cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac, colorat în alb, anizotrop, puternic pleocroic.

*Ocurență.* În asociație cu bismut nativ, bismutină, pirită etc. se găsește în Mexic la Santa Caterina, Sierra de Santa Rosa, la nord de Guanojuato. În Munții Harz, la Andreasberg, este asociat cu clausthalit și alte seleniuri.

### KERMESIT $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,339 : 1 : 1,265$ ;  $\beta = 101^\circ 45'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=10,97$ ;  $b_0=8,19$ ;  $c_0=10,36$  Å; conține  $\text{Sb}_{16}\text{S}_{16}\text{O}_8$ .  $Z=8$ .

*Habitus*: cristale plate (001) sau alungite  $\parallel [010]$ . Agregate radiare. *Clivaj*: (001) perfect, (100) slab.  $H=1-1\frac{1}{2}$ .  $G=4,68-4,69$ . *Luciu*: adaman-tin, semimetalic. *Culoare*: roșu. *Urmă*: roșie-brună.

*Proprietăți optice*. Translucid pozitiv, alungirea  $\parallel Z$ .  $\alpha=2,72$ . Birefringența uneori ridicată.

*Ocurență*. Apare asociat senarmontitului, valentinitului. În R. S. Cehoslovacă se întâlnește la Pernik, Bratislava, Příbram; apare la Bräunsdorf lângă Freiberg (R. D. Germană), la Sarrabus în Sardinia, la Djebel Haminate în Algeria, la Chalanches în Franța, la Mojave (California).

## 9. TIPUL $AX_2$

Mineralele care se încadrează în tipul  $AX_2$  au ca elemente principale pentru  $A=Fe, Co, Ni, Pt$ , iar pentru  $X_2=S_2, As_2, As-S$  (în unele cazuri  $Sb-S$ ). Putem considera ca grupe caracteristice, *grupa piritei*, constituită din sulfuri, *grupa löllingitului* din arseniuri și *grupa mispichelului* și a *cobaltinei* cu arsenosulfuri. Marcasita deși sulfură de fier are o poziție specială datorită sistemului său de cristalizare rombic. Cu structuri similare apar și cele două grupe a *molibdenitului* și a *krenneritului*, fapt care impune tratarea lor în acest tip de minerale.

### A. Grupa piritei

#### PIRITA $FeS_2$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,42 \text{ \AA}$ ; conține  $Fe_4S_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: este foarte răspândită sub formă de cristale, idiomorfe, ca forme foarte frecvente apărând cubul (100), piritoedrul (210), octaedrul (111), diploedrul (213). Dimensiunile cristalelor sînt variate, putînd atinge în diametru valori centimetrice. Sînt caracteristice striatiile fețelor, care sînt paralele cu muchiile  $[100]$ ,  $[210]$ ; aceste striatii sînt în legătură cu structura cristalină a piritei și sînt orientate totdeauna perpendicular pe fața vecină, elementele exterioare de simetrie corespunzînd în totul particularităților structurii. În numeroase roci și minereuri pirita apare sub formă de cristale mici sau granule rotunjite diseminate; de asemenea sînt foarte răspîndite agregatele compacte de pirită. În rocile sedimentare apar de regulă concrețiuni sferice de pirită, uneori cu structura radiară, altele umplînd cavitățile cochiliilor. Pirită apare frecvent și în mase reniforme sau sub formă de ciorchini, în asociație cu alte sulfuri. *Macles*: ax de macle  $[001]$  și plan de macle (011). mai rar plan de macle după (320). *Clivaj*: (001) slab, (011) și (111) slab și întrerupt. *Spărtură*: concoidală.  $H=6-6\frac{1}{2}$ ; variază în funcție de conținuturile în Ni și Co, care substituie fierul. *Culoare*: galben ca alama, frecvent prezentînd reflexe gălbui-brune sau irizații. Varietățile solzoase, fin dispersate, au culoarea neagră. *Urmă*: brună sau verzui-neagră. *Luciu*: puternic metalic. Slab conducătoare de electricitate; termoelectrică.



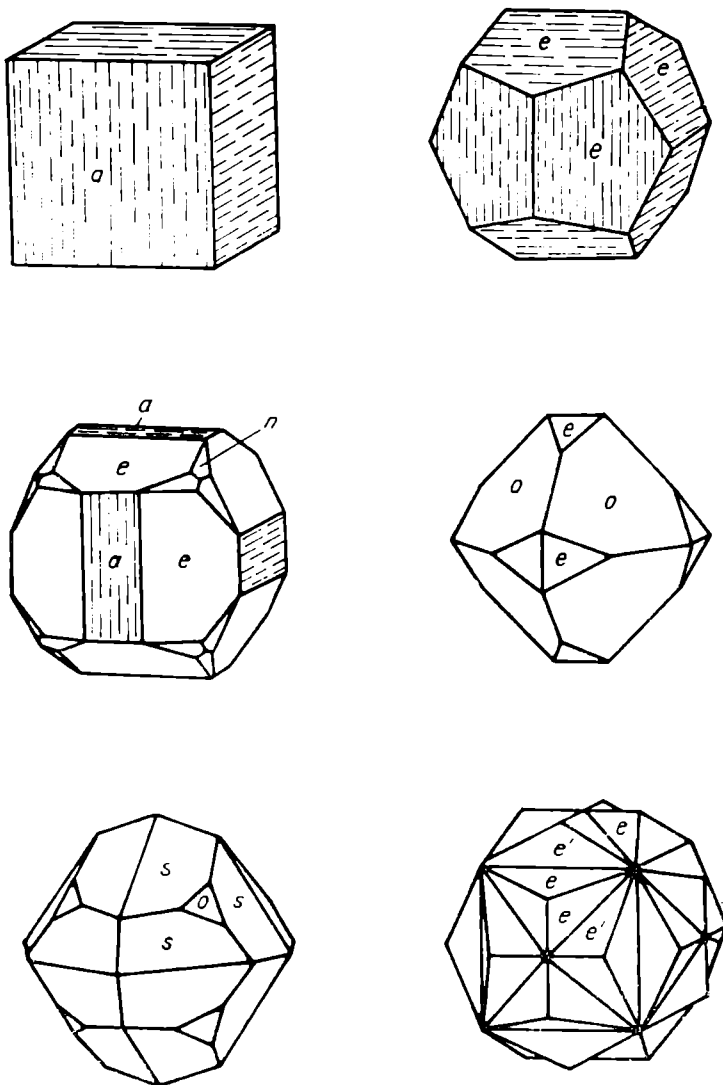


Fig. 25. Cristale de pirită.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată este colorată în galben-deschis. Față de marcasită și față de arsenopirită este mai galbenă, iar în raport cu sperylitul este mai puțin strălucitoare și mai galbenă.  $R$  în aer, pentru verde 54%, oranj 53,5%, roșu 52,5%, iar în imersie pentru verde 46%, oranj 47%, roșu 46%. În general este izotropă; în anumite situații prezintă o slabă anizotropie.

*Chimism și structură.* Structura piritei este o rețea cubică cu fețe centrate de tipul NaCl, în care ionii sulfului aranjați perechi sînt foarte apropiați între ei formînd grupa de anioni  $S_2^{2-}$ . Distanța între ionii de sulf, în aceste grupe, este egală cu 2,05 Å în loc de 3,5 Å valoarea dublă a razei ionice. Grupele

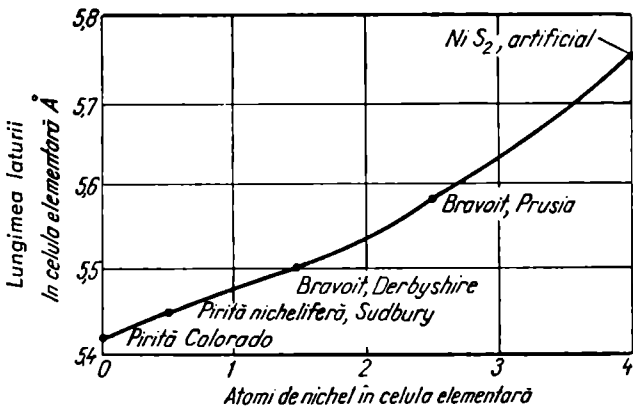


Fig. 26. Variația în pirită a conținutului de Ni în raport cu celula elementară.

$S_2^{2-}$  se orientează prin axele lor după diagonalele cuburilor mici în așa fel încât ele nu se întretaie. În structura pirităi mai cristalizează și  $MnS_2$ ,  $NiS_2$ ,  $PtAs_2$ ,  $RuS_2$  etc. Sulfoarseniurile și sulfoantimoniurile  $CoAsS$ ,  $NiSbS$  etc., deși aparțin prin structura lor tipului pirităi, au totuși pentru rețea o simetrie redusă. În această rețea reticulară grupul  $S_2^{2-}$  este înlocuit de grupele  $AsS_2^{2-}$ ,  $SbS_2^{2-}$ .

Chimic este o bisulfură de fier în care Ni și Co poate substitui fierul pînă la raporturi — Ni : Fe = 1 : 1,84 și Co : Fe = 1 : 2,5. Într-o substituție mai accentuată a Fe compoziția se extinde spre bravoit, unde raportul Fe : Ni = 1 : 1. În structura pirităi poate fi vorba astfel de o compoziție de forma:  $(Fe, Ni, Co)S_2$ . Înlocuirea izomorfă a fierului prin nichel (fig. 26)

Tabelul 28

#### Analize chimice

	1	2	3	4
Fe	46,55	29,30	45,20	33,32
Ni	—	16,69	—	0,19
Co	—	urme	1,25	13,90
S	53,45	53,40	53,30	52,45
SiO <sub>2</sub>	—	—	0,03	—
Total	100,00	99,39	99,78	99,86

1 — Pirită FeS<sub>2</sub>; 2 — Derbyshire, mina Close, Marea Britanie;  
3 — Franklin, S.U.A. (varietate cu cobalt); 4 — Gladhammar — Suedia (varietate cu cobalt);

se produce de regulă cu modificarea durității mineralului și a culorii, care trece spre alb-argintiu sau cenușiu.

Ca substituenți ai Fe mai apare V, Cr, Tl, Mo etc. sau ca impurități mecanice determinate spectrografic, în urme.

**Ocurență.** Este cea mai frecventă sulfură întâlnită în scoarța terestră și se formează în cele mai variate condiții geologice:

— ca incluziuni în numeroase roci endogene; este în general un mineral epigenetic față de silicați și este deseori legată de manifestările hidrotermale care le-au afectat;

— în zăcăminte metasomatice de contact asociată cu alte sulfuri și magnetit în skarne; în cele mai multe cazuri această varietate conține cobalt; și în acest caz formarea ei este legată de activitatea fazei hidrotermale;

— ca mineral principal în filoanele hidrotermale de sulfuri, în parageneze foarte diferite; de cele mai multe ori aceste soluții pot, prin procese metasomatice, să conducă la apariția unor granule de pirită diseminate în rocile învecinate.

— în formațiunile sedimentare, de regulă în concrețiuni, în nisipuri argiloase, zăcăminte de cărbuni, acumulări de minereuri de fier, mangan, aluminiu; formarea piritei în aceste formațiuni este legată de descompunerea resturilor organice într-un mediu lipsit de oxigen, în părțile adânci ale bazinelor marine; în aceste condiții se găsește în paragenză cu marcasita, melnicovitul, sideritul etc.

În zona de oxidare pirită ca și majoritatea sulfurilor este instabilă; oxidându-se trece în sulfat feros, care în prezența oxigenului se transformă ușor în sulfat feric. Acesta hidrolizându-se trece în hidroxid de fier și acid sulfuric liber, care trece în soluție. Pe această cale se formează pseudomorfozele de limonit după pirită, frecvent întâlnite în natură.

Pirită însăși formează deseori pseudomorfoze după resturi organice (lemn și diferite resturi de organisme), iar în rocile endogene se întâlnesc pseudomorfoze de pirită după pirotină, magnetit, hematit și alte minerale care conțin fier.

Pirită se întâlnește ca mineral dispersat sau formând acumulări. Apare în sisturi cristaline ca lentile și corpuri de geneză sedimentogenă sau hidrotermală, ulterior metamorfozate (Băile Borșa, Cîrlibaba, Rodna, Fundu Moldovei, Pojorîta, Crucea, Bălan, Măcin, Peceneaga), ca filoane sau lentile de mineralizații vechi (Valea lui Stan, Gura Văii, Muncelu Mic, Vețel, Lipova, Someșu Rece, Someșu Cald, Turcoaia), însoțind zăcăminte metamorfice de Fe și Mn (Iacobeni, Șaru Dornei, Broșteni, Tulgheș, Baia de Fier, Ghelar, Vadu Dobrii, Răzoare), în roci bazice și ultrabazice vechi (la Bădeni, în Masivul Făgăraș, la Plavișevița, Bozovici, Rudăria, Poiana Mărului). Este întâlnită în corpuri și filoane pirometasomatice și hidrotermale legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Ditrău, Jolotca, Borca, Tulgheș, Poiana Mărului, Almășel — jud. Hunedoara, Zam, Almaș-Săliște, Cerbia, Roșia Nouă, Săvirșin, Căzânești, Ciungani, Vața de Jos, Vața de Sus, Somova, Cîrjelari, Cataloi, Allin-Tepe), banatitic (Berzasca, Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băița — Bihor, în masivele Vlădeasa și Budureasa) și neogen (Ilba, Nistru, Băița, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Poiana Botizei, Țibleș, Băile Borșa, Rodna, în Munții Căliman, la Deva, Săcărîmb, Hondol, Crăciunești, Ruda-Barza, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Izvoru Ampoiului, Roșia Montană, Mușca, Baia de Arieș), precum și în concentrații localizate în roci sedimentare, fără legătură vizibilă cu corpuri magmatice (Țirgu Ocna, Sărata, Monteoru, Borsec, Comănești, Petroșani).

Pe glob se cunosc foarte multe concentrații de pirită, dintre care menționăm pe cele din R. S. Cehoslovacă de la Smolnik și Přebram, din Spania de la Rio Tinto, din Italia de la Brosso și Traversella, din Franța de la Saint-Pierre de Mesage, din Suedia de la Falun, din Norvegia de la Rororös și Sör Tröndelag, din Mexic, Peru, Bolivia, Chile, Brazilia, S.U.A., U.R.S.S. etc.

### **BRAVOIT** (Ni, Fe) $S_2$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,74 \text{ \AA}$ ; valoarea descrește pe măsura creșterii conținutului fierului în rețea; conține (Ni, Fe) $_4S_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* mase nodulare, structuri radiar fibroase, cruse pe piritoedrii. *Clivaj:* (001). *Spărtură:* concoidală.  $H=5 \frac{1}{2}-6$ ; descrește pe măsură ce conținutul în Ni crește.  $G=4,62$  pentru Fe:(Ni, Co)=1:1,53, 4,66 pentru Fe:Ni=1:1. *Luciu:* metalic.

*Chimism.* Reprezintă un termen intermediar în seria izomorfă FeS $_2$ -NiS $_2$  (vaesit) stabil la temperaturi joase (sub 130°C) (Kullerud, 1961). Poate conține și mici cantități de CoS $_2$  (cattierit). Există o serie continuă: pirită-pirită nicheliferă-bravoit.

*Ocurență.* În România se găsește la Sasca Montană în zona de alterație supergenă a mineralizației cuprifere din skarne, asociat cu pirită, linneit, millerit, calcopirită, calcozină, calcit.

Mai apare în Anglia în mina Mill Close, în S.U.A., în Alaska, asociat cu calcopirită și pirotină, la Canyon Creek și Lower Copper River și în Spania în districtul Carmenes.

### **SPERRYLIT** PtAs $_2$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,94 \text{ \AA}$ ; conține Pt $_4As_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale cubice a (001), cub-octaedrice. Forme principale: d (011), o (111), n (112), p (122) etc. *Macle:* apar foarte rar. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* concoidală.  $H=6-7$ .  $G=10,58$ . *Culoare:* alb de staniu. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac, izotrop.  $R$  pentru verde 56,5%, oranj 55%, roșu 52,5%.

*Chimism.* Este o biarsenură de platină cu elemente de tipul Sb, Rh, Fe, Cu.

*Ocurență.* Este semnalat în zăcămintele de sulfuri de Cu și Ni legate genetic de rocile eruptive bazice, gabbrouri-norite, gabbrouri-diabaze, fiind asociat cu minerale din grupa platinei, pirotina, calcopirită, pentlanditul. A fost identificat în cristale mari până la 1,85 cm grosime în complexul de roci eruptive de la Bushveld. Este citat și în zăcămintele metasomatice în skarne la contactul rocilor bazice cu calcarele. În filoane de cuarț, de origine hidrotermală, apare în parageneză cu diferite sulfuri destul de rare. Este stabil din punct de vedere chimic, nu se descompune în zona de oxidare, iar după dezagregarea zăcămintelor este întilnit în depozitele aluvionare, păstrându-și deseori forma inițială cristalografică.

În România a fost determinat la Holbav în roci ultrabazice nichelifere, asociat cu pirotină și calcopirită.

## Analize chimice

Pt	52,57	56,2	54,83
Pd	urme	—	nd
Rh	0,72	—	1,66
Cu	—	0,7	—
Fe	0,07	0,4	—
Sb	0,50	—	—
As	40,98	40,6	39,89
Rez.	4,62	1,3	2,90
<b>Total</b>	<b>99,46</b>	<b>99,2</b>	<b>99,28</b>

1 — Vermilion, Sudbury, (Canada); 2 — Amur, Siberia (U.R.S.S.); 3 — Tweefontain Potgietersrust (Africa de Sud),

În U.R.S.S. apare în aluviuni la Zeise și Timpton, în Siberia orientală. A fost găsit în mina Vermilion — Sudbury din Canada, la Potgietersrust în districtul Waterberg și în complexul de roci eruptive de la Bushveld din Africa de Sud, apoi la Caler Fork și Mason Branch din statul Carolina de Nord (S.U.A.).

**HAUERIT**  $MnS_2$ 

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,10 \text{ \AA}$ ; conține  $Mn_4S_8$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale comune octaedrice o (111), cub-octaedrice a (100), cristale granulare. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală.  $H = 4$ .  $G = 3,444$ . *Luciu:* metalic-adamantin în alterările de suprafață. *Culoare:* roșu-brun, negru-brun.

*Proprietăți optice.* Izotrop, în lumină reflectată roșu,  $n_{L1} = 2,69$ .

*Occurență.* Se formează din soluții bogate în sulf, fiind de obicei asociat gipsului și sulfurii. În România este întâlnit la Gurahonț (Moneasa); în R. S. Cehoslovacă la Kalinka, format din solfatare; în Italia în Sicilia la Raddusa la vest de Catania; în Noua Zeelandă la Collingwood; în S.U.A. la Big Hill și la High Island.

**B. Grupa cobaltinei****COBALTINA**  $CoAsS$ 

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $T 2 \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a = 5,61 \text{ \AA}$ ; conține  $Co_4As_4S_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, cubice, mai rar piroedrice. Destul de frecvent sub formă de granule neregulate și în mase compacte. Forme caracte-

ristice: a (001), d (011), o (111), p (122) etc. *Macle*: rar după (011) și (111). *Clivaj*: (001) perfect. *Spărtură*: neregulată.  $H=5\frac{1}{2}$ .  $G=6,33$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: alb-argintiu, reflexe roz, cenușiu de plumb, alb-violet sau cenușiu-negru atunci când conține mult Fe. *Urmă*: neagră-cenușie. Mineral slab conducător de electricitate, termoelectric.

*Proprietăți optice*. Culoarea în lumină reflectată este albă cu tente slab roz; cu timpul ea trece în roz.  $R$  în aer pentru verde 52%, oranj 52,5%, roșu 48%, iar în imersie pentru verde 37%, oranj 41,5%, roșu 40,5%. Bireflexia nu se observă în aer, în imersie remarcându-se îndeosebi la marginea granulelor. Anizotropia se vede atât în aer cât și în imersie.

*Chimism și structură*. Structura cobaltinei este similară cu cea a piritei, deosebindu-se de aceasta prin grupul de ioni care la pirită este reprezentat prin  $S_2^{2-}$ , iar la cobaltină prin  $AsS_2^-$ ; unul din ionii de sulf din grupul S-S este înlocuit prin As el devenind As-S sau în alte minerale Sb-S. Această substituție duce la eliminarea axei de ordinul trei, deci la o nouă simetrie a sistemului cubic. Celula elementară poate fi reprezentată cu următorul conținut:  $A_4(XY)_4$ , unde  $A=Co, Ni$  și uneori Fe, iar cel de al doilea grup pentru  $X=As, Sb, Bi$  și pentru  $Y=S$ . Această deosebire impune în cazul acestor minerale apariția unui clivaj perfect după (001). Analizele asupra cristalelor artificiale arată un conținut maxim pentru Fe de 10%, iar pentru Ni pînă în 3,02%. Ca impurități sint semnalate Cu, Pb, Sb etc.

Tabelul 30

Analize chimice

	1	2	3
Fe	—	4,11	4,55
Co	35,53	28,64	29,10
Ni	—	3,06	0,97
As	45,15	44,77	44,55
S	19,32	19,34	20,37
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,92</b>	<b>99,54</b>
1 — CoAsS; 2 — Columbus Claim, Cobalt, Canada; 3 — Hakansbô, Suedia.			

*Ocurență*. Se întâlnește în general în zăcămintele metasomatice de contact și în filoane hidrotermale de temperatură ridicată. Este asociată de obicei cu sulfurile și arseniurile de cobalt, fier, precum și cu calcopirită, blendă, cuarț, minerale caracteristice skarnelor. În zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri și arsenuri de cobalt se formează prin alterare  $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$  (eritrina), evidentă prin culoarea sa roz și aspectul pămîntos sau cristalin.

În România cobaltina apare în masivele cristaline, în serpentine cu cromit (Ogradena), în roci bazice vechi și în formațiuni hidrotermale vechi (Lipova); în formațiunile de contact ale rocilor din provincia banatică (Oravița, Ciclova Română), în mineralizațiile hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba).

Se găsește în Suedia la Tunaberg și Riddarhyttan, în Norvegia la Skutterud, în Anglia în Cornwall, în India la Rajputana, în U.R.S.S., în Transcaucazia în Azerbaidjan și în Canada la Cobalt.

### GERSDORFIT NiAsS

*Sistemul de cristalizare:* cubic, T 2 3.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,719 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Ni, Fe})_4\text{As}_4\text{S}_4$  cu Ni : Fe = 3 : 1.

*Habitus:* frecvente cristale cubice sau octaedrice. Formele cele mai obișnuite: c (001), d (011), o (111), e (102), m (113). Se mai prezintă sub formă de agregate granulare. *Macle:* rare după (111). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H=5$ .  $G=5,6-6,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, cenușiu-strălucitor, negru-cenușiu. *Urmă:* neagră-cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac; izotrop; în lumină reflectată colorat în alb, puternic strălucitor, mai închis decât pirita bine lustruită;  $R$  în aer pentru verde 49,5%, oranj 42,5%, roșu 42%, iar în imersie pentru verde 38,5%, oranj 34%, roșu 33%.

*Chimism și structură.* Are o structură asemănătoare piritei, cu aceeași particularități prezentate la cobaltină. Analizele arată prezența unor conținuturi maxime în Fe de 16,64%, iar pentru Co proporții maxime de 14,12%; uneori, poate fi prezent Sb până la 2%. Impuritățile de Cu sînt datorate conerșterilor cu calcopirita. Varietățile cu Sb — numite corynit — pot indica Sb=13,45%, iar formula devine sub forma  $(\text{Ni, Fe, Co})(\text{As, Sb})\text{S}$ , termen intermediar al seriei gersdorfit-ullmannit.

Tabelul 31

#### Analize chimice

	1	2	3	4
Cu	—	4,20	1,10	—
Fe	—	5,71	8,89	1,98
Co	—	—	1,72	—
Ni	35,42	23,48	28,92	28,86
Sb	—	0,54	1,63	13,45
As	45,23	44,33	43,54	37,83
S	19,35	17,76	13,84	17,19
Rez.	—	3,98	—	—
Total	100,00	100,00	99,64	99,31

1 — NiAsS; 2 — Mina Crean Hill, Sudbury; 3 — Coburg, Dobschau (cu incluziuni de calcopirită); 4 — Corynite, Olsa (Carinthia — Austria).

*Ocurență.* Este întilnit în general în zăcămintele hidrotermale și apare asociat paragenetic cu sulfurile și arseniurile de nichel: nichelină, millerit, cloantit, rammelsbergit, ullmannit. În zona de oxidare, pe seama acestor

minerale, se formează annabergitul  $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ , cu o culoare verde-intens, caracteristică.

În România a fost descris în pegmatitele fundamentului cristalin (Teregova), în skarnele asociate banatitelor de la Băița — Bihor.

Interesante sînt acumulările de la Loos și Helsingland (Suedia), de la Lempälo (Finlanda), de la Harzgerode (R. D. Germană), de la Sudbury (Canada), de la Phoenixville (S.U.A.), de la Dundas (Tasmania), de la Berzovsk și Berikulsk (U.R.S.S.).

#### ULLMANNIT $\text{NiSbS}$

*Sistemul de cristalizare:* cubic, T 2 3.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,92 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Ni}_4\text{Sb}_4\text{S}_4$ .

*Habitus:* cubic, octaedric, piritoedru, rar tetraedru; striatiuni pe fețele de cub după (110). *Macle:* [110], planul de maclă (001). *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H=5$ .  $G=6,70$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, alb-argintiu. *Urmă:* cenușie-negricioasă.

*Proprietăți optice:* Opac; izotrop; în lumină reflectată colorat în alb; slabă anizotropie;  $R$  pentru verde 49%, oranj 42%, roșu 42%.

*Ocurență.* În zăcăminte hidrotermale apare în Austria, la Harzgerode în R. D. Germană, în Sardinia la Monte Narba. De regulă, inclus în siderit, asociat nichelinei și gersdorfitului.

#### C. Grupa löllingitului

##### LÖLLINGIT $\text{FeAs}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,544 : 1 : 1,130$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=2,86$ ;  $b_0=5,26$ ;  $c_0=5,93 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Fe}_{2+x}\text{As}_{4-x}$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale prismatice după [001]; forme comune:  $b$  (010),  $a$  (100),  $u$  (140),  $q$  (130),  $s$  (120),  $m$  (110),  $l$  (011),  $e$  (101),  $r$  (111). *Macle:* (011). *Clivaj:* (010) și (101) distinct. *Spărtură:* neregulată.  $H=5-5 \frac{1}{2}$ .  $G=7,10-7,4$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu și cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră-cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată alb curat strălucitor. În comparație cu galena prezintă o tentă ușor gălbuie. Puterea de reflexie și culoarea variază cu conținutul în Co și Ni, precum și în alte elemente.  $R$  în aer pentru verde 57%, oranj 52,5%, roșu 48%, iar în imersie pentru verde 43,5%, oranj 43,5%, roșu 40,5%; bireflexia este slabă; este vizibilă atît în aer, cît și în imersie. Prezintă anizotropie destul de puternică; culorile de anizotropie variază de la albăstrui-deschis la albăstrui-azuriu.

*Chimism.* Este o biarseniură de fier unde Fe este substituit prin Co și Ni, iar As prin Sb și parțial prin S. Variația chimismului este exprimată prin formula  $(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni})_{2+x}(\text{As}, \text{Sb}, \text{S})_{4-x}$ ,  $x$  fiind de obicei 0,2%. Structura cristalină este asemănătoare marcasitei și arsenopiritei, avînd rețea rombică, de unde necesitatea studierii acestor minerale în grupe distincte, deși aparțin aceleiași tip  $\text{AX}_2$ .



*Ocurență.* Este un mineral caracteristic zăcămintelor hidrotermale, filoniene și metasomatice, unde apare asociat cu arsenopirita, alte sulfuri de fier și de cupru și arsenuri de cobalt. În zona de oxidare se descompune, trecând în  $\text{Fe}^{III}(\text{AsO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  — scorodit.

În România apare în mineralizații din provincia banatică (Oravița, Ciclova Română) și cea neogenă (Ilba).

În Canada apare în zăcămintul Cobalt (provincia Ontario), asociat cu sulfuri de cupru, minerale de nichel și cobalt, skutterudit, cloantit, smaltină etc., argint și aur nativ. În Carinthia (Austria) se întâlnește la Lölling, în R. F. Germania în Munții Harz la Andreasberg, în Spania în provincia Andaluzia la Sierra Morena, iar în Bolivia la Potosi.

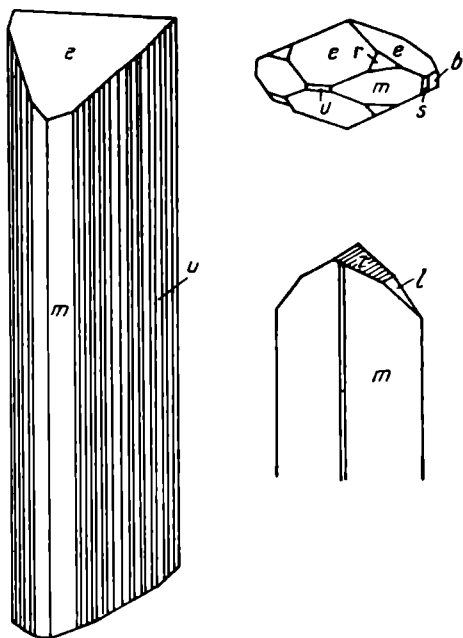


Fig. 27. Cristale de löllingit:  $m(110)$ ;  $e(101)$ ;  $l(011)$ ;  $b(010)$ ;  $s(120)$ ;  $u(140)$ ;  $r(111)$ .

#### SAFFLORIT ( $\text{Co, Fe}$ ) $\text{As}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8703 : 1 : 0,5144$ ;  $\gamma = 90^\circ 27'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,13$ ;  $b_0 = 5,05$ ;  $c_0 = 5,87 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Co}_4\text{As}_8$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* se apropie de cel al arsenopiritei, fețele dominante fiind  $e(101)$ ,  $(310)$ . Forme caracteristice:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $n(120)$ ,  $m(110)$ ,  $f(011)$ . Agregate masive cu structură radiară. *Macle:* după  $(011)$ ,  $[101]$ . *Clivaj:*  $(100)$  potrivit. *Spărtură:* neregulată sau concoidală.  $H=4,5-5,5$ .  $G=6,9-7,3$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de staniu, uneori cenușiu. *Urmă:* neagră-cenușie.

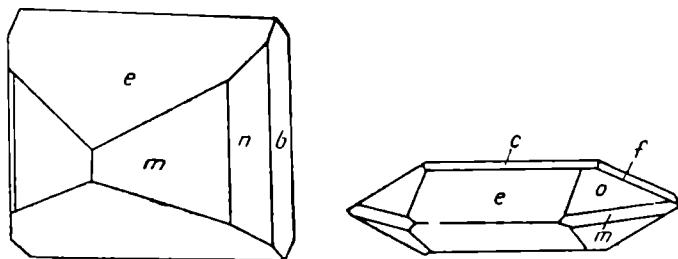


Fig. 28. Cristale de safflorit:  $c(001)$ ;  $o(111)$ ;  $m(110)$ ;  $l(011)$ ;  $n(120)$ ;  $b(010)$ ;  $e(101)$ .

*Proprietăți optice.* Opac; în lumină reflectată, culoarea este alb curat, strălucitor; *R* în aer pentru verde 58%, oranj 52%, roșu 51,5%, iar în imersie pentru verde 47,5%, oranj 47%, roșu 43%; bireflexie slabă în aer; este vizibilă pe marginea granulelor; în imersie devine mai clară. Termenii bogăți în Fe arată o bireflexie mai clară și anizotropie puternică.

*Ocurență.* În asociație cu smaltină, rammelsbergit, nichelină și alte minerale de Co și Ni, apare în special în zăcămintele filoniene hidrotermale cu caracter mezotermal.

În România se întâlnește în mineralizații legate de fundamentul cristalin al Carpaților Meridionali, la Bădeni și Eibenthal, sub formă de cristale frumoase. În R. D. Germană apare la Schneeberg, în Canada la Cobalt, în Suedia la Tunaberg și Sadermanland.

#### RAMMELBERGIT $\text{NiAs}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,54$ ;  $b_0=4,79$ ;  $c_0=5,79$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus:* mase granulare, cristale prismatice cu structură radiar-fibroasă. *Clivaj* (010). *Spărtură:* neregulată.  $H=5\frac{1}{2}$ –6.  $G=7,1$ . *Luciu:* metallic. *Culoare:* alb de staniu, cu reflexe roz. *Urmă:* cenușie-negricioasă.

*Proprietăți optice:* Opac; în lumină reflectată culoarea este alb curat; *R* în lumină galbenă este 60%–63%; bireflexia este mai slabă în aer decât la saflorit, iar în imersie devine mai clară; prezintă anizotropie puternică.

*Chimism.* Conține alături de Ni, ca substituenți cristalo-chimici, Co, Fe, iar în pozițiile As se remarcă S, mai rar Bi.

*Ocurență.* În depozite hidrotermale de tip mezotermal este asociat altor minerale de Ni și Co: löllingit, smaltină, nichelină etc. În R. D. Germană apare la Schneeberg, în R. F. Germania la Riechelsdorf (landul Hessen), în Austria în landul Carinthia la Lölling-Hüttenberg, în Franța la St. Marie (Alsacia), în Maroc la Bou Azzer, iar în Canada la Cobalt.

#### PARARAMMELBERGIT $\text{NiAs}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic sau pseudorombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,988 : 1 : 1,963$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,43$ ;  $b_0=5,75$ ;  $c_0=5,82$  Å; conține  $\text{Ni}_8\text{As}_{16}$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* tabular (001), mase compacte. *Clivaj:* (001) perfect.  $H=5,5$ .  $G=7,2$ . *Luciu:* metallic. *Culoare:* alb de staniu.

*Proprietăți optice.* Opac; anizotropie puternică; structuri lamelare.

*Ocurență.* Apare în zăcămintele hidrotermale în Canada (în provincia Ontario) la Mina Moose Horn, în R. D. Germană la Schneeberg.

#### MARCASITA $\text{FeS}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,762 : 1 : 1,218$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=3,39$ ;  $b_0=4,45$ ;  $c_0=5,42$  Å; conține  $\text{Fe}_2\text{S}_4$ .  $Z=2$ .

**Habitus:** tabular (010), piramidal, prismatic după [001], rar columnar sau în formă de lance; se mai întâlnește sub formă de concrețiuni, stalactite, ciorchini, mase reniforme, neregulate sau cruste. Forme mai importante: b (010), a (100), c (001), v (130), m (110), l (011), e (101), s (110). **Macle:** complexe după [101] sau cu (011) ca plan de maclă. **Clivaj:** (101) distinct, (110) întrerupt, imperfect. **Spărtură:** neregulată.  $H=6-6\frac{1}{2}$ .  $G=4,8-4,9$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** galben de alamă, cu nuanță cenușie sau verzuie. **Urmă:** verde, cenușiu-închisă.

**Proprietăți optice.** Culoarea în lumină reflectată este galben-deschis; comparativ cu pirita are o tentă mai verzuie;  $R$  în aer pentru verde 52%, oranj 45,5%, roșu 44,5%, iar în imersie pentru verde 42%, oranj 39%, roșu 39%; bireflexia se remarcă îndeosebi în imersie; anizotropie puternică, de la albăstrui-violet la verzui-deschis.

**Chimism și structură.** Este modifiacția rombică a bisulfurii de fier, în structura marcasitei găsindu-se aceleași grupe  $S_2^{2-}$  ca și la pirită. Ionii de Fe

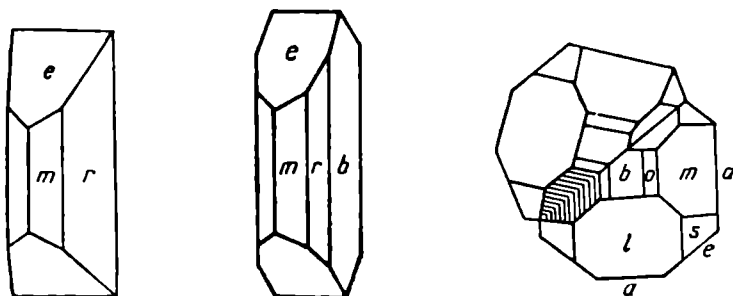


Fig. 29. Cristale de marcasită.

ocupă colțurile celei rombice și centrul celei, fiind înconjurați de grupe de ioni  $S_2^{2-}$ . Comparind structurile piritei și marcasitei remarcăm că unul și același tip de coordonare poate fi realizat în rețele cristaline absolut diferite ca simetrie.

Tabelul 32

**Analize chimice**

	1	2	3
Fe	46,55	46,53	46,56
S	53,45	53,30	53,40
Rez.	—	0,20	0,05
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,03</b>	<b>100,01</b>
1 — FeS <sub>2</sub> ; 2 — Joplin; Rez. SiO <sub>2</sub> =0,20%, urne Cu; 3 — Loughborough, Township.			

*Ocurență.* Marcasita este răspândită mult mai puțin în natură decât pirită. Se întâlnește atât în rocile endogene cât și în cele exogene. Marcasita de origine endogenă apare în zăcămintele hidrotermale, mai ales în filoane. În general se formează în ultimele faze de mineralizare. Se întâlnește frecvent în druze sub formă de cristale concrescute, în general mărunte, uneori sub formă de eflorescențe pulverulente pe cristalele de cuarț, calcit, galenă, blendă, tetraedrit etc., mai rar sub formă de cruste și forme stalactitice.

În rocile sedimentare, marcasita apare mai ales în nisipuri și argile căr-bunoase, îndeosebi sub formă de concrețiuni de granule neregulate, pseudomorfoze după resturile organice, precum și în mase solzoase de culoare neagră, fin dispersate. Procesul de transformare în zone de oxidare este asemănător cu cel descris la pirită.

În România se întâlnește în mineralizații de diferite tipuri genetice, uneori metamorfozate (Crucea, Holbav, Poiana Mărului, Valea lui Stan, Lipova), în mineralizații legate de ofiolitele mezozoice (M. Mehedinți, Căză-nești) sau de magmatismul banatic (Dognecea, Valea Drăganului), frecvent în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Hărțăgani, Ruda Barza, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Lupșa, Baia de Arieș) și în formațiuni sedimentare de diferite vârste (Siret, Bucșoia, Vatra Moldoviței, Pleși, Petroșani, Lupeni, Tușnad, Căpeni, Rudăria).

## D. Grupa mispichelului

### MISPICHEL FeAsS

Sinonim: *arsenopirită*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială:  $a : b : c = 1,6833 : 1 : 1,1360$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 6,43$ ;  $b_0 = 9,53$ ;  $c_0 = 5,66$  Å;  $\beta = 90^\circ$ ; conține  $\text{Fe}_8\text{As}_8\text{S}_8$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001] și tabulare [010], de asemenea forme columnare, baccilare sau aciculare. Forme caracteristice: c (001), b (010), a (100), r (140), u (120), m (110), e (012), n (101), o (111). Unele fețe (104) sînt striate orizontal, ceea ce constituie un caracter de recunoaștere. Se găsește și ca metacristale, dezvoltate pe cale metasomatică în rocile de contact ale zăcămintelor, în mase compacte și agregate granulare. *Macle:* destul de frecvente prin întrepătrunderea a trei indivizi după fețele de prismă (101), (100) sau după (001), care dau cristalelor aspectul pseudorombic, sau (012) cînd creează macle în cruce. *Clivaj:* (101) distinct, (010) imperfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 5 \frac{1}{2} - 6$ .  $G = 5,9 - 6,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* alb de argint, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu-neagră.

*Proprietăți optice.* Culoarea în lumină reflectată este albă.  $R_\gamma$  în aer pentru verde 51%, oranj 51,55%, roșu 50,74%,  $R_\alpha$  pentru verde 47,91%, oranj 51,15%, roșu 50,04%,  $R_\beta$  pentru verde 47,02%, oranj 50,47%, roșu 49,88%; în imersie  $R_\gamma$  pentru verde 40,44%, oranj 39,80%, roșu 38,63%,  $R_\alpha$  pentru verde 30,70%, oranj 39,65%, roșu 37,87%,  $R_\beta$  pentru verde 36,17%, oranj 38,89%, roșu 37,37%. Bireflexie foarte slabă. Anizotropie destul de puternică; culorile de anizotropie în tonuri de roșu-violaceu.

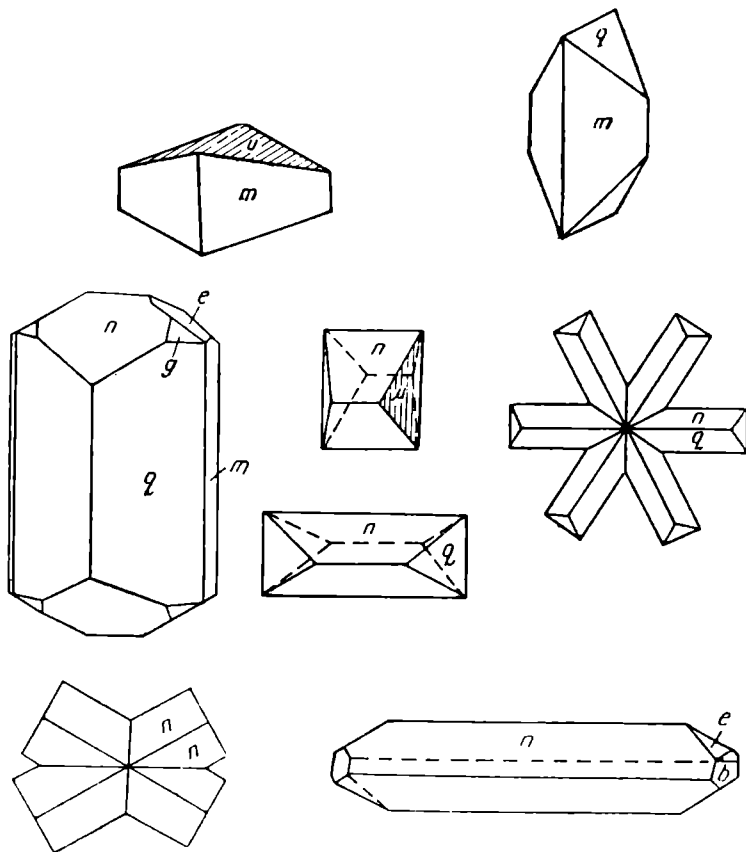


Fig. 30. Cristale de mispichel:  $n(101)$ ;  $e(012)$ ;  $q(210)$ ;  $m(110)$ ;  $u(120)$ ;  $b(010)$ .

**Ocurență.** Mineral frecvent în zăcămintele hidrotermale, el constituie sursa principală a arsenului în zăcămintele endogene. În zăcămintele tipic hidrotermale filoniene și metasomatice, mispichelul se separă la temperaturi mai ridicate. Este întâlnit și ca mineral subordonat în zăcămintele de Sn, W, Bi, Cu, Pb, Zn etc.

Prin alterare mispichelul se descompune destul de repede, formând scoroditul  $Fe^{3+}(AsO_4) \cdot 2 H_2O$ .

În România apare în complexele de șisturi cristaline, uneori sub formă de vechi mineralizații hidrotermale de sulfuri (Băile Borșa, Crucea, Valca lui Stan, Rășinari, Teliuc, Ghelari), în granite paleozoice sau mezozoice vechi (Bătrina, Turcoaia), în formațiuni sedimentare mezozoice (Schela), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Tulgheș), în zăcămintele pirometasomatice legate de magmatismul banatic (Sasca Montană, Orașița, Ciclova Română, Dognecea), în zăcămintele mezotermale aurifere sau de sulfuri legate de magmatismul neogen (Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie, Cavnic, Băiuș, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Ruda Barza, Stănița, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Se întâlnește în R. D. Germană în regiunea Freiberg; în R. F. Germania la Baden-Baden; în Suedia la Tunaberg; în Norvegia la Skutterud; în Anglia la Devonshire; în Bolivia la Sorato; în U.R.S.S. în Ural; în Canada la Deloro (Ontario).

### GLAUCODOT (Co, Fe)AsS

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,679 : 1 : 1,153$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,67$ ;  $b_0 = 9,62$ ;  $c_0 = 5,73 \text{ \AA}$ ; conține (Co, Fe)<sub>8</sub>As<sub>8</sub>S<sub>8</sub>,  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale prismatice după [001] sau [010]. Striațiuni ||[001], uneori [010]. Forme caracteristice: l(210), j(101), m(110), q(230), g(212), v(112). Mase compacte, masive. *Macle:* plan de maclă (100), (012) macle în cruce. *Clivaj:* (010) perfect, (101) aproape perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 5$ .  $G = 6,04$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu, alb de staniu, alb-argintiu. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac, asemănător arsenopiritei, dar cu  $R$  mai mare. Bireflexia este mai dificil de observat; în imersie se observă tonuri albastrii. Anizotropie, de obicei, slabă.

*Ocurență.* Este destul de rar întâlnit în zăcămintele hidrotermale asociat cu arsenopirită, pirită, pirotină, calcopirită etc.

În România a fost semnalat la Lipova în tufuri paleozoice metamorfizate și la Oravița și Ciclova Română în skarnele asociate banatitelor. Descriș și în Chile la Huasco; în Suedia la Håkansboda; în Norvegia la Skutterud.

## E. Grupa molibdenitului

### MOLIBDENIT MoS<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 3,815$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,16$ ;  $c_0 = 12,32 \text{ \AA}$ ; conține Mo<sub>2</sub>S<sub>4</sub>,  $Z = 2$ .

*Habitus:* rar cristale prismatice, mai frecvent forme pinacoidale hexagonale. Forme caracteristice: c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), s(10 $\bar{1}$ 5), o(10 $\bar{1}$ 2), p(10 $\bar{1}$ 1), q(30 $\bar{3}$ 2). De obicei formează agregate solzoase, uneori formațiuni sferulitice. Striațiuni orizontale (0001) sau sub formă de urme paralele cu (10 $\bar{1}$ 1). *Macle:* (0001). *Clivaj:* (0001) perfect; lamelele flexibile, dar nu elastice.  $H = 1 - 1\frac{1}{2}$ .  $G = 4,7 - 4,8$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb; lasă urmă pe hirtie, gras la pipăit. *Urmă:* cenușie cu nuanță verzuie.

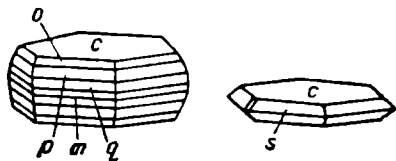


Fig. 31. Cristale de molibden: c(0001); m(10 $\bar{1}$ 0); s(10 $\bar{1}$ 5); o(10 $\bar{1}$ 2); p(10 $\bar{1}$ 1); q(30 $\bar{3}$ 2).

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiuni proaspete culoarea este albă. Bireflexie puternică. În aer  $R_e$  pentru verde 36%,

oranj 31,5%, roșu 30,5%,  $R_{\omega}$  pentru verde 15,5%, oranj 18%, roșu 15%; în imersie  $R_{\epsilon}$  pentru verde 29%, oranj 23,5%, roșu 24%,  $R_{\omega}$  pentru verde 8%, oranj 6%, roșu 4%. Prezintă anizotropie puternică în tonuri de alb-cenușiu cu tente roz.

**Chimism și structură.** Structura molibdenitului este reprezentată printr-o rețea stratificată, fiecare strat fiind format din rețele plane de atomi de molibden cuprinse între două plane de atomi de sulf. În celula hexagonală fiecare atom de molibden este înconjurat de șase atomi de sulf la colțurile unei prisme trigonale (ca și arsenul în arseniura de nichel). Legăturile între atomii unui strat sînt covalente, încît acesta poate fi considerat ca o moleculă mare; legăturile între strate sînt metalice. Structura stratificată determină clivajul bun al cristalelor. Cristalizează în această structură și  $WS_2$  — tungstenitul. Analizele chimice arată  $Mo=59,94\%$ ,  $S=40,06\%$ . În general este destul de pur din punct de vedere chimic; nu sînt semnalate impurități de alte elemente.

**Ocurență.** Zăcămintele de molibdenit sînt legate genetic de intruziunile de roci acide, îndeosebi de granite și granodiorite, în care uneori se întîlnește sub formă de impregnații. Este prezent de asemenea în filioanele pegmatitice, însă în majoritatea cazurilor în cantități mici, care nu au valoare industrială. Zăcămintele cu valoare economică sînt în cea mai mare parte de origine hidrotermală, apărînd în filioane constituite predominant din cuarț; adesea, în aceste filioane se întîlesc și granule de pirită. Rar, ca minerale însoțitoare, apar mice fin îmbricate, fluorină, wolframit, beril și turmalină. În zona de oxidare din molibdenit se formează, prin pseudomorfoză, powellit  $Ca(MoO_4)$  sau rămîn goluri cu conture asemănătoare cristalelor de molibdenit, mineralul fiind levigat în întregime.

În România apare în masivele cristaline vechi cu diferite geneze (Băile Borșa, Crucea, Plavișevița, Teregova, M. Gilău), în masivul alcalin Ditrău-Jolotca, frecvent în mineralizații pirometasomate sau hipotermale din provincia banatică (Sasca Montană, Oțelu Roșu, Săvișin, Cerbia — jud. Hunedoara, Băița — jud. Bihor), rar în filioane hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Ilba, Baia Sprie, Deva, Ruda Barza, Zlatna).

Se cunosc zăcămintele în R. S. Cehoslovacă la Cinoveč, în R. D. Germană la Altenberg și, în șisturi cuprifere, la Mansfeld, în Norvegia la Telemark, în S.U.A. la Cumberland, apoi în statele Colorado și Pennsylvania, în Australia la Kingsgate.

**Jordisitul** este o varietate amorfă de molibdenit, cu luciu de cărbune și spărtură concoidală. Se găsește în Austria la Bleiberg, în S.U.A. în Utah și în Colorado.

## TUNGSTENIT $WS_2$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 3,930$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,18$ ;  $c_0 = 12,5 \text{ \AA}$ ; conține  $W_2S_4$ ,  $Z = 2$ .

*Habitus:* mase masive, agregate foioase. *Clivaj:* (0001).  $H = 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 7,4$ .  
*Culoare:* cenușiu de plumb.

*Proprietăți optice.* Opac, în secțiune colorat în alb, bireflexie puternică, anizotropie evidentă.

*Ocurență.* Întilnit în depozite de calcar la Emma (statul Utah — S.U.A.), asociat piritei, galenei, tetraedritului, wolframitului.

## F. Grupa krenneritului

Mineralele din această grupă se aseamănă prin unele proprietăți, deși au sisteme de cristalizare diferite; orientările cristalografice sînt asemănătoare, dimensiunile celulei după o direcție sînt egale; au complexe de macle similare și mici variații ale greutateii specifice.

### KRENNERIT $\text{AuTe}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5323 : 1 : 0,2699$ ;  $\beta = 90^\circ 08'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 16,51$ ;  $b_0 = 8,80$ ,  $c_0 = 4,45$  Å; conține (Au, Ag)<sub>8</sub>Te<sub>16</sub>.  $Z = 8$ .

*Habitus:* mici cristale aciculare; adesea compact; prisme [010], striatiuni [010]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), f (112), p (111).

*Clivaj:* (001). *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată.  $H = 2-3$ .  $G = 8,62$ .

*Luciu:* metalic. *Culoare:* alb-argintiu, galben de aur.

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiune lustruită alb-crem; bireflexie slabă, greu vizibilă chiar pe marginea granulelor.  $R$  pentru  $465 \text{ m}\mu$  este:  $R_\gamma = 72-70\%$ ,  $R_\alpha = 65-63,2\%$ ; pentru  $527 \text{ m}\mu$ ,  $R_\gamma = 71-70\%$ ,  $R_\alpha = 64-63,7\%$ ; pentru  $589 \text{ m}\mu$ ,  $R_\gamma = 76-75\%$ ,  $R_\alpha = 69-68\%$ . Anizotropia este destul de vizibilă; culorile care se văd sînt în tonuri brun-închise.

*Ocurență.* Apare în zăcămintele hidrotermale asociat cu silvanit, pirită, tetraedrit, calcopirită, cuarț, calcit. Se găsește în România în provincia magmatică neogenă la Săcărîmb, Zlatna, Almașu Mare, Fața Băii. Descriș în S.U.A., la Cripple Creek (statul Colorado) și în vestul Australiei.

### SILVANIT (Ag, Au)Te<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,9778 : 1 : 1,9913$ ;  $\beta = 110^\circ 49' 1/2''$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,96$ ;  $b_0 = 4,49$ ;  $c_0 = 14,62$  Å; conține  $\text{Au}_2\text{Ag}_2\text{Te}_8$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* prismatic [001], tabular a (100), b (010), columnar. Forme principale: c (001), m (110), r (210), t (310), a (100), b (010). *Macles:* plan comun de maclă (100). *Clivaj:* (010) perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 1 1/2 - 2$ .  $G = 8,16$ . Au : Ag = 1 : 1. *Luciu:* metalic-strălucitor. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, alb-argintiu pînă la galben. *Urmă:* cenușiu-strălucitoare.

*Proprietăți optice.* Opac. Culoarea alb-crem.  $R$  în aer pentru verde  $57\%$ , oranj  $48\%$ , roșu  $46\%$ , în imersie pentru verde  $40\%$ , oranj  $40\%$ , roșu  $23\%$ . Bireflexia este vizibilă numai în imersie, mai ales în zone cu indivizi maclați. Anizotropia este puternică; culorile de anizotropie sînt roz-albicioase, cenușiu-albicioase; în poziții intermediare variază în tonuri de brun, galben, albăstrui.



**Ocurență.** Mineral descris pentru prima dată în lume la Săcărîmb, în zăcămintele hidrotermale, în filoane, alături de alte sulfuri comune, telururi etc.

În România apare în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen la Săcărîmb, Ruda-Barza, Băița, Stănița, Bucium, Baia de Arieș.

În S.U.A. apare în statele Carolina, California, Colorado; în Australia la Kalgoorlie și Mulgabbie; în Canada la Bigstone Bay, Porcupine (Ontario).

### CALAVERIT $\text{AuTe}_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic,  $2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,6298 : 1 : 1,1492$ ;  $\beta = 90^\circ 08'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,19$ ;  $b_0 = 4,41$ ;  $c_0 = 5,08 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Au}_2\text{Te}_4$ .  $Z = 2$ .

**Habitus:** cristale prismatice scurte  $[010]$ , striatiuni după  $[010]$ , mase granulare, cristale nedistincte. **Macle:**  $(101)$  — axele paralele,  $(310)$  — axele  $\chi = 122^\circ 58'$  sau  $(111)$  — axele  $\chi = 93^\circ 40'$ . **Clivaj:** absent. **Spărtură:** sub-concoidală sau neregulată.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 9,3$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** alb-argintiu, galben de aur. **Urmă:** cenușie cu reflexe verzi sau gălbui.

**Proprietăți optice.** Opac; în secțiuni lustruite alb-crem, cu tente slab brune.  $R$  în aer pentru verde  $56,5\%$ , oranj  $54\%$ , roșu  $52\%$ , iar în imersie pentru verde  $54\%$ , oranj  $51\%$ , roșu  $48\%$ . Bireflexie slabă, anizotropie clară.

**Chimism.** Ag. pînă la  $4\%$ , Au pînă la  $44\%$ .

**Ocurență.** În filoane hidrotermale de temperaturi medii sau joase, asociat cu pirită, blendă, galenă, tetraedrit, cuarț etc. În România apare extrem de rar în filoane metalifere legate de magmatismul neogen, la Săcărîmb, Stănița.

În S.U.A. este întilnit la Stanislaus (California) și la Cripple Creek (Colorado); în Australia la Kalgoorlie și de asemenea în insulele Filipine.

## 10. TIPUL $\text{AX}_3$

### SERIA SKUTTERUDITULUI

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $2/m \bar{3}$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,21 \text{ \AA}$  (skutterudit);  $a_0 = 8,20 \text{ \AA}$  (smaltină); conține  $(\text{Co}, \text{Ni})_8\text{As}_{24}$ .  $Z = 8$ .

**Habitus:** cristale în formă de cub, cub-octaedru, octaedru, dbdecaedru romboidal. Forme principale:  $a$   $(001)$ ,  $d$   $(011)$ ,  $o$   $(111)$ ,  $f$   $(103)$ ,  $n$   $(112)$ ,  $s$   $(213)$ . Rar cristale cu aspect prismatic. Sînt întilnite de asemenea sub formă de concrețiuni radiare sau agregate granulare compacte. **Macle:** plan de macă  $(112)$  (smaltină, cloantit) și  $(011)$  (skutterudit). **Clivaj:**  $(001)$  și  $(111)$  bun,  $(011)$  distinct, variabil în funcție de direcție. **Spărtură:** concoidală sau neregulată.  $H = 5\frac{1}{2} - 6$ .  $G = 6,8$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** alb de staniu, uneori cu reflexe cenușii sau irizații.

**Proprietăți optice.** Culoarea în secțiuni lustruite este albă.  $R$  ia următoarele valori: la smaltină  $R$  în aer pentru verde  $58,5\%$ , oranj  $57,5\%$ , roșu  $50\%$ , iar în imersie pentru verde  $49,5\%$ , oranj  $46,5\%$ , roșu  $46\%$ ; la skutterudit  $R$  în aer pentru verde  $60\%$ , oranj  $53,5\%$ , roșu  $51\%$ , iar în imersie pentru verde  $47\%$ , oranj  $47\%$ , roșu  $44\%$ . Sînt izotrope.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Co	20,77	19,70	20,18	13,81	24,13	—	7,78	2,30	3,62	13,70
Ni	—	—	0,11	11,35	1,23	—	12,94	19,89	21,18	—
Fe	—	2,80	1,84	1,21	4,05	—	1,04	0,47	2,83	3,71
As	79,23	76,41	76,38	71,61	70,85	79,29	76,78	75,78	71,47	61,59
S	—	1,03	1,50	0,75	0,08	—	1,67	0,61	0,58	—
Bi	—	—	—	—	—	—	—	0,16	—	20,17
Rez.	—	—	—	0,96	0,41	—	0,44	0,14	0,29	0,85
Total	100,00	99,91	100,01	99,69	100,75	100,00	100,65	99,35	99,97	100,07

1 — CoAs<sub>3</sub> (teoretic); 2 — Skutterudit (Skutterud — Norvegia); 3 — Skutterudit (Sudbury — Canada); 4 — Smaltină (Cobalt — Canada); 5 — Smaltină (provincia Atacama — Chile); 6 — NiAs<sub>3</sub> (teoretic); 7 — Nichelskutterudit (Oravița — R. S. România); 8 — Nichelskutterudit (Schneeberg — R. D. Germană); 9 — Cloantit (Schneeberg); 10 — Bis-mutosmaltină (Schneeberg).

**Chimism și structură.** În această grupă sînt încadrate mineralele care au ca formulă teoretică AX<sub>3</sub> și AX<sub>3-x</sub> și care formează amestecuri izomorfe, cu prezența unor conținuturi variabile de Fe. Studiile röntgenometrice arată că ele se deosebesc de mineralele grupelor precedente prin structura lor cristalină, deși prezintă asemănări din punct de vedere chimic. Caracteristica structurii seriei skutteruditului constă în faptul că celula elementară este formată din opt atomi de Co, situați în centrele cuburilor mici, și șase grupuri de As<sub>4</sub> și că atomii de arsen constituie în rețea grupe cuadrule de As<sub>4</sub>, așezate în virfurile unui patrat și dispuse în mijlocul muchiilor și fețelor, orientîndu-se paralel cu laturile cubului elementar. Analizele arată că sînt în general arsenuri de Co și Ni de tipul (Co, Ni)As<sub>3-x</sub>. Variațiile în compoziția chimică sînt pentru skutterudit și nichelskutterudit (Co, Ni)As<sub>3-x</sub> și respectiv (Ni, Co)As<sub>3-x</sub> cu x de la 0 la 0,5, iar pentru smaltină și cloantit (Co, Ni)As<sub>3-x</sub> și respectiv (Ni, Co)As<sub>3-x</sub>, cu x de la 0,5—1. Substituirile între Ni și Co merg maximum la 12%. Sulfurul poate substitui As, în proporția maximă de 2%. Mai sînt prezente Cu, Zn, Pb, Ag în jur de 4%, reprezentînd de regulă rezultatul unor impurități mecanice sau concreșteri intime cu minerale conținînd aceste elemente.

**Ocurență.** Toate aceste minerale apar în parageneză cu alte arsenuri de cobalt și nichel, exclusiv în zăcămintele hidrotermale. Prin alterare din skut-

terudit și smaltină se formează *eritriță*, iar din nichelskutterudit și cloantit se formează *annabergit*.

În R. S. România apar în mineralizații legate de fundamentul cristalin (Bădeni), de magmatismul mezozoic (Gemenea), de magmatismul banatic (Oravița, Ciclova Română, Vața de Jos) sau de cel neogen (Săcărimb).

În Norvegia se găsesc la Skutterud, în R. D. Germană la Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Johannegeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Franța la Allemont, în Anglia în Cornwall, în S.U.A. la Motte (Missouri), în Canada la Cobalt, în U.R.S.S. în regiunea Munților Altai, la Nijni-Seimciansk.

## II. SULFOSĂRURI ȘI COMPUȘI SIMILARI

### 1. TIPUL $A_mB_nX_p$ $m+n: p > 4:3$

#### A. Grupa polibazitului

##### **POLIBAZIT** $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,7309 : 1 : 1,5796$ ;  $\beta = 90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 26,17$ ;  $b_0 = 15,11$ ;  $c_0 = 23,89$  Å; conține  $(Ag, Cu)_{32}Sb_4S_{22}$ .  $Z = 16$ .

*Habitus:* cristale lamelare cu contur pseudohexagonal; fețele de bază arată striațiuni în forme triunghiulare. Se întâlnește și în mase compacte. Cristalele sînt tabulare după (001). Forme principale:  $c$  (001),  $m$  (110),  $l$  (310),  $n$  (101),  $t$  (201),  $o$  (114),  $r$  (112),  $p$  (111). *Macle:* plan de macă (110) sau (001) repetate. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 1,5 - 2$ .  $G = 6 - 6,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Este colorat în alb sau cenușiu-închis, cu tente slab verzui.  $R$  în aer pentru verde 29,5%, oranj 25,5%, roșu 25,5%, iar în imersie pentru verde 19%, oranj 14,5%, roșu 13%. Bireflexie destul de slabă, vizibilă îndeosebi pe marginile granulelor. Anizotropia este scăzută, dar în imersie apare mai clară. Reflexele interne apar în tonuri de roșu-închis. În secțiuni subțiri:  $2V_\alpha = 22^\circ$ ,  $n_{Li} > 2,72$ . Birefrință ridicată. Orientarea  $\alpha = c$  și  $\beta = a$ .

*Chimism.* Analizele arată prezența Ag, Sb și S, respectiv compoziția teoretică  $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$ , cuprul substituind izomorf argintul. Serie continuă cu pearceitul  $(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$ , substituirea pentru As fiind reprezentată pînă la 60 atomi %.

*Ocurență.* Este întâlnit în zăcămintele hidrotermale de temperatură joasă și medie, asociat cu pirargiritul, tetradritul, stefanitul și alte sulfosăruri de Ag și Pb.

În România apare în zăcămintele hidrotermale legate de magmatismul neogen la Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Săliște, Roșia Montană.

## Analize chimice

	1	2	3
Ag	74,32	67,95	64,49
Cu	—	6,07	9,70
Sb	10,49	5,15	8,08
As	—	3,88	1,78
S	15,19	16,37	15,10
Rez.	—	0,76	0,75
Total	100,00	100,18	99,90
1 — Ag <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> S <sub>11</sub> ; 2 — Rez.Pb 0,76%; (Quespisetă — Peru); 3 — Rez.Fe 0,41%, Zn 0,34% (Las Chlapas, Sonora — Mexic).			

În R. D. Germană este citat la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov și Přebram, în Mexic la Guanajuato, în Chile la Tres Puntas (provincia Atacama), în S.U.A. în statele Nevada, Idaho, Colorado, Arizona și în Japonia la Ohimato.

**PEARCEIT** (Ag, Cu)<sub>16</sub>As<sub>2</sub>S<sub>11</sub>

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 1,7309 : 1 : 1,6199; β = 90°09'.

*Dimensiunea celulei elementare:* aproape identică cu cea a polibazitului.

*Habitus:* cristale tabulare, striatiuni triunghiulare pe (001). *Macle:* (110), plan de macă (001). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* concoidală și neregulată. *H* = 3. *G* = 6,15. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiuni lustruite culoarea este albă, iar în secțiuni subțiri verde, cenușie sau roșie. Bireflexie slabă. Anizotropie scăzută.

*Chimism.* Cuprul substituie argintul pînă la 30 atomi %, Sb substituie As pînă la 4 atomi %, limita de existență a pearceitului.

*Ocurență.* Este întilnit în zăcămintele hidrotermale de temperatură medie, asociat cu sulfosăruri de plumb și argint, sulfuri comune, cuarț, baritină și carbonați.

În R. S. România apare în mineralizațiile legate de magmatismul neogen la Dealul Crucii, Roșia Montană.

În S.U.A. se găsește în statul Colorado la Aspen și în Montana la Phillipsburg, iar în Chile la Arkueros.

**POLIARGIRIT** Ag<sub>24</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>13</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Habitus:* cub-octaedric. Forme caracteristice (110) și (hll). *Clivaj:* (001). *Spărtură:* neregulată. Maleabil și ductil. *H* = 2,5. *G* = 6,974. *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier, cenușiu negricios. *Urmă:* neagră.

*Ocurență.* Apare în zăcămintele hidrotermale, în R. F. Germania la Baden, Wolfach în parageneză cu argentit.

## B. Grupa argiroditului

### ARGIRODIT $\text{Ag}_6\text{GeS}_6$

### CANFIELDIT $\text{Ag}_8\text{SnS}_8$

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=21,11 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Ag}_{256}(\text{Ge}, \text{Sn})_{32}\text{S}_{192}$ .

*Habitus:* octaedric, dodecaedric; combinații de forme principale: a (001) d (011), o (111); mase compacte masive, cruste cristaline, agregate radiare. *Macle:* maclă comună tip spinel (111) sau (011). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată, slab concoidală.  $H=2,5$ .  $G=6,1-6,3$  (argirodit), 6,276 (canfieldit). *Culoare:* alb-negricios cu tonuri de roșu; în spărtură proaspătă este cenușiu-strălucitor, alb de staniu, cu reflexe roșii sau violete. *Urmă:* neagră-cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată culoarea este alb-cenușie, cu tente violacee.  $R$  în aer pentru verde 24,5%, oranj 21%, roșu 18,5%; în imersie pentru verde 10,5%, oranj 9,5%, roșu 9%. Bireflexia este foarte slabă în aer, iar în imersie se observă la marginea granulelor. Prezintă anizotropie vizibilă de asemenea la marginea granulelor.

*Ocurență.* Se întâlnesc în zăcămintele hidrotermale în asociații cu sulfuri și alte sulfosăruri de Pb, Ag și Cu. Citate în R. S. România în mineralizațiile de la Hondol și București (probabil canfieldit).

În R. D. Germană apar la Freiberg, în Bolivia la Colquechaca (canfieldit) și în Argentina la Pirquitas.

### STEFANIT $\text{Ag}_5\text{Sb}_4\text{S}_4$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $m \ m \ 2$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6291 : 1 : 0,6851$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,72$ ;  $b_0=12,34$ ;  $c_0=8,50 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Ag}_{20}\text{Sb}_4\text{S}_{16}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristalele au aspecte pseudohexagonale, frecvent prisme, sau tabulare [001], ușor alungite după [100], [110], striatiuni [1 $\bar{1}$ 4]. Mase compacte sau diseminări. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), t (023), d (021), e (041), p (111), r (221), f (133), v (132). *Macle:* de doi sau trei indivizi după (110), de multe ori multiple, sau (100), plan de maclă (001). *Clivaj:* (010) și (021) imperfect. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=6,25$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier.

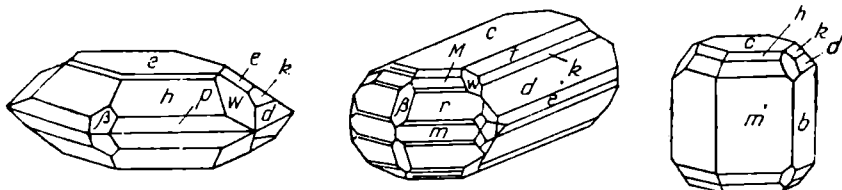


Fig. 32. Cristale de stefanit: c(001); b(010); t(023); d(021); e(041); h(112); m(110);  $\beta$ (101), p(111); w(134); M(113).

**Proprietăți optice.** Este transparent în infraroșu. În lumină reflectată culoarea este alb-cenușie, asemănătoare culorii argentitului. *R* în aer pentru verde 29%, oranj 27,5%, roșu 24,5%; în imersie pentru verde 17%, oranj 13,5%, roșu 10%. Bireflexia în aer este slabă, iar în imersie mai clară. Anizotropia este puternică.

**Ocurență.** Este întâlnit în filoane de origine hidrotermală, în parageneză cu minerale argentifere (argentit, argint nativ, polibazit, pirargirit), precum și în filoane cobalto-argentifere, asociat arsenurilor de cobalt. În condiții exogene, în zona de îmbogățire secundară se asociază cu argint nativ, iodirit, kerargirit, argentit și covelină.

În România apare în zăcămintele polimetalice și aurifere legate de magmatismul banatic (Băișoara) și de cel neogen (Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, Crăciunești, Trestia, Hărțăgani, Ruda-Barza, Zlatna, Roșia Montană, Baia de Arieș). Se întâlnește în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg, Johanngeorgenstadt, în R. S. Cehoslovacă la Přeborn, în Norvegia la Kongsberg, în Anglia în comitatul Cornwall, în S.U.A. în Nevada la Comstock Lode și la Austin, în Mexic la Zacatecas.

## 2. TIPUL $A_3BX_3$

### A. Grupa sulfosărilor cu argint

#### PIRARGIRIT $Ag_3SbS_3$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal, 3 m.

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 0,7892$ ;  $\alpha = 104^\circ 00' \frac{1}{2}$ ;  $\lambda = 71^\circ 22'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,06$ ;  $c_0 = 8,73$ ; conține  $Ag_{18}Sb_6S_{18}$ .  $Z = 6$ .

**Habitus:** cristale prismatice [0001], forme hemimorfe, striatiuni după (1120) || (1105). Forme principale: *m* (1010),  $-m$  (0110), *a* (1120),  $\beta$  (2130), *u* (1014), *e* (0112), *s* (0221), *t* (2134), *v* (2131). **Macle:** după (1014) complexe, în lamele fine, (1011) comune, (1120) dau aspectul simetriei holodrice, (0112) rare. **Clivaj:** (1011) slab, (0112) aproape imperfect. **Spărtură:** conoidală sau neregulată.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 5,82 - 5,85$ . **Luciu:** adamantin. **Culoare:** roșu sau gri, albastru, negru. **Urmă:** purpurie sau roșie de cireș.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă  $\lambda = 671$  (Li),  $\epsilon = 3,084$ , iar  $\omega = 2,881$ . Uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este albă cu tente albastrui-cenușii. *R* în aer pentru verde 32,5%, oranj 27%, roșu 24%; în imersie pentru verde 19,5%, oranj 16,5%, roșu 15%. Bireflexie vizibilă în aer și puternică în imersie. Anizotropie puternică; culorile de anizotropie: galben-albicios, cenușiu-albastrui. Reflexe interne roșu-deschis.

**Ocurență.** Este un mineral de argint important, care apare în fazele finale ale proceselor hidrotermale. Se depune asociat cu proustit, galenă, argint nativ, sulfoantimonuri, sulfoarsenuri de Pb, Cu și Ag; uneori este asociat cu arsenuri de Ni și Co. Prin alterare în zona de oxidare pe seama pirargiritului se formează argint nativ și argentit.

În R. S. România apare în filoane hidrotermale aurifere legate de magmatismul neogen (Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Săcărîmb, Hondol, Trestia,

Crăciunești, Hărțăgani, Ruda Barza, Stănița, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Baia de Arieș).

Se găsește asociat cu minerale de Ag și galenă în R. D. Germană în M. Harz și în Saxonia la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Příbram și Kremnica, în Norvegia la Kongsberg, în Spania la Hiendelaencina, în Mexic la Guanajuato și Zacatecas, în Chile la Chanarcillo, în S.U.A. în numeroase zăcăminte argentifere din statele Idaho, New Mexico, Utah, Arizona.

### PROUSTIT $Ag_3AsS_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,8039$ ;  $\alpha = 103^\circ 32' \frac{1}{2}$ ;  $\lambda = 72^\circ 12'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,76$ ;  $c_0 = 8,66$  Å; conține  $Ag_3As_2S_6$ .  $Z = 6$ .

*Habitus:* cristale scalenoedrice sau de romboedri ascuțiți. Forme principale: m (10 $\bar{1}$ 0),  $\bar{m}$  (01 $\bar{1}$ 0), a (1120), u (10 $\bar{1}$ 4), r (10 $\bar{1}$ 1), e (01 $\bar{1}$ 2), s (0221), p (11 $\bar{2}$ 3), t (2134), v (2131). Fețele de prismă prezintă striiațiuni oblice, caracteristice. Mai frecvent apare sub forma unor granule diseminate, iar uneori în mase compacte. *Macle:* (10 $\bar{1}$ 4) sau (10 $\bar{1}$ 1), (0001), (01 $\bar{1}$ 2). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) slab. *Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H = 2 - 2^{1/2}$ .  $G = 5,57$ . *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu-aprins. *Urmă:* roșie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă  $\lambda = 671$  (Li),  $\epsilon = 2,9789$ ,  $\omega = 2,7113$ ,  $\lambda = 589$  (Na),  $\epsilon = 3,0877$ ,  $\omega = 2,7924$ ; pleocroism de la roșu-aprins la roșu. Uni-ax negativ. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-deschis cu nuanță albastrui-albicioasă. R în aer pentru verde 28%, oranj 21,5%, roșu 20,5%, iar în imersie pentru verde 15%, oranj 11,5%, roșu 10%. Bi-reflexia este clară. Anizotropia este puternică.

*Chimism și structură.* Din punct de vedere chimic este o sulfură de Ag și As, unde Sb substituie deseori As (tab. 35). Structura se caracterizează prin aceea că grupele  $AsS_3$  ocupă atât colțurile celulei romboedrice cât și centrul. Fiecare grupă de acest fel este reprezentată printr-o piramidă scurtă cu As situat în vîrf. Virfurile tuturor piramidelor sînt orientate în lungul axei ternare.

Tabelul 35

#### Analize chimice

	1	2	3	4
Ag	65,42	64,12	65,06	64,50
Sb	—	0,08	1,41	3,62
As	15,14	15,90	13,85	12,54
S	19,44	19,28	19,64	19,09
Rez.	—	0,75	—	—
Total	100,00	100,13	99,96	99,75
1 — $Ag_3AsS_3$ ; 2 — Cobalt (Ontario — Canada); 3 — cristal (Chanarcillo — Chile); 4 — masiv (Chanarcillo — Chile).				

**Ocurență.** Este răspândit în filoane hidrotermale, în minereurile de plumb, zinc și argint, cu gangă de cuarț și calcit. Se întâlnește printre mineralele care se depun în ultimele stadii ale proceselor hidrotermale, uneori împreună cu pirargiritul. În unele zăcămintele este asociat cu arsenuri de Ni și Co.

În România se găsește în șisturi cristaline, legat eventual de lamprofire mezozoice, la Cirlibaba, Tulgheș, și în filoane și stock-uri hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Săsar, Baia Sprie, Săcărimb, Roșia Montană.

În asociație cu As apare în R. D. Germană la Freiberg, Annaberg, Marienberg și Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Franța la Chalanches, în Mexic la Batopilas, în Peru, în Chile, precum și în diferite zăcămintele în S.U.A. (statele Colorado, Arizona, Nevada).

### PIROSTILPNIT $Ag_3SbS_3$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,3547 : 1 : 0,1782$ ;  $\beta = 90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 12,17$ ;  $b_0 = 6,24$ ;  $c_0 = 15,84$  Å.  $Z = 8$ .

*Habitus:* tabular (010), frecvente forme de romburi, cristale alungite [001]; striatiuni (010). Forme principale: c (001), b (010), a (100), s (120), m (110), d (101), p (141), o (191). De obicei cristalele sînt grupate în suopi sau rozete, ca la stibină. *Macle:* (100). *Clivaj:* (010) perfect. *Spărtură:* concoindală.  $H = 2$ .  $G = 5,94$ . *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu-hyacint. *Urmă:* galbenă-oranj.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă  $\beta = b$ ,  $\alpha \wedge c = 8^\circ$ . Indici de refracție ridicați.

*Ocurență.* Apare de obicei în filoane hidrotermale cu minerale de argint. În R. S. România se găsește în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Săsar și Baia Sprie.

Este descris în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg, în R. D. Germană la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Přebram, în Chile la Chanarcillo (Atacama), în S.U.A. în diferite zăcămintele din statele Atlanta, Idaho.

### STILO TIPIT (Cu, Ag, Fe) $_3SbS_3$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Habitus:* prismatic [001], *Macle:* (111),  $\times$  între ele  $90^\circ$ . *Spărtură:* neregulată.  $H = 3$ .  $G = 4,79 - 5,18$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru de fier. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată este alb-cenușiu.

*Ocurență.* Se găsește în zăcămintele hidrotermale, în Chile la Copiapó, în Peru la Caudalosa și Castrovirroina.

### XANTOCONIT $Ag_3AsS_3$

*Sinonim:* rittingerit.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,9187 : 1 : 1,0152$ ;  $\beta = 91^\circ 13'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,99$ ;  $b_0 = 6,21$ ;  $c_0 = 31,86$  Å.  $Z = 16$ .



*Habitus*: tabular (001), frecvente forme de romburi, alungiri după (010), rar cristale piramidale. Forme principale: c (001), a (100), m (110), d (501), p (111), q (551). *Macle*: (001), aspecte pseudorombice. *Clivaj*: (001) slab. *Spărtură*: subconcoidală.  $H=2-3$ .  $G=5,54$ . *Luciu*: adamantin. *Culoare*: roșu-aprins, portocaliu, brun, galben-oranj, galben de lămie. *Urmă*: galben-oranj.

*Proprietăți optice*: În lumină transmisă este galben-deschis; orientarea  $\alpha=c$ ,  $\gamma=b$ . Indicele de refracție este 3. Este biax negativ  $2E=\pm 125^\circ$ . Birefringentă ridicată.

*Chimism*. Compoziția chimică este identică cu cea a proustitului.

Tablelul 36

Analize chimice

	1	2	3
Ag	65,42	65,15	64,07
As	15,14	14,63	14,98
S	19,44	19,07	14,99
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>98,85</b>	<b>94,04</b>
1 — $Ag_3AsS_3$ ; 2 — Freiberg (R. D. Germană); 3 — Mina Rose, Cobalt (Canada).			

*Ocurență*. Apare în zăcămintele hidrotermale. A fost determinat sub numele de rittingerit la Baia Sprie și la Săcărîmb.

În R. D. Germană apare la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov, în Chile la Chanarcillo, în S.U.A. în diferite zăcămintele din statele Atlanta și Idaho, în Canada la Cobalt.

WITTICHENIT  $Cu_3BiS_3$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=7,68$ ;  $b_0=10,33$ ;  $c_0=6,70 \text{ \AA}$ .

*Habitus*: cristale tabulare (001), uneori în cristale columnare sau aciculare, cel mai adesea compact și fin granular. Forme principale: c (001), a (100), b (010), n (101). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: concoidală.  $H=2,5$ .  $G=6,3-6,7$ . *Culoare*: cenușiu-strălucitor, alb de staniu, cenușiu de plumb. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. În secțiuni lustruite este crem. Slab anizotrop,  $R$  pentru verde 35%, oranj 29,5% și roșu 28%.

*Ocurență*. Apare în zăcămintele hidrotermale legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) sau neogen (Cavnic, Brad).

Se întâlnește la Wittichen în Pădurea Neagră (R.F.G.); este de obicei un însoțitor al calcozinei depusă din soluții ascendente la Butte în Montana (S.U.A.). Este citat în Namibia la Tsumeb; în Africa de Sud în Transvaal; în Peru la Colquijirca.

## B. Grupa tetraedritului

**TETRAEDRIT** (Cu, Fe)<sub>12</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>13</sub>

**TENNANTIT** (Cu, Fe)<sub>12</sub>As<sub>4</sub>S<sub>13</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=10,19 \text{ \AA}$  (varietatea pură de tennantit),  $a_0=10,33 \text{ \AA}$  (varietatea pură de tetraedrit) și  $a_0=10,40 \text{ \AA}$  (tetraedritul bogat în Ag determinat la Freiberg). Conține (Cu, Fe, Zn, Ag)<sub>2</sub>(Sb, As)<sub>8</sub>S<sub>28</sub>.  $Z=8$ .

*Habitus:* tetraedru pozitiv (111), cu fețe strălucitoare sau striate paralel cu muchiile; tetraedru negativ ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), la care se adaugă fețe de dodecaedru romboidal (110), fețe de cub (100) și trapezoedru (211). Deseori, mase compacte granulare, Forme principale: a (001), d (011), o (111), -o ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), f (013), e (012), m (113), n (112), -n ( $\bar{1}\bar{1}\bar{2}$ ), r (233), -r ( $\bar{2}\bar{3}\bar{3}$ ), s (123), -s ( $\bar{1}\bar{2}\bar{3}$ ). *Maclă:* frecvente prin pătrunderea a doi tetraedri, care au și fețele (110) ale dodecaedrului romboidal. Ax de maclă [111], față de maclare || sau  $\perp$  (111). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* subconcoidală sau neregulată.  $H=3-4\frac{1}{2}$  (variază de la tetraedrit la tennantit).  $G=4,6-5,1$ , în funcție de conținutul în Sb. Astfel la: tennantit=4,62; tetraedrit=4,97; Ag-tetraedrit=5,05; Hg-tetraedrit=5,10. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, negru de fier, negru (Hg-tetraedrit). *Urmă:* neagră, brună, reflexe roșii (varietățile cu conținuturi ridicate în As și scăzute în Fe).

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albicioasă, între blendă și galenă. Termenii cu conținuturi mari în As prezintă o tentă verzuie, pe când cei cu Sb, tonuri oliv, iar cei cu Ag tonuri oliv-gălbui; pentru cei cu Hg remarcăm tonuri crem mat.  $R$  variază de asemenea în funcție de chimism (tab. 37). Sint izotrope, prezintă reflexe interne de culoare brun-roșietică, vizibile îndeosebi la varietățile bogate în As.

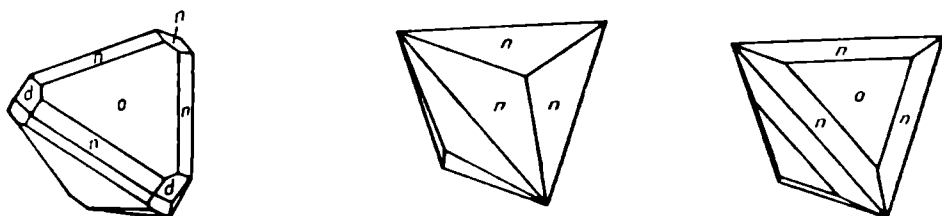


Fig. 33. Cristale de tetraedrit.

Tabelul 37

### Puterea de reflexie

		Tetraedrit $R$	Tennantit $R$	Freibergit $R$
în aer:	verde	27 %	29,5 %	29 %
	oranj	24 %	24 %	23 %
	roșu	20,5 %	21,5 %	21 %
în imersie:	verde	15 %	14 %	12 %
	oranj	14,5 %	13,5 %	16 %
	roșu	12,5 %	10,5 %	14 %

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cu	45,77	45,39	37,42	37,22	38,59	34,15	32,76	42,22	42,05	42,03	51,57
Fe	--	1,32	6,62	0,80	1,05	3,79	1,46	10,90	1,48	0,62	--
Zn	--	--	1,72	6,59	6,16	4,86	0,38	0,63	6,09	7,76	--
Ag	--	--	--	1,51	0,68	5,94	1,51	--	0,04	1,24	--
Hg	--	--	--	--	--	--	13,71	--	--	--	--
Pb	--	0,11	urme	0,33	--	--	urme	--	--	--	--
Ni	--	--	0,23	--	--	--	--	--	--	--	--
Co	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bi	--	--	--	--	--	--	urme	--	--	--	--
Sb	29,22	28,85	29,28	26,61	24,98	25,24	27,90	--	10,87	--	--
As	--	urme	urme	0,38	2,25	1,21	0,84	13,34	12,57	19,80	20,26
S	25,01	24,48	25,70	25,16	25,35	25,22	20,60	29,09	27,12	28,08	28,17
Rez.	--	--	--	0,75	0,14	--	0,18	3,56	--	--	--
Total	100,00	100,15	100,95	99,35	99,20	100,41	99,34	99,74	100,32	99,53	100,00
<p>1 - <math>Cu_3Sb_4S_{13}</math>; 2 - Tetraedrit; Bourg d'Oiseau - Franța; 3 - Fe-tetraedrit; Frigido - Italia; 4 - Zn-tetraedrit; Rez. Mn.=0,69 și insol. 0,06, Băișoara - R. S. România; 5 - Zn-tetraedrit; Cavníc - România; 6 - Ag-tetraedrit; Val de Villé; 7 - Hg-tetraedrit; Iveia Piedmont; 8 - Fe-tennantit Rez.=<math>SiO_2</math>; Osaruzawa, Akita - Japonia; 9 - Tennantit (sandbergerit); San Lorenzo, Santiago Chile; 10 - Tennantit (binnite); Blinnenthal; 11 - <math>Cu_{12}As_4S_{13}</math>.</p>											

*Chimism.* În rețeaua cristalină pozițiile cuprului pot fi înlocuite în parte prin Ag, Hg, Pb, Fe, Zn, uneori Co, iar în varietățile bogate în As. în pozițiile acestuia apar Bi, Hg, Ge, Sn, Mn. Numele de tetraedrit se dă varietăților bogate în Sb, numite și *fahlerz*, iar cele în care predomină As sînt numite *tennantit*. Formula generală a termenilor seriei tetraedrit-tennantit apare sub forma:  $(\text{Cu, Fe, Zn, Ag})_{12}(\text{Sb, As})_4\text{S}_{13}$ . Cuprul este componentul principal, iar raportul între specii este dat de As și Sb ( $\text{Sb} : \text{As} = 1 : 1$ ). Unele elemente își au originea și din impuritățile mecanice impuse de prezența galenei, blendei etc.

În funcție de compoziție se cunosc mai multe varietăți. *Pentru termenii cu stibiu:* a) zincifer, cînd Zn variază de la 8—9%; b) ferifer în care Fe apare cu conținuturi de la 9—13%; c) argentifer (freibergit), cînd Ag variază de la 5—18%; d) hidrargifer, cu Hg pînă la 17%; e) plumbifer cu Pb pînă la 16%; f) bismutifer, unde Bi este 2%; g) nichelifer, unde Ni este 4% și h) cobaltifer cu maximum 4% Co. *Pentru termenii cu arsen:* a) zincifer, cu 9% Zn; b) ferifer, cu Fe pînă la 11%; c) argentifer (binnit), cu 6% Ag și cu totul întimplător 14%; d) bismutifer, cu 13% Bi.

*Ocurență.* Mineralele din această grupă sînt prezente în filoanele formate în legătură cu procesele hidrotermale, fiind destul de răspîndite în zăcămintele de cupru. Subordonat apar și în zăcămintele pegmatit-pneumatolitice de criolit și de Sn sau în sedimentele șistoase cuprifere.

**Tetraedritul** apare în mineralizațiile polimetalice lentiliforme sau filoniene vechi, legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Fundu Moldovei, Crucea, Bălan, Bădeni, Someșu Rece), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Tulgheș, Somova), în zăcămintele pirometasomatice-hipotermale din provincia banatică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor, Băișoara), în filoane și stock-uri hidrotermale legate de magmatismul neogen (Ilba, Nistru, Băița, Săsar, Baia Sprie, Căvnic, Băiuț, M. Țibleș, Rodna, Băile Borșa, Deva, Săcărimb, Hondol, Crăciunești, Ruda Barza, Bucium, Zlatna, Almașu Mare, Roșia Montană, Mușca, Baia de Arieș).

**Tennantitul** apare în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova) sau de cel neogen (Hondol).

Sub diverse feluri și în asociații diferite, aceste minerale apar în numeroase tipuri de zăcămintele în R. F. Germania la Andreasberg, Clausthal; în R. D. Germană la Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Přeboram; în Austria la Schwatz în Tirol; în Mexic, Chile, Bolivia. Varietăți argenifere se întîlesc la Freiberg (R. D. Germană) și Přeboram (R. S. Cehoslovacă); în S.U.A., în zăcămintele din statele Arkansas, Colorado, Nevada, Utah, Arizona; în U.R.S.S. în toate zăcămintele de Cu, Pb, Zn din Munții Ural.

### 3. TIPUL $A_3BX_4$

#### A. Grupa sulvanitului

##### SULVANIT $\text{Cu}_3\text{VS}_4$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,380 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_3\text{VS}_4$ .  $Z = 1$

*Habitus*: cubic, de regulă masiv. Forme principale: a (001), d (011), o (111). *Clivaj*: (001) perfect.  $H=3^{1/2}$ .  $G=4,00$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: galben-bronz. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În secțiuni lustruite culoarea este crem-auriu. Izotrop, slab anizotrop.  $R$  pentru verde 28%, oranj 25,5%, roșu 25,5%.

*Ocurență*. Apare în zonele de oxidație, asociat cu malachit, azurit, atacamit. Se întâlnește: în sudul Australiei la Burra (mine de cupru); în Zair la Kakontwe și Sufundu; în S.U.A. în minele de Mercur din statul Utah; în Siberia la Lebedinoe, Aldan.

#### GERMANIT $Cu_3(Ge, Fe)S_4$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,48 \text{ \AA}$ ; conține (Cu, Ge, Fe, Zn, Ga)<sub>4</sub>(S, As)<sub>4</sub>.

*Habitus*: apare foarte rar sub formă de cristale, de obicei microgranular. *Clivaj*: absent.  $H=3$ .  $G=4,46-4,59$ . *Culoare*: cenușiu cu tonuri roșii. *Luciu*: metalic. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. În secțiuni lustruite culoarea este roz-brun-deschis pînă la cenușiu-purpuriu.  $R$  în aer pentru verde 22%, oranj 21,5%, roșu 21,5%, iar în imersie pentru verde 10,5%, oranj 13%, roșu 11%. Este izotrop; pe marginea granulelor se observă colorații galben-strălucitoare.

*Chimism*. În compoziția chimică se identifică, alături de Ge și Cu, conținuturi de Fe, Zn, Ga, As, de unde și formula teoretică: (Cu, Ge, Fe, Zn, Ga)(S, As), cu valori aproximativ pentru Cu:  $(Ge+Fe+Zn+Ga)=3:1$ .

*Ocurență*. Apare în zăcăminte alături de tennantit, blendă și uneori calcozină. Se găsește în zăcămintul Tsumeb din Namibia.

#### COLUSIT $Cu_3(As, Sn, V, Fe, Te)S_4$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,60 \text{ \AA}$ ; conține  $Cu_{24}(As, Sn, V, Fe, Te)_8S_{32}$ .

*Habitus*: cristale tetraedrice. Forme principale: d (001), c (012), o (111), n (112). Frecvente mase masive. *Clivaj*: absent. *Spărtură*: neregulată.  $H=3-4$ .  $G=4,43-4,50$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: de bronz. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În secțiuni lustruite culoarea este crem. Izotrop.

*Ocurență*. Apare în zăcăminte hidrotermale, asociat cu pirită, minerale de cupru, enargit, tetraedrit, calcozină, bornit. Se întâlnește la Butte — Montana și San Juan County — Colorado, S.U.A. și la Kutosan în Japonia.

### B. Grupa enargitului

#### FAMATINIT $Cu_3SbS_4$

*Sistemul de cristalizare*: rombic?

*Dimensiunea celulei elementare*: asemănătoare enargitului. Tipul structural adamantin-blendă. Conține  $Cu_3(Sb, As)S_4$ , iar As substituie Sb.

*Habitus*: cruste, foarte rar cristale, mase granulare masive, mase reniforme. *Macle*: polisintetice, vizibile în secțiuni lustruite. *Spărtură*: neregulată.  $H=3\frac{1}{2}$ .  $G=4,52$ . *Culoare*: alb-cenușiu și roșu de cupru.

*Proprietăți optice*. Culoarea variază de la crem spre alb; slab anizotrop;  $R$  pentru verde 25–26%, oranj 23,5%, roșu 25%.

*Chimism*. Reprezintă varietatea de enargit cu stibiu (conține deseori 6% Sb); în natură formează o serie izomorfă cu enargitul.

*Ocurență*. Apare în filoane hidrotermale asociat cu pirită și enargit.

Se întâlnește: în Argentina la Sierra de Famatina; în Peru la Cerro de Pasco; în apropiere de Santiago de Chile; în S.U.A. la Goldfield – Nevada; în Ungaria la Matrabánya; în Namibia la Tsumeb.

#### ENARGIT $Cu_3AsS_4$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $m\ m\ 2$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,8713 : 1 : 0,8277$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 6,47$ ;  $b_0 = 7,44$ ;  $c_0 = 6,19$  Å; conține  $Cu_6As_2S_8$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: tabular (001), uneori prismatic [001]. Zona de prismă prezintă striuri [001]; (001)|| (010). Cristale columnare, frecvent mase granulare, compacte. *Macle*: plan de maclă (320). *Clivaj*: (110) perfect, (100) și (010) slab, (001) imperfect. *Spărtură*: neregulată.  $H=3,5$ .  $G=4,45$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: neagră, cenușie, negru de fier. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*: Culoarea în lumină reflectată este cenușiu-deschis cu nuanțe roz-brune.  $R$  variază în funcție de direcție. În aer,  $R_\alpha$  pentru verde 24,28%, oranj 23,11%, roșu 22,25%,  $R_\beta$  pentru verde 26,16%, oranj 24,74%, roșu 23,30%,  $R_\gamma$  pentru verde 28,50%, oranj 25,99%, roșu 24,66%; în imersie  $R_\alpha$  pentru verde 13,28%, oranj 11,94%, roșu 11,08%,  $R_\beta$  pentru verde 13,43%, oranj 12,44%, roșu 11,30%,  $R_\gamma$  pentru verde 13,15%, oranj 13,43%, roșu 13,28%. Bireflexia este slabă în aer, mai vizibilă la marginea granulelor, iar în imersie este foarte clară. Prezintă anizotropie clară; culorile de anizotropie sînt în tonuri de violet-roșietic sau oliv-deschis-verzui. Reflexe interne în roșu-închis.

Tabelul 39

#### Analize chimice

	1	2	3	4
Cu	48,42	47,96	48,67	48,16
Fe	—	1,22	0,33	0,14
Zn	—	0,57	0,10	urme
Sb	—	—	1,76	1,93
As	19,02	18,16	17,91	17,53
S	32,56	32,21	31,41	32,34
Rez.	—	—	0,11	0,08
Total	100,00	100,12	100,32	100,18
1 — $Cu_3AsS_4$ ; 2 — Cerro Blanco (Chile); 3 — Butte (Montana), Rez. = 0,11% insolubil; 4 — Lahoczberg (Ungaria).				

**Chimism.** Sb apare permanent în pozițiile As în conținuturi pînă la 6%, iar Fe în conținuturi de 3% (unele analize indică Fe pînă la 14% și Zn pînă la 8%).

**Ocurență.** Se formează prin procese hidrotermale. Apare în mineralizații de cupru în filoane, asociat cu minerale din grupa tetraedritului, cu galena, pirită etc. Sînt cunoscute pseudomorfoze de tennantit după enargit denumite „enargit verde”. Prin oxidare în zonele de alterare, pe seama enargitului se formează malachit, azurit, olivenit și alte minerale secundare.

În România apare în unele mineralizații hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Deva, Hondol, Crăciunești, Bucuresci, Bucium) și în provincia laramică la Sasca Montană.

Se găsește în parageneză cu calcozină, pirită, bornit, tennantit etc. în: R. P. Ungară la Heves; în Austria la Brixlegg; în R. S. F. Iugoslavia la Bor; în S.U.A. în statele Montana, Utah, Arizona, Colorado; în Peru la Cerro de Pasco; în Chile la Guanco și Chuquicamata; în Argentina la Famatina.

#### SAMSONIT $Ag_4MnSb_2S_6$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic,  $2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,2782 : 1 : 0,8198$ ;  $\beta = 92^\circ 41'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,29$ ;  $b_0 = 8,05$ ;  $c_0 = 6,61$  Å; conține  $Ag_8Mn_2Sb_4S_{12}$ .

**Habitus:** prismatic [001]. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $l(210)$ ,  $f(103)$ ,  $d(101)$ ,  $e(\bar{1}01)$ ,  $g(301)$ ,  $p(111)$ . **Clivaj:** absent. **Spărtură:** concoidală.  $H = 2\frac{1}{2}$ .  $G = 5,51$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** negru-strălucitor. **Urmă** roșu-închis.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este brun spre roșu, iar în lumină reflectată este alb-albăstrui. Ușor anizotrop. Bireflexie slabă. Reflexe interne în tonuri de roșu.  $R$  pentru verde 32,5%, oranj 23,5%, roșu 23%.

**Ocurență.** Se întilnește în filoane hidrotermale în parageneză cu pirargirit, galenă, discrazit, tetraedrit, piro-luzit, cuarț, calcit etc. În R. S. România apare în mineralizațiile neogene de la Baia Sprie.

#### GEOCRONIT $Pb_3(Sb, As)_2S_8$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $m \ m \ 2$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,5028 : 1 : 0,5805$ .

**Dimensiunea celulei elementare.** După valorile constantelor este asemănător cu jordanitul.

**Habitus:** rar sub formă de cristale; tabular (001), mai frecvent mase granulare masive, mase cu structură fibroasă. **Macle:** (110). **Clivaj:** (011) imperfect, (112) slab. **Spărtură:** neregulată.  $H = 2\frac{1}{2}$ .  $G = 6,4 - 6,51$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** cenușiu de plumb, strălucitor, cenușiu-albăstrui.

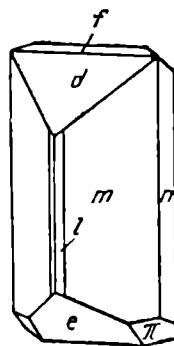


Fig. 34. Cristal de samsonit:  $f(103)$ ;  $d(101)$ ;  $m(110)$ ;  $n(120)$ ;  $\pi(\bar{1}11)$ ;  $e(\bar{1}01)$ ;  $l(210)$ .

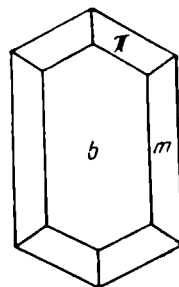


Fig. 35. Cristal de geocronit:  $b(010)$ ;  $m(\bar{1}10)$ ;  $\pi(121)$ .

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată culoarea este albă. Anizotropie moderată. Bireflexie slabă, vizibilă în special în zonele cu macle lamelare (011). *R* pentru verde 37%, pentru oranj 30,5%, pentru roșu 29,5%.

*Chimism.* Formula teoretică stabilită este:  $Pb_5(Sb, As)_2S_8$ ; varietatea unde raportul Sb : As este aproape 1 : 1, poartă denumirea *schulzit*. În unele cazuri Pb este substituit în cantități mici, îndeosebi prin Cu.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale, ca noduli în galenă, în paragenză cu baritina, fluorina, cuarțul, ca minerale de gangă, și cu pirita și tetraedritul, ca sulfuri și sulfosăruri mai importante. Se întâlnește în Suedia la Falun și Björkskogsnäas Örebro (*schulzit*); în Islanda la Kilbricken; în Spania la Meredo; în Italia la Pietrasanta, Val de Castello; în S.U.A. la Tintic (statul Utah), în mina Tinder (statul Virginia), în California în districtul Prescott.

#### GRATONIT $Pb_9As_4S_{15}$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 m.

*Relația axială:*  $a : c = 1; 0,4428; \alpha = 114^\circ 03' \frac{1}{2}; \lambda = 46^\circ 26' \frac{1}{2}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 17,73, c_0 = 7,85 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_9As_4S_{15}$ ; celula elementară romboedru.

*Habitus:* cristalele indică numeroase fețe cu un traht apropiat de cel al turmalinei. Cristale prismatice după [0001] sau  $(11\bar{2}0)$  când domină fața  $(02\bar{2}1)$ .

Frecvente mase compacte. *Clivaj:* absent.  $H = 2$ .  $G = 6,22$ . *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* neagră, strălucitoare. *Luciu:* metalic.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată este colorat în alb-cenușiu. Slab anizotrop.

*Ocurență.* Apare în filoane, asociat piritei, enargitului, realgarului, tetraedritului. Se întâlnește în minele Cerro de Pasco, Excelsior (Peru) și în mineralizațiile neogene de la Băile Borșa (R. S. România).

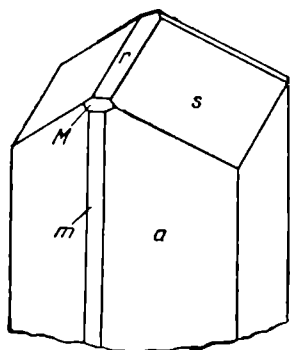


Fig. 36. Cristal de gratonit:  $a(11\bar{2}0)$ ;  $s(02\bar{2}1)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $r(10\bar{1}1)$ ;  $M(40\bar{1}1)$ .

#### LENGENBACHIT $Pb_6(Ag, Cu)_2As_4S_{13}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Habitus:* cristale alungite, fețele larg dezvoltate cu striațiuni. *Clivaj:* || cu fața de alungire; foițele de clivaj flexibile dar nu elastice. Maleabil.  $G = 5,80 - 5,85$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* În secțiune lustruită este cenușiu-deschis. Ușor anizotrop. Opac.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale, îndeosebi asociat jordanitului și piritei. Se întâlnește la Lengenbach și Binnenthal, Valais, în Elveția.



### JORDANIT $Pb_{14}As_7S_{21}$ ?

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,2794 : 1 : 0,2655$ ;  $\beta = 117^\circ 47'$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 8,91$ ;  $b_0 = 31,71$ ;  $c_0 = 8,42$  Å; conține  $Pb_{27}As_{14}S_{48}$ .  $Z = 1$ .

*Habitus:* tabular, cu dezvoltarea c (001), a (100), s (101), pseudohexagonal. Rar mase uniforme. Forme principale: i ( $\bar{1}21$ ), l ( $\bar{1}31$ ), n ( $\bar{1}41$ ), t ( $\bar{1}61$ ). *Macle:* (001), comune, lamelare, (201) comune, ( $\bar{1}01$ ) rare, (101) foarte rare. De asemenea după (001) în direcția ( $\bar{1}0\bar{1}$ ) și după (100) în direcția (101). *Clivaj:* (010) aproape perfect, (001) potrivit. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3$ .  $G = 6,4$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* În lumina reflectată are anizotropie și bireflexie moderată.  $R$  pentru verde 39%, oranj 32,5%, roșu 29,5%.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale, asociat sulfosărilor, îndeosebi tennantitului, precum și sulfurilor comune, mai frecvent blendei. În România se întâlnește în mineralizațiile legate de magmatismul neogen la Săcărimb. Apare în Elveția la Binnenthal; în Japonia la Mutsu și la Yunosawe (reniformit), în S.U.A. la Zuny Mine (Nevada).

### LILLIANIT $Pb_3Bi_2S_6$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8002 : 1 : 0,5433$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale, prisme [001]. Mai frecvente mase granulare sau radiar-fibroase. Forme principale: b (010), a (100), m (110), l (320), n (210), e (011). *Clivaj:* (100) foarte bun, (010) slab, (001) imperfect.  $H = 2-3$ .  $G = 7,0-7,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* În secțiuni lustruite culoarea este albă. Anizotropie clară. Bireflexie bună.  $R$  pentru verde 51,5%, oranj 45%, roșu 43,5%.

*Chimism.* Pozițiile Bi sînt substituite uneori prin Sb. Conține Ag.

*Ocurență.* Se întâlnește în Suedia la Bodvik, Gladhammar și Vena, în S.U.A. în mina Lillian (Colorado) cu cobaltină, calcopirită și în Finlanda la Jillijärvi.

## 4. TIPUL $A_2BX_3$

### A. Grupa bournonitului

#### BOURNONIT $PbCuSb_3S_9$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9380 : 1 : 0,8969$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 8,16$ ;  $b_0 = 8,71$ ;  $c_0 = 7,81$  Å.  $Z = 4$ ; conține  $Pb_4Cu_4Sb_4S_{12}$ .

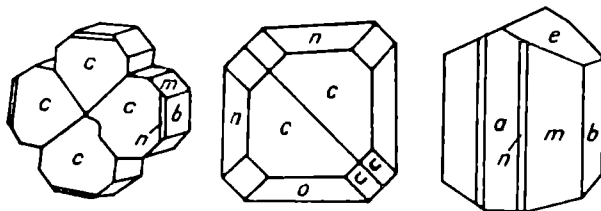


Fig. 37. Cristale de bournonit: c(001); m(110); n(011); a(100); b(010); o(101); e(210); u (112).

**Habitus:** frecvent prismatic sau tabular [001]. Agregate subparalele. Fețele de tip (hko) cu striatiuni pe [001] (h01), cu striatiuni după [010] și (100) cu luciu și striatiuni după [010], (010) cu luciu. Adesea mase granulare compacte. Forme principale : c (001), b (010), a (100), f (120), m (110), e (210), n (011), x (102), h (203), o (101), z (201), u (112), s (212). **Macle:** (110) prin juxtapunere sau prin pătrundere în formă de cruce. **Clivaj:** (010) imperfect, (100) și (010) aproape bun. **Spărtură:** subconcoidală sau neregulată.  $H=3$ .  $G=5,70$ . **Luciu:** metalic strălucitor. **Culoare:** cenușiu-strălucitor, cenușiu de plumb sau negru de fier. **Urmă:** neagră de fier, cenușie.

**Proprietăți optice.** Opac. În lumină reflectată culoarea este albă cu slabe tente albastrii-verzui.  $R$  în aer pentru verde 33,5%, oranj 30%, roșu 29%, iar în imersie pentru verde 19,5%, oranj 18%, roșu 17%. Bireflexie foarte scăzută, vizibilă la marginea granulelor sau zonelor cu macle; în imersie mai clară. Anizotropie slabă; în imersie se distinge mai bine. În infraroșu aproape transparent,  $2V=52^\circ$ .

**Chimism.** Sb poate fi substituit de As în limitele raportului  $Sb : As = 4 : 1$ . Caracteristică este prezența ca elemente minore a Ag, Fe, Zn, Mn și Ni, frecvent determinate în compoziția chimică. Varietatea cu raportul  $Sb : As = 4 : 1$  este considerată arseniferă.

Tabelul 40

Analize chimice

	1	2	3	4
Pb	42,40	43,62	39,37	43,85
Fe	—	0,74	0,31	0,51
Ag	—	—	1,69	—
Zn	—	—	0,09	0,20
Cu	13,01	12,95	13,52	12,87
Sb	24,91	22,22	24,74	18,42
As	—	0,03	—	3,18
S	19,68	20,40	19,94	20,22
Rez.	—	0,38	—	0,26
Total	100,00	100,34	99,54	99,51

1 - PbCuSbS<sub>3</sub>; 2 - Trepča (R. S. F. Iugoslavia). Rez. Mn=0,38%, Ni — urme; 3 - Příbram (R. S. Cehoslovacă); 4 - Săcărîmb (R. S. România). Rez. Mn=0,26%.

**Ocurență.** Se formează aproape exclusiv prin procese hidrotermale. În zonele de oxidare conduce, prin transformare, la asociații de malachit, azurit, ceruzit și oxid de stibiu. Temperatura de formare din soluțiile hidrotermale este moderată și apare în parageneză cu galenă, tetraedrit, blendă, calcopirită, pirită; în condiții de temperatură joasă se asociază cu stibină, rodocrozit și baritină.

În R. S. România se întâlnește în zăcămintele metamorfozate din șisturi cristaline (Băile Borșa, Crucea), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea), aproape exclusiv în filoanele hidrotermale neogene (Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie, Cavnic, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Hondol, Hărtăgani, Ruda-Barza, Stănița, Baia de Arieș).

În R. F. Germania apare în Munții Harz la Andreasberg și Clausthal; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în Italia la Torino, Lucca și în Sicilia; în Spania la Sierra Almagrera, în Andaluzia, și în Guadalajara; în Franța la Pontgibaud în Puy-de-Dôme și la Corbières în Aveyron; în Peru la Huaras; în Chile în provincia Atacama; în Australia la Broken Hill (New South Wales), la Steiglitz și Ballarat (Victoria); în S.U.A. la Park City (Utah), la Boggs, Big Bug, Yavapai County (Arizona), la Cerro Gordo (California) și la Austin (Nevada).

#### SELIGMANNIT $PbCuAsS_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9233 : 1 : 0,8734$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,04$ ;  $b_0 = 8,66$ ;  $c_0 = 7,56 \text{ \AA}$ ; conține  $Cu_4Pb_4As_4S_{12}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* prisme [001], tabular (001), (110), striatiuni || [001],  $[1\bar{1}0]$   $[1\bar{1}1]$ , Forme principale: c (001), b (010), a (100), i (130), m (110), e (210), n (011), o (101), u (112). *Macle:* (110). *Clivaj:* (001), (100) și (010), foarte slab. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3$ .  $G = 5,44$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, negru. *Urmă:* brună, ciocolatie, neagră, roșietică.

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiuni lustruite alb-roz, alb. Anizotropie slabă, vizibilă în zona de macle.

**Ocurență.** Apare în filoane hidrotermale polimetalice. Este întâlnit în R. S. România în mineralizațiile neogene de la Săcărîmb, Ilba.

În Elveția se găsește la Lengenbach, Binnenthal (Valais); în S.U.A. la Emery (Montana), la Bingham (Utah).

#### AIKINIT $PbCuBiS_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$  sau  $m \ m \ 2$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9708 : 1 : 0,3436$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,32$ ;  $b_0 = 11,66$ ;  $c_0 = 4,66 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_4Cu_4Bi_4S_{12}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* se prezintă în cristale aciculare, bacilare îndoite transversal, deseori mase masive. Forme principale: b (010), i (130), f (120), m (110), l (210). *Clivaj:* (010).  $H = 2,5$ .  $G = 6,8 - 7,2$ . *Spărtură:* neregulată. *Culoare:* cenușiu de plumb, roșu de cupru, verde-gălbui. *Urmă:* neagră, cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac; în lumină reflectată culoarea este alb-crem. Anizotropie clară. Bireflexie || [001] alb-crem ⊥ [001] alb-pur, cenușiu-deschis. *R* pentru verde 44%, oranj 37,5%, roșu 38%.

*Chimism-structură.* Rețeaua cristalină este diferită de a bournonitului, dar foarte apropiată de a bismutinei, în care 1 atom de Pb înlocuiește un atom de Bi, în timp ce Cu se introduce în spațiile libere ale rețelei.

*Ocurență.* Apare în filoane aurifere, asociat galenei, cuarțului, piritei etc. Se întâlnește în U.R.S.S. la Berezovsk, în Suedia la Glodhammar; în S.U.A. la St. Louis (Idaho) și Alta (Utah).

În R. S. România a fost descris la Băița — Bihor, asociat cu sulfosăruri de bismut.

#### DIAFORIT $Pb_2Ag_3Sb_3S_8$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,4953 : 1 : 0,1840$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 15,83$ ;  $b_0 = 32,23$ ;  $c_0 = 5,89 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_{16}Ag_{24}Sb_{24}S_{64}$ .

*Habitus:* prismatic [001], striațiuni [001]. Forme principale: a (100), b (010), c (001),  $\pi$  (130), n (120), m (110), u (021), r (041), e (531). *Macle:* (120), (241). *Clivaj:* absent. *Spărlură:* subconcoidală sau neregulată.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 5,97$  (calculat teoretic), 6,04. *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor.

*Ocurență.* Este întâlnit în filoane hidrotermale în R. S. Cehoslovacă la Přeboram, asociat blendei, galenei, cuarțului și sideritului; în R. D. Germană la Freiberg; în Mexic la Santa Maria de Catorzee în statul San Luis Potosi; în Columbia la Zancudo.

În România apare în mineralizațiile neogene de la Baia Sprie.

#### FREIESLEBENIT $Pb_3Ag_5Sb_5S_{12}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5871 : 1 : 0,4638$ ;  $\beta = 92^\circ 11'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,55$ ;  $b_0 = 12,82$ ;  $c_0 = 5,89 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_3Ag_5Sb_5S_{12}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* prismatic cu striuri [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), u (011), r (021). *Macle:* (100). *Clivaj:* (110) imperfect. *Spărlură:* subconcoidală sau neregulată.  $H = 2 - 2\frac{1}{2}$ .  $G = 6,04 - 6,23$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-închis-strălucitor, cenușiu de plumb, alb-argintiu.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată culoarea este albă până la cenușiu-deschisă. *R* în aer pentru verde 37,5%, oranj 30,5%, roșu 30%, iar în imersie pentru verde 22,5%, oranj 17,5%, roșu 19%. Bireflexie foarte slabă, mai vizibilă pe marginea granulelor; în imersie mai clară. Prezintă anizotropie clară.

*Ocurență.* Este rar întâlnit în formațiunile hidrotermale tîrzii, asociat cuarțului, calcitului, baritinei, galenei, argentitului etc. Se întâlnește în R. D. Germană la Freiberg, în R. S. Cehoslovacă la Přeboram, în Spania

În R. S. România apare la Cavnic, legat de mineralizațiile neogene.

## A. Grupa boulangeritului

**BOULANGERIT**  $Pb_5Sb_4S_{11}$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,920 : 1 : 0,345$ ;  $\beta = 100^\circ 48'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 21,14$ ;  $b_0 = 23,46$ ;  $c_0 = 8,07 \text{ \AA}$ .  $Z = 8$ ; conține  $Pb_{40}Sb_{32}S_{88}$ .

*Habitus:* cristale prismatice deseori puternic alungite pînă la aciculare cu striațiuni [001]. Mase compacte fibroase. Forme principale a (100), q (130), m (110), n (210), f (031), g (041). *Clivaj:* (100) bun, fibrele flexibile.  $H = 2\frac{1}{2}$  - 3.  $G = 5,8 = 6,2$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb cu reflexe albăstrui, deseori acoperit de o crustă colorată în galben, rezultatul unui proces de oxidare. *Urmă:* cenușiu-brună, brună.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albă, cu tente slab albăstrui.  $R$  în aer pentru verde 38%, oranj 34,5%, roșu 33%; în imersie pentru verde 25,5%, oranj 22%, roșu 19%. Bireflexie slabă, în imersie ceva mai clară. Prezintă anizotropie clară; în imersie se accentuează. Reflexele interne sînt slabe.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale de temperatură medie, asociat sulfosărilor de plumb, stibinei, galenei, blendei, piritei, arsenopiritei, cuarțului, carbonaților etc.

Se întilnește în R. S. România în mineralizațiile de vîrstă neogenă de la Băile Borșa.

În R. D. Germană apare în M. Harz; în R. F. Germania la Arnsberg; în R. S. Cehoslovacă la Přebram; în R. S. F. Iugoslavia la Trepča; în Italia la Botino (Toscana); în Suedia la Sale și Boliden; în S.U.A. în California la El Triunfo și San Antonio, în Montana, Colorado, Cleveland; în Peru la Tampillo; în U.R.S.S. în Culmea Nagolnii (Ucraina), la Nercinsk (M. Ural), în Transbaicalia; în Franța la Molières și Ally.

**SCHIRMERIT**  $PbAg_4Bi_4S_9$ 

*Mase* granulare, masive; cristalizează rombic. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată.  $H = 2$ .  $G = 6,737$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, negru de fier.

*Ocurență.* Este descris în filoane hidrotermale la Boulder County și Lake City, S.U.A.

În R. S. România apare în mineralizațiile neogene de la Ilba.

**MIARGIRIT**  $AgSbS_2$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 2,9945 : 1 : 2,9095$ ;  $\beta = 98^\circ 37'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,20$ ;  $b_0 = 4,40$ ;  $c_0 = 12,86 \text{ \AA}$ ; conține  $Ag_8Sb_8S_{16}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus*: frecvent tabular (001), (100), ( $\bar{1}01$ ), striațiuni în zonele [010], [0 $\bar{1}1$ ]. Mase granulare masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (101), o ( $\bar{1}01$ ), h (113), t (111), s (211), d (311). *Clivaj*: (010) imperfect, d $\bar{1}$ pă, (100) și (101) foarte slab. *Spărtură*: subconcoidală sau neregulată.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=5,25$ . *Luciu*: metalic, adamantin. *Culoare*: negru de fier, cenușiu-strălucitor. *Urmă*: roșu de sânge.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în tonuri de roșu, indice de refracție ridicat  $>2,72$  (în Li), birefringență ridicată, 2V — mediu. În lumină reflectată, culoare în tonuri de roșu-deschis, bireflexie și anizotropie ridicate.

*Chimism*. Deseori Ag este substituit prin Cu, uneori Pb, rar valorile depășind 1%. As substituie Sb de asemenea în proporție maximă de 1%. Varietatea bogată în As, denumită *arsen-miargirit*, este probabil o soluție solidă a compusului similar cu As.

*Ocurență*. Apare în depozite hidrotermale, de temperatură scăzută, asociat sulfosărilor de argint, galenei, piritei, blendei, calcitei, baritinei și cuarțului.

În R. S. România apare în filoane hidrotermale în provincia magmatică neogenă la Ilba, Dealu Crucii, Baia Sprie (varietatea bogată în plumb, denumită *kenngottit*).

În R. D. Germania se găsește în Saxonia la Freiberg; în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg și la Clausthal; în R. S. Cehoslovacă la Přebram; în Spania la Guadalajara; în Chile la Tres Puntas, provincia Atacama; în Bolivia la Potosi și Aullagas; în Mexic la Catorze în San Luis Potosi și la Sombrerete în statul Zacatecas.

#### ARAMAYOIT $Ag(Sb, Bi)_2S_2$

*Sistemul de cristalizare*: triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,8753 : 1 : 0,9406$ ;  $\alpha = 100^\circ 22'$ ;  $\beta = 90^\circ$ ;  $\gamma = 103^\circ 54'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 7,78$ ;  $b_0 = 8,81$ ;  $c_0 = 8,36$  Å; conține  $Ag_6(Sb, Bi)_6S_{12}$ .

*Habitus*: cristale tabulare (010), striațiuni în zonele [100] și [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M ( $1\bar{1}0$ ), u (012), v (023), s ( $\bar{1}\bar{2}1$ ), m (110). *Macle*: [ $\bar{1}01$ ] și plan de macă ( $\bar{1}01$ ). *Clivaj*: (010) perfect, (100) distinct, (001) slab, (101) imperfect, lamelele friabile, dar neelastice. *Luciu*: metalic. *Culoare*: negru de fier. *Urmă*: neagră.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=5,602$ .

*Ocurență*. Apare în filoane hidrotermale, asociat piritei, tetraedritului, stanninului, sub formă de agregate granulare, în Bolivia la Animas, mina Chocaya și în Peru la Cerro de Pasco.

#### MATILDIT $AgBiS_2$

*Sistemul de cristalizare*: rombic. La  $210^\circ$  trece în modifiacția cubică.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,030 : 1 : 0,723$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 3,94$ ;  $b_0 = 4,08$ ;  $c_0 = 5,70$  Å; conține  $Ag_4Bi_4S_8$ ; modifiacția cubică  $a_0 = 5,65$  Å.

*Habitus*: rar cristale prismatice cu striațiuni [001]. Mase granulare masive. *Clivaj*: absent. *Spărtură*: neregulată.  $H=2^{1/2}$ .  $G=6,90-7,20$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: negru de fier sau cenușiu. *Urmă*: cenușiu-închisă.

*Proprietăți optice*. Culoarea în lumină reflectată este albă, asemănătoare cu a galenei.  $R=44\%$ . Bireflexia este vizibilă greu, de regulă pe marginea granulelor. Prezintă anizotropie slabă; în imersie mai clară.

*Ocurență*. Apare în filoane hidrotermale de temperatură moderată, asociat galenei, pirităi, calcopirităi, arsenopirităi, blendăi și tetraedritului. Se întâlnește în asociație intimă cu galena, cu care formează dezamestecuri în stare solidă. Se găsește în Elveția la Gondo; în Spania la Bustarviejo (nord de Madrid); în Groenlanda la Ivigtut; în Japonia la Nikko, Kuriyamamura și Totizi; în Bolivia la Colquechaca; în S.U.A. la Lake City, Hinsdale County (Colorado), Mayflower, Boise Basin, Boise County (Idaho); în Peru la Matilda (nord de Morococha). În România, în mineralizațiile neogene de la Ilba și Băile Borșa.

### SMITHIT $AgAsS_2$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 2,2206 : 1 : 1,9570$ ;  $\beta = 101^\circ 12'$ .

*Habitus*: tabular (100), cu aspect de piramide hexagonale foarte turtite. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $l(320)$ ,  $h(102)$ ,  $e(101)$ ,  $d(\bar{1}01)$ ,  $p(111)$ ,  $q(211)$ ,  $r(311)$ . *Clivaj*: (100) perfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=1^{1/2}-2$ .  $G=4,88$ . *Luciu*: adamantin. *Culoare*: roșu-aprins; se schimbă în roșu-portocaliu prin expunere la lumină.

*Proprietăți optice*.  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 6^{1/2}$ . Pleocroism slab. Indice de refracție în lumină de sodiu 3,27;  $2V\alpha = 65^\circ$ . Birefringență foarte ridicată.

*Ocurență*. Apare în filoane hidrotermale, asociat cu diferite sulfosăruri cu arsen, blendă, pirită, realgar, auripigment, în Elveția la Binnenthal (Valais).

## B. Grupa calcostibitului

### CALCOSTIBIT $CuSbS_2$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,4153 : 1 : 0,2606$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 6,02$ ;  $b_0 = 3,79$ ;  $c_0 = 14,49 \text{ \AA}$ ; conține  $Cu_4Sb_3S_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: tabular (001) sau prismatic (010), striațiuni [001], mase compacte, masive. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $o(100)$ ,  $h(130)$ ,  $d(120)$ ,  $m(110)$ ,  $u(011)$ ,  $t(031)$ ,  $l(101)$ . *Macle*: (104). *Clivaj*: (010) perfect, (001) și (100) slab. *Spărtură*: subconcoală.  $H=3,5$ .  $G=4,8-5$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu de fier, de plumb, reflexe albastre sau verzi.

*Proprietăți optice*. Opac. În lumină reflectată este anizotrop.  $R$  pentru verde 42%, oranj 35%, roșu 34%.

*Ocurență*. Se întâlnește în filoane hidrotermale în M. Harz, în Spania la Grenada, în Bolivia la Oruro, în Maroc la Rar el Anz.

## EMPLECTIT $\text{CuBiS}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a:b:c=0,4223 : 1 : 0,2698$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,125$ ;  $b_0=3,89$ ;  $c_0=14,512 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_4\text{Bi}_4\text{S}_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* prismatic [001], cu fețe striate după axa „c” ca direcție de alungire. Adesea în mase compacte. Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (011), l (021), d (031), s (051), h (201), u (111). *Macle:* macle prin alipire. *Clivaj:* (010) perfect, (001) slab. *Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H=2$ .  $G=6,38$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu, alb de staniu.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată este alb-gălbui-deschis; în raport cu bismutina culoarea este mai mată și mai galbenă.  $R$  în aer pentru verde 37,5%, oranj 35%, roșu 35%; în imersie pentru verde 25%, oranj 22,5%, roșu 22%. Bireflexie slabă, mai clară la marginea granulelor. Anizotropie clară; culorile de anizotropie în tonuri variabile.

*Chimism.* Bi poate fi înlocuit prin Sb. Este izotip cu calcostibitul. Conține: Cu 18,80%, Bi 61,95%, S 19,16% (total 99,91%).

*Ocurență.* Este un mineral rar, întâlnit în filoane hidrotermale. În România apare în skarnele legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor) și în filoanele din provincia magmatică neogenă (Cavnic, Ruda Barza). În R. D. Germană este întâlnit la Schreckenbergl și Annaberg; în Peru la Cerro de Pasco; în Chile la Cerro Blanco în apropiere de Capiapo.

## LORANDIT $\text{TlAsS}_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ ;  $\beta=104^\circ 12'$ .

*Relația axială*  $a : b : c = 1,0873 : 1 : 0,5390$ ;  $\beta = 104^\circ 12'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,27$ ;  $b_0=11,33$ ;  $c_0=6,11 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Tl}_8\text{As}_8\text{S}_{16}$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* prismatic (110), striatiuni [001] sau (201), (201), tabular (201). Cristale îndoite (010). Forme principale: m (110), q (210), p (001), c (201), A (201), s ( $\bar{1}11$ ). *Clivaj:* (100) perfect, (201) foarte bun, (001) bun. Foițe flexibile.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=5,53$ . *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* roșu-carmin, cenușiu de plumb; pe suprafețe reflexe galbene. *Urmă:* roșu de singe.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă cristalele sînt colorate în roșu; orientare  $\alpha \perp (100)$ ,  $\gamma = b$ ; pleocroism de la roșu-purpuriu la roșu-portocaliu, alungirea (+); indicele de refracție în  $\text{Li} > 2,72$ ; birefringentă ridicată,  $2V =$  mare. În lumină reflectată este colorat în alb-cenușiu; bireflexia și anizotropia ridicate; reflexe interne puternice.  $R$  pentru verde 24,5%, oranj 23%, roșu 20%.

*Ocurență.* Este întâlnit în filoane hidrotermale în Grecia la Allchar, asociat cu auripigment, realgar, baritină și în S.U.A. la mina Rambler (statul Wyoming).

## TEALIT $\text{PbSnS}_2$

*Sinom:* herzenbergit.

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,971 : 1 : 2,670$ .



*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,05$ ;  $b_0=4,29$ ;  $c_0=11,35$  Å; conține  $Pb_2Sn_2S_4$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* tabular (001), fețele laterale cu striațiuni. Frecvent mase compacte masive, agregate granulare, foioase. Forme principale: c (001), d (102), e (101), p (111). *Macle:* polisintetice obținute la lustruire. *Clivaj:* (001) perfect. Foile flexibile dar nu elastice.  $H=1^{1/2}$ ; lasă urmă pe hirtie.  $G=6,37$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru-cenușiu. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată este colorat în alb. Ușor anizotrop. Bireflexie accentuată, de la alb la auriu.  $R$  pentru verde 41%, oranj 38,5%, roșu 36%.

*Chimism.* Ca elemente minore se semnalează Bi, precum și Fe, în general, în proporții de la 0,2—0,3%. Prin alterare trece în casiterit și galenă.

*Ocurență.* Apare în filoane, asociat wurtzitului, blendei, galenei, casiteritului și piritei. Se întâlnește în Bolivia în minele El Salvador și Santa Rosa; în U.R.S.S., în estul Siberiei; în R. D. Germană în mina Himmelsfürst (Freiberg).

## 6. TIPUL $A_2B_2X_5$ A : B ~ 1 : 1

### COSALIT $Pb_2Bi_2S_5$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m$   $2/m$   $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,800 : 1 : 0,170$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=19,07$ ;  $b_0=23,86$ ;  $c_0=4,06$  Å; conține  $(Pb, Cu)_{16}Bi_{16}S_{40}$  unde  $Pb : Cu = 14 : 2$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* prismatic [001], frecvente alungiri după axul „c” pînă la forme capilare. Mase masive, prismatice, fibroase, agregate granulare. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (130), e (120), r (230), m (110), u (320), i (032). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G=6,76$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată este alb. Bireflexie și anizotropie relativ ridicate.

*Chimism.* Pb poate fi substituit prin Cu, Ag, Fe, conținuturile nedepășind 2%.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale, în mineralizațiile pirometasomatice-hipotermale legate de magmatismul banatitic (Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor).

Se întâlnește în Suedia la Bjelke (varietatea *bjelkit*); în Mexic în Cosala; în Canada la Cobalt.

### KOBELLIT $Pb_2(Bi, Sb)_2S_5$

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=22,60$ ;  $b_0=34,08$ ;  $c_0=4,02$  Å.

*Habitus:* masiv, fibros sau radiar, uneori agregate granulare. *Clivaj:* prismatic.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G=6,334$ . *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

**Proprietăți optice.** În lumină reflectată este alb. Bireflexie și anizotropie clare.

**Chimism.** Este asemănător cosalitului, o parte din Bi fiind substituit de Sb în raportul Bi : Sb = 2 : 1; Pb poate fi înlocuit de Cu și Ag.

**Ocurență.** Apare în filoane hidrotermale, în Suedia la mina Vena în apropiere de Askersund; în S.U.A. la Ouray (Colorado); în Mexic la San José, în apropiere de San Rafael, și în Sierra de Tapalpa (statul Jalisco).

#### FRANCKEIT $Pb_3Sn_3Sb_2S_{14}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, pseudotetragonal.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,5811 : 1 : 0,5531$ .

**Habitus:** tabular (010), cristale alungite [100], striatiuni (010), [001]. Mase masive, radiare, agregate granulare, foioase. **Clivaj:** (010) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice; maleabil.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 5,90$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** negru-cenușiu. **Urmă:** neagră-cenușie.

**Proprietăți optice.** În lumină reflectată este alb-cenușiu. Bireflexie și anizotropie puternice.  $R$  pentru verde 37,5%, oranj 32,5%, roșu 31%.

**Chimism.** Conține frecvent cantități apreciabile de Fe și Zn, considerate deseori ca impurități mecanice, la care se adaugă ca elemente urmă Ge, Cu, Ag și Bi.

**Ocurență.** În filoane hidrotermale apare în Bolivia în zăcămintele staniere din Chocaya, la Poopo și Los Animas, asociat casiteritului, blendei, galenci, pirităi. La Oruro este asociat cu casiterit, plagionit și zinkenit.

#### FIZELYIT $Pb_3Ag_2Sb_8S_{18}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,14$ ;  $b_0 = 19,23$ ;  $c_0 = 2 \times 4,36 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

**Habitus:** cristale prismatice. **Clivaj:** (010).  $H = 2$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** cenușiu de plumb, cenușiu-strălucitor. **Urmă:** cenușiu-închis.

**Ocurență.** Apare în R. S. România în filoane hidrotermale, în provincia neogenă, la Herja, unde a fost descris pentru prima dată, apoi la Baia Sprie, asociat cu semseyt, galenă, pirită, blendă, pirotină etc.

#### RAMDOHRIT $Pb_3Ag_2Sb_6S_{13}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

Cristale prismatice, uneori cu forme ascuțite.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,99$ ;  $b_0 = 19,21$ ;  $c_0 = 6 \times 4,29 \text{ \AA}$ .  $Z = 3$ .

$H = 2$ .  $G = 5,43$ . **Luciu:** metalic. **Culoare:** cenușiu-închis. **Urmă:** cenușie, neagră.

**Proprietăți optice.** Opac. În secțiune lustruită este alb. Bireflexie și anizotropie moderate, mai evidente în zonele lamelare. Foarte slab pleocroism.

**Ocurență.** Apare în filoane hidrotermale, în asociație cu pirită, cuarț, stanin, tetraedrit, blendă ± casiterit, în Bolivia la Chocaya (departamentul Potosi).

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8316 : 1 : 0,2130$ ;  $\beta = 91^\circ 24'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 15,57$ ;  $b_0 = 18,98$ ;  $c_0 = 4,03 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_8Fe_2Sb_{12}S_{28}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* acicular, fibros [001], striatiuni ||[001], cristale grupate paralele sau radiare, mase baccilare sau compacte. Forme principale: a (100), b (010), c (001), n (120), m (110), l (210), f (011), e (021), t (111), o (221), r ( $\bar{1}11$ ), s (231). *Macle:* (100). *Clivaj:* (001) bun; (010) și (120) slab.  $H = 2^{1/2}$ .  $G = 5,63$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-negru. *Urmă:* neagră, cenușie.

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiune lustruită, culoarea este albă.  $R$  în aer pentru verde 39%, oranj 32%, roșu 29,5%; în imersie pentru verde 24%, oranj 20%, roșu 17%. Bireflexie puțin vizibilă; în imersie mai clară. Anizotropie puternică.

*Chimism.* Analizele chimice indică  $Pb = 50,8\%$ ,  $Sb = 29,5\%$ ,  $S = 19,7\%$ . Mai conține Fe în cantități variabile, Cu, Ag, Zn. Varietatea neferiferă se numește *plumozit*. Sub numele de plumozit s-au descris și varietăți de plagionit sau boulangerit care se prezintă sub formă de pișlă formată din cristale foarte fine.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale de plumb și zinc, de temperatură medie și scăzută, însoțit de blendă, pirită, galenă, tetraedrit, boulangerit, sulfosăruri de plumb și carbonați.

În R. S. România este întâlnit în provincia Iaromică la Sasca Montană și în zăcămintele hidrotermale legate de magmatismul neogen la Ilba, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Băile Borșa, Rodna, Săcărimb, Hondol, Ruda Barza, Zlatna.

În R. D. Germană se găsește la Freiberg; în Bolivia la Cerro de Ubina (Potosi); în Argentina la Los Angulos; în Anglia în Cornwall, la Endellion; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în R. S. F. Iugoslavia în muntele Avala (Serbia); în Spania la Valencia d'Alcantara; în Suedia la Sala; în S.U.A. la Sevier County (Arkansas) și la Slate Creek (Idaho); în Canada la Fredericton (Ontario).

## 7. TIPUL $A_2B_3X_6$ $A + B : X \sim 5 : 6$

### A. Grupa andoritului

#### ANDORIT $PbAgSb_3S_8$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6771 : 1 : 0,4458$ .

*Habitus:* cristale prismatice cu numeroase fețe striate [001]; cristale tabulare (100), mase compacte masive. Forme principale: c (001), b (010), t (100), k (120), l (230), m (110), n (210), x (011), f (101), p (111). *Macle:* (110). *Clivaj:* lipsește. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3 - 3^{1/2}$ .  $G = 5,53$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată este alb. Anizotropie clară. R pentru verde 31,5%, oranj 27,5%, roșu 25,5%.

*Ocurență.* A fost descris prima oară în România în zăcămintul Dealul Crucii unde apare în filoane hidrotermale asociate vulcanismului neogen în parageneză cu stibină. A mai fost descris și la Baia Sprie asociat cu tetraedrit, blendă și cuarț.

Se citează în Bolivia la Itos, Oruro, Santa Rita (Potosi); în S.U.A. la Nye County, asociat cu blendă, pirargirit, stefanit, rodocrozit și cuarț.

## B. Grupa plagionitului

Mineralele din această grupă sint morfotropice. Celula elementară a plagionitului și semseytului au „a” și „b” aproape constante, în timp ce „c” se modifică în funcție de variațiile în chimism. Asemănarea din punct de vedere structural aduce aspecte cristalografice similare, forme prismatice, tabulare, deseori alungiri puternice pînă la aspecte fibroase, aciculare, cu clivaj de regulă după (112), cu excepția fülöppitului.

### FÜLÖPPIT $Pb_3Sb_6S_{15}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,1184 : 1 : 1,4085$ ;  $\beta = 94^\circ 49'$ .

*Habitus:* uneori prismatic cu fețe terminale piramidale [201], striuri  $(\bar{1}12) \parallel [110]$ , (100)  $\parallel [0\bar{1}0]$ . Rar cristale tabulare (001). Forme principale: c (001), a (100), d ( $\bar{1}02$ ), e (114), p (112), t ( $\bar{1}13$ ), o ( $\bar{1}12$ ), s ( $\bar{1}11$ ). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată.  $H = 2\frac{1}{2}$ .  $G = 5,23$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, reflexe albastre, strălucitoare. *Urmă:* cenușie, roșcată.

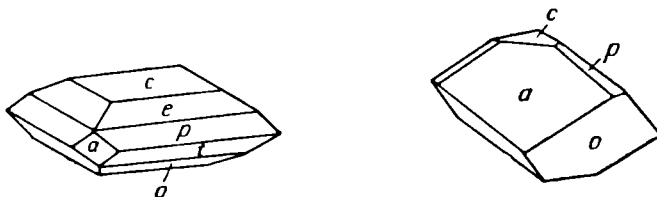


Fig. 38. Cristale de fülöppit: a(100); c(001); e(114); p(112); t( $\bar{1}13$ ); o( $\bar{1}12$ ).

*Ocurență.* A fost descris prima oară în R. S. România în filoanele hidrotermale neogene de la Dealul Crucii (Baia Mare), asociat blendei, dolomitului și zinkenitului. Apare de asemenea la Săcărimb.

### PLAGIONIT $Pb_5Sb_8S_{17}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,1318 : 1 : 1,6878$ ;  $\beta = 107^\circ 13'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,4$ ;  $b_0 = 11,9$ ;  $c_0 = 19,77$  Å; conține  $Pb_{20}Sb_{32}S_{68}$ .

*Habitus*: tabular (001), uneori prismatic (20 $\bar{1}$ ), striuri [ $\bar{1}10$ ]. De asemenea, mase granulare, compacte. *Clivaj*: (112) bun. *Spărtură*: concoidală.  $H=2^{1/2}$ .  $G=5,56$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu de plumb, negru. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În lumină reflectată este slab anizotrop.  $R$  pentru verde 33%, oranj 29%, roșu 27,5%.

*Ocurență*. Apare în filoane hidrotermale, asociat sulfosărilor de Pb, și Sb, în R. F. Germania la Arnsberg. La Leyraux Cantal — Franța și la Oruro — Bolivia este asociat cu casiterit, frankeit și pirită.

#### **HETEROMORFIT** $Pb_7Sb_5S_{19}$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Habitus*: cristale alungite cu fețe piramidale terminale. Striuri || [110], aranjament paralel al cristalelor; forme principale a (001), c (001), p (112), e (114), n (111). *Clivaj*: (112) bun. *Spărtură*: neregulată.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G=5,73$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: negru de fier. *Urmă*: neagră.

*Ocurență*. Se întâlnește în R. F. Germania la Arnsberg.

#### **SEMSEYIT** $Pb_9Sb_8S_{21}$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,1356 : 1 : 2,0436$ ;  $\beta = 105^\circ 46'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 13,48$ ;  $b_0 = 11,87$ ;  $c_0 = 24,48$  Å; conține  $Pb_{36}Sb_{32}S_{84}$ .

*Habitus*: cristale tabulare (001), uneori prismatice [010], asemănătoare plagionitului și heteromorfitului. Agregate granulare, fibroase, mase compacte. Forme principale: c (001), a (100), g (101), e (114), n (112), k ( $\bar{1}12$ ), x (111). *Clivaj*: (112) perfect.  $H=2^{1/2}$ .  $G=6,08$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu sau negru. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă, cu tente slab verzui. În aer  $R_\alpha \perp (001)$ , pentru verde 41,13%, oranj 35,63%, roșu 32,80%.  $R_\beta \perp (001)$ , pentru verde 42,01%, oranj 36,44%, roșu 33,25%. În imersie  $R_\alpha$  pentru verde 26,72%, oranj 24,56%, roșu 22,46%;  $R_\beta$  pentru verde 27,67%, oranj 25,08%, roșu 22,92%. Bireflexie vizibilă în imersie. Anizotropia este puternică.

*Ocurență* A fost descris prima oară în România la Herja. Se găsește în filoane hidrotermale, asociat galenei, blendei, jamesonitului, freieslebenitului, bournonitului, calcopiritei, în zăcămintele hidrotermale de Pb și Zn, legate de magmatismul neogen, la Ilba, Dealu Crucii, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Băile Borșa. În R. D. Germană la Wolfsberg și în Bolivia la Oruro.

#### 8. TIPUL $AB_2X_4$ $A : B \sim 1 : 2$

#### **HUTCHINSONIT** $(Pb, Tl)_2(Cu, Ag)As_5S_{10}$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,6119 : 1 : 0,4619$ .

*Habitus*: prismatic pînă la acicular [001]. Domină prisma (410). Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (470), k (230), i (450), h (430), m (110),

g (410), p (111), r (212). *Clivaj*: (010) bun. *Spărtură*: concoidală.  $H=1^{1/2}-2$ .  $G=4,6$ . *Luciu*: adamantin. *Culoare*: roșu de singe. *Urmă*: roșu-închis.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă, orientarea  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$  și  $\gamma=c$ . Indicii de refracție variază: pentru  $\lambda=589_{(Na)}-\alpha=3,078$ ,  $\beta=3,176$ ,  $\gamma=3,188$ ; pentru  $\lambda=656_{(C)}-\alpha=2,779$ ,  $\beta=3,063$ ,  $\gamma=3,073$ ,  $2V_{\alpha(Na)}=37^{\circ}24'$ ;  $2V_{\alpha(C)}=19^{\circ}44'$ . În lumină reflectată este colorat în roșu-carmin, reflexe interne se observă la marginea granulelor, prezintă anizotropie puternică, iar  $R$  pentru oranj 29%.

*Ocurență*. Se găsește în filoane hidrotermale, asociat blendei, galenei, piritei, realgarului, auripigmentului, în Elveția la Binnenthal (Valais).

#### REZBANYIT $Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=11,32$ ;  $b_0=11,66$ ;  $c_0=4,01$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: forme aciculare, mase granulare masive, compacte. *Clivaj*: foarte slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=2^{1/2}$ .  $G=6,8-7,2$ . *Culoare*: cenușiu de plumb, cenușiu de oțel. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În lumină reflectată culoarea este albă. Anizotropie puternică.

*Ocurență*. A fost descris prima oară în R. S. România la Ocna de Fier în mineralizații pirometasomatice, legate de magmatismul banatitic, asociat cu calcopirită, calcit, cuarț. Mai apare la Băița — Bihor. De asemenea în U.R.S.S. la Borezovsk, în Suedia la Gladhammar; în S.U.A. la mina St. Louis (statul Idaho).

#### GALENOBISMUTINA $PbBi_2S_4$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m$   $2/m$   $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,8050 : 1 : 0,2826$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=11,75$ ;  $b_0=14,50$ ;  $c_0=6,08$  Å; conține  $Pb_4Bi_8S_{16}$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: cristale alungite [001]. Masiv, columnar, fibros sau compact. Forme principale: a (100), h (140), m (110), d (201), p (111), g (211). *Clivaj*: (110) bun, lamelele flexibile.  $H=2^{1/2}-3^{1/2}$ .  $G=7,04$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu, alb de staniu, cenușiu de plumb, reflexe în tonuri de galben. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. Opac. În secțiuni lustruite colorat în alb. Efecte de anizotropie puternice.  $R=26,8\%$ . Bireflexie puternică mai ales în imersie.

*Ocurență*. Apare în filoane aurifere hidrotermale asociat ankeritului, bismutinei, bismutului nativ, tetraedritului, pirotinei, piritei, blendei, galenei.

În R. S. România se întâlnește în lentile de sulfuri cantonate în șisturi cristaline (Băile Borșa), în filoane legate de magmatismul paleozoic (Lipova), în skarne legate de magmatismul banatitic (Băița — Bihor), în filoane hidrotermale neogene (Hondol).

În Suedia se găsește la Ko, Nordmark, Gladhammar, precum și în fuma-rolele de  $550-610^{\circ}$  temperatură, de la Vulcano — insulele Lipari (Italia); în S.U.A. apare la Wickes Jefferson County, iar în Canada la Caribou.

**ZINKENIT**  $\text{Pb}_6\text{Sb}_{14}\text{S}_{27}$ 

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,1938$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 44,14$ ;  $c_0 = 8,62 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Pb}_{27}\text{Sb}_{168}\text{S}_{324} = 12(\text{Pb}_6\text{Sb}_{14}\text{S}_{27})$  sau  $\text{Pb}_{81}\text{Sb}_{162}\text{S}_{324} = 81(\text{PbSb}_2\text{S}_4)$ .  $Z = 80$ .

*Habitus:* cristale alungite, cu fețe striate [0001], cristale columnare, agregate paralele. Forme principale:  $m(10\bar{1}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ . *Clivaj:* (1120) imperfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 3 - 3\frac{1}{2}$ .  $G = 5,30$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor. *Urmă:* cenușiu-strălucitoare.

*Proprietăți optice.* Opac. În secțiuni lustruite culoare alb-cenușie. Anizotropie și bireflexie moderate.  $R$  pentru verde 37,5%, oranj 33%, roșu 31%.

*Chimism.* Se cunoaște varietatea cu As, conținuturile atingând 5,64%.

*Ocurență.* Apare în zăcămintele hidrotermale de temperatură medie, asociat stibinei, jamesonitului, boulangeritului, bournonitului, blendei, galenei, piritei, carbonaților și cuarțului.

În R. S. România este întâlnit în filoane hidrotermale din provincia neogenă la Dealul Crucii, Baia Sprie și Săcărimb. Este citat în Munții Harz și la Bräunsdorf (R. D. Germană); în Franța la Pontigibaud în Puy-de-Dôme; în Bolivia la Oruro, San José și Itos; în S.U.A. în statele Colorado, Arkansas și Nevada.

**SARTORIT**  $\text{PbAs}_2\text{S}_4$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,276 : 1 : 1,195$ ;  $\beta = 102^\circ 12'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 59$ ;  $b_0 = 7,81$ ;  $c_0 = 83,46 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Pb}_{240}\text{As}_{480}\text{S}_{480}$ .

*Habitus:* prismatic, striuri pe fețele de prismă [010]. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $N(120)$ ,  $m(110)$ ,  $d(101)$ ,  $r(111)$ ,  $o(441)$ ,  $n(322)$ . *Macle:* (100). *Clivaj:* (100) bun. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3$ .  $G = 5,10$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de plumb, cenușiu-închis. *Urmă:* brună, ciocolatie.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată este alb-cenușiu. Anizotropie vizibilă îndeosebi în zone de macle. Reflexii interne clare.

*Ocurență.* Apare în Elveția la Binnenthal, Lengenbach (Valais).

**BERTHIERIT**  $\text{FeSb}_2\text{S}_4$ 

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,44$ ;  $b_0 = 14,12$ ;  $c_0 = 3,76 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Fe}_4\text{Sb}_8\text{S}_{16}$ .  $Z = 4$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,810 : 1 : 0,266$ .

*Habitus:* prismatic, striuri || [001]. Mase fibroase, masive, agregate granulare. *Clivaj:* slab prismatic.  $H = 2 - 3$ .  $G = 4,64$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu-strălucitor, cenușiu-închis. *Urmă:* cenușie, brun-închisă.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată culoare alb-cenușie. Anizotropie puternică. Bireflexie bună.  $R$  pentru direcțiile || „b”, în verde 27,5%, oranj 26,5%, roșu 26,5%, pentru direcțiile || „c” în verde 39%, oranj 34,5%, roșu 34%.

*Ocurență.* Apare în filoane hidrotermale de temperatură medie, fiind asociat stibinei și cuarțului. Se întâlnește în R. D. Germană la Bräunsdorf și Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Přeboram; în Franța la Puy-de-Dôme; în Mexic la San Antonio.

## OXIZI ȘI HIDROXIZI

### CARACTERE GENERALE

În această clasă sînt cuprinși cei mai simpli compuși ai metalelor și metaloizilor cu oxigenul și hidroxilul. Oxigenul formează diferite combinații chimice cu circa 40 de elemente. Cantitatea totală de oxizi și hidroxizi existentă în scoarța terestră reprezintă 17% în greutate. Cea mai mare importanță o au oxizii și hidroxizii de fier care participă cu o proporție medie de 3,9%, urmați de oxizii și hidroxizii de aluminiu, mangan, titan, crom etc. Dintre oxizi, un rol deosebit îl prezintă de asemenea  $\text{CO}_2$  și vaporii de apă, care sînt întilniți cu precădere în atmosferă și a căror limită de răspîndire merge pînă la înălțimea de cca. 12 km de la suprafața pămîntului. Majoritatea oxizilor este concentrată în părțile superioare ale scoarței terestre, la limita ei cu atmosfera, care conține oxigenul liber. Adîncimea de pătrundere a oxigenului liber în scoarța terestră este determinată de nivelul apelor freactice. Suprafața de alterare a rocilor, împreună cu zonele de oxidare a zăcămintelor de minereuri sînt porțiunile din scoarța pămîntului unde sînt localizate principalele reacții chimice, determinînd apariția unor neformații, în care rolul principal îl au oxizii și hidroxizii metalelor. În acest proces are o însemnătate nu numai oxigenul liber din aer, care pătrunde de la suprafață în scoarță, ci și apele de ploaie, care se infiltrează cu oxigenul și bioxidul de carbon dizolvați în ele. S-a stabilit că 1 litru de apă de ploaie, saturată cu aer, conține în medie 25–30  $\text{cm}^3$  gaze, în compoziția cărora intră 30% O, 50% N și 10%  $\text{CO}_2$ . Comparînd aceste valori cu compoziția aerului se constată că apa de ploaie este foarte bogată în oxigen și mai ales în bioxid de carbon. În măsura în care aceste ape coboară la nivelul apelor freactice, acțiunea lor oxidantă slăbește treptat, oxigenul liber în cursul infiltrației apei fiind consumat în reacțiile de oxidare. Acest consum este deosebit de intens în procesul de oxidare a sulfurilor și compușilor similari, formînd în prima fază sulfați, arseniați și alte săruri. Unii compuși care intră în compoziția rocilor sau a minereurilor și care conțin unele elemente chimice cu valențe inferioare ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{V}^{3+}$  etc.) se oxidează relativ ușor; ei trec în ioni cu valențe superioare, din care cauză se produce slăbirea forțelor de legătură din rețelele cristaline. În final se poate ajunge la o descompunere completă a substanțelor cristaline oxidate, cu formarea unor noi compuși solubili sau insolubili în apă. Sărurile care se formează inițial prin aceste procese intră în reacție cu apa, cu o viteză mai mare sau mai mică, se descompun, se hidrolizează, determinînd astfel precipitarea unei serii de cationi ai metalelor, sub formă de hidroxizi greu solubili în apă. Comportarea ionilor în



soluții concordă cu potențialul lor ionic a cărui mărime se exprimă prin raportul dintre sarcina electrică a elementului și raza sa ionică ( $\phi = \frac{z}{r}$ ): Potențialul ionic explică comportarea și procesele de migrare a elementelor chimice în scoarța terestră.

Tabelul 41 a

Valorile potențialelor ionice ale citorva elemente chimice

Element	$\phi$	Element	$\phi$	Element	$\phi$	Element	$\phi$
Cs <sup>+</sup>	0,61	Sr <sup>2+</sup>	1,57	Ce <sup>4+</sup>	3,92	P <sup>5+</sup>	14,29
Rb <sup>+</sup>	0,67	Ca <sup>2+</sup>	1,89	Zr <sup>4+</sup>	4,60	B <sup>3+</sup>	15,00
K <sup>+</sup>	0,75	La <sup>3+</sup>	2,46	Al <sup>3+</sup>	5,26	S <sup>4+</sup>	17,65
Na <sup>+</sup>	1,02	Mg <sup>2+</sup>	2,56	Be <sup>2+</sup>	5,88	C <sup>4+</sup>	26,70
Li <sup>+</sup>	1,28	Y <sup>3+</sup>	2,83	Ti <sup>4+</sup>	6,25	N <sup>5+</sup>	33,33
Ba <sup>2+</sup>	1,40	Th <sup>4+</sup>	3,64	Mo <sup>6+</sup>	9,70		

După Goldschmidt (1926, 1954) cu ajutorul potențialului ionic se poate preciza distribuția elementelor între apa mării și sedimente, în timpul proceselor de migrare a acestora. În mod arbitrar, elementele chimice pot fi împărțite în trei grupe și anume:

a) *Grupul I*, în care sînt grupați cationii cu potențial ionic scăzut (raze ionice mari și sarcini mici), adică metalele alcaline și, parțial, metalele alcalino-terose, cu potențiale ionice mai mici de 2. Aceste elemente sînt menținute în soluțiile de alterare în stare de ioni și transportate ușor la distanțe mai mari sau mai mici. În condiții naturale ionii precipită din soluții, numai sub formă de săruri ale diferiților acizi. Fac excepție de la această regulă elementele cationice, care sînt puternic polarizante, respectiv ionii cu un înveliș electronic constituit din 18 electroni (Cu<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>) și care tind să apară în natură sub formă de oxizi.

b) *Grupul II*, în care sînt cuprinși cationii cu potențial ionic mediu, respectiv elemente cu raze ionice mici și sarcini electrice medii și care formează în natură oxizi și hidroxizi: Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> etc. Ele trec ușor în soluțiile de alterare, cu pH-uri puternic acide sau medii puternic alcaline, și precipită formînd depuneri cristaline; hidroxizi, săruri bazice, săruri neutre etc.

Cationii cu potențiale ionice ceva mai mari, elemente cu raze medii și sarcini electrice de asemenea medii, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>4+</sup>, Si<sup>4+</sup>, Ti<sup>4+</sup>, Sn<sup>4+</sup> etc. precipită ușor din soluțiile slab alcalinizate sau slab acide, în urma hidrolizei sărurilor, în special sub formă de hidroxizi greu solubili.

c) *Grupul III*, în care sînt incluși cationii cu potențial ionic ridicat, adică elemente cu raze ionice mici și sarcini electrice relativ mari; aceștia formează în soluții anioni complecși stabili BO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-</sup> etc. și precipită numai în cazurile în care reacționează cu diferiți cationi, formînd săruri oxigenate.

Locul de formare a hidroxizilor este în cea mai mare parte zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri și în general zona de alterare a rocilor.

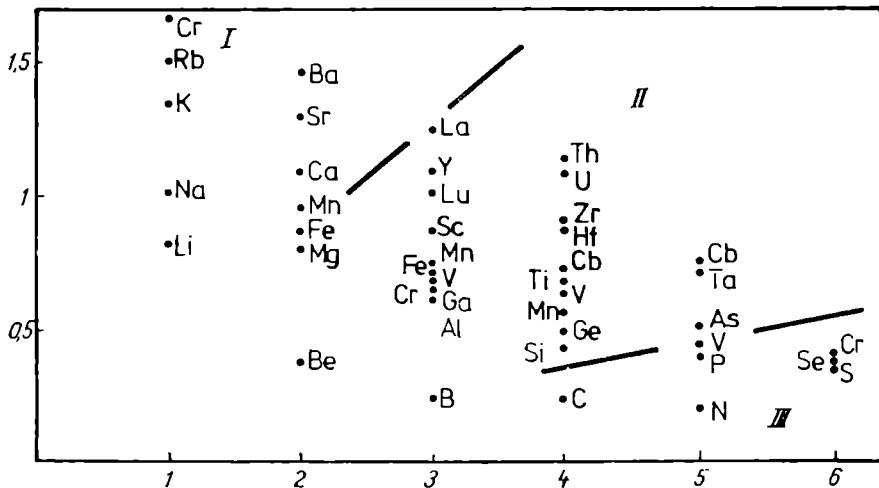


Fig. 39. Gruparea geochimică a unor elemente importante după potențialul lor geo-chimic. În abscisă sarcina ionului; în ordonată raza ionică  $kx$ .

Deoarece majoritatea hidroxizilor au o solubilitate mică în apă, ei sînt capabili ca în procesele de oxidare intensă să formeze soluții puternic suprasaturate. De aceea este firesc ca ei să fie întîlniți de obicei sub forma unor mase cryptocristaline și coloidale. Alt domeniu de răspîndire a hidroxizilor metalelor (Fe, Mn) sînt bazinele acvifere, mlăștinoase, lacustre și marine. Astfel, în multe lacuri de apă dulce, din regiunile nordice (Finlanda, Suedia, Canada, nordul U.R.S.S.), aproape de țărmlul cu apă de adîncime mică, sînt observate acumulări de hidroxizi de fier și mangan sub forma unor concentrații dispersate de diferite dimensiuni și forme: mase sferice, elipsoidale, turtite și neregulate. Pe lângă hidroxizii de Fe și Mn, ele conțin aproape totdeauna substanțe humice.

Indiferent de modul lor de formare, hidroxizii își pierd cu timpul apa capilară și de adsorbție, mai ales în mediul aerian uscat, și formează compuși cu grupe hidroxilice legate chimic și chiar de oxizi anhidri:  $Fe_2O_3$ ,  $MnO_2$  etc., în special în regiunile cu climă continentală pronunțată. Prin procesele de metamorfism regional, care se desfășoară la adîncimi moderate, hidroxizii dau naștere maselor granulare cristaline de oxizi anhidri. Elementele care formează în general oxizi anhidri, prin procese endogene de formare a mineralelor (magmatice, pneumatolitice, hidrotermale), corespund de regulă acelorași cationi, care au tendința de a forma, prin hidroliza sărurilor, hidroxizi insolubili în apă. Cationii bivalenți din grupa principală apar mai rar sub formă de oxizi anhidri, pentru ei fiind caracteristic să se întîlnească sub formă de oxizi dubli.

Aproape toți compușii cuprinși în clasa oxizilor și hidroxizilor au o structură cristalină caracterizată prin legături ionice între particulele constitutive. În structurile cristaline participă ca anioni  $O^{2-}$  și  $OH^-$ , dimensiunile razelor lor ionice fiind aproximativ egale, respectiv 1,32 și 1,33 Å, ceea ce

determină ca varietățile structurale ale cristalelor diferiților oxizi să depindă în primul rînd de dimensiunile cationilor, de sarcinile lor electrice și de proprietățile lor de polarizare. În rețelele cristaline, cationii sînt înconjurați de anionii de oxigen (sau de hidroxili), iar numerele de coordonare ale rețelilor sînt o particularitate importantă a acestor minerale. Comparînd între ele structurile oxizilor simpli, putem remarca diferite variante ale numerelor de coordonare, începînd cu rețelele tipice ionice, cu un număr de coordonare destul de ridicat, și terminînd cu rețelele moleculare, foarte rare, cu numere de coordonare de regulă mici și cu apariția legăturii de tip Van der Waals între particule.

Oxizii elementelor bivalente, cu structuri cristaline ionice tipice au structura elementară de tipul NaCl cu numărul de coordonare 6. Numai oxizii ionilor puternic polarizanți, cu învelișul exterior alcătuit din 18 electroni prezintă structuri cu numere de coordonare mai mici, ca de exemplu zincit —  $ZnO(4)$ , cuprit —  $Cu_2O(4 \text{ și } 2)$ . Oxizii elementelor trivalente și tetravalente, ai căror cationi au dimensiuni mai mici, prezintă numere de coordonare mici, care se micșorează odată cu trecerea legăturii ionice spre legătura homeopolară; de exemplu corindon —  $Al_2O_3(6 \text{ și } 4)$ ,  $TiO_2(6 \text{ și } 3)$ . La oxizii care au rețele moleculare, aceste cifre sînt și mai mici, de exemplu, senarmontit —  $Sb_2O_3(3 \text{ și } 2)$ .

În ceea ce privește oxizii complecși, în a căror compoziție intră cationii a două elemente diferite, numerele de coordonare ale fiecărui metal pot fi egale sau diferite; de exemplu: ilmenit —  $FeTiO_3(Fe^{2+} \text{ și } Ti^{4+}=6)$ ;  $CaTiO_3(Ca^{2+}=12, \text{ iar } Ti^{4+}=6)$ ;  $NaNbO_3(Na^+=12, Nb^{5+}=6)$ ; spinel —  $MgAl_2O_4(Mg^{2+}=4 \text{ și } Al^{3+}=6)$ . Toate aceste particularități ale structurilor cristaline influențează și proprietățile fizice ale mineralelor. Oxizii caracterizați cu legături ionice au o structură incomparabil mai rezistentă decît aceea a compușilor halogenați, a sulfurilor etc. Rezistența structurilor este exprimată prin duritatea mare a acestor oxizi (6, 7, 8 și 9 după scara lui Mohs), prin stabilitatea chimică ridicată, fuzibilitatea redusă, solubilitatea extrem de redusă. Culoarea mineralelor din această clasă depinde de asemenea de particularitățile lor structurale. Compușii cu elemente  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  etc., cu configurații de tipul gazelor nobile sînt de obicei incolori sau colorați allocromatic. Cea mai mare parte a compușilor, care au prezenți ioni cu structură asimetrică (Fe, Mn, Cr etc.), sînt colorați intens, culorile fiind închise (foarte răspîndită este culoarea neagră). Mineralele, în majoritatea lor, sînt opace sau translucide, chiar în fragmente și secțiuni subțiri avînd nuanțe brune sau roșii. În concordanță cu aceasta se găsește și luciul semimetalic al acestor minerale. Proprietățile magnetice sînt de asemenea remarcabile.

Mineralele care fac obiectul acestei clase sînt grupate de obicei în oxizi simpli, oxizi cu uraniu, thoriu și zircon, hidroxizi și oxizi conținînd hidroxili, oxizi multipli și oxizi multipli conținînd columbiu, tantal și titan. În interiorul fiecărei categorii, clasificarea se realizează pe baza structurii și cristalochimiei mineralului, urmărindu-se variația raportului  $A : X$ . La aceste minerale raportul variază de la  $A : X=2:1$  pînă la  $A : X=1:2$ . Pentru compușii complecși se stabilesc limite diferite pentru rapoarte; între cationii A și B se stabilesc de obicei valori pentru  $A : B$  de  $1 : 1$  și  $A : B$  de  $1 : 2$ , iar raportul  $A+B/X$  este de regulă  $1 : 2$ .

## Clasificarea oxizilor și hidroxizilor

I. OXIZII SIMPLI	
1. Tipul $A_2X$	
<i>Grupa cupritului</i>	
Cuprit	$Cu_2O$
Apa (Gheața)	$H_2O$
2. Tipul AX	
<i>Grupa periclazului</i>	
Periclaz	MgO
Bunsenit	NiO
Manganozit	MnO
Monteponit (Oxid de cadmiu)	CdO
Limit	CaO
<i>Grupa zincitului</i>	
Zincit	ZnO
Bromelit	BeO
Tenorit	CuO
Paramelaconit	$Cu^{2+}_{1-2x}Cu^{+}_{2x}O_{1-x}$
Montroydit	HgO
Litarga	PbO
Massicot	PbO
3. Tipul $A_3X_4$	
Minium	$Pb_3O_4$
4. Tipul $A_2X_3$	
<i>Grupa hematitului</i>	
Corindon	$Al_2O_3$
Hematit	$Fe_2O_3$
<i>Grupa ilmentului</i>	
Ilmenit	$FeTiO_3$
Gelkdelit	$MgTiO_3$
Pirofanit	$MnTiO_3$
Senait	$(Fe, Mn, Pb)TiO_3$
<i>Grupa arsenolitului</i>	
Arsenolit	$As_2O_3$
Senarmontit	$Sb_2O_3$
Claudetit	$As_2O_3$
Valentinit	$Sb_2O_3$
Bixbyit	$(Mn, Fe)_2O_3$
Braunit	$(Mn, Si)_2O_3$
5. Tipul $AX_2$	
<i>Grupa rutilului</i>	
Rutil	$TiO_2$
Piroluzit	$MnO_2$

Wad	
Todorokit	$Mn_8(O, OH)_{16} + 2H_2O?$
Casiterit	$SnO_2$
Plattnerit	$PbO_2$
Anatas	$TiO_2$
Brookit	$TiO_2$
Telurit	$TeO_2$
Selenolit	$SeO_2$
Cervantit	$Sb_2O_4?$
Stibiconit	$Sb_2O_4(OH)?$
Bismit	$Bi_2O_3$
Sillenit	$Bi_2O_3$
<b>6. Tipul <math>A_mX_n</math></b>	
Vanaxit	$V_4V_2O_{13} \cdot 8H_2O?$
Corvusit	$V_2V_{12}O_{34} \cdot nH_2O$
Ilsemannit	$Mo_2O_8 \cdot nH_2O?$
Russellit	$(Bi, W)O_3$
Tungstit	$WO_3 \cdot H_2O$
<b>II. OXIZII CONȚINÎND URANIU, THORIU ȘI ZIRCON</b>	
Baddeleyit	$ZrO_2$
<i>Grupa uraninitului</i>	
Uraninit	$UO_2$
Thorlanit	$ThO_2$
Gummit	$UO_3 \cdot nH_2O$
Clarkelit	$UO_3 \cdot nH_2O?$
Becquerelit	$2UO_3 \cdot 3H_2O?$
Schoepit	$4UO_3 \cdot 9H_2O?$
Fourmarierit	$PbO \cdot 4UO_3 \cdot 5H_2O?$
Curit	$2PbO \cdot 5UO_3 \cdot 4H_2O?$
Uranosferit	$Bi_2O_3 \cdot 2UO_3 \cdot 3H_2O?$
Vandenbrandit	$CuO \cdot UO_3 \cdot 2H_2O$
Iantinit	$2UO_3 \cdot 7H_2O$
<b>III. HIDROXIZII ȘI OXIZII CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL</b>	
<b>1. Tipul <math>AX_2</math></b>	
<i>Grupa brucitului</i>	
Brucit	$Mg(OH)_2$
Pirocroit	$Mn(OH)_2$
Portlandit	$Ca(OH)_2$
<i>Grupa lepidocrocitului</i>	
Lepidocrocit	$FeO(OH)$
Böhmit	$AlO(OH)$
Manganit	$MnO(OH)$
Stainierit	$CoO(OH)?$
<i>Grupa hidrotalcitului</i>	
Hidrotalcit	$Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Stichtit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Piroaurit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

<i>Grupa sjögrenitului</i>	
Manasseit	$Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Sjögrenit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Barbertonit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$
Brugnatellit	$Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4H_2O$
Psilomelan	$BaMn^2Mn_4^4O_{16}(OH)_4$
2. Tipul $AX_3$	
Sassolit	$B(OH)_3$
Gibbsit	$Al(OH)_3$
Bauxit	
Hidrocalumit	$Ca_4Al_2(OH)_{14} \cdot 6H_2O$
IV. OXIZII MULTIPLI	
1. Tipul $ABX_2$	
Delafossit	$CuFeO_2$
<i>Grupa goethitului</i>	
Diaspor	$HAIO_2$
Goethit	$HFeO_2$
Hidrogoethit (limonit)	
2. Tipul $AB_2X_4$	
<i>Grupa spinelului</i>	
Seria spinelului	
Spinel	$MgAl_2O_4$
Hercinit	$FeAl_2O_4$
Gahnit	$ZnAl_2O_4$
Galaxit	$MnAl_2O_4$
Seria magnetitului	
Magnezioferit	$MgFe_2O_4$
Magnetit	$FeFe_2O_4$
Franklinit	$ZnFe_2O_4$
Jacobsit	$MnFe_2O_4$
Trevorit	$NiFe_2O_4$
Ulvöspinel	$TiFe_2O_4$
Maghemit	$\gamma Fe_2O_3$
Seria cromitului	
Magneziocromit	$MgCr_2O_4$
Cromit	$FeCr_2O_4$
<i>Grupa hausmanitului</i>	
Hausmanit	$MnMn_2O_4$
Heterolit	$ZnMn_2O_4$
Hidroheterolit	$Zn_3Mn_4O_9 \cdot H_2O$
Crisoberil	$BeAl_2O_4$
Crednerit	$CuMn_2O_4$

3. Tipul $AB_4X_7$													
Högbomit Safirin Plumboferit Magnetoplumbit Ilemafانيت	$Mg(Al, Fe, Ti)_3O_7$ $(Mg, Fe)_{15}(Al, Fe)_{34}Si_7O_{80}$ $PbFe_4O_7$ $Pb(Fe, Mn)_8O_{10}?$ $Pb(Cl, OH)_2 \cdot 4PbO \cdot 2Fe_2O_3?$												
4. Tipul $ABX_3$													
Quenselit Perovskit	$PbMnO_2(OH)$ $CaTiO_3$												
5. Tipul $A_2BX_5$													
Pseudobrookit	$Fe_2TiO_5$												
6. Tipul $AB_2X_5$													
Calcofanit Zirkelit	$ZnMn_2O_5 \cdot 2H_2O?$ $(Ca, Fe, Th, U)_2(Ti, Zr)_2O_5$												
7. Tipul $AB_3X_7$													
Coronadit Hollandit Cesarolit	$MnPbMn_6O_{14}$ $MnBaMn_6O_{14}$ $PbMn_3O_7 \cdot H_2O$												
V. OXIZII MULTIPLI CU COLUMBIU, TANTAL ȘI TITAN													
1. Tipul $ABX_4$													
<i>Seria piroclor-microlit</i> $A_2B_2O_6(O, OH, F)$													
Piroclor Microlit	<table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 30%; text-align: center;">A</th> <th style="width: 30%; text-align: center;">B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;">}</td> <td>Na, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Ce</td> <td>Nb, Ta, Ti, Sn? <math>Fe^{3+}</math>, W</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px;">}</td> <td>La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U</td> <td>Ta, Nb, Ti, Sn? <math>Fe^{3+}</math>, W</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	}	Na, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Ce	Nb, Ta, Ti, Sn? $Fe^{3+}$ , W	}	La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U	Ta, Nb, Ti, Sn? $Fe^{3+}$ , W			
	A	B											
}	Na, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Ce	Nb, Ta, Ti, Sn? $Fe^{3+}$ , W											
}	La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U	Ta, Nb, Ti, Sn? $Fe^{3+}$ , W											
<i>Seria fergusonitului</i> $ABO_4$													
Fergusonit Formanit Ytrotantalit	<table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;">Y, Er, (Ce, La, Dy), <math>Fe^{2+}</math></td> <td style="width: 30%;">Nb, Ta, Ti, Sn, W</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U, Zr, Th, Ca</td> <td>Ta, Nb, Ti, Sn, W</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>Fe^{2+}</math>, Y, U, Ca, Mn, Ce, Th</td> <td>Nb, Ta, Ti, Zr, Sn</td> </tr> </tbody> </table>		Y, Er, (Ce, La, Dy), $Fe^{2+}$	Nb, Ta, Ti, Sn, W		U, Zr, Th, Ca	Ta, Nb, Ti, Sn, W		$Fe^{2+}$ , Y, U, Ca, Mn, Ce, Th	Nb, Ta, Ti, Zr, Sn			
	Y, Er, (Ce, La, Dy), $Fe^{2+}$	Nb, Ta, Ti, Sn, W											
	U, Zr, Th, Ca	Ta, Nb, Ti, Sn, W											
	$Fe^{2+}$ , Y, U, Ca, Mn, Ce, Th	Nb, Ta, Ti, Zr, Sn											
Pollmignit Isikawait Loranskit	<table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;">Ca, <math>Fe^{2+}</math>(Y, Er, Ce), Zr, Th</td> <td style="width: 30%;">Nb, Ti, Ta, <math>Fe^{3+}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td>U, <math>Fe^{2+}</math>, (Y, Er, Ce)</td> <td>Nb, Ta</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Y, Ce, Ca, Zr(?)</td> <td>Ta, Zr(?)</td> </tr> </tbody> </table>		Ca, $Fe^{2+}$ (Y, Er, Ce), Zr, Th	Nb, Ti, Ta, $Fe^{3+}$		U, $Fe^{2+}$ , (Y, Er, Ce)	Nb, Ta		Y, Ce, Ca, Zr(?)	Ta, Zr(?)			
	Ca, $Fe^{2+}$ (Y, Er, Ce), Zr, Th	Nb, Ti, Ta, $Fe^{3+}$											
	U, $Fe^{2+}$ , (Y, Er, Ce)	Nb, Ta											
	Y, Ce, Ca, Zr(?)	Ta, Zr(?)											
<i>Seria stibiotantalitului</i> $ABO_4$													
Stibiotantalit Stiblocolumbit Bismutotantalit Simpsonit $ABO_4?$	<table style="width: 100%; border: none;"> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;">Sb, Bi</td> <td style="width: 30%;">Ta, Nb</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sb, Bi</td> <td>Nb, Ta</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bi</td> <td>Ta, Nb</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Al</td> <td>Ta</td> </tr> </tbody> </table>		Sb, Bi	Ta, Nb		Sb, Bi	Nb, Ta		Bi	Ta, Nb		Al	Ta
	Sb, Bi	Ta, Nb											
	Sb, Bi	Nb, Ta											
	Bi	Ta, Nb											
	Al	Ta											

2. Tipul $A_mB_nX_p$ $m:n \approx 2:3$ pînă la $3:5$		
	A	B
Arizonit	Fe	Ti
Kalkowskit	Fe	Ti
Oliveirait	Zr	Ti
Brannerit	U, Ca, Fe, Y, Th	Ti
3. Tipul $AB_2X_6$		
<i>Grupa tapiolitului</i> $AB_2O_6$		
Tapiolit	Fe, Mn	Ta, Nb
Mossit	Fe, Mn	Nb, Ta
<i>Grupa columbit-tantalit</i> $AB_2O_6$		
Columbit	Fe, Mn, Sn?	Nb, Ta, W
Tantalit	Fe, Mn	Ta, Nb
<i>Grupa euxenit-policraz</i> $AB_2O_6$		
Euxenit	Y, Ca, Ce, U, Th	Nb, Ta, Ti
Policraz	Y, Ca, Ce, U, Th	Ti, Nb, Ta, Fe <sup>3+</sup>
Eschwegelt		
Ytrocrașit		
<i>Grupa eschinit-priorit</i> $AB_2O_6$		
Eschinit	Ce, Ca, Fe <sup>2+</sup> , Th	Ti, Nb, Ta
Priorit	Y, Er, Ca, Fe, Th	Ti, Nb, Ta
Samarskit	Y, Er, Ce, La, U, Ca, Fe,	Nb, Ta, Ti, Sn, W
	Pb, Th	Zr(?)
Thoreaulit	Sn	Ta
4. Tipul $A_mB_nX_p$ $m:n \leq 1:3$		
<i>Seria betafitului</i>		
Betafit	U, Ca, Th, Pb, Ce, Y	Ti, Nb, Ta, Fe, Al?
Djalmit		
Ampangabeit	Y, Er, U, Ca, Th	Nb, Ta, Fe <sup>3+</sup> +Ti
Delorenzit		

## I. OXIZII SIMPLI

### 1. TIPUL $A_2X$

#### A. Grupa cupritului

##### CUPRIT $Cu_2O$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4 \times 3 \times 2$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,27 \text{ \AA}$ ; conține  $Cu_4O_2$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* de regulă octaedric, mai rar cubic sau dodecaedric. Uneori sînt semnalate cristale aciculare și capilare. Mai frecvent este întilnit sub



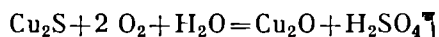
formă de agregate granulare compacte, uneori pămîntoase (conţinînd impurităţi). Forme principale: a (100), d (011), o (111), f (013), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122). *Clivaj*: (111) bun, întrerupt, (001) rar. *Spărtură*: concoidală sau neregulată.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=5,8-6,2$ . *Luciu*: adamantin, semimetalic. *Culoare*: roşu, iar în agregate microgranulare sau criptocristaline cenuşiu de plumb. *Urmă*: brună, roşie.

*Proprietăţi optice*. În secţiuni subţiri arată un indice de refracţie ridicat;  $n=2,849$ , pleocroism de la oranj-galben la galben de lămie, izotrop; în lumină reflectată culoarea este alb-cenuşie, cu luciu metalic în tente clar albăstrui;  $R$  în aer, pentru verde 30%, oranj 22,5%, roşu 21,5%, iar în imersie, pentru verde 16%, oranj 10,5%, roşu 9%. Cînd apare sub formă de granule bine dezvoltate poate prezenta bireflexie. Anizotropia se observă pe marginea granulelor; culorile de anizotropie sînt în tonuri violaceu-albăstrui pînă la oliv-verzui; reflexe interne de culoare roşie.

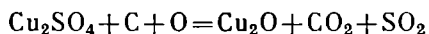
*Chimism*. Conţine  $Cu=88,82\%$ ,  $O=11,18\%$ , ca elemente urme, seleniu şi iod.

Variatăţi. Calcotrichitul apare în zăcămintele de cupru, sub forma unor agregate capilare sau aciculare; este modificăţia rombică a  $Cu_2O$ .

*Geneză*. Se formează aproape exclusiv în decursul proceselor exogene prin oxidarea minereurilor de calcozină şi, mai rar, apare asociat ca produs secundar cu bornitul, ambele fiind răspîndite în zonele de îmbogăţire secundară în zăcămintele de cupru (sub nivelul apelor freatice). O concentraţie masivă poate avea loc numai în cazul cînd anumite cauze ar produce scăderea nivelului apelor freatice, astfel încît zona bogată în calcozină, care s-a format pînă atunci, ar ajunge în zona de oxidare. Procesul de oxidare a calcozinei, cu formare de acid sulfuric, are loc după reacţia:



În lipsa oxigenului va apărea în locul  $Cu_2O$  sau, odată cu el, cupru metalic, care frecvent este semnalat în cuprit. Împreună cu cuprul nativ se întîlneşte uneori în rocile sedimentare, care conţin resturi vegetale. În acest caz, cupritul este rezultatul reducerii sulfatului cupros de către substanţele organice, în prezenţa oxigenului, conform reacţiei:



În cazurile în care concentraţia  $CO_2$  este prea mare, cupritul devine instabil. În natură sînt foarte răspîndite pseudomorfozele carbonatului de cupru — malachitul după  $Cu_2O$ . În unele cazuri şi malachitul este înlocuit în pseudomorfoze prin azurit.

*Ocurenţă*. În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifere din fundamentul cristalin (Bălan, Teregova, Hamcearca), legate de magmatismul mezozoic (Orzeşti, Colţeşti, Pătîrş, Altin-Tepe), de cel banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oraviţa, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băiţa — Bihor) şi de magmatismul neogen (Deva, Întregalde).

În asociaţii cu malachit, azurit, calcozină, crisocol, tenorit, cupru nativ, se întîlneşte în R. F. Germania la Rheinbreitbach, în Franţa la Chessy lângă Lyon, în U.R.S.S. la Gumeşevsk, Menorudiansk, Turinsk, în munţii Ural şi Altai, în Australia de sud în districtul Burra, în Chile la Adacollo şi Chu-

quicamata, în Peru, în Bolivia la Corocoro, în S.U.A. mai ales în Arizona la Bisbee, Ray, Clifton, Globe și Jerome, în regiunea Lacului Superior, în statele New Jersey și Pennsylvania.

### GHEAȚA H<sub>2</sub>O

Gheața este forma solidă a apei, care în natură se prezintă în trei stări: solidă (gheață, zăpadă), lichidă (ploaia, izvoarele minerale, riurile, lacurile, mările, oceanele) și gazoasă (vapori de apă din atmosferă și din emanațiile vulcanice). Prin proprietățile ei, apa ocupă un loc aparte printre oxizii metalelor și metaloizilor; ea are un rol important în procesele chimice, care se desfășoară în scoarța terestră.

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 0,942.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,523; c<sub>0</sub> = 7,37 Å; α = 98°51'. Z = 4; conține 12 H<sub>2</sub>O.

*Habitus.* Formațiile cristaline sînt foarte variate; cristalele de zăpadă prezintă o simetrie polară cu șase raze sau sînt frecvent dendritice. În peșteri sînt întîlnite cristale în formă de plăci hexagonale, cristale tabulare, concreșteri în forme complexe. Formele de agregare întîlnite sînt: mase compacte, agregate granulare cristaline, granule cristaline mari, de formă neregulată. Cunoscute sînt și formele stalactitice de gheață, cu structură concentrică, stratificată, vizibilă și la grindină. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (1120). *Macle:* cu plan (0001) și (000 $\bar{1}$ ). *Spărtură:* concoidală. *H* = 1 $\frac{1}{2}$ . *G* = 0,9175. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau slab colorat în albastru (în mase mari).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, indicii de refracție ai apei variază în funcție de lungimea de undă (λ) (tab. 42).

Tabelul 42

Indicii de refracție ai apei în funcție de λ

λ	n	λ	n
214,45 ...	1,40397	(Na) 589,31 ...	1,33299
267,61 ...	1,36902	(H) 656,29 ...	1,33114
308,23 ...	1,35672	(Li) 670,82 ...	1,33079
396,85 ...	1,34352	768,24 ...	1,32888
434,07 ...	1,34032	871,00 ...	1,32700
486,14 ...	1,33714	1028,00 ...	1,32450
535,05 ...	1,33488	1256,00 ...	1,32100

În lumină naturală ω = 1,309; ε = 1,310.

*Chimism și structură.* Compoziția chimică calculată este: H = 11,19%, O = 88,81%. Apa lichidă conține în suspensie sau în stare ionică material organic și anorganic. Apa lipsită de unele săruri și proaspătă este considerată apă potabilă, în timp ce apele care conțin sulfatați și carbonați de calciu și de magneziu sînt considerate ape dure. Din punctul de vedere al compoziției chimice, apele naturale se împart în: apă de mare (caracterizată prin prezența sulfatilor și clorurilor de Mg, Na); apă de riuri și apă lacustră dulce; ape frea-

tice și apă superficială de ploaie; ape subterane; apele izvoarelor minerale (clasificate între ele prin sărurile pe care le conțin în soluții). Proporția de constituenți a fost calculată în apele bazinelor din regiunile aride, valorile stabilite fiind redată în tabelul 43.

Tabelul 43

Analize chimice

Elemente	1	2	3	4
Cl	55,292	55,48	32,27	65,86
Br	0,188	—	0,04	1,13
SO <sub>4</sub>	7,692	6,68	0,13	0,39
CO <sub>3</sub>	0,207	0,09	22,47	0,02
B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	—	—	5,05	—
Na	30,593	33,17	38,10	13,73
K	1,106	1,66	1,52	2,36
Ca	1,197	0,16	0,03	4,19
Mg	3,725	2,76	0,35	12,32
Rez.	—	—	0,04	—
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Salinitatea %	3,30—3,74	20,349	7,656	18,8453

1 — Determinări efectuate în 77 probe de apă de ocean, în urme apărind I, F, N, NH<sub>4</sub>, Au, Mn etc.; 2 — Great Salt Lake (Utah, S.U.A.); 3 — Borax Lake (California); sesizate ca prezente PO<sub>4</sub>=0,02; SiO<sub>2</sub>=0,01; (Al, Fe, Mn)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,01; 4 — Dead Sea; urme (Al, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, I.

În apă, deseori sînt prezente, în cantități scăzute, impurități de amoniac, acid azotic, acid sulfuric, acid clorhidric, substanțe organice, precum și gaze dizolvate (azot cca. 0,013%, oxigen cca. 0,0064%, bioxid de carbon cca. 0,0013% etc.). Apa de suprafață se află în echilibru foarte strîns cu aerul în privința oxigenului și azotului. În cursul verii, apele de mică adîncime sînt adesea suprasaturate cu oxigen, iar în apele adînci oxigenul este deficitar. Apa mărilor este în mod normal alcalină, avînd un pH=7,5—8,4. Valori mai mari se întîlnesc în bazinele, golfurile și estuarele alimentate de maree, unde plantele folosesc CO<sub>2</sub>; în apele în care se formează H<sub>2</sub>S, în bazinele izolate, pH-ul este aproape de valoarea neutră.

Forma cristalizată a apei este gheața, care prezintă o structură moleculară cristalină, avînd numărul de coordonare egal cu patru. Structura moleculei H<sub>2</sub>O se caracterizează prin următoarea particularitate: protonii H<sup>+</sup>, ioni care nu au electroni proprii și au dimensiuni extrem de mici, pătrund adînc în interiorul ionului de oxigen. Din această cauză nucleul atomic al oxigenului devine puțin excentric. Aceasta determină momentul dipolar din molecula de H<sub>2</sub>O. Acest lucru poate fi imaginat mai simplu sub forma unui tetraedru, care are două vîrfuri încărcate pozitiv, iar celelalte două negativ. De aceea, în structura gheții moleculele de H<sub>2</sub>O, slab legate între ele, sînt

astfel dispuse, încît porțiunile lor încărcate pozitiv sînt orientate spre porțiunile încărcate negativ ale altor molecule. Conform dispoziției generale a moleculelor, structura gheții este asemănătoare cu structura wurztitului, cu singura deosebire că locurile Zn și S sînt ocupate de moleculele de  $H_2O$ . În cazul unei astfel de structuri se obține o așezare mai puțin compactă a particulelor. Așa se explică faptul că greutatea specifică a gheții este mai mică decît a apei.

*Geneză.* Gheața se formează prin răcirea apei. Ea apare inițial sub forma unei cruste plutitoare, sub care cresc indivizi cristalini, care se dezvoltă vertical în direcția axei principale de simetrie. Zăpada se formează în stratele reci ale atmosferei, din vaporii de apă; în condiții similare apare și bruma și desenele de gheață pe obiectele răcite. În regiunile cu ghețuri perene, cu climă aspră și iarnă lungă, fără multă zăpadă, se formează în timpul iernii învelișuri de gheață, care acoperă uneori întinderi enorme.

În decursul proceselor exogene care au loc pe suprafața pămîntului și în atmosferă, cantități enorme de apă, rezultată în urma evaporării mărilor, oceanelor și, mai ales, produsă de învelișul vegetal, trec în atmosferă și recad sub formă de precipitații atmosferice, găsindu-se astfel în continuă circulație. Apele superficiale sînt: apele din sol, apele freactice, apele arteziene și apele subterane, precum și numeroasele izvoare minerale. Mari cantități de apă iau parte la procesele endogene de formare a mineralelor. În timpul erupțiilor vulcanice, mari cantități de vaporii de apă supraîncălziți se împrăștie în atmosferă. Prin cristalizarea magmelor în adîncime se pun în libertate cantități mari de apă, saturată cu diferiți compuși dizolvați. Izvoarele minerale termale din regiunile cu activitate vulcanică relativ recentă sînt în legătură cu aceste ape, așa-numite juvenile.

Izvoare minerale mai importante în România sînt: hipotermale la Băile Herculane, Băile Felix-Victoria, Băile Geoagiu; bicarbonatate sau borvizuri la Borsec, Bodoc, Zizin etc., arsenicale la Covasna, Șaru Dornei, sulfuroase la Mangalia, Olănești, Pucioasa, Sîntimbru etc.

Importante ape minerale apar în R. S. Cehoslovacă la Karlovy Vary, în Austria la Baden, în Franța la Vichy, Vittel și Evian.

## 2. TIPUL AX

### A. Grupa periclazului

#### PERICLAZ $MgO$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,21 \text{ \AA}$ ; conține  $Mg_4O_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, cub-octaedrice, cubice, rar dodecaedrice. De regulă în granule cu conture neregulate. *Macle:* plan de maclă (111). *Clivaj:* (001) perfect; (111) imperfect; (011) întrerupt și slab.  $H = 6$ .  $G = 3,7 - 3,9$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb-cenușiu, uneori gălbui, galben-brun (cînd conține și Fe), verde sau negru (datorită incluziunilor). *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă,  $n_{\text{roșu}}=1,7298$ ,  $n_{\text{Na}}=1,7350$ ,  $n_{\text{albastru}}=1,7460$ . Izotrop.

*Chimism.* Compoziția teoretică: Mg=60,32%; O=39,68%; total=100%. Deseori analizele indică și conținuturi de Fe, uneori Mn, Zn, elemente care substituie Mg. La microscop se văd incluziuni orientate de manganozit.

Tabelul 44

**Analize chimice**

	1	2
MgO	93,86	87,38
FeO	5,97	0,19
MnO	—	9,00
ZnO	—	2,52
Total	99,83	99,09
1 — Monte Somma; 2 — Nordmark (conține manganozit).		

*Ocurență.* Mineral metamorfic de temperatură ridicată, periclazul este prezent în marmore, avind ca sursă disocierea calcarelor dolomitice (dedolomitizare). Se întâlnește în calcarele de la Monte Somma, Vezuviu (Italia), asociat forsteritului, și de la Teulada, Sardinia, asociat brucitului. În Suedia apare la Nordmark, în marmore dolomitice, asociat hausmanitului, și la Långban, în zăcămintele manganifere; în S.U.A. apare în California, asociat cristalelor octaedrice de magnetit.

**MANGANOZIT MnO**

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,44 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Mn}_4\text{O}_4$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, dodecaedrice, deseori granule cu conture neregulate, mase granulare. Forme principale: a (001), d (011), o (111).

*Clivaj:* (001) bun, (111) slab întrerupt.  $H=5^{1/2}$ .  $G=5,364$ . *Luciu:* stielos.

*Culoare:* pe spărtură proaspătă verde-intens. *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este ușor colorat în verde,  $n_{\text{verde}}=2,19$ ,  $n_{\text{roșu}}=2,16$ . În lumină reflectată apare colorat în cenușiu, izotrop, iar culorile de reflexie sînt în tonuri de verde.

*Chimism.* Ca substituenți ai manganului s-au determinat  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , prezența acestuia din urmă fiind în special datorată incluziunilor.

*Ocurență.* Este întâlnit în dolomitele din Suedia la Långban, la Nordmark, asociat cu hausmanit, granat și periclaz. La Franklin (S.U.A.) apare în cristale octaedrice, mase neregulate și este asociat cu zincit, franklinit, villemite. În Elveția apare la Gonzen, iar în Japonia la Noda Tamargowa.

## Analize chimice

	1	2	3
MnO	93,33	94,59	98,04
ZnO	4,89	3,41	—
FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23	0,26	0,42
MgO	0,61	0,11	1,71
Rez.	1,05	2,08	0,16
Total	100,11	100,45	100,33

1 — Franklin; rez. MnO<sub>2</sub>; 2 — Franklin; rez. MnO<sub>2</sub>=1,30, H<sub>2</sub>O=0,78; 3 — Långban; rez. CaO=0,16.

## MONTEPONIT CdO

Sistemul de cristalizare: cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0=4,71 \text{ \AA}$ ; conține Cd<sub>4</sub>O<sub>4</sub>. Z=4.

Habitus: cristale octaedrice, uneori cubice; mase pulverulente. *Macle*: de penetrație. *Clivaj*: (111).  $H=3$ .  $G=6,2$ . *Culoare*: negru. *Luciu*: sticios.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în roșu, oranj, brun.  $n_{L_1}=2,49$ .

*Ocurență*. Se întâlnește în Italia la Gaurutta (Sardinia).

## LIMIT CaO

Produsul artificial este cristalizat în sistemul cubic.

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0=4,797 \text{ \AA}$ .

$H=3^{1/2}$ .  $G=3,3$ . *Clivaj*: (001) perfect, (011) întrerupt slab.

*Proprietăți optice*.  $n=1,838$ .

*Ocurență*. În mase de calcar; în lave la Vezuviu.

## B. Grupa zincitului

## ZINCIT ZnO

Sistemul de cristalizare: hexagonal,  $6/m$  m.

Relația axială:  $a : c = 1 : 1,5870$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0=3,25$ ;  $c_0=5,19 \text{ \AA}$ ; conține Zn<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Habitus: rar sub formă de cristale, mase lamelare, mase compacte granulare. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), s (10 $\bar{1}$ 3),  $\bar{B}$  (21 $\bar{3}$ 3), f (20 $\bar{2}$ 1). *Macle*: (0001), planul (000 $\bar{1}$ ). *Clivaj*: (10 $\bar{1}$ 0) perfect, (000 $\bar{1}$ ) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=4^{1/2}-5$ .  $G=5,4-5,7$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: galben-oranj, roșu, rar galben. *Urmă*: galbenă-oranj.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă, indicele de refracție este în funcție de lungimea de undă folosită (tab. 46). Uniax pozitiv; slab pleocroic. În lumină ref-

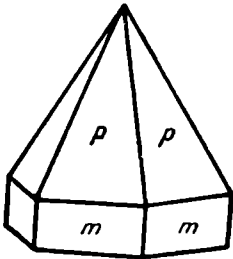


Fig. 40. Cristal de zincit.

## Proprietăți optice

	$n_{\text{Ilg}}$	$n_{\text{Na}}$	$n_{\text{Li}}$
$\lambda$	546	589	670
$\omega$	2,032	2,013	1,990
$\epsilon$	2,048	2,029	2,005

lectată, culoarea este brun-roșcată; puternic anizotrop.  $R$  pentru: verde 11%, oranj 10%, roșu 8%.

*Ocurență.* Este întâlnit în S.U.A., în depozitele de la Franklin și Sterling Hill (New Jersey), unde apare în masele de calcit, în asociație cu willemitul și franklinitul. S-a semnalat de asemenea în zăcămintul de Pb și Zn de la Olkusz (R. P. Polonă), lângă Zaravezzo în Toscana (Italia) și la Almeria în Spania.

## BROMELIT BeO

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6 m m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,6288$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 2,69$ ;  $c_0 = 4,37$  Å; conține  $\text{Be}_2\text{O}_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* prismatic [0001]. Forme principale:  $c$  (0001),  $m$  (10 $\bar{1}$ 0),  $r$  (10 $\bar{1}$ 1),  $h$  (1122), larg dezvoltate (000 $\bar{1}$ ) și (10 $\bar{1}$ 0), mai mici (10 $\bar{1}$ 1). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 0) bun.  $H =$  aproape de 9.  $G = 3,044$ . *Culoare:* alb.

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,733$ ,  $\omega = 1,719$ ; uniax pozitiv.

*Chimism.* Analiza chimică indică:  $\text{BeO} = 98,02\%$ ,  $\text{CaO} = 1,03\%$ ,  $\text{BaO} = 0,55\%$ ,  $\text{MgO} = 0,07\%$ ,  $\text{MnO} =$  urme,  $\text{Sb}_2\text{O}_3 = 0,29\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,17\%$ .

*Ocurență.* Se întâlnește la Långban (Suedia) în filonașele de calcit din skarn.

## TENORIT CuO

Sinonim: *melaconit*.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,498 : 1 : 1,365$ ;  $\beta = 99^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,66$ ;  $b_0 = 3,420$ ;  $c_0 = 5,12$  Å; conține  $\text{Cu}_4\text{O}_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale rare, de regulă fin solzoase, tabulare, paralele (100) și alungite [011]. Striațiuni [010] sau (100). Foițele solzoase sînt flexibile, uneori grupate stelat, altele mase pulverulente. Forme principale:  $c$  (001),  $a$  (100),  $f$  (011),  $p$  (111),  $d$  ( $\bar{1}$ 11). *Macle:* comune (011) sau (100), concreșteri de tipul dendritelor. *Clivaj:* în zona [011] și [0 $\bar{1}$ 1]. *Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H = 3\frac{1}{2}$ .  $G = 6$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* cenușiu de fier, negru, brun.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, în secțiuni subțiri, culoarea apare în tonuri brune. Orientarea  $\beta = b$ , indicele de refracție  $n_{\text{roșu}} = 2,63$ ,  $n_{\text{albastru}} = 3,17$ ; pleo-

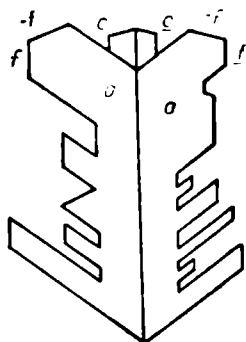


Fig. 11. Cristal de tenorit (din Vezuviu).

croism în tonuri de brun pînă la brun-negru,  $2V_{\gamma, \alpha} = \text{mare}$ . În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-albicioasă, cu nuanțe galbene.  $R$  în lumină roșie este 20%, în lumină albastră 27,1%. Bireflexia este clară în aer, variind de la alb la cenușiu-alb. Anizotropia se remarcă destul de clar în aer, iar în imersie devine puternică. Culorile de anizotropie albastre și albe sînt caracteristice. Reflexele interne se văd la varietățile fin-lamelare.

**Ocurență.** Este întîlnit în zonele de oxidație, în parageneză cu minerale de cupru: cuprit, cupru nativ, crisocol, malachit, azurit, calcozină.

În România apare ca mineral supergen, în mineralizații cuprifere, legate de șisturi cristaline (Bălan), de magmatismul mezozoic (Căzănești), de cel banatic (Moldova Nouă, Oravița, Ciclova Română, Sasca Montană, Dognecea, Băița — Bihor) și de cel neogen (Ilba, Deva, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. apare în zăcămintele de cupru de la Turinsk, în Uralul de nord și aproape de Nijni Taghil în mineralizația de la Menorudiansk. De asemenea se găsește în zăcămintele de cupru din R. Zair. În S.U.A., la Dutk-town (Tennessee), în regiunea Lacului Superior, la Globe și Bisbée (Arizona), apare sub forma unui material negru ca smoala, alături de cuprit, crisocol și malachit. În Chile apare în deșertul Atacama, în Bolivia la Cobija, în Spania la Rio Tinto, Huvelva și Linares, iar în Franța la Chessy și Var.

### PARAMELACONIT $[(\text{Cu}_{1-2x}^{2+} \text{Cu}_{2x}^{1+})\text{O}_{1-x}]$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 1,695$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,84$ ;  $c_0 = 9,9 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Cu}_{16-2x}^{2+} \text{Cu}_{2x}^{1+})_{16} \text{O}_{16-x}$ , unde:  $x = 1,85$ .

**Ha bitus:** cristale prismatice scurte [001], (010), striatiuni (100). Forme princip ale:  $c$  (001),  $a$  (010),  $d$  (011). **Clivaj:** absent. **Spărtură:** concoidală.  $H = 4^{1/2}$ .  $G = 6,04$ . **Luciu:** metalic, adamantin. **Culoare:** în spărtură proaspătă este negru. **Urmă:** brun-neagră.

**Proprietăți optice.** În lumină reflectată apare colorat de la alb la brun. Anizotropie puternică; pleocroism clar.

Tabelul 47

#### Analize chimice

	1	2	3
CuO	87,66	77,94	78,62
Cu <sub>2</sub> O	11,70	19,45	21,38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	2,70	0,00
Total	100,00	100,00	100,00
1 — Bisbée (asociat cu cuprit și tenorit); 2 — Bisbée (cu impurități de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ); 3 — Bisbée.			



*Chimism.* Analizele spectrale indică, alături de constituția chimică ideală  $\text{CuO}$ , conținuturi în  $\text{Al}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ba}$  ( $<0,1\%$ ),  $\text{Ca}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Zr}$  ( $<0,01\%$ ),  $\text{Sn}$ ,  $\text{V}$  ( $<0,001\%$ ) sau  $\text{Fe}$ .

*Ocurență.* Apare în S.U.A. la Bisbée (Arizona), asociat tenoritului.

#### MONTROYDIT $\text{HgO}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6375 : 1 : 0,5989$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,296$ ;  $b_0 = 3,513$ ;  $c_0 = 5,504 \text{ \AA}$ ; conține  $11\text{Hg}_2\text{O}_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice lungi  $[001]$ , uncori plate  $(111)$ . Fețele terminale cu strițiuni pe  $(011) \parallel [100]$ , pe  $(201) \parallel [101]$ . Agregate compacte, masive. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $v(011)$ ,  $g(101)$ ,  $d(201)$ ,  $n(301)$ ,  $s(111)$ . *Clivaj:*  $(010)$  perfect; lamelele sînt flexibile dar neelastice.  $H = 2\frac{1}{2}$ .  $G = 11,23$ . *Luciu:* sticlos, cu tendințe spre adamantin. *Culoare:* brun. *Urmă:* brun-gălbuie.

*Proprietăți optice.* Transparent în secțiuni subțiri; culori de la oranj, roșu la galben-pal. Orientarea  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ ; indicii de refracție  $n_{Li}$ :  $\alpha = 2,37$ ,  $\beta = 2,50$ ,  $\gamma = 2,65$ .  $2V_{\gamma} = \text{mare}$ .

*Ocurență.* Apare în S.U.A. la Terlingua, Brewster County (Texas) și la Redwood City, San Mateo County (California), asociat cu clorură de mercur, mercur, cinabru și dolomit.

#### LITARGA $\text{PbO}$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,258$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,96$ ;  $c_0 = 5,00 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Pb}_2\text{O}_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cruste, cristale tabulare  $(001)$ . Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(010)$ ,  $m(110)$ ,  $r(011)$ . *Clivaj:*  $(110)$  bun.  $H = 2$ .  $G = 9,14$ . *Luciu:* gras. *Culoare:* roșu.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorat în tonuri de la roșu la oranj-roșu; uniax negativ; indicii de refracție în  $\lambda_{Li}$ :  $\omega = 2,665$ ,  $\epsilon = 2,535$ .

*Ocurență.* Este mineral supergen, format în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale. Se găsește în S.U.A. în California, la Cucamonga Peak, San Bernardino County și la Fort Tejon, Kern County, asociat, probabil, auripigmentului, realgarului și ceruzitului.

#### MASSICOT $\text{PbO}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,459$ ;  $b_0 = 4,723$ ;  $c_0 = 5,859 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Pb}_4\text{O}_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* mase masive, cristale tabulare  $(100)$ . *Macle:* vizibile la cristalele artificiale. *Clivaj:*  $(100)$  bun și  $(110)$  slab întrerupt.  $H = 2$ .  $G = 9,56$ . *Luciu:* gras. *Culoare:* galbenul sulfului, galbenul auripigmentului.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorat în nuanțe de galben-deschis; indicii de refracție în lumină de  $\text{Li}$ :  $\alpha = 2,51$ ,  $\beta = 2,61$ ,  $\gamma = 2,71$ ; pleocroic; în tonuri galben de sulf – galben-închis,  $2V_{\gamma, \alpha} = \text{mare} \approx 90^\circ$ .

*Ocurență.* În România apare ca mineral supergen format în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen. Este menționat sub numele de „Bleiglatte“ la Băiuț și Almașu Mic de Munte, asociat cu malachitul, azuritul și ceruzitul.

Apariții de massicot mai sînt legate de mineralizațiile hidrotermale din Mexic, din S.U.A. (California), din Australia de la Halls Peak (New South Wales).

### 3. TIPUL $A_3X_4$

#### MINIUM $Pb_3O_4$

*Sistemul de cristalizare:* mase compacte, pămîntoase sau pulverulente.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=8,9$ . *Luciu:* gras. *Culoare:* roșu, brun-roșcat. *Urmă:* galbenă-oranj.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorat în roșu; pleocroism puternic:  $\alpha$ =roșu-brun,  $\gamma$ =aproape incolor. Alungire negativă. Extincție dreaptă. Indicele de refracție  $n_{L1}=2,42$ . Birefringență slabă, cu culori de interferență caracteristice.

*Ocurență.* Apare în mineralizații hidrotermale, ca mineral supergen asociat galenei. În România se întîlnește în mineralizațiile metamorfozate din complexul șisturilor cristaline (Muncelu Mic), în mineralizațiile piro-metasomatice-hipotermale, legate de erupțiile banatitice. Apare sub formă de cruste groase pe galenă cu ceruzit, impurificate cu oxizi de fier și cupru la Băița — Bihor. Se cunoaște în Marea Britanie la Anglese, Leadhills (Scoția), în S.U.A. la Leadville (Colorado), în Mexic la Bolanos, în U.R.S.S. în M. Altai, Siberia.

### 4. TIPUL $A_2X_3$

#### A. Grupa hematitului

#### CORINDON $Al_2O_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,364$ ;  $\alpha = 85^\circ 43'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,74$ ;  $c_0 = 12,97 \text{ \AA}$ ; conține  $Al_4O_6$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale idiomorfe în formă de butoiaș; columnar, piramidal și tabular, atingînd uneori dimensiuni mari. Cele mai frecvente sînt fețele de prismă ditrigonale, bipiramide ditrigonale, romboedrice și de pinacoid; desori, fețele de prismă și de bipiramidă și uneori de pinacoid prezintă striiațiuni oblice; în unele cazuri se observă striiațiuni orizontale din cauza maclării după fața de pinacoid. Frecvent în mase granulare. Formele principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ , iar  $r(10\bar{1}1)$ ,  $s(02\bar{2}1)$ ,  $n(2243)$ .

$$(0001) \wedge (11\bar{2}3) = 61^\circ 11'$$

$$(0001) \wedge (11\bar{2}1) = 79^\circ 37'$$

$$(0001) \wedge (01\bar{1}2) = 57^\circ 35'$$

$$(0001) \wedge (10\bar{1}1) = 72^\circ 23'$$

Striațiuni  $(0001) \parallel [01\bar{1}0]$ , linia de direcție  $[11\bar{2}0]$ .

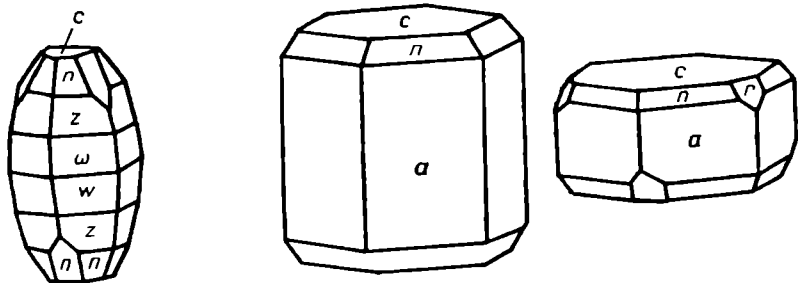


Fig. 42. Cristale de corindon.

*Macle:* (01 $\bar{1}2$ ) și (0001) comune, (11 $\bar{2}0$ ) tabulare sau după (10 $\bar{1}1$ ). *Clivaj:* (10 $\bar{2}1$ ) și (0001) foarte slab. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. *Luciu:* perlat, adamantin sau sticlos.  $H=9$ .  $G=4,9-4,10$ .

*Culoare:* variată: albastru (safirul), roșu (rubinul), galben (topazul orientat), verde (smaragdul), violet (amethystul orientat), incolor și transparent (safirul alb sau leucosafirul); corindonul stelar prezintă fenomenul de asterism. Sub numele de „corundum” sau corindon comun sînt cuprinse varietățile puțin transparente chiar opace sau cele colorate în gri, verzui, roșu, albastrui.

Masele granulare amestecate cu ilmenit, cuarț, magnetit și oligist sînt denumite emeri sau smirgel. Ele au duritate mare și sînt folosite la șlefuirea metalelor și a rocilor. Corindonul obținut artificial se numește *alundum*, pe această cale obținîndu-se și varietățile prețioase (rubin, safir etc.).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, aproape incolor; pleocroism foarte slab; indicii de refracție  $\omega=1,7653$ ,  $\epsilon=1,7573$ .  $\Delta=0,008$ ; culori de interferență slabe; uniax negativ.

*Chimism și structură.* Sînt cunoscute următoarele modificaliții polimorfe:  $\alpha$   $Al_2O_3$ -trigonal, cel mai stabil în condiții naturale, în intervalele de temperatură 500—1 500°C;  $\beta$   $Al_2O_3$ -hexagonal, stabil la temperaturi foarte înalte; transformarea  $\alpha$   $Al_2O_3$  în  $\beta$   $Al_2O_3$  are loc în intervalul de temperatură 1 500—1 800°C; această modificaliție se formează prin răcirea foarte lentă a topiturii de  $Al_2O_3$ ;  $\gamma$   $Al_2O_3$ -cubic, cu rețea cristalină de tipul spinelului, obținut sintetic prin calcinarea hidroxidului de aluminiu (böhmit) la temperaturi sub 900°C. La temperaturi mai mari nu este stabil și trece în  $\alpha$ - $Al_2O_3$ . În structura cristalină ionii de oxigen prezintă cea mai densă așezare hexagonală și sînt dispuși în strate perpendiculare pe axa ternară, suprapuse unul peste altul. Cationii de Al sînt dispuși sub formă de hexagoane între două din aceste strate (cu centrul liber), umplînd două treimi din golurile octaedrice (adică golurile dintre șase anioni de oxigen, dintre care trei aparțin unui strat, iar alți trei, roțiți față de primii cu 180°, aparțin altui strat de ioni de oxigen). În acest caz, grupele celor trei ioni de oxigen formează o față comună celor doi octaedri limitrofi din stratele planare. Este caracteristic faptul că stratele de oxigen sînt astfel suprapuse, încît în fiecare coloană de octaedri alternează două locuri ocupate cu unul liber, iar perechile de octaedri ocupați formează pe verticală axe ternare helicoidale.

*Ocurență.* Se întîlnește în roci magmatice de adîncime, bogate în alumina și sărace în silice; în sienite corindonice, în anortozite, mai rar, în andezite și bazalte. Se cunosc de asemenea pegmatite sienitice cu corindon.

## Analize chimice

	1	2	3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	99,27	99,39	99,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99	0,91	0,98
Total	100,26	100,30	100,28

1 — rubin, Kampuchia; 2 — rubin, Birmania; 3 — safir, Sri Lanka.

Corindonul se întâlnește în zăcăminte metasomatice de contact, fiind localizat în calcare cristaline, în vecinătatea rocilor eruptive. El se află aici deseori reprezentat prin modificaliile prețioase, ca rubin, safir etc. În unele cazuri, zăcămintele de corindon se formează datorită acțiunii intense a agenților pneumatolitici asupra rocilor argiloase și rocilor efuzive. Corindonul se asociază în acest caz cu minerale ca andaluzit, sillimanit, rutil, diaspor etc. Rocile cu corindon se pot forma, de asemenea, în urma metamorfismului regional fără legătură directă cu rocile eruptive. Fiind un mineral stabil din punct de vedere chimic, el se găsește deseori în aluviuni.

În România apare ca mineral de contact în corneenele unor intruziuni vechi (Ditrău); în unele bauxite reziduale de vîrstă mezozoică, ca efect al metamorfismului termic (Remetei); în corneenele și enclavele banatitelor (Dognecea, Băița — Bihor, Pietroasa, Lunca, Poeni, Gilău); în magmatite neogene, de obicei în mod vizibil component al enclavelor (Băile Borșa, Deva, Săcărîmb, Căprioara), în aluviuni vechi (Ditrău, Pianu de Jos, Bistra, Cuza Vodă, Techirghiol).

Corindon comun este întilnit în Sri Lanka, China, Elveția, Italia (Piemonte), S.U.A. (statele New York, Massachusetts, Carolina de Nord) și în U.R.S.S. (M. Ural).

Emeri sau smirghel se găsește mai ales în Grecia în insulele Naxos, în Turcia la Izmir, în U.R.S.S. în M. Ural, în S.U.A. la Chester în Massachusetts.

Varietăți prețioase apar în U.R.S.S. în Kazahstan (varietăți albastru-închis sau gri), pe versantul oriental al Uralilor, pe malul lacului Irtiș. În Birmania se găsește la Mandalay, sub formă de rubine, în Sri Lanka la Ratnapura și la Rakwana, sub formă de safire albastre, în Kampuchia sub formă de safire și rubine. Se mai întâlnește în India, în Japonia (în mina Takayama), în Elveția (la Campolongo, aproape de St. Gothard), în Madagascar (la Vatondrongy), în S.U.A. (la Warwich în statul New York, la Franklin Furnace și Newton în statul New Jersey, precum și în statele Pennsylvania, Virginia, California) și în Canada (regiunea Ontario, la Craigmont) etc.

**HEMATIT Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,3652$ ;  $\alpha = 85^\circ 45' 1/2''$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,029$ ;  $c_0 = 13,73 \text{ \AA}$ ; conține Fe<sub>4</sub>O<sub>6</sub> în celulă elementară romboedrică.  $Z = 4$ .

*Habitus*: cristale tabulare (0001), deseori în rozete, cu striaiuni. Se întâlnește relativ frecvent în cristale lamelare, romboedrice și tabulare, care se formează în cavități. Cristalele pot fi izolate sau reunite în grupe. Fețele de romboedru sau cele de bază apar adesea striate triunghiular. Forme comune: (0001)  $\wedge$  (01 $\bar{1}$ 2) = 57°36', (0001)  $\wedge$  (11 $\bar{2}$ 3) = 61°31', (0001)  $\wedge$  (01 $\bar{1}$ 8) = 21°30'; (0001)  $\wedge$  (11 $\bar{2}$ 1) = 79°37'. Forme frecvente; c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (1120), e (01 $\bar{1}$ 2), r (10 $\bar{1}$ 1), s (02 $\bar{2}$ 1), u (10 $\bar{1}$ 4), n (22 $\bar{4}$ 3), p (24 $\bar{6}$ 7). Fețele de romboedru au striaiuni diagonale. Sînt cunoscute aglomerările de cristale lamelare, puțin deformate, concrescute după plane apropiate de poziția pinacoidului. Se întâlnește frecvent sub formă de mase criptocristaline compacte (ocru, roșu) sau în agregate foioase sau îmbricate cenușii-strălucitoare (digist, specularit). Masele reniforme cu structură radiar fibroasă poartă numele de *glaskopf*. *Macle*: după (0001) de penetrație sau (01 $\bar{1}$ 2) lamelare. *Clivaj*: absent, fisuri întrerupte după (0001) și (10 $\bar{1}$ 1), datorită de regulă maclărilor și fenomenelor de translație. *Spărtură*: neregulată sau aproape concoidală. Lamelele fine sînt elastice.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=5,26$ . *Luciu*: metalic sau semimetalic. Se observă deseori reflexe albastrii. *Culoare*: varietățile cristaline de hematit au culoarea negru de fier pînă la cenușiu de oțel. Privind prin lamelele foarte fine de hematit se vede o culoare de roșu-intens. Oxidul anhidru de fier, fiind fin dispersat în diferite minerale și roci, le colorează în roșu-intens, ca de exemplu: jaspelitele — roci silicioase care au culoarea cerii roșii, marmorele roșii, șisturile argiloase roșii. *Urmă*: roșu-vișinie.

*Proprietăți optice*. Este semitransparent numai în secțiuni foarte subțiri. În lumină transmisă, indicii de refracție indică pentru lungimea de undă  $\lambda=759$ , valorile:  $\epsilon=2,904$ ;  $\omega=2,690$ . Pleocroism de la  $\epsilon$ =roșu-gălbui la  $\omega$ =roșu-brun; mineral uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este albă cu o slabă tentă cenușiu-albăstrui.  $R$  în aer, pentru verde 26%, oranj 25%, roșu 21%, iar în imersie, pentru verde 15,5%, oranj 13,5%, roșu 10,5%. Prezintă anizotropie clară, mai ales în imersie. Frecvența reflexelor interne depinde de calitatea secțiunii.

*Chimism și structură*. Este un oxid de fier,  $Fe_2O_3$  cu  $Fe=69,94\%$ ,  $O=30,06$  (total=100%). În constituția chimică se semnalează permanent prezența  $Ti$ , datorită soluției solide realizată cu ilmenitul. Se cunosc două modifi cații polimorfe de  $Fe_2O_3$ , anume:  $\alpha$ - $Fe_2O_3$  — trigonal și stabil;  $\gamma$ - $Fe_2O_3$  (maghemit) — cubic și instabil. În cantități mici se remarcă și prezența apei (hidrohematit întilnit de regulă sub formă colomorfă). Sub formă de impurități chimice apar prezente alumina și silicea. Structura este analogă cu cea a corindonului.

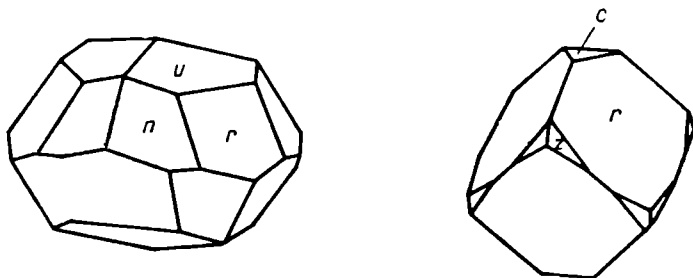


Fig. 43. Cristale de hematit.

*Geneză.* Hematitul se formează prin oxidare, în cele mai variate tipuri genetice de zăcămintе și roci. Temperatura de formare poate varia în limite largi, dar la temperaturi mari devine instabil. Prin procese de afiliație magmatică, hematitul poate apare în cantități neînsemnate în roci acide intrusive și în pegmatite. În cantități mai mari se dezvoltă în zăcămintе hidrotermale, asociat cuarțului, baritinei, uneori magnetitului etc. Se semnalează deseori fenomenul de reducere ulterioară a hematitului, acesta transformându-se în magnetit; pseudomorfoza magnetitului după hematit se numește „muşchetovit“; în alte cazuri se produce fenomenul invers — transformarea magnetitului în hematit; pseudomorfoza hematitului după magnetit se numește „martit“. Aceste procese (muşchetovitzare-martitzare) sînt legate de schimbarea potențialului de oxidare și de reducere după depunerea acestor minerale din soluțiile hidrotermale. Hematitul se întilnește și ca produs al emanațiilor vulcanice, în cantități neînsemnate, fie sub formă de cristale, fie ca eflorescențe pe pereții craterelor vulcanice și în crăpăturile lavelor.

În procesele metamorfismului regional, în condițiile unor temperaturi și presiuni ridicate, hematitul se formează prin deshidratarea zăcămintelor sedimentare de limonit. Se obțin astfel hematite oolitice, cuarțite ferugi-noase.

Prin procese exogene în zona de alterație, în condițiile unui climat arid, se formează hematit prin deshidratarea hidroxizilor de fier. Această trecere ireversibilă se pune în evidență ușor pe cale artificială, prin deshidratarea treptată a goethitului. Uneori, hematitul și hidrohematitul se asociază cu diaspor și böhmit. În țările cu climă caldă, în părțile superioare ale zăcămintelor de magnetit se observă, uneori, procesul de martitzare.

În zona de oxidare, hematitul este un mineral stabil din punct de vedere chimic; se pot produce doar fenomene de dezagregare a maselor de hematit, care trec în mase pulverulente, roșii.

*Ocurență.* În România hematitul apare în șisturi cristaline, în corpuri lentiliforme independente sau asociate cu siderite, cu mineralizații piritoase, manganoase sau cu serpentinite (Răzoare, Cîrlibaba, Iacobeni, Vatra Dornei, Păltiniș, Crucea, Bălan, Bădeni, Masivele Lotru, Paring și Sebeș, Gura Văii, Ogradena, Dubova, Svinița, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Rușchița, Luncani, Muncelu Mic, munții Drocea și Highiș, Brusturi, Masivul Bihor, Avram Iancu, Buru, Iara); împreună cu cuarț în filonașe, în granite paleozoice sau legat de ele (Masivul Căpățînii, Măcin, Turcoaia, Cîrjelari, Poșta, Mircea Vodă); în cuiburi și filoane asociate unor porfire triasice (Greci, Turcoaia, Cîrjelari, Florești, Valea Teilor, Iulia, Altîn-Tepe, Camena); în legătură cu lamprofire și ofiolite mezozoice (Gemenea, Tulgheș, Cuiăș, Roșia Nouă, Pîrnești, Remetea, Zam, Căzânești); ca minereu rezidual, format pe un relief carstic (Vașcău, Remeți, Zece Hotare); în zăcămintе pirometasomatice-hidrotermale, în corpuri sau filoane, legate de magmatismul banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Calina, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Băița — Bihor, Pietroasa, Masivul Vlădeasa); hidrotermal, legat de magmatismul neogen (Ilba, Baia Mare, Baia Sprie, Căvnic, Băiuț, Rodna, munții Călimani și Harghita, Malnaș, Bicsad, Racoșu de Jos, Deva, Săcărimb, Hondol).

În alte țări, ca rezultat al proceselor vulcanice este citat în insula Elba, în Elveția la Binnenthal, Tavetsch, la St. Gothard, în Franța lângă Limoges, în Norvegia la Kragerö și Arendal, în Suedia la Långban, Striberg, Blölberg

și Nordmark. Ca hematit roșu, sub formă de mase rotunjite compacte sau cu structură fibroasă concentrică, se întâlnește în R. D. Germană, R. F. Germania, R. S. Cehoslovacă, Italia (Sicilia), Spania, în U.R.S.S. la Krivoi-Rog, la Magnitnaia și Visokaia, în Canada, Brazilia, Chile, S.U.A. (în statele Michigan, Minnesota, New York, Pennsylvania, Alabama).

## B. Grupa ilmenitului

Din această grupă fac parte *ilmenitul* —  $\text{FeTiO}_3$ , *geikielitul* —  $\text{MgTiO}_3$  și *pirofanitul* —  $\text{MnTiO}_3$ , care cristalizează în sistemul trigonal, 3, și prezintă relații de miscibilitate continuă. Pentru o evidențiere mai sugestivă a variației proprietăților fizice în funcție de compoziția chimică aceste trei minerale vor fi tratate în comun.

*Relația axială:*

ilmenit  $a : c = 1 : 1,385$ ;  $\alpha = 85^\circ 08'$ ;  $\lambda = 94^\circ 29'$ .

geikielit  $a : c = 1 : 1,386$ ;  $\alpha = 85^\circ 06\frac{1}{2}'$ ;  $\lambda = 94^\circ 30\frac{1}{2}'$ .

pirofanit  $a : c = 1 : 1,398$ ;  $\alpha = 84^\circ 44\frac{1}{2}'$ ;  $\lambda = 94^\circ 49'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*

ilmenit  $a_0 = 5,090$ ;  $c_0 = 14,070$  Å.

geikielit  $a_0 = 5,086$ ;  $c_0 = 14,093$  Å.

pirofanit  $a_0 = 5,126$ ;  $c_0 = 14,333$  Å.

Conține  $(\text{Fe, Mg, Mn})_2\text{Ti}_2\text{O}_6$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale tabulare (0001), cu habitus hexagonal, cristale prismatice (10 $\bar{1}$ 0), (1120), cristale romboedrice, uneori cristale lamelare. Formele cele mai frecvente pentru ilmenit sint: (0001)  $\wedge$  (01 $\bar{1}$ 2) =  $57^\circ 54'$ ; (0001)  $\wedge$  (10 $\bar{1}$ 4) =  $38^\circ 33'$ ; (0001)  $\wedge$  (1123) =  $61^\circ 29'$ . Forme principale pentru geikielit c (0001), r (10 $\bar{1}$ 1),  $\emptyset$  (50 $\bar{5}$ 8), iar pentru pirofanit c (0001), a (11 $\bar{2}$ 0), g (10 $\bar{1}$ 2), s (02 $\bar{2}$ 1). *Macle:* ilmenit după (0001) sau (10 $\bar{1}$ 1) lamelare. *Clivaj:* la ilmenit este absent, la geikielit după (10 $\bar{1}$ 1), iar la pirofanit (02 $\bar{2}$ 1) perfect și (10 $\bar{1}$ 2) slab. La ilmenit se remarcă fenomene de translație după (0001) și (10 $\bar{1}$ 1), care reprezintă planul de maclă. *Spărtură:* concoidală sau subconcoidală.  $H = 5 - 6$ .  $G$  pentru ilmenit = 4,72, pentru geikielit = 4,20, pentru pirofanit = 4,54. *Culoare:* negru de oțel (ilmenit), negru-brun (geikielit), roșu puternic (pirofan). *Luciu:* metalic și semimetalic. *Urmă:* neagră (ilmenit), brună, roșie și ocru-gălbuie (pirofanit).

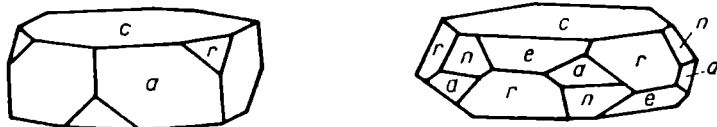


Fig. 44. Cristale de ilmenit.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă sint semitransparente. Sint uniaxe negative. În lumină reflectată, ilmenitul este colorat în cenușiu-albicios, este mat cu tente brune.  $R$  în aer, pentru verde 18%, oranj 18%, roșu 18%, iar în imersie, pentru verde 7%, oranj 7,5%, roșu 6,5%. Bireflexia este foarte slabă în aer, nefiind remarcată decit la limitele granulelor,

## Proprietăți optice

Mineral	$\epsilon$	$\omega$	Culoare	Pleocroism	Birefrință
Ilmenit	opac, refrință extremă		roșu-închis	—	foarte ridicată
Geikielit	2,31	1,95	roșu-purpuriu	slab $\omega > \epsilon$	0,360
Pirofanit	2,441 <sub>1,1</sub> 2,481 <sub>Na</sub>	2,21 <sub>Na</sub>	roșu-gălbui	nepleocroic	0,271

dar în imersie se observă bine, servind la distingerea ilmenitului de magnetit și cromit. Anizotropia este clară, atât în aer cât și în imersie. Reflexele interne, de culoare roșu-închis, se observă foarte rar.

**Chimism și structură.** Rețeaua cristalină este asemănătoare cu aceea a corindonului, cu deosebirea că locurile Al sînt ocupate alternativ de  $Fe^{2+}$  și  $Ti^{4+}$ . Această înlocuire cu ioni diferiți duce la o micșorare a simetriei rețelei cristaline. Se presupune un amestec izomorf a  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  și  $Mn^{2+}$ ;  $(Fe, Mg, Mn)TiO_3$ . În geikielit  $(Mg, Fe)TiO_3$ , raportul  $Mg : Fe$  este 8 : 1, iar în pirofanit  $(Mn, Fe)TiO_3$  raportul  $Mn : Fe$  este 5 : 7. Ilmenitul, la temperaturi comune, conține  $Fe_2O_3$ , care, deseori, în raport cu conținutul pe care îl indică, poartă denumiri diferite; de regulă este în jur de 6%, probabil datorită soluției solide cu hematit sau magnetit.

Tabelul 50

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$TiO_2$	52,66	52,50	51,32	51,20	48,88	63,77	66,46	50,49	52,97
FeO	47,34	44,32	42,38	42,85	25,44	6,34	—	—	—
MgO	—	0,79	—	—	6,26	28,50	33,54	—	—
MnO	—	1,36	3,37	—	2,60	—	—	46,92	47,03
$Fe_2O_3$	—	—	2,10	2,58	8,94	1,93	—	1,16	—
Rez.	—	0,06	0,36	—	7,68	—	—	2,06	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,03</b>	<b>99,53</b>	<b>99,63</b>	<b>99,80</b>	<b>100,54</b>	<b>100,00</b>	<b>100,63</b>	<b>100,00</b>

1 —  $FeTiO_3$  — teoretic; 2 — Lundsvalde (Suedia); Rez. = CaO; 3 — Ambatofotsikely (Madagascar); Rez.  $SiO_2=0,16$ ,  $U_3O_8=0,20$ ; 4 — Tundra Hibin, Siberia (U.R.S.S.); 5 — Pelotas (Brazilia); Rez.  $SiO_2=5,30$ ,  $CaO=2,38$ ; 6 — Geikielit (Sri Lanka); 7 —  $MgTiO_3$  — teoretic; 8 — Pirofanit — Pajsberg (Suedia); Rez.  $SiO_2=1,58$ ,  $Sb_2O_3=0,48$ ; 9 —  $MnTiO_3$  — teoretic.

**Ocurență.** Ilmenitul apare diseminat în rocile bazice eruptive, gabbrouri, diabaze, piroxenite etc., asociat de obicei cu magnetitul. În unele cazuri este prezent în roci alcaline, precum și în pegmatite sienitice, în parageneză cu



feldspații, biotitul, ilmenito-rutilul. Prin alterație dă naștere așa-numitului *leucoxen*; se cunosc cazuri de transformare a ilmenitului într-un amestec de hematit și rutil păstrându-și însă formele exterioare ale cristalelor de ilmenit.

În România, ilmenitul este întâlnit, ca mineral accesoriu, în roci de tipul amfibolitelor și serpentinitelor din fundamentul cristalin din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni, M. Dobrogei. De asemenea, în granitele paleozoice din M. Apuseni și M. Dobrogei; în diabazele și lamprofilele mezozoice din Carpații Orientali; în ofiolitele mezozoice din M. Apuseni; în gabbrourele cu magnetit și în doleritele de la Căzănești și Ciungani, împreună cu hematit, ca granule sau lamele separate prin dezamestec după planul (111) în magnetit; la Cuias în gabbrouri cu magnetit, uneori transformat în hematit și la Almaș-Săliște ca lamele de dezamestec după (111) în magnetitul din gabbrouri și hiperite; în granodioritele banatitice din M. Apuseni; în fracțiunea grea a unor aluviuni din Carpații Meridionali, din Subcarpați și din M. Apuseni la Poieni și la Roșia Montană; în nisipuri aluvionare de pe litoralul Mării Negre (Sf. Gheorghe, Chituc) și la Glogova.

Varietăți de ilmenit, reprezentând termeni intermediari cu seria ilmenit-pirofanit și ilmenit-geikielit, apar la Ditrău.

În alte țări se găsește în U.R.S.S. în pegmatitele din M. Ilmen, aproape de Aliask; în Norvegia la Kragerö, la Egersund-Soggendal, Arendal, Snarum, Isserwiese; în Franța la Bourg d'Oisans; în S.U.A. la Chester, Warwick, Amity și Monroe (New York), în Virginia (varietatea nelsonit), în Connecticut la Litchfield (varietatea washingtonit); în Cornwall la Menaccan (varietatea menaccamit).

*Geikielitul* se întâlnește în Sri Lanka (districtul Rakwana) și în calcarele brucitice de la Riverside din California.

*Pirofanitul* se găsește în Suedia în mina Harstig și în Brazilia la Queluz, Ouro Preto, Minas Geraes.

#### SENAIT (Fe, Mn, Pb)TiO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Relația axială:* a : c = 1 : 1,011.

*Habitus:* asemănător ilmenitului. Forme principale: c (0001), r (10 $\bar{1}$ 1), s (2021), z (40 $\bar{1}$ 1). *Spărtură:* concoidală. *H* = 6. *G* = 5,301. *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră, brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă  $n_{L1} = 2,50$ ; uniax negativ; birefrințență moderată; nepleocroic.

*Ocurență.* Fragmente de cristal se găsesc la Dattas și Curralinho în apropiere de Diamantina, Minas Geraes (Brazilia).

### C. Grupa arsenolitului

#### ARSENOLIT As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic, 4/m  $\bar{3}$  2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,08 \text{ \AA}$ ; conține As<sub>32</sub>O<sub>48</sub>. *Z* = 16.

*Habitus:* cristale octaedrice, cristale alungite, agregate stelare sau cruste. Forme principale: o (111) și d (011), deseori în cruste sau mase pămîntoase.

*Clivaj:* (111) bun. *Spărtură:* concoidală.  $H=1\frac{1}{2}$ .  $G=3,88$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor sau colorat în galben-deschis. *Urmă:* albă, galben-pal.

*Proprietăți optice.* Transparent; în lumină transmisă este izotrop, deseori anomalii optice, birefringență slabă,  $n_{Na}=1,755$  și  $n_{Li}=1,748$ .

*Chimism.* Este un trioxid de arsen dimorf cu claudetit. Compoziția:  $As=75,74$  și  $O=24,26\%$  (total 100%).

*Ocurență.* În România se găsește în zone de oxidație ale filoanelor hidrotermale, în mineralizațiile legate de magmatismul neogen (la Cavnic, Săcărimb și Zlatna), asociat cu realgar, auripigment, arsen, pirargirit, blendă.

Se întâlnește în R. S. Cehoslovacă la Smolnik și la Ioachimov, în R. F. Germania la Andreasberg, în Franța, în S.U.A. în California, în Italia la Sondalo și Borgofranco, în regiunea Torino, în Peru la Moracocha și Tarma.

### SENARMONTIT $Sb_2O_3$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,16 \text{ \AA}$ ; conține  $Sb_{32}O_{48}$ .  $Z=16$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, uneori dezvoltate după direcția diagonală, alteori turtite. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ . Mase granulare sau cruste. *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* neregulată.  $H=2$ .  $G=5,2-5,3$ . *Luciu:* rășinos, tinde spre luciu adamantin. *Culoare:* alb-cenușiu. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Transparent, în lumină transmisă este slab colorat, prezintă culori anormale de birefringență,  $n_{Na}=2,087$ ,  $n_{Li}=2,073$ , izotrop.

*Chimism.* Este un trioxid de stibiu, dimorf cu valentinitul. Compoziția:  $Sb=83,54\%$   $O=16,48\%$  (total=100%). Temperatura de transformare:  $570^\circ C$ .

*Ocurență.* Apare ca mineral secundar, caracteristic zonelor de oxidație, mai rar decât valentinitul. Este citat la Peruck în Slovacia, în Algeria la Djebel, în Sardinia, în Canada la South Ham, în Anglia și în Kalimantan.

### CLAUDETIT $As_2O_3$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,4093 : 1 : 0,3493$ ;  $\beta = 94^\circ 20'$ .

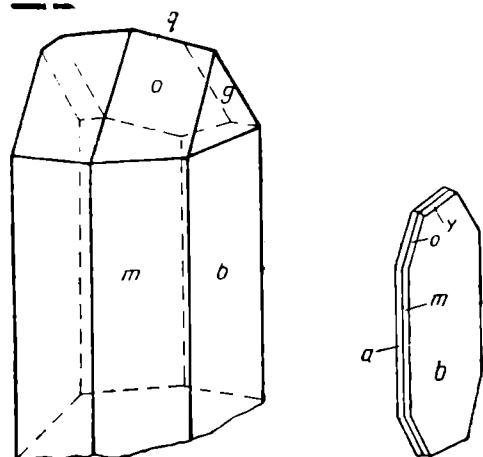


Fig. 45. Cristale de claudetit:  $b(010)$ ;  $a(100)$ ;  $m(110)$ ;  $q(\bar{1}01)$ ;  $g(\bar{1}11)$ ;  $\gamma(011)$ ;  $o(111)$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,26$ ;  $b_0=12,90$ ;  $c_0=4,55 \text{ \AA}$ ; conține  $As_8O_{12}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale plate  $(010)$ , alungite  $[001]$ , fie  $(111)$  și  $(\bar{1}11)$ ; se aseamănă gipsului. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $s(130)$ ,  $r(120)$ ,  $m(110)$ ,  $d(101)$ ,  $q(\bar{1}01)$ ,  $g(\bar{1}11)$ ,  $o(111)$ . *Macle:*  $(100)$  de penetrație. *Clivaj:*  $(010)$  perfect.  $H=2$ .  $G=4,15$ . *Luciu:* sticios, pe suprafețele de clivaj siferos. *Culoare:* alb.

*Proprietăți optice.* Transparent; în lumină transmisă este slab colorat; orientarea  $\alpha \wedge c = 84^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 6^\circ$ . Indicii de refracție ridicați:  $\alpha=1,871$ ,  $\beta=1,920$ ,  $\gamma=2,010$ ;  $\Delta=0,139$ ; biax pozitiv;  $r < v$ .

**Ocurență.** Apare ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat realgarului, auripigmentului, arsenopiritei și altor minerale cu arsen. Frecvent se găsește alături de produse de sublimare.

Se întâlnește în R. S. Cehoslovacă la Smolnik, în Portugalia la San Domingos, Algarve, în Spania la Calanas (Andaluzia), în S.U.A. în Imperial County (California), Butte (Montana).

### VALENTINIT $Sb_2O_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,3939 : 1 : 0,4339$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,93$ ;  $b_0 = 12,48$ ;  $c_0 = 5,43 \text{ \AA}$ ; conține  $Sb_8O_{12}$ .  $Z = 4$ .

**Habitus:** prismatic după  $[001]$  sau  $[100]$ , uneori tabular  $(010)$ . Fețele de prismă au striațiuni paralele cu  $[001]$  sau  $[100]$ ; agregate granulare plate, mase masive, columnare. **Clivaj:**  $(110)$  aproape perfect,  $(010)$  imperfect.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 5,76$ . **Luciu:** adamantin, pe suprafețe de clivaj sidefos. **Culoare:** alb-închis, uneori gălbui, roșu, gri-brun. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.** Transparent. În lumină transmisă secțiunile paralele cu  $(001)$  sînt colorate de la roșu la gălbui și cele paralele cu  $(010)$  de la verde la albastru. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ ,  $n_{Na}$  — pentru  $\alpha = 2,18$ ,  $\beta = 2,35$ ,  $\gamma = 2,35$ . Biax negativ cu  $2V$  mic, spre uniax.

**Ocurență.** Se formează în procesele de alterare a minereurilor bogate în stibiu, mai ales cu stibină, fiind mai răspîndit decît senarmontitul. Se asociază cu stibină, stibiu nativ, kermesit, tetraedrit și alte minerale cu stibiu.

În România este semnalat în mineralizațiile aurifere de la Baia Mare și Baia Sprie, iar asociat antimonitului la Săcărîmb și la Măgura Toplița.

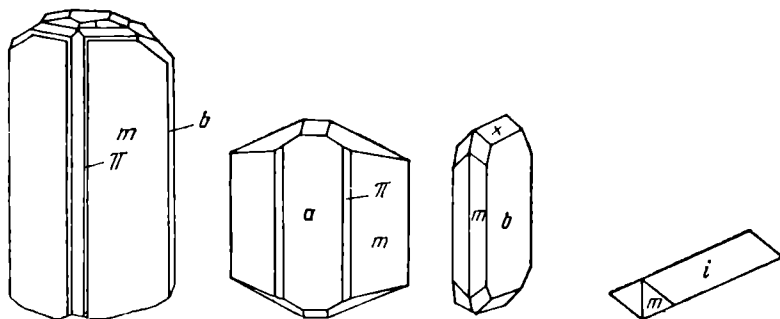


Fig. 46. Cristale de valentinit:  $\pi(310)$ ;  $b(010)$ ;  $m(110)$ ;  $i(011)$ ;  $p(031)$ ;  $x(021)$ ;  $r(112)$ .

A fost descris prima oară la Chalanches (nord de Allemont) în Franța. Se întâlnește în R. D. Germană la nord de Freiberg; în R. S. Cehoslovacă la Příbram; în R. F. Germania la Wolfsburg; în Sardinia la Suergin; în Canada la South Ham; în Bolivia la Potosi. În S.U.A. apare în districtul Ochoco Crook County, statul Oregon.

**BIXBYIT** (Mn, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic, 2/m 3.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,395 \text{ \AA}$ ; conține (Fe, Mn)<sub>32</sub>O<sub>48</sub>. Z=16.

*Habitus:* cubic, cu fețe principale: a (001), o (111), n (112). *Macle:* (111) macle de penetrație. *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* neregulată.  $H = 6^{1/2}$ .  $G = 4,9-5$ . *Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră.

*Chimism și structură.* Rețeaua cristalină este de tipul cub centrat intern. Pozițiile Fe și uneori Mn sînt substituie parțial prin Ti.

*Ocurență.* Se întilnește, alături de topaz și granat, în riolite în S.U.A. (în Utah și New Mexico), în Patagonia la Rio Chubut, în Spania la Ribes, în India la Sitapár și Chhindwara, în Africa de Sud la Postmasburg, în Suedia la Långban și la Ulefors.

**BRAUNIT** (Mn, Si)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,4070$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,41$ ;  $c_0 = 18,64 \text{ \AA}$ ; conține (Mn, Si)<sub>128</sub>O<sub>192</sub>; raportul Mn : Si = 7 : 1. Z=8.

*Habitus:* cristale piramidale (011) și (131). Striațiuni paralele cu (001), cu (201) sau cu (010). Mase granulare masive. Forme principale: c (001), a (010), m (110), e (011), s (021), n (112), p (111), y (133), x (131). *Macle:* (112). *Clivaj:* (112) perfect. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală.  $H = 6-6^{1/2}$ .  $G = 4,7-4,9$ . *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru-brun, cenușiu. *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată prezintă culoare cenușie cu tente brunii. R în aer, pentru verde 18,5%, oranj 16,5%, roșu 16%, iar în imersie, pentru verde 10%, oranj 8%, roșu 8%. Efectele de anizotropie sînt destul de slabe în aer, dar în imersie, la o iluminare puternică, anizotropia devine clară. Reflexele interne, de culoare brun-închis, se văd mai rar.

*Chimism.* Este de fapt o soluție solidă între oxidul de mangan și silicatul de mangan: 3 Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · MnSiO<sub>3</sub> sau (Mn, Si)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Compoziția chimică este prezentată în tab. 51. Mn este substituit prin Fe; proporția Mn : Fe poate ajunge la 5 : 1. Ba este deseori prezent; uneori în cantități mici apar Ca și Mg.

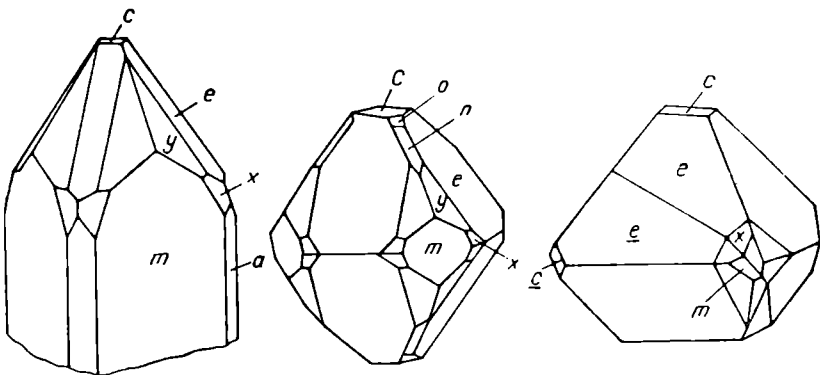


Fig. 47. Cristale de braunit: c(001); y(133); x(131); a(010); m(110); e(011); n(112).

## Analize chimice

	1	2	3
MnO	82,13	78,91	74,40
O	7,94	7,35	7,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	3,80
FeO	—	3,81	—
CaO	—	0,34	0,50
SiO <sub>2</sub>	9,93	9,89	9,80
Rez.	—	0,15	4,30
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,45</b>	<b>100,30</b>

1 — Mn<sub>7</sub>SiO<sub>12</sub>; 2 — Långban (Suedia); Rez. MgO=0,15; 3 — St. Marcel (Piemonte — Italia); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, incluziuni de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Rez. = MgO=1,00, gangă 2,60; PbO, CuO, BaO, alcalii, H<sub>2</sub>O=0,70.

**Ocurență.** Se întâlnește, asociat cu diferite minerale de mangan și fier, în filoanele minereurilor de fier și în formațiuni metamorfozate de contact. Formarea sa este legată de anumite valori ale potențialului de oxidare și reducere, de regulă, de mediul reducător; în mediu puternic reducător este substituit de hausmanit. Se mai întâlnește în filoane hidrotermale, în asociație cu diferite minerale de mangan și fier, baritină și cuarț. Se găsește în zăcămintele sedimentare de mangan, metamorfozate regional.

Braunitul nu este stabil în zona de oxidație, se oxidează treptat, transformându-se în *psilomelan*, iar apoi, în prezența unui exces de O<sub>2</sub>, trece în *piroluzit*, mai stabil în aceste condiții.

În legătură cu metamorfismul de contact și regional se găsește în Suedia la Långban și Jakobsberg; în M. Harz în filoane de manganit la Ohrenstock, la Elgersburg și Ilfeld; în Italia la St. Marcel (în Piemonte) și în insula Elba; în Norvegia la Telemark; în India la Kacharwaki; în U.R.S.S. în sedimentarul metamorfozat din Kazahstanul central; în Brazilia la Minas Geraes; în Chile la Huasco, în Atacama.

5. TIPUL AX<sub>2</sub>

## A. Grupa rutilului

Mineralele rutil, piroluzit, casiterit și platnerit, diferite prin compoziția chimică, arată tendința de a se forma serii între speciile minerale, în diferentele variațiile razelor ionice ale cationilor. Cristalele au tendința de a apărea sub forme piramidale, cu striăriuni paralele cu [001] și cu un clivaj imperfect, exceptându-se piroluzitul care are un clivaj distinct după (110). Aceste minerale nu sunt legate genetic între ele, formându-se în condiții diferite.

Sistemul de cristalizare: tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

Relația axială:  $a : c = 1 : 0,6442$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 4,59$ ;  $c_0 = 2,96$  Å; conține  $\text{Ti}_2\text{O}_4$ .  $Z = 2$ .

Habitus: foarte caracteristic, prismatic, columnar, pînă la acicular; frecvent se observă striățiuni paralele cu axul principal „c”. Se cunosc concreșteri fibroase, reticulare, numite *sagenit*. Se cunosc și concreșteri regulate ale cristalelor de rutil cu cristalele de hematit, axa cuaternară a rutilului coincidînd cu una din axele binare ale hematitului. Cristalele aciculare și capilare de rutil se semnalează uneori sub formă de snopi incluși în cristalele transparente de cuarț. Mase granulare masive. Forme principale:  $c$  (001),  $a$  (010),  $m$  (110),  $l$  (130),  $h$  (120),  $e$  (001). *Maclă*: pot fi formate din 2, 3 sau chiar 8 cristale; uneori ele sînt ciclice, caz în care axa verticală a maclei este situată în același plan (fig. 48, d); altelei, axa verticală nu mai este în același plan. Unele macle au formă de inimă cu planul de maclare (301). Caracteristică este macla în genunchi cu planul de concreștere (101) (fig. 48, c). *Clivaj*: (110) bun, (100) slab, (111) foarte slab. *Spărtură*: concoidală, subconcoidală sau neregulată.  $H = 6$ .  $G = 4,2 - 4,3$ . *Culoare*: de obicei galben-închis, brun, roșu și negru (*nigrin*). Varietățile incolore sau slab colorate sînt extrem de rare; cele cu conținuturi în  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Nb}^{5+}$  și  $\text{Ta}^{5+}$  sînt negre, iar cele cu  $\text{Cr}^{3+}$  sînt colorate în negru, cu reflexe verzi. *Urmă*: brun-deschisă sau galbenă, uneori cenușie (pentru varietățile cu  $\text{Nb}^{5+}$ ,  $\text{Ta}^{5+}$ ) sau neagră.

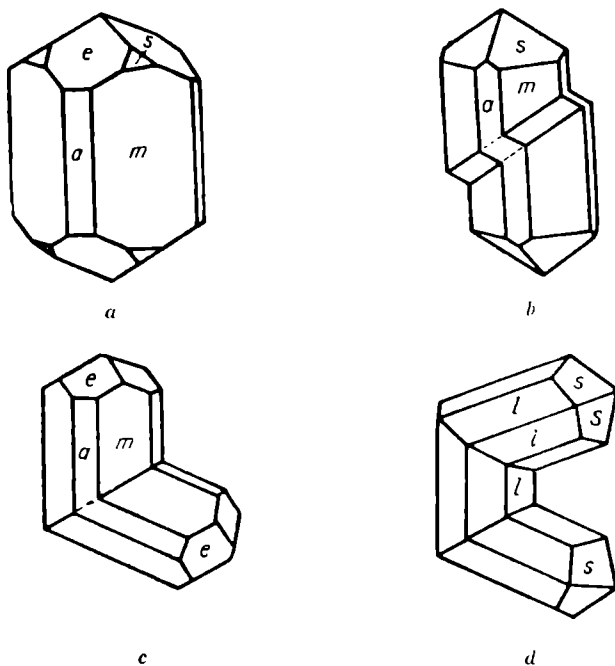


Fig. 48. Cristale de rutil:

*a* — cristal prismatic; *b* — maclă polisintetică; *c* — maclă în genunchi; *d* — maclă cu axa verticală în același plan.

**Proprietăți optice.** În secțiuni subțiri este transparent; varietățile cu  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Fe^{3+}$  au o transparență mai scăzută, chiar în secțiunile foarte subțiri. În lumină transmisă culoarea este brun-roșcată. Culoarele închise sînt impuse de prezența  $Fe^{3+}$ , iar varietățile cu conținuturi în  $Nb^{5+}$  și  $Ta^{5+}$  arată variații de la brun la verde, uneori fiind opace. De regulă, pleocroismul este clar și indică treceri între roșu, brun, verde sau galben. Absorbția maximă este caracteristică varietăților cu  $Fe^{3+}$ ,  $Nb^{5+}$  și  $Ta^{5+}$ .  $\epsilon > \omega$ . Indicii de refracție descresc odată cu creșterea temperaturii în mod constant; descrescăterile indicelui  $\epsilon$  sînt mai rapide, astfel încît se sesizează descrescături remarcabile ale birefringenței, atingînd uneori valori scăzute (700°C) (tabelul 52).

Tabelul 52

Variațiile refringenței în funcție de T°C la  $\lambda = 589,3$

T	25°	75°	110°	150°	300°	450°
$\epsilon$	2,6124	2,6092	2,6087	2,6062	2,5992	2,5953
$\omega$	2,8993	2,8943	2,8920	2,8888	2,8770	2,8679

Tabelul 53

Variațiile refringenței în funcție de  $\lambda$  la T=const.(25°C)

$\lambda$	546,07	579,07	607,27	623,43	671,63	690,73
$\epsilon$	2,6505	2,6211	2,6001	2,5890	2,5643	2,5555
$\omega$	2,9167	2,9085	2,8842	2,8712	2,8397	2,8294

Aceleași descrescături se înregistrează și la variațiile lungimilor de undă. în condiții de temperatură constantă (tabelul 53). Este uniax pozitiv; uneori are anomalii optice, comportîndu-se biax, fenomen observat la cristalele care au suferit deformări. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-deschis. R în aer, pentru verde este 20,5%, oranj 18%, roșu 17,5%, iar în imersie, pentru verde 9%, oranj 7%, roșu 6%. Bireflexia în aer se vede doar la limita dintre granule și la indivizii maculați; în imersie ea este mult mai clară. Prezintă anizotropie clară și reflexe interne foarte evidente, în culori de galben-deschis, brun, roșu-închis, verzui, care maschează deseori anizotropia.

**Chimism și structură.** Rețeaua cristalină a rutilului este caracterizată prin plane cu așezare compactă a ionilor, care apar sub formă de coloane paralele cu axa principală de simetrie a cristalelor. Fiecare ion de titan este înconjurat de șase ioni de oxigen, care se dispun în vîrfurile unui octaedru aproape regulat, iar fiecare ion de oxigen este înconjurat de trei ioni de titan (ca un triunghi aproape echilateral). Acești octaedri din structura cristalină a rutilului suferă o alungire după direcția axului „c”, formînd coloane dreptunghiulare, ceea ce determină aspectul acicular sau bacilar al cristalelor, cu

direcțiile planelor de clivaj paralele cu alungirea indivizilor. De asemenea, la rutil este caracteristic faptul că fiecare octaedru de  $TiO_6$  are câte două muchii, comune cu doi octaedri vecini. Întrucît la rutil alungirea în direcția axului ternar a coloanelor ionilor de oxigen așezați compact coincide de fapt uneia din cele trei direcții posibile în planul celei mai compacte așezări hexagonale, nu este întîmplătoare existența macrelor în genunchi și concreșterile ciclice cu unghiul de circa  $120^\circ$  între indivizi, adică corespunzător direcțiilor rețelei hexagonale; așa pot apărea macrele ciclice cu aspect pseudohexagonal. Din această cauză se produce și concreșterea regulată (sub unghiul de  $120^\circ$ ) a cristalelor acciculare sau prismatice de rutil cu cristalele de hematit, după pinacoidul bazal (0001), mică și alte minerale, ale căror fețe sînt reprezentate prin planele cu cea mai compactă așezare a ionilor de oxigen.

Chimic este un bioxid de titan, cu conținuturi marcante în  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ; mai rar apar în proporții scăzute  $Ce^{3+}$ ,  $Sn^{3+}$  și  $V^{3+}$ .

Formula teoretică va fi de forma:  $Fe_x^{2+}(Nb, Ta)_{2x}Ti_{1-3x}O_2$ , unde:  $x=0,2$ . Există un paralelism al chimismului rutilului cu tapiolitul  $Fe(Ta, Nb)_2O_6$ . Compoziția chimică este prezentată în tabelul 54.

Tabelul 54

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
FeO	0,78	—	—	15,84	11,38	10,56
SnO <sub>2</sub>	—	—	—	0,05	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,62	11,03	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	98,96	97,46	89,49	71,15	41,20	53,04
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—	23,48	21,73
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	10,14	23,48	14,70
Rez.	0,54	—	0,45	1,80	0,68	urme
Total	100,28	100,08	100,97	98,98	100,22	100,03

1 — Prilipeč (Serbia, R. S. F. Iugoslavia); Rez.  $Cr_2O_3=0,03$ ,  $V_2O_5=0,13$ ,  $H_2O=0,38$ . 2 — M. Graves (Georgia, S.U.A.). 3 — Ferritul (nitrin); Bavaria (R. F. Germanla). 4 — Tantal rutil (strüverit); Ampangabè (Madagascar); Rez.  $Al_2O_3=1,80$ . 5 — Niobirutil; Caraveggia (Piemonte, Italia); Rez.  $CaO=0,51$ ,  $MgO=0,17$ ,  $MnO=urme$ . 6 — Ilmenorutil; M. Ilmen (U.R.S.S.).

**Ocurență.** În natură se formează în diferite condiții. Uneori este semnalat în roci eruptive (sienite, mai rar granite), alteleori, în cantități neînsemnate, în pegmatite sau în unele filoane hidrotermale. Apare în asociație cu cuarț, minerale de titan și fier (ilmenit, ilmenorutil, hematit, magnetit) sau alteleori cu corindon ori alte minerale. Se cunosc apariții de rutil ca neoformații în produsele exogene rezultate în urma descompunerii mineralelor de titan, apoi în cantități reduse și cu totul întîmplător în formațiuni sedimentare și în zăcămintele de bauxită. Cu frecvență deosebită rutilul se formează prin procese metamorfice, fiind rezultatul transformărilor suferite de mineralele care conțin titan, care-l eliberează, separîndu-se astfel granule de rutil izo-



late în masa rocilor metamorfice (gnaise, șisturi micacee, amfibolite etc.). Sînt interesante și cristalele de rutil din filoanele de tip alpin, incluse uneori în cristale transparente de cuarț sau în hematit. Deseori se întîlnește asociat cu celelalte modificății ale  $TiO_2$ , anatas și brookit. În zonele de oxidație este un mineral stabil, de aici rezultînd prezența sa în depozite aluvionare sub formă de granule rotunjite.

În România rutilul este un constituent accesoriu în șisturile cristaline din Carpații Meridionali și în Dobrogea, în rocile eruptive bazice paleozoice din Banat și din Dobrogea, în magmatitele bazice mezozoice din M. Mureșului, întîlnindu-se și cu caractere detritice în gresia oligocenă de Kliwa din Carpații Orientali. Forma sagenit este adesea frecventă. În aluviuni cuaternare se găsește în M. Făgăraș, M. Sebeș, la Pianu de Sus, Muntele Mic și Poiana Ruscă.

În alte țări apare în filoane de pegmatit gabbroidic, alături de apatit, în Norvegia la Kragerö, în S.U.A. în Arkansas, alături de disten, și la Graves Mountain, statul Georgia. Se mai găsește în U.R.S.S. în filoane de pegmatit, asociat corindonului, în M. Ilmen, în Elveția la St. Gothard. În filoane de tip alpin este întîlnit la Ticino (Italia) și Binnenthal (Elveția), în Franța lângă Limoges, în Brazilia și în Irlanda.

### PIROLUZIT $MnO_2$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,6647$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,39$ ;  $c_0 = 2,87$  Å; conține  $Mn_2O_4$ .  $Z = -2$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale aciculare sau baccilare; sub formă de mase cristaline compacte sau criptocristaline, deseori pulverulente, afinatate, pseudomorfozînd în parte agregatele reniforme ale psilomelanului. Forme principale:  $a$  (010),  $m$  (110),  $h$  (120),  $e$  (011),  $g$  (021),  $s$  (111),  $n$  (221),  $Z$  (231). *Macle:* plane de macă (031) și (032) rare. *Clivaj:* (110) perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H = 6 - 6\frac{1}{2}$  (cristale), 2–6 (mase masive), în funcție de porozitate.  $G = 5,06$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru, cenușiu de oțel, negru de fier, uneori cu reflexe albăstrui, metalice. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* Opac. În lumină reflectată culoarea este alb-deschis, cu slabe tente crem.  $R$  este variabilă;  $R_s = 29,5\%$ , iar  $R_w = 39,7\%$ . În secțiuni foarte bine lustruite  $R = 50 - 55\%$ . Bireflexia este clară și variază de la alb, cu tente slab cenușii, la alb-strălucitor, cu tente slab gălbui. Anizotropia este puternică; prezintă culori de la alb-roz la brun-roz.

*Chimism și structură.* În chimismul mineralului este prezent  $Mn^{2+}$ , uneori  $PO_4^{3-}$ , de la urme la 0,50%; de asemenea  $Ba^{2+}$ , de regulă ca impurități. Formează deseori amestecuri mecanice cu psilomelanul, mai rar cu limonitul, sau concreșteri cu minerale argiloase, cuarț.

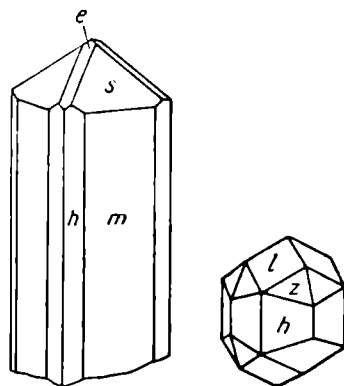


Fig. 49. Cristale de piroluzit:  $e$ (011);  $m$ (110);  $h$ (120);  $s$ (111);  $Z$ (231).

## Analize chimice

	1	2	3
MnO <sub>2</sub>	98,72	—	94,30
MnO	—	80,35	2,25
O	—	17,75	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	} 0,09	} 0,35	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			0,14
BaO	—	—	0,33
CaO	—	0,25	0,08
MgO	—	0,05	—
SiO <sub>2</sub>	—	—	0,64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	urme	0,52
H <sub>2</sub> O	0,91	0,35	1,75
Rez.	0,23	0,90	—
<b>Total</b>	<b>99,95</b>	<b>100,00</b>	<b>100,23</b>
1 — Boemia. Rez. insol.=0,23. 2 — Boemia, Rez. insol.=0,25, SO <sub>3</sub> =0,30, CO <sub>2</sub> =0,10, alcalii=0,20. 3 — Woodstock Va. (pseudomorfi după manganit); H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> =1,53, H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> =0,22.			

**Ocurență.** Se formează foarte rar în zăcămintele hidrotermale de mangan și numai într-un mediu net oxidant. În schimb este foarte răspândit pe suprafața pământului, ca oxid natural de mangan, în faciesurile litorale ale zăcămintelor sedimentare. Este cel mai stabil oxid de mangan în zona de oxidare. În mediu puternic oxidant toate mineralele de mangan trec în piroluzit. De aici rezultă apariția pseudomorfozelor piroluzitului după manganit, psilomelan, hausmanit. Este casant, fiind uneori întilnit în aluviuni.

În România apare în zona de oxidare a zăcămintelor de mangan sau, mai rar, de fier din șisturi cristaline (Răzoare, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, Broșteni, M. Sebeș, Teliuc, Ghelar, Teregova, Turcoaia, Măcin), format rezidual pe calcare mezozoice (Moneasa, Hațeg), depozite exhalative legate de magmatismul ofiolitic (Racoșu de Jos, Godinești, Buceava — Șoimuș, Buru), de asemenea supergen, format în legătură cu zăcămintele de sulfuri asociate magmatismului banatitic (Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier) sau neogen (Ilba, Baia Sprie, Băiuț, Săcărîmb, Căraciu, Dealu Marc, Almașu Mic de Munte, Zlatna).

În cantități mari se găsește în R. D. Germană la Elgersburg, lângă Ilmenau, în Thuringia; în R. S. Cehoslovacă în Moravia și Boemia; în Anglia în Cornwall la Sanlivery; în Franța la Romaneche; în U.R.S.S. la Ceatura (Georgia), la Nikopol (Ucraina); în S.U.A. în statele Vermont, Massachusetts, Virginia, Arkansas, California; în Canada; în Brazilia.

## WAD

Este un gel de minereuri de mangan, în care sînt cuprinse cele mai variate minerale din punctul de vedere al compoziției, specii de psilomelan, manganit, vernadit etc.

Se prezintă în mase compacte, reniforme, concreționare, cu structuri interne fibroase.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=2,8-4,4$  pentru agregate poroase. *Luciu*: mat. *Culoare*: negru, negru-brun. *Urmă*: neagră, brună-neagră, brună-roșie.

*Chimism*. Conține predominant oxid de mangan, 3–25% apă, în jur de 10% BaO, apoi oxizi de  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , uncori  $\text{Li}^+$ ,  $\text{V}^{3+}$ .

*Ocurență*. Se formează în condiții de oxidare la temperaturi și presiuni normale. Depuneri coloidale, în zone tropicale, în sedimente marine. În această grupă de oxizi de mangan hidratați intră și ceea ce a fost descris ca asbolan (cobaltifer) și cuproasbolan.

În România se întâlnește ca mineral supergen în zona de oxidare a unor zăcăminte de minereuri de mangan, de fier, legate de șisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Crucea, Broșteni, Bistricioara, Bălan, Ghelar), în zăcăminte fero-manganifere pe calcare mezozoice (Moneasa), în zona de oxidare a unor zăcăminte pirometasomatice, legate de magmatismul banatic (cuproasbolan) (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Căzănești, Băița — Bihor), în zona de oxidare a unor filoane hidrotermale neogene (Ilba, Baia Sprie, Săcărâmb, Căraciu, Baia de Arieș).

În cantități remarcabile se află în R. D. Germană în Thuringia și în M. Harz; în Turcia la Izmir; în U.R.S.S. la Kutaisi (Transcaucazia) în sedimente eocene și în Fergana; în Marea Britanie la Leadhills; în Brazilia la Minas Geraes; în Cuba la Santiago de Cuba și Santa Clara; în Canada la Hillsborough.

#### **TODOROKIT** $\text{Mn}_8(\text{O}, \text{OH})_{16} + 2\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare*: probabil monoclinic.

*Dimensiunile celulei elementare*:  $a_0=9,75$ ;  $b_0=2,85$ ;  $c_0=9,59 \text{ \AA}$ ;  $\beta=90^\circ$ .  $Z=1$ .

*Habitus*: rar în cristale; forme caracteristice (010) și alungite [001]. *Clivaj*: (100) și (010) perfect.  $G=3,67$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: negru.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este pleocroic; absorbție  $\gamma > \alpha$ ,  $\beta = b$ ,  $n=1,74$ .

*Ocurență*. Asociat rodocrozitului și opalului, se întâlnește în mina Todoroki (Hokkaidō — Japonia) și în mina Montenegro (Cuba).

#### **CASITERIT** $\text{SnO}_2$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 0,6723$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,73$ ;  $c_0=3,18 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Sn}_2\text{O}_4$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: bipiramidal, piramidal-prismatic, columnar sau acicular; cristale de obicei mici; frecvente sînt granulele diseminate, cu conture neregulate, masele granulare compacte, concrețiunile și stalactitele cu structură concentrică, zonală, caracteristică maselor coloidale. Forme principale: c (001), a (010), m (110), h (120), r (230), e (011), s (111), Z (231). Fețele (101) sînt puternic striate, la tipul de cristal numit *sachsen*, iar la tipul columnar, bipiramidal, ditetragonal denumit *kornische* apar fețe (321) mai dezvoltate. *Macie*: comună este macla în „bec de staniu“ cu planul de maclă (101), for-

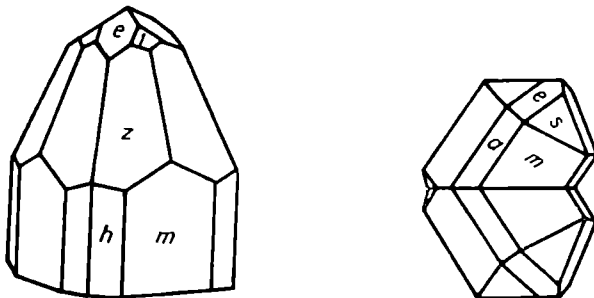


Fig. 50. Cristale de casiterit.

mată din două cristale și la care fețele (111) formează un unghi intrind. Prezintă concreșteri frecvente cu cuarțul. *Clivaj*: (100) distinct, (110), (111) sau (011) slab, întrerupt. *Spărtură*: neregulată sau subconcoidală.  $H=7$ .  $G=6,8-7,1$ . *Luciu*: adamantin sau metalic-adamantin, gras (pe suprafața spărturii). *Culoare*: gălbui sau roșcat-brun, brun-negru, roșu, galben sau alb. Culorile închise sînt determinate de impuritățile de  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Fe^{3+}$  și  $Mn^{3+}$ . *Urmă*: albă, brună, cenușie.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în brun și roșu, galben, oranj și verde; în secțiuni subțiri sînt deseori vizibile structurile zonare. Pleocroism variabil, uneori slab, alteori foarte ridicat, în tonuri de galben, brun și roșu; absorbția  $\epsilon > \omega$ . Indicii de refracție:  $\omega=1,990-2,010$ ,  $\epsilon=2,093-2,100$ ;  $\Delta=0,096-0,098$ . Pentru aceeași  $\lambda$ , indicii de refracție variază și anume cresc odată cu temperatura, în timp ce birefringența descrește. Uniax pozitiv. Uneori, optic biax; rețeaua cristalină este apropiată de cea rombică.

În secțiuni lustruite prezintă culoare cenușiu-albă, mată, mai închisă decît a blendei și wolframitului.  $R$  în aer, pentru verde 11%, oranj 10%, roșu 8,50%, iar în imersie, pentru verde  $\pm 3\%$ , oranj  $\pm 3\%$ , roșu  $\pm 0$ . Bireflexia în aer este foarte slabă, fiind mai clară în imersie. Anizotropia este vizibilă; culorile de anizotropie sînt mascate de reflexele interne de culoare galbenă, galben-brună, mai ales în imersie.

*Chimism și structură*. Este un bioxid de staniu, unde Sn este deseori substituit prin Fe, raportul fiind: Fe : Sn = 1 : 6; se remarcă uneori o omogenitate perfectă. Co este și el prezent în cantități subordonate; staniu este substituit și prin niobiu și tantal, raportul fiind (Ta, Nb) : Sn = 1 : 30. Ca urme sînt semnalate Zn, W, Mn, Ge, Sc, Zr, Ga, Be, Hf, In, V.

Structura cristalină este asemănătoare cu cea a rutilului. Cristalele rombice de casiterit au greutatea specifică 6,70 și au fost obținute artificial de D a u b r e e.

*Ocurență*. Zăcămintele de casiterit sînt legate genetic de rocile eruptive acide, mai ales de granite. Casiteritul se găsește în zonele autometamorfizate-greisenizate, unde apare alături de minerale micacee, cuarț, topaz, fluorină, turmalină etc. Concentrații de casiterit neuniforme apar și în masa filoanelor pegmatitice, în asociație cu cuarț, turmalină, mică, albit, columbit, beril, spodumen. Casiteritul se mai întilnește și în zăcămintele metasomatice de contact, asociat intim cu diferite sulfuri. Interesante sînt și zăcămin-

## Analize chimice

	1	2	3
SnO <sub>2</sub>	97,90	94,00	81,95
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	} 0,08	—	1,91
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		4,64	2,31
TiO <sub>2</sub>	0,25	—	0,16
SiO <sub>2</sub>	0,58	—	2,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,86	—
FeO	0,22	—	2,58
MnO	urme	—	1,32
Rez.	—	0,53	—
<b>Total</b>	<b>99,49</b>	<b>100,03</b>	<b>100,48</b>
1 — Casiterit hidrotermal; Siberia, U.R.S.S., incluziuni ZrO <sub>2</sub> = 0,06, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,11, MgO = 0,04, CaO = 0,07, S = 0,18. 2 — Tantal-casiterit; Miriella, Sri Lanka; Rez. Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,03, CaO = 0,50. 3 — Niobiu-casiterit; R. S. S. Turkmene; incluziuni WO <sub>3</sub> = 7,92, Pb = 0,23.			

tele filoniene de cuarț-casiterit și zăcămintele filoniene de sulfuri-casiterit. Casiteritul se întâlnește, de asemenea, diseminat în mase cuarțoase, sub formă de cristale mici. În zona de oxidare este relativ stabil din punct de vedere chimic, ceea ce explică prezența sa în aluviuni. Mai rar este semnalat casiteritul de origine exogenă, format prin dezagregarea sulfurilor de staniu, prezent în zonele de oxidare, sub formă de mase poroase și pămîntoase.

În România se găsește la Burloaia și Măgura Puiu, asociat mineralizațiilor cuprifere și complexe cantonate în șisturi cristaline. La Camena și Racoșu de Jos apare ca rezultat al acțiunilor pneumatolitice.

În formațiunile pneumatolitice este prezent în India, în minele Beatrice în Alaska, în Namibia, în R. F. Germania, în Marea Britanie. În zăcămintele hidrotermale se găsește în Bolivia, în U.R.S.S. (în nord-estul și estul Siberiei) și în Franța (la Limoges).

**PLATTNERIT PbO<sub>2</sub>**

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 0,6828.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,97; c<sub>0</sub> = 3,40 Å; conține Pb<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Z = 2.

*Habitus:* prismatic [001], de regulă mase compacte, noduli cu structuri fibroase sau concentrice. Forme principale: c (001), a (010), e (011), v (031), x (332). *Macles:* de penetrație cu planul de maclă (011). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* aproape concoidală, deseori fibroasă. *H* = 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. *G* = 9,63. *Luciu:* metalic, adamantin. *Culoare:* negru (la cristale), negru de fier (mase). *Urmă:* brun-castanie.

**Proprietăți optice.** Opac. În lumină reflectată apare colorat în alb-cenușiu; anizotrop, bireflexie vizibilă, reflexe interne în alb-roșu și brun. *R* pentru verde 16,5%, oranj 13%, roșu 11%. În lumină transmisă aproape opac; indicii de refracție:  $n_{L1}=2,30$ . Birefringență mascată.

**Ocurență.** De obicei se găsește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de plumb, mai ales în regiunile aride, fiind asociat wulfenitului. Se întâlnește în Scoția (la Leadhills), în S.U.A. (în statele Idaho, New Mexico și Arizona), în Mexic (în minele Ojuela din Mapimi), în Iran (la Daré Zaudjir).

### ANATAS $TiO_2$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 2,5133$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=3,74$ ;  $c_0=9,39$  Å; conține  $Ti_4O_8$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** cristale piramidale (011), columnare scurte, uneori tabulare (001), rar prismatice [110] mai rar (010). Forme principale: *c* (001), *a* (010), *m* (110), *v* (017), *z* (013), *k* (012), *e* (035), *p* (011), *q* (111), *x* (116), *d* (332). **Macle:** (112) rare. **Clivaj:** (001) și (011) perfect. **Spărtură:** subconcoidală.  $H=5\frac{1}{2}-6$ .  $G=3,90$ . **Luciu:** adamantin sau metalic. **Culoare:** brun, galben, roșu-brun, albastru-indigo, albastru-bleu, negru, variind în funcție de impuritățile pe care le conține; uneori verzui, verde-albăstrui, liliachiu, cenușiu; rar aproape incolor. **Urmă:** pal-gălbuie, incoloră.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă  $\epsilon=2,488$ ,  $\omega=2,561$ ,  $\Delta=0,073$ ; colorat în brun, verde, albăstrui, structuri zonare, uniax negativ. Pleocroism:  $\omega$  — galben-verzui, galben, galben-închis, brun-gălbui;  $\epsilon$  — brun-roșcat, brun-gălbui, galben; dispersia este ridicată. La variațiile temperaturii și la lungimi de undă constante, indicii de refracție descreșc odată cu creșterea temperaturii, iar la temperaturi constante și valori de  $\lambda$  variate, indicii descreșc mai rapid și conduc la o descreștere rapidă a birefringenței.

În lumină reflectată culoarea este cenușiu-deschisă, mai deschisă decît culoarea magnetitului, cromitului și casiteritului. *R* în aer, pentru verde 20,5%, oranj 18%, roșu 17,5%, iar în imersie, pentru verde 9%, oranj 7%, roșu 6%. Bireflexia în aer se vede numai la limita granulelor, la indivizii

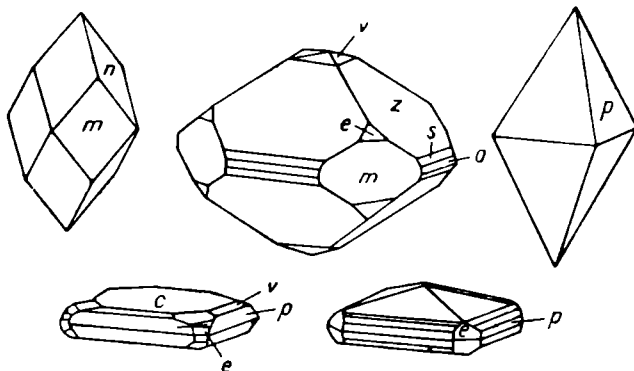


Fig. 51. Cristale de anatas: *n*(023); *m*(110); *z*(013); *e*(035); *p*(011); *a*(010); *x*(116); *v*(017); *i*(016).

Variația refringenței cu temperatura la anatas ( $\lambda=593,3$ )

T°C	25°	150°	300°	450°	600°	750°
$\omega$	2,5612	2,5580	2,5545	2,5520	2,5503	2,5486
$\epsilon$	2,4880	2,4872	2,4859	2,4853	2,4853	2,4858

maclăți; în imersie este mult mai clară. Prezintă anizotropie distinctă. Reflexele interne evidente în tonuri de galben-deschis, brun, roșu-închis, brun, verzui; maschează uneori anizotropia.

*Chimism și structură.* La anatas, structura cristalină este caracterizată prin cea mai compactă așezare cubică a ionilor de oxigen, după axa cuaternară verticală. Numerele de coordonare sînt aceleași ca la rutil 6 : 3, însă formele geometrice ale coordonării sînt deformatе. Aceasta este determinată de faptul că octaedrii de  $TiO_6$  se combină reciproc în așa fel încît au patru muchii comune. Anatasul constituie una din modificațiile polimorfe ale  $TiO_2$  (anatas-rutil-brookit). Este un bioxid de titan, cu  $TiO_2$  în proporție de 99,75% și  $Fe_2O_3$  de 0,25% (total 100,00).

*Ocurență.* Se întilnește în pegmatite și șisturi cristaline cloritice și mica-cee. Cristale bine dezvoltate sînt semnalate uneori pe cuarț, în filoane de tip alpin.

În România anatasul este întilnit în șisturi cristaline (Cheud, Răzoare, Rodna, M. Highiș), în roci intruzive paleozoice (Greci), în provincia laramică (Sasca Montană), în roci magmatice neogene (Uroi, Deva, Roșia Montană), în fracțiunea grea a unor nisipuri (Dobrogea Centrală, valea Bistriței, Bistra).

Se mai găsește în Franța la Bourg d'Oisans, în Marea Britanie la Devonshire și în filoane de tip alpin la Cornwall, în Brazilia la Minas Geraes, în Austria la Salzburg, în S.U.A. în statele Carolina de Nord, Massachusetts (la Somerville), Colorado (la Gunnisore), în R. P. Chineză în provincia Yunnan, în Japonia la mina Taniyama și la Takayama.

### BROOKIT $TiO_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5941 : 1 : 0,5611$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,18$ ;  $b_0 = 5,45$ ;  $c_0 = 5,15 \text{ \AA}$ ; conține  $Ti_8O_{16}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale lamelare, tabulare (010), alungite [001] cu fața (010) striată după [001], cristale alungite [001] cu fața (120) predominantă; cristale tabulare pseudohexagonale (120) și (111), cristale piramidale (111). Forme principale: c (001), b (010), a (100), k (180), l (140), M (120), y (012), x (011), d (403), t (201), e (111), n (221), v (133), z (122), o (121),  $\epsilon$  (324). *Macel:* (120). Prezintă concreșteri cu rutil cu orientările: rutil (110) [001] || brookit

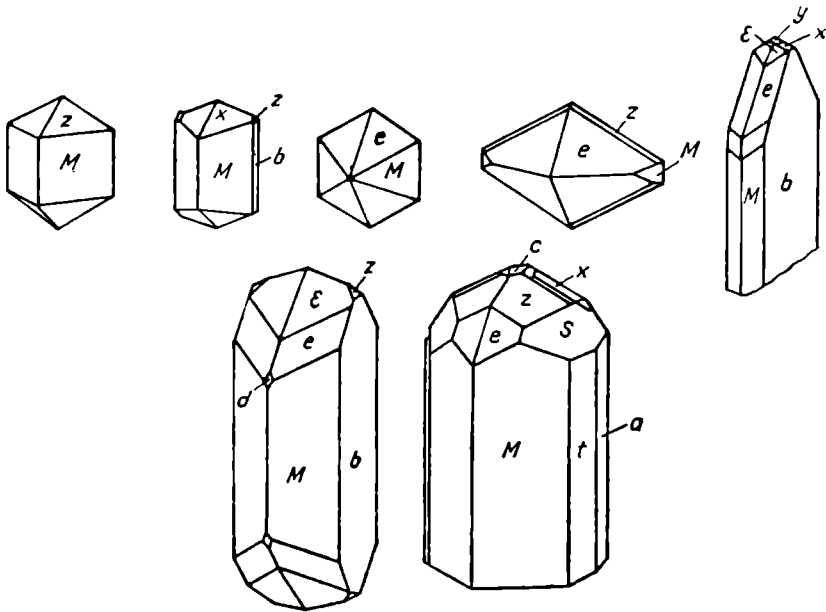


Fig. 52. Cristale de brookit:  $M(120)$ ;  $z(122)$ ;  $x(011)$ ;  $b(010)$ ;  $e(111)$ ,  $y(012)$ ;  $\varepsilon(324)$ ;  $t(201)$ ;  $d(403)$ .

$(120) [001]$ ; rutil  $(110) [001] \parallel$  brookit  $(111) [001]$ . *Clivaj:*  $(120)$  foarte slab.  $(001)$  slab. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală.  $H = 5\frac{1}{2} - 6$ .  $G = 4, 14$ . *Luciu:* metalic sau adamantin. *Culoare:* brun-deschis, brun-gălbui, brun-roșcat, negru de fier. *Urmă:* incoloră, cenușie sau gălbuie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este colorat în galben-brun, auriu-brun, brun-roșcat, brun-închis, arătând uneori structuri zonare.  $\alpha = 2,583$ ,  $\beta = 2,584 - 2,587$ ,  $\gamma = 2,700 - 2,741$ ,  $\Delta = 0,117 - 0,158$ ;  $2V_\gamma = 0^\circ - 30^\circ$ . Planul axelor optice  $(001)$ ; pleocroismul de la galben spre brun. Absorbție  $\gamma > \beta > \alpha$ . Valoarea  $2V$  variază cu temperatura; aceeași variație apare și pentru indicii de refracție (tab. 58).

Tabelul 58

**Variația indicilor de refracție cu temperatura ( $\lambda = 589$ )**

T° C	25°	150°	300°	450°	600°
$\alpha$	2,5831	2,5856	2,5880	2,5904	2,5924
$\beta$	2,5843	2,5869	2,5897	2,5942	2,5981
$\gamma$	2,7004	2,6903	2,6762	2,6675	2,6610



*Chimism și structură.* Așezarea ionilor de oxigen este după tipul așezării cubice compacte. Ionii de Ti se află între straturile ionilor de  $O_2$ , înconjurați de 6 ioni de oxigen, formînd lanțuri duble de octaedri în fiecare strat, cu cea mai compactă așezare. Spre deosebire de structura rutilului, acești octaedri au cîte trei muchii comune. În concordanță cu structura este și aspectul turtit al cristalelor. În constituția chimică apar  $Fe^{3+}$ , substituind  $Ti^{4+}$ , și ca elemente urmă  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $W^{4+}$ ,  $Ge^{4+}$ .

*Ocurență.* În România se găsește brookit în fracțiunea grea a unor nisipuri (Cuza Vodă, Medgidia), în nisipuri apțiene (valea Bistriței) și în magmatite laramice transformate hidrotermal la Sasca Montană, asociat cu turmalină.

Se mai citează în Franța la Bourg d'Oisans; în Elveția la St. Gothard; în U.R.S.S. în aluviunile aurifere de la Atliansk în M. Ural; în Austria în Tirol; în S.U.A. la Magnet Cove în Arkansas și în statele Carolina de Nord și Massachusetts.

#### TELURIT $TeO_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,4550 : 1 : 0,4647$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,70$ ;  $b_0 = 5,52$ ;  $c_0 = 5,59$  Å; conține  $Te_8O_{16}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* acicular [001], cristale plate (010) cu strițiuni [001], mase sferoidale, radiare, mase pulverulente. Forme principale: c (001), b (010), a (100), s (140), r (120), m (110), N (430), d (101), p (111). *Clivaj:* (010) perfect; foite flexibile.  $H = 2$ .  $G = 5,90$ . *Luciu:* semiadamantin. *Culoare:* alb, alb-gălbui, transparent.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este aproape incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție  $n_{Li}$ :  $\alpha = 2,05$ ,  $\beta = 2,18 \pm 0,02$ ,  $\gamma = 2,35 \pm 0,02$ ;  $2V_\gamma$  — mare.

*Ocurență.* Apare în zona de oxidație, asociat telururilor. Mineral întilnit și descris pentru prima oară la Săcărimb (România), teluritul se găsește în zăcămintele hidrotermale aurifere legate de magmatismul neogen. Se mai întilnește la Zlatna și Almașu Mare.

În U.R.S.S. se găsește în M. Altai, în Japonia la Reudaizi și Izu, în S.U.A. în Colorado, la Boulder County, în districtul Keystone și la Cripple Creek.

#### SELENOLIT $SeO_2$

Este un mineral rar. A fost descris la Cacheuta (Argentina) în noduli, asociat ceruzitului și molibdenitului. *Sistemul de cristalizare:* tetragonal. Valorile  $a_0 = 8,353$ ;  $c_0 = 5,051$  Å;  $c/a = 0,605$  au fost determinate pe produse sintetice.

#### CERVANTIT $Sb_2O_4$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,79$ ;  $b_0 = 5,43$ ;  $c_0 = 11,73$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* acicular, mase masive, fibroase, cruste, mase pulverulente:  $H = 4 - 5$ .  $G = 6,64$ . *Luciu:* gras sau sifefos. *Culoare:* gălbui, galben de sulf, aproape incolor. *Urmă:* albă sau slab-gălbui.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este slab colorat, aproape incolor; birefringență foarte scăzută, uneori izotrop; indicii de refracție:  $n=1,67$  (Utah) sau  $n=1,91$  (Australia).

**Chimism.** Formulă incertă.

**Ocurență.** Apare ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat stibinei, valentinitului, oxizilor de aluminiu, mineralelor argiloase. În România apare la Baia Sprie.

Se întâlnește în R. F. Germania în Bavaria și în Westfalia la Siegen, sub formă de cristale aciculare în Italia (Toscana), în Spania, în Franța (Puy-de-Dôme și Allemont), în Anglia (Cornwall), în Algeria, asociat cu valentinit. la Sema, Constantine, Djebel-Taya, în Bolivia și Peru, în S.U.A. în Garfield County, Little Cottonwood Canyon și Salt Lake County (Utah).

#### STIBICONIT $Sb_3O_6(OH)?$

**Sistemul de cristalizare:** cubic. **Habitus:** mase compacte masive, cruste.  $H=5\frac{1}{2}$ .  $G=5,58$ . **Luciu:** sidefos, pămîntos. **Culoare:** galben-pal, alb-gălbui, alb-roșiatic.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este ușor colorat; izotrop; indicii de refracție variază în funcție de chimism:  $n=1,605-1,860-1,970$ . Prezintă conținuturi variabile în  $H_2O$ , de la 1,8 la 5,0%.

**Ocurență.** Se întâlnește ca mineral secundar, în zone de oxidație, asociat mineralelor cu Sb. Apare în Spania la Losacio în regiunea Zamora; în Mexic la Altar (districtul Sonora); în Peru la Cajamarca; în Australia; în S.U.A. în statele Arkansas, Nevada și California.

#### BISMIT $Bi_2O_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic,  $2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=5,84$ ,  $b_0=8,16$ ;  $c_0=7,49$  Å; conține  $Bi_8O_{12}$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** mase granulare masive, mase pămîntoase, pulverulente. **Spărțură:** neregulată, pămîntoasă.  $H=4\frac{1}{2}$ .  $G=8,64$ . **Luciu:** adamantin. **Culoare:** verde-cenușiu, galben-verzui, gălbui. **Urmă:** cenușie, gălbuie.

**Ocurență.** Apare ca mineral secundar în zone de oxidație, asociat mineralelor cu bismut.

În România se află în zona mineralizațiilor pirometasomatice hidrotermale laramice de la Oravița, Cielova Română și Băița — Bihor și a mineralizațiilor neogene de la Zlatna.

În Bolivia apare sub formă de cruste la Colavi, în S.U.A. la Rincon, San Diego County, California, în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg și Johannegeorgenstadt, în Anglia în Cornwall, în Tasmania în M. Mc. Donald.

#### SILLENIT $Bi_2O_3$

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $c_0=10,10$  Å; conține  $Bi_{24}O_{36}$ .  $Z=12$ .

**Habitus:** granule, mase pămîntoase.  $G=8,80$ . **Luciu:** mat.

**Ocurență.** Apare ca mineral secundar; este întâlnit în Mexic la Durango.

## II. OXIZII CONȚINÎND ZIRCON, URANIU ȘI THORIU

### BADDELEYIT $ZrO_2$

Sistemul de cristalizare: monoclinic,  $2/m$ .

Relația axială:  $a : b : c = 0,9872 : 1 : 1,0194$ ;  $\beta = 99^\circ 07' \frac{1}{2}$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 5,22$ ;  $b_0 = 5,27$ ;  $c_0 = 5,38$  Å; conține  $Zr_4O_8$ .  $Z = 4$ .

**Habitus:** cristale cu alungiri după  $[001]$  sau  $(010)$  și cristale tabulare  $(100)$ ; prismele  $(100)$  au strițiuni  $\parallel$  cu  $[001]$  sau  $[010]$ . Forme principale:  $c$   $(001)$ ,  $b$   $(010)$ ,  $a$   $(100)$ ,  $l$   $(120)$ ,  $q$   $(230)$ ,  $m$   $(110)$ ,  $g$   $(210)$ ,  $d$   $(011)$ ,  $s$   $(103)$ ,  $t$   $(102)$ ,  $r$   $(\bar{1}02)$ . **Macle:** rar  $(100)$ , uneori polisintetice, sau  $(110)$  și  $(201)$ . **Clivaj:**  $(001)$  aproape perfect,  $(110)$  și  $(010)$  slab. **Spărtură:** neregulată sau subconcoidală.  $H = 6 \frac{1}{2}$ .  $G = 5,7 - 6,02$ . **Luciu:** gras, sticlos, uneori semimetalic. **Culoare:** galben, verde, roșietic, brun-verde, brun-negru, brun de fier. **Urmă:** albă, alb-brunie.

**Proprietăți optice.** În lumină [transmisă  $\alpha = 2,13 \pm 0,01$ ,  $\beta = 2,19 \pm 0,01$ ,  $\gamma = 2,20 \pm 0,01$ ; indicii de refracție variază în funcție de conținutul în  $Fe_2O_3$ ; pleocroismul:  $\alpha =$  galben,  $\beta =$  brun sau  $\alpha =$  roșu-brun,  $\beta =$  verde-oliv,  $\gamma =$  brun-închis;  $2V_\alpha = 30^\circ \pm 1^\circ$ ,  $r > v$ .

**Chimism și structură.** Structura reticulară se aseamănă cu cea indicată a fluorină; chimic conține  $Fe^{3+} < 1\%$ ,  $Hf$ , cu o proporție uneori de  $3\%$   $HfO_2$ .

Tabelul 59

#### Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	0,06	0,55	—	0,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,82	0,41	0,92	0,34
SiO <sub>2</sub>	0,19	0,70	0,48	0,45
ZrO <sub>2</sub>	98,90	96,52	97,19	97,22
Rez.	0,28	1,34	1,26	0,95
<b>Total</b>	<b>100,25</b>	<b>99,52</b>	<b>99,85</b>	<b>99,20</b>

1 — Balangoda (Sri Lanka). 2 — Jacupiranga (Brazilia); Rez. =  $(Na, K)_2O = 0,42$ ,  $MgO = 0,10$ ,  $Al_2O_3 = 0,43$ . 3 — Minas Geraes (Brazilia); Rez. =  $TiO_2 = 0,48$ ,  $Al_2O_3 = 0,40$ ,  $MnO =$  urme,  $H_2O = 0,38$ . 4 — Balangoda (Sri Lanka); Rez. =  $TiO_2 = 0,13$ ,  $(Y, Ce)_2O_3 = 0,04$ ,  $MnO = 0,04$ ,  $Al_2O_3 = 0,07$ .

**Ocurență.** Apare, în cristale asociate zirconului, turmalinei, corindonului, spinelului, ilmenitului, geikielitului și altor minerale cu pământuri rare; în România la Ditrău.

Se întâlnește în roci piroxenitice cu magnetit și în zonele de contact ale acestora cu calcare, în Brazilia, în statele São Paulo, Minas Geraes, Rio Paraná, apoi în Italia la Monte Somma și în Suedia la Alnö.

## A. Grupa uraninitului

Mineralele din grupa uraninitului au conținuturi apreciabile în uraniu și au structuri complexe. Uraninitul și thorianitul prezintă caractere structurale aparținând tipului fluorinei. În mod constant este prezent plumbul, considerat ca fiind plumb radiogen, fără a avea un rol deosebit în structura mineralelor. Gummitul produs din uraninit și probabil fără o rețea cristalină conține cantități variabile în apă. Mineralele din această grupă sînt colorate în tonuri de oranj, galben-strălucitor, au clivaj perfect și orientări optice caracteristice.

### URANINIT $UO_2$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,45 - 5,54 \text{ \AA}$ ; conține  $U_4O_{16}$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, cub-octaedrice, cubice, dodecaedri romboïdali. Mase masive dense, colomorfe, reniforme sau stalactitice. Aceste varietăți poartă numele de minereu de smoală a uraniului, *smoală de uraniu, nasturan*; se cunosc depuneri mate, cu aspect de funingine, mase pulverulente denumite *negru de uraniu*. *Macle:* (111) rare. *Spărtură:* neregulată sau conoidală.  $H = 5 - 6$ .  $G = 10,6$ ; variază în funcție de chimism, de existența  $U^{4+}$ ,  $U^{6+}$  și de raportul  $U : Th$ , care deseori este  $1 : 1$ , în varietățile alterate. *Culoare:* negru, uneori cu nuanță slab violet. *Urmă:* brun-cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este aproape opac, cu o culoare brun-închis, iar în zonele puternic alterate este colorat în verde; izotrop. În lumină reflectată,  $R$  pentru verde  $15\%$ , oranj  $12,5\%$ , roșu  $12,5\%$ , la varietățile cu thoriu  $R$  pentru verde  $15,5\%$ , oranj  $14\%$ , roșu  $14\%$ .

*Chimism.* Conține întotdeauna Pb radiogen ( $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ ), de regulă, cuprins între  $10 - 20\%$ . Se mai găsește și Pb obișnuit, datorită incluziunilor de galenă, care este  $Pb^{204}$ . În funcție de chimism, unele varietăți au și denumiri speciale; *cleveitul* și *niverutul* pentru varietățile cu pămînturi rare (Ce, La, Er...) și cu Y; proporția participării acestor elemente poate atinge  $12\%$ . Varietățile întilnite în pegmatite au Th în cantități mari, precum și Zr în proporție de  $7,5\%$ . Se mai menționează prezența elementelor He, Ar, N,  $CO_2$ , acestea fiind de cele mai multe ori rezultatul dezintegrării radioactive, precum și a N și Ar, ca produse provenite din aerul atmosferic. Este puternic radioactiv.

*Geneză.* Pentru concentrațiile de uraninit se cunosc trei tipuri genetice.

a) Pegmatite granitice și sienitice, unde uraninitul se întilnește relativ rar și de obicei răspîndit neuniform, în parageneză cu minerale ale TR, Nb, Ta (columbit, strüverit, fergusonit, monazit etc.), precum și cu turmalină, zircon, mîce, feldspați. Uneori este asociat cu compuși organici conținînd uraniu; *tucholit* (substanță asemănătoare cu asfaltul), *carburan* și alte minerale. b) Zăcămintele hidrotermale din formațiunea de Ni-Co-Bi-Ag-U. Uraninitul în asemenea zăcămintele este asociat cu arseniuri de nichel și cobalt (nichelină, smaltină, rammelsbergit, cloantit), cu bismut nativ, bismutină, arsen nativ, argint nativ, argentit, în alte cazuri, cu hematit, carbonați de calciu și de fier, fluorină neagră. De obicei, uraninitul se prezintă sub formă de separații, în filoane și vinișoare de carbonați, alături de sulfuri rare. Apariția uraninitului nu este obligatoriu limitată la zăcămintele hidrotermale cu cele cinci elemente citate. Unul sau mai multe din elementele respective

## Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	0,30	0,69	0,09	0,35	0,72
MnO	—	0,002	—	0,14	—
PbO	0,40	7,02	7,07	11,69	19,50
MgO	—	0,01	—	0,06	—
(Y, Er) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,41	0,35	0,55	0,73	} 5,60
(Ce, La) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	3,29	0,06	
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02	0,155	—	—	—
CeO <sub>2</sub>	0,71	0,22	—	—	—
UO <sub>2</sub>	70,09	52,77	—	—	34,49
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	—	—	88,12	86,16	—
UO <sub>3</sub>	23,69	37,537	—	—	36,94
ThO <sub>2</sub>	0,20	—	0,16	0,10	0,15
ZrO <sub>2</sub>	—	0,14	—	—	—
SiO <sub>2</sub>	—	0,095	0,10	0,21	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	—	} 0,49	} 0,35	} urme
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,15			
CO <sub>2</sub>	—	0,24	—	—	—
H <sub>2</sub> O	0,41	0,38	—	—	1,40
Insol.	—	0,09	0,06	—	0,53
Rez.	0,12	0,500	—	—	0,23
<b>Total</b>	<b>99,70</b>	<b>100,349</b>	<b>99,93</b>	<b>99,85</b>	<b>99,56</b>

1 — Guadelupe, Chihuahua (Mexic); Rez. = TiO<sub>2</sub> = 0,06, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,06. 2 — Shinkolobwe (Zair); Rez. He = 0,159; N<sub>2</sub> = 0,076; O = 0,005; BaO = 0,06; alk = 0,01; MoO<sub>3</sub> = 0,07; As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,09. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,03. 3 — Morogno (Africa). 4 — Lake Pied de M. Saguenay (districtul Quebec), 5 — Siniaia (Karelia, U.R.S.S.).

pot lipsi, iar uraninitul să existe asociat numai cu unele din mineralele caracteristice acestor tipuri de zăcămintele. c) Procesele exogene de alterare a zăcămintelor primare de uraniu, prin care se formează oxizi de uraniu, tipul „negru de uraniu”, în părțile inferioare ale zonei de oxidare în așa-numita zonă de cimentare, de sub nivelul apelor freactice. Oxizii secundari de uraniu se depun în fisurile corpului de minereu, în rocile înconjurătoare și chiar în diaclazele diferitelor minerale. Formarea negrului de uraniu se explică prin reducerea în condițiile unui mediu lipsit de oxigen a compușilor de uraniu hexavalent solubil în apă, care ajung împreună cu apele de infiltrație până în zona de cimentare. Oxizii inferiori ai uraniului prezintă o solubilitate foarte scăzută, ceea ce determină precipitarea lor din soluții. Negrul de uraniu apare sub formă de pelicule extrem de fine, vinișoare și agregate cu aspect de funingine, de culoare cenușie-închis sau neagră, catifelată, uneori cu o nuanță puțin brună. În condiții identice, dar în fisuri mai largi, se pot depune varietățile compacte de oxizi de uraniu în păături succesive, cu structură colomorfă, formând cruste negre, mate.

Uraninitul suferă foarte ușor modificării ulterioare, probabil imediat după formarea lui, independent de tipul genetic și de vîrsta zăcămintului. Prezența permanentă în compoziția lui a oxizilor superiori de uraniu confirmă capacitatea sa de a se oxida ușor.

În zonele de oxidare, uraninitul se descompune destul de ușor, dând naștere unui mare număr de minerale exogene de uraniu: hidroxizi, sulfați, carbonați, uranovanadați, uranofosfați, uranosilicați. Toate acestea au culori vii, galbene, verzi sau portocalii. Pozițiile în care se găsesc arată că în zona de oxidare compușii de uraniu suferă o migrație. Astfel, unele sectoare ale zonei de oxidare devin mai sărace în uraniu, altele mai bogate, dar în general o mare parte din uraniu se pierde.

**Ocurență.** Uraninitul apare în zăcăminte de cupru și uraniu în provincia Shaba (Zair) la Kalongwe și Shinkolobwe, în zăcămintul aurifer din Guadalupe (Mexic), la Marele lac al Urșilor (Canada). Zăcăminte importante de uraniu mai sînt în R. S. Cehoslovacă la Joachimov, în R. D. Germană la Annaberg, în U.R.S.S. în Karelia, în Anglia în comitatul Cornwall, în Franța la Montebrias, în Japonia la Masaki, în S.U.A. în Colorado la Cilpin.

### THORIANIT $\text{ThO}_2$

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,55 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Th}_4\text{O}_3$ .  $Z = 4$ .

**Habitus:** cristale cubice; forme principale: a (001), o (111), m (113).

**Macle:** (111) de penetrație. **Clivaj:** (001) slab. **Spărtură:** neregulată, uneori subconcoidală.  $H = 6^{1/2}$ .  $G = 9,7 - 9,87$ ; descrește odată cu procesul de alterare. **Luciu:** semimetalic. **Culoare:** cenușiu, cenușiu-negricios, negru. **Urmă:** cenușie, cenușiu-verzuie.

**Proprietăți optice.** În secțiuni subțiri este transparent; indicii de refracție variabili, în medie  $n = 2,20$ ; radioactiv; izotrop.

**Chimism.** Este un bioxid de thoriu, în care  $\text{U}^{4+}$  substituie  $\text{Th}^{4+}$ , raportul U : Th fiind 1 : 1,1; există de fapt o serie continuă  $\text{UO}_2 - \text{ThO}_2$ . Analize chimice sînt reproduse în tabelul 61. În unele cazuri  $\text{U}^{4+}$  este înlocuit prin  $\text{U}^{6+}$ . Prezența plumbului, probabil radiogen, este permanent semnalată. Se citează de asemenea substituiri ale  $\text{Th}^{4+}$  prin (Ce, La), care ating uneori 8%  $(\text{Ce, La})_2\text{O}_3$ . Un rol important în chimismul mineralului prezintă și  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  și  $\text{ZrO}_2$ ; apa este și ea un component frecvent citat.

Tabelul 61

#### Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	0,59	0,97
PbO	1,80	2,29	5,21
(Ce, La) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,84	2,49
UO <sub>2</sub>	4,73	10,32	4,44
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	—	—	—
UO <sub>3</sub>	—	18,88	33,15
ThO <sub>2</sub>	93,02	62,16	38,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29	1,11	1,57
H <sub>2</sub> O	—	1,05	4,39
Rez.	—	0,77	8,70
<b>Total</b>	<b>99,84</b>	<b>99,01</b>	<b>99,39</b>
1 — Betroka (Madagascar). 2 — Sri Lanka; Rez. insol. 3 — Easton (Pennsylvania — S.U.A.) Rez. MnO = 0,31, MgO = 0,53, insol.			

*Ocurență.* S-a determinat în Sri Lanka, în asociație cu zircon, ilmenit, geikielit, thorit, în pegmatite. În Madagascar apare la Betroka, împreună cu flogopit, diopsid, spinel, iar la Adolobe în depozite aluvionare. În U.R.S.S. se găsește în Transbaicalia și Siberia, iar în S.U.A. la Easton (Pennsylvania) (*uranoon*), cu un conținut ridicat în U (întilnit în serpentinite la contactul calcarelor cu pegmatitele).

### GUMMIT $UO_3 \cdot nH_2O$

Oxid de uraniu, în care Pb, Th și  $H_2O$  au fost identificați în cantități variate. Mase compacte, cruste sau pseudomorfoze.

*Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H=2\frac{1}{2}-5$ .  $G=3,9-6,4$ . *Luciu:* gras sau sticlos. *Culoare:* galben, oranj, roșu-gălbui, roșu-oranj, brun-roșcat, negru. *Urmă:* galbenă, brună, verde-deschis.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă apare colorat în galben-oranj. Fenomene de anizotropie anormală, de regulă fiind izotrop. Indicii de refracție variază de la  $n=1,575$  (Easton, Pennsylvania) până la  $n=1,96$  (Kambore — Zair); varietatea de la Spruce Pine (Carolina de Nord) se comportă biax negativ cu  $2V_\alpha=60^\circ$  și cu  $\alpha=1,742$ ,  $\beta=1,762$  și  $\gamma=1,776$ .

*Chimism.* Analizele chimice sînt prezentate în tabelul 62. Gummitul este un oxid de uraniu, cu Pb, TR, Th și  $H_2O$ . Elementele alcaline și alcalino-terose sînt de obicei prezente.  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Mn_2O_3$ , CuO,  $Bi_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $CO_2$  și  $SiO_2$  sînt de asemenea citate ca rezultat al amestecului mecanic cu substanțe minerale străine.

Tabelul 62

#### Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	0,48	0,90	4,54	1,37
MgO	0,27	—	0,85	0,12
BaO	—	2,16	—	—
PbO	20,15	5,28	5,04	14,93
$UO_3$	73,20	77,99	63,38	60,36
$U_3O_8$	—	—	—	—
$ThO_2$	—	—	—	7,66
$SiO_2$	0,61	1,97	4,92	3,81
$Al_2O_3$	—	0,86	—	} 0,14
$Fe_2O_3$	—	0,29	8,64	
$H_2O$	5,33	8,90	10,24	9,42
Rez.	urme	2,51	1,92	1,75
Total	100,04	100,86	99,53	99,56

1 — Kambore — R. Zair (curit); Rez. Se = urme. 2 — Spruce Pine (Carolina de Nord, S.U.A.); Rez. insol=0,08,  $K_2O=0,86$ ,  $Na_2O=0,51$ ,  $ThO_2$  și TR=1,06. 3 — Ioachimov (R. S. Cehoslovacă); (eliasit); Rez.  $Mn_2O_3$ . 4 — Villeneuve (Quebec, Canada); (curit); Rez. (Ce etc.) $_2O_3=0,14$ , (Y. etc.) $_2O_3=1,61$ ,  $CO_2$  = cantitate redusă.

**Ocurență.** Apare în aceleași condiții cu uraninitul pe care deseori îi acompanyază. Ca produs obținut prin alterarea plehblendei (eliasit, pittinit) este citat la Ioachimov (Cehoslovacia), la Johanngeorgenstadt și Schneeberg (R. D. Germană). *Yttrogummitul*, ca produs de alterare în pegmatite, apare la nord de Arendal (Norvegia), în provincia Shaba (Zair), în Africa de Sud, în S.U.A. la Spruce Pine, în Canada la Villeneuve, Quebec, la Marele lac al Urșilor.

#### CLARKEIT $\text{UO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Mase:* dense. *Spărtură:* concoidală.  $H=4-4\frac{1}{2}$ .  $G=6,39$ . *Luciu:* slab. *Culoare:* roșu-închis, brun, brun-negru. *Urmă:* gălbuie-brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, în secțiuni subțiri, apare transparent, cu indicii de refracție:  $\alpha=1,997$ ,  $\beta=2,089$ ,  $\gamma=2,108$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=30-50^\circ$ .

*Chimism.* Deseori hidratat, cu elemente alcaline permanent citate alături de oxizii de uraniu.  $\text{K}_2\text{O}=0,48-1,42\%$ , iar  $\text{Na}_2\text{O}=3,44-2,61\%$ . Nelipsite sînt  $\text{TR}=1,12-2,62\%$ .

**Ocurență.** Apare ca produs de alterație a uraninitului, fiind semnalat la Spruce Pine (Carolina de Nord), S.U.A.

#### BECQUERELIT $2\text{UO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}?$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,1182 : 1 : 1,2100$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=13,92$ ;  $b_0=12,45$ ;  $c_0=15,09 \text{ \AA}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* tabular (001), alungit [010], striații după [100], (101), (010). Uneori masiv. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (230), e (011), i (103). *Macle:* (110) polisintetice, agregate pseudohehexagonale. *Clivaj:* (001) perfect, uneori (101).  $H=2-3$ .  $G=5,2$ . *Luciu:* adamantin, gras (în spărtură). *Culoare:* galben-brun. *Urmă:* galbenă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă apare colorat în galben, cu indicii de refracție ridicați:  $\alpha=1,735$ ,  $\beta=1,820$ ,  $\gamma=1,830$ ; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; pleocroism:  $\alpha=\text{incolor}$ ,  $\beta=\text{galben-deschis}$ ,  $\gamma=\text{galben-închis}$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=31^\circ$ , variază cu temperatura, la  $100^\circ\text{C}$  devenind uniax.

**Ocurență.** A fost determinat la Kasolo, în provincia Shaba din Republica Zair, asociat anglezitului, curitului, schoepitului și altor minerale secundare cu uraniu, provenite din alterarea uraninitului. Se mai găsește în Bavaria (R. F. Germania) și la Marele lac al Urșilor (Canada).

#### SCHOEPIT $4\text{UO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}?$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8516 : 1 : 0,8745$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=14,13$ ;  $b_0=16,92$ ;  $c_0=14,78 \text{ \AA}$ .  $Z=32$ .

*Habitus:* tabular (001), alungit [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M (210), d (011), f (021), q (112), o (111), p (211). *Clivaj:* (001) perfect.  $H=2-3$ .  $G=4,83$ . *Luciu:* adamantin. *Culoare:* galben de sulf. *Urmă:* galbenă.



*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,690 \pm 0,003$ ,  $\beta=1,714 \pm 0,003$ ,  $\gamma=1,735 \pm 0,003$ ; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =galben de lămie,  $\gamma$ =galben de lămie; biax negativ, 2V mare.

*Ocurență.* Mineral secundar, asociat mineralelor de uraniu, schoepitul se găsește la Kasolo (Zair) și în Bavaria (R. F. Germania).

#### FOURMARIERIT $PbO \cdot 4UO_3 \cdot 5H_2O$ ?

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,233 : 1 : 1,089$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=14,10$ ;  $b_0=16,75$ ;  $c_0=14,55$  Å.  $Z=8$ .

*Habitus:* tabular (001), alungiri [010], striatiuni (001) și (010). *Clivaj:* (001) perfect.  $H=3^{1/2}$ .  $G=5,74$ . *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu, roșu-auriu.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este colorat în galben sau roșu, roșu-gălbui. Pleocroism pentru varietățile galbene. Orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,85$ ,  $\beta=1,92$ ,  $\gamma=1,94$ ; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =galben-pal,  $\gamma$ =galben. Biax negativ, 2V mare.

*Chimism.* Conține U și Pb. Formula teoretică:  $PbO \cdot 4UO_3 \cdot 5H_2O$ .

Tablul 63

#### Analize chimice

	1	2	3
PbO	15,31	12,26	15,83
UO <sub>3</sub>	78,51	77,67	77,79
H <sub>2</sub> O	6,18	10,07	6,21
Total	100,00	100,00	99,83
1 — PbO $\cdot 4UO_3 \cdot 5H_2O$ . 2 — R. Zair; soluție soli li cu torbernit și kasolit. 3 — R. Zair.			

*Ocurență.* Mineral secundar, asociat torbernitului, kasolitului și curitului. Este produs pe seama uraninitului. Se întâlnește la Kasolo (Shaba — R. Zair) și în condiții similare în Bavaria (R. F. Germania).

#### CURIT $2PbO \cdot 5UO_3 \cdot 4H_2O$ ?

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9595 : 1 : 0,6532$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,50$ ;  $b_0=13,01$ ;  $c_0=8,40$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus:* prismatic [001], striuri [001], agregate masive, mase compacte pămîntoase. Forme principale: a (100), m (110), o (111). *Clivaj:* (100).  $H=4^{1/2}$ .  $G=7,19$ . *Luciu:* adamantin. *Culoare:* roșu, oranj. *Urmă:* oranj.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă apare colorat în roșu, galben, oranj. Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=2,06$ ,  $\beta=2,11$ ,

$\gamma=2,15$ ; pleocroism:  $\alpha$ =galben-pal,  $\beta$ =roșu, oranj-deschis,  $\gamma$ =roșu, oranj-închis; biax negativ, 2V mare.

*Chimism.* Oxid hidratat de uraniu și plumb; conține  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 0,17-0,37\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} \approx 3,5-3,7\%$ . Formula teoretică:  $2\text{PbO} \cdot 5\text{UO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

*Ocurență.* Se găsește, de asemenea, la Kasolo (R. Zair), ca produs secundar, alături de alte minerale de uraniu. Este asociat cu torbernit, soddyit, fourmarierit etc. În aceleași condiții și paragează apare în Canada la Marele lac al Urșilor și la Villeneuve (Quebec).

#### URANOSFERIT $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{UO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ?

*Sistemul de cristalizare:* rombic (probabil).

*Habitus:* agregate granulare, cristale alungite [001]. *Structură:* concentrică, radiară. *Clivaj:* (100).  $H=2-3$ .  $G=6,39$ . *Luciu:* gras. *Culoare:* galben-oranj, roșu-închis. *Urmă:* galbenă.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,955$ ,  $\beta=1,985$ ,  $\gamma=2,050$ ; biax pozitiv, 2V mare.

*Ocurență.* Apare în zonele de oxidare ale zăcămintelor de peblendă, asociat mineralelor de Co, Ni. Este citat la Walpurgis, în mina Weisser Hirsch la nord de Schneeberg, în Saxonia.

#### VANDENBRANDIT $\text{CuO} \cdot \text{UO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic.

*Habitus:* cristale turtite (001), agregate paralele, mase masive. Forme principale: a (110), c (001), m (110),  $\bar{m}$  ( $\bar{1}\bar{1}0$ ).

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0=7,86$ ;  $b_0=5,44$ ;  $c_0=6,10$  Å.  $Z=2$ . *Clivaj:* (001) perfect, vizibil îndeosebi în zona [001]. *Culoare:* verde-închis, negru. *Urmă:* verde.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă apare colorat în verde; indicii de refracție:  $\alpha=1,77$ ,  $\beta=1,78$ ,  $\gamma=1,80$ ; biax; 2V mare. Planul axelor optice perpendiculare (001), alungire  $\gamma$ .

*Chimism.* Oxid de cupru și de uraniu hidratat; formula teoretică:  $\text{CuO} \cdot \text{UO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Tabelul 64

#### Analize chimice

	1	2	3
CuO	19,80	18,98	18,86
UO <sub>3</sub>	71,23	70,40	70,72
SiO <sub>2</sub>	—	0,28	—
H <sub>2</sub> O	8,97	9,46	10,42
Rez.	—	0,83	—
Total	100,00	99,95	100,00

1 —  $\text{CuO} \cdot \text{UO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 2 — Shinkolobwe (R. Zair); Rez. CaO=0,26, MgO=0,57. 3 — Kalongwe (R. Zair).

**Ocurență.** Este un mineral secundar, identificat la Kalongwe, la Karungwe (R. Zair), asociat kasolitului, malachitului, goethitului, calcozinei, calcopiritei și uraninitului; se mai întâlnește la Shinkolobwe (R. Zair) asociat curitului, uranofanului și altor minerale cu uraniu.

### IANTINIT $2\text{UO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9996 : 1 : 1,2964$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,08$ ;  $b_0 = 11,25$ ;  $c_0 = 20,98$  Å.

*Habitus:* cristale plate (001), alungite [010], prismatice [010]. Forme principale: c (001), f (230), d (011), M (203), g (201). *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 2-3$ . *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru, violet. *Urmă:* violetă, brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este violet. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,685$ ,  $\beta = 1,969$ ,  $\gamma = 1,930$ ; pleocroic:  $\alpha =$  incolor,  $\beta =$  violet,  $\gamma =$  violet-închis; biax negativ.

*Ocurență.* Apare în zăcămintele cu uraninit, la Shinkolobwe, Kasola (R. Zair), asociat cu kasolit, parconsit, fourmarierit, becquerelit, schoepit.

## III. HIDROXIZII ȘI OXIZII CU CONȚINUT DE OH

### 1. TIPUL $\text{AX}_2$

#### A. Grupa brucitului

#### BRUCIT $\text{Mg}(\text{OH})_2$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,5208$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,13$ ;  $c_0 = 4,74$  Å; conține  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .  $Z = 1$ .

*Habitus:* cristale tabulare (0001), agregate paralele, subparalele, de cristale plate; varietăți aciculare [0001]. Mase foioase, fibroase, fibrele separate elastice, mase granulare rare. Forme principale: c (0001), m (1120), z (0113), e (0112), r (1011), h (0775), t (0441). Formațiuni metacolooidale stalactitice. *Clivaj:* (0001) perfect; foile desprinse sînt flexibile.  $H = 2^{1/2}$ .  $G = 2,39$ . *Luciu:* pe suprafețele de clivaj și în spărtură sticlos. *Culoare:* alb, verde-pal, cenușiu, albăstrui. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă  $\omega = 1,560-1,590$ ,  $\epsilon = 1,580-1,600$ ,  $\Delta = 0,012-0,020$ ; fenomene de anomalie optică pentru agregatele cristaline; 2V mic. De regulă, uniax pozitiv.

*Chimism și structură.* Structura este tipic stratificată; în structură intră ca anioni grupa hidroxilică dipolară  $(\text{OH})^-$ , cu raza ionică 1,40 Å. Aceste grupe sînt dispuse în structura cristalină după principiul celei mai compacte așezări hexagonale. Fiecare strat este constituit din două rețele plane paralele cu (0001), compuse din ioni de hidroxil. Între aceste rețele se găsește

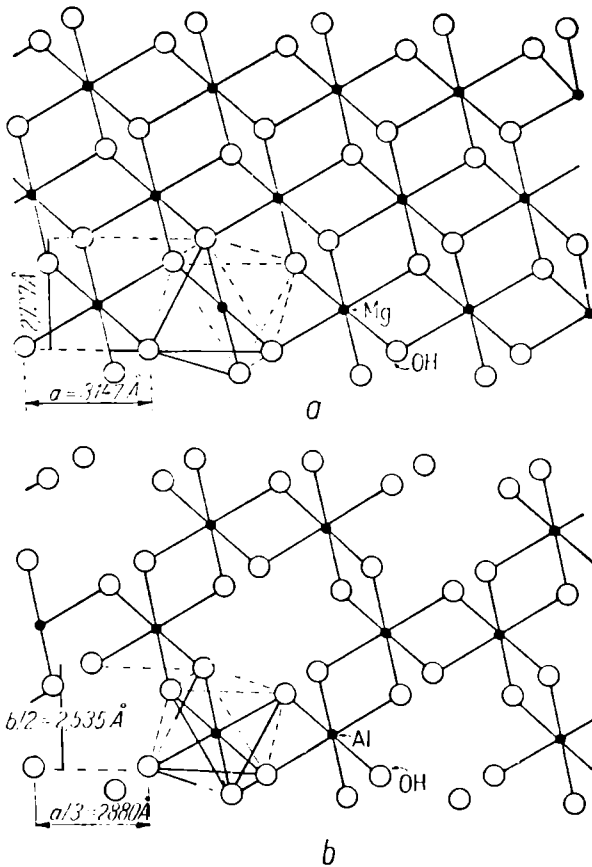


Fig. 53. Schema structurii brucitului (a) și gibbsitului (b).

releaua de cationi de  $Mg^{2+}$ , care ocupă golurile în coordonare octaedrică dintre cele două rețele plane de  $(OH)^-$ , adică fiecare ion de  $Mg^{2+}$  este înconjurat de șase anioni hidroxili, fiind legat de 3 ioni  $(OH)^-$  ai unei rețele și 3 ioni  $(OH)^-$  ai altei rețele plane. Clivajul se produce între aceste pachete de straturi, legate între ele prin legături slabe. În funcție de chimism se cunosc varietățile *ferrobrucit* (Fe în cantități apreciabile) și *manganobrucit* (Mn în cantități remarcabile). Mg substituit prin Mn poate arăta proporția Mg : Mn = 5 : 1, iar  $Fe^{2+}$  substituind Mg indică proporția Mg : Fe = 25 : 2. Zn este deseori citat ca prezent, rezultat probabil tot al unor substituiri. La  $410^{\circ}C$  se înlătură conținutul în  $H_2O$ . În unele cazuri, datorită concreșterilor cu alte minerale, este prezent și  $CO_2$  sub forma unor impurități, hidromagnezit  $3 MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3 H_2O$ .

**Ocurență.** Se formează prin hidroliza compușilor solubili ai magneziului în mediu alcalin. Se întâlnește uneori sub formă de vine subțiri și de salbände, produse în urma transformărilor hidrotermale suferite de rocile eruptive ultrabazice, bogate în magneziu, dunite și peridotite. Este asociat cu serpentina, hidromagnezitul, aragonitul etc. Apare semnalat uneori în calcare

**Analize chimice**

	1	2	3	4
MgO	69,12	67,34	60,33	57,81
FeO	—	—	9,57	—
ZnO	—	—	—	—
MnO	—	0,89	—	14,16
H <sub>2</sub> O	30,88	31,52	28,60	28,00
Rez.	—	0,39	1,95	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,14</b>	<b>100,45</b>	<b>99,97</b>

1 — Mg(OH)<sub>2</sub>. 2 — Wood's, mina Texas; Rez SiO<sub>2</sub>. 3 — Ferribruclit fibros; Asbestos (Quebec); Rez. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 4 — Manganobruclit; SiO<sub>2</sub> și CaCO<sub>3</sub>; Jacobsberg (Suedia).

dolomitice împreună cu calcitul, hidromagnezitul și periclazul, uneori sub formă de pseudomorfoze, avînd probabil origine hidrotermală. În condiții superficiale, brucitul se carbonatează ușor în medii ceva mai acide.

În România se întîlnește în formațiuni de contact termic, în complexe cristaline (Masivul Paring, Masivul Godeanu) sau în calcarele din vecinătatea rocilor banatitice (Ruşchița, Pietroasa, Budureasa).

Este citat în serpentinite la Swenanness, insula Unst Shetland; în Franța la Goryat; în Italia la Congne, în valea Aostei, și la Trentino; în Suedia lângă Filipstätt, în Wermland; în U.R.S.S. în masivele serpentinite din Ural, Caucaz și Siberia, iar varietatea *nemalit* la Bojenov; în S.U.A. la minele de fier din Tilly Foster — New York, în Pennsylvania, în Texas, în California și New Jersey (de asemenea varietatea *nemalit*).

**PIROCROIT** Mn(OH)<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2<sub>1</sub>/m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 1,400.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 3,34; c<sub>0</sub> = 4,68 Å; conține Mn(OH)<sub>2</sub>. Z = 1.

*Habitus:* cristale tabulare (0001), columnare, rombœdrică, fețele (10 $\bar{1}$ 2) sau (10 $\bar{1}$ 1) dezvoltate, rar prismatic [0001] sau (11 $\bar{2}$ 0) și (0001); mase foioase, vinișoare fine. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (11 $\bar{2}$ 0), p (10 $\bar{1}$ 4), o (10 $\bar{1}$ 2), q (30 $\bar{3}$ 4), r (10 $\bar{1}$ 1), s (30 $\bar{3}$ 2), t (90 $\bar{9}$ 4). *Clivaj:* (0001) perfect, foile de clivaj flexibile. *H* = 2<sup>1/2</sup>, *G* = 3,25. *Luciu:* sidefos pe suprafețele de clivaj. *Culoare:* verzui în suprafețele proaspete, albăstrui, brun de bronz, uneori negru.

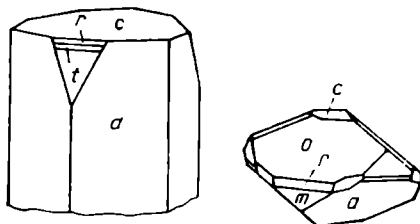


Fig. 54. Cristale de pirocroit: o(10 $\bar{1}$ 2); t(90 $\bar{9}$ 4); r(10 $\bar{1}$ 1); a(11 $\bar{2}$ 0); c(0001); m(10 $\bar{1}$ 0).

*Proprietăți optice.* În secțiuni subțiri apare opac, mai ales în eșantioane

alterate, și în culori roșii sau violet de ametist. Figuri de percusiune (0001), raze paralele (10 $\bar{1}$ 0);  $\omega$  = în roșu 1,681,  $\epsilon$  = 1,723, dicroic, brun și brun-închis. În lumină reflectată reflexie puternică, colorat în negru pentru varietățile alterate. Uniax negativ.

*Chimism.* Hidroxid de mangan Mn(OH)<sub>2</sub>. Mg substituie Mn cu un raport Mn : Mg = 5 : 1, nelipsită fiind și prezența Zn și a Fe<sup>2+</sup> ca substituenți ai Mn.

Tabelul 66

**Analize chimice**

	1	2	3	4
MnO	79,65	77,30	76,56	66,98
MgO	—	1,70	2,39	6,56
CaO	—	urme	0,29	0,32
FeO	—	0,40	0,47	1,39
ZnO	—	—	—	3,08
CO <sub>2</sub>	—	—	1,99	0,37
H <sub>2</sub> O	20,35	20,90	18,57	20,57
Rez.	—	—	—	0,89
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,30</b>	<b>100,27</b>	<b>100,16</b>
1 — Mn(OH) <sub>2</sub> . 2 — Långban (Suedia). 3 — Nordmark (Suedia). 4 — Franklin (S.U.A.); Rez. MnO <sub>2</sub> = 0,89.				

*Ocurență.* Mineral hidrotermal de temperatură joasă; apare asociat hausmanitului, rodocrozitului, calcitului, dolomitului. Este întâlnit în Suedia la Långban, Nordmark și la Sjö; în Elveția la Gonzen (*wiserit*); în R. S. F. Iugoslavia la Prijedor; în S.U.A. la Franklin și la Sterling Hill (New Jersey), la Alum Rock Park, lângă San José, Santa Clara County — California, asociat cu tefroit, hausmanit, rodocrozit, baritină și psilomelan.

**PORTLANDIT Ca(OH)<sub>2</sub>**

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 3,585; c<sub>0</sub> = 4,895 Å; conține Ca(OH)<sub>2</sub>. Z = 1.

*Habitus:* cristale plate hexagonale, cristale artificiale (0001) sau (10 $\bar{1}$ 0).

*Clivaj:* (0001) perfect, lamelele de clivaj flexibile. H = 2. G = 2,230. *Culoare:* alb.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este aproape incolor;  $\omega$  = 1,547,  $\epsilon$  = 1,574; uniax (—).

*Ocurență.* Asociat calcitului, se întâlnește în roci de contact în Irlanda, în fumarole în Vezuviu.

**B. Grupa lepidocrocitului**

În această grupă intră așa-numiții monohidrați ai elementelor trivalente; cristalizează în sistemul rombic și se cunosc două modifiții,  $\alpha$  și  $\gamma$ .

## LEPIDOCROCIT $\text{FeO}(\text{OH})$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,309 : 1 : 0,245$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,88$ ;  $b_0 = 12,54$ ;  $c_0 = 3,07 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Fe}_4\text{O}_3(\text{OH})_4$ .  $Z = 4$ .

*Habilus:* cristale lamelare după (010), alungite [100], striatiuni pe fața (010) după [100]. În cavitați apare sub formă de agregate solzoase fin imbricate sau fibroase, iar pe pereții geodelor ca mase reniforme. Forme principale:  $c$  (001),  $b$  (010),  $a$  (100),  $w$  (031),  $d$  (201),  $t$  (131). *Clivaj:* (010) perfect, (100) slab, (001) bun.  $H = 5$ .  $G = 4,00$ . *Luciu:* semimetalic sau adamantin. *Culoare:* roșu de rubin, brun-roșcat. *Urmă:* oranj.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă apare roșcat, roșu, oranj, galben. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,94$ ,  $\beta = 2,20$ ,  $\gamma = 2,51$ ,  $\Delta = 0,57$ ;  $2V_\alpha = 83^\circ$ ; planul axelor optice (001); pleocroic:  $\alpha = \text{galben-deschis}$ ,  $\beta = \text{roșu-oranj}$ .  $\gamma = \text{roșu-oranj închis}$ . În lumină reflectată culoarea este cenușiu-albă;  $R$  în aer, pentru verde 20,5%, oranj 17%, roșu 16%, iar în imersie, pentru verde 8%, oranj 5,5%, roșu 5%. Bireflexia în aer este clară și în imersie devine foarte puternică. Prezintă anizotropie puternică; reflexiile interne sînt puse în evidență prin iluminare oblică; culorile care se remarcă sînt brun-roșietice, mai rar galben-roșietice sau brune.

*Chimism și structură.* Structura este caracterizată prin așezarea cationilor de  $\text{Fe}^{3+}$ , înconjurați de șase ioni de oxigen. Acești anioni sînt așezați în virfurile unor octaedri deformați, legați între ei în lanțuri dispuse paralel cu axa  $a$ . Aceste lanțuri sînt unite prin legături laterale, prin muchiile octaedrilor, în rețele duble continue și paralele cu (010). Aceste rețele duble sînt unite reciproc prin legături slabe de hidrogen, în formă de șiruri continue în zigzag  $\text{O}-\text{H}-\text{O}-\text{H}-\text{O}$ ; fiecare anion  $\text{O}^{2-}$  învecinat cu ionii de  $\text{H}^+$  este legat, pe de-o parte, cu doi cationi de  $\text{Fe}^{3+}$  primind de la ei cite  $1/2$  valențe, iar pe de altă parte, cu doi cationi de  $\text{H}^+$  avînd drept rezultat o saturare completă a valenței sale. În ceea ce privește anionii  $\text{O}^{2-}$ , dispuși în interiorul rețelelor duble, valența lor este de asemenea satisfăcută complet de fracțiunile de valențe, cedate cationilor  $\text{Fe}^{3+}$  — fiecare anion de  $\text{O}^{2-}$  este înconjurat de patru cationi de  $\text{Fe}^{3+}$ . Astfel, în structura lepidocrocitului participă două tipuri de ioni de oxigen și din acest motiv formula acestui mineral trebuie scrisă sub forma  $\text{FeO}(\text{OH})$ ; ca atare, unii ioni de hidroxili lipsesc din structură. Este dimorf cu goethitul. Prezintă concreșteri intime cu sideroza, de unde prezența în chimism a  $\text{CO}_2$ ; înlocuind pozițiile  $\text{Fe}^{3+}$  apare  $\text{Mn}^{3+}$ ; în cantități ne semnificative este citat  $\text{SiO}_2$ , datorită impurităților mecanice.

*Ocurență.* Lepidocrocitul se întilnește sub formă de cristale mărunte, lamelare (*mică de rubin*) în zăcămintele hidrotermale, în filoane sau vinișoare subțiri, constituind minereu de fier. Mai frecvent apare sub formă de pături concentrice constituite din agregate imbricate în limonitele stalactitice sau pe pereții geodelor de origine vadoasă. Lepidocrocitul poate trece

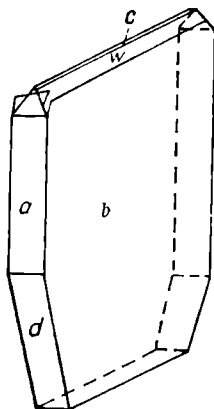
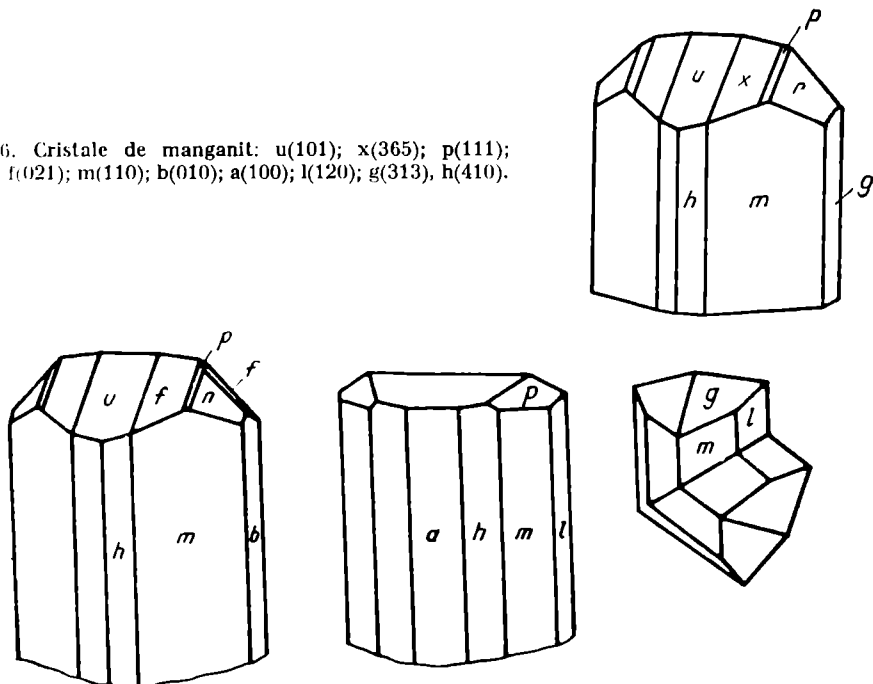


Fig. 55. Cristal de lepidocrocit:  $a$ (100);  $b$ (010);  $c$ (001);  $w$ (031);  $d$ (201).





Fig. 56. Cristale de manganit: u(101); x(365); p(111); n(121); f(021); m(110); b(010); a(100); l(120); g(313), h(410).



100), lamelare cu simetrie monoclinică. *Clivaj*: (010) aproape perfect, (110) și (001) slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=4$ .  $G=4,30-4,4$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: cenușiu-strălucitor, negru de oțel. *Urmă*: brun-roșcată. *Traslații*: T (010), t (001).

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în brun, roșu. Orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=2,25$ ,  $\beta=2,25$ ,  $\gamma=2,53$ ; pleocroie:  $\alpha$ =brun-roșcat,  $\gamma$ =brun-roșu; biax pozitiv,  $2V$  mic. În lumină reflectată este colorat alb-cenușiu, anizotropie clară, bireflexie scăzută.  $R \parallel [100]$ , pentru verde 16,5%, oranj 12%, roșu 12,5%, iar paralel cu [001], pentru verde 19%, oranj 16%, roșu 15,5%.

Tabelul 67

Analize chimice

	1	2	3
MnO	80,66	79,55	79,60
O	9,12	9,27	8,76
H <sub>2</sub> O	10,22	10,32	10,16
(Fe, Al) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,30	0,35
BaO	—	0,15	—
PbO CuO	—	0,10	0,10
CaO	—	0,10	urme
(Na, K) <sub>2</sub> O	—	0,22	—
Rez.	—	0,23	1,23
Total	100,00	100,20	100,20
1 — MnO(OH). 2 — Ilfeld (M. Harz); Rez. gangă. 3 — Långban (Suedia); Rez.SiO <sub>2</sub> =0,11, MgO=0,87. Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =0,25.			

*Chimism.* MnO(OH), cu substituiri ale Mn prin Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Pb, alcalii, Ca.

*Ocurență.* Mineral hidrotermal de temperatură joasă, manganitul apare asociat baritinei, sideritei, braunitului, hausmanitului. În depozite descendente este asociat piroluzitului, goethitului, psilomelanului, limonitului etc. În argile reziduale apare mai rar.

În România se întâlnește în zonele de oxidare a zăcămintelor de minereuri de mangan sau de fier, cantonate în șisturi cristaline (Răzoare, Șaru Dornei, Ciocănești, Iacobeni, Eșelnița, Delinești, Teliuc), în zăcăminte de minereuri de mangan, sedimentar-vulcanogene, legate de ofiolite mezozoice (Godinești, Buceava-Șoimuș), în zăcăminte feromanganoase reziduale, formate în dolinele unor calcare triasice (Moneasa), ca gangă în zăcăminte de sulfuri pirometasomatice hipotermale, legate de magmatismul banatic (Sasca Montană, Dognecea) sau în filoane hidrotermale neogene (Bucium, Baia de Arieș).

Se găsește ca mineral hidrotermal în R. D. Germană la Ilfeld, în M. Harz, și la Ilmenau, în Thuringia; în Suedia la Långban; în Norvegia la Christian-sand; în Anglia în Cornwall la Botallack, în Cumberland la Gyremont, Devonshire, Somerset, în Scoția la Grunam; în U.R.S.S. la Nicopol — Ucraina, la Ciatura; în S.U.A., în regiunea Lacului Superior, apoi în Colorado, Noua Scoție, New-Brunswick.

### STAINIERIT CoO(OH)?

*Sistemul de cristalizare:* trigonal.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=2,85$ ;  $c_0=13,13$  Å. Cruste, macro-cristale dispuse radiar.

În secțiuni arată conture hexagonale și pseudohexagonale.

*Clivaj:* vizibil după direcția de alungire sau ușor înclinat. *Spărtură:* neregulată sau concoidală.  $H=4-5$ .  $G=4,13-4,47$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru, cenușiu-strălucitor. *Urmă:* neagră.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată apare colorat alb, cenușiu; slab anizotrop, bireflexie evidentă.

*Ocurență.* Mineral secundar în zona de oxidație a zăcămintelor cu cobalt, staineritul este asociat malachitului, hematitului, wadului cobaltifer și altor minerale de cobalt. Se întâlnește la Mindigi, Suisjia, Kadjilangwe, Luambo (Shaba — R. Zair), precum și la Goodsprings (Nevada — S.U.A.).

## C. Grupa hidrotalcitului

### HIDROTALCIT $Mg_3Al_2(OH)_{16}(CO_3) \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,13$ ;  $c_0=46,15$  Å.  $Z=3$ .

*Habitus:* masiv, mase foioase, structură lamelară (0001), lamelar-fibroasă. *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice.  $H=2$ .  $G=2,06$ . *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, cenușiu de staniu. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă  $\omega=1,495$ ,  $\varepsilon=1,511$ ; uniax negativ, uneori biax, cu  $2V$  foarte mic și variabil; nepleocroic.

*Chimism.* Hidroxid-carbonat de magneziu și aluminiu hidratat; polimorf cu manasseitul.

Analize chimice

	1	2	3
MgO	40,04	39,72	39,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,87	15,32	14,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,89	2,44
H <sub>2</sub> O	35,80	35,46	36,28
CO <sub>2</sub>	7,28	7,00	7,33
Rez.	—	0,72	0,56
Total	100,00	100,71	100,55
1 — Mg <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> (OH) <sub>16</sub> CO <sub>3</sub> · 4 H <sub>2</sub> O. 2 — Kongsberg (Norvegia); amestec hidrotalcit și manasseit Rez. SiO <sub>2</sub> =0,44, FeO=0,28. 3 — Snarum (Norvegia); amestec hidrotalcit și manasseit. Rez. insol.			

*Ocurență.* Descriș la Snarum (Norvegia), în asociație intimă cu manasseit în mase foioase galbene-verzui serpentinice; în U.R.S.S. în M. Ural la Zlatoust; în S.U.A., hidrotermal, ca produs de alterație, la Somerville, St. Lawrence County, și la Amity, Orange County, New York.

**STICHTIT** Mg<sub>6</sub>Cr<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>(CO<sub>3</sub>) · 4H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=6,18; c<sub>0</sub>=15,5 Å. Z=1.

*Habitus:* mase masive, agregate plate sau fibroase. *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice. *H*=2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. *G*=2,20. *Luciu:* gras sau sidefos. *Culoare:* liliachiu, roz de piersică. *Urmă:* pal-liliachie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este ușor colorat în roz de piersică și în liliachiu. Indicii de refracție: ω=1,518 și ε=1,545; pleocroic; ε=roz-închis de piersică, ω=roz-deschis liliachiu; uniax negativ, uneori biax, 2V mic, variabil, alungire pozitivă.

*Ocurență.* Este întâlnit în mase serpentinice, asociat cromitului, barberitonitului, antigoritului, la Dundas (Tasmania), la Kaapsche Hoop, Barberton (Transvaal — Africa de Sud), în Canada la Megantic, Black Lake (Quebec).

**PIROAURIT** Mg<sub>6</sub>Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>(CO<sub>3</sub>) · 4H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=6,19; c<sub>0</sub>=46,51 Å. Z=3.

*Habitus:* tabular (0001), fețele cu striuri slab vizibile, sau tabular după (0115) sau (2025). *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar nu elastice. *H*=2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. *G*=2,12. *Luciu:* sticios sau sidefos. *Culoare:* galben, alb-cenușiu, verzui.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este incolor; indicii de refracție: ω=1,543, ε=1,564; pleocroic: ω=incolor, ε=galben-pal, brun-roșcat. Uniax negativ, uneori biax; 2V mic și variabil.

*Ocurență.* A fost determinat la Långban (Suedia), asociat calcitului, în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă. În amestec intim cu sjögrenitul, în concreșteri paralele, apare la Kraubat (Styria — Austria), asociat brucitului, aragonitului, calcitului etc., iar în Italia la Val Malenco (Lombardia) și Val Romazzo (Liguria), în serpentinite. În R. S. F. Iugoslavia se găsește la Mediokamen și la Belikamen (Serbia). În S.U.A. se întâlnește în serpentinite, la Blue Mont (Maryland) și în Canada în cavități, în dolomite, la Rutherglen (Ontario).

#### D. Grupa sjögrenitului

##### MANASSEIT $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,12$ ;  $c_0=15,34$  Å; conține  $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$ .  $Z=1$ .

*Habitus:* masiv, mase foioase, structuri lamelare (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamelele flexibile, dar neelastice.  $H=2$ .  $G=2,05$ . *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, ușor-cenușiu sau alb-brun.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este incolor;  $\omega=1,510$ ,  $\epsilon=1,524$ ; uniax negativ, uneori biax; 2V variabil și mic.

*Ocurență.* Asociat hidrotalcitului se găsește în serpentinite la Snarum (Norvegia) și la Amity, Orange County (New York — S.U.A.).

##### BARBERTONIT $Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,17$ ;  $c_0=15,52$  Å; conține  $Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$ .  $Z=1$ .

*Habitus:* masiv, mase fibroase sau plate (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamele flexibile, dar neelastice.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=2,10$ . *Luciu:* sidefos. *Culoare:* intens liliachiu, roz de piersică. *Uimă:* pal-liliachie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este roz de piersică și liliachiu. Indicii de refracție:  $\omega=1,529$ ,  $\epsilon=1,557$ ; pleocroic:  $\omega$ =roz de piersică,  $\epsilon$ =roz de piersică, liliachiu. Uniax negativ, uneori biax, 2V mic, variabil. Alungire pozitivă.

*Ocurență.* Intim asociat cu stichtitul, cromitul și antigoritul; se întâlnește în mase de serpentinite; deseori apare în amestec intim cu stichtitul, la Dundas (Tasmania), la Kaapsche Hoop, Barberton (Transvaal — Africa de Sud).

##### SJÖGRENIT $Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=6,20$ ;  $c_0=15,57$  Å; conține  $Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4H_2O$ .  $Z=1$ .

*Habitus:* cristale tabulare, plate (0001) ori hexagonale, striatiuni distincte pe fețele laterale. *Clivaj:* (0001) perfect, lamele flexibile, dar neelastice.

$H = 2^{1/2}$ .  $G = 2,11$ . *Luciu*: stictos, sifefos (pe suprafețele de clivaj). *Culoare*: galben, alb-brun.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolor; indicii de refracție:  $\omega = 1,550$ ,  $\epsilon = 1,573$ ; pleocroic:  $\omega = \text{incolor}$ ,  $\epsilon = \text{galben-pal sau brun}$ ; uniax negativ.

*Ocurență*. Se întâlnește în Suedia la Långban, în asociație cu calcitul, și pyrauritul, în zăcăminte hidrotermale de temperatură joasă; de asemenea în Italia, S.U.A. și R. S. F. Iugoslavia.

#### **BRUGNATELLIT** $\text{Mg}_6\text{Fe}(\text{OH})_{13}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare*: hexagonal, 6/m.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 5,48$ ;  $c_0 = 16,00$  Å; conține  $\text{Mg}_6\text{Fe}(\text{OH})_{13}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

*Habitus*: masiv, mase foioase, lamelare (0001). *Clivaj*: (0001) perfect.  $H$  aproape 2–3.  $G = 2,07$ . *Luciu*: sifefos. *Culoare*: galben, alb-brun. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolor; indicii de refracție:  $\omega = 1,510$ ,  $\epsilon = 1,540$ ; pleocroic:  $\omega = \text{incolor}$ ,  $\epsilon = \text{galben-roșcat}$ ; uniax negativ.

*Ocurență*. Apare sub formă de cruste, în mase de serpentinite, asociat hidromagnezitului, crisotilului, aragonitului, brucitului, în Italia la Ciapanico, la Val Malenco (Lombardia), Vui la Val de Lanzo (Piemonte), la Monte Ramazzo (Liguria) și în S.U.A. în statul Colorado la Iron Hill, Gunnison County.

#### **PSILOMELAN** $\text{BaMn}^2\text{Mn}^3\text{O}_{16}(\text{OH})_4$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 9,56$ ;  $b_0 = 2,88$ ;  $c_0 = 13,85$  Å; conține  $\text{H}_4\text{BaMnMn}_8\text{O}_{20}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus*: mase reniforme, mamelare, cruste, forme stalactitice, mase pămîntoase, pulverulente, frecvente eflorescențe.  $H = 5-6$ ; descrește pentru varietățile pămîntoase.  $G = 4,71$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: negru, uneori negru-brun. *Urmă*: de obicei neagră.

*Proprietăți optice*. Cercetarea optică este dificilă; este eficientă în imersie.  $R$  este scăzut, avînd valori cuprinse între 22–30%; culoarea este cenușiu-albă, mai închisă decît a piroluzitului. Bireflexie și anizotropie ridicate.

*Chimism*. Compoziția chimică este variabilă; raportul între  $\text{MnO}$  și  $\text{MnO}_2$  variază în limite relativ mari, în funcție de gradul de oxidare a manganului. În compoziție intră diferiți hidroxizi de mangan și se întîlnesc îndeosebi sub formă de mase cryptocristaline și colomorfe. Studiile röntgenometrice au arătat că hidroxizii de mangan sînt cristalizați, iar structura lor este relativ diferită. În constituția lor chimică intră și oxizii de K, Ba, Ca, Pb, Zr, Co, Ni, Cu, mai rar oxizii de Si, W, P, As. Se remarcă și prezența, ca amestecuri coloidale, a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hidratați și substanțe organice.

*Ocurență*. Mineral secundar, psilomelanul apare în condiții exogene, în zonele de oxidare a zăcămintelor de mangan, de regulă de origine sedimentară. Tot ca mineral secundar se găsește și în zăcămintele hidrotermale de minereuri de mangan. Se formează îndeosebi pe seama mineralelor de braunit, hausmanit, uneori silicați și carbonați de mangan; prin întărirea gelurilor de hidroxizi de mangan apare în goluri sub formă de mase compacte,

	1	2	3	4
Li <sub>2</sub> O	—	} urme	} urme	—
Na <sub>2</sub> O	—			0,15
K <sub>2</sub> O	—			0,20
CaO	—	0,19	0,26	0,08
MgO	—	0,15	0,13	0,25
BaO	16,04	17,46	17,48	15,08
CuO	—	0,48	0,31	0,08
CoO	—	0,90	1,00	0,25
MnO	7,42	7,09	7,12	7,63
MnO <sub>2</sub>	72,77	66,62	66,73	70,78
SiO <sub>2</sub>	—	0,52	0,51	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,37	0,35	0,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,15	0,20	0,21
WO <sub>3</sub>	—	0,89	0,68	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,77	4,86	4,91	3,75
Rez.	—	—	—	1,36
Total	100,00	99,68	99,68	100,17

1 — H<sub>4</sub>BaMnMn<sub>4</sub>O<sub>20</sub>. 2 — Schneeberg (R. D. Germană). 3 — Eibenstock (R. D. Germană); Rez. NiO urme. 4 — Tekrasi (Bengal, India); Rez. PbO=0,08, NiO=0,20, ZnO=0,30, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,75, S=0,04, Cl urme.

stalactitice. În zăcămintele sedimentare de mangan se întâlnește sub formă de intercalații stratiforme de minereu compact sau constituit din oolite și concrețiuni sferice cu structură concentrică. În condiții de suprafață se oxidează și se deshidratează; în aceste cazuri, pe seama psilomelanului, se formează piroluzitul, deseori sub formă de mase negre, afinat.

În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor de mangan, mai rar de fier sau de pirită, în șisturi cristaline (Răzoare, Mina Altîn-Tepe), formate rezidual pe calcare mezozoice (Moneasa), exhalative, legate de magmatismul ofiolitic (Zam); de asemenea supergen, format în legătură cu zăcămintele de sulfuri asociate magmatismului banatitic (Pirnești, Godinești, Buceava-Șoimuș).

Dintre cele mai însemnate zăcămintele sedimentare de mangan cităm pe cele din U.R.S.S., de la Ciatura, Transcaucazia și Nicopol — Ucraina, precum și pe cele din R. D. Germană de la Schneeberg (Saxonia).

## 2. TIPUL AX<sub>3</sub>

### SASSOLIT B(OH)<sub>3</sub>

Sistemul de cristalizare: triclinic,  $\bar{1}$ .

Relația axială:  $a : b : c = 0,9990 : 1 : 0,9228$ ;  $\alpha = 92^\circ 30'$ ;  $\beta = 101^\circ 11' \frac{1}{2}'$ ;  $\gamma = 119^\circ 51'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,04$ ;  $b_0=7,04$ ;  $c_0=6,56$  Å; conține  $11_{12}B_4O_{12}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale tabulare (001), pseudohexagonale, rar dezvoltate după [001], forme stalactitice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), M ( $1\bar{1}0$ ), v (011), u ( $0\bar{1}1$ ), y (102), x ( $\bar{1}02$ ), s ( $1\bar{1}1$ ), r ( $\bar{1}\bar{1}1$ ). *Macle:* comune cu ax [001]. *Clivaj:* (001) perfect; cristale fibroase, flexibile.  $H=1$ .  $G=1,45$ . *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, cenușiu, gălbui, brun datorită incluziunilor de sulf.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; indicii de refracție:  $\alpha=1,340$ ,  $\beta=1,456$ ,  $\gamma=1,459$ ; biax negativ,  $2V_a$  de regulă mic, uneori  $75^\circ$ . Planul axelor optice în (010) perpendicular pe (001).

*Chimism.* Acid boric  $B(OH)_3$ , cu  $B_2O_3=56,39\%$ ,  $H_2O=43,61\%$  (total  $100,00\%$ ).

*Ocurență.* Sub formă de eflorescențe apare în Italia, în fumarole, alături de săruri de amoniu, în insula Lipari, în craterul Vulcano; se depune din ape calde la Sasso (Toscana), la Voltena și Massa Marittima; apare de asemenea în fisurile vulcanului Avatsch din Kamceatka.

### GIBBSIT $Al(OH)_3$

Sinonim: *hidrargilit*.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,7089 : 1 : 1,9184$ ;  $\beta = 94^\circ 31'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,64$ ;  $b_0=5,07$ ;  $c_0=9,72$  Å; conține  $Al_8(OH)_{24}$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* tabular hexagonal (001) sau (100) și frecvent (110), uneori lamelar, concrețiuni sferoidale, mase stalactitice, reniforme, structuri fibroase, mase pămîntoase; la suprafața pămîntului în mase solzoase fin îmbricate sau criptocristaline. Forme principale: c (001), a (100), b (010), m (110), n (870), l (410), t (920), d ( $\bar{1}01$ ), s ( $\bar{3}12$ ), u ( $\bar{6}23$ ). *Macle:* caracteristice sînt maclele complexe după (001) și (110) cu axul de maclă [130]. *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 2\frac{1}{2} - 3\frac{1}{2}$ .  $G = 2,40$ . *Luciu:* sidefos (pe suprafața de clivaj), sticlos (în mase criptocristaline). *Culoare:* alb, cenușiu, verzui, alb-roșietic; uneori este galben-roșu, îndeosebi varietățile impure. *Figuri de percusiune* pe fața (001) sub forma unor raze perpendiculare pe (100) și pe (110). *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta \wedge c = 69^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = 21^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,568$ ,  $\beta=1,568$ ,  $\gamma=1,587$ ; biax pozitiv,  $2V=0^\circ$ , în lumină albastră la  $26\frac{1}{2}^\circ C$ . Alungirea fie (+) fie (-) la  $56\frac{1}{2}^\circ C$   $\beta=b$  și  $\gamma \wedge c = +45\frac{1}{2}^\circ$  (în lumină roșie).

*Chimism și structură.* Este un trihidrat care se formează în primele momente ale hidrolizei sărurilor acestui element. Conține deseori, sub forma unui amestec izomorf,  $Ga^{3+}$  în cantități mai mari sau mai mici, în funcție de condițiile locale. Structura cristalină este stratificată, apropiată de structura brucitului. Unele particularități sînt determinate de faptul că ionul de aluminiu are, în comparație cu ionul de magneziu, o sarcină mai mare și o rază ionică mai mică. În gibbsit, la fel ca la brucit, fiecare strat este compus din două rețele plane de ioni de hidroxil, așezați compact, între care se află rețeaua de cationi de  $Al^{3+}$ . Deoarece sarcina ionului de  $Al^{3+}$  este mai mare decît sarcina ionului de magneziu, pentru neutralizarea sarcinii negative a ionilor de hidroxil este nevoie de un număr mai mic de cationi de  $Al^{3+}$ . De aceea, cationii de  $Al^{3+}$  nu ocupă toate golurile octaedrice dintre straturile

de  $(OH)^-$ , cum se întâmplă la brucit, ci numai 2/3 din aceste goluri. Datorită acestui fapt, ionii de  $Al^{3+}$  nu sînt dispuși sub formă de hexagoane centrate, ca în rețeaua brucitului, ci sub formă de hexagoane simple. Dacă vom compara aceste rețele vom vedea că în cazul rețelei brucitului vor exista 6 ioni de  $OH^-$  și 3 ioni de  $Mg^{2+}$ , adică formula rețelei hexagonului va fi  $Mg_3(OH)_6$ . La rețeaua hidrargilitului, pentru același număr de ioni de  $OH^-$ , vor exista numai 2 ioni de  $Al^{3+}$ , adică formula rețelei hexagonului va fi  $Al_2(OH)_6$ . Legătura dintre pachetele de straturi variază și ea; în timp ce la structura brucitului fiecare ion  $OH^-$  este așezat în centru, între trei ioni de  $OH^-$  ai stratului următor, în structura hidrargilitului fiecare ion  $OH^-$  al unui strat corespunde fiecărui ion de  $OH^-$  al stratului următor. În chimismul mineralului sînt identificați permanent  $Fe_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $P_2O_5$ , de cele mai multe ori ca impurități determinate de amestecuri intime cu fosfați, silice sau hidroxizi de fier.

Tabelul 10

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	—	0,17	0,20	—
MgO	—	urme	0,03	—
$Al_2O_3$	65,35	64,92	62,80	63,59
$Fe_2O_3$	—	urme	0,14	—
$SiO_2$	—	1,03	2,78	2,01
$H_2O$	34,65	34,12	33,74	34,75
Rez.	—	—	0,04	—
Total	100,00	100,24	100,03	100,35

1 —  $Al(OH)_3$  teoretic. 2 — Tresni, Moravia, Cehoslovacia. 3 — Kodikanal (Madras, India); Rez.  $TiO_2$ . 4 — Bhekowli, Satara (India).

**Ocurență.** Se formează prin descompunerea și hidroliza silicaților de aluminiu, în parte în decursul proceselor hidrotermale la temperaturi joase, dar în primul rînd prin procese exogene de alterare, mai ales în condițiile unei clime calde, în țările tropicale și subtropicale. Hidrargilit de origine hidrotermală se întâlnește relativ rar și în cantități mici. El a fost găsit în unele zăcămintele endogene ca un mineral ce se formează în ultimele stadii din soluțiile hidrotermale de temperatură joasă.

În țările calde, hidroxizii de aluminiu, inclusiv hidrargilitul, se formează de obicei împreună cu hidroxizii de fier în urma proceselor de alterație. Hidrargilitul se găsește în cantități mult mai mari în așa-numitele laterite, produse de alterație foarte răspîndite în țările tropicale sub formă de cruste ce acoperă roci și în a căror compoziție mineralogică intră în special hidroxizii care conțin  $Fe_2O_3$  și mai puțin  $Al_2O_3$  și  $SiO_2$ . Hidrargilitul intră în compoziția bauxitei.

În România se găsește, ca și alți hidroxizi de aluminiu, în compoziția mineralogică a bauxitelor din masivele Bihor și Pădurea Craiului.

Acumulările mari de aluminiu sînt rezultatul produselor de alterare *in situ*; cele mai importante minereuri de aluminiu constau din bauxită și



sînt rezultate din alterarea lateritică. Bauxita și lateritul sînt constituiți din hidrargilit-  $\gamma\text{Al}(\text{OH})_3$ , diaspor  $\text{HALO}_2$ , böhmit-  $\gamma\text{AlOOH}$ , hidroxizi de fier etc. În general, bauxitele sînt de origine continentală sedimentară și sînt deseori localizate pe locul de origine, putînd indica natura rocilor pe seama cărora s-au format. Există bauxite silicioase și calcaroase care sînt din punct de vedere chimic destul de asemănătoare.

Bauxitele silicioase s-au format prin laterizarea prelungită a rocilor magmatice, de preferință a celor bazice — gabbrouri, diabaze, bazalte. Bauxitele calcaroase sînt formate din calcare argiloase, sub acțiunea apelor cu bioxid de carbon, într-un climat cald; materialul argilos a fost transformat în bauxită, carbonatul fiind îndepărtat prin soluțiile de alterare, în stare de bicarbonat. Sub formă de cristale bine dezvoltate, hidrargilitul a fost descris în U.R.S.S. la Tievinsk, lângă Leningrad, la Șișim și Naziam (Uralul de Sud); în Norvegia, în insula Arö, la Langesund Fiord; în Brazilia, în Minas Geraes; în S.U.A. la Richmond și Lenox, în statele Massachussetts, New York și Pennsylvania etc.

#### **HIDROCALUMIT** $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{14} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2, pseudoheaxagonal.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,842 : 1 : 1,477$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,60$ ,  $b_0 = 11,4$ ,  $c_0 = 16,84$  Å;  $\beta = 69^\circ$ ; conține  $\text{Ca}_{16}\text{Al}_8(\text{OH})_{56} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* masiv. *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 3$ .  $G = 2,15$ . *Luciu:* sticios, sifelos, pe suprafața de clivaj. *Piroelectric.*

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c < 3^\circ$ .  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,535$ ,  $\beta = 1,553$ ,  $\gamma = 1,557$ ; biax negativ,  $2V_\alpha = 24^\circ$ , *Ocurență.* Este întilnit la Scout Hill, Antrim (Irlanda).

### **IV. OXIZII MULTIPLI**

#### **1. TIPUL $\text{ABX}_2$**

#### **DELAFOSIT** $\text{CuFeO}_2$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,945$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3,03$ ;  $c_0 = 17,13$  Å; conține  $\text{CuFeO}_2$ .

*Habitus:* cristale tabulare (0001) și (10 $\bar{1}$ 1), ca formă dominantă. *Forme principale:* c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), r (10 $\bar{1}$ 1). *Macle:* (0001). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 0) imperfect.  $H = 5^{1/2}$ .  $G = 5,41$ . *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* neagră. *Ușor magnetic.*

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată colorat alb-brun, roz; anizotropie puternică, bireflexie clară de la brun-galben la brun-roz.

*Ocurență.* În U.R.S.S. în regiunea Sverdlovsk, Siberia; în Mexic la Co-preasa, Sanoripa, districtul Sonora; în Spania la Cartagenera, Sevilla; în S.U.A. la Bisbee, în statul Arizona, și la Kimberley, în statul Nevada.

## A. Grupa goethitului

### DIASPOR $\text{HAlO}_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,4689 : 1 : 0,3019$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,41$ ;  $b_0 = 9,40$ ;  $c_0 = 2,84 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{H}_4\text{Al}_4\text{O}_8$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale columnare, plate uneori după (010), alungite după [001], pînă la aciculare [001], rar tabulare după (100). În zona [001] striatiuni orientate după [001] și în zona [012] striatiuni orientate după [012]. Mase foioase, forme stalactitice, granule fine, diseminate. Forme principale: b (010), l (140), k (130), m (110), e (021), s (111), p (121), c (001), a (100). *Macle:* (061) comune sau (021) mai rare, cu aspecte pseudohexagonale. *Clivaj:* (010) perfect, (110) slab. *Spărtură:* concoidală.  $H = 6\frac{1}{2} - 7$ .  $G = 3,3 - 3,5$ . *Luciu:* strălucitor, sedefos (pe fața de clivaj), stielos (în spărtură). *Culoare:* alb, alb-cenușiu, incolor, cenușiu-verde, brun, galben, liliachiu.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; indicii de refracție:  $\alpha = 1,682 - 1,706$ ,  $\beta = 1,705 - 1,725$ ,  $\gamma = 1,730 - 1,752$ ,  $\Delta = 0,04 - 0,05$ ;  $2V_\gamma = 84 - 86^\circ$ ; orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ .

*Chimism și structură.* Este dimorf cu böhmitul.  $\text{Mn}^{3+}$  poate substitui frecvent  $\text{Al}^{3+}$ , de asemenea  $\text{Fe}^{3+}$  substituie  $\text{Al}^{3+}$ , raportul de substituție fiind:  $\text{Fe} : \text{Al} = 1 : 19$ . Frecvent este prezent  $\text{SiO}_2$ .

Structura cristalină se caracterizează printr-o așezare compactă a ionilor  $\text{O}^{2-}$ , în timp ce ionii de  $\text{Al}^{3+}$  se dispun în golurile octaedrice, adică între 6 ioni de oxigen. Fiecare ion de oxigen este legat cu trei ioni de  $\text{Al}^{3+}$ , adică numerele de coordonare pentru aluminiu și oxigen sînt aceleași ca și în rețeaua cristalină a rutilului, 6 : 3. Protonii de  $\text{H}^+$  sînt dispuși între perechile de ioni de oxigen și datorită dimensiunilor lor foarte mici nu au nevoie de spațiu special în structura cristalină. Astfel, structura diasporului este compusă în mod practic din ionii de  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{O}^{2-}$ , în raportul 1 : 2. În structură se observă în lungul axului „c” coloane duble cu cea mai mare așezare a ionilor. Prin aceasta se explică aspectul columnar al cristalelor, clivajul și maclele cu  $\angle$  de  $122^\circ$ .

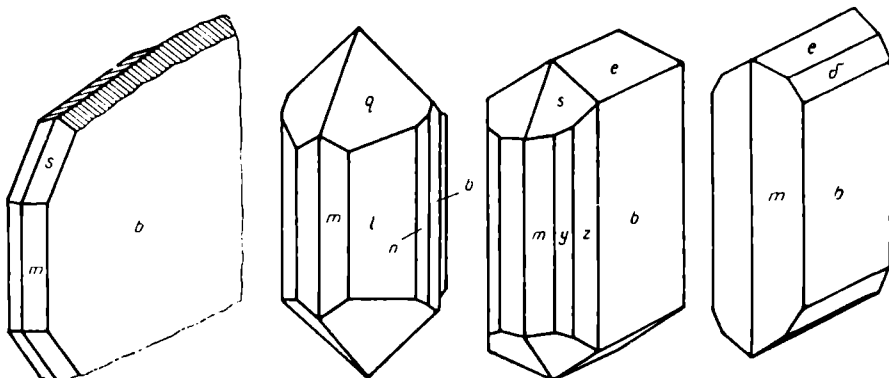


Fig. 57. Cristale de diaspor: l(140); m(110); n(1.10.0); b(010); s(111); e(021); z(160); y(120);  $\delta$ (061); q(131).

## Analize chimice

	1	2	3	4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	84,98	81,44	84,23	78,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,18	—	1,96
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	1,32
CaO	—	—	0,10	urme
SiO <sub>2</sub>	—	0,42	1,37	0,11
H <sub>2</sub> O	15,02	14,99	14,67	14,65
Rez.	—	urme	—	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,03</b>	<b>100,37</b>	<b>99,62</b>

1 — HALO<sub>2</sub>, teoretic. 2 — M. Ural (U.R.S.S.); Rez. TiO<sub>2</sub>; 3 — Shokōzan (Japonia); 4 — Manganian, Postmasburg (Africa de Sud).

**Ocurență.** Este foarte răspândit în cantități însemnate în formațiuni exogene de bauxită sub formă de agregate fin îmbricate, în asociație cu hidrargilit și böhmit. Deseori se întâlnește în sisturi cristaline, împreună cu corindon, cloritoid sau asociat cu distenul. Uneori se găsește în zăcămintele pirometasomatice de contact, asociat cu corindon, muscovit, hematit, rutil.

În România apare în bauxite, dintre care multe sînt de tip diasporic; pentru unele din acestea este caracteristică prezența corindonului în bauxitele produse prin alterarea calcarelor jurasice, într-o fază de emersiune dinaintea valanginianului la Ohaba-Ponor, la Dobrești, Remeți, Zece Hotare, Bratea și în bauxitele formate prin redepunere în baza transgresiunii senoniene la Sohodol. Se mai întâlnește în U.R.S.S., asociat corindonului, cloritoidului, în Ural, în Franța la Bournac, Haute Loire, în Suedia la Broddbo lângă Falun, în Elveția la Campolongo lângă St. Gothard și Ticino, în Tirol la Greiner (cu disten), în Grecia la Naxos și în insulele Ciclade, în S.U.A., în statele Massachusetts, Pennsylvania, Carolina de Nord, în Africa de Sud la Postmasburg, ca diaspor manganifer.

**GOETHIT** HFeO<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,4593 : 1 : 0,3034.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=4,65; b<sub>0</sub>=10,02; c<sub>0</sub>=3,04 Å; conține H<sub>4</sub>Fe<sub>4</sub>O<sub>8</sub>. Z=4.

*Habitus:* prismatic [001], tabular (010). Cristalele alungite au aspecte aciculare. De obicei este reniform sau stalactitic, cu structură fină, radiară sau paralel-fibroasă în spărtură. Uneori, sub formă de mase compacte, poroase, spongioase, zguriforme sau pulverulente. Se găsește sub formă de oolite, granule, concrețiuni și geode și ca pseudomorfoze după cristale de pirită și alte sulfuri de fier. Forme principale: b (010), a (100), y (120), m (110), e (021), u (101), s (111), p (121). *Clivaj:* (010) perfect, (100) slab. *Spărtură:* neregulată. H=5—5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. G=3,8 - 4,3 p:n ra mineralul masiv și 4,28 pentru

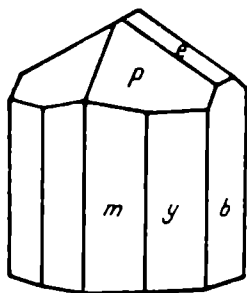


Fig. 58. Cristal de goethit.

cristale. *Luciu*: adamantin pînă la semimetalic. *Culoare*: brun-închis pînă la negru; în cristale masele pămîntoase au o culoare galbenă, brun-roșcată, galben-ocru, brun-gălbui. *Urmă*: brună, cu nuanțe roșcate.

*Proprietăți optice*. Transparent, iar în lumină transmisă colorat galben, oranj; absorbția  $\alpha > \gamma > \beta$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 2,260 - 2,275$ ,  $\beta = 2,393 - 2,409$ ,  $\gamma = 2,398 - 2,515$ ,  $\Delta = 0,138 - 0,140$ ;  $2V_{\alpha} = 0^{\circ} - 27^{\circ}$ . Planul axelor optice (100), pleocroic:  $\alpha =$  galben-deschis,  $\beta =$  galben-brun,  $\gamma =$  galben-oranj. În lumină reflectată culoarea și puterea de reflexie sînt în funcție de calitatea secțiunii lustruite. Agregatele microgranulare prezintă o putere de reflexie destul de mică. *R* în aer, pentru verde 17,5%, oranj 14%, roșu 13%, iar în imersie pentru verde 6,5%, oranj 4,5%, roșu 4%. Culoarea este asemănătoare blendei, prezentînd un ton puțin mai cenușiu-albăstrui. Bireflexia este slabă și vizibilă doar la granulele bine dezvoltate. Anizotropia se observă la o iluminare puternică. Reflexele interne sînt destul de frecvente; culoarea este galben-deschis pînă la roșu-bruniu.

*Chimism*. Compoziția chimică (tabelul 72) seamănă cu a lepidocrocitului conținînd însă mai mult  $Mn^{3+}$ , care substituie  $Fe^{3+}$ . La acestea se adaugă  $SiO_2$ , ca amestec intim realizat în timpul formării goethitului; conținutul în apă deseori depășește cantitatea impusă prin formula teoretică. În funcție de conținutul în apă apar variații în proprietățile fizice ale mineralului.

Tabelul 72

**Analize chimice**

	1	2	3
$Fe_2O_3$	89,86	89,65	89,03
$SiO_2$	—	0,35	0,70
$H_2O$	10,14	10,19	10,22
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,20</b>	<b>99,95</b>
1 — $HFeO_3$ . 2 — Florissant (Colorado). 3 — Cornwall (Anglia).			

*Ocurență*. Este un mineral specific procesului supergen; rar apare ca mineral endogen, în cristale aciculare sau fibroase, în cavitățile melafirelor, în geodele de ametiste și uneori în zăcăminte hidrotermale, ca mineral de temperatură joasă, în cavități, asociat blendei, piritei etc. Goethitul, ca mineral exogen, apare de obicei sub formă de mase metacoloïdale sau coloromorfe. Se formează în urma hidrolizei sărurilor, produse prin oxidarea și descompunerea mineralelor de fier, sulfuri, carbonați silicați etc., care conțin fier bivalent. Formarea hidroxizilor de fier pe suprafața mineralelor se observă foarte frecvent. Cantități importante de hidroxizi de fier se găsesc în zăcămintele de fier de vîrstă terțiară, depuse în bazine lacustre sau marine.

În general, acumulările de goethit se formează la suprafață în prezența oxigenului și a apei. În procese metamorfice pierde apa, trecind în hematit și magnetit.

În România se întâlnește în zona de oxidare a unor zăcăminte de fier, în general sedimentogene, prinse în șisturi cristaline, în Carpații Orientali. Se găsește la Răzoare, sub formă de agregate fibroase reniforme, și la Cîrlibaba, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, asociat mineralelor de mangan. În zăcăminte de fier apare în Carpații Meridionali la Rușchița, Runcu Mic, Globu Râu; în pălăria de fier a zăcămintului cuprifer de la Altin-Tepe; în filoane hidrotermale la Ditrău; în filoane cu magnetit și hematit în Dobrogea, la Somova și Camena, la Baia de Aramă, Căzănești, Ciungani. Ca produs rezidual, la Anina. Asociat hematitului, la Covasna. La Căpușu Mic și Căpușu Mare alături de hidrogoethit, dezvoltat pe seama lepidocrocitului. În legătură cu fenomene metasomatice este citat la Berzasca, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier; în filoane neogene la Baia Mare.

În alte țări este prezent în asociație cu minerale de fier în R. F. Germania, la Eisenfeld lângă Siegen, în R. D. Germană la Zwickau, în Anglia lângă Clifton, la Sostwethiel și Bristol, în R. S. Cehoslovacă la Přeboram.

### LIMONIT

Varietățile de hidroxizi de fier bogate în apă sînt geluri hidratate, conținînd apă de absorbție în cantități diferite. Concentrațiile naturale de hidroxizi de fier (amestecuri de goethit și hidrogoethit), conținînd și hidroxizi de aluminiu, substanțe argiloase, sulfați (*jausit*) etc., poartă numele de *limonite*. Existența limonitului ca specie mineralogică este infirmată de aproape toți autorii moderni — Dana, Ford (1975), Routhier (1963), Ramdohr (1969). Avînd în vedere însă că denumirea de limonit este încă des utilizată pentru descrierea compoziției mineralogice a zonelor de alterație și că separarea speciilor minerale componente necesită analize speciale (röntgenometrice, termice, optice) se vor reda cîteva proprietăți macroscopice și microscopice caracteristice acestui termen.

*Culoare:* brun-închis, brun-deschis; limonitul pulverulent (varietatea *ocru*), format prin alterația limonitului negru compact și a silicaților de fier, are o culoare galben-brună, uneori destul de deschisă.

*Urmă:* brun-deschis sau galben-brună. Pe suprafața maselor reniforme sau stalactitice ale limonitului se constată deseori prezența goethitului, sub formă de cruste subțiri, lucioase, negre ca smoala. *H* variază între 4 și 1, în funcție de starea de prezentare. *G*=2,7—4,3. *Spărtură:* concoidală, sub-concoidală sau neregulată. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este galben, galben-brun, brun-roșcat, roșu-brun; izotrop, anomalii optice cînd se observă birefrința. Indicii de refracție variază între  $n=2,90-2,10$ .

*Ocurență.* Limonitul este răspîndit ca produs exogen în mase meta-coloidale sau colomorfe; în zonele zăcămintelor de sulfuri formează așa-numitele pălării de fier, reprezentate prin mase afinate, concreționare și compacte.

Se întâlnește în zăcăminte sedimentare de fier terțiare, formate în bazine marine sau lacustre. Acumularea depunerilor de hidroxizi de fier, ca și a

altor hidroxizi, se produce în zonele litorale ale acestor bazine, probabil prin coagularea soluțiilor coloidale transportate de apele superficiale în mări sub acțiunea electroliților, iar în lacurile dulci, probabil în urma activității biogene a ferobacteriilor.

În România, unde apare ca o formațiune supergenă foarte răspândită, este descris în zăcămintele sedimentogene de minereuri de fier și mangan și de minereuri pirotoase, legate de șisturi cristaline (Răzoare, Băile Borșa, Cîrlibaba, Fundu Moldovei, Iacobeni, Șaru Dornei, Rodna, Broșteni, Bălan, M. Făgăraș, M. Sebeș, M. Cibin, Baia de Fier, Bucova, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Rușchița, Nădrag, Runcu Mic, Globu Rău, Eșelnița, Lipova, Mina Altîn-Tepe), legate de magmatismul paleozoic superior sau mezozoic vechi (Ditrău, Jolotca, Turcoaia), de magmatismul mezozoic (Camena, Somova, Gemenea, Baia de Aramă, Anina, Săvișin, Almaș-Săliște, Remetea), rezidual în doline, pe platouri carstice, produs de o fază de alterare de vîrstă mezozoică (Anina, Runcu, Colțești, Vașcău, Moneasa, M. Pădurea Craiului), intercalat în formațiuni sedimentare mezozoice-paleogene, asociat cu sferosiderite (Cîmpulung Moldovenesc, Covasna, Petroșani, Căpușu Mic), în zona de oxidație a mineralizațiilor pirometasomatice sau hidrotermale, legate de banatite (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Vața de Jos, Băița — Bihor, Budureasa), legat de magmatismul neogen, pe seama piritei din filoanele hidrotermale (Cămîrzana, Bixad, Seini, Ilba, Nistru, Băița, Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnice, Băiuț, Botiza, M. Țibleș, M. Călimani, Mădăraș, Lueta, Biborțeni, Turia, Băile Govora, Deva, Săcă-rîmb, Baia de Arieș, Roșia Montană).

## 2. TIPUL $AB_2X_4$

În cadrul acestui tip termenul pur din punct de vedere chimic este o raritate; există predominanța unuia din elementele componente, care imprimă tipul și numele. Formula teoretică este  $AB_2X_4$ . În unele cazuri, B sau A pot fi substituïți între ei, formula devenind  $BABX_4$ .

Tabelul 73

Principalele serii în tipul  $AB_2X_4$

Cation	Seria spinelului	Seria magnetitului	Seria cromitului
$\begin{matrix} B \\ A \end{matrix}$	Al	Fe	Cr
Mg	Spinel	Magnezieferrit	Magneziocromit
Fe	Hercinit	Magnetit	Cromit
Zn	Gahnit	Franklinit	
Mn	Galaxit	Jacobsit	
Ni		Trevorit	

Elementele A și B au coordonare octaedrică, respectiv celula elementară conține  $A_8B_{16}X_{32}$ . Acestui tip i se adaugă totuși  $\gamma$   $Al_2O_3$  și  $\gamma$   $Fe_2O_3$  (*maghemit*) cu 32 oxigeni pentru celula elementară, precum și *ulvöspinelul*  $TiFe_2O_4$ , care are structura spinelului și înlocuirile sînt  $2Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe^{2+} + Ti^{4+}$ .

## A. Grupa spinelului

### SERIA SPINELULUI

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* spinel  $a_0=8,103 \text{ \AA}$ ; hercinit  $a_0=8,135 \text{ \AA}$ ; gahnit  $a_0=8,080 \text{ \AA}$ ; galaxit  $a_0=8,280 \text{ \AA}$ ; conține  $A_8B_{16}O_{32}$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* cristale octaedrice, cubice sau dodecaedrice romboidale, de regulă de dimensiuni mici; mai rar, mase granulare compacte, cu granule neregulate. *Macle:* (111) comune, caracteristice agregatelor granulare de temperatură joasă; uneori plan de maclă (111). *Clivaj:* (111) slab. *Spărtură:* concoidală.  $H=7\frac{1}{2}-8$ . *G*, pentru varietățile artificiale, este: spinel=3,55; hercinit=4,39; gahnit=4,62; galaxit=4,03. În general, *G* variază cu compoziția chimică în funcție de proporția dintre A și B, din interiorul seriei (tabelul 74). *Luciu:* sticlos. Temperatura de topire =  $2135^\circ C$ . *Culoare:* variabilă; varietăți incolore foarte rare. Spinelul poate fi roșu, albastru, verde, brun; gahnitul este de regulă verde-albăstrui-închis, uneori galben sau brun; hercinitul și galaxitul sînt negre. *Urmă:* pentru spinel, albă; pentru gahnit, cenușie; pentru hercinit, cenușiu-închis, verde-cenușie; pentru galaxit, brun-roșcată. Termenii bogăți în  $Mg^{2+}$  sînt *transparenți*.

*Proprietăți optice.* Izotropi, rare anomalii optice. Indicii de refracție variază la diferiți termeni (tabelul 74).

Tabelul 74

Indicele de refracție (n) și greutatea specifică (G) la mineralele din seria spinelului

	n	G
spinel	1,719	3,55
hercinit	1,835	4,40
gahnit	1,805	4,62
galaxit	1,920	4,04

Dispersia este moderată.

*Chimism și structură.* În formula  $AB_2O_4$ , A este reprezentat prin  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Zn și, în proporție mai mică,  $Mn^{2+}$ . Se pot identifica în proporții mici, alcaliile, Co și Si, deseori din cauza unor impurități mecanice.  $Ga^{3+}$  a fost identificat în gahnit. Pozițiile  $Al^{3+}$  în seria spinelului sînt caracteristice și pentru  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{3+}$ ,  $V^{3+}$  și  $Ti^{4+}$ . Raportul A : B este aproximativ 1 : 2 pentru spinelii naturali.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MgO	26,50	25,92	24,76	17,20	13,65	—	0,42	2,92	9,37	10,30	1,50
FeO	0,69	0,62	9,62	13,60	17,45	1,72	4,86	35,67	24,00	24,90	16,36
MnO	—	0,18	—	—	0,26	0,50	0,26	—	0,15	—	34,03
ZnO	—	—	—	—	—	41,66	34,48	—	—	—	urme
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70,11	66,25	57,80	59,06	42,09	53,73	54,50	61,17	60,84	56,00	45,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	5,32	3,04	10,72	3,80	2,53	—	—	4,26	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	—	—	urme	22,76	—	—	—	—	8,60	—
SiO <sub>2</sub>	—	0,28	0,94	—	—	0,70	1,50	—	0,77	2,00	0,96
Rez.	1,75	1,70	3,53	—	urme	—	3,12	—	1,00	—	urme
Total	100,79	100,27	99,69	100,58	100,01	100,84	99,14	99,76	100,39	101,2	98,56
<p>1 — Spinel (Sri Lanka); Rez. Na<sub>2</sub>O=1,11, K<sub>2</sub>O=0,64. 2 — Spinel (Monte Somma, Italia); Rez. CaO=1,69, CoO=0,003, NiO=0,007, CuO=0,004, SnO urme. Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> urme. 3 — Spinel cu alcalii, Mansjö (Suedia); Rez. Na<sub>2</sub>O=1,38; K<sub>2</sub>O=1,31, CaO=0,84. 4 — Spinel ferifer; Velay (Franța). 5 — Spinel cromifer; Namban (Australia de Vest); Rez. NiO urme. 6 — Gahnit, Greenbusjes (Australia de Vest). 7 — Gahnit cobaltifer, Carroll (Colorado, S.U.A.); Rez. insol. — 1,50, CuO=0,14, CoO=1,48. 8 — Hercinit (Boemia, Cehoslovacia). 9 — Hercinit magnezian (Mull, Scoția); Rez. CoO=0,36, H<sub>2</sub>O=0,14, TiO<sub>2</sub>=0,50. 10 — Hercinit cromifer (Ariège, Franța). 11 — Galaxit (Galax, Carolina de Nord, S.U.A.); TiO<sub>2</sub> și CaO urme.</p>											



Studiile röntgenometrice au arătat că mineralele din acest tip sînt oxizi dubli; între diferiți termeni sînt foarte frecvente amestecurile izomorfe. Ionii bivalenți cu raze ionice mari Pb, Sr, Ca, Be, precum și ionii monovalenți K și Na nu se întîlnesc în compoziția acestor minerale decît ca impurități mecanice. Structura cristalină a mineralelor din grupa spinelului este destul de complicată. Ionii de oxigen sînt așezați compact în plane paralele cu fețele de octaedru. Cationii bivalenți ( $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  etc.) sînt înconjurați de patru ioni de oxigen dispuși tetraedric, în timp ce cationii trivalenți ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  etc.) sînt înconjurați octaedric de ionii de oxigen. În acest fel, fiecare ion de oxigen este legat de un cation bivalent și de trei cationi trivalenți. Astfel, structura este caracterizată prin dispoziția tetraedrică și octaedrică a particulelor constitutive, fiecare vîrf fiind comun pentru un tetraedru și trei octaedri. Aceste particularități explică unele proprietăți ale acestor minerale, ca: izotropie optică, lipsă de clivaj, stabilitate chimică și termică a compușilor, duritate destul de mare etc.

*Ocurență.* Spinelii se întîlnesc frecvent în formațiuni pirometasomatice. În parageneză cu ei apar diferite minerale de contact, ca granații, piroxenii etc. Spinelii apar deseori în roci pegmatitice, îndeosebi în pegmatite granitice (gahnitul) și ca minerale accesorii în roci magmatice, de regulă bazice. Se cunosc cazuri cînd spinelul a fost pus în evidență în roci de adîncime, bogate în aluminiu, puternic metamorfozate, gnaise și șisturi cristaline aluminosae.

Spinelii au fost întîlniți la Katveltorp, Nya Kopparberg, în Suedia, asociați galenei, blendei, calcopiritei, piritei, diopsidului, minerale separate la temperaturi relativ ridicate; de asemenea în calcare la Tunaberg și Mansjö (Suedia); ca clorospinel la Zlatoust în Ural (U.R.S.S.); în Italia la Monte Somma și în Latium, asociat cu sillimanit, andaluzit, cordierit, în andezitele din insulele Lipare; în calcare, în Franța la Arignac (nord Tarascon); în India la Vizagapatam, Madras, în zone de contact; în Madagascar la Andrahomana, în pegmatite; în S.U.A. la Amity (New York), la Andorer (New Jersey), împreună cu corindon la Culsagee, aproape de Franklin (Carolina de Nord); în Canada, în Ontario.

Hercinitul a fost determinat în Boemia, asociat cu sillimanit, granați, andaluzit; în Elveția la Prese Velthin; în Brazilia la Bahia; în India în Madras; în Tasmania; în Madagascar (cromhercinit); în depozitele din statele New York și Virginia (S.U.A.).

Gahnitul apare în pegmatite granitice la Falun și Riddahyttan (Suedia) și în formațiuni metamorfice la Franklin și Sterling Hill (New Jersey). De asemenea în Italia la Tiriolo, Calabria; în Brazilia în Minas Geraes; în vestul Australiei, la Gillingarra; în India la Nellore în districtul Madras; în pegmatite în Madagascar.

Galaxitul, asociat calcitului, spessartinului, rodonitului și tefroitului, se găsește în S.U.A. la Bald Knob, aproape de Galax, Allephany County, Carolina de Nord.

În România se prezintă ca mineral de endo- și exocontact, legat de roci magmatice vechi aparținînd fundamentului cristalin (Masivul Godeanu, M. Gilău), mezozoic (Masivul Paring), provinciei banatitice (Ocna de Fier, Băița — Bihor, Pietroasa, Budureasa, Gilău), de roci neogene (Turia, Rupea, Deva), precum și în aluviuni (Broșteni, Ditrău, Pianu de Sus).

**SERIA MAGNETITULUI**

*Sistemul de cristalizare:* cubic, 4/m 3 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:* conține  $A_8 \cdot B_{16} O_{32}$ .  $Z=8$ .

Tabelul 76

**Parametrii celulei elementare**

Mineralul	Formula chimică	$a_0$
Magnezioferit	$MgFe_2O_4$	$8,366 \pm 0,001$
Magnetit	$FeFe_2O_4$	$8,374 \pm 0,003$
Franklinit	$ZnFe_2O_4$	$8,403 \pm 0,004$
Jacobsit	$MnFe_2O_4$	$8,457 \pm 0,002$
Trevorit	$NiFe_2O_4$	8,41

*Habitus:* cristale octaedrice, mai rar dodecaedrice romboidale, cubice, cu striuri pe (011). Magnetitul este deseori masiv, lamelar sau granular. Magnezioferitul, jacobsitul și trevoritul apar rar sub formă de cristale, de regulă în mase masive granulare. La octaedrii simpli muchiile sînt turtite. Forme caracteristice: magnetit: a (001), d (011), o (111), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122), v (135); franklinit: a (001), d (011), o (111),  $\eta$  (015), f (013), m (113), n (112), v (135); jacobsit: d (011), o (111). *Macla:* (111) polisintetice; combinația cu macla spinelului conduce la apariția de striuri pe fața de octaedru (111). Interesante sînt concreșterile dintre magnetit și hematit, rutil, ilmenit, clorit, pirofanit, muscovit și ale magnezioferitului cu hematitul.

- Magnetit (111) [110] = (100) [001] rutil.
- Magnetit (111) [110] = (001) [010] clorit.
- Magnetit (111) [110] = (0001) [1010] hemalit.
- Magnetit (111) [110] = (0001) [1010] hematit.
- Magnetit (111) = [001] pirofanit.
- Magnetit (001) [001] = (001)? [001]? hercinit.

*Clivaj:* (111) mai bun la magnetit; (001), (011), (138) slab, îndeosebi la franklinit; (3, 50, 60) slab la jacobsit.  $H=5^{1/2}-6^{1/2}$ ; 5 pentru trevorit. G variabilă (tabelul 77).

Tabelul 77

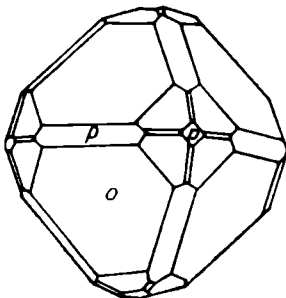


Fig. 59. Cristal de magnetit:  
o(111); d(011); a(001).

**Valorile G la mineralele  
din seria magnetitului**

	G
Magnezioferit	4,56--4,65
Magnetit	5,175
Franklinit	5,07--5,22
Jacobsit	4,76
Trevorit	5,164

*Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* negru sau negru-brun. *Urmă:* neagră la magnetit și magnezioferit, brun-roșie la franklinit, brună la jacobsit și trevorit.  $F=1\ 580-1\ 610^\circ$  la magnezioferit și  $1\ 591^\circ$  la magnetit. *Magnetism:* magnezioferitul și magnetitul sînt magnetici, trevoritul este cel mai magnetic, iar franklinitul și jacobsitul sînt slab magnetici. Magnetitul este *bun conducător de electricitate.*

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, culoarea este cafeniu-roșcată; izotrope.

Tabelul 78

Indici de refracție

Mineralul	n
Magnezioferit	2,38 —
Magnetit	2,42 $\lambda_{NA}=589,6$
Franklinit	2,36 $n_{Li}$ —
Jacobsit	2,3 —
Trevorit	2,3 —

Proprietăți optice în lumină reflectată

Tabelul 79

	Culoarea	R			Reflexe interne
		verde	oranj	roșu	
Magnetit	cenușie mai deschisă decît la blendă	în aer 21 % în imersie 9,5 %	21 % 8,5 %	21 % 9 %	nu prezintă decît întimplător
Franklinit	alb	în aer 16,5 %	14,5 %	14 %	roșit
Jacobsit	alb-cenușu, vernil	în aer 19,5 %	17 %	16 %	brune

Magnetitul prezintă uneori fenomene de anizotropie la extremitatea lamelor și a incluziunilor orientate.

*Chimism și structură.* Rețeaua cristalină este similară spinelului. Formula generală este  $AB_2X_4$ , unde A poate fi reprezentat de Mg,  $Fe^{2+}$ , Zn, Mn și în proporții mici de Ni. B este, esențial, ocupat de  $Fe^{3+}$  sau substituit în cantități mici prin Al, Cr,  $Mn^{3+}$  și  $V^{3+}$ . În funcție de elementul predominant și de raportul care se realizează între componenți, se separă diverse varietăți mineralogice. Raportul A : B pentru toate speciile trebuie să fie 1 : 2. Aceste valori se modifică în funcție de prezența unor incluziuni care apar îndeosebi în magnetit și care, la o temperatură de formare ridicată, pot atinge o stare de omogenitate ridicată. De regulă, Ti poate fi conținut în cantități apreciabile pînă la  $TiO_2=7,5\%$ , cînd se trece și la specia minerală *titanomagnetit*. La temperaturi scăzute se produce dezamestecul între componenți, apărînd lamelele orientate de ilmenit, prinse într-o masă de magnetit.

Varietatea cu Ti este cunoscută sub numele de *ulvit* sau *ulvöspinel* —  $TiFe_2O_4$ .

## Analize chimice

	1	2	8	4	5	6	7	9	10	11	12	13	
MgO	—	—	—	urme	5,15	20,16	12,58	—	—	—	9,26	0,24	—
FeO	31,03	29,32	26,93	25,66	26,69	—	—	15,65	—	—	2,57	1,96	—
MnO	—	urme	3,80	8,20	—	—	—	9,53	16,37	30,76	13,94	—	—
NiO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,71	31,87
ZnO	—	—	—	—	—	—	—	6,78	15,91	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	5,64	—	—	0,65	—	—	—	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68,97	68,92	69,32	61,71	54,97	79,84	86,96	67,42	56,57	69,24	73,96	66,24	68,13
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	urme	—	1,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	10,52	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	—	urme	—	2,35	7,57	—	—	—	—	—	0,09	—	—
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	0,59	0,14	—	—	0,08	—	—	—	1,40	—
Rez.	—	1,76	—	0,02	0,10	—	—	—	—	—	—	0,36	—
Total	100,00	100,00	100,05	99,95	100,26	100,00	99,54	100,11	99,37	100,00	99,82	99,91	100,00

1 — FeFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 2 — Magnetit-nichelifer; Pregrattan (Tirol — Austria); Rez. NiO=1,76, insol. =0,28. 3 — Magnetit-manganifer; Vester Silberg (Suedia). 4 — Magnetit-cromifer și manganifer; Siberia (U.R.S.S.). 5 — Magnetit-titanifer; Norvegia; Rez. CaO= =0,10. 6 — MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 7 — Magnezioferit; Vezuviu (Italia); soluție solidă hematit. 8 — Franklinit; Sterling Hill (New Jersey). 9 — Franklinit; Franklin (New Jersey). 10 — MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 11 — Jacobsit, Jacobsberg (Suedia). 12 — Trevorit; Transvaal (Africa de Sud); Rez. H<sub>2</sub>O=0,36. 13 — NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

**Ocurență.** Magnetitul este răspândit în roci magmatice, sporadic în roci acide, dar mai abundent în unele roci bazice, formînd uneori mase importante ca minereu primar. Mase importante se pot forma în urma metamorfismului exercitat asupra depozitelor de hematit, limonit.

**Franklinitul** se formează în legătură cu fenomenele pneumatolitice sau cu procesele metamorfice, apărînd în formațiuni cristalofiliene.

**Magnezioferitul** apare în lavelle și fumarolele vulcanilor, ca un produs de reacție între gazele fierbinți ce conțin magneziu și clorură ferică.

**Jacobsitul** este caracteristic formațiunilor metamorfice; apare în calcare granulare.

În România magnetitul este un mineral accesoriu foarte răspîndit, în cantități mici de 1–2%, în formațiuni, ca șisturi cloritoase, amfibolite, gabbrouri și serpentinite, ale fundamentului cristalin din Carpații Orientali, M. Apuseni și Dobrogea. Se mai găsește în andezite, bazalte, gabbrouri, serpentinite și lamprofire de vîrstă mezozoică din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în andezite, diorite banatitice și corneenele lor din Banat și M. Apuseni, în andezite, bazalte neogene și tufurile lor din Carpații Orientali, M. Apuseni și bazinul Transilvaniei. În cristale mai larg dezvoltate, atîngînd cîteva procente, uneori în concentrații exploatabile, magnetitul apare: sedimentogen în șisturi cristaline (Răzoare, Cîrlibaba, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, Păltiniș, Fundu Moldovei, Crucea, Tulgheș, Bălan, Lerești, Rășinari, Sadu, M. Lotru, M. Sebeș, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Rușchița, Nădrag, Bucova, Băuțaru Inferior, Rusca Montană, Mehadia, Topleț, Rudăria, Armeniș, Delinești, M. Drocea, M. Highiș, Brusturi, Masivul Bihor, Altin-Tepe), lichid magmatic în roci bazice și ultrabazice, de vîrstă paleozoică (Holbav, Baia de Fier, Poiana Mărului, Gura Văii, Eibenthal, Avram Iancu), hidrotermal în granite sau porfire cuarțifere, de vîrstă de la paleozoic pînă la triasic (M. Căpăținii, Măcin, Greci, Turcoaia, Valea Teilor, Iulia), lichid magmatic în roci bazice mezozoice (Breaza, Vîrghiș, Racoșu de Jos, M. Parîng, M. Lotru, M. Mehedintzi, Căzănești, Ciungani, Almășel, Almaș-Săliște, Roșia Nouă, Săvirșin), pirometamorfic la contactul unor roci magmatice din provincia banatică (Moldova Nouă, Oravița, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Vața de Jos, Vața de Sus, Băița — Bihor, Pietroasa), legat de magmatismul neogen (Băiuț, Rodna, Deva), aluvionar în sedimente vechi sau actuale (M. Gurghiu, Harghita, Pianu de Sus, Ocna de Fier, Techereu, Roșia Montană, Poieni).

Magnetit de diferite geneze se găsește în Norvegia la Arendal și Sūd-varanger; în Suedia la Gelivare, Loussavaara, Kirunavaara, Taberg, Danne-mra și Persberg; în Finlanda la Olaumaki; în U.R.S.S. la Kursinskoie, Magnitnaia, Visokaia, Blagodat și Krivoi Rog; în Italia la Trentino, Traversella, Vezuviu; în Elveția la Binnenthal; în S.U.A. în statul New York, la Essex și Clinton; în Chile la Tozoa și Albarrobo.

**Ulvöspinelul** se găsește în Suedia la Sōdra Ulvo, în Africa de Sud în Transvaal la Magnet Heights, alături de fier nativ, și în R. F. Germania la Bhul, lîngă Kassel.

**Magnezioferitul** este citat la Stromboli, apoi în Franța la Puy de la Tache și Puy-de-Dôme.

**Franklinitul** se găsește în România în legătură cu fenomenul pneumatolitic, în skarne la Ocna de Fier și în cristalinul dintre Cîrlibaba și Iacobeni.

Se întâlnește în aceleași condiții genetice în R. F. Germania și în S.U.A. lângă Franklin, în mina Hill și Sterling Hill (New Jersey).

*Trevoritul* se întâlnește în Transvaal la Barberton.

*Jacobsitul*, ca mineral de formație metamorfică, este semnalat macroscopic în România la Iacobeni și la Sălciua de Jos lângă Cîmpeni. Se întâlnește în calcare granulare în Suedia la Jakobsberg, la Orbero, Sjö și Glakärn, în Africa de Sud în complexul de la Bushveld, în Mexic la Cerro del Mercado în statul Durango.

#### MAGHEMIT $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$

*Sistemul de cristalizare:* cubic, asemănător magnetitului și spinelului.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,34 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Fe}_{217,1}\text{O}_{32}$  în unitatea celulară.

$H=5$ .  $G=4,87$ . *Culoare:* brun. *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată colorat în brun și galben; este izotrop; indicii de refracție ridicați  $n_{Li}=2,52-2,74$ . În lumină reflectată este de culoare albă, cu tente cenușiu-albăstrui; în imersie culoarea devine cenușiu-albăstrui.  $R=18\%$ . Reflexele interne se remarcă destul de bine; culoarea lor este brun-roșcată.

*Chimism.* Este un oxid de fier care conține probabil în cantități mici  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ . Analizele indică  $\text{FeO}=8,67\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=89,15\%$ ,  $\text{TiO}_2=1,37\%$  (total=100,38%),  $\text{Rez.}=1,19\%$ ; unde  $\text{SiO}_2=1,15\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3=0,04\%$ , iar  $\text{MgO}$  și  $\text{CaO}$  în urme pe o probă din Alameda (California).

*Ocurență.* Se formează prin oxidare la temperaturi joase pe seama magnetitului și lepidocrocitului; a fost descris în S.U.A. în California la Alameda County și la Vindpass, Columbia, apoi în Africa de Sud în complexul de la Bushveld.

#### SERIA CROMITULUI

*Sistemul de cristalizare:*  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* magneziocromit  $a_0=8,305$ ; cromit  $a_0=8,36 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Mg, Fe})_3\text{Cr}_2\text{O}_3$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale și atunci în forme octaedrice, comune, mase granulare masive, compacte. Forme principale la cromit: a (001), d (011), o (111),  $\eta$  (015), f (013), e (012), m (113), n (112),  $\rho$  (144), q (133), p (122). *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată.  $H=5^{1/2}$  (cromit).  $G=4,2$  (magneziocromit) și 4,5–4,8 (cromit). *Luciu:* metalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă cromitul este colorat în brun, brun-negru; izotrop; indici de refracție:  $n=2,08$ . În lumină reflectată, la cromit, culoarea este cenușiu-albă, cu tente brun-deschis.  $R$  în aer, pentru verde 15%, oranj 12,5%, roșu 12,5%; în imersie pentru verde 4%, oranj 3%. Este izotrop; varietățile cu zinc prezintă o slabă anizotropie; reflexele interne sînt de culoare brun-roșcată, vizibile mai ales în imersie.

*Chimism.* La cromit se observă substituirea parțială a  $\text{Fe}^{2+}$  cu Mg; termenul al doilea al seriei magneziocromit indică un proces invers de substituție. Zn substituie și el deseori pozițiile  $\text{Fe}^{2+}$  respectiv Mg;  $\text{Cr}^{3+}$  este substituțit prin  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$ , raportul fiind  $\text{Fe} : \text{Cr}=0,56 : 1$ . Cromitul formează amestecuri intime cu magnetitul. Uneori este prezent și Ti, îndeosebi în soluțiile solide dintre cromit și rutil.

## Analize chimice

	1	2	3	4
MgO	—	2,70	14,83	16,65
FeO	32,09	25,08	11,35	8,51
MnO	—	—	0,14	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,37	14,03	21,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	25,65	3,79	6,93
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	67,91	43,46	55,51	44,56
SiO <sub>2</sub>	—	—	0,24	0,88
Rez.	—	2,74	0,37	0,89
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,27</b>	<b>100,35</b>

1 — FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 2 — Cromit zincifer și feric; Ramberget (Norvegia); ZnO=2,74. 3 — Magneziocromit; Caribou, Coleraine, Township; Rez. TiO<sub>2</sub>=0,17, CaO=0,11, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>=0,07, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>=0,02. 4 — Magneziocromit feric; M. Djetei (Togo — Africa); CaO=0,78, H<sub>2</sub>O=0,02.

**Ocurență.** Cromitul este un mineral primar lichid magmatic, formarea sa fiind în strînsă legătură cu geneza rocilor ultrabazice și mai ales cu cele serpentinizate provenite din acestea. Diferențierea gravitativă explică și formarea filoanelor de cromit, intruse în fisurile rocilor.

În România, ca mineral de geneză lichid magmatică, apare asociat în unele roci ultrabazice serpentinizate de vîrstă paleozoică (Masivul Sebeș, Baia de Fier, Ogradena, Plavișevița, Tișovița, Eibenthal, Baia Nouă, Bozovici, Rudăria, Poiana) sau mezozoică (Breaza, Virghiș, Racoșu de Jos, Masivul Parîng, Gura Văii), concentrat adesea sub formă de lentile, benzi, cuiburi.

Cu aceeași geneză apare în nenumărate locuri din Norvegia și din Noua Zeelandă. Zăcămintele mai mari se găsesc în Turcia mai ales lângă Fethiye, la Guleman și Dagazdi; în R. S. F. Iugoslavia, în Macedonia; în U.R.S.S. la Donsk și la Saranovsk; în Rhodesia la Selukwe; în S.U.A. la Hobokon, în Pennsylvania, în Maryland; în Noua Caledonie; în Cuba; în India; în Filipine; în Franța la Gassin; în Canada (Quebec). Magneziocromitul este deseori asociat cromitului în R. F. Germania în landul Baden-Württemberg, în Bulgaria (la Ferdinandovo), în Noua Caledonie, în Canada (la Scottie Creek), în Columbia.

## B. Grupa hausmanitului

**HAUSMANIT** MnMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 1,6364.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 5,76; c<sub>0</sub> = 9,44 Å; conține Mn<sub>4</sub>Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>.

*Habitus:* pseudooctaedric (011), frecvent (013) sau (011), cu striuri paralele [100]. Mase granulare masive, dispuse neregulat. Forme principale: c (001), a (100), b (010), m (110), i (019), s (013), δ (012), v (035), u (023), f (011), n (021), e (112), x (169), h (136), r (123), t (358). *Macle:* (112) ca plan

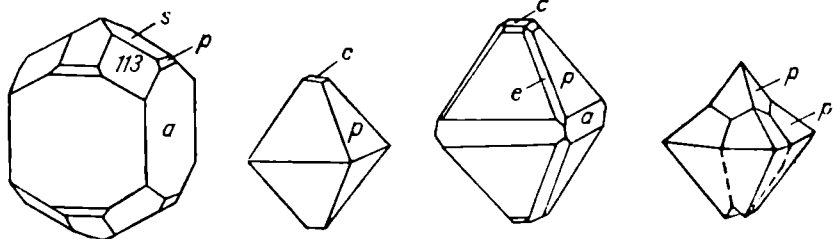


Fig. 60. Cristale de hausmanit: p(011); s(013); a(100); e(112); c(001).

de maclă, deseori se repetă lamelar. *Clivaj*: (001) aproape perfect, (112), (011) slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=5^{1/2}$ .  $G=4,7-4,8$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: negru-brun. *Urmă*: brună.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă, colorat în brun-roșietic; nepleocroic; indicii de refracție:  $n_{L1} : \omega = 2,45$ ,  $\epsilon = 2,15$ ; uniax negativ. În lumină reflectată, culoarea este cenușiu-albă, cu foarte slabe tente brunii.  $R$  în aer, pentru verde 20%, oranj 16,6%, roșu 13%, iar în imersie pentru verde 7%, oranj 6%, roșu 6%. Este puternic anizotrop, mai ales la o iluminare puternică; reflexele interne sînt de culoare roșu-sîngerie-închisă și roșu-brună; se observă îndeosebi în imersie.

*Chimism*. Compoziția chimică este redată în analizele din tabelul 82. Obișnuit, Zn substituie  $Mn^{2+}$  în raport  $Zn : Mn = 1 : 11$ . Hausmanitul formează o serie continuă cu heterolitul, avînd aceeași structură; Fe poate substitui Mn în raportul  $Fe : Mn = 1 : 23$ .

**Analize chimice**

Tabelul 82

	1	2	3	4
MnO	93,01	92,48	92,10	86,52
O	6,99	7,10	6,93	6,52
ZnO	—	—	—	} 0,55
BaO	—	0,14	0,11	
CaO	—	—	—	0,43
MgO	—	—	—	1,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	4,30
H <sub>2</sub> O	—	—	0,73	—
Rez.	—	0,17	0,15	0,57
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,89</b>	<b>100,02</b>	<b>99,89</b>

1 — Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. 2 — Ilmenau (Thuringia, R. D. Germană); Rez. SiO<sub>2</sub>; 3 — Ilfeld (M. Harz); insolubil, reziduu. 4 — Långban (Suedia); Rez. CO<sub>2</sub>=0,37.

*Ocurență*. Este un mineral hidrotermal de temperatură înaltă și mineral de contact, formîndu-se în timpul recristalizării sedimentelor reziduale manganoase; apare de asemenea în zona de oxidare a minereurilor de mangan. În România se găsește în zona de oxidare a minereurilor de mangan din sisturile cristaline (Vatra Dornei, Iacobeni, Sălcuia de Jos).



În medii reducătoare, asociat braunitului, este întâlnit în Suedia la Långban și Nordmark; în R. D. Germană la Ilmenau în Thuringia și Ilfeld în M. Harz; în Franța la Framont (Alsacia); în U.R.S.S. la Spalsk, în calcare marmoreene, și în Kazahstanul central la Karadjal; în Brazilia aproape de Auro Preto; în S.U.A. în Arkansas.

#### HETEROLIT $ZnMn_2O_4$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,5952$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,74$ ;  $c_0 = 9,15$  Å; conține  $Zn_4Mn_8O_{16}$ .

*Habitus:* pseudooctaedric, cu partea de jos trunchiată, uneori masiv.

*Macie:* plan de macie (112), în cristale individuale sau grupe. *Clivaj:* (001) slab. *Spărtură:* neregulată.  $H = 4$ .  $G = 5,18$ . *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* negru. *Urmă:* brun-roșcată.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă colorat în brun-roșcat; pleocroism slab în brun-roșu. Indicii de refracție  $n_{L1} : \omega = 2,34$ ,  $\epsilon = 2,14$ ; uniax negativ.

*Chimism.* Este un oxid de zinc și mangan, în care  $Mn^{2+}$  substituie Zn, modificând raportul:  $ZnO = 34,02\%$ ,  $Mn_2O_3 = 65,98\%$  (teoretic); în proporțiile obținute la proba de la Sterling Hill (New Jersey)  $ZnO = 32,46\%$ ,  $MnO = 1,86\%$ ,  $Mn_2O_3 = 64,21\%$ . Rez. = 1,10%.

*Ocurență.* În cristale sau mase microcristaline se găsește la Sterling Hill (New Jersey), în filonașe hidrotermale, la Franklin; de asemenea în Africa de Sud la Nabib.

#### HIDROHETEROLIT $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* probabil tetragonal.

*Habitus:* mase fibroase, cruste, alungiri după [011]. *Clivaj:* paralel cu alungirea pe direcția fibrelor.  $H = 5-6$ .  $G = 5,18$ . *Luciu:* semimetalic. *Culoare:* brun-roșcat, negru-brun. *Urmă:* brun-roșcată.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este colorat în brun-roșcat; indicii de refracție  $n_{L1} : \omega = 2,26$ ,  $\epsilon = 2,10$ ; alungirea pozitivă; uniax negativ.

*Chimism.* Este un oxid de zinc și mangan, cu formula probabilă:  $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$ . Deseori în analizele chimice (tabelul 83) este prezent Si, precum și  $Fe^{3+}$ .

Analize chimice

Tabelul 83

	1	2	3
ZnO	32,78	33,43	37,66
$Fe_2O_3$	—	0,77	0,67
$Mn_2O_3$	63,59	60,44	54,63
$H_2O$	3,63	3,89	3,78
$SiO_2$	—	1,71	2,91
Total	100,00	100,24	99,65

1 —  $Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$ . 2 — Sterling Hill (New Jersey);  $H_2O^+ = 1,42$ ,  $H_2O^- = 2,47$ . 3 — Leadville (Colorado).

*Ocurență.* Se găsește în mina Wolfstone la Leadville (Colorado), asociat hemimorfitului, smithsonitului; de asemenea la Sterling Hill (New Jersey).

### CRISOBERIL $\text{BeAl}_2\text{O}_4$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5823 : 1 : 0,4707$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,48$ ;  $b_0 = 4,43$ ;  $c_0 = 9,41$  Å; conține  $\text{Be}_4\text{Al}_8\text{O}_{16}$ ,  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale tabulare (001) și prismatice [100]. Fețele (100) și (010) sînt striate vertical și formează un unghi de  $59^\circ 46'$ . Cristalele turtite după (111) au striuri orientate vertical. Forme principale: c (001), b (010), m (110), M (011), s (021), r (031), x (101), o (111), n (121). *Macle:* prin hemitropie după (130), rezultînd un cristal format din fețele (011) și (111), și prin întrepătrundere; ax de alungire [001]. *Clivaj:* (110) slab, (010) imperfect, (001) greu vizibil. *Spărtură:* neregulată sau concoidală.  $H = 8^{1/2}$ .  $G = 3,75$ . *Luciu:* sticlos, gras (pe spărtură). *Culoare:* verde de asparagus, verde, alb-verzui, verde-gălbui, brun-verde, galben, verde smaragd (privit prin transparență), denumit alexandrit. *Urmă:* incoloră. *Transparent sau translucid.* *Bun conducător de electricitate*, care crește odată cu temperatura.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorat în verde, galben sau roșu. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție;  $\alpha = 1,746$ ,  $\beta = 1,748$ ,  $\gamma = 1,756$ ,  $\Delta = 0,010$ ; pleocroic:  $\alpha =$  roșu,  $\beta =$  galben-oranj,  $\gamma =$  verde-smaragd; biax pozitiv,  $2V\gamma = 70^\circ$ . Indicii de refracție variază în funcție de conținutul în Fe. La temperaturi ridicate se modifică orientarea  $\beta = a$ .

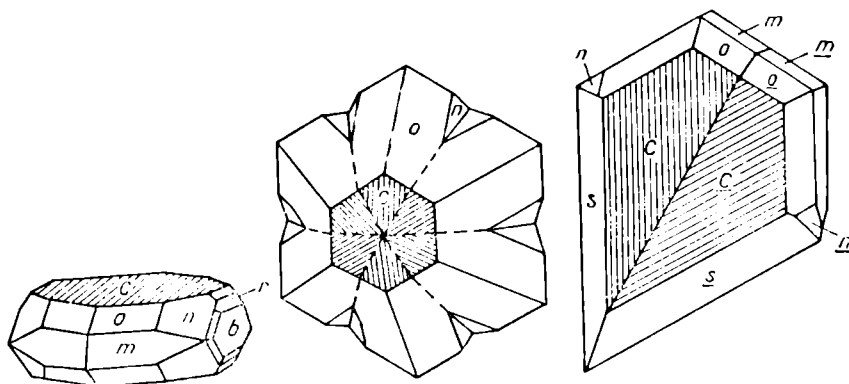


Fig. 61. Cristale de crisoberil: c(001); o(111); n(121); s(021); m(110); r(031); b(010).

*Chimism.* Oxid de beril și aluminiu:  $\text{BeAl}_2\text{O}_4$ .  $\text{Fe}^{3+}$  este permanent prezent, în jur de 6% (se presupune că substituie Al); de asemenea prezintă mici conținuturi în Cr, în special în varietatea alexandrit.  $\text{Fe}^{2+}$  se presupune că substituie Be. Include deseori rutil.

## Analize chimice

	1	2	3	4
BeO	19,71	17,78	19,15	18,80
FeO	—	—	3,60	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	80,29	76,76	76,34	74,86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	6,07	—	3,91
TiO <sub>2</sub>	—	—	0,55	0,19
Rez.	—	—	0,30	1,88
Total	100,00	100,61	99,94	99,64

1 — BeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 2 — Rivière du Poste (Quebec — Canada), 3 — Golden (Colorado, S.U.A.), 4 — Bershea, Ghana; Rez. SiO<sub>2</sub>=1,12, MgO=0,76.

**Ocurență.** Crisoberilul este întâlnit în pegmatite granitice și aplice, în sisturi micacee, mai rar în marmore dolomitice. Se găsește ca mineral detritic alături de diamant, corindon, granați, casiterit. Pegmatite cu almandin și beril sînt în Cehoslovacia în Moravia, în U.R.S.S. în M. Ural (alexandrit), la Orenburg (varietăți galben-verzui), în Elveția la Campolongo aproape de St. Gothard, în Italia la Sondalo, în Finlanda în aplice, în Norvegia, în pegmatite, la Saetersdalon, în Suedia la Kolsva, în Zair, în Madagascar la Mioskanjovato, în Sri Lanka la Mazok, în nordul Birmaniei, în Japonia la Iakajama Mino, în Australia la Dowerin, în Brazilia la Collineria în statul Espírito Santo.

3. TIPUL ABX<sub>3</sub>QUENSELIT PbMnO<sub>2</sub>(OH)

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,9828 : 1 : 1,6869.  $\beta = 93^\circ 29'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 5,61, b<sub>0</sub> = 5,68, c<sub>0</sub> = 9,13 Å.

*Habitus:* tabular (010) sau alungit [001] sau [100]. Striuri pe (011), paralele cu [100]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), e (011), d ( $\bar{3}01$ ), p (111). *Clivaj:* (001) perfect, lamelele de clivaj flexibile. *Duritate:* 2<sup>1/2</sup>. *G* = 6,84. *Luciu:* metalic sau adamantin. *Culoare:* negru, cu reflexe bej. *Urmă:* neagră, brun-cenușie.

*Proprietăți optice.* În lumină reflectată este puternic anizotrop, în lumină transmisă colorat în brun; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $y \approx c$ . Biax pozitiv.

*Ocurență.* Se găsește la Långban (Suedia), asociat cu calcit, baritină, hausmanit, hematit, braunit.

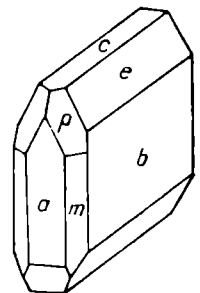


Fig. 62. Cristal de quenselit: c(001); b(010); e(011); m(110); p(111); a(100).

**PEROVSKIT** CaTiO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* pseudocubic; din punct de vedere optic biax, posibil monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:* în funcție de condițiile locale de formare și chimism (tabelul 85). Conține (Ca, Na, Ce)<sub>8</sub>(Ti, Nb)<sub>8</sub>O<sub>24</sub>. Z=8.

Tabelul 85

Mineralul (localizarea)	a <sub>0</sub>	Formula chimică
Perovskit (M. Ural)	7,645	CaTiO <sub>3</sub>
Perovskit (Zermatt, Elveția)	7,590	CaTiO <sub>3</sub>
Perovskit cu Nb (Magnet Cove, S.U.A.)	7,652	Ca(Ti, Nb)O <sub>3</sub>
Perovskit cu Nb (Pen. Kola)	7,710	Ca(Ti, Nb)O <sub>3</sub>

*Habitus:* cristale cubice sau octaedrice. Fețele de cub cu striuri paralele cu [001], determinate de macle de penetrație, uneori striuri paralele cu [110]. Varietățile cu niobiu indică forme de cub-octaedru sau octaedri. Rar mase, reniforme, mase granulare. *Macle:* de întrepătrundere (111), uneori macle complexe lamelare. *Clivaj:* (001) imperfect. *Spărtură:* semiconcoidală sau neregulată.  $H=5^{1/2}$ .  $G=4,01 \pm 0,04$ , variind în funcție de proporția de Ce și Nb. *Luciu:* adamantin sau semimetalic. *Culoare:* negru, negru-gri, brun-negru, brun-roșcat, umbre gălbui; varietatea cu niobiu este neagră. *Urmă:* în nuanțe de cenușiu.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorat în brun-închis; de regulă izotrop; indicii de refracție variază cu chimismul (tabelul 86); birefringență clară, biax pozitiv,  $2V\gamma=90^\circ$ ; orientarea:  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 45^\circ$ .

Tabelul 86

Mineralul	n	Localizarea
Perovskit	2,34	Iron Hill (Colorado)
Perovskit cu Ce	2,37	Peninsula Kola
Perovskit cu Ce	2,30	Alnö (Suedia)
Perovskit cu Nb	2,33 ± 0,02	Magnet Cove (Arkansas)

*Chimism.* Este un oxid de calciu și titan. Nb poate substitui Ti în porții apreciabile, raportul fiind Nb : Ti = 2 : 5. Ta poate de asemenea substitui parțial Ti, ocupind aceleași poziții. Ce sau alte elemente din grupa TR pot înlocui Ca, raportul fiind Ce : Ca = 4 : 7; de asemenea este prezent și Fe<sup>2+</sup>, în proporția Fe : Ca = 1 : 5; în cantități caracteristice, apar alcaliile substituind adesea Ca. (Na, K) : Ca = 1 : 1. Se mai remarcă conținuturi în Sr, V.

Varietăți ale perovskitului comun CaTiO<sub>3</sub> sînt *loparitul* (perovskit niobifer), mineral rar, determinat în Tundra Hibin, Peninsula Kola, cu niobiu depășind proporția normală, și *holmquistul*, perovskit cu ceriu.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
$\text{Na}_2\text{O}$	—	—	—	—	8,60	4,37	urme
$\text{K}_2\text{O}$	—	—	—	—	0,43	—	—
$\text{CaO}$	41,24	40,69	40,29	37,52	5,08	25,60	21,69
$\text{MgO}$	—	urme	—	0,14	—	—	urme
$\text{FeO}$	—	—	0,86	0,70	—	9,22	1,81
$(\text{Y}, \text{Er})_2\text{O}_3$	—	—	—	}2,23	1,54	—	—
$(\text{Ce}, \text{La})_2\text{O}_3$	—	—	—		33,17	2,80	8,80
$\text{SiO}_2$	—	—	—	0,96	0,47	2,21	urme
$\text{TiO}_2$	58,76	58,67	58,63	56,35	50,24	50,93	39,90
$\text{Nb}_2\text{O}_5$	—	—	—	—	n.d.	4,86	22,32
$\text{H}_2\text{O}$	—	—	—	0,73	—	—	—
Rez.	—	—	—	1,04	0,04	0,23	4,93
Total	100,00	99,36	99,78	99,67	99,57	100,22	99,45

1 —  $\text{CaTiO}_3$  — teoretic. 2 — Emerese (Valle d'Aosta, Italia). 3 — St. Ambrogio (Piemonte, Italia). 4 — Ce-perovskit; Afrikanda station, Pen. Kola;  $\text{Al}_2\text{O}_3=0,24$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=0,78$ ,  $\text{MnO}=0,02$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+=0,57$ ,  $\text{H}_2\text{O}^-=0,16$ . 5 — Nb-perovskit (Loparit); Tundra Hibin, Peninsula Kola;  $(\text{Ce}, \text{La})_2\text{O}_3=18,99$ ,  $(\text{Dy}, \text{La})_2\text{O}_3=14,18$ , Nb<sup>28</sup> continut. 6 — Nb-perovskit (dysanallyt); Vogtsburg, Kaiserstuhl; Rez.  $\text{MnO}=0,23$ . 7 — Nb-perovskit; Uva (Sri Lanka); Rez.  $\text{MnO}=0,17$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=4,76$ ,  $(\text{Ce}, \text{La})_2\text{O}_3$  conține Ce 60%, La 25%, Dy 10%.

**Ocurență.** Mineral accesoriu în roci magmatice, bazice, asociat cu melilit, nefelin sau leucit; în unele pegmatite bazice asociate formațiunilor calcareose metamorfozate, în roci metasomatice de contact. Se întâlnește în roci alcaline cu nefelin sau leucit la Eifel în R. D. Germană, în sisturi talcoase la Zlatoust în M. Ural, în sienite cu nefelin la Bearpaw Mountains (Montana), la Iron Hill (Colorado); de asemenea în pegmatite bazice la Mooaw Creek, aproape de Leancoil — Columbia.

**Dysanallytul** (varietate cu Nb) apare la contactul cu formațiuni calcareose, la Schelingen și Kaiserstuhl în R. F. Germania, la Val Malenco, Emerese, St. Ambrogio Susa, Monte Somma în Italia și la Minas Geraes în Brazilia.

**Knopitul** (perovskit cu ceriu), întâlnit în roci metamorfice de contact, apare în insula Alnö în Suedia și în Peninsula Kola în U.R.S.S.

**Loparitul** (varietate cu Nb) se găsește în U.R.S.S., în S.U.A. la Magnet Cove (Arkansas), la Siracuse (New York) și la Elliot County (Kentucky).

4. TIPUL  $\text{A}_2\text{BX}_5$ PSEUDOBROOKIT  $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$ 

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,9777 : 1 : 0,3727$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,81$ ;  $b_0=9,95$ ;  $c_0=3,74 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Fe}_8\text{Ti}_4\text{O}_{20}$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** frecvent tabular (100) și alungit [001]; de asemenea prismatic, paralel cu [001]. Pe fața (100) apar striuri după direcția [001]. Forme principale: b (010), a (100), m (110),  $\mu$  (210), y (031), e (101), l (301), q (111), s (121), p (131). **Macle:** plan de maclă (h k o). **Orientarea concreșterilor:** pseudobrookitul sincristalizează cu rutilul, în poziții stabile caracteristice, similare cu cele observate în concreșterile cu hematitul sau cu magnetitul: pseudobrookit (121) [2 $\bar{1}$ 0] || hematit (0001) [1 $\bar{1}$ 00]; pseudobrookit (100) [001] || magnetit (111) [110]. **Clivaj:** (010) distinct. **Spărtură:** neregulată sau semiconcoidală.  $H=6$ .  $G=4,39$ . **Luciu:** metalic sau adamantin, gras (pe spărtură proaspătă). **Culoare:** roșu-închis, negru-brun sau negru. **Urmă:** brun-roșcată sau galben-ocru.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este colorat în galben sau brun-roșcat; culoarea variază și în funcție de incluziuni. Orientarea:  $\alpha=b$ ;  $\beta=c$ ;  $\gamma=a$ ; indicii de refracție în  $n_{Li}$ ,  $\alpha=2,38$ ,  $\beta=2,39$ ,  $\gamma=2,42$ ,  $\Delta=0,04$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=30^{\circ}$ .

**Chimism.** Este un oxid de titan și fier feric; analizele arată de obicei un exces de  $TiO_2$  față de formulă, datorită concreșterilor homogene cu rutil.  $MgO$  și  $SiO_2$  apar de asemenea în compoziția chimică în cantități reduse.

**Ocurență.** Apare prin procese pneumatolitice sau ca produs fumarolian; în mod obișnuit este asociat hiperstenului, tridimitului, hematitului, magnetitului, micelor, sanidinei, apatitului și rutilului.

În România a fost descris în andezite piroxenice neogene, ca produs pneumatolitic la Bicsad, aproape de Sf. Gheorghe, la Uroi și Deva.

În lavele Vezuviului este asociat hematitului și magnetitului. În Franța se găsește în cavitățile unor roci andezitice și trahitice, la Riveau Grande, Monte Dore și Puy-de-Dôme, asociat tridimitului, hiperstenului, sanidinei. Mai este citat în Spania la Jumilla, în Norvegia la Havredal, în Siria la Bamle și în Insulele Azore.

## 5. TIPUL $AB_3X_7$

### CORONADIT $MnPbMn_6O_{14}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal sau pseudotetragonal.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,89$ ;  $c_0=2,86$  Å;  $MnPbMn_6O_{14}$ .

**Habitus:** masiv, cristale în forme de butoiase, cruste cu structuri fibroase.  $H=4\frac{1}{2}-5$ .  $G=5,44$ . **Luciu:** semimetalic. **Culoare:** cenușiu-închis, negru. **Urmă:** brună, cenușie.

**Proprietăți optice.** În lumină reflectată, alb de galenă; puternic anizotrop.

**Ocurență.** Apare în zona de oxidare, în filonașe, la Coronado, Clifton-Moreni, Arizona, S.U.A și în depozitele de mangan de la Bou Tazoult, Imini, Maroc.

### HOLLANDIT $MnBaMn_6O_{14}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal sau pseudotetragonal; izostructural cu coronaditul.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,96$ ;  $c_0=2,46$  Å; conține  $MnBaMn_6O_{14}$ ?

*Habitus*: prismatic, uneori piramidal, mase fibroase, masive. *Clivaj*: prismatic distinct; cristale radiare paralele cu [001], striuri.  $H=6$  (pe suprafețele de clivaj).  $G=4,95$ . *Luciu*: metalic. *Culoare*: cenușiu-argintiu, negru-cenușiu, negru. *Urmă*: neagră.

*Proprietăți optice*. În lumină reflectată culoarea este albă; uneori puternic anizotrop, bireflexie clară.  $R$ , pentru verde 28,5%, oranj 22,5%, roșu 22,5%.

*Chimism*. Oxid de Ba și Mn, cu formula chimică probabilă:  $MnBaMn_6O_{14}$ . Poate include  $Fe^{3+}$  în pozițiile  $Mn^{3+}$ .

*Ocurență*. A fost întâlnit prima dată la Kājilidongri în India, sub formă de cristale în filonașe, asociat cu minerale de mangan. Mai apare la Ambatoniady, în Madagascar; la Ultevio, în Suedia.

#### **CESAROLIT** $PbMn_3O_7 \cdot H_2O$

Mase fibroase, cruste cristaline.

$H=4^{1/2}$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: cenușiu-strălucitor.

*Ocurență*. Apare în cavități, asociat galenei, la Sidi-amor-ben-Salem (Tunisia).

### **V. OXIZII MULTIPLI CU CONȚINUT ÎN Nb, Ta și Ti**

#### **1. TIPUL $ABX_4$**

Mineralele din această clasă au fost inițial considerate ca niobați, tantalăți și tianați. Studiile cristalochimice au arătat însă că este vorba de oxizi complecși, caracterizați prin prezența mai multor elemente metalice, fiind astfel considerați oxizi multipli (F r o n d e l et al.). Din punct de vedere cristalografic s-a demonstrat asemănarea cu cristalele aparținând compușilor de tipul oxizilor simpli. Din punct de vedere chimic conțin ca elemente componente majore Nb, Ta și Ti. Formula teoretică generală este:  $A_m B_n O_{2(m+n)}$ , unde:  $m:n$  variază între 1:1 și 1:2.  $A=TR$  în general, apoi U, Ca, Th,  $Fe^{2+}$ , Na, Mn, Zr etc., iar  $B=Nb, Ta, Ti, Sn, W, Zr, Fe^{3+}$ .

#### **A. Seria piroclor-microlit $A_2B_2O_6$ (O, OH, F)**

**PIROCLOR**  $NaCaNb_2O_6F$

**MICROLIT**  $(Na, Ca)_2Ta_2O_6(O, OH, F)$

În cadrul seriei se pot individualiza mai multe specii minerale. Toți termenii suferă transformări care conduc la stări metamictice. Prin difracția razelor X se pot separa termenii extremi, piroclorul și microlitul, precum și o serie de varietăți.

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $4/m, \bar{3} 2/m$ .

a°

Piroclor	10,37 Å
Microplit (Topsham)	10,39 Å ± 0,01
Koppit (Kaiserstuhl)	10,37 Å ± 0,01.

Conține  $\text{Na}_8\text{Ca}_8(\text{Nb}, \text{Ta})_{16}\text{O}_{48}(\text{OH}, \text{F})_8$ .  $Z=8$ .

*Habitus*: cristale octaedrice, la care ca fețe asociate octaedrului apar d (011), m (113) sau a (001); dimensiunea cristalelor variază de la câțiva mm la cca. 6 cm; granule neregulate, mase compacte. *Macles*: (111) se observă destul de clar. *Clivaj*: (111) bun. *Spărtură*: concoidală, neregulată sau colțuroasă.  $H=5^{1/2}$  (variază în funcție de chimism).  $G=4,2-6,4$ , variind odată cu creșterea conținutului în Ta (tabelul 88); varietățile alterate arată o descreștere a valorii greutateii specifice.

Tabelul 88

#### Variația greutății specifice la mineralele din seria piroclor-microplit

Mineralul	Localizarea	G
Piroclor	Alnö (Suedia)	4,45
Piroclor uranifer (hatchettolit)	Carolina de Nord	4,77-4,90
Microplit	Topsham (S.U.A.)	6,42 ± 0,04
Piroclor titanifer	M. Ural	4,35

*Luciu*: sticlos sau rășinos, pe suprafața de spărtură. *Culoare*: piroclorul — brun sau negru, brun cu tonuri galbene, roșu; microplitul — galben-deschis, brun, roșu de hyacinț, oliv, uneori verde. *Urmă*: piroclor — brună, brun-galbenă; microplit — galben-deschis sau brună.

*Proprietăți optice*. De obicei izotrope; prezintă însă o birefringență slabă, îndeosebi din cauza neomogenității chimico-structurale. În lumină transmisă, culorile variază, fiind caracteristice: galben-pal, brun, incolor; deseori sînt semnalate structuri zonare în tonuri de brun și galben; indicii de refracție descesc pe măsură ce avansează procesul de alterare:  $n=2,0-2,2$ , la unele varietăți gama de variație fiind între 1,93 și 2,02 (tabelul 89).

Tabelul 89

#### Variația indicelui de refracție în seria piroclor-microplit

Mineralul	n
Piroclor	2,152
Microplit	1,930
Koppit	2,120-2,180
Pyrrhit	2,160
Hatchettolit	1,980
Neotantalit	1,950-1,990
Calcolamprit	1,870
Ellsworthit	1,890



*Chimism.* Mineralele din această serie sînt oxizi complecși de Ca, Na, Nb, Ta, OH și F. Formula generală:  $A_2B_2O_6(O, OH, F)$ , unde:  $A=Na, Ca, K, Mg, Fe^{2+}, Sb^{3+}, Pb?$   $Ce, La, Dy, Er, Y, Th, Zr, U$ , iar  $B=Nb, Ta, Ti, Sn? Fe^{3+} W?$  (succesiunea este redată în ordinea descrescîndă a importanței participării). Formula de bază a piroclorului este  $NaCaNb_2O_6F$ , iar a microlitului  $(Na, Ca)_2Ta_2O_6(O, OH, F)$ . Limita superioară a concentrațiilor oxizilor în diferiții termeni ai seriei piroclor-microlit este redată în tabelul 90.

Tabelul 90

Concentrația maximă (%) a diferitelor elemente (oxizi) în seria piroclor-microlit

Elementul	Concentrația (%)	Elementul	Concentrația (%)
Na <sub>2</sub> O	6,3	ThO <sub>2</sub>	7,6
K <sub>2</sub> O	4,2	UO <sub>2</sub>	11,4
CaO	18,1	UO <sub>3</sub>	15,5
MgO	1,6	ZrO <sub>2</sub>	5,7
FeO	10,0	TiO <sub>2</sub>	13,5
MnO	7,7	SnO <sub>2</sub>	4,0
(Ce, La, Dy) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,7
Y, Er	5,1	WO <sub>3</sub>	0,3

Nb și Ta sînt constituenți permanenți. Elementele din grupa TR apar îndeosebi în termenii seriei cu Nb. Dintre celelalte elemente, Si se găsește în proporții nesemnificative, Pb ca rezultat al radioactivității U, iar H este semnalat doar în piroclor.

Varietăți: *uranpiroclor* (uranifer, conține U=8–11%); *piroclor titanifer* (YiO<sub>2</sub> pînă la 13,5%; Nb-Ta se pot substitui în limite largi); *columbomicrolit* (termenul final cu Nb); *hatchettolit* (conține U și Ti); *calcoamplit* (conține Si); *koppit* (conține Ce și Fe<sup>3+</sup>); *marignacit* (conține Y, Ce, Li); *neotantalit* (conține Fe, Mn); *ellsworthit* (conține U<sup>4+</sup>, U<sup>6+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ti, H); *pyrrhit* (conține Ti).

*Ocurență.* Se întîlnesc în pegmatitele rocilor alcaline, asociindu-se zirconului, apatitului, egrinului și mineralelor cu Zr, Ti, Nb, Ta. Uneori apar ca minerale accesorii în sienite nefelinice și în zonele de contact ale rocilor intrusive și extruzive alcaline cu mase calcaroase. Se semnalează și în greisene.

În România piroclorul a fost descris la Ditrău în sienite nefelinice. În alte țări apare în Norvegia la Laurvik în pegmatitele sienitelor nefelinice, la Brevik asociat magnetitului, zirconului și thoritului, la Stokö Little Arö în pegmatitele alcaline; în Suedia la Alnö, într-o regiune cu calcare și roci sienitice, asociat cu perovskit, zircon, knopit, apatit, olivină și magnetit; în R. F. Germania la Kaiserstuhl; în insula Elba (pyrrhit) la San Piero cu turmalină și lepidolit; în U.R.S.S., în sienite nefelinice, la Miask, Ilmen, Mariupol, Ucraina, în tundra Hibin, Peninsula Kola; în Franța la Menet, departamentul Cantal, în sienite cu sodalit; în Groenlanda la Ivigtut; în S.U.A. la San Diego County, California (marignacit), asociat cu lepidomelan, rutil, fluorină, apoi la Mitchell County, Carolina de Nord, și în Connecticut în pegmatite granitice.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Na <sub>2</sub> O	8,52	4,99	3,99	2,89	—	2,52	—	} 3,68	3,26	3,37	
K <sub>2</sub> O	—	0,60	0,38	1,64	—	0,57	—		0,64	0,41	
CaO	15,41	18,13	9,08	15,88	13,62	4,10	13,25	13,84	10,48	15,03	
MnO	—	—	0,44	0,01	0,22	urme	0,51	—	—	—	
FeO	—	1,14	—	—	—	0,02	urme	8,25	2,77	—	
MgO	—	—	—	0,27	—	0,16	0,36	1,14	0,34	0,07	
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	5,07	} 0,62	—	—	0,35	
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	urme		—	—	0,26	
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	4,36	} 3,41	8,15	—	13,33	} 0,12	2,06	} 0,50	—	
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—		—	—	—		urme		—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—		1,68	—	—		urme		—	—
UO <sub>2</sub>	—	—	—	—	8,42	—	11,40	—	4,21	—	
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	10,68	—	4,41	—	—	0,77	
ZrO <sub>2</sub>	—	4,90	5,71	0,61	—	—	4,12	0,12	—	—	
SnO <sub>2</sub>	—	—	—	—	0,25	urme	1,44	—	—	1,61	
ThO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	0,20	0,52	—	—	—	
SiO <sub>2</sub>	—	—	10,86	—	2,68	3,10	1,57	1,51	—	—	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	1,87	9,73	3,80	0,50	3,46	—	—	—	
TiO <sub>2</sub>	—	—	0,52	0,75	9,79	2,88	11,37	1,61	1,58	—	
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	73,05	63,64	59,65	56,43	34,27	55,22	31,33	} 62,77	—	3,56	
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	0,15	4,27	5,86	10,29		73,72	74,27	
F	5,22	4,31	5,06	1,53	0,49	—	—	—	—	—	
H <sub>2</sub> O	—	0,47	1,79	1,09	11,42	6,40	4,29	5,02	2,72	0,27	
Rez.	—	—	—	—	0,41	—	0,54	—	—	0,17	
Total	102,20	102,54	102,76	100,81	100,32	99,93	99,60	100,00	100,22	100,14	

1 — NaCaNb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>F teoretic, 2 — Piroclor; Alnö (Suedia). 3 — Chalcolamprit — Narsarsuk; SiO<sub>2</sub> amestec. 4 — Koppit; Kaiserstuhl; PbO=0,41. 5 — Ellsworthite; Hybla (Ontario). 6 — Marignacit; Rez. WO<sub>3</sub> urme, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> urme, H<sub>2</sub>O inclusă, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 5,95, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,45. 7 — Hatchetolit; Hybla (Ontario); Rez. PbO=0,54. 8 — Microilit; Löve (Norvegia); Includ. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și FeO. 9 — Microilit; Laudas; conține Nb, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 2,33, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,39. 10 — Microilit; Topsham (S.U.A.); Rez. WO<sub>3</sub>=0,17.

## B. Seria fergusonit $ABO_4$

**FERGUSONIT** (Y, Er, Ce, Fe)(Nb, Ta, Ti) $O_4$

**FORMANIT** (U, Zr, Th, Ca)(Ta, Nb, Ti) $O_4$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,464$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* conține (Y, Er) $_8$ (Nb, Ta, Ti) $_8O_{32}$ .  $Z=8$ .  
Fergusonit:  $a_0=5,16$ ;  $c_0=10,89$  Å.

*Habitus:* cristale prismatice [001], piramidale cu fața (001) și (231), uneori prisme foarte alungite, mase granulare neregulate. Forme principale: c (001), g (230), s (111), x (131), z (231). *Clivaj:* (111), urme de clivaj. *Spărtură:* semiconcoidală.  $H=5-6^{1/2}$ .  $G=4,7-6,2$  (descrește odată cu procesul de hidratare și crește cu conținutul în Ta). *Luciu:* sticlos, semimetalic. *Culoare:* cenușiu, galben, brun sau brun-negru, iar pe suprafața spărturii, negru-brun. *Urmă:* brună, brun-gălbuie, cenușie-verde.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, colorate în brun-deschis și brun-închis; materialele metamictice sînt în general izotrope. În granule bine individualizate, anizotropie clară. Indicii de refracție:  $\omega=2,28$  și  $\epsilon=2,18$ . Uniax negative; birefringență ridicată; pleocroism clar.

*Chimism.* Oxizi (sau niobio-tantalaji) de Y, Er, Nb, Ta, cu formula de tip  $ABO_4$ , unde:  $A=Y, Er, Ce, La, Dy, U^{4+}, Zr, Th, Ca, Fe^{2+}$  și  $B=Nb, Ta, Ti, Sn, W$ . Există o serie continuă între termenul cu niobiu — fergusonitul și cel cu tantal — formanitul.  $H_2O$  apare în produsele alterate.

*Varietăți:* *risorit*, care conține Ti în spațiile Nb și Ta, pe care le substituie; *erbit*, ce conține Er, care substituie Y, raportul fiind  $Y : Er=2,8 : 1$ ; *siphyl*, care conține mai puțin Y în raport cu Er, față de compoziția fergusonitului.

*Ocurență.* *Fergusonitul* se întâlnește în pegmatite granitice, alături de alte minerale cu TR, Nb, Ta sau asociat cu beriliu, zircon, biotit, magnetit, monazit, gadolinit, ortit, euxenit. A fost determinat la Giesecke și la Julianehaale în Groenlanda; la Iveland, în insula Dillingó, în Vansjö Arendal, peninsula Anneröd în Norvegia. *Risoritul* apare în Norvegia în pegmatite la Risør; în Suedia la Ytterby și la Falun; în Finlanda la Laurinmaki; în Sri Lanka la Rakwana; în Swaziland și în Rhodesia; în Madagascar în pegmatite la Lake Itasy; în S.U.A., în Carolina de Nord la Burke County, în Carolina de Sud la Storeville Anderson County, în Massachusetts la Rockport Cape Ann.

*Formanitul* a fost identificat la Cooglegong, în vestul Australiei, în aluviuni cu casiterit, monazit, euxenit și gadolinit.

**YTROTANTALIT** (Fe, Y, U, Ca etc.)(Nb, Ta, Zr, Sn) $O_4$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,540 : 1 : 1,130$ .

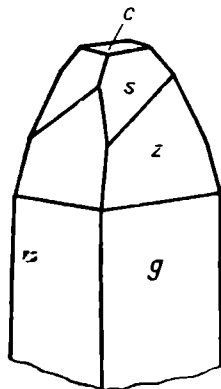


Fig. 63. Cristal de fergusonit: s(111); g(230); z(231); c(001).

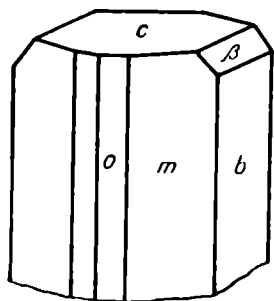


Fig. 64. Cristal de ytrotantalit: o(210); c(001); m(110); b(010);  $\beta$ (011).

**Habitus:** cristale prismatice (001) sau (110), cu fața predominantă (010), cristale tabulare (010). **Forme:** c (001), b (010), q (150), p (120), m (110), o (210),  $\beta$  (011), s (201). **Clivaj:** (010) imperfect. **Spărtură:** concoidală.  $H=5-5\frac{1}{2}$ .  $G=5,4-5,9$ . **Luciu:** semimetalic, sticios sau gras. **Culoare:** negru, brun. **Urmă:** cenușie.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este colorat în brun, roșu; indici de refracție:  $n=2,15$ ; varietățile metamictice sînt izotrope.

**Chimism.** Elementele esențiale sînt: Y, U, Nb, Ta; formula generală este  $A_6B_7O_{27}$ , apropiată de forma  $ABO_4$ , unde:  $A=Fe^{2+}$ , Y, U, Ca, Mn, Ce, Th, iar  $B=Nb, Ta, Ti, Zr, Sn$ . Proportia Fe : Y : U = 9 : 8 : 1, iar proporția Nb : Ta = 1 : 1.

**Ocurență.** Este întilnit în Norvegia la Hattevik, Dillingö și Råde, iar în Suedia la Ytterby, Finbo și Falun.

#### POLMIGNIT (Ca, $Fe^{2+}$ , Y etc., Zr, Th)(Nb, Ti, Ta) $O_4$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a:b:c=0,7121 : 1 : 0,5121$ .

**Habitus:** prismatic [001], striuri [001] dezvoltate pe fața (100). **Forme principale:** c (001), b (010), a (100), t (140), s (120), m (110), l (210), p (111), q (232), r (131). **Clivaj:** (100) și (010) slab. **Spărtură:** concoidală.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=4,77-4,85$ . **Luciu:** metalic sau semimetalic. **Culoare:** negru. **Urmă:** brun-neagră. **Transparent,** în secțiuni subțiri.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă, colorat în brun-roșcat. Starea metamictică este izotropă; indicii de refracție:  $n=2,22$ .

**Chimism.** Este un oxid de niobiu, titan, zircon, cu formula probabilă:  $ABO_4$ , unde:  $A=Ca, Fe^{2+}$  (Y, Er, Ce), Zr, Th, iar  $B=Nb, Ti, Ta, Fe^{3+}$ . Uneori este citat și Hf, pînă la 0,9%, iar apa pentru formele alterate.

**Ocurență.** Se găsește în Norvegia la Fredricksvärn, în pegmatite bogate în ortoză, barkevicit, magnetit, nefelin, zircon, piroclor, iar uneori în sienite cu augit (insula Svenör). În Siberia apare asociat cu magnetit, în sienite; în Groenlanda, în pegmatite cu euxenit; în S.U.A. la Beverly, Massachusetts.

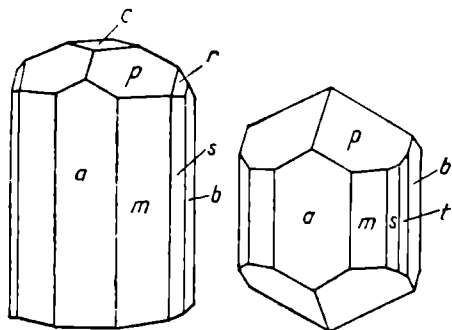


Fig. 65. Cristale de polymignit: c(001); a(100); b(010); m(110); s(120); t(140); r(131); p(111).

	1	2	3
CaO	4,2	6,98	5,31
MgO	urme	0,16	0,42
FeO	—	2,08	0,77
MnO	2,7	1,32	0,73
(Y, Er) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,5	2,26	21,56
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	} 5,0	5,91	5,17
(La, Dy) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,13	—
ZrO <sub>2</sub>	14,4	29,71	14,50
ThO <sub>2</sub>	—	3,92	—
SnO <sub>2</sub>	urme	0,15	urme
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,2	7,66	—
TiO <sub>2</sub>	} 46,3	18,90	1,26
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		11,99	6,36
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1,35	42,17
Rez.	—	2,67	1,47
Total	96,3	100,19	99,73

1 — Polimignit; Fredricksvärn; SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O — urme. 2 — Polimignit. Fredricksvärn; Rez. SiO<sub>2</sub>=0,45, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,19, PbO=0,39, Na<sub>2</sub>O=0,59, K<sub>2</sub>O=0,77, H<sub>2</sub>O=0,28. 3 — Polimignit. Siberia; Rez. Na<sub>2</sub>O=1,47, SiO<sub>2</sub>=Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=H<sub>2</sub>O — urme.

C. Seria stibiotantalit-stibiocolumbit ABO<sub>4</sub>

STIBIOTANTALIT SbTaO<sub>4</sub>

STIBIOCOLUMBIT SbNbO<sub>4</sub>

Sistemul de cristalizare: rombic, m m 2.

Relația axială: a : b : c = 0,4169 : 1 : 0,4696.

Dimensiunea celulei elementare: a<sub>0</sub>=4,93; b<sub>0</sub>=5,552; c<sub>0</sub>=11,80 Å; conține Sb<sub>4</sub>(Ta, Nb)<sub>4</sub>O<sub>16</sub>. Z=4.

Habitus: cristale prismatice [001] cu fețe (010) și (110) striate, paralele cu [001]. Forme principale: b' (010), n' (130), m' (110), 'm (1 $\bar{1}$ 0).  $\eta$  (012) '  $\eta$  (0 $\bar{1}$ 2),  $\delta$  (101),  $\omega'$  (111), c (001), e' (011). Macle: [001] ax de maclă, (010) plan de maclă, macle de întrepătrundere. Clivaj: (010) slab, (100) imperfect. Spărtură: semiconcoidală. H=5<sup>1/2</sup>. G=7,34 (Ta : Nb=19 : 1); 5,98 (Ta : Nb=1 : 4,8); descrește odată cu creșterea conținutului în Nb. Luciu: adamantin. Culoare: brun-închis, brun-gălbui, uneori galben-roșcat, brun-roșcat, galben-verde. Urmă: galben-pal, brun-gălbui.

Proprietăți optice. În lumină transmisă sînt colorate în brun-gălbui pînă la brun. Cristalele indică structuri zonare regulate, colorate în brun și galben. Orientarea:  $\alpha$ =a,  $\beta$ =b,  $\gamma$ =c. Valorile indicilor de refracție variază în funcție de chimism; valorile din tabelul 93 sînt date pentru o probă cu Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=

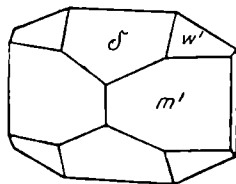


Fig. 66. Cristal de stibiotantalit:  
 $\delta(101)$ ;  $w'(111)$ ;  
 $m(110)$ .

Tabelul 93

Proprietăți optice

	$n_{Li}$
$\alpha$	2,3470
$\beta$	2,3750
$\gamma$	2,4275
$2V_{\gamma}$	$73^{\circ}40'$

=39%,  $Nb_2O_5=17,5\%$ . Indicii de refracție cresc pe măsură ce crește proporția de Nb.

Chimism. Compoziția chimică este prezentată în tabelul 94.

Tabelul 94

Analize chimice

	1	2	3	4
$Sb_2O_3$	39,76	44,26	49,28	52,31
$Bi_2O_3$	—	0,33	0,53	—
$Ta_2O_5$	60,24	33,86	13,00	—
$Nb_2O_5$	—	21,47	37,30	47,69
Total	100,00	99,92	100,11	100,00

1 —  $SbTaO_4$ , teoretic; 2, 3 — Mesa Grand; 4 —  $SbNbO_4$ , teoretic.

Ocurență. Stibiotantalitul apare în asociație cu alte minerale de Ta, la Greenbushes, Australia, și la San Diego County, California, asociat berilului, lepidolitului, turmalinei roz și rar, casiteritului. De asemenea se întâlnește în S.U.A. la Topsham, Maine, în pegmatite cu cristale de microplit, și în Suedia, în pegmatitele de la Varuträsk.

**BISMUTOTANTALIT**  $Bi(Ta, Nb)O_4$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială:  $a : b : c = 0,4266 : 1 : 0,4848$ .

Habitus: prismatic [001], deseori fragmente neregulate. Forme principale:  $b(010)$ ,  $g(130)$ ,  $m(110)$ ,  $k(011)$ ,  $\delta(101)$ ,  $\omega(111)$ ,  $x(431)$ . Clivaj: absent. Spărtură: semiconcoidală.  $H=5$ .  $G=8,26$ . Luciu: semimetalic. Culoare: negru, uneori galben-roz la suprafață.

Proprietăți optice. În lumină transmisă apare colorat în tonuri de cenușiu; indicii de refracție ridicați; birefringență clară de la 0,1 la 0,15.

Ocurență. Se găsește în pegmatite, cu turmalină neagră, casiterit și muscovit, la Gamba Hill (Uganda).

**SIMPSONIT**  $\text{Al}_2\text{Ta}_2\text{O}_8$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,38$ ;  $c_0=4,51 \text{ \AA}$ .

*Habitus:* tabular sau prismatic [0001].  $G=7,10$ .  $H=6^{1/2}$ . *Culoare:* incolor, uneori crem. *Transparent.*

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, indici de refracție ridicați:  $n=2,06$ ,  $\Delta=0,10$ , uniax pozitiv.

*Chimism.* Este un oxid de aluminiu și tantal, cu formula:  $\text{Al}_2\text{Ta}_2\text{O}_8$ ; în analizele chimice reproduse în tabelul 95 se remarcă prezența Ca, Na, Fe, Sn, precum și a apei, determinată de procesele de alterație.

**Analize chimice**

*Tabelul 95*

	1	2	3
$\text{Na}_2\text{O}$	—	1,16	0,68
$\text{K}_2\text{O}$	—	0,24	0,42
$\text{CaO}$	—	3,40	3,19
$\text{MnO}$	—	0,08	0,04
$\text{FeO}$	—	0,16	0,44
$\text{PbO}$	—	0,42	—
$\text{SnO}_2$	—	2,00	1,19
$\text{SiO}_2$	—	1,78	2,34
$\text{Al}_2\text{O}_3$	18,76	16,75	18,64
$\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$	—	0,14	0,48
$\text{Nb}_2\text{O}_5$	—	0,33	0,38
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	81,25	72,31	71,48
$\text{H}_2\text{O}^+$	—	1,35	1,39
$\text{H}_2\text{O}^-$	—	0,20	0,03
F	—	0,21	0,38
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,53</b>	<b>101,02</b>

1 —  $\text{Al}_2\text{Ta}_2\text{O}_8$ ; 2 — Australia de Vest; 3 — Australia de Vest.

*Ocurență.* Se găsește parțial alterat, în pegmatite, asociat cu cuarț și biotit, la Tabba Tabba (Australia de Vest).

**2. TIPUL  $A_mB_nX_p$**

m : n de la 2 : 3 la 3 : 5

**ARIZONIT**  $\text{Fe}_2\text{Ti}_3\text{O}_9$

*Sistemul de cristalizare:* probabil monoclinic.

*Habitus:* mase masive și cristale neidentificabile. *Spărtură:* semiconcoidală.  $H=5^{1/2}$ .  $G=4,25$ . *Luciu:* metalic sau semimetalic. *Culoare:* brun-închis, strălucitor, cenușiu (în spărtură proaspătă). *Urmă:* brună.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este colorat în roșu și slab pleocroic;  $n_{L1}=2,62$ , birefringență moderată.

*Ocurență.* Apare în pegmatite, asociat gadolinitului, la Hackberry, Mohave County, Arizona — S.U.A.

**KALKOWSKIT**  $\text{Fe}_2\text{Ti}_3\text{O}_9$ ?

*Habitus*: granule neregulate, structuri fibroase. *Spărtură*: concoidală.  $H=3^{1/2}$ .  $G=4,01$ . *Luciu*: semimetalic. *Culoare*: brun-deschis, brun-închis, negru. *Urmă*: brun-roșcată.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă colorat în roșu, brun-roșcat;  $n > 1,769$ , alungire pozitivă, birefringență scăzută.

*Ocurență*. Apare în șisturi muscovitice și cuarțite, în Minas Geraes, Brazilia, asociat zirconului, monazitului și almandinului.

**OLIVEIRAIT**  $\text{Zr}_3\text{Ti}_2\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 

Mase masive; nu clivează; în lumină transmisă colorat în galben-verzui; macle multiple; slabă anizotropie, cind sînt vizibile structurile fibroase; în stare metamictică este izotrop.

*Chimism*. Analizele indică:  $\text{ZrO}_2=63,36\%$ ;  $\text{TiO}_2=29,92\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}=6,48\%$  (total 99,76%).

*Ocurență*. Întilnit în Minas Geraes, Brazilia.

**BRANNERIT**  $(\text{U}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Y}, \text{Th})_3\text{Ti}_5\text{O}_{16}$ 

Fragmente detritice, cristale prismatice, cu aspect morfologic triclinic.

Produsele sintetice sînt monoclinice cu  $a_0=9,87$ ;  $b_0=3,76$ ;  $c_0=6,95$  Å;  $\beta=119^{1/2}^\circ$ .  $Z=2$ .

*Spărtură*: concoidală.  $H=4^{1/2}$ .  $G=6,35$ . *Culoare*: negru, uneori brun-gălbui în situațiile de slabă alterare. *Urmă*: verde, neagră.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă galben-verzui; forma metamictică izotropă,  $n_{L1}=2,26$ ,  $n_{Na}=2,30$ .

*Chimism*. Elemente de bază sînt Ti, U și Ca, iar elementele minore Y, Th și  $\text{Fe}^{3+}$ . Formula generală posibilă este  $\text{A}_3\text{B}_5\text{O}_{16}$ , unde:  $\text{A}=\text{U}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Y}$ ,  $\text{Th}$ ;  $\text{B}=\text{Ti}$ .

*Ocurență*. În cristale detritice, în aluviuni de aur se găsește aproape de Kelly Gulch, Custer County, Idaho — S.U.A.

3. TIPUL  $\text{AB}_2\text{X}_6$ A. Grupa tapiolitului  $\text{AB}_2\text{O}_6$ **TAPIOLIT**  $\text{FeTa}_2\text{O}_6$ **MOSSIT**  $\text{Fe}(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ 

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,9392$ .

*Dimensiunea celulei elementare*: conține  $(\text{Fe}, \text{Mn})_2(\text{Ta}, \text{Nb})_4\text{O}_{12}$ :

	$a_0$ Å	$c_0$ Å
Tapiolit (Greenbushes, Australia)	4,745	9,210
Mossit (Norvegia)	4,711	9,120



**Habitus:** adesea prismatic [001] sau cu dezvoltarea fețelor (001), (100), (110), (113). **Macle:** fie (013) comune, fie prin rotirea (031) paralel cu perechea feței (113), căpătînd o simetrie rombică. Mai rar (101) sau (1.0.18). **Clivaj:** absent. **Spărtură:** neregulată sau semiconcoidală.  $H=6-6\frac{1}{2}$ .  $G=7,30-8$ ; variază în funcție de raportul Nb:Ta; cînd crește conținutul în Nb descrește greutatea specifică. **Luciu:** semiadamantin sau semi-metalic. **Culoare:** negru clar, negru-brun la suprafață. **Urmă:** brună, negru-brună.

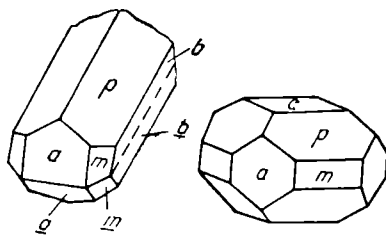


Fig. 67. Cristale de tapiolit: e(001); p(113); a(100); b(010); m(110).

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă tapiolitul este colorat în galben sau roșu-brun; pleocroism accentuat,  $\omega$ =galben-pal, brun-roșcat,  $\epsilon$ =aproape opac. Indicii  $n_{Li}$ :  $\omega=2,27$ ,  $\epsilon=2,42$ . Uniax pozitiv.

**Chimism.** Tapiolitul este un oxid de tantal și Fe, la care se adaugă Mn și Nb, care substituie Fe și respectiv Ta. Există o serie continuă spre conținuturi ridicate în Nb. Mossitul reprezintă termenul cu conținut apreciabil în Nb. Analize chimice pentru diferiți termeni sînt prezentate în tabelul 96.

Tabelul 96

Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,15	1,96	—	—
MgO	—	—	0,10	—	—
FeO	13,99	13,41	10,69	16,62	4,64
MnO	—	0,96	1,49	—	12,02
SnO <sub>2</sub>	—	1,26	0,34	0,18	—
TiO <sub>2</sub>	—	—	0,18	—	3,92
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	1,37	} 82,92	34,64
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	86,01	84,44	82,55		44,53
Rez.	—	0,14	1,14	—	0,26
Total	100,00	100,36	99,82	99,72	100,01

1 — FeTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>. 2 — Skogbölit; Skogböle (Finlanda); Rez. CuO .3 — Tapiolit; Tabba Tabba (Australia de Vest); Rez. H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>=0,31, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,83. 4 — Mossit; Råde (Norvegia); conține Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=52%, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=31%. 5 — Mangano-mossit?; Vinnletharra (Australia de Vest); H<sub>2</sub>O—urme.

**Ocurență.** Mineralele din această serie se întîlnesc obișnuit în pegmatite granitice și ca minerale detritice rezultate din aria de alterație a pegmatitelor granitice. Mossitul apare la Råde, aproape de Moss, Norvegia, iar mangano-mossitul la Yinniethara, Australia, în aluviuni. Tapiolitul se găsește în pegmatite cu turmalină, beril, albit, muscovit, tantalit, spodumen, triplit la Tammela și Kimito, Finlanda. Skogbölitul apare în Finlanda la Skogböle și în S.U.A. la Topsham.

## B. Grupa euxenit-policraz AB<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

**EUXENIT** (Y, Ca, Ce, U, Th)(Nb, Ta, Ti)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

**POLICRAZ** (Y, Ca, Ce, U, Th)(Ti, Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Sistemul de cristalizare: rombic, 2/m 2/m 2/m.

Relația axială: a : b : c = 0,3789 : 1 : 0,3527.

Dimensiunea celulei elementare: a<sub>0</sub> = 5,52; b<sub>0</sub> = 14,57; c<sub>0</sub> = 5,17 Å. Z = 4.

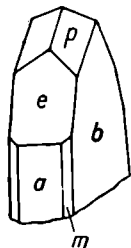


Fig. 68. Cristal de euxenit: a(100); p(111); b(010); e(201); m(110).

**Habitus:** prisme scurte [001] sau tabulare (010), îndeosebi la policraz, striuri paralele intersectînd (010), agregate dispuse paralel, subparalel sau radiar, mase masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), w (011), d (101), e (201), p (111), q (121), γ (131). **Macle:** (201) comune, (010) tabulare, cu striuri [001], rar (101). **Spărtură:** concoidală sau semiconcoidală.  $H = 6^{1/2} - 7^{1/2}$ .  $G = 5,00$ ; variază de la 5,3 (la raportul Nb : Ta > 2:1) la 5,9 (Nb : Ta < 1:1); în general descrește pe măsură ce procesul de alterare este mai intens. **Luciu:** strălucitor, semi-metalic sau gras și sticlos, pe suprafața proaspătă. **Culoare:** negru, verde-închis sau brun-negru. **Urmă:** galbenă, cenușie sau brun-roșcată.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă colorate în brun, brun-galben, brun-roșu; stările metamictice izotrope. Indicele de refracție variază cu compoziția (tabelul 97).

Tabelul 97

### Proprietăți optice (n)

Euxenit	2,195 (Hitterö)
Policraz	2,248 Santa Clara (Brazilia)

**Chimism.** Sînt oxizi cu Ta, Nb, de tip AB<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, unde: A = Y, Ce, Ca, U, Th, iar B = Ti, Nb, Ta, Fe<sup>3+</sup>; predomină constituenții Y, Ca, Ti, Nb și Ta. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> poate participa cu un conținut de 9%, iar SiO<sub>2</sub> într-o proporție de 21%; constituenți străini în rețea sînt TR, Hf, Ge, Sc, aflați în cantități reduse.

Tabelul 98

### Analize chimice

	1	2	3
CaO	1,08	2,03	0,85
MgO	0,06	0,07	0,08
MnO	0,16	0,19	—
PbO	0,63	1,01	0,43
FeO	1,13	0,14	1,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	urme	0,45	urme

	1	2	3
(Ce . . . ) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,20	0,87	2,45
(Y, Er) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,73	24,95	27,32
UO <sub>2</sub>	5,83	7,25	5,64
UO <sub>3</sub>	—	1,51	—
ThO <sub>2</sub>	3,58	2,64	4,60
SnO <sub>2</sub>	0,18	0,14	0,11
SiO <sub>2</sub>	0,17	1,08	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,16	—
TiO <sub>2</sub>	25,68	25,04	24,43
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,64	22,28	29,00
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,27	5,32	1,01
H <sub>2</sub> O	2,55	2,37	—
Rez.	0,27	0,05	2,87
<b>Total</b>	<b>100,16</b>	<b>99,55</b>	<b>100,16</b>

1 — Euxenit; Alve, Arendal (Norvegia); (Y, Er)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> conține cca. 12,22, pentru Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> — urme, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O=0,27. 2 — Euxenit; Maberly (Ontario); BeO=0,05, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>=0,08, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>=2,29, Pb/U+0,38 Th=0,11. 3 — Euxenit; Hitterö; Rez. 2,87 și WO<sub>3</sub> — urme.

**Ocurență.** Apar în pegmatite granitice, asociate biotitului, muscovitului, ilmenitului, monazitului, xenotimului, zirconului, magnetitului, granaților și frecvent cu thorit, uraninit, betafit și columbit. Uneori se găsesc ca minerale detritice în aria de răspândire a pegmatitelor granitice. Euxenitul și policrazul se întâlnesc în Norvegia la Jölster, Sönd Fiord, la Rasvåg, insula Hitterö și în insula Kragero; în Finlanda la Hunttila, aproape de Pitkäranta; în Suedia la Slättåkra; în Groenlanda la Karrakungak; în Madagascar, în pegmatite alcaline bogate în potasiu, asociat cu columbit, tantalit, magnetit, betafit, mai rar cu scapolit, crisoberil și bismut nativ; în Brazilia în statele Espirito Santo și Minas Geraes.

**ESCHWEGEIT** Ca(Y, Er)(U, Th)(Nb, Ta, Ti, Fe<sup>3+</sup>)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

**Spărtură:** concoidală.  $H=5^{1/2}$ ;  $G=5,87$ ; **Culoare:** cenușiu-roșcat.

**Proprietăți optice.** Starea metamiclică este izotropă;  $n$  este cuprins între 2,15 și 2,20.

**Chimism.** Conține Y, Ti, Nb și Ta, ca elemente esențiale. Formula generală corespunde: CaAB<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, unde: A=(Y, Er), U, Th și B=Nb, Ta, Ti, Fe<sup>3+</sup>.

**Ocurență.** Întilnit la Rio Doce, Minas Geraes, Brazilia.

**YTROCRASIT** (Y, Th, U, Ca)<sub>2</sub>(Ti, Fe<sup>3+</sup>, W)<sub>4</sub>O<sub>11</sub> ?

**Sistemul de cristalizare:** aparent rombic.

**Habitus:** cristale pinacoidale sau domate. **Spărtură:** neregulată sau aproape concoidală.  $H=5^{1/2}$ —6.  $G=4,80$ . **Luciu:** frecvent rășinos. **Culoare:** negru; se modifică pe măsură ce procesul de alterare avansează. **Radioactiv.**

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă apare colorat în variate tonuri de galben; forma metamictică este izotropă; parțial prezintă anizotropie,  $n$  variază între 2,12 și 2,15.

**Chimism.** Corespunde în general formulei  $A_2B_4O_{11}$ , unde:  $A=Y, Th, U, Ca$ , iar  $B=Ti, Fe^{3+}, W$ .

**Ocurență.** Apare în pegmatite granitice, în Burnet County – Texas, la Baringer Hill, în pegmatitele de la Llano County (S.U.A.).

### C. Grupa columbit-tantalit

**COLUMBIT**  $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$

**TANTALIT**  $(Fe, Mn)(Ta, Nb)_2O_6$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,829 : 1 : 0,890$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 14,27$ ;  $b_0 = 5,74$ ;  $c_0 = 5,09 \text{ \AA}$ ; conține  $(Fe, Mn)_4(Nb, Ta)_6O_{24}$ .  $Z = 4$ .

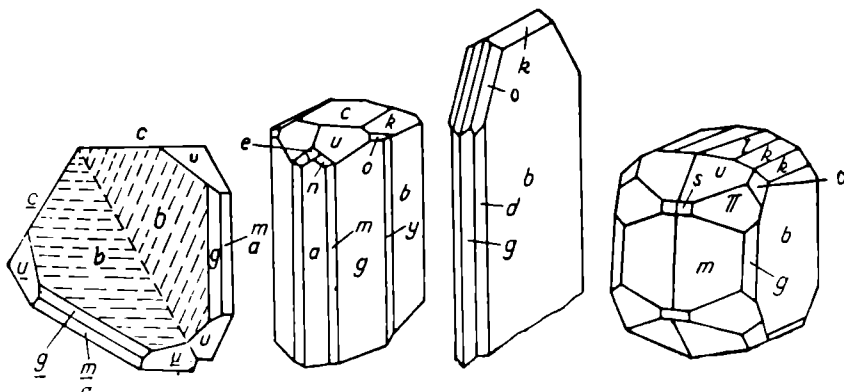


Fig. 69. Cristale de columbit:  $c(001)$ ;  $b(010)$ ;  $a(100)$ ;  $g(130)$ ;  $m(110)$ ;  $K(011)$ ;  $e(201)$ ;  $u(111)$ ;  $s(221)$ ;  $o(131)$ .

**Habitus:** prisme scurte  $[001]$ , forme frecvente  $(100)$  sau  $(010)$ ; uneori echi-dezvoltate; rar forme tabulare  $(010)$  sau  $(100)$ ; fețele piramidale predominante  $(111)$ , mase masive. **Macle:**  $(201)$  plan de maclă; uneori macle de penetrație pseudohehexagonale; plan de maclă  $(203)$  și plan de maclă  $(501)$ .

**Clivaj:**  $(010)$  distinct,  $(100)$  slab. **Spărtură:** neregulată sau semiconcoidală.  $H = 6$  (columbit),  $6 - 6\frac{1}{2}$  (tantalit).  $G = 5,20$  (columbit),  $8,10$  (tantalit); crește odată cu conținutul în Ta. Termenii intermediari, la care raportul  $Fe : Mn = 1 : 1$ , iar conținutul în  $Ta_2O_5$  pe unitatea celulară este de 17%, au greutatea specifică 5,48. **Culoare:** negru de oțel, negru-brun, brun-roșcat, cu reflexe interne. **Urmă:** neagră, roșu-închis. **Transparente,** în secțiuni subțiri. **Paramagnetice.**

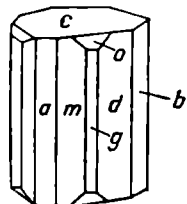


Fig. 70. Cristal de tantalit:  $a(100)$ ;  $b(010)$ ;  $c(001)$ ;  $m(110)$ ;  $d(170)$ ;  $o(131)$ ;  $g(130)$ .

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă colorate în roșu, galben-roșcat, brun-roșcat (varietățile cu mult mangan). Pleocroism puternic, de la brun la brun-roșu;  $\gamma > x$ ; indicii

de refracție descresc odată cu creșterea conținutului în  $Ta_2O_3$ , iar birefringența crește. Orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$  (tabelul 99).

Tabelul 99

Proprietăți optice în lumină transmisă

	1	2	3	4	5
$\alpha$	—	—	2,26	—	2,19
$\beta$	2,45	2,40	2,32	2,30	2,25
$\gamma$	—	—	2,43	—	2,34
Birefringența	mare	f. mare	0,17	—	0,15
Absorbția	—	puternică	roșu-brun	roșu-brun	puternică
2V	—	$\gamma > \alpha$ negativ	$\gamma > \alpha$ mare +	$\gamma > \alpha$ —	mare, pozitiv
$Ta_2O_5$ aprox.	9,3	—	—	70,00	43,30

1 — Columbbit; Canön City (Colorado). 2 — Fe-Columbit; Haddam. 3 — Tantalit. 4 — Tantalit. 5 — Mn-Tantalit; Amelia Court House (Virginia).

În lumină reflectată colorate în alb-cenușiu, brun sau roșu, cu reflexe interne brun-roșcate.  $R$  în aer, pentru verde 15%, oranj 17%, roșu 14%, iar în imersie, pentru verde 6%, oranj 6%, roșu 5,5%. Bireflexia este slabă, atît în aer, cit și în imersie. Efectele de anizotropie sînt destul de slabe, în imersie devenind mai clare. Extincție dreaptă. Termenii bogați în Ta indică reflexe interne mai clare. Conținuturile mai ridicate în Mn determină mărirea reflexelor.

Tabelul 100

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
MnO	10,49	3,28	5,97	12,45	12,49	5,66	14,15
FeO	10,63	17,33	15,04	8,07	4,22	11,91	1,63
SnO <sub>2</sub>	—	0,73	0,67	0,11	—	} 0,44	} 0,48
WO <sub>3</sub>	—	0,13	—	0,45	—		
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	78,88	77,97	72,37	56,48	31,30	27,22	15,11
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	5,26	22,12	51,99	53,47	68,65
Rez.	—	0,48	0,58	0,15	—	1,30	0,55
Total	100,00	99,92	99,89	99,83	100,00	100,00	100,57

1 — (Fe, Mn)Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, Fe : Mn=1 : 1. 2 — Fe-columbit; Groenlanda; ZrO<sub>2</sub>=0,13, MgO=0,23, CaO — urme, PbO=0,12. 3 — Columbbit; Anneröd (Norvegia); CaO=0,58. 4 — Columbbit; Canon City (Colorado); Rez.=0,15. 5 — (Fe, Mn)(Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> unde Fe : Mn=1 : 3, Nb : Ta=1 : 1. 6 — Tantalit; M. Tin Custer; TiO<sub>2</sub>=1,30, CaO=0,48. 7 — Mn-tantalit; Wodgina (Australia de Vest).

*Chimism.* Sînt oxizi de Fe, Mn, Nb și Ta, cu formula generală de tipul  $(\text{Fe, Mn})(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_6$ , caracterizați printr-o variație continuă a constituenților. Sn substituie pozițiile (Fe, Mn), iar W substituie de regulă (Nb, Ta). Elementele Ti (Y, Ce), Mg, U (toddit) se datoresc de cele mai multe ori impurităților. Spectrografic s-au mai determinat He, N. *Varietăți:* columbit  $\text{Nb} > \text{Ta}$ ; Fe-columbit  $\text{Fe} : \text{Mn} > 3 : 1$ ; columbit tungstenifer  $\text{WO}_3$  cca. 13%. Tantalit  $\text{Ta} \geq \text{Nb}$ ; Fe-tantalit  $\text{Fe} : \text{Mn} = 3 : 1$ ; manganotantalit  $\text{Mn} : \text{Fe} = 3 : 1$ .

*Ocurență.* Columbitul și tantalitul sînt minerale cu frecvență relativ ridicată și întilnite îndeosebi în pegmatite granitice, bogate în silicați de Li, Mn, Fe; se asociază cu albit, microclin, beril, lepidolit, muscovit, turmalină neagră, ambligonit, triplit, samarskit, apatit, microlit, uneori casiterit. Varietățile sînt determinate de schimbarea raporturilor între Nb : Ta și Mn : Fe. Sînt semnalate în Norvegia la Kristiania și la Anneröd; în Suedia la Finbö, Broddbö, Varuträsk; în U.R.S.S. în regiunea Miask în M. Ilmen; în India (Bengal); în Italia, la Val Vigizzo, Piemonte; în Franța la Limoges; în Japonia la Makabe și Hitachi; în Madagascar; în Groenlanda la Triedrickstat; în S.U.A., în Massachusetts la Beverly, în Virginia la Amalia Court House; în Canada la Sudbury, Ontario.

#### D. Grupa eschinit-priorit $\text{AB}_2\text{O}_6$

**ESCHINIT** (Ce, Ca,  $\text{Fe}^{2+}$ , Th)(Ti, Nb) $_2\text{O}_6$

**PRIORIT** (Y, Er, Ca,  $\text{Fe}^{2+}$ , Th)(Ti, Nb) $_2\text{O}_6$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:* eschinit:  $a : b : c = 0,4867 : 1 : 0,6737$ ; priorit:  $a : b : c = 0,4746 : 1 : 0,6673$ .

*Habitus:* cristale prismatice, uneori prisme scurte (001), tabulare (010), cu striuri (100) sau (010). Forme cristalografice specifice pentru eschinit: c (001), b (010), n (130), r (120), m (110), x (021), d (101), p (111), iar pentru priorit: c (001), b (010), a (100), t (140), n (130), r (120), m (110), u (023), v (045), x (021), d (101), p (111). Uneori mase masive. *Clivaj:* (100) urme. *Spărtură:* concoidală.  $H = 5 - 6$ .  $G = 5,19$  (eschinit) și 4,95 (priorit). *Luciu:* semimetalic sau rășinos, pe suprafețele supuse alterării. *Culoare:* negru; variază între galben și brun la suprafață. *Urmă:* aproape neagră, brună (eschinit), galben-roșcată (priorit).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă sînt colorate în brun-roșcat, brun-închis; anizotrope; izotrope pentru formele metamictice; indicii de refracție variază: la eschinit  $n = 2,26$  pentru forma metamictică, crescînd la forma cristalină la 2,285; la priorit  $n = 2,142$  (metamictic), iar în varietatea cristalină de 2,24.

*Chimism.* Sînt membrii seriei de tipul  $\text{AB}_2\text{O}_6$ , unde:  $A = \text{Ce, Ca, Fe}^{2+}$ , Th și  $B = \text{Ti, Nb}$ ; Ce predomină în eschinit, iar Y, Er substituie Ce în priorit. Elementele minore determinate se datoresc amestecurilor intime din timpul creșterii cristalelor; pentru A acestea sînt Mn, Pb, U, Sn, Zr, iar pentru  $B - \text{Ta, Al, Si}$ ; conținutul în  $\text{H}_2\text{O}$  variază în funcție de gradul de alterare.

## Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	2,50	2,50	4,12	2,71
MnO	—	—	0,19	—
MgO	—	—	0,22	—
FeO	4,28	3,34	5,63	3,48
(Y, Er) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,53	3,10	17,11	17,46
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,50	} 19,41	4,32	3,89
(La, Dy) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—		—	—
UO <sub>2</sub>	—	—	0,49	—
SnO <sub>2</sub>	urme	—	0,29	—
ThO <sub>2</sub>	15,42	17,55	0,61	17,04
SiO <sub>2</sub>	—	—	2,12	urme
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	urme
TiO <sub>2</sub>	22,60	21,20	21,89	22,21
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	23,85	32,51	36,68	32,35
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,95	—	—	—
H <sub>2</sub> O	—	—	3,69	—
Rez.	—	—	2,14	—
Total	99,67	99,61	99,50	99,14

1 — Eschinit; Hitterö; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și SiO<sub>2</sub> urme. 2 — Eschinit; Miask. 3 — Priorit; Embabasu (Elveția). 4 — Priorit; M. Ural (U.R.S.S.).

**Ocurență.** Eschinitul se întâlnește în sienite cu nefelin, de tip miaskitic, cu feldspați, zircon, samarskit, la Miask, în Munții Ilmen, U.R.S.S. Prioritul apare în pegmatite granitice, cu euxenit, zircon, monazit, xenotim, allanit, TR, în Norvegia la Hitterö și în Madagascar la Tongafeno și Ambedabao.

**SAMARSKIT** (Y, Er, Ce, U, Ca, Fe<sup>2+</sup>, Pb, Th)(Nb, Ta, TiSn)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:* a : b : c = 0,5456 : 1 : 0,5177.

*Habitus:* cristale prismatice [001], uneori tabulare, (100) sau (010), posibil alungiri după [010], cu față predominantă (101), mase masive. Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (130), h (120), m (110), e (101), x (201), p (111), z (121), v (131). *Clivaj:* (010) slab. *Spărtură:* concoidală. *H* = 5–6. *G* = 5,69; variază în funcție de gradul de alterare. *Luciu:* rășinos sau sticlos pe spărtură, semimetalic pe fețe de cristal. *Culoare:* negru, pentru unele varietăți brun, iar cele alterate brun-gălbui. *Urmă:* brun-roșcat-închis, brună sau neagră, brun-gălbuie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este colorat în brun-deschis și brun-închis. Formele metamictice sînt izotrope; uneori apar efecte de anizotropie; indicele de refracție: *n* = 2,20.

*Chimism.* Este un oxid cu elemente de bază: Nb, Ta, TR, Ca, Fe, U, Th, Ti. Formula posibilă: AB<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, unde: A = Y, Er, Ce, La, U, Ca, Fe<sup>2+</sup>, Pb,

Th, iar B=Nb, Ta, Ti, Sn, W, Zr? Apa apare numai în probele afectate de procesul de alterare; SiO<sub>2</sub> se găsește ca amestec mecanic. Sînt prezente Ra, N, He.

Tabelul 102

Analize chimice

	1	2	3
CaO	0,55	0,51	0,37
MgO	—	0,41	0,09
FeO	10,75	11,15	—
MnO	0,78	0,69	0,79
PbO	—	0,15	0,51
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,49	7,83	} 14,10
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	13,37	
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,25	
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,37	
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,17	1,56	
UO <sub>3</sub>	12,55	11,23	17,20
SnO <sub>2</sub>	0,08	0,79	—
ThO <sub>2</sub>	—	1,73	3,03
TiO <sub>2</sub>	—	0,68	—
ZrO <sub>2</sub>	—	1,03	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,13	10,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,19	—
WO <sub>3</sub>	—	1,41	—
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	37,51	32,02	} 51,38
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	18,20	11,18	
H <sub>2</sub> O	1,12	1,22	1,55
Rez.	—	0,85	0,09
Total	100,20	100,75	99,29

1 — Samarskit; Mitchell (Carolina de Nord). 2 — Samarskit; Miask (U.R.S.S.). Na<sub>2</sub>O=0,28, K<sub>2</sub>O=0,21, ZnO=0,17, SiO<sub>2</sub>=0,12. 3 — Samarskit; Topsham; insol. =0,09, TiO<sub>2</sub> — inclus în (Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>.

*Ocurență.* Se întilnește în pegmatite granitice, asociat columbitului. Alteori se asociază monazitului, magnetitului, berilului, biotitului, uraninitului, muscovitului, eschinitului, albitului, topazului și granatului. Determinat în U.R.S.S. la Miask (în Ural) și în regiunea Batum; în Norvegia la Annerød, aproape de Moss, în pegmatite, precum și la Iveland, districtul Satersdalen; în Suedia la Nothamus, Våddön; în India la Madras; în Kalimantan; în Madagascar, în pegmatite, la Antenamalașa; în Japonia la Ishikawa, Iwaki; în Brazilia la Civino de Ubã, la Minas Geraes, în pegmatite cu monazit; în S.U.A., la Greasy Creek Township, Mitchell County (Carolina de Nord), la Spruce Pine, aproape de Asherville, în Colorado la Ohio City, Gunnison County și la Devil's Head, Douglas County, apoi la Idaho City, Boise County, în Idaho.



**THOREAULIT**  $\text{SnTa}_2\text{O}_7$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=17,11$ ;  $b_0=4,85$ ;  $c_0=5,56$  Å;  $\beta=90^\circ 54'$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001]. *Macles:* lamelare, fața de alipire (010). *Clivaj:* (100) perfect, (011) imperfect.  $H=6$ .  $G=7,6-7,9$ . *Luciu:* adamantin sau rășinos. *Culoare:* brun. *Urmă:* galbenă, verde-închis.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă are culoare galbenă. Biax pozitiv,  $2V_\gamma=25^\circ$ . Orientarea:  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c=27^\circ$ . Indicile de refracție mediu:  $n=2,459$ . Birefringență clară;  $\Delta$  aproximativ 0,039.

*Chimism.* Oxid de staniu și tantal. Compoziția chimică este prezentată în tabelul 103.

Tabelul 103

**Analize chimice**

	1	2
SnO	22,41	21,88
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	77,59	72,83
SiO <sub>2</sub>	—	1,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,50
CaO	—	1,28
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,36</b>
1 — SnTa <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . 2 — R. Zair; Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, MgO — urme.		

*Ocurență.* Se găsește în pegmatite cu casiterit la Monono (Shaba, Zair).

4. TIPUL  $A_m B_n X_p$   $m:n \leq 1:3$ **Seria betafitului**

*Caractere generale:* cristale cubice, frecvent în stări metamictice; în formula generală  $A=U$ , Ca, Th, Pb, Ce, Y și  $B=Ti$ , Nb, Ta,  $Fe^{3+}$ , Al (prezentate în succesiune descrescătoare);  $H_2O$  intră și ea în formula generală; greutatea specifică variază în funcție de starea de alterare a mineralului; prezintă relații paragenetice cu mineralele din seria piroclor-microlit.

**BETAFIT**  $(U, Ca)(Nb, Ta, Ti)_3O_9 \cdot nH_2O$ 

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=10,3$  Å.

*Habitus:* de regulă octaedric, uneori cristale aplatizate (011) sau alungite [001]. Forme principale: a (001), d (011), o (111), g (023), m (113), r (233). *Spărtură:* concoidală.  $H=4-5^{1/2}$ .  $G=3,7-5$ ; variază în funcție de gradul de alterare. *Luciu:* sticlos sau semimetalic. *Culoare:* brun-verzui, galben, negru (varietatea bogată în Ti).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este incolor; izotrop (forma metamictică);  $n=1,915$ .

*Chimism.* Este un oxid de Nb, Ta, U și Ca; ca elemente minore apar: Pb, Th,  $Fe^{3+}$ , Sn,  $Fe^{2+}$ , TR; apa are un rol deosebit, dar este prezentă probabil datorită procesului de alterare. Puternic radioactiv. *Varietăți:* *samiresit* — cu plumb, unde Pb : U = 3 : 8; *litanobetafit*, unde Ti : Nb + Ta : Fe = 9 : 3 : 1.

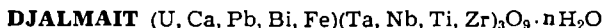
Tabelul 104

Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	3,12	8,96
MnO	—	—	—
PbO	7,35	urme	1,70
MgO	—	urme	urme
FeO	1,06	—	—
(Y, Er) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—
(Ce, La) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	1,00	—
UO <sub>2</sub>	21,20	—	—
UO <sub>3</sub>	—	27,15	15,52
SnO <sub>2</sub>	0,10	0,37	—
ThO <sub>2</sub>	—	1,12	—
SiO <sub>2</sub>	—	—	0,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,74	1,50	0,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,50	5,52
TiO <sub>2</sub>	6,70	16,20	35,05
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45,80	34,80	8,51
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,70	1,00	12,85
H <sub>2</sub> O	12,45	12,50	9,63
Rez.	0,30	0,38	—
Total	99,60	99,64	99,34

1 — Samiresit; Samiresy; Rez. K<sub>2</sub>O=0,30. 2 — Betafit; Ambalahazo; Rez. K<sub>2</sub>O=0,38. 3 — Titano-betafit; Tangen (Norvegia); negru, cu luciu vitros.

*Ocurență.* Apare în pegmatite granitice, asociat cu minerale ca euxenit, fergusonit, allanit, uneori zircon, beril. Este întâlnit în Madagascar la Ambato Campickely, la Soma și Andibakely; în U.R.S.S., în Siberia la Sludianka, la Lacul Baikal, în pegmatite cu titanit, granat, zircon, magnetit și piroxen; în Norvegia la Hogyaaen, aproape de Tangen, la Evje, Landsmerk și la Sjosland în Satersdalen.



*Sistemul de cristalizare:* cubic, forme octaedrice.

*Spărtură:* neregulată.  $H=5^{1/2}$ .  $G=5,75-5,88$ . *Culoare:* galben-brun, brun, negru-brun; în secțiuni subțiri galben-brun, cu  $n=1,97$ .

*Chimism.* Oxid de Ta, U, Ti și alte elemente.

*Ocurență.* Este întâlnit în pegmatite granitice, la Posse, Conçeição County și în Minas Geraes, Brazilia.



Compușii halogenați cu structuri ionice tipice, deci cu cationi cu sarcini mici, raze ionice mari și cu capacitate foarte slabă de polarizare, vor prezenta proprietăți specifice, ca: transparentă ridicată, lipsă de culoare, greutate specifică mică, solubilitate foarte mare în apă, indici de refracție mici, luciu sticlos etc. Compușii halogenați cu cationii metalelor grele, cu învelișul exterior alcătuit din 18 electroni  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  etc., care au tendința de a polariza puternic anionii înconjurători și de a forma rețele cristaline cu legături homeopolare vor indica proprietăți deosebite, respectiv: greutăți specifice mari, colorații idiocromatice de regulă slabe, indici de refracție mari, luciu adamantin, solubilitate mai redusă în apă. În cadrul compușilor halogenați cu cationi ai metalelor ușoare, proprietățile sînt influențate și de natura anionilor care intră în structura compușilor, respectiv  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  sau  $\text{I}^-$ . Aceste deosebiri sînt determinate îndeosebi de dimensiunile anionilor; anionul  $\text{F}^-$  se deosebește mult prin dimensiunile sale de restul anionilor din grupa halogenilor, după cum se remarcă din compararea valorilor razelor lor:  $\text{F}^- = 1,33 \text{ \AA}$ ,  $\text{Cl}^- = 1,81 \text{ \AA}$ ,  $\text{Br}^- = 1,96 \text{ \AA}$ ,  $\text{I}^- = 2,19 \text{ \AA}$ . Aceste dimensiuni influențează în mare măsură alegerea cationilor în formarea compușilor, asupra stabilității lor, precum și asupra proprietăților fizice și chimice ale lor. Cea mai mare parte a cantităților de  $\text{F}^-$  din scoarța terestră este combinată cu  $\text{Ca}^{2+}$  și uneori cu  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Si}^{4+}$  (în compuși dubli), în timp ce  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  și  $\text{I}^-$ , care sînt mult mai puțin răspîndiți decît fluorul, sînt combinați în special cu Na, K, (Rb), (Ca) și Mg în săruri hidratate. Dacă în natură sînt întîlnite cloruri, bromuri și ioduri cu Au, Ag, Hg etc., compuși similari ai fluorului nu apar deloc în scoarță. De asemenea, clorurile metalelor ușoare se dizolvă foarte ușor în apă, în timp ce fluorurile lor sînt în general insolubile în apă. Temperaturile de fierbere și de topire ale fluorurilor sînt mult mai înalte decît ale clorurilor respective. De exemplu, temperatura de fierbere a  $\text{SnF}_4$  este de  $705^\circ\text{C}$ , iar a  $\text{SnCl}_4$  de  $114^\circ\text{C}$ ; a  $\text{AlF}_3$  de peste  $1000^\circ\text{C}$ , în timp ce a  $\text{AlCl}_3$  de numai  $81^\circ\text{C}$ .

Caracterele geochimice ale halogenilor sînt deosebit de interesante.

Fluorul este prezent aproape întotdeauna în roci magmatice, formate în stadiul principal al cristalizării. El este prezent în structuri minerale, sub formă de ioni  $\text{F}^-$ , avînd o rază de  $1,33 \text{ \AA}$ , identică cu cea a  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$  ( $1,32$  și  $1,33 \text{ \AA}$ ). Dimensiunile egale ale ionilor explică ocurența frecventă a fluorului în silicați, care conțin grupe  $\text{OH}^-$  în structurile lor; ca o consecință, fluorul este întîlnit în mice, amfiboli, turmalină etc. Mineralul cel mai important este fluorina- $\text{CaF}_2$ ; fluorurile de magneziu și aluminiu simple nu apar în roci magmatice.

Clorul este și el frecvent aproape întotdeauna în roci magmatice (formate în stadiul principal al cristalizării), sub forma ionului  $\text{Cl}^-$ ; raza sa de  $1,81 \text{ \AA}$  este ceva mai mare decît a  $\text{F}^-$  și de aceea cei doi ioni nu prea se înlocuiesc unul pe altul în același mineral, ci tind să se concentreze în specii separate. Clorul apare în minerale, în mod frecvent, împreună cu anioni complecși ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $(\text{CO}_3)^{2-}$ ; de exemplu în clorsulfatul clorotionit  $\text{K}_2\text{Cu}(\text{Cl}_2)(\text{SO}_4)$  sau în clorocarbonatul numit fosgenit  $\text{Pb}_2(\text{Cl}_2)(\text{CO}_3)$ ). Cei mai importanți dintre silicații care conțin clor sînt scapolitele și eudialitul; cantitativ însă importanța acestora este mică. Clorurile simple sînt ușor solubile și de aceea ele nu apar sub formă de minerale în rocile magmatice. Clorura de amoniu —  $\text{NH}_4\text{Cl}$  — este un constituent frecvent al sublimatelor vulcanice. Knid (1939) a arătat că, de regulă, fluorul predomină în roci magmatice normale

formate în stadiul principal al cristalizării. Raportul F : Cl din roci variază; în roci acide conținutul de clor scade pe seama unei creșteri corespunzătoare a conținutului în fluor.

Fluorul și clorul prezintă tendința de a se concentra către ultimele faze din stadiul principal al cristalizării; concentrația fluorului este mult mai pronunțată în raport cu clorul în stadiul pegmatitic; de asemenea fluorul este un element specific rocilor pneumatolitice și hidrotermale. Fluorul și clorul sînt componenți principali ai produselor volatile ale magmelor, fapt confirmat și de degajările, uneori foarte însemnate, de HCl și HF din produsele gazoase ale erupțiilor vulcanice.

Bromul este un element tipic dispers; el nu se prezintă în concentrații însemnate în roci magmatice. Raza ionului  $\text{Br}^-$  este de același ordin de mărime cu aceea a clorului; de aceea este de așteptat ca bromul să fie capabil de a înlocui clorul într-o anumită proporție. Modul de ocurență a bromului în mineralele separate în stadiul principal al cristalizării este incomplet cunoscut; forma sub care se găsește bromul în mineralele comune ale rocilor este necunoscută.

Iodul este de asemenea un element dispers tipic. Ca și bromul în roci magmatice, iodul nu se concentrează îndeajuns pentru a forma minerale independente. Raza ionică a  $\text{I}^-$  de 2,20 Å este mult mai mare decît aceea a  $\text{Br}^-$ ; de aceea înlocuirea celorlalți halogeni prin iod este practic imposibilă.

În condiții exogene apar însă cloruri de  $\text{Na}^+$  (mai puțin de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) în cantități enorme, împreună cu sulfați, uneori cu borați și cu alți compuși solubili în apă. Alături de clor se observă concentrații importante de brom și iod. Astăzi 70—75% din cantitatea totală de clor (și de brom) din scoarța terestră, precum și peste 90% din cantitatea totală de iod sînt concentrate în apele oceanelor; fluorurile nu se găsesc în cantități însemnate în depozitele salifere. Mările și oceanele sînt colectorii clorurilor dizolvate. Conținutul în fluor în apele marine nu depășește 0,8 g/m<sup>3</sup>; el este asimilat parțial de microorganismele și intră în compoziția scheletului animalelor superioare, în special în smalțul dinților, constituit aproape exclusiv din fluorură de calciu. Migrația fluorului în condiții exogene prezintă o particularitate caracteristică. În procesul de alterare a rocilor și zăcămintelor de minereuri, odată cu clorul se pun în libertate și cantități însemnate de fluor, însă afinitatea lui chimică față de calciu este atît de mare încît, în drum spre bazinele marine, el precipită în mare parte din soluții, formînd compusul  $\text{CaF}_2$ , greu solubil, și oprindu-se, astfel, în depozitele continentale. Astfel se explică cantitatea neînsemnată de fluor din apa mării.

Clorurile, spre deosebire de fluoruri, sînt mult mai răspindite în natură. Sînt cunoscute combinațiile clorului cu 16 elemente; dintre acești compuși cei mai importanți sînt clorurile de Na și Mg care formează uneori zăcămintele salifere de origine sedimentară, în condiții exogene, împreună cu alte săruri solubile. Compușii metalelor grele, Cu, Ag, Pb, prezintă importanță secundară. Este important să se sublinieze că în condiții exogene K și Na au un rol geochimic diferit. Deși în litosferă clark-urile lor sînt aproximativ egale, iar aceste elemente sînt puse în libertate prin alterarea rocilor și trec în soluții în cantități egale, totuși în apele marine, unde are loc o concentrație a clorurilor, conținutul în NaCl este de 3,5%, în timp ce KCl atinge numai 0,6—0,7%. În urma analizelor chimice ale solurilor și depozitelor continentale s-a constatat că în timp ce cea mai mare parte a sodiului ajunge prin

ape superficiale și fluviale în lacuri și mări, potasiul este absorbit prin migrația soluțiilor în părțile superficiale ale scoarței, în soluri, roci argiloase, fiind asimilat de plante. Cenușa plantelor este totdeauna bogată în potasiu. De aici rezultă clar de ce în produsele cristalizate rezultate în urma evaporării lagunelor predomină compușii sodiului în comparație cu cei ai potasiului.

Tabelul 105

### Clasificarea sărurilor haloide

I. SĂRURI HALOIDE NORMALE, ANHIDRE ȘI HIDRATATE	
1. Tipul AX	
<i>Grupa sării geme</i>	
Halit	NaCl
Silvină	KCl
Villaumit	NaF
Kerargirit	AgCl
Bromirit	AgBr
Salmiac	NH <sub>4</sub> Cl
<i>Grupa nantokitulul</i>	
Nantokit	CuCl
Miersit	(Ag, Cu)I
Marshit	CuI
Iodirit	AgI
Calomel	HgCl
2. Tipul AX <sub>2</sub>	
<i>Grupa fluorinet</i>	
Fluorină	CaF <sub>2</sub>
Sellait	MgF <sub>2</sub>
Gagarinit	NaCaYF <sub>6</sub>
<i>Grupa lawrencitulul</i>	
Lawrencit	FeCl <sub>2</sub>
Scaechit	MnCl <sub>2</sub>
Cloromagnezit	MgCl <sub>2</sub>
Hidroflit	CaCl <sub>2</sub>
Coccnit	HgI <sub>2</sub>
Cotunnit	PbCl <sub>2</sub>
Eriocalcit	CuCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O
Bischoffit	MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O
3. Tipul AX <sub>3</sub>	
Molysit	FeCl <sub>3</sub>
Fluocerit	(Ce, La, Nd)F <sub>3</sub>
Cloraluminit	AlCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O
II. OXISĂRURI ȘI HIDROXIL SĂRURI HALOIDE	
1. Tipul A <sub>m</sub> (O, OH) <sub>p</sub> X <sub>q</sub>	
Eglestonit	Hg <sub>4</sub> OCl <sub>2</sub>
Terlinguait	Hg <sub>2</sub> OCl
Lorettoit	Pb <sub>7</sub> O <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>
Mendipit	Pb <sub>3</sub> O <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
Daviesit	—

<i>Grupa matlockitului</i>	
Matlockit	PbFCl
Bismoclit	BiOCl
Daubreit	Bi(OH, Cl)
Laurionit	Pb(OH)Cl
Paralaurionit	Pb(OH)Cl
Penfieldit	Pb <sub>2</sub> (OH)Cl <sub>3</sub>
Fiedlerit	Pb <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>
<i>Grupa atacamitului</i>	
Atacamit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl
Kempit	Mn <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl
Paraatacamit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl
Botallackit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl
Cadwaladerit	Al(OH) <sub>2</sub> Cl · 4H <sub>2</sub> O
2. Tipul A <sub>m</sub> B <sub>n</sub> (O, OH) <sub>p</sub> X <sub>q</sub>	
Boleit	Pb <sub>9</sub> Ag <sub>3</sub> Cu <sub>8</sub> Cl <sub>21</sub> (OH) <sub>18</sub> · 2H <sub>2</sub> O?
Cumengeit	Pb <sub>4</sub> Cu <sub>4</sub> Cl <sub>8</sub> (OH) <sub>8</sub> · H <sub>2</sub> O?
Pseudoboleit	Pb <sub>5</sub> Cu <sub>4</sub> Cl <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub> · 2H <sub>2</sub> O?
Percylit	PbCuCl <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Diaboleit	Pb <sub>2</sub> CuCl <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>
Cloroxifit	PbCuO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ?
Nocerit	Ca <sub>3</sub> Mg <sub>5</sub> F <sub>4</sub> O <sub>3</sub>
Zirkderit	9(Fe, Mn, Ca)Cl <sub>2</sub> · Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O
Kleinlit	(Hg <sub>2</sub> N)(Cl, SO <sub>4</sub> ) · H <sub>2</sub> O
Mosesit	(Hg <sub>2</sub> N)(Cl, SO <sub>4</sub> , MoO <sub>4</sub> , CO <sub>3</sub> ) · nH <sub>2</sub> O
III. SĂRURI HALOIDE COMPLEXE, ALUMINO-FLUORURI	
1. Tipul A <sub>m</sub> BX <sub>3</sub> · xH <sub>2</sub> O	
Clorocalcit	KCaCl <sub>3</sub>
Carnalit	KMgCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O
Tahihidrit	CaMg <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> · 12H <sub>2</sub> O
2. Tipul A <sub>m</sub> BX <sub>4</sub>	
Pseudocotunnit	K <sub>2</sub> PbCl <sub>4</sub>
Avogadrit	(K, Cs)BF <sub>4</sub>
Ferrucit	NaBF <sub>4</sub>
Criolitionit	Na <sub>3</sub> Li <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> F <sub>12</sub>
3. Tipul A <sub>m</sub> BX <sub>4</sub> · xH <sub>2</sub> O	
Douglasit	K <sub>2</sub> FeCl <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O?
Mitscherlichit	K <sub>2</sub> CuCl <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O
<i>Serta eritrosideritului</i>	
Eritrosiderit	K <sub>2</sub> FeCl <sub>5</sub> · H <sub>2</sub> O
Kremersit	(NH <sub>4</sub> , K) <sub>2</sub> FeCl <sub>5</sub> · H <sub>2</sub> O
4. Tipul A <sub>m</sub> BX <sub>6</sub>	
<i>Grupa hieratitului</i>	
Hieratit	K <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
Criptohalit	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>

<i>Grupa malladritului</i>	
Malladrit	$\text{Na}_2\text{SiF}_6$
Bararit	$(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$
Rinneit	$\text{NaK}_3\text{FeCl}_6$
Cloromanganokalit	$\text{K}_4\text{MnCl}_6$
<b>IV. SĂRURI ALUMINO-FLUORURI</b>	
1. Tipul octaedric izolat	
Criolit	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$
Elpasolit	$\text{K}_3\text{NaAlF}_6$
Pahnolit	$\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Thornsenolit	$\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Jarlit	$\text{NaSr}_3\text{Al}_3\text{F}_{16}$
2. Tipul structural în lanț	
Gearsutit	$\text{CaAl}(\text{OH})\text{F}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
3. Tipul structural în strat	
Prosopit	$\text{CuAl}_2(\text{F}, \text{OH})_8$
Chiolit	$\text{Na}_5\text{Al}_3\text{F}_{14}$
4. Tipul structural în rețea	
Fluellit	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ralstonit	$\text{Na}(\text{MgAl})_3\text{F}_{12}(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Weberit	$\text{Na}_2\text{MgAlF}_7$
<b>V. SĂRURI COMPLEXE</b>	
1. Tipul amestec	
Creedit	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{F}_4(\text{F}, \text{OH})_6(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Arzrunit	$\text{Pb}_2\text{Cu}_4(\text{O}_2\text{Cl}_6\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$
Trudellit	$\text{Al}_{10}\text{Cl}_{12}(\text{OH})_{12}(\text{SO}_4)_3 \cdot 30\text{H}_2\text{O}$

## I. SĂRURI HALOIDE NORMALE, ANHIDRE ȘI HIDRATATE

### 1. TIPUL AX

#### A. Grupa sării geme

Structura mineralelor din grupa sării geme este cub cu fețe centrate, determinând o coordonare octaedrică, structură impusă de raportul geometric al razelor  $0,41 < R_a / R_c < 0,73$  și de polarizarea slabă a ionilor. În acest tip



cristalizează fluorurile, clorurile, bromurile și iodurile elementelor alcaline Li, Na, K, Rb. În domeniul mineral se cunoaște acest tip structural la sarea gemă, silvină, kerargirit, bromargirit, periclaz (MgO), galenă (PbS) etc.

### HALIT NaCl

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,6404 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Na}_4\text{Cl}_4$ .

*Habitus:* de obicei cubic, rar octaedric; uneori columnar și stalactitic.

Forme principale: a (001), d (011), o (111), c (012); cristalele de sare cu origine sedimentară sînt caracterizate prin adîncituri sub formă de pilnie și în trepte după fețele (100). Sarea gemă se prezintă de asemenea sub formă de cruste, strate, mase granulare, afinate sau compacte, depuse pe fundul bazinelor și sub forma unor druze de cristale uneori foarte mari. *Macle:* (111) sporadice. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală.  $H=2$ .  $G=2,1-2,2$ .  $F=804^\circ \text{ C}$ . *Luciu:* sticlos, gras, pe suprafețele care vin în contact mult timp cu aerul. *Culoare:* frecvent alb, uneori galben, roșu, albastru, purpuriu. Prin evaporarea rapidă a apei, din soluția cu clorură de sodiu, din bazine sau lagune, pe timp liniștit, apar la suprafață numeroase forme piramidale, pluti-toare, cristaline, care se dezvoltă cu baza îndreptată în sus. Cristalele care formează aceste piramide au o culoare albă, din cauza bulelor microscopice de aer incluse în ele; în cazul agitării soluției, piramidele se umplu cu apă, se depun la fund și continuă creșterea cristalelor, cu zone transparente incolore. Culoarea cenușie se datorește particulelor de argilă, culoarea galbenă hidroxizilor de fier, culoarea roșie sesquioxizilor de fier, iar culoarea brună sau neagră substanțelor organice. Culoarea albastră este determinată de impregnarea cu vapori de sodiu metalic, colorație care se poate obține și artificial, prin expunerea cristalelor incolore la acțiunea razelor röntgen. *Urmă:* incoloră sau albă; rar pulbere colorată în albastru, roșu.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor, rar colorat datorită materialului inclus în granulele de sare; izotrop; datorită presiunilor mecanice poate să prezinte birefringență. Indicele de refracție la temperatura de  $18^\circ \text{C}$  și  $\lambda 587,6$  este 1,54068.

*Geneză.* Principalul proces de formare are loc prin evaporarea extensivă a solventului, a apei în depozitele sedimentare. Solubilitatea sării gemă în apă este relativ mare, de circa 35,9% la temperatura de  $12^\circ \text{C}$ , fără a crește mai mult prin încălzirea dizolvantului. Sarea se formează prin cristalizare în urma evaporării apei din lagunele și golfurile puțin adînci, despărțite de largul mării prin praguri de nisip; formarea acestor depuneri saline este favorizată de o climă aridă, care provoacă evaporarea rapidă a apei și concentrarea continuă a sărurilor dizolvate, în raport cu concentrația în săruri a apei de mare. Scăderea nivelului apei din lagune provoacă venirea de noi mase de apă din mare, care aduc noi cantități de săruri ce se depun la rîndul lor prin evaporare. O condiție importantă pentru ca depunerea să se facă continuu este ca lagunele să nu primească apă dulce de pe continent.

Apa mării are o concentrație în diferite săruri, care variază mult de la o mare la alta; Marea Baltică 7 g/l, Marea Neagră 18 g/l, Marea Roșie 60 g/l. Media a circa 77 analize de apă de mare arată următorul conținut (în procente) pentru ionii din apa de mare: Cl — 55,29; Br — 0,19;  $\text{SO}_4$  — 7,69;  $\text{CO}_3$  — 0,21; Na — 30,59; K — 1,10; Ca — 1,20; Mg — 3,73.

Sărurile formate prin evaporarea apei de mare sînt în ordinea de depunere: carbonat de calciu, gips, sare gemă, polyhalit, kainit, kieserit, carnalit, bischofit. Depunerile de săruri de potasiu și magneziu sînt foarte rare și corespund unor condiții speciale de concentrare a apei de mare, caz în care ele formează intercalații subțiri în masa zăcămintelor de sare gemă.

În regiunile cu climă secetoasă apar la suprafața solului în unele zone eflorescențe de săruri în compoziția cărora intră și sarea gemă aceste sărături dispar în timpul ploilor și reapar odată cu seceta.

Sarea gemă se mai formează și prin sublimări din produsele volatile ale fumarolelor vulcanice; depunerea se face în crăpăturile și fisurile din crater sau din curgerile de lavă solidificată. Acest mod de geneză nu are importanță practică, deoarece în acest fel nu se produc acumulări. Ceea ce este interesant de remarcat pentru acest tip de geneză este conținutul ridicat de clorură de potasiu, ce se găsește în cristalele de sare gemă sub formă de soluție solidă. Sarea gemă care se formează în procesul de metamorfism constituie o masă cu structură fanerocristalină, care este pusă în evidență prin dimensiunile planelor de clivaj.

*Ocurență.* Depozitele saline din țara noastră sînt cantonate în formațiuni miocene, în care acumulările rezultate prin precipitare au luat naștere la două nivele, în aquitanian și în tortonian. Zăcămintele exploatabile de sare au caracterul de simburii diapiiri, străpungînd formațiunile neogene mai noi, și sînt dispuse în două zone: zona subcarpatică, cu foste sau actuale exploataări la Cacica, Tîrgu Ocna, Slănic, Telega, Ocnele Mari, și zona intracarpatică, cu foste sau actuale exploataări la Ocna Șugatag, Praid, Ocna Sibiu, Ocna Mureș, Turda, Ocna Dej.

Halitul apare în cele mai multe cazuri în mase monominerale, foarte pure, de dimensiuni mari; rareori este asociat cu anhidrit sau, în cîteva puncte, cu săruri delicvescente. Deseori apare asociat cu material argilos, în aspecte variate, denumite „brecia sării”.

În alte țări sînt importante depozitele de sare din U.R.S.S. din Ucraina, de la Zascita, Solikamsk etc. (bogate în săruri de K), apoi cele din R. D. Germană cum este zăcămintul de la Stassfurt, cu o compoziție complexă (sare gemă și variate săruri de potasiu și magneziu), din R. P. Polonă de la Veliçika, la SE de Cracovia. În Franța sînt cunoscute zăcămintele din Alsacia, aproape de Mulhouse, care conțin și săruri de potasiu și magneziu, și zăcămintele din Lorena, dintre Nancy și Luneville, din Franche-Comtê și din Pirenei; în Spania sînt cunoscute zăcămintele din regiunea sud-estică a M. Pirenei și coasta Catalană, pînă la nord de orașul Barcelona, de asemenea cu conținuturi în săruri de potasiu și de magneziu; în S.U.A., cele din bazinul permian din extremitatea sud-estică a statului New Mexico, cele din Texas pe o zonă de cca. 80 km, unele asociate cu importante săruri de potasiu și de magneziu, cele de vîrstă siluriană din statele New York, Michigan, Kansas; în India, în zona nordică, în regiunea Pundjab, de-a lungul Munților Himalaya.

### SILVINA KCl

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,29 \text{ \AA}$ ; conține  $K_4Cl_4$ .

*Habitus:* cristale cubice, cub-octaedrice sau octaedrice; masiv, cruste granulare sau compacte; rar columnar. Forme principale: c (001), d (011),

o (111), k (025), m (113), n (112), w (148), z (247), s (123). *Macie*: (111) frecvente. *Clivaj*: (001) perfect; la o presiune de lungă durată manifestă fenomene plastice. *Spărtură*: neregulată.  $H=2$ .  $G=1,993$ .  $F=790^{\circ}\text{C}$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: alb, cenușiu, albăstrui, roșu-gălbui, roșu. Varietățile curate sînt perfect transparente și incolore. Culoarea alb-lăptoasă este determinată de incluziunile de gaze; varietățile de culoare roșu-aprins și roz sînt cristalo-soli, a căror culoare este determinată de solzii minusculi de hematit, care la dizolvarea silvinei în apă rămîn sub formă de precipitat. *Conductibilitate termică*: mare. *Higroscopică*.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă silvina este incoloră și izotropă, cu fenomene de anomalie optică, cînd se observă culori de birefringență datorită presiunilor mecanice. Varietățile intens colorate prin incluziuni indică pleocroism clar. Indicii de refracție la  $20^{\circ}\text{C}$ , în funcție de  $\lambda$ , arată următoarele valori:

$\lambda$	A	B	C	D	E	F	G	H
n	1,48377	1,48597	1,48713	1,49031	1,49455	1,40830	1,50542	1,51061.

*Ocurență*. Silvina, la fel ca și sarea gemă, se formează în lacurile sărate, însă se întilnește mult mai rar și nu în toate zăcămintele de sare gemă. Prin migrația soluțiilor superficiale, ea este absorbită într-o mare măsură în soluri. Din soluțiile saline precipită printre ultimele săruri și din această cauză este întilnită în mod obișnuit în părțile superioare ale masivelor salifere. Uneori, silvina rezultă în urma descompunerii carnalitului, care se formează în condiții identice. Ca produs de sublimare se întilnește pe pereții craterelor vulcanilor și în fisurile lavelor răcite.

În România se găsește în zăcămintele de săruri delicvescente din zona flișului (Tîrgu Ocna, Găleanu, Tazlău), în asociație cu sare gemă, carnalit, kainit, kieserit, picromerit, în cea mai mare parte de natură secundară.

Unul dintre cele mai mari zăcăminte de silvină din lume este zăcămintul de vîrstă permiană de la Solikamsk. Conținutul în KCl variază de la 10 pînă la 35%. Importante sînt și zăcămintele de la Stassfurt și cele din nordul R. D. Germane; aceste zăcăminte sînt de asemenea de vîrstă permiană și au o compoziție destul de complexă, fiind alcătuite din compuși halogenați, sulfați și borați. Zăcămintele terțiare sînt exploatare în Alsacia, la nord de Mulhouse, Franța; în Spania, cele din oligocen, de pe coasta Cataloniei, la NV de Barcelona.

#### VILLIAUMIT NaF

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,64 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Na}_4\text{F}_4$ .

*Habitus*: frecvent granular, masiv. Forme principale: c (001), d (011), o (111). *Clivaj*: (001) perfect.  $H=2$ .  $G=2,79$ .  $F=980^{\circ}\text{C}$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: roșu-carmin, iar produsul artificial pur, incolor. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă, incolor; cristalele artificiale se comportă izotrop; indicii de refracție, în lumină de Na,  $n=1,327$ . Varietățile naturale sînt colorate; sînt prezente fenomene de anomalii optice, iar mineralul se comportă uniax negativ; pleocroism puternic:  $\epsilon$ =galben,  $\omega$ =roz, roșu-carmin; izotrop la  $300^{\circ}\text{C}$ .

*Ocurență*. Apare în Guineea, în miarolite și în sienite nefelinice. În roci alcaline se găsește în tundra Hibin, Peninsula Kola (U.R.S.S.).

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,55 \text{ \AA}$  AgCl,  $a_0=5,77 \text{ \AA}$  AgBr; conține  $\text{Ag}_4(\text{Cl}, \text{Br})_4$ .

*Habitus:* cristale cubice cu fețe (011) și (111) bine dezvoltate; uneori masiv, cruste cristaline de suprafață, mase columnare sau stalactitice, rar fibroase. Forme principale: a (001), d (011), o (111); la kerargirit în plus apar și k (114), n (112), p (122), ρ (144). *Macle:* (111) comune, îndeosebi la bromirit. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală; ductil; uneori plastic.  $H=1\frac{1}{2}$  (kerargirit), 2 (bromirit).  $G=5,556$  (AgCl), 5,8–6 (AgBr). *Luciu:* rășinos sau adamantin. *Culoare:* incolor în momentul formării; în timp devine cenușiu, uneori galben, brun-verzui (bromirit); kerargiritul expus la lumină devine brun-violet sau roșu-purpuriu.  $F=455^\circ\text{C}$  (AgCl);  $434^\circ\text{C}$  (AgBr).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă sînt incolore, galbene sau verzi. Izotrope; supuse presiunilor mecanice prezintă anomalii optice (birefringență); indicii de refracție pentru AgCl,  $n_{(\text{Na})}=2,071$  și pentru AgBr,  $n_{(\text{Na})}=2,253$ .

*Ocurență.* Apar ca minerale secundare în zonele de oxidare ale zăcămintelor de Pb și Ag, formîndu-se în urma reacțiilor dintre produsele de oxidare ale mineralelor de argint și apele superficiale de infiltrație, care conțin clor. În mase mai însemnate sînt semnalate în regiunile cu climă aridă. Sînt cunoscute pseudomorfoze după argint nativ. Se asociază cu argint nativ, jarosit, wad și limonit; uneori cu ceruzit, atacamit, malachit, piromorfit, wulfenit.

În România kerargiritul se găsește în zona de oxidare a unor zăcăminte argentifere, legate de magmatismul neogen (Rodna, Săliște).

În alte țări kerargiritul a fost determinat în R. D. Germană la Johanngeorgenstadt, Freiberg, Schneeberg (Saxonia), în R. F. Germania la Andreasberg (în M. Harz), în R. S. Cehoslovacă la Ioachimov (Boemia), în U.R.S.S. în M. Altai, în Franța, Spania, Italia, Anglia, în Chile la Caracolas, Huan-tajaya, Chanarcillo, în Argentina la Cerro Negro, în Bolivia la Potosi, în Peru, în Mexic la Zacatecas, în S.U.A. la Leadville (Colorado), Lacul Valley lângă Silver City (New Mexico), la Tombstone (Arizona), la San Bernardino County (California), la Treasure Hill (Nevada) și în Idaho.

Bromiritul apare în U.R.S.S. în Ucraina, la Orenburg, apoi în Franța, Chile, Mexic și S.U.A. (Arizona).

## 2. TIPUL AX<sub>2</sub>

### FLUORINA CaF<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,46 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Ca}_4\text{F}_8$ .  $Z=4$ ; dimensiunile cresc odată cu creșterea proporției de substituție a Ca prin  $\text{Y}^{+3}$  și  $\text{Ce}^{3+}$ .

*Habitus:* frecvent cubic, octaedric, rar dodecaedric, deseori combinații o (111), a (001) și d (011) sau d (011) cu a (001), uneori cristale cu fața f (013) larg dezvoltată. Agregate granulare, cruste cristaline, mase compacte pămîntoase, rar cristale columnare, fibroase. Uneori cristalele ating 20–25 cm grosime; fețele de cub sînt de obicei netede, iar cele de octaedru sînt mate;

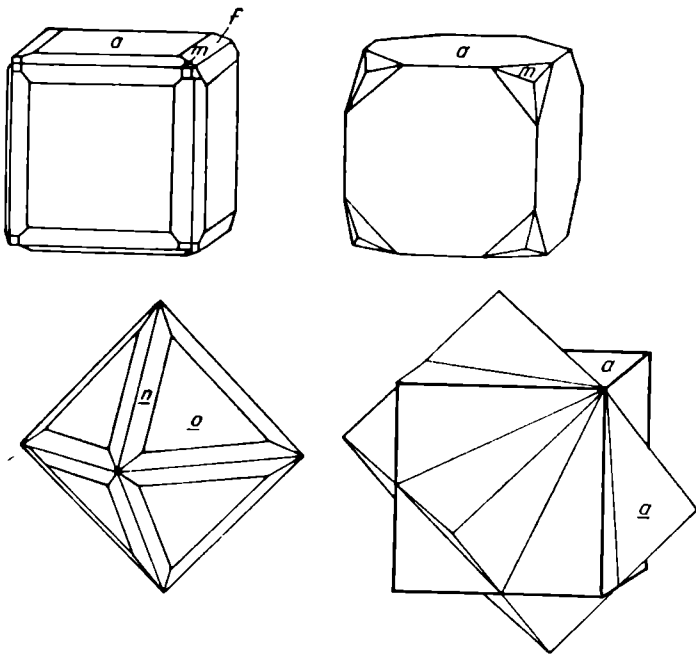


Fig. 71. Cristale de fluorină: a(001); m(110); o(111); f(013).

uneori fețele de cub sînt striate, paralel cu cele patru muchii, sau formează un desen de parchet. Masele pămîtoase sînt cunoscute sub numele de *ratovkit*. Forme principale: a (001), d (011), o (111), f (013), e (012), m (113), n (112), q (133), p (122), t (124), s (123). *Macle*: (111) de penetrație; rar, macla spînelului. *Clivaj*: (111) perfect, (011) foarte slab. *Spărtură*: concolidală. La o presiune unilaterală de lungă durată suferă deformare plastică.  $H=4$ .  $G=3,18$ ; devine 3,3–3,6 odată cu creșterea conținutului în  $Y^3$ .  $F=1\ 360^\circ$ . *Luciu*: sticlos, mat la unele varietăți. *Culoare*: variază, fiind transparent, incolor, galben, verde, verde-albăstrui, violet-albăstrui, uneori alb-cenușiu, albastru, purpuriu-închis, albăstrui-brun, brun, roz, roșu, roz-roșcat. Culoarea dispăre prin încălzire și revine prin expunere la raze röntgen. Cristalele incolore pot deveni violet prin acțiunea vaporilor de calciu metalic și a descărcărilor electrice. Aceasta sugerează ideea că, în unele cazuri, culoarea se datorește apariției în structura cristalină a atomilor de  $Ca^{2+}$  sau  $F^-$ . Prin expunerea fluorinei la razele catodice se observă de obicei o fluorescență violetă, cu o nuanță caracteristică albastru-verzuie. Fluorescența se manifestă și la încălzire (termoluminescență).

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă fluorina este incoloră sau colorată în verde, roșu; frecvent prezintă anomalii optice, cu o birefrință distribuită în mod lamelar. Indicii de refracție la  $20^\circ C$ :  $n=1,4320$  (B),  $1,4322$  (Li),  $1,4370$  (F).

*Chimism și structură*. Este o fluorură de calciu, unde Ca poate fi substituit prin  $Y^{3+}$  și  $Ce^{3+}$ . Analizele (tabelul 106) arată (Y, Ce) : Ca=1 : 6 sau (Ce, Y) : Ca=1 : 5,2; substituirea Ca prin Y apare în raportul Y : Ca=1 : 1,87,

iar Ca prin Ce în raportul Ce : Ca = 1 : 2,0. Ca elemente urmă pot apărea La, Sm, Dy, Pr, Nd, determinate pe numeroase probe de fluorină. Poate conține, ca incluziuni, substanțe bituminoase, în general substanțe organice; de asemenea apar și incluziuni lichide sau gazoase, sub formă de bule. Structura cristalină este caracteristică multor compuși de tipul  $AX_2$ . Ea se caracterizează prin două numere de coordonare, 8 pentru  $Ca^{2+}$  și 4 pentru  $F^-$ . Ionii de  $Ca^{2+}$  sînt dispuși ca în cubul cu fețele centrate, în timp ce ionii de  $F^-$  ocupă centrele tuturor cuburilor mici. Clivajul nu se produce după fața de dodecaedru romboidal, cum ar fi trebuit, pornind de la ideea că rețelele plane cu cele mai mari distanțe între ele ar poseda cea mai mică coeziune. Acest lucru este frinat de faptul că rețelele plane (111) apar constituite din rețele plane de ioni de  $Ca^{2+}$ , intercalate prin două rețele plane de ioni de  $F^-$ ; aceste rețele, avînd sarcini egale și de același semn, determină o coeziune minimă și deci clivaj perfect după (111).

Tabelul 106

Analize chimice

	1	2	3	4	5
Ca	51,33	51,24	—	—	—
CaO	—	—	54,89	45,81	50,00
$Y_2O_3$	—	—	17,35	17,39	8,10
$Ce_2O_3$	—	—	1,68	9,94	16,45
F	48,67	48,29	45,54	41,64	25,45
Rez.	—	0,30	1,04	2,62	—
O=F	—	—	19,17	17,53	—
Total	100,00	99,83	101,33	99,87	100,00

1 —  $CaF_2$ . 2 — Corvara, Trentino (Italia),  $MgO=0,03$ ,  $Fe=urme$ ,  $SiO_2=0,05$ , loess =  $=0,22$ . 3 — Y-florină; Hundholmen (Norvegia);  $alk=0,15$ ,  $H_2O=0,22$ , loess =  $0,67$ . 4 — Y-florină; Tundra Hibin (U.R.S.S.);  $BaO=0,22$ ,  $H_2O=2,40$ . 5 — Ce-florină; Falun (Suedia).

**Ocurență.** Se formează în cantități importante prin procese hidrotermale, însoțind deseori minereurile metalifere în filoane. Poate fi întîlnit în asociație cu cele mai variate minerale de origine hidrotermală. Apare de asemenea și în unele roci sedimentare, însă nu formează concentrații importante cu conținut mare în  $F^-$ .

Fiind un compus greu solubil în apă,  $CaF_2$  precipită repede, sub formă amorfă, din soluțiile de săruri. De aceea, concentrațiile de fluorină, care iau naștere în faza precipitărilor chimice în ape marine, în etape inițiale, cum sînt depunerile de calcar, gips, anhidrit, sînt cu totul sporadice. Uneori, se întîlnește sub formă de neoformații în zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri, sub formă de cristale idiomorfe, dezvoltate pe stalactitele de goethit. Fluorina este caracteristică și depozitelor pneumatolitice (greisene), ca mineral de temperatură ridicată, asociat casiteritului, uneori topazului, turmalinei, lepidolitului, apatitului și cuarțului; de asemenea poate fi întîlnită în pegmatite.

În România este prezentă ca mineral accesoriu pe diaclaze în rocile eruptive de vîrstă permiană și triasică din Dobrogea (Turcoaia, Cîrjelari, Hamcearca, Florești, Somova), ca mineral de gangă în mineralizațiile legate de lamprofirele mezozoice (Tulgheș), în mineralizații pirometasomatice din provincia banatică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Băița — Bihor) și în mineralizații hidrotermale din provincia magmatică neogenă (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Munții Țibleș, Rodna, Deva, Trestia, Stănița, Baia de Arieș).

În alte țări se întilnește în R. D. Germană în Saxonia la Annaberg, Zschopau, Freiberg; în R. F. Germania în M. Harz la Andreasberg, apoi în calcare la Waldshut, în greisene la Zinnwald și la Schlaggenwald; în Elveția la Brienz în cantonul Berna; în Italia la Bolzano, la Trentino în Lombardia, în granite la Baveno în Piemonte, iar în tufuri vulcanice în Sicilia; în Franța în departamentele Haute-Savoie, Var, Pyu-de-Dôme; în Marea Britanie în comitatele Cumberland (la Alston Moor și Cleator Moor), Durham (la Weardale) și Yorkshire; în Norvegia în dolomite la Kongsberg și Telemark; în pegmatite în tundra Hibin, Peninsula Kola, U.R.S.S.

### BISCHOFIT $MgCl_2 \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,387 : 1 : 0,8543$ ;  $\beta = 93^\circ 42'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,92$ ;  $b_0 = 7,16$ ;  $c_0 = 6,11 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale granulare, fibroase, agregate foioase; prismatic [001].  
 Forme principale:  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $r(\bar{2}01)$ ,  $o(111)$ ,  $c(001)$ ,  $s(201)$ ,  $u(\bar{1}11)$ .  
*Macle:* secundar polisintetice. *Spărtura:* neregulată, semiconcoidală.  $H = 1-2$ .  
 $G = 1,604$ . *Culoare:* incolor, alb. *Luciu:* sticlos, uneori mat.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = 9^{1/2}^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,495$ ,  $\beta = 1,507$ ,  $\gamma = 1,528$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 79^\circ 24'$ .

*Ocurență.* Este rar întilnit în depozite saline, în zăcămintul de la Stassfurt (R. D. Germană), ca mineral secundar, format mai frecvent pe seama carnalitului.

## II. OXISĂRURI ȘI HIDROXIL SĂRURI HALOIDE

### 1. TIPUL $A_m(O, OH)_p X_q$

#### EGLESTONIT $Hg_4OCl_2$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*  $a_0 = 8,04 \text{ \AA}$ ; conține  $Hg_{96}O_{24}Cl_{48}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale dodecaedrice, cu strițiuni pe fețele de dodecaedru, alungite după [001]; sînt frecvente și cristale octaedrice, cubice, cruste cristaline, mase compacte. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $\emptyset(116)$ ,  $n(112)$ ,  $r(233)$ ,  $s(123)$ ,  $f(013)$ ,  $k(146)$ ,  $e(012)$ ,  $p(122)$ ,  $i(189)$ ,  $l(347)$ ,  $j(167)$ ,  $M(234)$ ,  $w(156)$ . *Spărtură:* neregulată sau concoidală.  $H = 2^{1/2}$ .  
 $G = 8,33$ . *Luciu:* adamantin sau rășinos. *Culoare:* galben, galben-oranj, galben-brun, brun-negru. *Urmă:* galbenă sau verzuie.

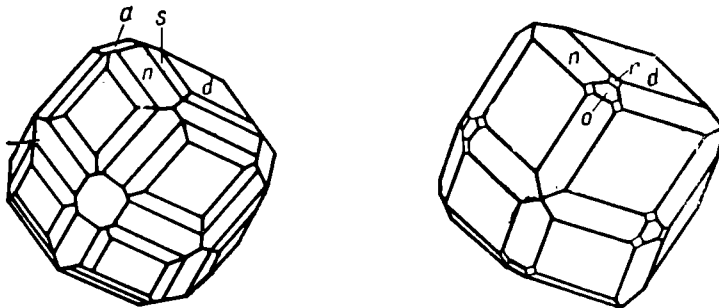


Fig. 72. Cristale de eglestonit: a(001); n(112); r(233); s(123); d(011); o(111).

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă, gălbui-brun, brun; izotrop, cu birefringență anomală; indicele de refracție:  $n=2,49$ .

*Ocurență.* Este prezent în S.U.A. în depozitele de mercur de la Terlingua, Brewster County, Texas, asociat cu calomel, calcit, mercur nativ; de asemenea la Pike County, Arkansas, asociat cu cinabru, mercur nativ, calomel, precum și la Palo Alto, San Mateo County, California. Se mai întâlnește în mina Monarch, Transvaal, Republica Africa de Sud.

### LAURIONIT $Pb(OH)Cl$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,732 : 1 : 0,418$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=9,62$ ,  $b_0=4,03$ ,  $c_0=7,12$  Å; conține  $Pb_4(OH)_4Cl_4$ ; izostructural  $PbFCl$ .  $Z=4$ .

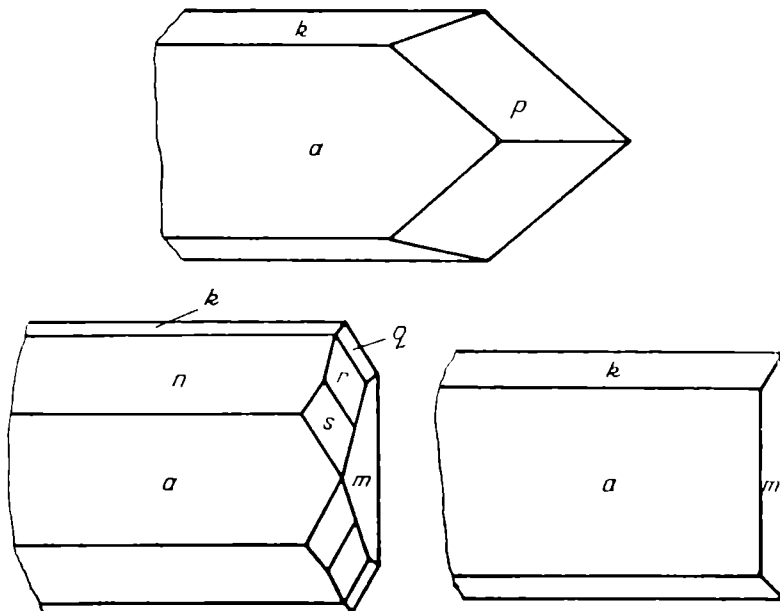


Fig. 73. Cristale de laurionit: a(100); k(101); m(110); n(201); r(311); p(812); q(211).



*Habitus*: alungiri [010] sau tabular (100); striuri pe (100) după [021].  
 Forme principale: c (001), a (100), d (110), k (101), n (201), q (211), r (311),  
 p (812). *Clivaj*: (101) distinct.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=6,24$ . *Luciu*: adamantin, side-  
 fos (100). *Culoare*: incolor sau alb.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă, incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=a$ ,  
 $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=2,080$ ,  $\beta=2,116$ ;  $\gamma=2,158$ ; biax probabil nega-  
 tiv,  $2V_a=82^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește la Laurium (Grecia), asociat cu paralaurionit.

### ATACAMIT $Cu_2(OH)_2Cl$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,6617 : 1 = 0,7537$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=6,02$ ;  $b_0=9,15$ ;  $c_0=6,85$  Å; conține  
 în celulă  $Cu_8(OH)_{12}Cl_4$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: cristale prismatice [001], pe fața (110) striuri în zona [001]  
 sau  $[\bar{1}01]$ . Frecvent cristale tabulare (010), rar pseudooctaedrice cu dezvoltarea  
 fețelor (110), (011); agregate cristaline, masiv, agregate granulare, fi-  
 broase. Forme principale: c (001), b (010), a (100),  $\gamma$  (150), s (120), l (230),  
 m (110),  $\beta$  (210), e (011), g (031), h (201), r (111), q (221), z (331), M (123),  
 n (121), j (190). *Macles*: (110) plan de maclă, rare, dublate sau triplate. Rota-  
 ție de  $120^\circ$  sau  $180^\circ$ , prin fețele de maclă (950) și (544) complexe, de con-  
 tact și de penetrație. *Clivaj*: (010) perfect, (101) slab. *Spărtură*: concoidală.  
 $H=3-3^{1/2}$ .  $G=3,760$ . *Luciu*: adamantin sau sticios. *Culoare*: variază, tonuri  
 de verde, verde-închis, verde-negru. *Urmă*: verde-clar.

*Proprietăți optice*. Ușor colorat în verde; pleocroic:  $\alpha$ =verde-pal,  $\beta$ =  
 =verde-gălbui,  $\gamma$ =verde-gras; orientarea:  $\alpha=b, \beta=a, \gamma=c$ ; indicii de refrac-  
 ție:  $\alpha=1,831$ ,  $\beta=1,861$ ,  $\gamma=1,880$ ; biax negativ,  $2V_a=74^\circ 56'$ .

*Ocurență*. Se găsește ca mineral secundar, format prin oxidarea mine-  
 ralelor de cupru, fiind frecvent asociat cu malachit, cuprit, brochantit, cri-

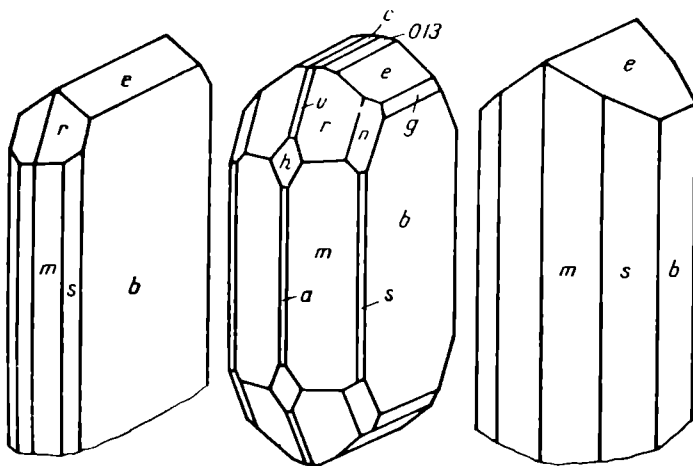


Fig. 74. Cristale de atacamit: c(001); m(110); b(010); r(111); e(011);  
 s(120); n(121); h(201); g(031); a(100).

socol, gips, limonit. A fost determinat în Chile în deșertul Atacama, întilnindu-se de asemenea și în provinciile Tarapaca și Antofagasta (la Chuquicamata). Apare în California la Bolco și El Toco; în sudul Australiei; în Italia în fumarole (Vezuviu și Etna); în U.R.S.S. în minele de la Turinsk și Bogoslovsk; în S.U.A. în Arizona la Bisbée și în Utah la Tintic.

### III. SĂRURI HALOIDE COMPLEXE, ALUMINO-FLUORURI

#### 1. TIPUL $A_mBX_3 \cdot xH_2O$

##### CARNALIT $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5930 : 1 : 1,384$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,56$ ;  $b_0 = 16,05$ ;  $c_0 = 22,56$  Å; conține  $K_{12}Mg_{12}Cl_{36} \cdot 72 H_2O$ .  $Z = 12$ .

*Habitus:* cristale pseudohexagonale, piramidale, rar tabulare (0001), mase granulare masive. Forme principale:  $c$  (001),  $b$  (010),  $m$  (110),  $d$  (023),  $e$  (011),  $f$  (021),  $i$  (101),  $s$  (113),  $o$  (112),  $k$  (111). *Macle:* lamelare, secundare,  $K_1(110)$ ,  $K_2(130)$ , sub influența presiunii. *Clivaj:* nu se observă. *Spărtură:* concoidală.  $H = 2^{1/2}$ .  $G = 1,602$ . *Luciu:* gras, uneori mat. *Culoare:* alb de lapte, uneori roșu datorită incluziunilor de hematit, rar galben sau albastru.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,465 - 1,4665$ ,  $\beta = 1,474 - 1,4753$ ,  $\gamma = 1,496 - 1,4937$ ;  $2V\gamma = 70^\circ 03' - 66^\circ$ .

*■ Ocurență.* Asociat cu silvină, sare gemă, polihalit, kieserit, carnalitul apare în depozite evaporitice de tip marin, în R. D. Germană, R. P. Polonă, U.R.S.S. (R. S.S. Azerbaidjană), în Spania (la Barcelona și Lerida), Etiopia (Mt. Dallol, Danabil), Tunisia, S.U.A. (în statele New Mexico, Texas, Utah).

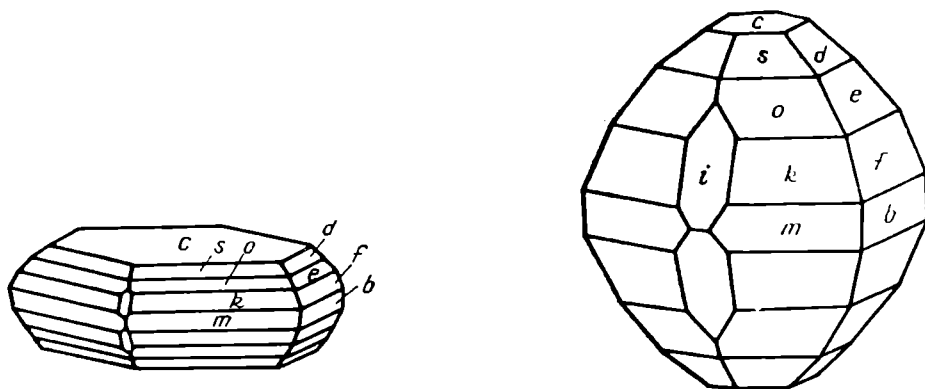


Fig. 75. Cristale de carnalit:  $c(001)$ ;  $s(113)$ ;  $o(112)$ ;  $b(010)$ ;  $m(110)$ ;  $d(023)$ ;  $e(011)$ ;  $f(021)$ ;  $k(111)$ ;  $i(101)$ .

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,900$ .

*Habitus:* mase masive; cristalele artificiale au forme romboedrice; forme comune c (0001) și r (10 $\bar{1}$ 1). *Macle:* probabil secundare. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) perfect.  $H=2$ .  $G=1,667$ . *Culoare:* nuanțe galbene, uneori incolor. *Luciu:* sticios.

*Proprietăți optice.* Incolor, galben-pal; indicii de refracție:  $\epsilon=1,520$ ,  $\omega=1,512$ ; uniax negativ.

*Ocurență.* Se găsește în Saxonia în depozite saline de potasiu, de tip marin, asociat cu silvină, sare gemă, anhidrit, bischofit.

## IV. SĂRURI ALUMINO-FLUORURI

### 1. TIPUL OCTAEDRIC IZOLAT

#### CRIOLIT $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9662 : 1 : 1,3883$ ;  $\beta = 90^\circ 11'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,47$ ;  $b_0=5,62$ ;  $c_0=7,82$  Å; conține  $\text{Na}_6\text{Al}_2\text{F}_{12}$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* frecvent masiv, granular, cristale prismatice scurte (001). Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), r (011), v (101), k ( $\bar{1}$ 01), p (111), s (121). *Macle:* comune, polisintetice și de penetrație. *Clivaj:* absent (001). (110) întrerupt în urme. *Spărtură:* neregulată.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=2,95$ . *Luciu:* sticios, gras, sidefos (001). *Culoare:* alb, uneori brun, roșcat, roșu-carmen, roșu-negricios. *Urmă:* albă.  $F=1\ 020^\circ$ ; la  $560^\circ$  trece în formă cubică cu  $a_0=7,95$  Å.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\beta=b$ ,  $\alpha \wedge c=44^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,3396$ ,  $\beta=1,3377$ ;  $\gamma=1,3387$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma=43^\circ$ .

*Ocurență.* Criolitul apare în pegmatite granitice, în gnaise, fiind determinat la Ivigtut (Groenlanda), unde apare asociat în principal cu microclin, cuarț, siderit, topaz, sulfuri (galenă, molibdenit, mispichel, pirită), uneori și cu wolframit, columbit, zircon, mică. De asemenea se găsește în U.R.S.S. în M. Ilmen; în Spania în M. Pirinei; în S.U.A. la Riber Peak, El Paso County (Colorado); în Nigeria la Kaffo.



rețelei depinde în mare măsură de raportul dimensiunilor cationilor și anionilor complecși, ca particule constitutive.

Din clasa carbonaților fac parte un număr foarte mare de specii minerale, dintre care unele sînt relativ foarte răspîndite în natură, cum este de exemplu  $\text{CaCO}_3$ , care uneori formează depozite imense de origine sedimentară marină. Carbonații întovărășesc deseori și zăcămintele de minereuri metalifere, iar în unele cazuri prezintă singuri o valoare industrială. Anionul  $\text{CO}_3^{2-}$  poate da combinații mai mult sau mai puțin stabile cu cationii elementelor bivalente, cu raze ionice mijlocii și mari  $R'' = \text{Mg, Fe, Mn, Ca, Sr, Ba, Cu, Zn, Pb}$ , combinații care apar deseori cu anioni suplimentari  $\text{OH}^-$  și  $\text{Cl}^-$ . Cationii monovalenți, prin dimensiunile razelor lor, pot forma carbonați anhidri numai cu condiția ca în structurile lor cristaline să intre și  $\text{H}^+$ , adică să formeze minerale acide. Carbonații metalelor trivalente sînt cunoscuți în general cu TR, avînd și anion suplimentar  $\text{F}^-$ . Cationii trivalenți, cu dimensiuni mici ale razelor, apar mai rar, frecvent fiind înlînit  $\text{Al}^{3+}$ , dar care conduce de regulă la săruri duble sau săruri hidratate, combinații cu elemente bivalente. Nu se cunosc carbonați ai elementelor tetravalente și penta-valente. U, ca ion hexavalent, dă rar carbonat anhidru cu anion suplimentar  $\text{O}^{2-}$ , de exemplu  $\text{U}(\text{CO}_3)_2\text{O}_2$ , iar ceilalți carbonați cunoscuți sînt hidratați.

Carbonații au duritate nu prea mare, care de regulă variază între 3 și 5. Majoritatea sînt foarte solubili în apă, aceasta fiind o proprietate specifică carbonaților alcalini și bicarbonaților acestor elemente, ai căror cationi au raze ionice relativ mici sau, dimpotrivă, prezintă raze de dimensiuni foarte mari. Majoritatea carbonaților sînt aproape incolori sau prezintă culori palide, excepție făcînd carbonații cu cationi de tipul  $\text{Cu}^{2+}$ , care datorită structurii interne a cationilor dau unele colorații caracteristice, anume verde și albastru. Dintre proprietățile optice caracteristică este birefringența foarte ridicată.

Mineralele din această clasă pot fi de origine primară, formîndu-se îndeosebi prin procese hidrotermale, sau secundară, provenite prin procese de alterație și depunere, în special în bazine marine.

Tabelul 107

### Clasificarea carbonaților

I. CARBONAȚI ACIZI
1. Tipul $\text{AH}(\text{XO}_3)$ Nahcolit $\text{NaHCO}_3$ Kalicinit $\text{KHCO}_3$ Teschemacherit $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ Trona $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
II. CARBONAȚI NORMALI ANIHDRI
1. Tipul $\text{A}(\text{XO}_3)$ Grupa calcitului Calcit $\text{CaCO}_3$ Magnezit $\text{MgCO}_3$ Siderit $\text{FeCO}_3$

Rodocrozit  $\text{MnCO}_3$   
 Cobaltocalcit  $\text{CoCO}_3$   
 Smithsonit  $\text{ZnCO}_3$   
 Otavit  $\text{CdCO}_3$   
 Vaterit  $\text{CaCO}_3$

*Grupa aragonitului*

Aragonit  $\text{CaCO}_3$   
 Witherit  $\text{BaCO}_3$   
 Strontianit  $\text{SrCO}_3$   
 Ceruzit  $\text{PbCO}_3$

2. Tipul  $\text{AB}(\text{XO}_3)_2$

*Grupa dolomitului*

Dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$   
 Ankerit  $\text{Ca}(\text{Mg, Fe})(\text{CO}_3)_2$   
 Kutnahorit  $\text{Ca}(\text{Mn, Mg})(\text{CO}_3)_2$   
 Alstonit  $\text{CaBa}(\text{CO}_3)_2$   
 Baritocalcit  $\text{CaBa}(\text{CO}_3)_2$

3. Tipul variat de săruri duble

Fairchildit  $\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$   
 Shortit  $\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_3$

III. CARBONAȚI NORMALI HIDRATAȚI

1. Tipul  $\text{A}(\text{XO}_3) \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Termonatrit  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 Nesquehonit  $\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Trihidrocalcit  $\text{CaCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Pentahidrocalcit  $\text{CaCO}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
 Lansfordit  $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
 Natron (Soda)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

2. Tipul variat de săruri duble hidratate

Buetschlüt  $\text{K}_6\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_5 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   
 Pirssonit  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Gaylussit  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
 Schröckingerit  $\text{NaCa}_3(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3(\text{SO}_4)\text{F} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$   
 Voglit U, Cu, Ca carbonat  
 Bayleyt  $\text{Mg}_2(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$   
 Swartzit  $\text{CaMg}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$   
 Andersonit  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   
 Liebigit  $\text{Ca}_2\text{U}(\text{CO}_3)_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$   
 Lantanit  $(\text{La, Ce})_3(\text{CO}_3)_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

IV. CARBONAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN

1. Tipul  $\text{A}_m(\text{XO}_3)_p\text{Z}_q$

Loseyit  $(\text{Mn, Zn})_7(\text{CO}_3)_7(\text{OH})_{10}$   
 Zaratit  $\text{Ni}_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
 Hidrozincit  $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_5(\text{OH})_6$

Auricalcit  $(\text{Zn, Cu})_6(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_8$   
 Rosasit  $(\text{Cu, Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$   
 Malachit  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$   
 Fosgenit  $\text{Pb}_2(\text{CO}_3)\text{Cl}_2$   
 Bismutit  $(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)$   
 Waltherit Bi — carbonat bazic  
 Artinit  $\text{Mg}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Azurit  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$   
 Hidroceruzit  $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$   
 Hidromagnezit  $\text{Mg}_4(\text{CO}_3)_3(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Rutherfordit  $(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)?$   
 Sharpit  $(\text{UO}_2)_6(\text{CO}_3)_6(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}?$

## 2. Tipul $\text{A}_m\text{B}_n(\text{XO}_3)_p\text{Z}_q$

Dawsonit  $\text{NaAl}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$   
 Northupit  $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$   
 Dundasit  $\text{PbAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 Alumohidrocalcit  $\text{CaAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Beyerit  $\text{Ca}(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)_2$   
 Parisit  $\text{Ce}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2\text{F}_2$   
 Cordilit  $\text{Ce}_2\text{Ba}(\text{CO}_3)_2\text{F}_2$   
 Sinchisit  $\text{CeCa}(\text{CO}_3)_2\text{F}$   
 Bastnäsit  $\text{Ce}(\text{CO}_3)\text{F}$   
 Ancilit Sr, Ca, Ce carbonat

## V. DIFERIȚI CARBONAȚI

Tihit  $\text{Na}_6\text{Mg}_2(\text{CO}_3)_4(\text{SO}_4)$   
 Bradleyit  $\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)(\text{PO}_4)$   
 Leadhillit  $\text{Pb}_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)$   
 Susanit  $\text{Pb}_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)$

## I. CARBONAȚI ACIZI

### NAHCOLIT $\text{NaHCO}_3$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,7645 : 1 : 0,3582$ ;  $\beta = 93^\circ 19'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,53$ ;  $b_0 = 9,72$ ;  $c_0 = 3,54 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 93^\circ 19'$ ; conține  $\text{Na}_4\text{H}_4(\text{CO}_3)_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001], cu fețe dominante (110) și (010), frecvent cu fețe terminale (101) și (111), agregate sau mase foioase. Forme caracteristice: b (010), n (120), m (110), r (101), s ( $\bar{1}01$ ), o (111). *Macle:* (101) comună și (010) de penetrație. *Clivaj:* (101) perfect, (111) bun, (100) slab. *Spărtură:* concoidală.  $H = 2^{1/2}$ .  $G = 2,21$ . *Luciu:* sticios, rășinos, pe planul de clivaj. *Culoare:* alb, cenușiu, datorită impurităților. *Urmă:* incoloră.

**Proprietăți optice.** Incolor. Orientarea:  $\alpha \wedge c = 27^\circ$ ,  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,375$ ,  $\beta = 1,505$ ,  $\gamma = 1,583$ ;  $2V_\alpha = 75^\circ$ ; planul axelor optice  $\perp (101)$ .

**Ocurență.** Apare în concreșteri intime cu trona, termonatrit și tenardit, de regulă ca eflorescențe, în Italia la Stufe de Nerone, aproape de Neapoli și în concreștere cu tenarditul la Vezuviu; în S.U.A. la Garfield în statul Colorado. Apare în urma reacției dintre  $\text{CO}_2$  și vaporii de apă încălcați cu termonatrit și trona.

### TRONA $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 2,843 : 1 : 2,949$ ;  $\beta = 103^\circ 29'$ .

**Habitus:** prisme alungite [010], turtite (001). Fața (h01) striuri paralele [010], rar în cristale, frecvente mase fibroase, columnare. Forme caracteristice: c (001), a (100),  $\rho$  (304), e (101), s (302), p (111), o ( $\bar{1}11$ ), r (211). **Clivaj:** (100) perfect și ( $\bar{1}11$ ), (001) imperfect.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 2,14$ . **Luciu:** sticios. **Culoare:** incolor, alb-gălbui, cenușiu.

**Proprietăți optice.** Incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 83^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,412$ ,  $\beta = 1,492$ ,  $\gamma = 1,540$ ;  $2V_\alpha = 76^\circ 16'$  ( $\lambda_{\text{Na}}$ ).

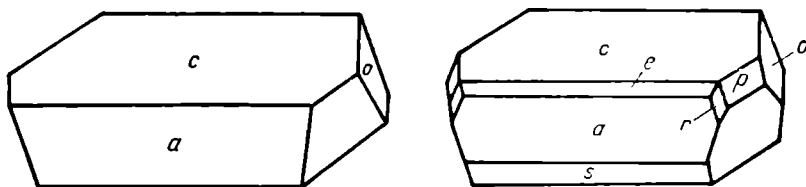


Fig. 76. Cristale de trona: a(100); c(001); s(302); r(211); p(111); o( $\bar{1}11$ ); c(101).

**Ocurență.** Apare în depozite saline produse prin evaporarea apei, ca eflorescențe, în regiuni aride. Se asociază termonatritului, halitului, glauberitului, tenarditului, mirabilitului, gipsului. Se găsește în depozite de carbonați în Valea Nilului (R. A. Egipt), apoi la Fezzan lângă Tripoli (Libia), în depozitele lacului Ciad, în regiunea Kilimandjaro, în depozitele lacurilor Tanganyika și Magadi. De asemenea, în lava Vezuviului. În S.U.A. apare la Laramie (Wyoming), la Soda Lake (Nevada).

## II. CARBONAȚI ANHIDRI NORMALI

### 1. TIPUL $A(\text{XO}_3)$

#### A. Grupa calcitului

Mineralele cele mai importante din această grupă sînt calcitul, dolomitul, magnezitul, sideritul, rodocrozitul și smithsonitul. Cristalizează în sistemul trigonal și prezintă frecvent serii izomorfe între ele. Carbonatul de calciu este dimorf, cristalizînd și în sistemul trigonal și în sistemul rom-



## Principalele constante ale mineralelor din grupa calcitului

	Calcit	Magnezit	Siderit	Rodocrozit	Smithsonit
Relația axială a : c	1 : 0,8543	1 : 0,809	1 : 0,819	1 : 0,826	1 : 0,806
Dimensiunea celulei elemen- tare: a <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	4,99 17,06	4,584 14,920	4,720 15,430	4,737 15,570	4,653 15,028
Chimism	6(CaCO <sub>3</sub> )	6(MgCO <sub>3</sub> )	6(FeCO <sub>3</sub> )	6(MnCO <sub>3</sub> )	6(ZnCO <sub>3</sub> )
Clivaj	(10 $\bar{1}$ 1)	(10 $\bar{1}$ 1)	(10 $\bar{1}$ 1)	(10 $\bar{1}$ 1)	(10 $\bar{1}$ 1)
Duritate (H)	3	4	4	4	5
Greutate specifică (G)	2,6—2,8	3,009	3,960	3,690	4,430
Proprietăți optice: indici de refracție:					
ε	1,486	1,509	1,635	1,597	1,625
ω	1,658	1,700	1,875	1,816	1,850
uniax	negativ	negativ	negativ	negativ	negativ

bic. În sistemul trigonal cristalizează carbonații cu cationii cu raze ionice mai mici decât ai Ca<sup>2+</sup>. Structura cristalină este de tipul NaCl, cubul fiind însă presat de-a lungul axei A<sup>3</sup>, astfel încît, unghiurile dintre fețe devin egale cu 101°55', obținindu-se rețeaua romboedrică cu fețele centrate prin ioni de Ca, care de fapt ocupă locurile ionilor de Na, iar grupurile CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ocupă locurile ionilor de Cl<sup>-</sup>. Astfel, așezarea ionilor corespunde cu dispoziția cubică compactă, avînd o poziție puțin deformată a particulelor constitutive.

**CALCIT** CaCO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:* a : c = 1 : 0,8543; α = 101°55'; λ = 74°55'.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,99; c<sub>0</sub> = 17,06 Å; conține Ca<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în celula romboedrică. Z = 2.

*Habitus:* aspecte cristalografice foarte variate: prisme [0001] cu față dominantă (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0); fețe terminale (0001), (10 $\bar{1}$ 2), (21 $\bar{3}$ 1); forme tabulare (0001), cu fețe laterale (10 $\bar{1}$ 0), romboedri turtiți (01 $\bar{1}$ 2), romboedri obtuzi (02 $\bar{2}$ 1), (40 $\bar{4}$ 1), (05 $\bar{5}$ 4), scelenoedrii (21 $\bar{3}$ 1), mai rar (31 $\bar{5}$ 1), bipiramide

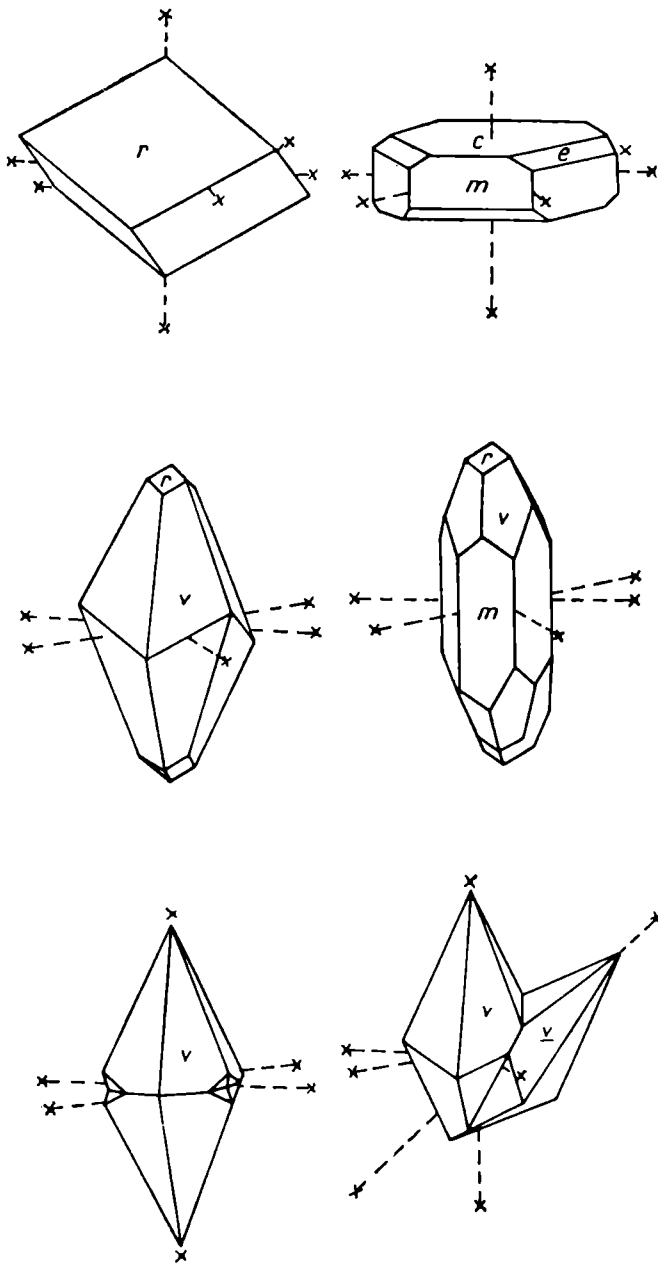


Fig. 77. Cristale de calcit pinacoid:  $c(0001)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $r(10\bar{1}1)$ ;  $e(01\bar{1}2)$ ;  $v(21\bar{3}1)$ .

cu fețe dominante (8.8.16.3), romboedri (1011).

$$\begin{array}{ll} (0001) \wedge (10\bar{1}1) = 44^{\circ}38' & (01\bar{1}0) \wedge (01\bar{1}2) = 63^{\circ}44' \\ (10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 74^{\circ}57' & (2131) \wedge (3\bar{1}21) = 35^{\circ}35' \\ (40\bar{4}1) \wedge (\bar{4}401) = 114^{\circ}10' & (0001) \wedge (02\bar{2}1) = 63^{\circ}08' \end{array}$$

Frecvent se întâlnesc agregate macrogranulare de calcit transparent sau semitransparent, prezentînd clivaj perfect în diferitele granule. Rareori este semnalat calcit asbestiform, cu luciul mătășos, a căror fibre sînt dispuse  $\perp$  pe pereții fisurilor din roci. Sînt cunoscute formațiunile stalactice și stalagmitice din peșterile de calcare. Agregatele masive granulare în mase compacte se numesc *marmore*. Varietățile cryptocristaline compacte constituite din calcit, uneori stratificate și bogate în organisme, se numesc *calcare*. Varietățile obținute prin depunerea din izvoare termale, cînd se formează dungii fine, compacte și semitransparente, avînd desene deosebite, sînt cunoscute sub numele de *onix de marmoră*.

**Maclă:** a) plan de maclă (0001) comună; b) plan de maclă (01 $\bar{1}2$ ) foarte comună; c) plan de maclă (10 $\bar{1}1$ ) comună; d) plan de maclă (02 $\bar{2}1$ ) foarte rară. **Clivaj:** (10 $\bar{1}1$ ) perfect, (01 $\bar{1}2$ ), (0001) slab. **Spărtură:** concoidală, greu de realizat.  $H=3$ ; variază cu direcția.  $G=2,71$ ; variază în funcție de gradul de puritate chimică; în cazurile în care este prezent  $Fe^{2+}$ , pentru  $Ca:Fe=4:1$ , greutatea specifică este 2,96, iar pentru varietățile cu Mn, la proporția de  $Ca:Mn=1:1$ , greutatea specifică este 3,21. **Luciu:** sticlos, sîdefos pe suprafețele de clivaj, gras în spărtură. **Culoare:** incolor la varietățile perfect transparente, iar în cazurile amestecurilor izomorfe este colorat în galben, brun, roșu, roz, violet, albastru-pal, cenușiu, negru; cînd prezintă diseminări de clorit este verde; diseminările de fier imprimă colorații roșii-brune. **Urmă:** albă, cenușie. **Traslații. Fenomene de luminiscență.**

**Proprietăți optice.** Incolor; indicii de refracție variază în funcție de lungimea de undă folosită și de temperatură (tabelul 109).

Tabelul 109

Indicii de refracție ai calcitului la 15°C și  $\lambda$  diferite

$\lambda$	$\epsilon$	$\omega$	$\lambda$	$\epsilon$	$\omega$
795,00	1,64886	1,48216	396,16	1,68329	1,49777
706,56	1,65207	1,48353	303,42	1,71958	1,51364
589,31	1,65835	1,48639	257,31	1,76050	1,53012
527,01	1,66341	1,48870	226,51	1,81303	1,54914
486,14	1,66783	1,49074	214,44	1,84582	1,55992

Indicii de refracție pentru  $\lambda=588,99$  la 20°C:  $\epsilon=1,65838$ ,  $\omega=1,48615$ .

Indicii de refracție variază de asemenea funcție de compoziție (tabelul 110).

Variația indicilor funcție de compoziție

Tabelul 110

	CaCO <sub>3</sub> pur	Ca : Mn = 2 : 1	Ca : Mn = 1 : 1	Ca : Fe = 4 : 1
$\epsilon$	1,658	1,711	1,737	1,701
$\omega$	1,486	1,523	1,542	1,515

## Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	56,03	55,74	48,82	22,15
MgO	—	0,11	—	2,72
FeO	—	0,04	—	0,29
MnO	—	0,04	6,21	16,67
CO <sub>2</sub>	43,97	43,95	42,62	42,08
Rez.	—	0,07	1,59	0,08
Total	100,00	99,95	99,24	100,47

1 — CaCO<sub>3</sub>. 2 — Joplin (Missouri); Rez. ZnO=0,01, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,007, (La, Dy, Sm)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,012, (Y, Er)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,013, SiO<sub>2</sub>=0,032. 3 — Langban (Suedia); Rez. BaO=1,59. 4 — Franklin (New Jersey).

Este uniax negativ. Uneori prezintă anomalii optice; biax cu  $2V \approx 5 - 10^\circ$ , la  $30^\circ\text{C}$ .

**Chimism-structură.** Prezintă polimorfism: modificarea denumită *valerit* ( $\mu$ -calcit), metastabilă, modificarea *elatalit* ( $\alpha$  CaCO<sub>3</sub>) caracteristică temperaturilor și presiunilor ridicate și modificarea *aragonit*. Analizele chimice sînt prezentate în tabelul 111. Pozițiile cationului Ca în rețeaua calcitului pot fi substituie, prin diferire elemente, obținindu-se serii complete, de exemplu cu rodocrozitul, unde Ca este substituit cu Mn, sau serii izomorfe limitate, cu sideritul, smithsonitul, cobalto-calcitul, unde Ca este substituit cu Fe, Zn, Co. Substituirii caracteristice sînt date și de Ba, Sr și Pb. Mg nu intră în rețeaua calcitului decît la temperaturi înalte și în proporții mici. Ca elemente urmă se pot întîlni Al, Ni, V, Cr, Mo și TR, precum și materii organice.

Se cunosc varietăți determinate de impuritățile mecanice intrate în timpul creșterii sau de aspecte morfologice. În primul caz deosebim mangano-calcitul, ferocalcitul, zincocalcitul, plumbocalcitul, baricalcitul, stronțianocalcitul, calcitul dolomitic. În cazul al doilea deosebim calcitul comun, calcitul fibros, lamelar, concreționar (oolite, pisolite). Spatul de Islanda este varietatea romboedrică perfect transparentă.

**Geneză.** Este unul din cele mai răspîndite minerale din scoarța terestră, formînd uneori masive importante. Rezultă din variate procese geologice. Prin cristalizare din soluții hidrotermale calcitul apare în filoane printre ultimele minerale.

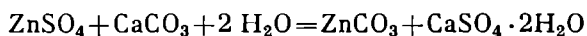
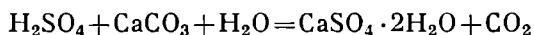
În zăcămintele metasomatice de contact se formează fie prin redepuneri, fie prin recristalizarea calcarelor. Din izvoare minerale, calcitul se depune asociat de regulă cu aragonit, determinînd apariția formațiunilor cunoscute sub numele de *tufuri calcaroase*. În cantități mici este întîlnit destul de frecvent pe fisurile și cavitățile din zonele de oxidare ale zăcămintelor de mine-reuri, sub formă de mineral de neoformație. În aceste cazuri el se formează din mobilizarea Ca din mineralele endogene, sub acțiunea bioxidului de carbon prezent în soluțiile de alterare. Migrarea se realizează sub formă de bicarbonat; sub această formă poate să migreze la distanțe mari dacă nu

întîlnesc pe parcurs condiții prielnice depunerii carbonatului fie sub formă de carbonat cristalin, fie coloidal.

Formațiile stalactitice din peșterile calcaroase sînt rezultate în urma precipitării carbonatului de calciu din soluții saturate, infiltrate încet în spațiile goale. Aceste soluții, scurgîndu-se sub formă de picături de pe tavanul peșterii, pierd apa prin evaporare, se suprasaturează și formează depuneri coloidale sub formă de stalactite, care se consolidează treptat și recrystalizează prin deshidratare ulterioară. Prin sedimentare se pot forma mase enorme de  $\text{CaCO}_3$ , inițial sub formă de miluri calcaroase, alcătuite din plante marine și organisme nevertebrate cu schelet calcaros. Toate aceste depuneri se transformă mai tirziu în calcare.

Calcarele oolitice se formează probabil prin coagularea soluțiilor coloidale de carbonat de calciu în jurul granulelor în suspensie și a bulelor de gaze din apa agitată a mărilor. Formarea actuală a oolitelor din bazinele marine are loc în zonele litorale de mică adîncime ale mărilor tropicale și subtropicale. Aceste oolite sînt constituite la început din aragonit, care mai tirziu se transformă în calcit.

În zona de alterație, calcitul este un mineral relativ puțin stabil. În reacțiile de dublă descompunere se observă deseori înlocuirea calcitului cu alte minerale: gips, dolomit, smithsonit, malachit. Astfel:



Pe suprafața calcarelor, în zona apelor freatice saturate în carbonat de calciu se observă deseori depuneri de hidroxizi de fier coloidali, silice coloidală, care uneori substituie calcarele.

*Ocurență.* Calcitul este un mineral foarte răspîndit, fiind prezent în variate formațiuni geologice, atît în asociație cu alte minerale cît și formînd roci monominerale.

În România se întîlnește în complexe cristaline, sub formă de calcare cristaline și marmore, în Carpații Orientali (munții Rodnei, Bistriței, Hăghimaș), în Carpații Meridionali (munții Făgăraș, Poiana Ruscă), în M. Apuseni (în munții Bihor și Trascău). De asemenea apare în numeroase formațiuni sedimentare, mai ales mezozoice (M. Perșani, Codru-Moma, Dobrogea nordică), jurasice (munții Hăghimaș, Perșani, Piatra Craiului, Paring, Retezat, Bihor, Pădurea Craiului și Dobrogea centrală), cretacice (munții Rarău, Ceahlău, Bucegi, Mehedinți, zona Reșița, munții Metaliferi, Trascău, Bihor, Pădurea Craiului și Dobrogea sudică), paleogene (bazinul Maramureș, nord-vestul bazinului Transilvaniei, bazinul Cîmpulungului) și miocene (rama bazinului Transilvaniei), precum și în skarnele legate de eruptivul banatic (zona Dognecea — Moldova Nouă, M. Drocea, Bihor). Se mai întîlnește ca gangă în cele mai multe filoane hidrotermale legate de eruptivul neogen (munții Oaș, Gutii, Țibleș, Rodna, Metaliferi), iar uneori apare în cristale frumos dezvoltate, cu habitusuri interesante și culori variate. Frecvent se întîlnește, ca produs al metamorfismului hidrotermal, în toate rocile provinciei magmatice neogene. Cristale frumoase au fost descrise la Corund, Masivul Sebeș, Întregalde, Cheia, Reșița, Anina, Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băița Bihor, Căvnic, Căraciu, Ruda Barza, Baia de Arieș, Cataloi.

*Spatul de Islanda* se găsește în U.R.S.S. în Asia Centrală Sovietică. Cele mai renumite cristale sînt în Islanda, în rocile bazaltice, în Anglia în comitatele Cumberland, Durham, Lanchashire.

De asemenea se găsește în M. Harz la Andreasberg, în Saxonia la Freiberg și Schneeberg, în R. S. Cehoslovacă la Příbram, în Italia la Tivoli, în Suedia la Långban, în Norvegia la Kongsberg.

*Creta* este un calcar afinat cu resturi de foraminifere. În România se întîlnește la Basarabi. În U.R.S.S. apare în diferite regiuni ale Platformei Ruse.

*Marmorele*, agregate granulare compacte, frumos colorate, apar în România la Rușchița, Moneasa, Porumbacu, Arpaș, iar calcar marmorean la Albești.

Celebre sînt zăcămintele de marmoră din Italia de la Carrara și din Grecia de la Paros și Pentelikon.

### MAGNEZIT $MgCO_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,809$ ;  $\alpha = 103^\circ 18' \frac{1}{2}$ ;  $\lambda = 72^\circ 36'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,584$ ;  $c_0 = 14,92$  Å; conține  $Mg_2(CO_3)_2$  în celula romboedrică.  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale rare, de regulă romboedrice (10 $\bar{1}1$ ), uneori (01 $\bar{1}2$ ), rar prismatice [0001], cu fețe (11 $\bar{2}0$ ) și (0001), cristale tabulare (0001), rar scalenoidrice. Cruste fin granulare, mase compacte masive, mase pămîntoase, agregate fibroase, lamelare. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}0$ ), a (11 $\bar{2}0$ ), r (10 $\bar{1}1$ ), f (02 $\bar{2}1$ ), v (21 $\bar{3}1$ ). În zonele alterate, extrem de caracteristice sînt masele porțelanoase metacolooidale, amintind deseori forma de conopidă (10 $\bar{1}1$ )  $\wedge$  (1 $\bar{1}01$ ) =  $72^\circ 33'$ , (0001)  $\wedge$  (10 $\bar{1}1$ ) =  $43^\circ 06'$ . *Clivaj:* (10 $\bar{1}1$ ) perfect. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3\frac{3}{4} - 4\frac{1}{4}$ .  $G = 3,00$ ; pentru  $MgCO_3$  pur variază liniar cu conținutul în Fe, care substituie Mg; pentru raportul Mg : Fe = 1 : 1 valoarea este de 3,48. *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor, pentru cristalele transparente; diferite culori: alb, cenușiu, alb-gălbui, brun în funcție și de impuritățile chimice. *Urmă:* aproape albă. *Tranșlații* caracteristice T (0001), t (10 $\bar{1}1$ ).

*Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție:  $\epsilon = 1,515$ ,  $\omega = 1,704$ , pentru  $MgCO_3$  pur; pentru Mg : Fe = 1 : 1,  $n = 1,788$ . Uniax negativ.

*Chimism.* Este un carbonat de Mg, unde Mg poate fi substituit prin Fe, formînd o serie continuă cu sideritul. Mn și Ca de asemenea substituie Mg; raportul Mn : Mg = 1 : 9,3, iar Ca : Mg = 1 : 8,9; un alt element care substituie magneziul este Co; raportul Co : (Mg, Fe) = 1 : 15. Ni intră în cantități mai puțin interesante. Ca impuritate mecanică poate apare  $SiO_2$ .

*Ocurență.* Magnezitul are o răspîndire mult mai redusă decît a calcitului, dar deseori este întîlnit în mase compacte considerabile. Unele din aceste concentrații se formează pe cale hidrotermală și sînt constituite din mase granulare cristaline de magnezit, cimentate cu dolomite și calcare dolomitice. Astfel de zăcăminte s-au format pe cale metasomatică prin levigarea magneziului și depunerea lui, sub formă de magnezit, din soluțiile alcaline fierbinți, în complexele dolomitice de origine sedimentară. Concentrații de magnezit criptocristalin iau naștere, de asemenea, în urma proceselor de alterare ale masivelor de roci ultrabazice. Se formează, astfel, o pătură groasă realizată

## Analize chimice

	1	3	3
CaO	—	—	0,43
MgO	47,81	47,53	46,62
FeO	—	—	0,56
MnO	—	—	0,12
CO <sub>2</sub>	52,19	51,45	51,93
Rez.	—	0,72	—
Total	100,00	99,70	99,66

1 — MgCO<sub>3</sub> 2 — Baudissero (Piemonte — Italia);  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,06, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,05, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>=0,48, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>=0,13. 3 — Eguas  
Bahia (Brazilia).

prin procese de oxidare și de hidroliză a silicaților de magneziu, care sînt descompuși sub acțiunea apelor încărcate cu CO<sub>2</sub>. Hidroxizii de fier, care se formează simultan, se concentrează spre suprafață, în timp ce Mg cu SiO<sub>2</sub> se depune în orizonturile inferioare ale zonei de alterare. Magnezitul se întilnește și în depozitele sedimentare de sare, apariția lui fiind determinată de reacția dintre MgSO<sub>4</sub> și Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

În România apare ca produs hidrotermal în serpentinite paleozoice (Șinca Nouă, Masivul Paring, Tișovița, Eibenthal), în filoane metalifere neogene ca mineral de gangă (Rodna, Stănița), în sedimente lacustre actuale (Techirghiol). Feromagnezitul a fost citat la Cîrlibaba și la Anina.

În U.R.S.S. sînt cunoscute zăcămintele din M. Ural de la Satka, de origine hidrotermal-metasomatică, și de la Halilovsk, formate prin alterarea rocilor ultrabazice.

Magnezitul se mai găsește în Cehoslovacia, Austria, Grecia (în insula Eubeea), în R. S. F. Iugoslavia (în Serbia Orientală), Spania (la Reinosa în provincia Santander și la Sierra de Gador în provincia Almeria), în Norvegia (la Snarum), Suedia (la Norbotten), India (la Salem-Madras), Algeria (la Djebel Hadifa), Republica Africa de Sud (Transvaal), Zair (în provincia Shaba) și în Brazilia (la Bom Jesus, Meiras).

**SIDERIT** FeCO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:* a:b=1:0,819;  $\alpha=103^{\circ}05'1/2$ ;  $\lambda=73^{\circ}00'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=4,72; c<sub>0</sub>=15,43 Å; conține Fe<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în celula romboedrică. Z=2.

*Habitus:* cristale romboidale (10 $\bar{1}$ 1), frecvent (01 $\bar{1}$ 2) sau (02 $\bar{2}$ 1) și (40 $\bar{4}$ 1), cristale tabulare (0001), prismatice [0001] sau scalenoedrice. Forme caracteristice: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (11 $\bar{2}$ 0), r (10 $\bar{1}$ 1), M (40 $\bar{4}$ 1), e (01 $\bar{1}$ 2), f (02 $\bar{2}$ 1), s (05 $\bar{5}$ 1), y (32 $\bar{5}$ 1), v (21 $\bar{3}$ 1),  $\beta$  (24 $\bar{6}$ 1); (10 $\bar{1}$ 1)  $\wedge$  ( $\bar{1}$ 101)=73°00', (0001)  $\wedge$  (05 $\bar{5}$ 1)=78°03'. *Macles:* (01 $\bar{1}$ 2) lamelare, necomune; (0001) rare. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) perfect. *Spărtură:* neregulată sau concoidală. H=4—4 $\frac{1}{2}$ . G=3,7—3,9 pentru

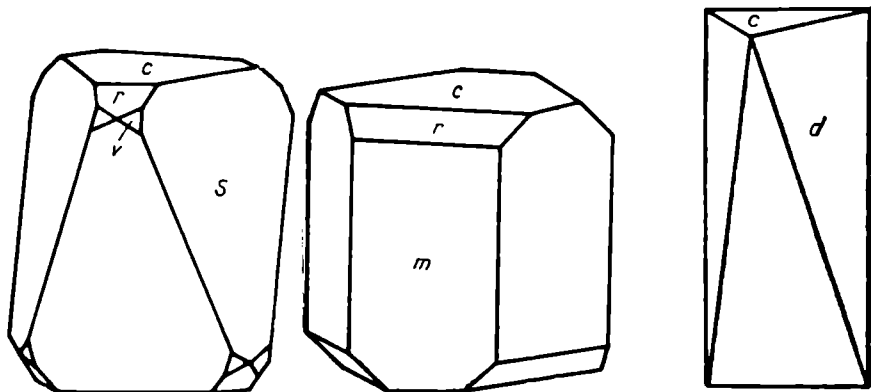


Fig. 78. Cristale de siderit:  $c(0001)$ ;  $r(10\bar{1}1)$ ;  $s(05\bar{5}1)$ ;  $v(21\bar{3}1)$ .

$\text{FeCO}_3$ , pur și descrește linear odată cu substituirea Fe prin Mn, Mg, Ca; pentru raportul  $\text{Mg}:\text{Fe}=1:1$  greutatea specifică este 3,48, iar pentru  $\text{Fe}:\text{Mn}=1:1$  este 3,83. *Luciu*: sticlos, ușor sedefos la agregatele tipice. *Culoare*: brun-gălbui, brun-cenușiu, brun, brun-roșcat, uneori cenușiu, cenușiu-gălbui, cenușiu-verzui, verde-pal, brun-închis, culorile fiind uneori determinate și de procesele de oxidare parțială. *Urmă*: albă. *Tranșlații*.

*Proprietăți optice*. Colorat în galben și brun-gălbui, uneori incolor. Indicii de refracție descresc linear odată cu substituirea Fe prin Mg, Ca, Mn (tabelul 113). Uniax negativ.

Tabelul 113

#### Variația indicilor de refracție la siderit

$\text{FeCO}_3$ (pur)	$\text{Mn}:\text{Fe}=1:1$	$\text{Mg}:\text{Fe}=1:1$	$\text{Ca}:\text{Fe}=1:2$
$\epsilon$ 1,875	1,845	1,788	1,803
$\omega$ 1,633	—	—	—

*Chimism*. Carbonat de fier, unde Mn și Mg substituie Fe, conducând la serii continue cu rodocrozitul și magnezitul. Ca substituie Fe, raportul  $\text{Ca}:(\text{Fe}, \text{Mg})=1:3,4$ . Co este nelipsit în substituirile Fe raportul  $\text{Co}:(\text{Fe} \dots)=1:6,7$ ; Zn apare în cantități mai mici.

*Ocurință*. Se formează în general în condiții reducătoare și se întâlnește în zăcăminte de diferite tipuri genetice. Este citat în zăcăminte hidrotermale de temperaturi relativ joase, în zăcăminte filoniene de sulfuri de cupru, plumb, zinc, în zăcăminte metasomatice de contact de forme neregulate, unde, în afară de sulfuri, se întâlnesc magnetitul și hematitul. Se cunosc acumulări de siderit sedimentar în lagune sau în golfurile bazinelor marine, formarea lor fiind legată de condițiile reducătoare existente în porțiunile



Analize chimice

	1	2	3
CaO	—	urme	0,10
MgO	—	1,05	0,13
MnO	—	1,30	1,12
FeO	62,01	58,98	61,08
CO <sub>2</sub>	37,99	38,07	38,19
Rez.	—	0,59	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,99</b>	<b>100,62</b>
1 — FeCO <sub>3</sub> , 2 — Wölch (Carinthia — Austria); 3 — Camborne (Cornwall — Marea Britanie).			

mai adânci ale zonelor litorale marine, sărace în oxigen și bogate în bioxid de carbon și hidrogen sulfurat rezultat prin descompunerea resturilor organice și a substanțelor proteice. Minereurile sedimentare posedă uneori structură oolitică tipică.

În România apare în șisturi cristaline de cele mai multe ori în lentile concordante cu acestea, asociate frecvent cu calcare cristaline sau apare ca gangă în zăcăminte de sulfuri sau în mineralizații manganifere (Răzoare, Petrova, Băile Borșa, Cîrlibaba, Ciocănești, Iacobeni, Șaru Dornei, Fundu Moldovei, Bădeni, M. Sebeș, Teliuc, Ghelar, Vadu Dobrii, Rușchița, Globu Râu, Teregova, Lipova, Armeniș, M. Drocea, Remetea, Cîrjelari), în mineralizații legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra), în zăcăminte de contact legate de magmatismul banatic (Sasca Montană, Dognecea, Vața de Sus, Băița — Bihor), ca mineral de gangă în zăcăminte hidrotermale neogene de sulfuri sau aurifere (Săsar, Herja, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Tîrgu Lăpuș, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Săcărimb, Baia de Arieș), ca lentile formate prin procese de substituție cu caracter teletermal (Lueta, Vlăhița, Băile Homorod, Mădăraș, Tușnad-Băi, Virghiș, Biborțeni) și în sedimente de diferite vârste (Anina, Doman, Cîmpulung, Sadova Nouă, Bucșoia, Găinești, Leordina, Căpușul Mic).

Zăcămintele importante apar în alte țări, în stratele de cărbuni, în: Marea Britanie (Scoția, Wales), Austria (în Styria și Carinthia), R. D. Germană (la Freiberg, în M. Harz, în Thuringia), Italia (la Traversella), Franța (la Alleverd — departamentul Isère), Spania (la Bilbao).

**RODOCROZIT** MnCO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2/m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 0,826; α = 103°04<sup>1</sup>/<sub>2</sub>′; λ = 72°59<sup>1</sup>/<sub>2</sub>′.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,73; c<sub>0</sub> = 15,51 Å; conține Mn<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în unitatea romboedrică. Z = 2.

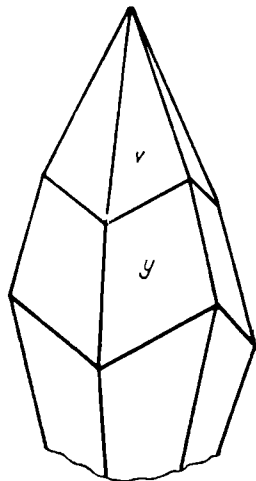


Fig. 79. Cristale de rodocrozit: v(2131); y(3251).

**Habitus:** cristale romboedrice (10 $\bar{1}$ 1), frecvente (01 $\bar{1}$ 2), rar forme scalenoedrice; cristale tabulare (0001) sau prismatice [0001]. Fețele (1120) și (2131) au striuri după (1 $\bar{1}$ 01). Fețele sînt deseori curbe, în formă de șa sau de lentile. Agregatele sînt de obicei granulare, reniforme, sferoidale, cu structură radiară sau sferulitică. Se cunosc agregate bacilare și mase pămîntoase. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (1120), r (10 $\bar{1}$ 1), M (40 $\bar{4}$ 1), e (01 $\bar{1}$ 2), f (0 $\bar{2}$ 21), s (05 $\bar{5}$ 1), y (3251), v (2131). **Macle:** (01 $\bar{1}$ 2) lamelare. **Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) perfect, (01 $\bar{1}$ 2), imperfect. **Spărtură:** neregulată sau concoidală.  $H=4.G=3,70$  pentru MnCO<sub>3</sub> pur; variază linear între 3,3–3,6 prin existența în chimism a Fe, Mg, Ca sau Zn, ca elemente substituind Mn. **Luciu:** sticios, siferos în agregate. **Culoare:** variază de la roz la roșu-roz, roșu, existînd și varietăți colorate în cenușiu-galben, brun, în funcție de impuritățile conținute. **Urmă:** albă. **Traslații.**

**Proprietăți optice.** Colorat în roz-pal. Uniax negativ; indicii de refracție variază linear în funcție de chimism.

Tabelul 115

Variația indicilor de refracție la rodocrozit

MnCO <sub>3</sub> pur	Mn : Fe = 1 : 1	Mn : Ca = 1 : 1	Mn : Mg = 2 : 1
$\epsilon$ 1,816 $\omega$ 1,597	1,845	1,737	1,777

**Chimism.** Carbonat de mangan, unde Fe și Ca substituie Mn, conducînd la serii continue cu sideritul și calcitul. Mg substituie și el Mn în proporții limitate; raportul Mg: (Mn, Fe)=1 : 1,93; există o serie binară cu magnezitul. Și Zn substituie Mn; raportul Zn:(Mn, Ca)=1 : 1,24; de asemenea este prezent Co, Cd.

Analize chimice

Tabelul 116

	1	2	3
CaO	—	0,28	1,10
MgO	—	0,33	4,50
FeO	—	1,16	0,06
MnO	61,71	59,11	54,60
CO <sub>2</sub>	38,29	37,89	39,74
Rez.	—	0,82	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,59</b>	<b>100,00</b>
1 — 2 MnCO <sub>3</sub> . 2 — John Reed, Alicante (Colorado). 3 — Phillipsburg (Montana).			

**Ocurență.** Apare în zăcăminte hidrotermale filoniene sau metasomatice, unde rodocrozitul este asociat cu sulfurile și cu silicații de mangan, cristalizând după braunit, cuarț, baritină. Uneori formează filoane de rodocrozit în zăcămintele de minereuri polimetalice. Rodocrozitul se întâlnește și în zăcămintele sedimentare marine de mangan; depunerile de rodocrozit și opal s-au format la o anumită depărtare de litoral, în porțiunile mai adânci ale bazinelor, unde, datorită lipsei oxigenului, descompunerii resturilor organice și prezenței  $\text{CO}_2$ , se creează mediul reducător necesar apariției rodocrozitului. În aceste zăcăminte, rodocrozitul conține de obicei Ca, Fe, Mg, sub formă de amestecuri izomorfe, și se asociază cu sulfuri de fier, mangano-calcit, opal etc.

În România apare în parageneză cu rodonitul și cu alți oxizi de mangan, surpergen, în zăcăminte manganifere metamorfozate regional, asociate, în general, cuarțitelor grafitoase, în masivele de șisturi cristaline (Răzoare, Ciocănești, Iacobeni, Vatra Dornei, M. Rarău, Șaru Dornei, Broșteni, Borca, M. Sebeș, Globu Rău, Delinești), ca mineral de gangă în zăcăminte hidrotermale de sulfuri polimetalice sau aurifere, legate de magmatismul banatic (Dognecea, Băița — Bihor) sau cel neogen (Ilba, Săsar, Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Săcărimb, Crăciunești, Căraciu, Ruda Barza, Zlatna, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș) și în mineralizații din roci sedimentare terțiare, fără legătură vizibilă cu corpul magmatic (Pleși). În ocurență cu rodocrozitul este citat și *ponitul* (ferorodocrozit, în care raportul Mn : Fe este 5 : 1) și mai rar *oligonitul* (varietate de rodocrozit cu fier) la Broșteni, Dealul Fierului, în zona localității Vatra Dornei. Ca mineral de gangă în mineralizațiile de temperaturi joase, asociat argintului, plumbului, zincului și cuprului apare la Ljubija (R. S. F. Iugoslavia), la Freiberg (R. D. Germană), la Siegen (R. F. Germania), la Vielle Aure în Hautes Pyrenées și la Cabesses în departamentul Ariège (Franța), la Moët-Fontaine, în pod. Ardeni (Belgia), în M. Ural și la Krasnoiarsk (U.R.S.S.), la Catamarca și la Rioja (Argentina). În S.U.A. se întâlnește la Butte (Montana) lângă Philipsburg și la Park City, Marysvale, Bingham (Utah).

### COBALTOCALCIT $\text{CoCO}_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,81$ ;  $\alpha = 103^\circ 21'$ ;  $\lambda = 72^\circ 32'$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 4,67$ ;  $c_0 = 15,13 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Co}_2(\text{CO}_3)_2$  în celula romboedrică.

*Habitus:* cristale rare, mase sferoidale, mase cu dispoziții concentrice, mase cu structură radiară, cruste. Forme principale: c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), p(10 $\bar{1}$ 1), m'(40 $\bar{1}$ 1), w(0773). *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) foarte slab. *H*=4. *G*=4,13. *Luciu:* stictos. *Culoare:* roșu, roz, superficial culori cenușii, brune. *Urmă:* roșie, roz.

*Proprietăți optice.* Este dicroic: violet, roșu, roz; indicii de refracție:  $\epsilon = 1,855$ ,  $\omega = 1,600$ ; uniax negativ.

*Chimism.* Co poate fi substituit prin Ni, Fe, Ca, uneori Cu.

*Ocurență.* Se întâlnește în R. D. Germană la Schneeberg, asociat erininei și annabergitului, în filonașe cu mineralizații de Ni și Co, precum și în Italia, la Libiola, la Valle de Neva, în Liguria.

SMITHSONIT  $ZnCO_3$

Sistemul de cristalizare: trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

Relația axială:  $a : c = 1 : 0,806$ ;  $\alpha = 103^\circ 38'$ ;  $\lambda = 72^\circ 20'$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 4,65$ ;  $c_0 = 14,95 \text{ \AA}$ ; conține  $Zn_2(CO_3)_2$  în celula romboedrică.  $Z = 2$ .

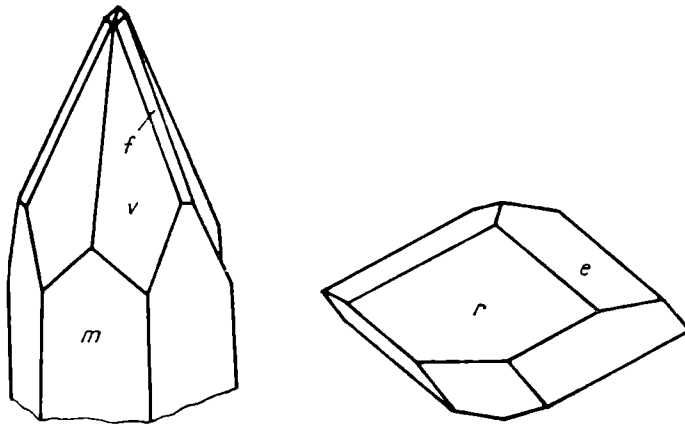


Fig. 80. Cristale de smithsonit:  $m(10\bar{1}0)$ ;  $e(01\bar{1}2)$ ;  $r(10\bar{1}1)$ ;  $f(02\bar{2}1)$ ;  $v(21\bar{3}1)$ .

*Habitus*: rar în cristale, romboedric ( $10\bar{1}1$ ) sau ( $02\bar{2}1$ ), în general fețele cu muchiile curbe, rar forme scalenoedrice, mase granulare compacte, material friabil, mase pămîntoase. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $f(02\bar{2}1)$ ,  $v(21\bar{3}1)$ . *Clivaj*: ( $10\bar{1}1$ ) aproape de perfect. *Spărtură*: neregulată, concoidală.  $H = 5$ .  $G = 4,43$  pentru varietatea pură. *Luciu*: stielos, sidefos pe suprafețele de mineral. *Culoare*: alb-cenușiu, cenușiu-închis, verde, alb-brun; varietăți colorate diferit, în verde, verde-albăstrui, albăstrui, cenușiu-albăstrui, galben; rar incolor și transparent. *Urmă*: albă. *Traslății*.

*Proprietăți optice*. Incolor; indicii de refracție pentru diferite valori ale lui  $\lambda$  variază (tabelul 117).

Tabelul 117

Proprietăți optice

$\lambda$	Li	C	Na	Tl	F
$\epsilon$	1,842	1,843	1,848	1,855	1,862
$\omega$	1,619	1,619	1,621	1,624	1,627

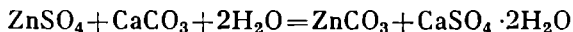
*Chimism*. Carbonat de zinc. Fe substituie permanent Zn; sint prezenți de asemenea frecvent Co, Cu, Mn, Ca, Cd, Mg, Pb; limitele de substituire variază în funcție de condițiile locale. Ge a fost determinat în urme.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
CaO	—	0,27	0,44	—	urme	2,90
MgO	—	0,45	—	7,22	—	—
CuO	—	—	3,48	1,65	6,09	—
FeO	—	0,58	urme	0,33	urme	33,00
MnO	—	0,01	urme	3,36	—	1,40
PbO	—	—	urme	—	0,98	—
CdO	—	—	0,16	—	0,50	—
ZnO	64,90	63,18	60,97	39,02	57,99	26,30
CO <sub>2</sub>	35,10	35,35	35,12	36,94	34,22	37,30
Rez.	—	0,04	—	11,65	—	—
Total	100,00	99,88	100,17	100,17	99,78	100,90

1 — ZnCO<sub>3</sub>, 2 — Broken Hill (Rhodesia); Rez. H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>. 3 — Kelly (New Mexico), 4 — Boleo Lower (California); Rez. CoO=10,25, H<sub>2</sub>O=1,29, Cl=0,11. 5 — Zirianovski (M. Altai — U.R.S.S.). 6 — Zn — siderit (Altenberg — R. D. Germană).

**Ocurență.** Se găsește ca mineral secundar în zona de oxidare a diferitelor depozite de minereuri localizate în calcare. Uneori formează concentrații mari, mai ales pe pereții laterali ai corpurilor de minereu. Se formează printr-un proces metasomatic, în urma reacției dintre sulfatul de zinc ușor solubil și carbonatul de calciu:



Această reacție se produce după ce întregul exces de acid sulfuric din soluțiile de alterare este neutralizat prin carbonatul de calciu. Dacă sulfatul feros se găsește în soluție, atunci smithsonitul format va conține sub formă de amestec izomorf FeCO<sub>3</sub>, uneori în cantități mari. Fe-smithsonitul, în zonele bogate în oxigen, se descompune cu separarea hidroxizilor de fier ce se redepun. Aceste mase de smithsonit pigmentate cu hidroxizi de fier se deosebesc foarte puțin de masele poroase sau afinatate de limonit.

Ca mineral supergen smithsonitul se întâlnește în România în zona de oxidare a unor zăcăminte plumbifere legate de fundamentul cristalin (Rodna), de magmatismul triasic (Somova), de cel banatitic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Cavnic, Săcărimb).

Mase de smithsonit apar la Laurium în Grecia, la Moresnet în Belgia, la Bleiberg în Austria, în Sardinia, în departamentele Gard și Hérault (la St. Laurent du Minier) din Franța, la Broken Hill în Rhodesia, la Tsumeb în Namibia. În S.U.A. apare în statele Pennsylvania (la Friedensville și Bamford), Missouri (la Granby și Joplin), Iowa, Arkansas, Illinois, Colorado, Utah.

**OTAVIT CdCO<sub>3</sub>**

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:* a : c = 1 : 0,8363.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,91$ ;  $c_0=16,24$  Å; conține  $\text{Cd}_2(\text{CO}_3)_2$  în celula romboedrică.

*Habitus:* rar cristale romboedrice (10 $\bar{1}$ 1). *Luciu:* adamantin. *Culoare:* alb, brun-gălbui și roșcat.  $G=4,96$ .

*Ocurență.* Se găsește la Tsumeb în Namibia.

### VATERIT $\text{CaCO}_3$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=4,120$ ;  $c_0=8,556$  Å; conține  $\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_2$ .  $Z=6$ .

*Habitus:* la microscop cristale plate hexagonale, cristale scheletice, mase sferulitice, fibroase.  $G=2,645$ .

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție:  $\varepsilon=1,55$ ,  $\omega=1,65$ .

*Chimism.* Stare polimorfă a calcitului; este instabil; se convertește în prezența apei în aragonit, apoi în calcit.

*Ocurență.* A fost determinat în pisolite, ca rezultat al activității biogene. Numele de vaterit este înlocuit și prin  $\mu$ -calcit și vaterit- $\beta$ , varietăți determinate în sferulite de calcit și aragonit.

## B. Grupa aragonitului

Termenii acestei grupe cristalizează în sistemul rombic. Au o structură cristalină caracteristică, în care ionii de la  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{CO}_3^{2-}$  sint dispuși potrivit celei mai compacte așezări hexagonale. Acest lucru determină simetria pseudo-

*Tabelul 119*  
**Constantele structurale și optice ale materialelor din grupa aragonitului**

Proprietăți	Aragonit	Witherit	Stronțianit	Ceruzit
<i>Relația axială a : b : c</i>	0,623 : 1 : : 0,7200	0,6032 : 1 : : 0,7302	0,6090 : 1 : : 0,7239	0,6100 : 1 : : 0,8437
<i>Dimensiunea celulei elementare</i> (Å): $a_0$ $b_0$ $c_0$	4,95 7,96 5,73	5,26 8,85 6,55	5,13 8,42 6,09	5,15 8,47 6,11
<i>H</i>	$3\frac{1}{2}-4$	$3-3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$3-3\frac{1}{2}$
<i>G</i>	2,947	4,29	3,76	6,55
<i>Proprietăți optice:</i> $\lambda=587,57$ $T=20^\circ\text{C}$	$\alpha$ 1,5306 $\beta$ 1,6807 $\gamma$ 1,6852 $2V\alpha$ 18°15'	1,529 1,676 1,677 16°	1,5181 1,6624 1,6640 7°03'	1,7928 2,0598 2,0618 9°04 $\frac{1}{2}$ '

hexagonală observată la maclele ciclice — unghiurile dintre fețele de prismă la cristalele izolate sînt puțin diferite de  $60^\circ$ , respectiv  $120^\circ$ . În rețeaua aragonitului fiecare grup de  $\text{CO}_3^{2-}$  este înconjurat de 6 ioni de Ca. Structura mai compactă a aragonitului se reflectă și în greutatea specifică, mai ridicată decît cea a calcitului.

### ARAGONIT $\text{CaCO}_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,623 : 1 : 0,7200$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,95$ ;  $b_0 = 7,96$ ;  $c_0 = 5,73 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{C a}_4(\text{CO}_3)_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale rare; deseori prismatic  $[001]$  sau tabular după  $(010)$ ; acicular; fețele terminale sînt în formă de deltă. Pinacoidul bazal este acoperit de striățiuni  $\parallel [100]$ . Agregatele sînt reprezentate prin concreșteri baccilare, radiare, stelare ale indivizilor cristalini. Este întilnit de asemenea sub formă de cruste cristaline, stalactitice, mase sferoidale, uneori cu structură oolitică; sînt caracteristice florile de fier în formă de tulpini împletite și ramificate, de culoare albă. Unghiurile dintre formele principale:

$$(010) \wedge (110) = 58^\circ 06'$$

$$(011) \wedge (0\bar{1}1) = 71^\circ 33'$$

$$(001) \wedge (111) = 53^\circ 45'$$

$$(010) \wedge (091) = 8^\circ 46'$$

*Macle:*  $(110)$  comune; sînt răspîndite de asemenea maclele ciclice cu aspect pseudohexagonal și maclele complexe polisintetice (fig. 261 b, c).

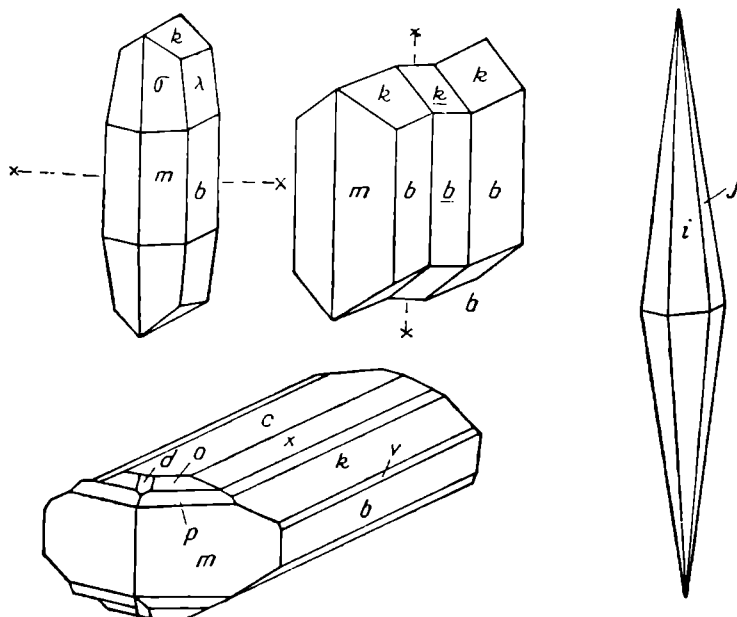


Fig. 81. Cristale de aragonit;  $b(010)$ ;  $m(110)$ ;  $k(011)$ ;  $\lambda(091)$ ;  $\sigma(991)$ ;  $c(001)$ ;  $x(012)$ ;  $i(021)$ ;  $o(112)$ ;  $v(031)$ ;  $p(111)$ ;  $d(102)$ .

*Clivaj:* (010) distinct, (110), (011) nedefinit. *Spărtură:* semiconcoidală.  $H=3^{1/2}-4$ .  $G=2,947$ ; crește odată cu mărirea conținutului în Pb. Astfel, pentru un conținut de aproximativ 5% PbO,  $G$  este 3,0. Este mai scăzută pentru varietățile fibroase. *Luciu:* sticlos, iar pe suprafețe de spărtură rășinos. *Culoare:* incolor sau alb. *Urmă:* incoloră. *Translații.* Coeficient de elasticitate  $10^{-13}$  cm<sup>2</sup>/dyne.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție variază în funcție de  $\lambda$  și de temperatură (tabelul 120). Biax negativ.

Tabelul 120

**Variația proprietăților optice la diferite temperaturi ( $\lambda=587,57$ )**

T	20°	120°	220°	320°
$\alpha$	1,5306	1,5288	1,5276	1,5263
$\beta$	1,6807	1,6783	1,6758	1,6731
$\gamma$	1,6852	1,6826	1,6798	1,6768
$2V_{\alpha}$	18°15'	17°55' $1/2$ '	17°24' $1/2$ '	16°49' $1/2$ '

*Chimism.* Stare polimorfă a CaCO<sub>3</sub>, mai instabilă decât calcitul la atmosfera și temperatura ordinară. Aragonitul prezintă o compoziție chimică variabilă. Sr substituie frecvent Ca, în proporții limitate, raportul fiind Sr : Ca = 1 : 25. De asemenea Pb substituie Ca, întâlnindu-se de regulă de la 2% până la 6% PbO (raportul Pb : Ca = 1 : 12). Este prezent și Zn, uneori atingând o proporție de 10%. Ba substituie de asemenea Ca, iar analizele arată permanent prezența Mg. În general CuO, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>, elemente determinate în proporții mici, sînt prezente de regulă ca rezultat al amestecului intim, apărut în timpul creșterii cristalelor.

**Analize chimice**

Tabelul 121

	1	2	3	4	5
CaO	56,03	54,81	51,96	52,30	52,80
SrO	—	0,30	—	3,87	—
PbO	—	—	5,23	—	—
ZnO	—	—	—	—	3,07
CO <sub>2</sub>	43,97	41,22	42,21	42,62	43,06
Rez.	—	0,96	—	1,42	0,53
Total	100,00	100,29	99,43	100,21	99,46

1 — CaCO<sub>3</sub>, 2 — Sarajevo (R. S. F. Iugoslavia); (Al, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,32, MgO=0,12, H<sub>2</sub>O=0,22, Na<sub>2</sub>O în sol.=0,30. 3 — Pb — aragonit; Tsumeb (Namibia). 4 — Sr — aragonit, Otago (Noua Zeelandă); SiO<sub>2</sub>, BaO -urme. 5 — Friedensville (Pennsylvania).

Varietatea *Pb-aragonit* conține deseori și Zn, care substituie Pb, raportul fiind Pb : Ca = 1 : 12; cristalele indică structuri zonare; indicii de refracție cresc odată cu creșterea conținutului în Pb; se asociază de regulă ceruzitului și malachitului.



**Ocurență.** Aragonitul este răspândit în natură mult mai puțin decât calcitul. Este un mineral de temperatură foarte joasă, care se formează în ultimele faze ale proceselor hidrotermale, astfel explicându-se prezența lui în fisurile rocilor ultrabazice serpentinizate, independente de acțiunea proceselor superficiale. Așa se formează și cristale mici, aciculare, de aragonit în cavitățile situate în mijlocul masivelor de bazalt neatînse de alterație și rareori în marmore, lave vulcanice și în depunerile izvoarelor minerale termale suprasaturate în  $\text{CaCO}_3$ , sub formă de tufuri calcaroase sau de pisolite (de exemplu, pisolitele de la Karlovy Vary din R. S. Cehoslovacă). În general, aragonitul se formează și în cursul diferitelor procese exogene, deseori cu participarea diferitelor săruri de magneziu dizolvate. Este foarte răspândit în pătura de alterație a rocilor eruptive ultrabazice, bogate în magneziu, sub formă de agregate radiare și de stalactite uneori de dimensiuni mari, asociat cu dolomit, gips, substanțe argiloase și alte minerale de origine exogenă. În cavități se întâlnește sub formă de cristale mici conrescute cu limonit și sub formă de „flori de fier“ în complexele de gips, în zăcămintele de sulf nativ.

Păturile interioare de sidex ale majorității cochiliilor de moluște sînt formate din plăci foarte subțiri de aragonit, paralele cu suprafața cochiliei. Granulele de nisip care pătrund în scoicile perliere sînt îmbrăcate în strate de carbonat de calciu, impurificate cu substanțe organice, dînd naștere în acest fel perlelor.

În România apare ca produs al unor soluții hidrotermale, în zăcăminte de geneze diferite, legate de șisturi cristaline (Tirgu Lăpuș, Ciocănești, Șaru Dornei, Ghelar, Someșu Rece), de serpentinite paleozoice (M. Trascău, Turda), de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Dognecea, Ocna de Fier, Vața de Jos, Băița — Bihor, Căpușu Mic, Trestia), de magmatismul neogen (Băiuț, Băile Borșa, Rodna, Corund, Săcărîmb, Fizeș, Techerău, Almașu Mare), întîlnindu-se și în depunerile unor izvoare actuale (Turia, Covasna, Băile Herculane, Măgura, Toplița).

Apare în R. D. Germană în cavitățile rocilor bazice ca pseudomorfoze după gips în M. Harz la Eisleben și Ilfeld, în Thuringia lângă Saalfeld; în Austria la Lölling-Hüttenberg; în Cehoslovacia ca pisolite la Karlovy Vary; în arhipelagul Spitzberg; în Italia la Cianciana (Sicilia) și la Monte Somma; în Franța la Dax, Pouillon, Bastennes din departamentul Landes; în Spania la Aragon; în Marea Britanie la Alston Moor și Cleator Moore; în Namibia la Tsumeb; în Japonia la Kuriyama, Yuzawa, Shimotsuke, în agregate nodulare, asociat cu mineralele argiloase și gips; o varietate cu Sr se găsește în apropiere de Alexandra, în Noua Zeelandă. În S.U.A. se întîlnește în statele New Jersey, New York, Pennsylvania, New Mexico, Arizona și Utah.

#### WITHERIT $\text{BaCO}_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6032 : 1 : 0,7302$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,26$ ;  $b_0 = 8,85$ ;  $c_0 = 6,55$  Å; conține  $\text{Ba}_4(\text{CO}_3)_4$ ,  $Z = 4$ .

*Habitus:* bipiramide pseudohexagonale, prismatice [001], tabulare sau enticulare. Se mai întîlnește sub formă de mase sferoidale, compacte, uneori agregate fibroase, foioase sau în vinișoare. Forme principale: c (001), b (010), n (110), x (012), k (011), i (021), l (031), n (041), F (114), o (112), p (111).

*Macle*: (110) frecvent ciclice. *Clivaj*: (010) și (110) imperfect, uneori (112) foarte slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=4,291$ . *Luciu*: sticlos, rășinos în spărtură. *Culoare*: alb sau cenușiu, uneori galben, brun sau verde. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,529$ ,  $\beta=1,676$ ,  $\gamma=1,677$ ; biax negativ;  $2V\alpha=16^\circ$ ,  $(-)2E=26^\circ$ .

*Chimism*. Conține Sr și Ca; analizele arată BaO în proporție de 77,70%, iar CO<sub>2</sub> de 22,30% (total 100,00%).

*Ocurență*. De obicei se întâlnește în zăcăminte hidrotermale, în paragenză cu calcit, dolomit, sulfuri de Pb, Zn și Cu, deseori cu baritină, care se depune mai târziu decât witheritul. Se cunosc formații și de natură exogenă, de obicei pseudomorfoze după baritină, formate probabil sub acțiunea soluțiilor carbonatate. Se cunosc și substituiri ale witheritului prin baritină.

În România se găsește în corpuri lenticulare, în zonele cu acumulări de baritină în șisturile cristaline, în depozite triasice la Ostra.

Acumulări mai importante se cunosc în Marea Britanie, în U.R.S.S. (în Siberia și în Turkmenia) și în S.U.A. (în California).

### STRONȚIANIT SrCO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare*: rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială*: a : b : c = 0,6090 : 1 : 0,7239.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,13$ ;  $b_0=8,42$ ;  $c_0=6,09$  Å; conține Sr<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

*Habitus*: cristale prismatice [001], uneori aciculare, cristale piramidale, pseudohexagonale ca aspect, dezvoltându-se fețele (110) și (010) cu striuri orizontale. Forme principale: c (001), b (010), m (110), e (012), k (011), i (021), z (041), q (061), t (102), p (111). *Macle*: (110) plan de maclă, comune, de contact și penetrație. *Clivaj*: (110) aproape perfect, (021) bun, (010) în urme. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală.  $H=3^{1/2}$ .  $G=3,76$  pentru varietatea pură; pentru o proporție de cca 7,3% CaO este de 3,66. *Luciu*: sticlos, rășinos în spărtură proaspătă. *Culoare*: incolor, gălbui, verzui, brun-gălbui, brun, roșiatic.

Tabelul 122

#### Proprietăți optice

	n Li	n Na	n Tl
$\alpha$	1,5181	1,5199	1,5219
$\beta$	1,6624	1,6666	1,6704
$\gamma$	1,6640	1,6685	1,6728
$2V\alpha$	7°03'	7°07'	7°16'

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; biax negativ.

*Chimism*. Conține Ca, care substituie Sr, raportul fiind: Ca : Sr = 1 : 4,5. Producții artificiale dau serie continuă cu BaCO<sub>3</sub>.

*Ocurență*. Se găsește în formații hidrotermale de temperatură scăzută asociat baritinei, celestinei, calcitului; de asemenea în ganga mineralizațiilor

## Analize chimice

	1	2
CaO	70,19	2,70
SrO	—	66,31
CO <sub>2</sub>	29,81	30,35
Rez.	—	0,17
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,53</b>
1 — SrCO <sub>3</sub> ; 2 — Strontian (Scoția).		

polimetalice sau în formațiuni sedimentare, sub formă de filonașe în mase de calcare. A fost întâlnit în zăcămintele din Westfalia de la Gamm, Hamm, Ahlen, Münster, în cele din M. Harz de la Clausthal și St. Andreasberg și în cele din Saxonia de lângă Freiberg de la Bräunsdorf. În Austria apare la Leogang în landul Salzburg și la Brixlegg în Tirol. În S.U.A. se află în statele New York, Massachusetts, Pennsylvania, New Mexico și California.

**CERUZIT** PbCO<sub>3</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6100 : 1 : 0,8437$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,15$ ,  $b_0 = 8,47$ ;  $c_0 = 6,11$  Å; conține Pb<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

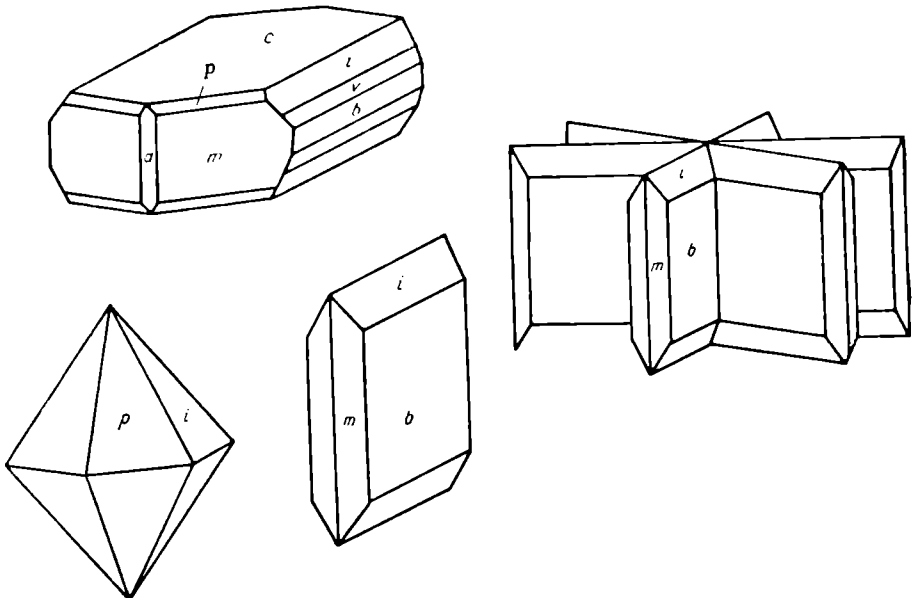


Fig. 82. Cristale de ceruzit: a(100); c(001); b(010); i(021); m(110); v(031); d(380); p(111).

*Habitus*: forme foarte variate; cristale simple, tabulare (010), alungite [001] sau [100], bipiramidale, cu aspect pseudoheptagonal, rar aciculare [001], asocieri de cristale sub formă de agregate reticulare sau mase granulare, dense, compacte; forme stalactitice sau mase pulverulente, pămîntoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), r (130), m (110), x (012), k (011), i (021), v (031), z (041), n (051), y (102), g (113), o (112), p (111), s (121), w (211).

*Macie*: (110) comune, lamelare, uneori ciclice, pseudoheptagonale sau stelare și (130) comune, de contact. *Clivaj*: (110) și (021) aproape bun, (012) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=3-3\frac{1}{2}$ ,  $G=6,55$ . *Luciu*: adamantin, uneori sticlos, sifefos sau rășinos îndeosebi în spărturi, semimetalic în cruste. *Culoare*: incolor, alb și cenușiu; unele varietăți cu impurități mecanice sînt cenușii, negre, de regulă impuritățile sînt sulfuri, oxizi de Mg, material calcaros; varietățile cu urme de cupru sînt albastrui sau verzui. *Urmă*: incoloră sau albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ .

#### Proprietăți optice

Tabulul 124

	$n_{686,4}$	$n_{578,2}$	$n_{512,9}$	$n_{Na}$
$\alpha$	1,7928	1,8026	1,8141	1,8036
$\beta$	2,0598	2,0742	2,0918	2,0765
$\gamma$	2,0618	2,0762	2,0934	2,0786
2E	18°45'	17°50'	16°01'	18°43 $\frac{1}{2}$ '
2V $\alpha$	9°04 $\frac{1}{2}$ '	8°34'	7°38'	9°00'
Temp.	25°	60°	80°	100°

*Chimism*. Prezintă izomorfism pentru numeroase tipuri de elemente. Importantă este substituirea Pb prin Sr, raportul fiind Sr : Pb = 1 : 10,5, ca și substituirea cu Zn, unde: Zn : Pb = 1 : 8,4. Trece într-un carbonat bazic la cca 300°C, după care se descompune la cca 500°C în PbO.

#### Analize chimice

Tabulul 125

	1	2	3	4
PbO	83,53	82,69	83,21	79,59
CaO	—	0,21	0,04	—
SrO	—	—	—	3,15
ZnO	—	0,08	—	—
CO <sub>2</sub>	16,47	16,57	16,40	17,02
Rez.	—	0,39	0,19	—
Total	100,00	99,97	99,81	99,76

1 — PbCO<sub>3</sub>, 2 — Pelsőc-Ardo (R. S. Cehoslovacă), FeO=0,09, MgO=0,06, H<sub>2</sub>O=0,03, insol.=0,21. 3 — Dognecca; FeO=0,06, H<sub>2</sub>O=0,01, insol.=0,12; 4 — Isle (Colorado).

**Ocurență.** Ceruzitul este răspândit aproape exclusiv în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și de zinc. De obicei se formează pe seama anglezitului care, la rîndul său, ia naștere prin oxidarea galenei. Din cauza solubilității sale reduse, ceruzitul oprește oxidarea în continuare a galenei. Cristale bine dezvoltate de ceruzit sînt întîlnite pe pereții cavitațiilor, formate prin levigarea Pb în zonele de oxidare sau în decursul proceselor hidrotermale la temperaturi joase. Se întîlnesc destul de rar pseudomorfoze de ceruzit după galenă, anglezit, calcit, fluorină. În România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor plumbifere, legate de fundamentul cristalin (Băile Borșa, Cîrlibaba, Muncelu Mic, Brusturi), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Șinca Nouă, Somova), de cel banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Rusca Montană, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Ilba, Nistru, Baia Sprie, Băiuț, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Săcărîmb, Căraciu, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Bucium, Baia de Arieș) și rar în depozite sedimentare (Bocicioiu Mare, Poienele de Sub Munte, Colțești).

Este întîlnit sub formă de acumulări mari în U.R.S.S., în Kazahstanul de sud, în Transbaicalia și în M. Altai. În S.U.A. apare la Leadville (Arizona). De asemenea, în R. S. Cehoslovacă, la Přebram și Mies; în Sardinia la Monte Poni; în Rhodesia la Broken Hill.

## 2. TIPUL $AB(XO_3)_2$

### A. Grupa dolomitului

**DOLOMIT**  $CaMg(CO_3)_2$

**ANKERIT**  $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$

Aceste minerale au structură similară cu a calcitului. Dacă la calcit pozițiile în structură sînt ocupate prin Ca—Ca—Ca, la aceste minerale ele sînt ocupate alternativ prin Ca și Mg, respectiv Ca și (Mg, Fe). De aici modificarea simetriei de la  $\bar{3} 2/m$  la  $\bar{3}$ . În structura dolomitului, participarea Ca : Mg este 1 : 1. La ankerit apare în plus substituirea pozițiilor Mg din structura dolomitului prin ioni de Fe, apariția Fe aducînd deseori variații în valorile unor proprietăți, îndeosebi optice.

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3}$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,8320$ ;  $\alpha = 102^\circ 38'$ ;  $\lambda = 73^\circ 45'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* variază pentru dolomite și ankerite în raport de proporția în Fe; conține  $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$  în unitatea romboedrică.

Tabelul 126

#### Variația parametrilor celulei elementare

	$a_0$	$c_0$
Fe : Mg = 1 : 32	4,832	15,92
Fe : Mg = 1 : 1,1	4,822	16,11

*Habitus*: cristale romboedrice ( $10\bar{1}1$ ), frecvent cu fața ( $40\bar{4}1$ ) dominantă, uneori cristale prismatice ( $11\bar{2}0$ ), cu fețe terminale de romboedru ( $10\bar{1}1$ ), forme tabulare ( $0001$ ), cu fețe ( $11\bar{2}0$ ) sau dezvoltare egală ( $0001$ ) și ( $10\bar{1}1$ ). Mase masive, fin granulare, cruste cristaline, agregate columnare, mase porțelanoase semitransparente, cu spărturi concoidale, de tip opalin; rar pisolite sau mase fibroase; în formațiuni sedimentare și metamorfice apare în agregate granulare, masive, compacte, de tipul marmorei. Forme principale: c ( $0001$ ), a ( $11\bar{2}0$ ), m ( $10\bar{1}0$ ), r ( $10\bar{1}1$ ), M ( $40\bar{4}1$ ), e ( $01\bar{1}2$ ), l ( $04\bar{4}5$ ), f ( $02\bar{2}1$ ), d ( $08\bar{8}1$ ), v ( $21\bar{3}1$ ). *Macles*: ( $0001$ ) comune, întrepătrundere; ( $10\bar{1}0$ ) plan de maclă, comune; ( $11\bar{2}0$ ) plan de maclă, comune uneori duble; ( $10\bar{1}1$ ) plan de maclă, rar; ( $02\bar{2}1$ ) lamelare, în marmorele dolomitice. *Clivaj*: ( $10\bar{1}1$ ) perfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=2,85$  pentru dolomitul pur; crește odată cu creșterea conținutului în Fe și Mn, care substituie pozițiile Mg; pentru raportul Fe : Mg=1 : 1 greutatea specifică este 3,02. *Luciu*: sticlos, uneori sifos. *Culoare*: sînt incolore varietățile transparente și dolomitul pur; la celelalte varietăți culorile sînt cenușiu, verzui, brun-gălbui, brun; culorile variază pe măsură ce crește conținutul în Fe, prezența acestuia impunînd culorile roz sau roșu-deschis (la cele care conțin și Mn); ankeritul și ferodolomitul prezintă culori mai închise, brun-roșcate, brune. *Traslații*.

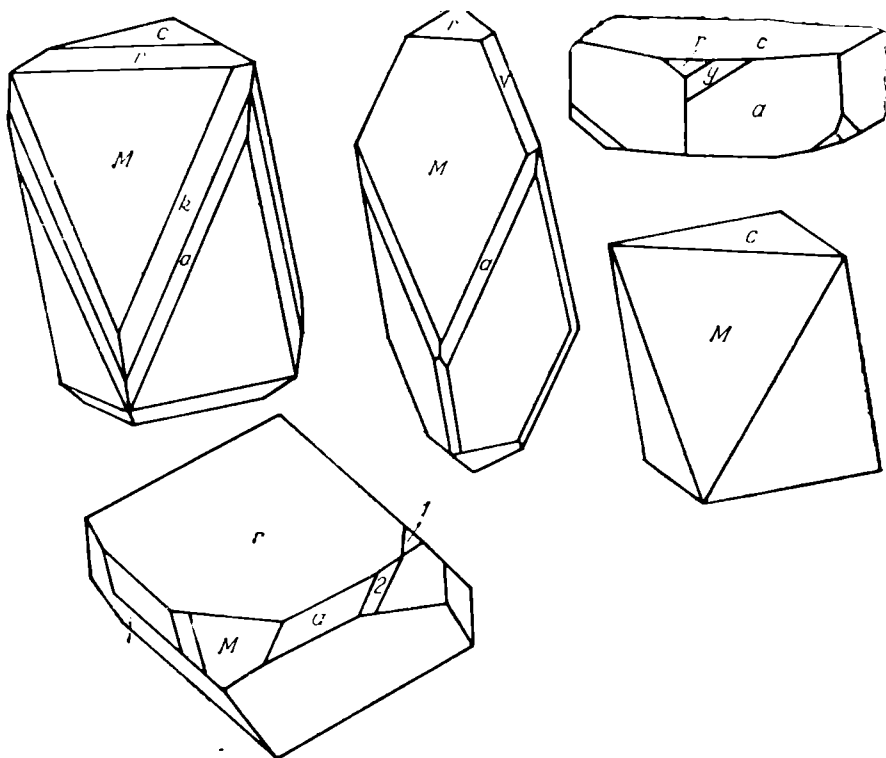


Fig. 83. Cristale de dolomit-ankerit: c( $0001$ ); a( $11\bar{2}0$ ); M( $40\bar{4}1$ ); v( $21\bar{3}1$ ); r( $10\bar{1}1$ ); l( $4265$ ); s( $6\bar{1}51$ ).

## Variația indicilor de refracție

	% MgO	% FeO	Mg : Fe	$\epsilon_{Na}$	$\omega_{Na}$
Dolomit <sup>1</sup>	22,21	0,08		1,6799	1,5013
Dolomit <sup>2</sup>	21,86	0	0	1,6790	1,5000
Ferodolomit <sup>3</sup>	16,91	7,54	4 : 1	1,6960	
Ferodolomit <sup>4</sup>	13,79	12,29	2 : 1	1,7070	
Ankerit <sup>5</sup>	10,07	17,94	1 : 1	1,7210	
Ankerit <sup>6</sup>	6,54	23,32	1 : 2	1,7350	

1 — CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 2 — Binnenthal, Elveția; 3 — Fe-dolomit, Greiner, la Traversella; 4 — Fe-dolomit, Erzberg, Styria, Austria; 5 — Mg-ankerit, Erzberg, Styria, Austria; 6 — Ankerit.

*Proprietăți optice.* Incolore; uniaxe negative, uneori biaxe cu 2V mic; indicii de refracție variază în funcție de compoziția chimică.

*Chimism.* Dolomitul este un carbonat de calciu și magneziu CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · Fe și în cantități mici Mn, Co, Pb, Zn pot substitui pozițiile Mg, limitele de substituție fiind variabile. Fe și Mn pot apărea ca substituenți și pentru Ca dar totdeauna în cantități mici. Mg are poziții neechivalente față de Ca. Mg ca substituent al Ca poate apărea într-un raport de Mg : Ca = 1 : 20 și invers în raport de Ca : Mg = 1 : 5. Apariția Fe în pozițiile Mg arată serii largi între CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> și Ca(Mg, Fe)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, unde Mg : (FeMn) = 1 : 2,6. Dacă Mg > Fe se delimitează specii ale dolomitului, iar dacă Fe > Mg specii ale ankeritului. În termenul ankerit este inclusă deseori și noțiunea de ferodolomit.

*Varietăți:* plumbodolomit, manganodolomit, raportul fiind Mn : (Mg, Fe) = 1 : 3,2 și probabil Mn : Mg = 1 : 1, precum și kutnahorit, cu greutate specifică și indici de refracție caracteristici.

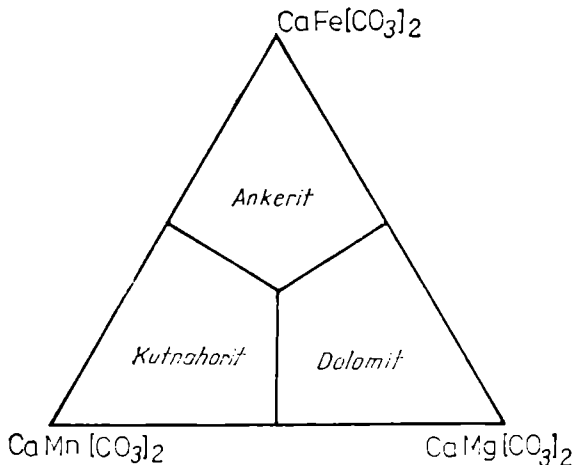


Fig. 84. Diagrama triunghiulară: CaFe(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaMn(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

**Ocurență.** În zăcăminte hidrotermale, filoanele tipice de dolomit se întilnesc mai rar decît cele de calcit. Prin acțiunea soluțiilor hidrotermale asupra calcarelor dolomitice se formează uneori mase fanerocristaline de dolomit, asociate cu magnezit, calcit și sulfuri. Masive importante de dolomit sînt legate de depozitele sedimentare carbonatate din toate perioadele geologice, mai ales precambrian și paleozoic, cînd dolomitele formau complexe masive, intercalate cu calcare, întilnite uneori sub formă de mase neregulate sau cuiburi. În unele cazuri, dolomitele s-au format ca depuneri primare în depozite saline, fapt dovedit prin asocierea lor cu anhidrit, gips și săruri alcaline mai solubile. În alte cazuri s-au format prin dolomitizarea sedimentelor constituite din carbonat de calciu, care erau depuse mai demult. Sînt cunoscute cazuri de dolomit epigenetic în cochiliile de moluște, corali și alte resturi organice calcaroase. În zona de alterație, dolomitele se transformă într-o masă fină, granulară, afinată.

În România, dolomitul are o mare răspîndire în șisturi cristaline, sub formă de lentile dolomitice și calcare dolomitice (în munții Bistriței, Giurgeu, Făgăraș, Poiana Ruscă, Trascău), în serpentinitele de la Tișovița, în formațiuni sedimentare, în special în cele de vîrstă triasică medie (munții Rarău, Giurgeu, Perșani, Bihor, Codru-Moma, Pădurea Craiului), în skarnele legate de magmatismul banatic (Ocna de Fier), ca mineral de gangă în filoane hidrotermale neogene (Baia Sprie, Cavnic, Rodna, Măgura, Toplița, Săcărîmb, Hărțăgani, Ruda Barza, Baia de Arieș, Roșia Montană).

În U.R.S.S. se găsesc masive de dolomite în M. Ural, în bazinul carbonifer Donbas, pe malurile fluviului Donbas. De asemenea apar în Italia în regiunile Piemonte (la Traversella), în Trentino — Alto Adige și Toscana; în Elveția la Lengenbach și Binnenthal; în Franța în Alsacia; în R. D. Germană la Freiberg și Schneeberg; în Austria la Salzburg și Hall; în Brazilia la Morro Velho, mina Ouro Preto, Minas Geraes, Meiras Bahia și Brumada Bahia; în S.U.A. la Roxbury (cristale în talc), la Chester (cu magnetit și pirită), în statul New York (cu celestină și gips), în statul New Jersey (în serpentinite).

În România, *ankeritul* apare în șisturi cristaline, ca lentile independente sau legate de siderite (Stoenești, Zărnești, Ghelar, Teliuc, Peșterea, Bogodint), în serpentinite paleozoice și mezozoice (Cerișor, Masivul Paring). în skarne, legate de magmatismul banatic (Dognecca), ca gangă în filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Rodna, Ruda Barza, Baia de Arieș) și în formațiuni sedimentare (Camena, Căpușu Mic).

În U.R.S.S. se întilnește în minereuri de siderită, în zăcăminte poli-metalice în M. Altai. Varietatea cu 7% Ce și La poartă numele de *codazzit* și este întilnită în Columbia. Ferodolomitul și ankeritul mai apar în Austria în Styria, în Italia în Piemonte, în R. S. Cehoslovacă la Kutná Hora, în S.U.A. în statele New York și Pennsylvania etc.

#### **KUTNAHORIT** $\text{Ca}(\text{Mn, Mg})(\text{CO}_3)_2$

Această denumire este dată compusului cu  $\text{Mn} > \text{Mg}$  sau Fe, descris inițial la Kutná Hora (Boemia), unde apare în mase granulare și cruste, de culoare albă sau roz-pal, cu greutatea specifică 3,0. Formula chimică:



Ca(Mn, Mg)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, unde Mn : Mg = 1 : 1. Intră în grupa dolomitului prin structură și cristalochimie. Analizele arată, de regulă, următorul raport: Ca : (Mn, Mg, Fe) = 1 : 1.

### ALSTONIT CaBa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,5827 : 1 : 0,7193.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,99; b<sub>0</sub> = 8,77; c<sub>0</sub> = 6,11 Å; conține Ca<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

*Habitus:* cristale pseudohexagonale, bipiramidale, cu fețe (111) și (021) bine dezvoltate individual. Prismele pseudohexagonale sînt rezultate din maclarea individuală (010) și (110). Pe fața de bipiramidă apar striuri orizontale. Forme principale: b (010), m (110), k (011), i (021), p (111), h (221). *Macle:* plan de maclă (110) și (130). *Clivaj:* (110) imperfect. *Spărtură:* neregulată. *H* = 4 - 4<sup>1/2</sup>. *G* = 3,707; variază cu conținutul în Sr putînd cobori la 3,670. *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor, alb, uneori gri, crem-pal, roz, roz-roșu. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea: α = c, β = a, γ = b; indicii de refracție: α = 1,526, β = 1,671, γ = 1,672; biax negativ, 2Vα = 6°.

*Chimism.* Carbonat de calciu și bariu; dimorf cu baritocalcitul. Conține Sr, Mn (maximum 0,2% MnO).

Tabetul 128

#### Analize chimice

	1	2	3
CaO	18,85	17,60	18,00
SrO	—	4,25	n. d.
BaO	51,56	48,54	52,30
CO <sub>2</sub>	29,59	29,41	29,10
Rez.	—	—	0,26
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,80</b>	<b>99,66</b>
1 — CaBa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> . 2 — Alston Moor (Anglia). 3 — New Brancepeth (Anglia); MnO = 0,06, insol. = 0,2.			

*Ocurență.* Asociat baritinei, calcitului și witheritului, alstonitul se găsește în zăcămintele hidrotermale de temperatură joasă. Se întâlnește în Marea Britanie la Brownley Hill, Alston Moor, Fallowfield și la New Brancepeth.

### BARITOCALCIT CaBa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:* a : b : c = 1,5534 : 1 : 1,2509; β = 106°08'.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 8,17; b<sub>0</sub> = 5,23; c<sub>0</sub> = 6,59 Å; conține Ca<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; Z = 2.

*Habitus*: cristale prismatice lungi [101] sau prisme scurte [001], cu fețele (100) striate după [001] și ( $\bar{1}11$ ), (252), ( $\bar{1}31$ ) cu striuri după [101]. Uneori masiv. Forme principale: c (001), a (100), m (110), g (210), o (101), x ( $\bar{1}11$ ), y (252),  $\rho$  ( $\bar{1}31$ ).

Orientarea concreșterilor: baritocalcitul (001) [010] — baritină (001), [010]; baritocalcitul (101), [ $\bar{1}11$ ] și ( $\bar{1}\bar{1}1$ ) — calcit (10 $\bar{1}$ 1), ( $\bar{1}101$ ) și (0 $\bar{1}11$ ). *Clivaj*: (210) perfect, (001) imperfect. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală.  $H=4$ .  $G=3,66$ . *Luciu*: sticlos, uneori rășinos. *Culoare*: incolor, alb, cenușiu, verzui sau gălbui. *Urmă*: albă. *Tranșlații*.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c=64^\circ$ ,  $\beta \wedge c=26^\circ$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,525$ ,  $\beta=1,684$ ,  $\gamma=1,686$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=15^\circ$ ,  $(- )2E=25^\circ$ .

*Chimism*. Carbonat de calciu și bariu;  $BaO=51,56\%$ ,  $CaO=18,85\%$ ,  $CO_2=29,59\%$  (total 100%). Dimorf cu alstonitul.

*Ocurență*. Baritocalcitul este întâlnit în asociație cu mase de baritină, calcit și fluorină, ca filonașe, în mase calcaroase în comitatul Cumberland la Alston Moor (Anglia), în Boemia la Mies (Cehoslovacia), în Saxonia la Freiberg (R. D. Germană), în Suedia la Långban.

### III. CARBONAȚI NORMALI HIDRATAȚI

#### 1. TIPUL $A(XO_3) \cdot xH_2O$

##### TERMONATRIT $Na_2CO_3 \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c=0,6047 : 1 : 0,4892$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,74$ ;  $b_0=6,45$ ;  $c_0=5,25$  Å; conține în celula elementară  $Na_8(CO_3)_4 \cdot 4H_2O$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: obișnuit în cruste cristaline, eflorescențe, rar în cristale prismatice, lamelare (001), tabulare (010), alungite [100]. Forme principale: c (001), b (010), a (100),  $\mu$  (120), g (011), u (021), e (201), p (111). *Clivaj*: (100) foarte slab.  $H=1-1\frac{1}{2}$ .  $G=2,255$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor sau alb, cenușiu, gălbui.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,420$ ,  $\beta=1,506$ ,  $\gamma=1,524$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=48^\circ$ ,  $2E=75^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește în regiuni cu depozite saline, asociat cu natronul, trona și este format prin procese de evaporare a apei. Tipic apare în lacurile din Alföld de lângă Szeged și Debrecen (R. P. Ungară), în lacurile cu sodă din Egipt și din estul Indiei. Se găsește în fumarole la Vezuviu. În California apare la Owens Lake, Borax Lake și Searles Lake.

##### NESQUEHONIT $MgCO_3 \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c=0,6444 : 1 : 0,4515$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=7,68$ ;  $b_0=5,39$ ;  $c_0=12,00$  Å; conține  $Mg_1(CO_3)_4 \cdot 12H_2O$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: prismatic [001], cu fața (110) dezvoltată și striuri după [001]. Cristale aciculare, radiare. Forme principale: c (001), b (010), m (110), d (011). *Clivaj*: (110) perfect, (001) slab. *Spărtură*: așchioasă, fibroasă.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=1,852$ . *Luciu*: sticlos, uneori gras. *Culoare*: incolor sau alb.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha=1,417$ ,  $\beta=1,503$ ,  $\gamma=1,527$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=53^{\circ}$ ,  $2E=84^{\circ}$ .

*Chimism*. Carbonat de magneziu hidratat cu 3 molecule de apă. Prin încălzire pierde apa treptat; la cca  $380^{\circ}$  se deshidratează total. Analiza chimică:  $MgO=29,14\%$ ,  $CO_2=31,80\%$ ,  $H_2O=39,06\%$  (total  $100\%$ ).

*Ocurență*. Se întâlnește în Pennsylvania (S.U.A.), apoi la Mure (Franța), în regiunile Vallée d'Aosta, Piemonte și Lombardia (Italia). În serpentinite apare în Austria la Kraubat (Styria) și la Taufers (Tirol).

### TRIHIDROCALCIT $CaCO_3 \cdot 3H_2O$

Material fibros cu o extincție de  $40^{\circ}-50^{\circ}$  și o birefrință ridicată.  $G=2,63$ .

Analizele chimice indică un carbonat de calciu cu trei molecule de apă, probabil o distorsiune a romboedrului de calcit.

### LANSFORDIT $MgCO_3 \cdot 5H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,6446 : 1 : 0,9567$ ;  $\beta = 101^{\circ}46'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=12,50$ ;  $b_0=7,57$ ;  $c_0=7,35$  Å; conține  $Mg_4(CO_3)_4 \cdot 20H_2O$ ;

*Habitus*: forme stalactitice, cristale alungite [001], prisme scurte (001). Forme principale: c (001), a (100), m (110), h (210), r (011), o ( $\bar{1}01$ ), p (111), c ( $\bar{1}11$ ), l (120), n (201), q (211), s ( $\bar{1}21$ ), z (211), f ( $\bar{3}11$ ). *Clivaj*: (001) perfect, (100) aproape perfect.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=1,692-1,700$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, alb.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta \perp (100)$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,465$ ,  $\beta=1,468$ ,  $\gamma=1,507$ ;  $2V_{\gamma}=59^{\circ}30'$ .

*Chimism*. Carbonat de magneziu cristalizat cu 5 molecule de apă.  $MgO=23,12\%$ ,  $CO_2=25,23\%$ ,  $H_2O=51,65\%$  (total  $100\%$ ).

*Ocurență*. Apare ca mase stalactitice la Nesquehoning (Pennsylvania). În asociație cu alți carbonați se găsește la Atlin (Canada).

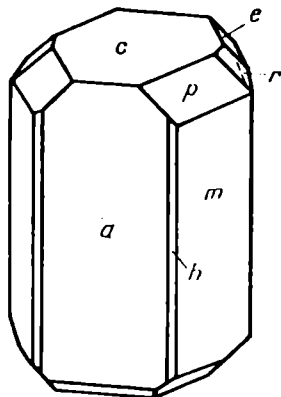


Fig. 85. Cristal de lansfordit: r(011); c(001); e( $\bar{1}11$ ); p(111); m(110); a(001), h(210).

### NATRON $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

Sinonim: soda.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,4000 : 1 : 1,483$ ;  $\beta = 121^{\circ}20'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,57$ ;  $b_0=9,05$ ;  $c_0=13,47$  Å.  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale tabulare (010), cu dezvoltări după (100) și (001). În natură mase granulare, cruste cristaline, eflorescențe. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), e (011), s (101), p (112). *Maclă:* (001) plan de maclă. *Clivaj:* (001) aproape bun, (010) imperfect, (110) foarte slab. *Spărtură:* concoidală.  $H=1-1\frac{1}{2}$ .  $G=1,478$ . *Luciu:* sticios pe suprafețele cristalelor. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu-gălbui datorită impurităților.  $F=34,5^\circ$ .

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c=41^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,405$ ,  $\beta=1,425$ ,  $\gamma=1,440$ ; biax negativ,  $2V_\alpha$  este mare.

*Ocurență.* Cristalizează la temperaturi joase ( $32^\circ$ ), peste această temperatură dizolvându-se în apa de cristalizare. Apare în depozite saline la Wady Natrum (R. A. Egipt), la Ragtown (Nevada), Borax Lake și Owens Lake (California), la Debrecen și Szeged (R. P. Ungară), în deșertul Gobi (Mongolia), de asemenea în lavele Vezuviului și Etnei.

## 2. TIPUL VARIAT DE SĂRURI DUBLE HIDRATATE

### PIRSSONIT $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, m m 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5662 : 1 : 0,3019$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,32$ ;  $b_0=20,06$ ;  $c_0=6,00$  Å; conține  $\text{Na}_{16}\text{Ca}_8(\text{CO}_3)_{16} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* cristale prismatice scurte [001], cu fețe terminale diferite, uneori tabular (010). Forme principale: b (010), m (110), p (111), e (131), x (311). *Spărtură:* concoidală.  $H=3-3\frac{1}{2}$ .  $G=2,352$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu datorită incluziunilor.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție în  $\lambda_{Li}$  sînt  $\beta=1,5056$ ,  $\gamma=1,5710$ , iar pentru  $\lambda_{Na}$  sînt:  $\alpha=1,5043$ ;  $\beta=1,5095$ ,  $\gamma=1,5751$ ; biax negativ;  $2V_\alpha$  pentru Li este  $31^\circ 11\frac{1}{2}'$ , pentru Na este  $31^\circ 26'$ , variînd de regulă cu temperatura (crește odată cu aceasta).

*Chimism.* Carbonat hidratat de sodiu și calciu:  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

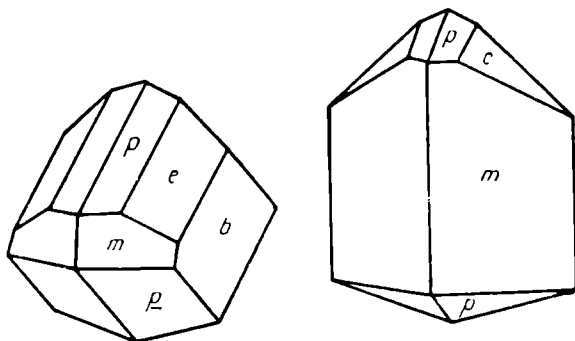


Fig. 86. Cristale de pirssonit: m(110); p(111); e(131); b(010); c(001).

## Analize chimice

	1	2
Na <sub>2</sub> O	25,61	25,70
CaO	23,16	23,38
CO <sub>2</sub>	36,35	36,07
H <sub>2</sub> O	14,88	14,73
Rez.	—	0,57
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,45</b>
1 — Na <sub>2</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O. 2 — Borax Lake (California); K <sub>2</sub> O=0,15, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> =0,13, SiO <sub>2</sub> =0,29.		

*Ocurență.* Asociat tychitului și gaylussitului, pirssonitul se întâlnește la Borax Lake (California), iar asociat cu tenarditul și trona se găsește la Otjiwalundo Salt Pan (Namibia); de asemenea apare în S.U.A. în vecinătatea riului Green în Sweetwater County (Wyoming).

**GAYLUSSIT** Na<sub>2</sub>Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 1,4897 : 1 : 1,4441; β = 101°33'.

*Habitus:* cristale alungite [100], dominând (110), (011). *Forme principale:* a (100), b (010), c (001), m (110), e (011), s (1̄10), r (1̄12). *Clivaj:* (110) perfect, (001) foarte slab. *Spărtură:* concoidală. *H* = 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> - 3. *G* = 1,991. *Luciu:* sticios. *Culoare:*  $\frac{1}{2}$  incolor, sau alb-gălbui, alb-cenușiu, alb. *Urmă:* incoloră, cenușiu-albă.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea: α = b, γ ∧ c = 15°<sub>(Na)</sub>; indicii de refracție pentru λ<sub>Na</sub>: α = 1,4435, β = 1,5156, γ = 1,5233; biax negativ cu 2V<sub>α</sub> = 31°, 2E = 52°<sub>(Na)</sub>.

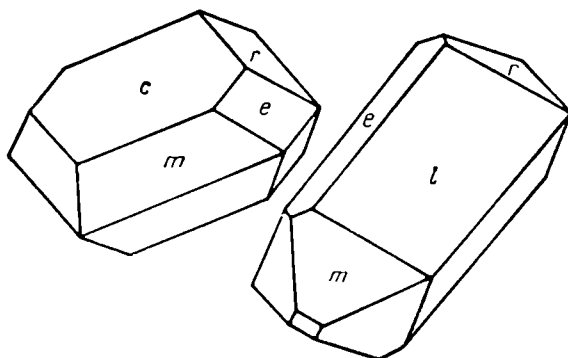


Fig. 87. Cristale de gaylussit: c(001); e(011); m(110); r(1̄12).

## Analize chimice

	1	2
Na <sub>2</sub> O	20,93	20,40
CaO	18,94	19,02
CO <sub>2</sub>	29,72	30,02
H <sub>2</sub> O	30,41	30,47
Rez.	—	0,29
Total	100,00	100,20

1 — Na<sub>2</sub>Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O. 2 — Taboos-Nor (deșertul Gobi); insol.=0,16, SiO<sub>2</sub>=0,08, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,03, MgO=0,01, MnO=0,01.

*Chimism.* Carbonat hidratat de sodiu și calciu: Na<sub>2</sub>Ca(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O.

*Ocurență.* Se găsește în depozite de lacuri sărate, asociat cu natron, termonatrit, trona, pirssonit, calcit, borax. A fost determinat la Lagunillas (Venezuela) în cristale, iar în mase de minerale argiloase a-pare în Mongolia la Taboos-Nor în deșertul Gobi. În S.U.A. se întâlnește la Carson (Nevada), la Borax Lake, Mono Lake, Searles Lake (California).

**SCHRÖCKINGERIT** NaCa<sub>3</sub>(UO<sub>2</sub>)(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)F·10H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* triclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub>=9,60; b<sub>0</sub>=9,62; c<sub>0</sub>=14,46 Å. Z=4. β=91°48'.

*Habitus:* agregate globulare, cristale plate (0001). *Clivaj:* (0001) perfect, lamele de clivaj flexibile. *H*=2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. *G*=2,51. *Luciu:* sticlos, pe suprafața (0001) sid efos. *Culoare:* galben-verzui.

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție: ε=1,542, ω=1,489 (probă din Wyoming); ε<sub>Na</sub>=1,539–1,545, ω<sub>Na</sub>=1,496 (probă de la Ioachimov); uniax negativ, uneori biax cu 2V<sub>α</sub> variind de la 0° la 25°.

*Chimism.* Fluoro-carbonat-sulfat hidratat de sodiu, calciu și uraniu: NaCa<sub>3</sub>(UO<sub>2</sub>)(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)F·10H<sub>2</sub>O.

## Analize chimice

	1	2	3
Na <sub>2</sub> O	3,49	3,19	3,63
K <sub>2</sub> O	—	0,23	—
MgO	—	0,63	—
CaO	18,93	18,44	18,14
UO <sub>3</sub>	32,19	31,28	31,44
CO <sub>2</sub>	14,86	14,67	14,20
SO <sub>3</sub>	9,01	9,24	9,17
H <sub>2</sub> O	20,28	20,20	20,15
F	2,14	1,09	2,15
Rez.	—	1,53	1,03
Total	100,00	100,63	99,01

1 — NaCa<sub>3</sub>(UO<sub>2</sub>)(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)F·10H<sub>2</sub>O. 2 — Arizona (S.U.A.). 3 — Wyoming (S.U.A.).

**Ocurență.** Ca produs secundar de alterare a uraninitului, schröckingeritul apare la Joachimov în Boemia și la Johanngeorgenstadt în Saxonia. În S.U.A. se găsește în depozite formate din ape descendente, în concrețiuni de gips, aproape de Wamsutter (Wyoming) și la mina Hillside Yavapai County (Arizona).

**LANTANIT**  $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5568 : 1 : 0,5629$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,50$ ;  $b_0 = 17,10$ ;  $c_0 = 9,00$  Å; conține  $(La, Ce)_8(CO_3)_{12} \cdot 32H_2O$ .

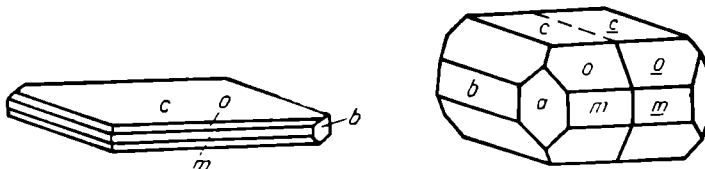


Fig. 88. Cristale de lantanit:  $c(001)$ ;  $m(110)$ ;  $o(121)$ ;  $a(100)$ ;  $b(010)$ .

*Habitus:* cristale tabulare (010), alungite (001), cruste granulare. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $b(010)$ ,  $d(101)$ ,  $o(121)$ . *Macle:* (101) plan de maclă. *Clivaj:* (010) de tip micaceu.  $H = 2^{1/2} - 3$ .  $G = 2,69 - 2,74$ . *Luciu:* sidefos. *Culoare:* alb, roz, gălbui.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție pentru  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha = 1,520$ ,  $\beta = 1,587$ ,  $\gamma = 1,613$ ; biax negativ,  $2V\alpha = 63^\circ_{(Na)}$ .

*Chimism.* Carbonat hidratat de lantan și ceriu cu formula de tipul  $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ . Sint prezente deseori elemente ca TR și Y.

Tabelul 132

**Analize chimice**

	1	2	3	4
$(La, Dy)_2O_3$	28,54	28,34	} 55,03	} 54,95
$Ce_2O_3$	25,67	25,52		
$Y_2O_3$	—	0,79	—	—
$CO_2$	21,89	21,95	21,95	21,03
$H_2O$	23,90	23,40	24,21	23,97
Insol.	—	0,13	—	—
Total	100,00	100,13	101,19	100,00

1 —  $(La, Ce)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ ; La : Ce = 1,12 : 1; 2 — Bastnäs (Suedia); 3 — Bethlehem (Pennsylvania); 4 — Bethlehem (Pennsylvania).

**Ocurență.** A fost determinat prima dată la Bastnäs în Suedia. Se mai găsește în depozite de Zn la Bethlehem (Pennsylvania). Ca produs de alterare a allanitului apare în pegmatite la Baringer Hill (Texas) și similar în depozite de magnetit la Sanford, Moriah (New York).

## IV. CARBONAȚI CONȚINÎND GRUPĂRI OXIDRIL SAU HALOGEN

### 1. TIPUL $A_m(XO_3)_pZ_q$

#### LOSEYIT $(Mn, Zn)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,700 : 1 : 0,620$ ,  $\beta = 94^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 16,20$   $b_0 = 5,55$ ,  $c_0 = 14,92$  Å; conține  $(Mn, Zn)_{28}(CO_3)_8(OH)_{40}$ .

*Habitus:* agregate subparalele, uneori radiare, cristale alungite (010). Forme principale: c (001), s (130), e (011), d (101), p ( $\bar{1}36$ ), r ( $\bar{7}.14.2$ ). *Clivaj:* absent.  $H = 3$ .  $G = 3,27 - 3,37$ . *Culoare:* alb, cu reflexe albastrii, uneori brun.

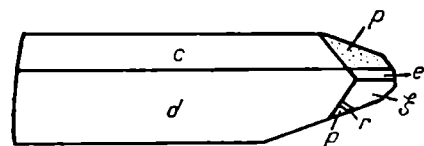


Fig. 89. Cristal de loseyit: c(001); s(130); e(011); p( $\bar{1}36$ ); r( $\bar{7}.14.2$ ); d(101).

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,637$ ,  $\beta = 1,648$ ,  $\gamma = 1,676$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 64^\circ$ .

*Chimism.* Carbonat bazic de zinc și mangan, cu formula  $(Mn, Zn, Mg)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$ . Raportul cationilor  $Mn : Zn : Mg = 5 : 4 : 1$ .

Tabelul 133

#### Analize chimice

	1	2
MnO	36,27	31,91
FeO	—	0,61
ZnO	33,29	32,77
MgO	4,42	3,42
CO <sub>2</sub>	12,86	12,59
H <sub>2</sub> O	13,16	13,83
Rez.	—	1,19
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,38</b>
1 — $(Mn, Zn, Mg)_7(CO_3)_2(OH)_{10}$ , unde: $Mn : Zn : Mg = 5 : 4 : 1$ . 2 — Franklin (New Jersey); $Mn_2O_3 = 1,03$ , insol. = 0,16.		

*Ocurență.* Apare asociat pirocroitului, sussexitului și calcitului, în depozitele de la Franklin (New Jersey).

#### ZARATIT $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,15$  Å; conține  $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ .  $Z = 2$ .



*Habitus*: încrustații, forme stalactitice sau mamelonare, structuri microcristaline, mase compacte. *Spărtură*: concoidală.  $H=3\frac{1}{2}$ .  $G=2,57-2,69$ . *Luciu*: sticlos sau gras. *Culoare*: verde. *Urmă*: slabă.

*Proprietăți optice*. Ușor colorat în verde; izotrop, uneori cu efecte de birefringență; indicii de refracție variază în funcție de starea de prezentare; pentru materialul izotrop  $n=1,565$ ; cristalele fibroase arată extincție paralelă, alungire pozitivă, pleocroism: || cu alungirea — verde și  $\perp$  pe alungire — verde-gălbui, iar indicii de refracție sînt 1,559—1,566; între fibre se remarcă și prezența materialului izotrop.

*Chimism*. Carbonat bazic hidratat de nichel:  $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ . Mn apare substituind Ni.

Tabelul 134

Analize chimice

	1	2	3
NiO	59,56	58,82	56,82
MgO	—	urme	1,68
CO <sub>2</sub>	11,70	11,69	11,63
H <sub>2</sub> O	28,74	29,50	29,87
Total	100,00	100,00	100,00
1 — $Ni_3(CO_3)(OH)_4 \cdot 4H_2O$ ; 2 — Texas; 3 — Pennsylvania.			

*Ocurență*. Apare ca mineral secundar în concentrațiile cu cromit, pentlandit, pirotină, din roci magmatice și serpentinite. Se găsește în asociații tipice cu dolomit, aragonit, calcit, hidromagnezit, goethit, brucit. Este întâlnit în Spania la Capul Ortegai, asociat cu magnetit și sulfuri de nichel, în Austria în Tirol și Styria; în Italia în Piemonte; în U.R.S.S. la Orsk (M. Ural); în Tasmania; în Australia la Broken Hill; în Groenlanda la Igdlökunguak; în S.U.A., în Lancaster County și Chester County; în India la Nuasahi.

**AURICALCIT**  $(Zn, Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=13,45$ ;  $b_0=6,31$ ;  $c_0=5,36$  Å; conține  $(Zn, Cu)_{20}(CO_3)_8(OH)_{24}$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: cristale foarte fine, aciculare, alungite [001], rar columnare, laminate sau granulare; cristale plate (010), cu striuri [001]. *Clivaj*: (010) perfect.  $H=2$ .  $G=3,64$  sau 4,23 (Zn : Cu = 2,65 : 1). *Luciu*: sidefos. *Culoare*: verde-pal, albastru-cenușiu, albastru.

*Proprietăți optice*. Incolor sau ușor colorat în verde-pal sau albastrui-deschis; pleocroic:  $\alpha$  = incolor,  $\beta = \gamma$  = verde-albăstrui; orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ ; biax negativ,  $2V_\alpha$  este mic.

## Proprietăți optice

	n (Tintic)	n (Utah)	n (Bisbée)
$\alpha$	1,654	1,658	1,661
$\beta$	1,740	1,746	1,749
$\gamma$	1,743	1,751	1,756

*Chimism.* Carbonat bazic de zinc și cupru:  $(\text{Zn, Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ . Zn și Cu se substituie în proporții variate, raportul devenind probabil  $\text{Cu} : \text{Zn} = 1 : 3,16$  sau  $\text{Cu} : \text{Zn} = 1 : 1,57$ . Ca este prezent probabil datorită concreșterilor intime.

Tabelul 136

## Analize chimice

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,36	0,46	—	—
CuO	19,92	19,87	19,91	25,82	17,94
ZnO	54,08	54,11	54,77	46,73	58,12
CO <sub>2</sub>	16,11	16,22	16,22	16,48	12,55
H <sub>2</sub> O	9,89	9,93	8,50	11,14	9,44
Rez.	—	—	—	0,44	1,96
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,39</b>	<b>99,86</b>	<b>100,61</b>	<b>100,01</b>

1 —  $(\text{Zn, Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ ; Cu : Zn = 1 : 2,65. 2 — Utah; 3 — Torreón (Chihuahua — Mexic).  
4 — Zolotușinski (M. Ural — U.R.S.S.); rez. FeO. 5 — Provincia Nagato (Japonia);  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,46$ , insol. = 0,22,  $\text{H}_2\text{O} = 0,28$ , MgO și  $\text{SiO}_2$  — urme.

*Ocurență.* Apare ca mineral secundar în zone de oxidație ale mineralizațiilor de cupru și zinc, asociat malachitului, azuritului, cupritului, smithsonitului, hemimorfitului, hidrozincitului, rosasitului, limonitului.

În România se găsește exclusiv în zăcămintele de contact din provincia banatică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Băița — Bihor).

În U.R.S.S. este întâlnit în M. Altai, la Tomsk (Siberia de Vest); în Grecia la Laurium; în Italia la Campiglia, la Monteponi, la Iglesias (Sardinia); în Franța la Chessy lângă Lyon; în Namibia la Tsumeb; în Japonia în provincia Nagato; în Mexic la Torreón (statul Chihuahua); în S.U.A. la Bisbée (Arizona), la Cottonwood Canyon (Utah), la Magdalena (New Mexico) și la Goodsprings (Nevada).

**ROSASIT**  $(\text{Cu, Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ 

*Sistemul de cristalizare:* probabil monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,40$ ;  $b_0 = 12,30$ ;  $c_0 = 3,43 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Cu, Zn})_8(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_8$ .

*Habitus*: cruste fibroase, structură sferulitică, aspecte pseudo-rombice, uneori granule plate. *Clivaj*: după două direcții rectangulare.  $H=4^{1/2}$ .  $G=4,0-4,2$ . *Culoare*: verde, verde-albăstrui, albăstrui.

*Proprietăți optice*. Incolor sau albastru-palid; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta=\gamma$ =albastru-pal; indicii de refracție:  $\alpha=1,672$ ,  $\beta=1,830$ ,  $\gamma=1,830$ ; biax negativ;  $2V_\alpha$  este mic; extincție paralelă.

*Chimism*. Carbonat bazic de zinc și cupru:  $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$ . Cu și Zn se substituie, raportul fiind: Zn : Cu ~ 2 : 3 sau 1 : 2.

Tabelul 137

Analize chimice

	1	2	3
CuO	41,15	41,58	47,10
ZnO	30,99	28,96	24,49
CO <sub>2</sub>	19,77	20,18	18,61
H <sub>2</sub> O	8,09	8,58	10,26
Rez.	—	0,97	0,27
Total	100,00	100,27	100,73

1 —  $(Cu, Zn)_2(CO_3)(OH)_2$ ; 2 — Sardinia; PbO=0,23, NiO=0,04, MgO=0,21, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,31, insol.=0,18; 3 — Tsumeb (Namibia); Rez.=Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

*Ocurență*. Apare ca mineral secundar în zone de oxidație ale zăcămintelor de Pb-Zn-Cu. A fost determinat în mineralizațiile de la Rosas și Sulcis (Sardinia), asociat cu malachit, brochantit, auricalcit, greenockit, siderit. Se întâlnește în Namibia la Tsumeb; în S.U.A. la Jack Pot Claim, aproape de Wellington, la Majuba Hill (Nevada), la Tombstone (Arizona) și la Kelly (New Mexico); în U.R.S.S., în R. S. S. Turkmână.

**MALACHIT**  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,881 : 1 : 0,401$ ;  $\beta = 118^\circ 10'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 9,48$ ;  $b_0 = 12,03$ ;  $c_0 = 3,21$  Å; conține  $Cu_8(CO_3)_4(OH)_8$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: cristale rare, frecvent prisme scurte sau lungi [001]; de obicei sub formă de stalactite cu structură fibroasă, radiară. Când se prezintă sub formă de mase reniforme bine dezvoltate este caracteristică structura lor concentrică, zonală, care apare în mod deosebit de sugestiv pe suprafețele șlefuite. Se întâlnesc și varietăți pămîntoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), p (201). *Maclă*: (100) plan de maclă comună și de penetrație, polisintetică. Ax de maclă [201]. *Clivaj*: (201) perfect, (010) bun. *Spărtură*: pentru mase compacte, neregulată sau semiconcoidală.  $H=4$ .

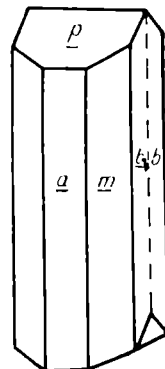


Fig. 90. Cristal maclat de malachit: p(201); a(100); m(110); b(010).

$G=4,05$ . *Lucii*: adamantin sau sticlos la cristale, mătășos la varietățile fibroase, lipsește la masele pămîntoase. *Culoare*: verde, verde-închis, verde-negru. *Urmă*: verde-deschis.

*Proprietăți optice*. Slab colorat în verde și verde-gălbui; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =verde-gălbui,  $\gamma$ =verde; orientarea:  $\beta=b$ ;  $\alpha \wedge c=23^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,655$ ,  $\beta=1,875$ ,  $\gamma=1,909$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=43^\circ_{(Na)}$ .

*Chimism*. Carbonat bazic de cupru:  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ . Zn substituie Cu în proporții variabile.

Tabelul 138

Analize chimice

	1	2	3
CuO	71,95	71,84	72,03
CO <sub>2</sub>	19,90	19,95	20,04
H <sub>2</sub> O	8,15	8,21	8,09
Total	100,00	100,00	100,16
1 — $Cu_2(CO_3)(OH)_2$ ; 2 — Chessy (Franța); 3 — Rio Marina (I. Elba).			

*Ocurență*. Se formează în special în zonele de alterare ale zăcămintelor de cupru, mai ales cînd acestea sînt situate în calcare sau cînd minereurile primare conțin numeroși carbonați. Este cel mai răspîndit mineral de cupru dintre mineralele oxidate de cupru. Se depune atît prin înlocuirea carbonaților, cit și prin umplerea cavităților, prezentînd forme colomorfe tipice. Carbonatul de cupru se poate forma din reacția dintre soluțiile de alterare bogate în sulfat de cupru, care vin în contact cu apa de ploaie bogată în CO<sub>2</sub>. Malachitul formează deseori pseudomorfoze după azurit, cuprit, cupru nativ și uneori după minerale ca atacamitul, calcitul, calcopirita.

În R. S. România malachitul se întîlnește sub formă de impregnații sau cruste în zonele de oxidare ale zăcămintelor de cupru, metamorfozate (Cîrlibaba, Pojorîta, Bălan, Bădeni, Teregova, Bucova, Ghelar, Vadu Dobrii, Lipova, Altin-Tepe, Măcin), legate de magmatismul paleozoic — superior sau triasic (Turcoaia, Cerna, Mircea Vodă, Horia, Niculițel, Somova, Bogza), de magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Șinca Nouă, Baia de Aramă, Căzănești, Colțești), de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchița, Băița — Bihor) sau de cel neogen (Ilba, Cavnic, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Săcărîmb, Hondol, Ruda Barza, Stănița, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Almașu Mare, Întregalde, Bucium, Abrud, Baia de Arieș).

În U.R.S.S. se întîlnește la Nijni Taghil, Bogoslovsk; în Franța la Chessy (aproape de Lyon) și la Cap Garonne; în Namibia la Tsumeb; în Rhodesia la Bwana Mkubwa; în Australia la Broken Hill și Cobar; în S.U.A. în minele de cupru din statele Arizona, Nevada, New Mexico, Utah, Pennsylvania și Tennessee.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8565 : 1 : 1,7688$ ;  $\beta = 92^\circ 25'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,97$ ;  $b_0 = 5,84$ ;  $c_0 = 10,29$  Å; conține  $\text{Cu}_6(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_4$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale cu habitus variabil tabular (001), comun (102) sau  $(\bar{1}02)$ , prisme scurte [001], cu fețe (110) sau (100), uneori forme aciculare.

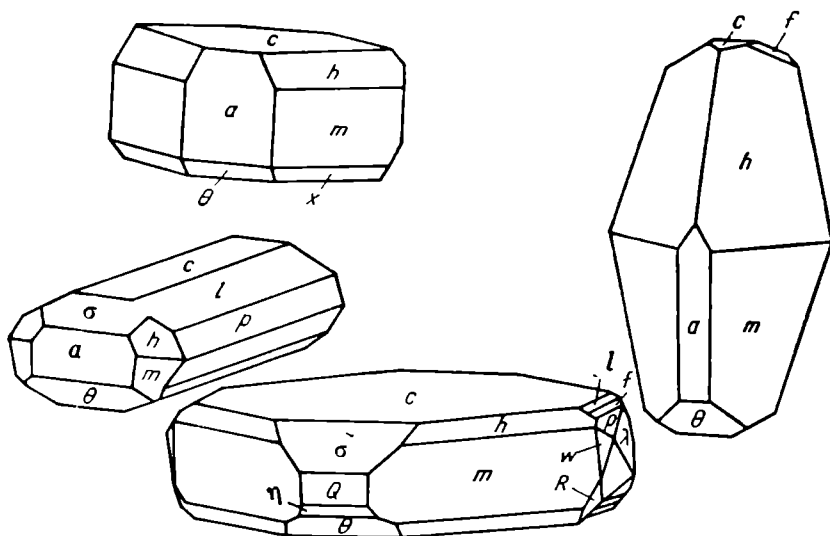


Fig. 91. Cristale de azurit: c(001); a(100); w(120); m(110); f(012); p(011); sigma(102);  $\theta(\bar{1}02)$ ;  $\tau(304)$ ; h(111); R( $\bar{1}21$ ); w(120);  $\lambda(\bar{1}93)$ .

Se întâlnește și sub formă de druze de cristale mărunte, mase granulare compacte, uneori agregate granulare și mase pămîntoase. *Maclă:*  $(\bar{1}01)$  plan de maclă;  $(\bar{1}02)$  plan de maclă; (001) plan de maclă; *Clivaj:* (011) perfect, (100) și (110) bun și în urme. *Spărtură:* concoidală:  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 3,773$ . *Luciu:* sticios, uneori adamantin. *Culoare:* albastru-azur, albastru de Berlin, albastru închis. *Urmă:* albastră.

*Proprietăți optice.* Colorat albastru-pal; pleocroic în tonuri de albastru cu absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$ ; orientarea:  $\alpha = b$ ;  $\gamma \wedge c = 12^\circ 36'$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,730$ ,  $\beta = 1,758$ ,  $\gamma = 1,838$ ; biax pozitiv cu  $2V_\gamma = 68^\circ$ ; birefrință ridicată.

*Chimism.* Carbonat bazic de cupru, cu formula  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ . Conține  $\text{CuO} = 69,24\%$ ,  $\text{CO}_2 = 25,53\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 5,23\%$  (total 100,00%). În constituția chimică, ca impurități mecanice, sînt determinate numeroase elemente. La  $410^\circ$  pierde apa trecînd în *tenorit*.

*Ocurență.* Se întâlnește aproape întotdeauna în paragenză cu malachitul, depunîndu-se în general mai tîrziu decît el. Deseori, există condiții cînd el este mai puțin stabil decît malachitul, fiind în acest caz înlocuit de acesta. Se cunosc pseudomorfoze de malachit criptocristalin compact după cristale de azurit.

În R. S. România se găsește în zonele de oxidație ale zăcămintelor cuprifere de diferite geneze, cantonate în sisturi cristaline (Cîrlibaba, Pojorîta,

Bălan, Bădeni, Orzești, Muncelu Mic, Lipova, Măcin), legate de magmatismul mezozoic (Gemenea, Baia de Aramă, Căzănești, Almaș-Săliște, Somova, Mircea Vodă, Altin Tepe), de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Rușchita, Băișoara, Băița Bihor), de cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, M. Țibleș, Băile Borșa, Rodna, Deva, Almașu Mic de Munte, Bucium, Baia de Arieș).

De asemenea apare în M. Altai (U.R.S.S.); la Laurium în Grecia; la Chessy în Franța; în Sardinia (Italia); la Tsumeb în Namibia; la Broken Hill, Consobolin, Cobar, Mungana, Wallarro (lângă Adelaide) în Australia; la Bisbee (Arizona), Kelly (New Mexico) și în California, S.U.A.

### HIDROCERUZIT $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,610$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,99$ ;  $c_0 = 23,80$  Å; conține  $Pb_9(CO_3)_6(OH)_6$ .  $Z = 3$ .

*Habitus:* cristale plate hexagonale (0001), puternic tabulare, uneori piramidale ( $h\bar{0}h1$ ) și cu (0001) bine dezvoltată. Se întilnesc cristale care indică o dezvoltare romboedrică. Forme principale:  $m(10\bar{1}0)$ ,  $c(0001)$ ,  $o(10\bar{1}4)$ ,  $p(10\bar{1}2)$ ,  $q(10\bar{1}1)$ ,  $r(20\bar{2}1)$ . *Clivaj:* (0001) perfect.  $H = 3$ .  $G = 6,1$ . *Luciu:* adamantin sau sifos. *Culoare:* alb-cenușiu, cu reflexe verzui.

*Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție:  $\epsilon = 2,09$ ,  $\omega = 1,94$ ; uniax negativ.

*Chimism.* Carbonat bazic de plumb, cu formula:  $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ ; uneori OH este substituit prin Cl.

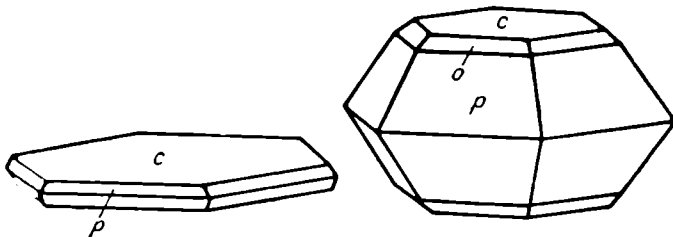


Fig. 92. Cristale de hidroceruzit:  $c(0001)$ ;  $p(10\bar{1}2)$ ;  $o(10\bar{1}4)$ .

*Ocurență.* Ca mineral secundar, asociat malachitului și ceruzitului, hidroceruzitul a fost determinat la Långban (Suedia), într-un zăcămint de plumb și cupru. Se mai întilnește în Scoția (la Wanlockhead, Dumfries, Leadhills), în Anglia (la Mendip Hills, Somerset), în Grecia (la Laurium), în U.R.S.S. (în M. Altai), în S.U.A. (la Tiger — Arizona).

### HIDROMAGNEZIT $Mg_4(CO_3)_3(OH)_2 \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,963 : 1 : 0,903$ ;  $\beta = 113^\circ 32'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 15,58$ ;  $b_0 = 9,06$ ;  $c_0 = 8,42$  Å; conținutul rețelei este incert.  $Z = 4$ .

*Habitus*: cristale dezvoltate în rozete și cruste aciculare alungite [001] și tabulare (100); masiv, mase afinate. Forme principale: c (001), a (100), m (110), y (011), g (021), t (041), o (111), p ( $\bar{1}21$ ). *Macles*: (100) plan de maclă, uneori polisintetice. *Clivaj*: (010) perfect, uneori (100) foarte slab.  $H=3^{1/2}$ ,  $G=2,236$ . *Luciu*: sticlos, în agregate pămîntoase, perlat. *Culoare*: alb.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,515$ ,  $\beta=1,530$ ,  $\gamma=1,544$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma$  micșorat.

*Chimism*. Carbonat bazic hidratat de magneziu, cu formula  $Mg_4(CO_3)_3(OH)_2 \cdot 3H_2O$ . S-ar părea că este vorba de doi compuși concreșcuți. Ca poate apare substituind Mg. Prin încălzire la  $485^\circ$  pierde din apă și  $CO_2$  și trece intermediar într-un oxicarbonat, apoi în  $MgO$ .

*Ocurență*. Se întâlnește, în principal, în mineralizații hidrotermale de temperatură joasă, pe fisurile serpentinitelor provenite din roci magmatice magneziene. Se asociază calcitului, opalului, dolomitului, aragonitului, brucitului, magnezitului, piroauritului.

Apare în serpentinitele din Styra și Tirol — Austria, R. S. Cehoslovacă, R. S. F. Iugoslavia, R. D. Germană, Italia în regiunile Piemonte și Lombardia și în S.U.A., în statele New Jersey, Pennsylvania, California, Nevada.

În R. S. România, hidromagnezitul se întâlnește în serpentinitele și gabbrourele de la Eibenthal și Țișovița.

### RUTHERFORDIT $(UO_2)(CO_3)?$

*Sistemul de cristalizare*: rombic?

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,84$ ;  $b_0=9,20$ ;  $c_0=4,29$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: mase pulverulente sau compacte, cu aspect fibros. *Culoare*: galben.  $G=4,82$ .

*Proprietăți optice*. Indicii de refracție:  $\alpha=1,720$ ,  $\beta=1,729$ ,  $\gamma=1,755$ .

*Chimism*. Carbonat de uranil.

*Ocurență*. Apare ca pseudomorfoze după uraninit în Uruguru, Morogoro, Tanganyika, Tanzania; în sudul Australiei la Peace Smelter; în S.U.A. în statul Maine; în provincia Shaba — Zair.

### SHARPIT $(UO_2)_6(CO_3)_5(OH)_2 \cdot 6H_2O?$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Habitus*: cruste fibroase, radiare.  $H=2^{1/2}$ .  $G>3,3$ . *Culoare*: galben-verzui.

*Proprietăți optice*. Indicii de refracție:  $\alpha=1,633$ ,  $\gamma=1,720$ ; pleocroism:  $\alpha$ =brun,  $\gamma$ =galben-verzui; biax pozitiv.

*Ocurență*. Se întâlnește ca depozite uranifere, asociat cu becquerelit și uranofan, la Shinkolobwe (Shaba — Zair).

## 2. TIPUL $A_mB_n(XO_3)_pZ_q$

### DAWSONIT $NaAl(CO_3)(OH)_2$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,648 : 1 : 0,534$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=6,72$ ;  $b_0=10,34$ ;  $c_0=5,56$  Å; conține  $Na_4Al_4(CO_3)_4(OH)_8$ .

*Habitus*: încrustații sub formă de rozetă, cristale aciculare; alungirea [001]. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), D (011). *Clivaj*: (110) perfect.  $H=3$ .  $G=2,44$ . *Luciu*: sticlos, iar în agregate fine mătășos. *Culoare*: alb. *Urmă*: incoloră.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,462$ ,  $\beta=1,537$ ,  $\gamma=1,589$ ;  $2V\alpha=76^\circ$ .

*Chimism*. Carbonat bazic de sodiu și aluminiu, cu formula:  $\text{NaAl}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ .

Tabelul 139

Analize chimice

	1	2	3
$\text{Na}_2\text{O}$	21,53	21,81	23,24
$\text{Al}_2\text{O}_3$	35,40	36,01	34,86
$\text{CO}_2$	30,56	30,57	29,87
$\text{H}_2\text{O}$	12,51	11,61	11,93
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>99,90</b>
1 — $\text{NaAl}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ . 2 — Montreal (Canada); $\text{CaO}=1,59$ . 3 — Komana (R. P. S. Albania).			

*Ocurență*. Este un mineral secundar, caracteristic mineralizațiilor hidrotermale de temperatură joasă, rezultat din descompunerea mineralelor aluminosilicate. Se întâlnește în calcarele de Trenton, Mc.Gill University, Montreal (Canada), asociat cu calcit, pirită și galenă; la Pian Castagnaio, la Santa Fiora (lingă Mt. Amiata), Siena (Toscana — Italia); la Tenes în Algeria; la Komana, Drin (R. P. S. Albania), ca filonașe cu cuarț și calcit.

**BEYERIT**  $\text{Ca}(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)_2$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 5,759$ .

*Dimensiunea celei elementare*:  $a_0 = 3,78$ ;  $c_0 = 21,77\text{Å}$ ; conține  $\text{Ca}_2\text{Bi}_4(\text{CO}_3)_4\text{O}_4$ .

*Habitus*: cristale rectangulare, turtite (001), mase compacte, pămîntoase. Forme principale: c (001), o (111). *Spărtură*: concoidală.  $H=2$ .  $G=6,56$ ; masele poroase au 6,47. *Luciu*: sticlos pe fețele de cristale. *Culoare*: galben, galben ca lămîia, iar agregatele masive sînt alb-gălbui, verzi-cenușii și cenușii.

*Proprietăți optice*. Incolor sau slab colorat în galben. Prezintă anomalii, fiind uneori biax cu  $2V$  mic; nepleocroic; indicii de refracție:  $\epsilon=2,13$ ,  $\omega=1,99$ ; uniax negativ.

*Chimism*. Carbonat bazic de bismut și calciu cu formula:  $\text{Ca}(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)_2$ . Conține Pb, care substituie Ca;  $\text{CaO}=9,19\%$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3=76,38\%$ ,  $\text{CO}_2=14,43\%$ , pentru formula teoretică:  $\text{Ca}(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)_2$ , și  $\text{CaO}=8,85\%$ ,  $\text{PbO}=1,73\%$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3=73,65\%$ ,  $\text{CO}_2=13,50\%$ . Rez. =  $2,01\%$  (total  $99,83\%$ ), ( $\text{CuO}=1,10$ ,  $\text{MnO}=0,12$ , insol. =  $0,79$ ), pentru o probă de la Mica Lode (Colorado).

*Ocurență*. Ca mineral asociat bismutului și calcedoniei, beyeritul se întâlnește la Schneeberg (Saxonia — R. D. Germană); la Stewart, Pala (California), la Mica Lode și School (Colorado — S.U.A.).



**PARISIT**  $Ce_2Ca(CO_3)_3F_2$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6 2 m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 3,940$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,18$ ;  $c_0 = 84,10$  Å; conține  $Ce_{12}Ca_6(CO_3)_{18}F_{12}$ .  $Z = 18$ .

*Habitus:* frecvent în cristale bipiramidale hexagonale, uneori cristale prismatice, cu fețele piramidale bine dezvoltate, mai rar în cristale cu aspect romboedric. Fețele terminale au striuri orizontale. Forme principale: c (0001), a (1120), k (10 $\bar{1}$ 1), R (2021), T (50 $\bar{5}$ 2),  $\mu$  (01 $\bar{1}$ 1),  $\pi$  (05 $\bar{5}$ 4), i (11 $\bar{2}$ 6), t (22 $\bar{4}$ 9), r (11 $\bar{2}$ 3), w (22 $\bar{4}$ 3). *Clivaj:* (0001) bun, mascat odată cu apariția alterării. *Spărtură:* semiconcoidală.  $H = 4^{1/2}$ .  $G = 4,35$ . *Luciu:* sticlos sau rășinos; pe suprafețele de clivaj (0001) sedefos. *Culoare:* brun-gălbui, brun, galben-cenușiu. *Urmă:* alb-gălbuie.

*Proprietăți optice.* Incolor sau gălbui; slab pleocroic:  $\epsilon =$  galben-deschis,  $\omega =$  galben-auriu; uniax pozitiv.

Tabelul 140

**Indicii de refracție**

$\lambda$	Muzo (Columbia)			Quincy (Massachusetts)
	453	589	667	Na
$\epsilon$	1,6841	1,6717	1,6679	1,6760
$\omega$	1,7882	1,7712	1,7657	1,7570

*Chimism.* Fluorocarbonat de calciu, ceriu și alte elemente rare; formula posibilă este:  $(Ce, La)_2Ca(CO_3)_3F_2$ .

Tabelul 141

**Analize chimice**

	1	2	3	4	5
CaO	10,44	10,98	10,70	11,40	3,78
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,56	26,14	30,67	30,94	21,88
(La, Dy) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,33	28,46	29,74	27,31	33,11
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	urme	urme	urme	7,86
CO <sub>2</sub>	21,58	22,93	24,22	24,16	23,69
F	7,07	5,90	6,82	6,56	6,37
Rez.	—	8,07	0,50	1,84	5,01
Total	102,98	102,48	102,65	102,21	101,70

1 —  $(Ce, La)_2Ca(CO_3)_3F_2$ ; Ce : La = 1 : 1. 2 — Rivalli County (Montana); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,80, Na<sub>2</sub>O = 0,69, H<sub>2</sub>O = 0,26, gangă = 6,13. 3 — Muzo (Columbia); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20, Na<sub>2</sub>O = 0,20, K<sub>2</sub>O = 0,10. 4 — Quincy (S.U.A.); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,32, SrO — urme, Na<sub>2</sub>O = 0,30, K<sub>2</sub>O = 0,20, H<sub>2</sub>O — urme, gangă = 1,02. 5 — Y-parisit; Mukden (Manciuria); ThO<sub>2</sub> — urme, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,28, MnO — urme, Na<sub>2</sub>O = 1,97, K<sub>2</sub>O = 0,31, H<sub>2</sub>O = 2,45.

*Ocurență.* Este întâlnit în depozitele de la Muzo, lângă Bogota (Columbia), asociat cu pirită, marcasită, dolomit cu ceriu, albit, calcit, cuarț, gips. De asemenea se găsește în: Norvegia, în pegmatite alcaline și sienite nefel-

linice; în Italia la Montorfano (Lombardia), în granite cu riebeckit; în R. D. Madagascar la Ifasina, Y-parisit se găsește în NE Chinei la Mukden, iar în S.U.A. la Quincy (Massachusetts).

**CORDILIT**  $Ce_2Ba(CO_3)_3F_2$

Sistemul de cristalizare: hexagonal,  $\bar{6}$  m 2.

Relația axială:  $a : c = 1 : 1,1288$ .

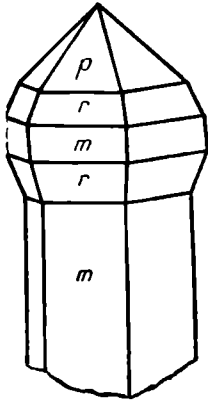


Fig. 93. Cristal de cordilit:  $p(40\bar{4}5)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $r(20\bar{2}1)$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 4,35$ ;  $c_0 = 22,80$  Å; conține  $(Ce, La)_4Ba_2(CO_3)_6F_4$ .

Habitus: prismatic  $[0001]$ , cu fețe terminale bipiramidale. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $p(40\bar{4}5)$ ,  $q(10\bar{1}1)$ ,  $r(20\bar{2}1)$ ,  $s(40\bar{4}1)$ . Clivaj:  $(0001)$  distinct. Spărtură: concoidală.  $H = 4^{1/2}$ .  $G = 4,31$ : Luciu: gras sau adamantin, sifefos  $(0001)$ . Culoare: galben și galben-murdar pe suprafețele alterate.

Proprietăți optice. Incolor sau galben; pleocroic:  $\epsilon =$  galben-verzui,  $\omega =$  galben-brun; uniax negativ.

Chimism. Fluorocarbonat de bariu, ceriu și elemente din grupa pământurilor rare cu formula:  $(Ce, La)_2Ba(CO_3)_3F_2$ .

Ocurență. Se găsește la Narsarsuk, Julianehaab (Groenlanda), asociat cu egrin, ancilit, sinchisit, neptunit, în sienite nefelinice.

**BASTNÄSIT**  $Ce(CO_3)F$

Sistemul de cristalizare: hexagonal,  $6$  m 2.

Relația axială:  $a : c = 1 : 1,370$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 7,09$ ;  $c_0 = 9,72$  Å; conține  $(Ce, La)_6(CO_3)_6F_6$ .  $Z = 4$ .

Tabelul 14 2

**Indicii de refracție**

	Bastnäs (Suedia)	Pikes Peak (S.U.A.)
$\epsilon$	1,722	1,717
$\omega$	1,823	1,818

Tabelul 14 3

**Analize chimice**

	1	2
$Ce_2O_3$	37,55	37,71
$(La, Dy)_2O_3$	37,27	36,29
$CO_2$	20,15	20,03
F	8,69	7,83
$H_2O$	—	0,08
Rez.	—	0,40
Total	103,66	102,34

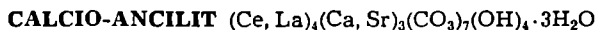
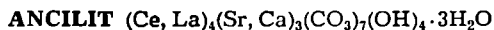
1 —  $(Ce, La)(CO_3)F$ ;  $Ce : La = 1 : 1$ . 2 — Chevenne, lângă Pikes Peak (Colorado);  $Na_2O = 0,18$ ,  $Fe_2O_3 = 0,22$ .

*Habitus*: tabular (0001), cu (10 $\bar{1}$ 0), combinații de forme (10 $\bar{1}$ 1) și (10 $\bar{1}$ 0); mase granulare. Forme principale: c (0001), m (10 $\bar{1}$ 0), a (1120), t (10 $\bar{1}$ 3), p (10 $\bar{1}$ 2), q (10 $\bar{1}$ 1), s (11 $\bar{2}$ 2). *Clivaj*: (10 $\bar{1}$ 0) slab, (0001) întrerupt. *Spărtură*: neregulată.  $H=4-4^{1/2}$ .  $G=4,9-5,2$ . *Luciu*: sticlos sau gras, sedefos (0001).

*Proprietăți optice*. Incolor sau galben-pal; pleocroism slab; uniax pozitiv.

*Chimism*. Fluoro-carbonat de ceriu și TR.

*Ocurență*. În România se găsește în masivul alcalin Ditrău. Prima oară a fost descris la Bastnäs, Riddarhyttan (Suedia), asociat allanitului, ceritului, la contactul dintre amfibolite și skarne. De asemenea se găsește în U.R.S.S. în M. Ural; în Madagascar la Ifasina, asociat glaucofanului; în S.U.A., în statele Colorado (la Jamestown, Pikes Peak, Cheyenne) și New Mexico.



*Sistemul de cristalizare*: rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială*: a : b : c = 0,916 : 1 : 0,917.

*Habitus*: pseudooctaedric, fețe curbe, prisme scurte [001], cruste cristaline, cristale dispuse neregulat. Forme comune: d (120), e (111). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: așchioasă, colțuroasă.  $H=4-4^{1/2}$ .  $G=3,95$ . *Luciu*: sticlos pe fețe, gras pe spărtură. *Culoare*: galben-pal, oranj, galben-brun, brun-cenușiu. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,625$ ,  $\beta=1,700$ ,  $\gamma=1,735$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=66^{\circ}$ .

*Chimism*. Ancilitul este un carbonat bazic, hidratat, de stronțiu, calciu, ceriu și TR, cu formula: (Ce, La)<sub>4</sub>(Sr, Ca)<sub>3</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>7</sub>(OH)<sub>4</sub>·3H<sub>2</sub>O. Analizele arată că Sr și Ca sînt substituiți parțial prin Fe și Mn. Mineralele reprezintă o serie continuă, unde  $Ca > Sr$  sau  $Sr > Ca$ , la termenii extremi.

*Ocurență*. Apar în pegmatitele filoniene ale sienitelor nefelinice de la Julianehaab (Groenlanda), asociate cu egrin, albit, microclin, zircon, eudidimit. În U.R.S.S. se găsește în Peninsula Kola.

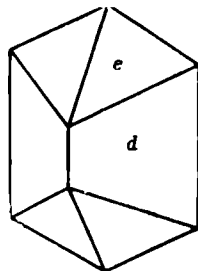
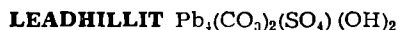


Fig. 94. Cristal de ancilit: d(120); e(111).

## V. DIFERIȚI CARBONAȚI

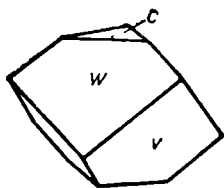


*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*: a : b : c = 1,752 : 1 : 2,226;  $\beta=90^{\circ}28'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,07$ ;  $b_0=11,55$ ;  $c_0=20,70$  Å; conține Pb<sub>32</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>8</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>16</sub>(OH)<sub>16</sub>.

*Habitus*: cristale pseudohexagonale, tabulare (001), butoiase cu conture hexagonale, o dezvoltare egală a formelor domale cu cele piramidale, cristale prismatice [001], mase granulare. Forme principale: c (001), a (100), m (140), l (120), d (110), g (021), Ø (041), ω (101), u (201), e (201), s (111), q ( $\bar{1}$ 11).



x (141), v ( $\bar{1}42$ ), r ( $\bar{1}41$ ), b (010). *Maclă:* cu (140) plan de maclă; comune, de întrepătrundere, lamelare; cu ( $\bar{1}42$ ) și (340) plan de maclă: lamelare; ( $\bar{1}40$ ): rare. *Clivaj:* (001) perfect. *Spărtură:* concoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ ,  $G=6,55$ . *Luciu:* rășinos sau adamantin, pe (001) sifos. *Culoare:* alb, cenușiu, verde, verde-albăstrui, albastru-pal sau galben.

Fig. 95. Cristal de leadhillit: c(001); w(101); v( $\bar{1}42$ ).

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\gamma=b$ ;  $\alpha \wedge c=5^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,870$ ,  $\beta=2,000$ ,  $\gamma=2,010$ ; biax negativ.

*Chimism.* Sulfat, carbonat de plumb:  $Pb_4(SO_4)(CO_3)_2(OH)_2$ . Conține și puțin Cu.

*Ocurență.* Ca mineral secundar, leadhillitul a fost prima oară determinat la Leadhills (Scoția). Mai apare la Laquorre (Ariège — Franța); la Oriddo (Sardinia); la Bleiberg (Austria).

# NITRAȚI

## CARACTERE GENERALE

Azotul intră în compușii minerali ca anion  $\text{NO}_3^-$  și ca  $\text{NH}_4^+$  sau în aerul atmosferic în forme gazoase. Sînt minerale ușor solubile în apă, de aceea se întîlnesc exclusiv în formațiunile actuale din deșerturile țărilor calde. Sursa principală de formare a acestor săruri este azotul din aer. Reacția de oxidare a acestui element are în special un caracter biogen, adică este legată de procesele bacteriene din soluri sau de descărcările electrice din atmosferă.

Au structuri anizodermice, cu grupul  $\text{NO}_3^-$  în structurile cristaline. Cea mai mare importanță o au nitrații alcalini de K și Na, în timp ce compușii elementelor alcalino-terose, Mg, Ca, Ba, au un rol secundar. În zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru în condițiile de alterare din deșert se întîlnesc rar nitrați de cupru cu compoziție complexă.

Tabelul 144

### Clasificarea nitraților

<b>I. NITRAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI</b>	
1. Tipul $\text{A}(\text{XO}_3)$	
Salpetru de sodiu (Nitronatrit)	$\text{Na}(\text{NO}_3)$
Salpetru de potasiu (Nitrokallit)	$\text{K}(\text{NO}_3)$
Salpetru de amoniu (Nitrammit)	$\text{NH}_4(\text{NO}_3)$
2. Tipul $\text{A}(\text{XO}_3)_2$	
Nitrobarit	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
Nitrocalcit	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Nitromagnezit	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
<b>II. NITRAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN</b>	
1. <i>Amestec</i> Gerhardtit	$\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3$
<b>III. NITRAȚI COMPUȘI</b>	
1. <i>Amestec</i> Darapskit	$\text{Na}_3(\text{NO}_3)(\text{SO}_4) \cdot 11\text{H}_2\text{O}$

# I. NITRAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI

## 1. TIPUL A(XO<sub>3</sub>)

### SALPETRU DE SODIU (Nitronatrit) Na(NO<sub>3</sub>)

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,830$ ;  $\alpha = 102^\circ 46'$ ;  $\lambda = 73^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,07$ ;  $c_0 = 16,81$  Å; conține în celula romboedrică Na<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; izostructural cu calcitul.  $Z = 6$ .

*Habitus:* romboedric (10 $\bar{1}$ 1), mase granulare, încrustații, eflorescențe. Forme comune: c (0001), a (11 $\bar{2}$ 0), r (10 $\bar{1}$ 1), e (01 $\bar{1}$ 2), f (02 $\bar{2}$ 1). *Macle:* (01 $\bar{1}$ 2); (0001) macle de penetrație; (02 $\bar{2}$ 1), asociate câte 3 sau 6 indivizi; (10 $\bar{1}$ 1) rare. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) perfect, (01 $\bar{1}$ 2) și (0001) imperfect. *Spărtură:* concoidală sau nesensibilă.  $H = 1\frac{1}{2} - 2$ .  $G = 2,24 - 2,29$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* alb și, în funcție de impurități, roșu, brun, cenușiu, galben de lămâie. *Diamagnetic.* Conduce electricitatea || [0001].  $F = 306,8^\circ\text{C}$ .

*Proprietăți optice.* Incolor; uniax negativ; indicii de refracție:  $\varepsilon = 1,585$ ,  $\omega = 1,336$ .

*Chimism.* Nitrat de sodiu. Este relativ pur din punct de vedere chimic. La obținerea lui în mod artificial se remarcă substituiri ale Na prin K, Li, Tl și NH<sub>4</sub> și ale (NO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> prin (ClO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, (BrO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>.

*Ocurență.* Se formează în regiunile calde, uscate, lipsite de vegetație, prin descompunerea biochimică a substanțelor care conțin azot, în special guano, și alte excremente de păsări și animale, precum și a microvegetației acvatică, a nitrobacteriilor etc. Precipitațiile atmosferice, rare, spală salpetrul format în văi, unde cu timpul se formează cruste de salpetru sau chiar concentrații compacte. În parageneză cu salpetru se întâlnesc: gipsul, mirabilitul, sarea gemă, rareori iodații și alte minerale similare.

Acumulări interesante apar în Chile, în Bolivia, Peru, Africa de Nord, R. A. Egipt, U.R.S.S., India. Acumulările cele mai mari sînt pe platoul înalt dintre Taltal, la nord, și Tarapaca, la sud, de la poalele Anzilor Cordillieri, din Chile pînă în Bolivia. Această regiune a fost în decursul multor milioane de ani, începînd cu cretacicul superior, un deșert cu o climă extraordinar de caldă și uscată (cu ploii care cădeau cîte o singură dată la 4—5 ani). În U.R.S.S., asociațiile de salpetru de sodiu cu salpetru de potasiu sînt destul de răspîndite în Kazahstan, sub formă de solonceacuri afîinate, pe culmi și în văi în Transcaspica și în Asia mijlocie. Se mai găsesc în California, de-a lungul riului Amargosa în Death Valley, la Calico, la San Joaquin, Valley Tulare și în Nevada.

### SALPETRU DE POTASIU (Nitrokalit) K(NO<sub>3</sub>)

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5910 : 1 : 0,7010$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,43$ ;  $b_0 = 9,19$ ;  $c_0 = 6,46$  Å; conține K<sub>4</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>; izostructural cu aragonitul.  $Z = 4$ .

*Habitus:* în general în cruste, cu cristale aciculare, iar uneori, în mase granulare, columnare, pămîntoase. Cristale artificiale prismatice [001], cu

(110), (010), (011) dezvoltate predominant. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), x (012), k (011), i (021), p (111). *Macle*: (110) comune, pseudohexagonale, grupate similar aragonitului. *Clivaj*: (011) aproape perfect, (010) bun, (110) imperfect. *Spărtură*: semiconcoidală sau neregulată.  $H=2$ .  $G=2,109$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor sau alb, uneori cenușiu datorită impurităților mecanice. *Urmă*: incoloră.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,335$ ,  $\beta=1,505$ ,  $\gamma=1,506$ ; biax negativ;  $2V_{\alpha}=5^{\circ}01'$ .

*Chimism*. Azotat de potasiu. Sodiul și litiul nu substituie K; Rb în cantități mici; Cs, Tl și  $NH_4$  pot substitui izomorf K, îndeosebi în cristalele obținute artificial.

*Ocurență*. Mai răspândit decât salpetrul de sodiu, salpetrul de potasiu apare sub formă de cruste, cu impregnații de materii organice. El se asociază cu salpetru de sodiu, epsomit, nitrocalcit, gips. Formarea sa este legată și de activitatea bacteriilor. Acumulări importante se găsesc în India, Spania, Chile, Egipt, Iran, U.R.S.S., Bolivia. De asemenea, în S.U.A., în statele Kentucky, Alabama, Ohio, Idaho, New Mexico și California (la Amargosa în Death Valley și Inyo).

### SALPETRU DE AMONIU (Nitrammit) $NH_4(NO_3)$

A fost identificat în mase pămîntoase la Nicojack Cave (Tennessee). Nu s-au mai citat și alte iviri. Stabil la temperaturi între  $-10^{\circ}$  și  $32,2^{\circ}$ , sub formă de cristale rombice bipiramidale.  $a_0=4,93$ ;  $b_0=5,44$ ;  $c_0=5,73$  Å. Biax negativ; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,413$ ,  $\beta=1,611$ ,  $\gamma=1,637$ ;  $2V_{\alpha}=35^{\circ}$ .  $G=1,72$ ; foarte solubil în apă.

## 2. TIPUL $A(XO_3)_2$

### NITROBARIT $Ba(NO_3)_2$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celei elementare*:  $a_0=8,13$  Å; conține  $Ba_4(NO_3)_8 \cdot Z=4$ .

*Habitus*: cristale octaedrice. Aspectele morfologice variază în funcție de condițiile de formare. Forme principale: a (100), d (011), o (111),  $\bar{1}11$ , f' (013), f (103), e (012), m (113), M (338), n (112), t (124), V (135). *Macle*: (111) de tipul spinelului. *Clivaj*: absent.  $G=3,250$ .

*Proprietăți optice*. Incolor; izotrop; fenomen de anomalie optică cînd prezintă birefringentă. Indicele de refracție  $n_{(Na)}=1,5714$ .

*Ocurență*. Se întîlnește în Chile în depozitele de salpetru.

### NITROCALCIT $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,5839 : 1 : 0,6876$ ;  $\beta = 98^{\circ}06'$ .

*Habitus*: eflorescențe, cristale artificiale prismatice, alungite [001]. Forme comune: b (010), a (100), m (110), n (210), q (011), r (101),  $\rho$   $\bar{1}01$ , o (111), w ( $\bar{1}11$ ).  $G=1,90$ . *Culoare*: alb sau cenușiu.

*Proprietăți optice*. Incolor. Indicii de refracție:  $\alpha=1,465$ ,  $\beta=1,498$ ,  $\gamma=1,504$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=50^{\circ}$ .

*Chimism*. Nitrat tetrahidratat de calciu:  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ .

*Ocurență.* Apare în eflorescențe, în asociație cu nitromagnezitul, în mase de calcare sau roci calcaroase. Se găsește în Spania, în Catalonia și Aragon, în depozite de săruri alcaline și carbonatate. Similar apare în Franța și S.U.A. în statele Kentucky, Indiana, Arizona, New Mexico, California.

**NITROMAGNEZIT**  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5191 : 1 : 0,9698$ ;  $\beta = 92^\circ 56'$ .

*Habitus:* eflorescențe, mase pămîntoase; cristalele artificiale sînt prismatice [001], cu (001) și (110) bine dezvoltate. Forme principale: c (001), m (110), k (012), q (011). *Clivaj:* (110) perfect.  $G=1,46$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb. *Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție, pentru o probă de la Kentucky, sînt:  $\alpha=1,344$ ,  $\beta=1,506$ ,  $\gamma=1,506$ ; biax negativ,  $2V\alpha=5^\circ$ .

*Chimism.* Nitrat de magneziu hidratat.

*Ocurență.* Sub formă de eflorescențe, asociat cu nitrocalcit, a fost determinat în S.U.A. în Madison County (Kentucky) și în Franța la Baume și Salins (M. Jura).

**II. NITRAȚI CU CONȚINUT DE OXIDRIL SAU HALOGEN**

**GERHARDTIT**  $Cu_2(NO_3)(OH)_3$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,922 : 1 : 1,156$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=11,05$ ;  $b_0=5,97$ ;  $c_0=6,89 \text{ \AA}$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale tabulare (001), cu terminații piramidale, striuri orizontale, ocazional diverse combinații. Forme principale: c (001), m (110), z (201), y (112), w (223), p (111), s (221). *Clivaj:* (001) perfect, (100) bun. Cristale flexibile.  $H=2$ .  $G=3,43$  (Arizona), 3,40 (Shaba — R. Zair). *Culoare:* verde. *Urmă:* verde.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; slab pleocroic, în tonuri de verde:  $\alpha=\beta=\text{verde}$ ,  $\gamma=\text{albastru}$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,703$ ,  $\beta=1,713$ ,  $\gamma=1,722$ ; biax pozitiv,  $2V\gamma$  este mare.

*Chimism.* Azotat bazic de cupru:  $Cu_2(NO_3)(OH)_3$ .

Tabletul 145

**Analize chimice**

	$Cu_2(NO_3)(OH)_3$	Arizona
CuO	67,10	66,26
$N_2O_5$	22,77	22,25
$H_2O$	10,13	11,49
Total	100,00	100,00

*Ocurență.* Ca mineral secundar, asociat malachitului și atacamitului, gerhardtitul se găsește în S.U.A. în Arizona și în Republica Zair în provincia Shaba.



# BORAȚI

## CARACTERE GENERALE

Din această clasă fac parte săruri ale acizilor bazici, din care amintim acidul boric, acidul metaboric și acizii poliborici. Acizii poliborici se obțin prin scoaterea unui anumit număr de molecule de  $H_2O$  din numărul cores-punzător de molecule de acid ortoboric normal. În natură se întâlnesc sărurile următorilor acizi borici:  $H_3BO_3 - H_2O = HBO_2$ ;  $4H_3BO_3 - 5H_2O = H_2B_4O_7$ ;  $5H_3BO_3 - 6H_2O = H_3B_5O_9$ ;  $6H_3BO_3 - 7H_2O = H_4B_6O_{11}$ ;  $10H_3BO_3 - 11H_2O = H_8B_{10}O_{19}$ ;  $14H_3BO_3 - 16H_2O = H_{10}B_{14}O_{28}$  etc.

Anionul complex  $(BO_3)^{3-}$ , structural, are forma unui triunghi cu dimen-siuni mai mici decât anionii  $(PO_4)^{3-}$ ,  $(AsO_4)^{3-}$  și  $(VO_4)^{3-}$ . De aceea, cationii cei mai apți de a forma rețele cristaline stabile sînt cationii elementelor tri-valente de dimensiuni relativ mici. Dintre aceștia fac parte în primul rînd  $Al^{3+}$ , după aceea  $Fe^{3+}$  și  $Mn^{3+}$ , care formează săruri bazice în asociație cu cationii bivalenți, cu raze ionice mici,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ . Sînt caracteristice și orto-sărurile acide și bazice de  $Mg^{2+}$ , uneori în combinație cu  $Ti^{4+}$ . Acești orto-borați se întâlnesc îndeosebi sub formă de compuși anhidri. Ortoborații nu se dizolvă în apă și în acizi sau se descompun greu, se topesc la temperaturi înalte și au o duritate mare. Printre cationii poliboraților, în afară de  $Mg^{2+}$ , sînt foarte caracteristici și cationii, de dimensiuni mai mari, de  $Ca^{2+}$ , de  $Na^+$ , aceștia formînd aproape exclusiv numai săruri hidratate. Poliborații de  $Na^+$  se dizolvă ușor în apă rece, iar borații dubli de  $Na$  și  $Ca$  în apă fier-binte. Poliborații anhidri de  $Mg$  se hidratează încet, într-un mediu apos, la temperatură normală, fenomen care nu se constată la alți borați.

Interesantă este comportarea borului în diferite procese naturale. S-a stabilit că la temperaturi joase,  $B_2O_3$  poate fi înlocuit cu  $CO_3$ , iar la tempera-turi ridicate fenomenul se petrece invers. Prin procese de alterare se pot constata fenomene de substituire a boraților prin carbonați, așa cum s-a remarcat în zăcămintele de la Borax și de la Inder. Pe de altă parte, în zăcă-mintele metasomatice de contact s-au întilnit borați care s-au format prin substituție pe calcare.

Borul face parte din elementele destul de mobile din soluțiile apoase, care conțin simultan și componenți ca  $Cl$ ,  $OII$ , mai ales  $F$ , față de care are o mare afinitate chimică. Din această cauză, concentrația și formarea com-pușilor de bor au loc în diferite soluții reziduale, uneori în pegmatite, și în formații hidrotermale, însă caracteristică este formarea lor în bazine salifere secate, bogate în bor.

După o serie de proprietăți cristalochimice, borații se aseamănă mai mult cu silicații decît cu celelalte săruri oxigenate. Ortoborații cu anioni  $(BO_3)^{3-}$ , izolați în structurile lor cristaline, se deosebesc foarte puțin de sărurile oxigenate tipice, inclusiv și de nezosilicați, cu grupe izolate de  $(SiO_4)^{4-}$ . Totuși, pe lângă aceste combinații, în mulți borați ca și în silicați, spre deosebire de alte combinații oxigenate, se constată anioni complecși, alcătuiți din grupe de  $(BO_3)^{3-}$ , legate între ele, formînd triunghiuri cu vîrfuri comune. Ca o consecință a acestui fapt apar anionii  $(BO_3)^{3-}$  în formă de lanțuri, strate etc., structuri caracteristice poliboraților.

Tabelul 146

### Clasificarea boraților

I. BORAȚI ANHIDRI	
Ludwigit	$(Mg, Fe^{2+})_2Fe^{3+}(BO_3)O_2$
Paigeit	$(Fe^{2+}, Mg)_3Fe^{3+}(BO_3)O_2$
Pinakioilit	$Mg_3Mn^{2+}Mn^{3+}[(BO_3)O_2]_2$
Hulsit	$(Fe^{2+}, Ca, Mg)_4(Fe^{3+}, Sn^{4+})_2[(BO_3)O_2]_2?$
Warwickit	$(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O_2]_2$
Kotoit	$Mg_3(BO_3)_2$
Rodizit	$NaKLi_4Al_4Be_3(B_{10}O_{27})?$
Jeremejevit	$Al(BO_3)$
Nordenskiöldin	$CaSn(BO_3)_2$
II. BORAȚI HIDRATAȚI	
Pinnoit	$Mg(BO_2)_2 \cdot 3H_2O$
Kernit	$Na_2(B_4O_7) \cdot 4H_2O$
Tincalconit	$Na_2(B_4O_7) \cdot 5H_2O$
Borax	$Na_2(B_4O_7) \cdot 10H_2O$
Priceit	$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$
Probertit	$NaCa(B_5O_9) \cdot 5H_2O$
Ulexit	$NaCa(B_5O_9) \cdot 8H_2O$
Veatchit	$Sr_3(B_{16}O_{27}) \cdot 5H_2O?$
Colemanit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 5H_2O$
Hidroboracit	$CaMg(B_6O_{11}) \cdot 6H_2O$
Inderborit	$CaMg(B_6O_{11}) \cdot 11H_2O$
Meyerhofferit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 7H_2O$
Inyoit	$Ca_2(B_6O_{11}) \cdot 13H_2O$
Kurnakovit	$Mg_2(B_6O_{11}) \cdot 13H_2O$
Inderit	$Mg_2(B_6O_{11}) \cdot 15H_2O$
Howlit	$Ca_2SiB_5O_9(OH)_5$
Bakerit	$Ca_4B_4(BO_4)(SiO_4)_3(OH)_3 \cdot H_2O$
Paternoit	$Mg(B_6O_{13}) \cdot 4H_2O$
Ginorit	$Ca_2(B_{14}O_{23}) \cdot 8H_2O$
Larderellit	$(NH_4)_2(B_{10}O_{16}) \cdot 5H_2O?$
Amonoborit	$(NH_4)_2(B_{10}O_{16}) \cdot 5H_2O?$
Kaliborit	$KMg_2(B_{11}O_{19}) \cdot 9H_2O$
III. BORAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN	
Fluoborit	$Mg_3(BO_3)(F, OH)_3$
Hambergit	$Be_2(BO_3)(OH)$
Teepelit	$Na_2(B_2O_4) \cdot 2NaCl \cdot 4H_2O$
Bandyilit	$Cu(B_2O_4)CuCl_2 \cdot 4H_2O$
Sussexit	$(Mn, Mg)(BO_2)(OH)$
Ascharit	$(Mg, Mn)(BO_2)(OH)$

Roweit	(Mn, Mg, Zn)Ca(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Boracit	Mg <sub>3</sub> (B <sub>7</sub> O <sub>13</sub> )Cl
Hilgardit	Ca <sub>6</sub> (B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>3</sub> Cl <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O
Parahilgardit	Ca <sub>6</sub> (B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>3</sub> Cl <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O
IV. DIFERIȚI BORAȚI	
Lünebergit	Mg <sub>3</sub> B <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O
Cahnit	Ca <sub>2</sub> B(OH) <sub>4</sub> (AsO <sub>4</sub> )
Sulfoborit	Mg <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> (SO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 7H <sub>2</sub> O
Seamanit	Mn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> )(BO <sub>3</sub> ) · 3H <sub>2</sub> O

## I. BORAȚI ANHIDRI

**LUDWIGIT** (Mg, Fe<sup>2+</sup>)<sub>2</sub>Fe<sup>3+</sup>(BO<sub>3</sub>)O<sub>2</sub>

**PAIGEIT** (Fe<sup>2+</sup>, Mg)<sub>2</sub>Fe<sup>3+</sup>(BO<sub>3</sub>)O<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:* a : b : c = 0,988 : 1 : ?

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 9,20; b<sub>0</sub> = 3,05; c<sub>0</sub> = 12,40 Å. Z = 4.

*Habitus:* mase fibroase, fibre radiare scurte, mase cryptocristaline, agregate fine, granulare. Rar în cristale prismatice [001], cu fețe terminale. Forme principale: c (001), a (100), l (140), z (130), g (120), f (230), m (110), n (210), x (310). *Clivaj:* nu se observă. *H* = 5. *G* = 4,2 (paigeit) și 3,7 (ludwigit). *Luciu:* mătășos în spărtură proaspătă, cu forme fibroase. *Culoare:* negru, negru-verde, verde-închis (ludwigit). *Urmă:* albă, verde, negricioasă.

*Proprietăți optice.* Ludwigitul în lumină reflectată (secțiuni lustruite) este colorat în bleu-gri, bruniu; R scăzută (<25%), bireflexie ridicată (paigeitul are ΔR mai puternică având conținut în fier mai mare), anizotropie medie. În lumină transmisă (secțiuni subțiri) este biax pozitiv cu 2V mic; orientarea: γ = c; pleocroic; indicii de refracție variază funcție de conținutul în Fe (tabelul 147).

Tabelul 147

### Proprietăți optice

	Refringență		Pleocroism
	Ludwigit (Oena de Fier, România)	Ludwigit (Fe <sup>2+</sup> <) (Mountain Lake Mine, Utah)	
α	1,85	1,83	verde, negru verde-închis roșu-închis — brun până la opac
β	1,85	1,83	
γ	2,02	1,97	

*Chimism.* Ludwigitul este un borat cu fier trivalent, fier bivalent și magneziu:  $(Mg, Fe)_2Fe(BO_3)$ .

Numele de ludwigit sau de paigeit este funcție de proporția  $Mg > Fe$  și  $Fe > Mg$ , respectiv proporția de substituție dintre  $Mg$  și  $Fe$ .  $Fe^{3+}$  poate fi substituït prin  $Al$ , raportul fiind  $Al : Fe = 1 : 8,9$ , iar ( $Mn^{2+}$ ,  $Ca$ ) substituie ( $Mg$ ,  $Fe$ ). Elementele minore sînt ne semnificative, uneori  $Sn^{4+}$  substituie  $Fe^{3+}$ .

Tabelul 148

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
FeO	—	5,14	15,84	28,80	39,75	55,62
MgO	41,29	36,42	28,88	13,89	10,71	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40,88	35,90	35,67	38,30	34,82	30,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,08	—	nd	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,83	14,59	17,02	13,55	14,12	13,48
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	2,28	0,82	—	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	0,03	0,51	0,07	—	—
Rez.	—	3,99	1,26	5,31	—	—
Total	100,00	100,43	100,00	99,92	99,40	100,00

1 —  $Mg_2Fe^{3+}(BO_3)_2$  (teoretic); 2 — Ludwigit; Lemhi County (Idaho);  $SiO_2=0,90$ ,  $CuO=2,87$ ,  $S=0,22$ ;  $MnO$  și  $CaO$  — urme; conține bornlt. 3 — Ludwigit; Dognecea (România);  $SiO_2=0,36$ ,  $CO_2=0,9$ ; 4 — Paigeit (Siberia — U.R.S.S.);  $Na_2O=0,36$ ,  $K_2O=0,01$ ,  $CaO=0,87$ ,  $MnO=0,20$ ,  $TiO_2=0,24$ ,  $SiO_2=0,35$ ,  $F=0,07$ ; 5 — Paigeit; Riverside (California); 6 —  $Fe_2^{3+}Fe^{3+}(BO_3)_2$  (teoretic).

*Ocurență.* Termenii seriei ludwigitului (ludwigitul și paigeitul) sînt minerale caracteristice pentru zăcămintele de temperatură ridicată, formate prin procesele metasomatice de contact, unde apar asociate cu magnetit, diopsid și forsterit. Ludwigitul a fost descris prima dată în cariera Magnet de la Ocna de Fier, România.

În R. S. România a fost determinat în skarnele legate de magmatismul banatic, la Dognecea, Pietroasa și Budureasa. În alte țări apare în Peru la Yauli, în Suedia, în S.U.A. în statele Nevada, Idaho, Montana și Colorado.

Paigeitul a fost determinat în S.U.A. la Brooks Mountain Seward (Alaska), precum și la Riverside (California). Se găsește în U.R.S.S. în Iacuția.

**PINAKIOLIT**  $Mg_3Mn^{2+} Mn_2^{3+} [(BO_3)_2O_2]_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,834 : 1 : 0,588$ ;  $\beta = 120^\circ 34'$ .

*Habitus:* cristale turtite (010), rar prisme scurte [001]. Forme principale: b (010), x (310), w (011). *Macle:* (011) comune, de întrepătrundere, cruciforme. *Clivaj:* (010) bun.  $H=6$ .  $G=3,88$ . *Luciu:* metalic (010), puternic strălucitor pe fețele de prismă. *Culoare:* negru. *Urmă:* cenușiu-negricioasă. *Opac.*

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este brun-roșcat; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; pleocroic:  $\alpha$ =brun-roșcat-închis,  $\beta$ =aproape opac,  $\gamma$ =

= galben-roșcat; indicii de refracție:  $\alpha=1,908$ ,  $\beta=2,050$ ,  $\gamma=2,065$ ; biax negativ cu  $2V_{\alpha}=32^{\circ}$ .

*Chimism.* Borat de magneziu, mangan bi și trivalent, cu formula:  $Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}(B_2O_{10})$ .

Tabelul 149

Analize chimice

	1	2
CaO	—	1,12
PbO	—	0,78
MgO	28,84	29,30
MnO	16,91	15,70
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,64	34,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,13
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,61	16,05
Rez.	—	—
Total	100,00	100,00

1 —  $Mg_3Mn^{2+}Mn_2^{3+}(B_2O_{10})$ . 2 — Lângban;  $SiO_2=1,21$ ,  $H_2O=0,47$ .

*Ocurență.* Apare la Lângban (Suedia), în granule, în masa dolomitelor, asociat hausmanitului, tefroitului, berzeliitului și manganofilitului.

*Ortopinakiolitul* este rombic și izotrop. Se găsește la Lângban (Suedia), asociat cu ludwigitul.

**HULSIT**  $(Fe^{2+}, Ca, Mg)_4(Fe^{3+}, Sn^{4+})_2[(BO_3)_2O_2]_2$ ?

*Sistemul de cristalizare:* probabil rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,55 : 1 : ?$

*Habitus:* cristale rectangulare, uneori tabulare,  $(110) \wedge (\bar{1}10) = 57^{\circ}38'$ .

Forme principale:  $a(100)$ ,  $b(010)$ ,  $c(001)$ ,  $m(110)$ . *Macle:*  $(001)$ , prin rotire  $120^{\circ}$ . *Clivaj:*  $(110)$  bun.  $H=3$ .  $G=4,28$ . *Luciu:* semimetalic sau sticios. *Culoare:* negru.

*Ocurență.* Apare în asociație cu vezuvian, granat, magnetit și diopsid, fiind format prin metamorfismul de contact al calcarelor, la Brooks Mountain (peninsula Alaska), precum și în mina Kamaishi — Japonia.

**WARWICKIT**  $(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O]_2$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,977 : 1 : 0,318$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=9,20$ ;  $b_0=9,45$ ;  $c_0=3,01$  Å; conține  $(Mg, Fe)_3Ti_2(BO_3)_4O_4$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale prismatice, cu fețe terminale. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $g(130)$ ,  $m(110)$ ,  $h(310)$ . *Clivaj:*  $(100)$  perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=3,35$ . *Luciu:* mat, semimetalic (pe suprafețele de clivaj), sidefos sau semisticios (în spărtură proaspătă). *Culoare:* brun-închis, negru, roșu de cupru (pe suprafețe de clivaj). *Urmă:* neagră, albastruie.

**Proprietăți optice.** Colorat în roșu-brun; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; pleocroic:  $\alpha$ =brun-galben,  $\beta$ =brun-roșcat,  $\gamma$ =brun-închis; indicii de refracție:  $\alpha=1,866$ ,  $\beta=1,809$ ,  $\gamma=1,830$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma$  este mic și variabil.

**Chimism.** Titanoborat de magneziu și fier cu formula probabilă  $(Mg, Fe)_3Ti(BO_4)_2$ .

Tabelul 150

**Analize chimice**

	1	2
MgO	38,89	36,80
FeO	7,70	7,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,21
SiO <sub>2</sub>	—	1,00
TiO <sub>2</sub>	28,54	23,82
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,87	27,80
Total	100,00	98,65
1 — $(Mg, Fe)_3Ti(BO_4)_2$ ; Mg : Fe=9 : 1; 2 — Warwick (statul New York).		

**Ocurență.** Apare în calcare cristaline în S.U.A. la Warwick (statul New York), asociat spinelilor, grafitului, magnetitului, ilmenitului, diopsidului.

**KOTOIT  $Mg_3(BO_3)_2$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,642 : 1 : 0,536$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,42$ ;  $b_0 = 8,44$ ;  $c_0 = 4,52 \text{ \AA}$ ; conține  $Mg_6(BO_3)_4$ .  $Z=2$ .

**Habitus:** mase granulare sau diseminate. Forme principale: m (110), q (011), r (101), t (403). **Macle:** (101) plan de maclă, uneori polisintetic.

**Clivaj:** (110) perfect, (101) slab, întreprupt.  $H=6^{1/2}$ .  $G=3,11$ . **Culoare:** incolor și transparent. **Luciu:** sticlos.  $F=1\ 340^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice.** Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; biax pozitiv.

Tabelul 151

**Proprietăți optice**

	Băița-Bihor	Artificial	Artificial
$\alpha(\text{Na})$	1,652	1,6514	1,6527
$\beta$	1,653	1,6521	1,6537
$\gamma$	1,674	1,6725	1,6748
$2V_\gamma$	—	22°	24°30'

**Chimism.** Ortoborat de magneziu:  $MgO=63,46\%$ ,  $B_2O_3=36,54\%$  (total 100,00%).

*Ocurență.* A fost descoperit în urma studiilor efectuate pe material de la Băița-Bihor (România) și Hol Kol (R. P. D. Coreeană).

În R. S. România apare ca produs pirometasomatic, legat de magmatismul banatic, la Băița — Bihor.

Mai apare la Hol Kol, Suan (R. P. D. Coreeană), asociat forsteritului, clinohumitului, ludwigitului, spinelului, în zone de contact cu dolomite, și în S.U.A. la Jumbo, statul Washington, în dunite.

**RODIZIT**  $\text{NaKLi}_4\text{Al}_4\text{Be}_3(\text{B}_{10}\text{O}_{27})?$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\sqrt[4]{3}$  m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,31 \text{ \AA}$ ; conține în celulă  $\text{NaKLi}_4\text{Al}_4\text{Be}_3\text{B}_{10}\text{O}_{27}$ .  $Z=1$ .

*Habitus:* dodecaedric, cu fețe  $a$  și  $o$  dezvoltate neregulat. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $-o(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ . *Clivaj:*  $(111)$  perfect,  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$  slab. *Spărtură:* concoidală.  $H=8$ .  $G=3,380$  (M.Ural),  $3,344$  (Madagascar). *Culoare:* alb, uneori cenușiu sau alb-gălbui. *Luciu:* sticlos, tinde spre adamantin. *Piroelectric.*

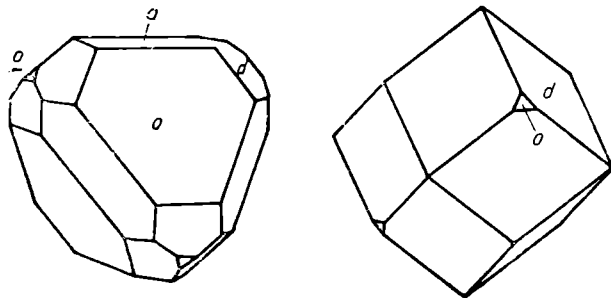


Fig. 96. Cristale de rodizit:  $o(111)$ ;  $d(011)$ ;  $a(001)$ ;  $-o(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ .

*Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție:  $n_{(Li)}=1,6895$ ,  $n_{(Na)}=1,6935$ ,  $n_{(H)}=1,6965$ .

*Chimism.* Borat complex cu beril, aluminiu, alcalii, avînd probabil formula:  $\text{NaKLi}_4\text{Al}_4\text{Be}_3(\text{B}_{10}\text{O}_{27})$ . Rb și Cs substituie K, iar OH apare ca un constituent frecvent.

Tabelul 152

**Analize chimice**

	$\text{NaKLi}_4\text{Al}_4\text{Be}_3(\text{B}_{10}\text{O}_{27})$	M.Ural
$\text{Li}_2\text{O}$	7,81	} 12,00
$\text{Na}_2\text{O}$	4,05	
$\text{K}_2\text{O}$	} 6,16	
$\text{Rb}_2\text{O}$		
$\text{Cs}_2\text{O}$		
$\text{Al}_2\text{O}_3$	26,65	41,40
$\text{BeO}$	9,81	—
$\text{B}_2\text{O}_3$	45,52	33,93
Rez.	—	6,45
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>95,40</b>

*Ocurență.* Cristale de rodizit, asociate cu turmalină, apar la nord de Sverdlovsk în M. Ural, iar cristale mari, asociate cu spodumen și turmalină, apar în pegmatite în R. D. Madagascar.

## II. BORAȚI HIDRATAȚI

### KERNIT $\text{Na}_2(\text{B}_4\text{O}_7) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,725 : 1 : 0,772$ ;  $\beta = 108^\circ 52'$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 15,68$ ;  $b_0 = 9,09$ ;  $c_0 = 7,02$  Å; conține  $\text{Na}_8\text{B}_{16}\text{O}_{28} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* alungit [100], striuri (010), structuri fibroase, cristale neregulate. Forme principale: c (001), a (100), e (110), d (201), i (120), h (230), g (210).

Mase masive. *Macle:* (110). *Clivaj:* (100) perfect, (001) foarte slab, (201) slab.  $H = 2^{1/2}$  (variază cu direcția).  $G = 1,95$ . *Luciu:* sticlos, satinat pentru macle fibroase și pe suprafața de clivaj. *Culoare:* frecvent alb. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\gamma = b$ ;  $\alpha \wedge c = 38^\circ$ ,  $\beta \wedge c = -51^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,454$ ,  $\beta = 1,472$ ,  $\gamma = 1,488$ ; biax negativ,  $2V_\alpha = 80^\circ$ ,  $2E = 142^\circ$ .

*Ocurență.* Se găsește la Kramer (California), asociat cu borax, ulexit, tincalconit, probertit, în formațiuni argiloase, apoi la Sallent (Spania), la Tinca-laya (Argentina) și în Asia Mică.

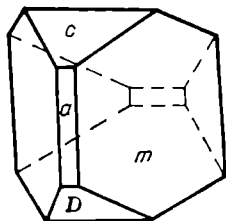


Fig. 97. Cristale de kernit: a(100); m(110); c(001); D( $\bar{2}$ 01).

### BORAX $\text{Na}_2(\text{B}_4\text{O}_7) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,099 : 1 : 0,563$ ;  $\beta = 106^\circ 41'$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 11,86$ ;  $b_0 = 10,67$ ;  $c_0 = 12,20$  Å; conține  $\text{Na}_8\text{B}_{16}\text{O}_{28} \cdot 40\text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale prismatice similare cu cele de piroxen [001] sau tabulare (100). Mase pămîtoase. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), s (021), o ( $\bar{1}$ 12), z ( $\bar{1}$ 11). *Macle:* (100) rare. *Clivaj:* (100) perfect, (110), (010) slab, în urme. *Spărtură:* concoidală.  $H = 2 - 2^{1/2}$ .  $G = 1,715$ . *Culoare:* alb, cenușiu, albastrui, verzui. *Luciu:* sticlos, rășinos, în special masele pămîtoase. *Urmă:* albă. *Diamagnetic. Friabil.*

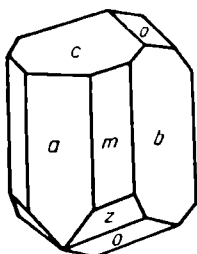


Fig. 98. Cristal de borax: c(001); b(010); a(100); m(110); z( $\bar{1}$ 11); o( $\bar{1}$ 12).

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha = b$ ;  $\beta \wedge c = -55^\circ$ ; indicii de refracție pentru  $\lambda_{\text{Na}}$ :  $\alpha = 1,4466$ ,  $\beta = 1,4687$ ,  $\gamma = 1,4717$ ; biax negativ cu  $2V_\alpha = 39^\circ 36'$ .

*Ocurență.* Boraxul se formează în lacurile sărate, pe cale de secare, și care conțin bor. Împreună cu alte săruri de sodiu, se găsește în cantități mari în lacurile din po-dișul Tibet, din Kashmir (India), apoi în lacurile Clear Lake și Borax Lake (California).



În U.R.S.S. cantități mai mici de borax se găsesc în peninsula Crimeea lângă Kerçi.

**PROBERTIT**  $\text{NaCa}(\text{B}_3\text{O}_9) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

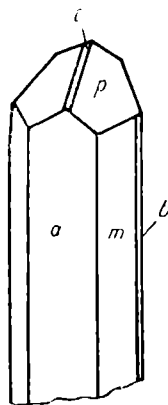
*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,1051 : 1 : 0,5240$ ,  $\beta = 107^\circ 44'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,88$ ,  $b_0 = 12,56$ ,  $c_0 = 6,61$  Å; conține  $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18} \cdot 10\text{H}_2\text{O} \cdot Z = 2$ .

*Habitus:* în grupe radiare, rozete, cuiburi, mase sferulite, agregate reticulare. Rar, în cristale aciculare  $[001]$ , uneori turtite (100), mai rar (110). Forme principale:  $b$  (010),  $a$  (100),  $m$  (110),  $e$  (011),  $t$  (101),  $d$  ( $\bar{1}01$ ),  $p$  (111),  $o$  ( $\bar{1}11$ ). *Clivaj:* (110) perfect.  $H = 3^{1/2}$ .  $G = 2,14$ . *Culoare:* alb. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 12^\circ - 13^\circ$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 73^\circ$ ,  $2E = 126^\circ$ .



Tabelul 153

**Proprietăți optice**

	Kramer (California)	Ryan (California)
$\alpha$	1,514	1,517
$\beta$	1,524	1,525
$\gamma$	1,543	1,544

Fig. 99. Cristal de probertit:  $a(100)$ ;  $b(010)$ ;  $m(110)$ ;  $p(111)$ ;  $t(101)$ .

*Ocurență.* Se găsește în depozite de borați în S.U.A., la Kramer (Kern County — California), la Ryan (Inyo County — California), la Lang (Los Angeles County).

**ULEXIT**  $\text{NaCa}(\text{B}_3\text{O}_9) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,686 : 1 : 0,519$ ;  $\alpha = 90^\circ 16'$ ;  $\beta = 109^\circ 08'$ ;  $\gamma = 105^\circ 07'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,73$ ;  $b_0 = 12,75$ ;  $c_0 = 6,70$  Å; conține  $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18} \cdot 16\text{H}_2\text{O} \cdot Z = 2$ .

*Habitus:* mase granulare fine, cristale capilare, aciculare, fibre dispuse radiar, cruste, filonașe umplute cu forme aciculare, fibroase, dispuse paralel. Rar se disting cristale alungite (001). Forme principale:  $c$  (001),  $b$  (010),  $a$  (100),  $m$  (110),  $M$  ( $\bar{1}\bar{1}0$ ),  $s$  ( $0\bar{1}1$ ),  $o$  ( $\bar{1}01$ ),  $t$  ( $\bar{1}11$ ),  $p$  ( $\bar{1}11$ ),  $d$  ( $\bar{1}21$ ). *Macle:* polisintetice în agregatele masive, probabil datorită presiunilor mecanice;

(011) plan de macle simple. *Clivaj*: (010) perfect, (1 $\bar{1}$ 0) bun, (110) slab. *Spărtură*: neregulată pentru nodule.  $H=1$ .  $G=1,955$ . *Culoare*: alb (în agregate), incolor (în cristale individuale). *Luciu*: mătășos, satinat (în agregate), pe cristale, sticios.

*Proprietăți optice*. Incolor;  $\gamma \wedge c$  = variabil de la 21° la 2°-4°; alungirea este în general pozitivă, uneori negativă.

Tabelul 154

**Proprietăți optice**

	Kramer (S.U.A.)	Inder (U.R.S.S.)
$\alpha$	1,491	1,496
$\beta$	1,504	1,505
$\gamma$	1,520	1,519
$\gamma \wedge c$	21 $\frac{1}{2}$ °	2°-4°
2V $\gamma$	73°	78°

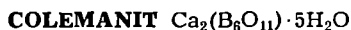
*Chimism*. Borat de sodiu și calciu hidratat cu formula:  $\text{NaCa}(\text{B}_3\text{O}_6) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

Tabelul 155

**Analize chimice**

	$\text{NaCa}(\text{B}_3\text{O}_6) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Kramer (California)	Inder (Kazahstan)
$\text{Na}_2\text{O}$	7,65	7,78	6,08
$\text{CaO}$	13,85	13,92	14,12
$\text{B}_2\text{O}_3$	42,95	43,07	41,99
$\text{H}_2\text{O}$	35,55	35,34	36,95
Rez.	—	—	0,57
Total	100,00	100,11	99,71

*Ocurență*. Se găsește în regiuni tropicale în S.U.A. în statele California și Nevada, unde mineralele principale asociate sînt: borax, sare gemă, glauberit, trona, mirabilit, salpetru de sodiu, colemanit (Death Valley, Salina Valley, Inyo County, Kramer, San Bernardino County). De asemenea în Chile (la Iquique, Tarapaca) asociat cu salpetru de sodiu, sare gemă, glauberit, apoi în nordul Argentinei și în Peru la Santiago des Estero și la Arequipa. În U.R.S.S., ulexitul apare în depozitele de la lacul Inder, în Kazahstanul de vest.



*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,777 : 1 : 0,542$ ;  $\beta = 110^\circ 09'$ .

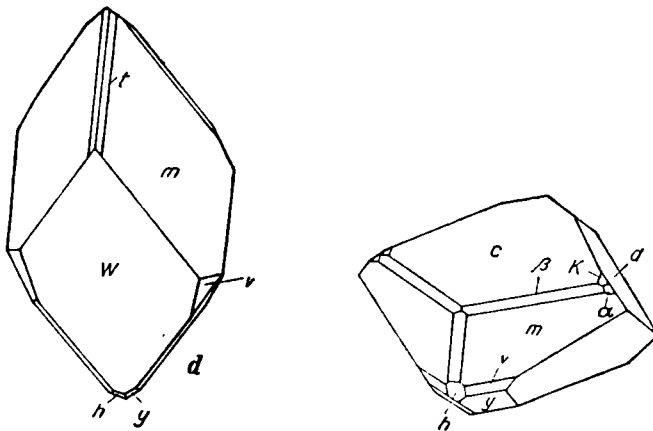


Fig. 100. Cristale de colemanit:  $c(001)$ ;  $\beta(111)$ ;  $K(011)$ ;  $\alpha(021)$ ;  $v(221)$ ;  $y(\bar{1}11)$ ;  $h(201)$ ;  $d(\bar{1}21)$ ;  $m(110)$ ;  $t(210)$ ;  $w(301)$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,74$ ;  $b_0=11,26$ ;  $c_0=6,10$  Å; conține  $Ca_4B_{12}O_{22} \cdot 10 H_2O$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* cristale prismatice, scurte  $[001]$ , dezvoltate  $(110)$  și  $(001)$ , pseudoromboedrice, cu  $(110)$  și  $(301)$ , mase masive, uneori granulare, compacte sau agregate sferulitice. Forme principale:  $a(100)$ ,  $b(010)$ ,  $c(001)$ ,  $z(120)$ ,  $m(110)$ ,  $t(210)$ ,  $K(011)$ ,  $\alpha(021)$ ,  $h(201)$ ,  $w(301)$ ,  $\beta(111)$ ,  $y(\bar{1}11)$ ,  $v(221)$ ,  $d(\bar{1}21)$ ,  $o(211)$ . *Clivaj:*  $(010)$  perfect,  $(001)$  imperfect. *Spărtură:* neregulată sau subconcoidală.  $H=4\frac{1}{2}$ .  $G=2,4$ . *Luciu:* sticlos sau adamantin. *Culoare:* alb, alb-gălbui.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ;  $\beta \wedge c = -6^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = 84^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{Na}=1,5863$ ,  $\beta_{Na}=1,5920$ ,  $\gamma_{Na}=1,6140$ ; biax pozitiv cu  $2V_\gamma = 56^\circ$ ,  $2E = 95^\circ$ .

*Ocurență.* Se găsește în S.U.A. în statele California, Nevada și Arizona (Death Valley, Inyo County, San Bernardino County, Los Angeles County, Kramer în Kern County, Muddy Mountains, Clark County), apoi în Argentina la Salinas Grandes și în U.R.S.S. la Inder (Kazahstan).

### HIDROBORACIT $CaMg(B_6O_{11}) \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,762 : 1 : 1,241$ ;  $\beta = 102^\circ 39'$ .

*Habitus:* cristale alungite  $[001]$  sau plate  $(010)$ , agregate lamelare, fibroase, columnare, mase compacte, granulare. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $e(011)$ ,  $p(111)$ ,  $c(001)$ ,  $l(130)$ ,  $h(120)$ ,  $v(012)$ ,  $d(102)$ ,  $r(112)$ ,  $s(343)$ ,  $t(211)$ . *Clivaj:*  $(010)$  perfect, uneori și după  $(100)$ .  $H=2$ .  $G=2,167$ . *Luciu:* sticlos, mătăsoș (în mase fibroase). *Culoare:* incolor sau alb.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c = 33^\circ$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c = 57^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,517$ ,  $\beta=1,534$ ,  $\gamma=1,565$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 60^\circ - 66^\circ$ .

*Ocurență.* Se întâlnește în zăcămintele de sare gemă, care conțin bor și intercalații de gips, anhidrit și argile. Îmbogățirea în hidroboracit se explică prin proprietatea obișnuită a argilelor de a adsorbi diferite substanțe. În zona de alterare supusă acțiunii apelor de infiltrație devine instabil; cu acest

prilej se redepute sau este înlocuit treptat de o serie de alți borați mai stabili ca boronatrocalcitul, inyoitul, colemanitul, ascharitul, pe cale metasomatică sau prin depunere în cavitățile formate prin levigare la diverse adâncimi.

Concentrații mai interesante se întâlnesc la Stassfurt (R. D. Germană), la Ryan (California — S.U.A.) și la Inder (Kazahstanul de vest — U.R.S.S.).

#### INDERBORIT $\text{CaMg}(\text{B}_6\text{O}_{11}) \cdot 11\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,635 : 1 : 1,317$ ;  $\beta = 90^\circ 48'$ .

*Habitus:* agregate cristaline, rar dezvoltări de cristale. Forme principale: c (001), a (100), m (110), p (111), x (221), r (112), q (111), y (212). *Clivaj:* (100) bun. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3$ .  $G = 1,93$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* alb.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c = 2^\circ$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție pentru  $\lambda_{\text{Na}}$ :  $\alpha = 1,483$ ,  $\beta = 1,512$ ,  $\gamma = 1,530$ ;  $2V_\alpha = 80^\circ$ .

*Ocurență.* Apare la Inder (Kazahstan — U.R.S.S.).

### III. BORAȚI CONȚINÎND OXIDRIL SAU HALOGEN

#### FLUOBORIT $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{F}, \text{OH})_3$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,06$ ;  $c_0 = 3,06$  Å; conține  $\text{Mg}_6(\text{BO}_3)_2(\text{F}, \text{OH})_6$ .

*Habitus:* cristale hexagonale aciculare, agregate fibroase. *Clivaj:* (0001) slab.  $H =$  probabil  $3\frac{1}{2}$ .  $G =$  variază de la 2,98  $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)\text{F}_3$  la 2,85  $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{OH})_3$ . *Culoare:* alb.

*Proprietăți optice.* Incolor.

Tabelul 156

#### Proprietăți optice

	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)\text{F}_3$	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{F}, \text{OH})_3$	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{OH})_3$
$\epsilon$	1,502	1,577	1,579
$\omega$	1,487	1,522	1,532
$2V_\alpha$	—	biax negativ	—

*Ocurență.* La Tallgruvan, Kallmora, Norberg (Suedia) se găsește în depozite de contact metasomatic, asociat ludwigitului și chondroditului. La Sterling Hill (New Jersey — S.U.A.) este hidrotermal și apare asociat mooreitului, willemitului, fluorinei, hidrozincitului.

#### HAMBERGIT $\text{Be}_2(\text{BO}_3)(\text{OH})$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,799 : 1 : 0,363$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,75$ ;  $b_0 = 12,20$ ;  $c_0 = 4,43$  Å; conține  $\text{Be}_{16}(\text{BO}_3)_8(\text{OH})_8$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* prismatic [001], tabular (100). Cristale mari cu forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), n (210), l (410), e (021), d (102), r (111),

v (441), q (243), y (121), w (131), p (221). *Maclă*: (110) plan de maclă. *Clivaj*: (010) perfect, (100) bun.  $H=7^{1/2}$ .  $G=2,359$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, alb-cenușiu, galben.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{(Na)}=1,5536$ ,  $\beta_{(Na)}=1,5873$ ,  $\gamma_{(Na)}=1,6278$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=87^{\circ}1'$ .

*Ocurență*. Asociat barkevikitului, feldspatului, biotitului, sodalitului, rar zirconului, fluorinei și analcimului, hambergitul se găsește în pegmatite sienitice, la Helgaraen și Langesund (Norvegia), iar asociat cu beril, danburit și spodumen în R. D. Madagascar. În Kashmir (India) apare în pegmatite granitice.

**SUSSEXIT** (Mn,Mg)(BO<sub>2</sub>)(OH)

**ASCHARIT** (Mg,Mn)(BO<sub>2</sub>)(OH)

Termenii seriei sussexitului sînt izostructurali, probabil formînd o serie continuă între termenul cu Mn și termenul cu Mg, prin substituiri reciproce.

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Habitus*: structuri fibroase, cu fibre dispuse paralel sau înclinat față de pereții filonașului; noduli în formațiuni argiloase. Fibrele nu sînt flexibile.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=3,30$  (sussexit), 2,62 (ascharit). *Luciu*: mătăsoș, mat pentru varietăți pămîntoase. *Culoare*: alb, ușor gălbui. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolori; indicii de refracție  $\alpha=1,670$ ,  $\beta=1,728$ ,  $\gamma=1,732$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha} \sim 25^{\circ}$ ; extincție paralelă.

*Chimism*. Borați bazici de mangan și magneziu: (Mn, Mg)(BO<sub>3</sub>H).

Tabelul 157

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
CaO	—	2,03	0,05	—	nd	—	—
MgO	—	9,56	29,32	48,84	46,70	49,44	47,92
MnO	61,81	49,40	23,48	—	0,02	—	—
FeO	—	0,16	—	—	—	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,34	30,52	36,18	40,49	40,85	34,60	41,38
H <sub>2</sub> O	7,85	8,33	10,40	10,67	11,27	12,37	10,70
SiO <sub>2</sub>	—	—	0,43	—	0,20	—	—
Rez.	—	—	0,34	—	1,55	3,40	—
Total	100,00	100,00	100,20	100,00	100,59	99,81	100,00

1 — Mn(BO<sub>3</sub>H). 2 — Sussexit; Franklin (New Jersey); 45% willemit. 3 — Ascharit; Gogebio (Michigan); (Fe, Al)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,34, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>=0,22. 4 — Ascharit; Bolenas Bay (California). 5 — Ascharit; Inder (U.R.S.S.); (beta ascharit) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,16, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,13, Na<sub>2</sub>O=0,20, K<sub>2</sub>O=0,26, Cl=0,11, SO<sub>3</sub>=0,69. 6 — Ascharit; R. S. România. 7 — Mg(BO<sub>3</sub>H).

*Ocurență*. *Sussexitul* se întilnește în filonașe hidrotermale în acumulările de franklinit de la Franklin (Sussex County — New Jersey), asociat rodocrozitului, willemitului. *Sussexitul* se mai găsește și în asociație cu hematitul în mina Chicagon (Iron County — Michigan).

*Ascharitul* apare în România în calcare cristaline, la contactul magma-titelor din provincia banatică, la Ocna de Fier și Băița — Bihor. În depo-zite de boracit, silvină, sare gemă, kainit se află în Saxonia (R. D. Germană) la Inder (Kazahstanul de vest, U.R.S.S.), în skarne la Norberg (Suedia), la Douglas Lake (Columbia). În S.U.A. se găsește la Bolenas Bay (Marin County -- California) și Pioche (Lincoln County — Nevada).

**ROWEIT** (Mn, Mg, Zn)Ca(BO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:* a : b : c = 0,916 : 1 : 0,735.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 8,27; b<sub>0</sub> = 9,01; c<sub>0</sub> = 6,62 Å; conține (Mn, Mg, Zn)<sub>4</sub>Ca<sub>4</sub>(HBO<sub>3</sub>)<sub>8</sub>. Z = 4.

*Habitus:* cristale plate (010) și alungite [001]. *Clivaj:* (101) relativ bun. H ~ 5. G = 2,92. *Culoare:* brun.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea: α = a, β = c, γ = b; indicii de refrac-ție: α = 1,648, β = 1,660, γ = 1,663; biax negativ, cu 2V<sub>α</sub> = 15°.

*Ocurență.* Se găsește la Franklin (New Jersey), asociat cu thomsonit și willemmit.

**BORACIT** Mg<sub>3</sub>(B<sub>7</sub>O<sub>13</sub>)Cl

*Sistemul de cristalizare:* la 265° cubic, 4 3 m la temperatura ordinară paramorf; rombic m m 2, cu *relația axială:* a : b : c = 0,70 : 1 : 1.

*Dimensiunea celulei elementare:* varietatea de temperatură ridicată (a<sub>0</sub> = 12,1 Å) conține Mg<sub>24</sub>B<sub>56</sub>O<sub>104</sub>Cl<sub>8</sub>; mai poate conține și Fe. Varietatea de temperatură ordinară (a<sub>0</sub> = 12,07; b<sub>0</sub> = 17,07; c<sub>0</sub> = 17,07 Å — incolor) conține Mg<sub>48</sub>B<sub>112</sub>O<sub>208</sub>Cl<sub>16</sub>. Z = 8.

*Habitus:* cristale individuale, cubice, dodecaedrice, tetraedrice, pseudo-octaedrice, cub-octaedrice, cu (111) și (111) bine dezvoltate. Mase fin gran-ulare, agregate fibroase. *Macle:* (111) de penetrație, rare. *Clivaj:* absent. *Spărtură:* neregulată sau conoidală. H = 7 — 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. G = 2,91 — 2,97 (incolor), 2,97 — 3,1 (verde cu Fe). *Luciu:* sticlos, tinde spre adamantin. *Culoare:* incolor, alb, uneori cenușiu-gălbui, albastru-deschis, verde, verde-negru (varietatea cu Fe). *Urmă:* albă. *Piezoelectric și piroelectric.*

*Proprietăți optice.* Incolor; biax pozitiv.

*Tabelul 158*

**Proprietăți optice**

	Modificația cubică		Modificația rombică	
λ	501,6	587,6	α	1,6622
T = 290°C	n 1,6776	n 1,6714	β	1,6670
T = 502°C	n 1,6798	n 1,6741	γ	1,6730

*Ocurență.* Se întâlnește în zăcămintele salifere, împreună cu carnalit, silvină, sare gemă, gips, anhidrit. Se formează și prin procese de metamorfism prin deshidratarea boratilor de magneziu inițial hidratați. Este răspândit în zăcămintele de la Stassfurt (R. D. Germană), Luneville (Franța), în Louisiana (S.U.A.), la Cristalman (Bolivia).

# IODAȚI

## CARACTERE GENERALE

Sînt minerale rar întîlnite în natură; structura lor nu este bine cunoscută, se aseamănă cu structura olivinei, de aceea se studiază independent de mineralele din clasa nitratilor. Coordonarea pentru ionii de oxigen este șase. Se întîlnesc îndeosebi pe coasta de vest a Americii de Sud.

Tabelul 159

### Clasificarea iodaților

I. IODAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI	
1. Tipul $A(NO_3)_2 \cdot xH_2O$	
Lautarit	$Ca(IO_3)_2$
Bellingirit	$Cu(IO_3)_2 \cdot 2,3H_2O$
II. IODAȚI CONȚINÎND HIDROXIL SAU HALOGENI	
1. Tipul amestec	
Salesit	$Cu(IO_3)(OH)$
Schwartzembergite	$Pb_3(IO_3)Cl_3O_3$
III. COMPUȘI SPECIALI	
Dietzeit	$Ca_2(IO_3)_2(CrO_4)$

## I. IODAȚI NORMALI ANHIDRI ȘI HIDRATAȚI

### LAUTARIT $Ca(IO_3)_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6331 : 1 : 0,6462$ ;  $\beta = 106^\circ 22'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,18$ ;  $b_0 = 11,38$ ;  $c_0 = 7,32$  Å; conține  $Ca_4(IO_3)_8$ .

*Habitus:* prisme scurte [001], agregate radiare sau stelare. Forme principale: c (001), b (010), l (120), m (110), q (011), r (101), n ( $\bar{1}01$ ). *Clivaj:* (011)

bun, (100) și (110) slab.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=4,59$ . *Culoare*: uneori galben, datorită impurităților când se individualizează și structura zonală.

*Proprietăți optice*.  $\alpha \wedge c=25^\circ$ ; orientarea:  $\beta=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,792$ ,  $\beta=1,840$ ,  $\gamma=1,888$ ; biax pozitiv cu  $2V_\gamma$  aproape  $90^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește în depozite de nitrați la Pampa del Pique, Oficina Lautaro, în deșertul Atacama (Antofagasta, Chile).

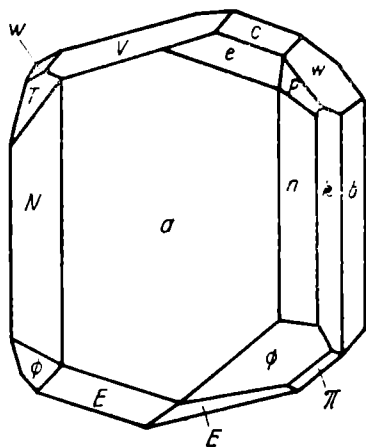


Fig. 101. Cristal de bellingerit:  $-W(0\bar{1}1)$ ;  $c(001)$ ;  $e(101)$ ;  $p(111)$ ;  $w(011)$ ;  $a(100)$ ;  $n(210)$ ;  $k(120)$ ;  $b(010)$ ;  $\Phi(2\bar{1}1)$ ;  $\pi(\bar{1}\bar{1}1)$ ;  $E(\bar{1}12)$ ;  $e(\bar{1}01)$ ;  $V(0\bar{1}2)$ ;  $T(1\bar{2}1)$ ;  $N(2\bar{1}0)$ .

### BELLINGERIT $3Cu(IO_3)_2 \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială*:  $a:b:c=0,9264:1:1,0149$ ;  $\alpha=105^\circ06'$ ;  $\beta=96^\circ57'$ ;  $\gamma=92^\circ55'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=7,22$ ;  $b_0=7,82$ ;  $c_0=7,92$  Å; conține  $Cu_3(IO_3)_6 \cdot 2H_2O$ .

*Habitus*: prismatic [001], uneori tabular (100). Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $k(120)$ ,  $n(210)$ ,  $N(2\bar{1}0)$ ,  $w(011)$ ,  $V(0\bar{1}2)$ ,  $E(\bar{1}\bar{1}2)$ ,  $\pi(\bar{1}\bar{1}1)$ ,  $\Phi(2\bar{1}1)$ . *Macles*:  $(\bar{1}01)$ ; plan de maclă. *Spărtură*: concoidală.  $H=4$ .  $G=4,89$ . *Culoare*: verde-închis. *Urmă*: verde-pal.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în verde; pleocroic:  $\alpha=$ verde-albăstrui-închis,  $\beta=$ verde-albăstrui-închis,  $\gamma=$ albastru-verzui; indicii de refracție:  $\alpha=1,890$ ,  $\beta=1,900$ ,  $\gamma=1,990$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma$  — mediu.

*Ocurență*. Apare ca mineral secundar la Chuquicamata (Chile).

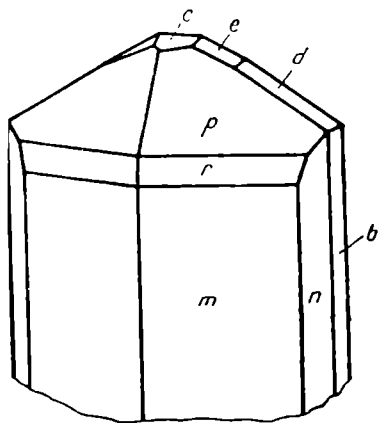


Fig. 102. Cristal de salesit:  $c(001)$ ;  $e(023)$ ;  $m(110)$ ;  $n(130)$ ;  $b(010)$ ;  $r(552)$ ;  $p(111)$ ;  $d(011)$ .

## II. IODAȚI CONȚINÎND HIDROXIL SAU HALOGEN

### SALESIT $Cu(IO_3)(OH)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a:b:c=0,4412:1:0,6241$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,78$ ;  $b_0=10,77$ ;  $c_0=6,70$  Å; conține  $Cu_4(IO_3)_4(OH)_4$ .

*Habitus*: prisme scurte [001], cu fețe piramidale terminale. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $n(130)$ ,  $m(110)$ ,  $e(023)$ ,  $d(011)$ ,  $p(111)$ . *Clivaj*: (110) perfect.  $H=3$ .  $G=4,77$ . *Luciu*: stielos. *Culoare*: verde-albăstrui.



**Proprietăți optice.** În lumină transmisă este verde-albăstrui; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =verde-albăstrui-închis,  $\gamma$ =verde-albăstrui; indicii de refracție:  $\alpha=1,786$ ,  $\beta=2,070$ ,  $\gamma=2,075$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=0-5^{\circ}$ , uneori varietățile albastre sînt uniaxe.

**Ocurență.** Apare la Chhuicamata (Chile).

### SCHWARTZENBERGIT $Pb_5(IO_3)Cl_3O_3$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal, pseudotetragonal.

**Habitus:** cristale piramidale, plate, granule, uneori mase compacte, cruste pămîtoase. **Clivaj:** (001) slab.  $H=2-2^{1/2}$ .  $G=7,39$ . **Culoare:** galben, brun-roșcat, galben-închis, galben de lămîie. **Urmă:** gălbuie. **Luciu:** adamantin.

**Proprietăți optice.** Varietăți pseudotetragonale, biaxe, cu  $2V$  variabil; indicii de refracție:  $\alpha=2,250$ ,  $\beta=2,350$ ,  $\gamma=2,360$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}$ =mic.

**Ocurență.** Apare asociat ceruzitului și galenei, la Cachinal, Paposo și Taltal, în deșertul Atacama, precum și la San Rafael, Sierra Gorda, Caracoles (Chile).

## III. COMPUȘI SPECIALI

### DIETZEIT $Ca_2(IO_3)_2(CrO_4)$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic,  $2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,3826 : 1 : 1,9030$ ;  $\beta = 106^{\circ}32'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=10,16$ ;  $b_0=7,30$ ;  $c_0=14,03$  Å; conține  $Ca_8(IO_3)_8(CrO_4)_4$ .

**Habitus:** cristale tabulare (100) sau alungite [001]. Frecvent, cruste fibroase sau columnare. **Clivaj:** (100) slab. **Spărtură:** concoidală.  $H=3^{1/2}$ .  $G=3,698$ . **Culoare:** galben-auriu.

**Proprietăți optice.** Orientarea:  $\beta=b$ ;  $\gamma \wedge c = 6^{\circ}$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,825$ ,  $\beta=1,812$ ,  $\gamma=1,857$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=86^{\circ}$ .

**Ocurență.** Asociat lautaritului, se găsește în deșertul Atacama (Antofagasta, Chile).



conțin 2, 4, 6 și 7 molecule de apă. Studiile röntgenometrice ale diversilor compuși hidratați au arătat că, de regulă, cationii bivalenți sînt înconjurați direct în structura cristalină de molecule de apă neutre din punct de vedere electric. Din această cauză volumul acestor cationi hidratați ar crește oarecum artificial și deci ar putea crea compuși stabili. Din punct de vedere cristalochimic, acești compuși trebuie exprimați în formule de forma  $Ni(H_2O)_6SO_4$ . Numărul moleculelor de apă depind deseori de dimensiunea cationului, iar compoziții respectivi au o solubilitate mult mai mare și se deshidratează ușor; structurile lor cristaline se vor modifica sau se vor distruge. Cantitatea de apă depinde de tensiunea vaporilor de  $H_2O$  din mediul exterior. Cationii bivalenți au dimensiuni pentru razele lor ionice mijlocii, sînt capabili de a forma în anumite condiții un sulfat anhidru, iar în prezența apei un sulfat hidratat de ex:  $Ca^{2+}$ , care dă o combinație de tip  $CaSO_4$  (anhidritul) și o combinație  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (gipsul). Acesta din urmă, conform studiilor röntgenometrice, prezintă o structură stratificată în care moleculele de apă sînt dispuse între rețelele plane formate de ioni de  $Ca^{2+}$  și  $SO_4^{2-}$ . Din această cauză cristalele de gips prezintă clivaj perfect după aceste plane.

Cationii monovalenți ai metalelor alcaline intră în compoziția sulfatilor simpli fie sub formă de compuși dubli, fie asociați cu ioni de  $H^+$ . Ei formează rețele cristaline cu legături slabe și se dizolvă foarte ușor în  $H_2O$ , la fel ca și sulfatii elementelor bivalente cu dimensiuni mici.

Cationii trivalenți în special  $Al^{3+}$  și  $Fe^{3+}$  apar numai în combinații hidrate. Sînt cunoscute cu o răspîndire ridicată sărurile duble ale elementelor trivalente cu elemente bivalente și monovalente. Deseori se întîlnesc și combinații cu anioni suplimentari mai frecvent  $OH^-$ ,  $Cl^-$ , precum și  $CO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ .

Din punctul de vedere al proprietăților comune aceste minerale la fel ca și carbonații vor prezenta o duritate mică; nu se cunoaște nici un sulfat cu o duritate mai mare de 3,5. La mineralele hidratate duritatea descrește chiar pînă la 2. Dintre proprietățile optice se remarcă valorile mult mai mici ale birefringenței în comparație cu alte minerale oxigenate studiate anterior. Se cunosc chiar minerale optic izotrope. Acest fapt se explică prin faptul că grupele tetraedrice de  $SO_4$  în comparație cu grupele plane  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$  sînt izometrice. Sulfatii care conțin însă anioni suplimentari  $CO_3^{2-}$  prezintă birefringență mult mai puternică, de exemplu caledonitul  $Pb_5Cu_2(SO_4)_3(CO_3)(OH)_6$ .

Tabelul 160

### Clasificarea sulfatilor

I. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI ȘI NORMALI
1. Tipul sulfatii anhidri acizi Mercallit $KH(SO_4)$ Misenit $K_9H_6(SO_4)_7$ Letovicit $(NH_4)_3H(SO_4)_2$
2. Tipul sulfatii anhidri normali $A_2(XO_4)$ Grupa mascagnitului Mascagnit $(NH_4)_2(SO_4)$

Arcantit  $K_2(SO_4)$   
 Taylorit  $(K, NH_4)_2(SO_4)?$   
 Aphthitalit  $(K, Na)_3Na(SO_4)_2$   
 Palmierit  $(K, Na)_2Pb(SO_4)_2$   
 Thenardit  $Na_2(SO_4)$

3. Tipul sulfați anhidri normali  $A(XO_4)$

*Grupa baritinei*

Baritina  $Ba(SO_4)$   
 Celestina  $Sr(SO_4)$   
 Anglezit  $Pb(SO_4)$   
 Anhidrit  $Ca(SO_4)$   
 Calcoclanit  $Cu(SO_4)$

4. Tipul sulfați anhidri normali  $A_mB_n(XO_4)_p$

Vanthoffilit  $Na_6Mg(SO_4)_4$   
 Glauberit  $Na_2Ca(SO_4)_2$

*Grupa langbeinitului*

Langbeinit  $K_2Mg_2(SO_4)_3$   
 Manganolangbeinit  $K_2Mn_2(SO_4)_3$

II. SULFAȚI HIDRATAȚI ACIZI ȘI NORMALI

1. Tipul sulfați hidratați acizi

Romboclaz  $FeH(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$   
 Minasragrit  $(VO)_2H_2(SO_4)_3 \cdot 15 H_2O$

2. Tipul sulfați hidratați normali  $A_2(XO_4) \cdot xH_2O$

Lecontit  $Na(NH_4, K)(SO_4) \cdot 2 H_2O$   
 Mirabilit  $Na_2(SO_4) \cdot 10 H_2O$

3. Tipul  $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

Syngenit  $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$   
 Kokaït  $(NH_4)_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$   
 Kroehnkït  $Na_2Cu(SO_4)_2 \cdot 2 H_2O$   
 Loewït  $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 2\frac{1}{2} H_2O$

*Grupa blödtului*

Blödit  $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$   
 Leonit  $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O$   
 Watevilleit  $Na_2Ca(SO_4)_2 \cdot 4 H_2O?$

*Grupa picromertului*

Picromerit  $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$   
 Cyanocroit  $K_2Cu(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$   
 Boussingaultit  $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$

4. Tipul  $A_m B_n (XO_4)_p \cdot x H_2O$ , unde:  $(m+n):p < 3:2$  și  $> 1:1$ 

Ferinatrit  $Na_3Fe(SO_4)_3 \cdot 3 H_2O$   
 Polihalit  $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2 H_2O$   
 Leightonit  $K_2Ca_2Cu(SO_4)_4 \cdot 2 H_2O$

5. Tipul  $AB(XO_4)_2 \cdot x H_2O$ 

Krausit  $KFe(SO_4)_2 \cdot H_2O$   
 Voltait  $K_2Fe_3^{2+}Fe_4^{3+}(SO_4)_{12} \cdot 18 H_2O?$

*Grupa tamarugitului*

Tamarugit  $NaAl(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$   
 Amarillit  $NaFe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$

*Grupa mendozitului*

Mendozit  $NaAl(SO_4)_2 \cdot 11 H_2O$   
 Kalinit  $KAl(SO_4)_2 \cdot 11 H_2O$

*Grupa alaunilor*

Alaun de potasiu  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$   
 Alaun de sodiu  $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$   
 Alaun de amoniu  $(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$

6. Tipul  $A(XO_4) \cdot x H_2O$ 

Bassanit  $2 Ca(SO_4) \cdot H_2O$

*Grupa kieseritului*

Kieserit  $Mg(SO_4) \cdot H_2O$   
 Szomolnokit  $Fe(SO_4) \cdot H_2O$   
 Szmikit  $Mn(SO_4) \cdot H_2O$   
 Gips  $Ca(SO_4) \cdot 2 H_2O$   
 Ilesit  $Mn(SO_4) \cdot 4 H_2O?$

*Grupa calcantitului*

Calcantit  $Cu(SO_4) \cdot 5 H_2O$   
 Siderotil  $Fe(SO_4) \cdot 5 H_2O$   
 Pentahidrit  $Mg(SO_4) \cdot 5 H_2O$

*Grupa hezahidritului*

Hexahidrit  $Mg(SO_4) \cdot 6 H_2O$   
 Blanchit  $Zn(SO_4) \cdot 6 H_2O$   
 Retgersit  $Ni(SO_4) \cdot 6 H_2O$

*Grupa melanteritului*

Melanterit  $Fe(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Pisanit  $(Fe, Cu)(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Kirovit  $(Fe, Mg)(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Boothit  $Cu(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Bieberit  $Co(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Malardit  $Mn(SO_4) \cdot 7 H_2O$

*Grupa epsomitului*

Epsomit  $Mg(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Goslarit  $Zn(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Morenosit  $Ni(SO_4) \cdot 7 H_2O$   
 Tauriscit  $Fe(SO_4) \cdot 7 H_2O$

7. Tipul  $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$   
 Ransomit  $Cu(Fe, Al)_2(SO_4)_4 \cdot 7 H_2O$   
 Römerit  $Fe^{2+}Fe_2^+(SO_4)_4 \cdot 14 H_2O$

*Grupa halotrichitului*

- Pickeringit  $MgAl_2(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O$   
 Halotrichit  $Fe^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O$   
 Apjohnit  $Mn^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O$   
 Dietrichit  $ZnAl_2(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O$   
 Bilinit  $Fe^{2+}Fe_2^+(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O$   
 Redingtonit  $(Fe^{2+}, Mn^{2+}, Ni)(Cr, Al)_2(SO_4)_4 \cdot 22 H_2O?$

8. Tipul  $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$   
 Lausenit  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 6 H_2O$   
 Kornelit  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7 H_2O$   
 Coquimbite  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9 H_2O$   
 Paracoquimbite  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9 H_2O$   
 Quenstedtit  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 10 H_2O$   
 Alunogen  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$

### III. SULFAȚI ANHIDRI CU GRUPĂRI HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul  $A_m(XO_4)_pZ_q$ , unde:  $m : p > 2 : 1$

- Brochantit  $Cu_4(SO_4)(OH)_6$   
 Antlerit  $Cu_3(SO_4)(OH)_4$   
 Caracolit cloro-sulfat de Na, Pb  
 Clorotlonit  $K_2Cu(SO_4)Cl_2$   
 Schairerit  $Na_3(SO_4)(F, Cl)$   
 Sulfohalit  $Na_6ClF(SO_4)_2$

2. Tipul  $A_2(XO_4)Z_4$

- Lanarkit  $Pb_2(SO_4)O$   
 Dolerofanit  $Cu_2(SO_4)O$   
 Linarit  $PbCu(SO_4)(OH)_2$
- Grupa alunitului*
- Alunit  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Natroalunit  $NaAl_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Jarosit  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Amoniojarosit  $(NH_4)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Natrojarosit  $NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Argentojarosit  $AgFe_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Carfosiderit  $(H_2O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$   
 Beaverit  $Pb(Cu, Fe, Al)_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Plumbojarosit  $PbFe_6(SO_4)(OH)_{12}$   
 Euclorin sulfat bazic de K, Na, Cu

### IV. SULFAȚI HIDRATAȚI CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul  $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde:  $(m+n) : p > 4 : 1$

*Grupa connellitului*

Connellit  $\text{Cu}_{10}(\text{SO}_4)(\text{OH})_{32}\text{Cl}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Buttgenbachit  $\text{Cu}_{10}(\text{NO}_3)_2(\text{OH})_{32} \text{Cl}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Glaucocerinit  $\text{Zn}_{13}\text{Al}_3\text{Cu}_7(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{80} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}?$   
 Mooreit  $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Zn})_8(\text{SO}_4)(\text{OH})_{14} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 Torreyit  $(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Zn})_7(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 Spangolit  $\text{Cu}_6\text{Al}(\text{SO}_4)(\text{OH})_{13}\text{Cl} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Cyanotrichit  $\text{Cu}_4\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Zincaluminat  $\text{Zn}_3\text{Al}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 2\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$   
 Woodwardit  $\text{Cu}_4\text{Al}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 2-4 \text{H}_2\text{O}?$   
 Calcoalunit  $\text{CuAl}_4(\text{SO})(\text{OH})_{12} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Uranopililit  $(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$   
 Metauranopililit  $(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

2. Tipul  $\text{A}_4(\text{XO}_4)\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 

Klebelsbergit sulfat bazic de Sb  
 Langit  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}?$   
 Felsőbányait  $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}?$   
 Basaluminit  $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
 Hidrobasaluminit  $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 36 \text{H}_2\text{O}?$   
 Glockerit  $\text{Fe}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot n \text{H}_2\text{O}?$

3. Tipul  $\text{A}_m\text{B}_n(\text{XO}_4)_p\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , unde:  $(m+n) : p$  de la 5 : 2 la 3 : 1

Kamaresit  $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}?$   
 Ettringit  $\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$   
 Devillit  $\text{Cu}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Serpierit  $(\text{Zn}, \text{Cu})_4 \text{Ca}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}?$

4. Tipul  $(\text{AB})_z (\text{XO}_4)\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 

Kainit  $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Ungemachit  $\text{Na}_9\text{K}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$   
 Clino-ungemachit  
 Zippeit  $(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$   
 Aluminit  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

5. Tipul  $\text{A}_3(\text{XO}_4)_2\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 

Natrocalcit  $\text{NaCu}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 Metasideronatriit  $\text{Na}_4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Sideronatriit  $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Johannit  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$   
 Vernadskit  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

6. Tipul  $\text{A}(\text{XO}_4)\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 

Metahohmannit  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Butlerit  $\text{Fe}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Parabutlerit  $\text{Fe}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Amaranit  $\text{Fe}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$   
 Hohmannit  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$   
 Fibroferit  $\text{Fe}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}?$   
 Botryogen  $\text{MgFe}(\text{SO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$   
 Guildit  $\text{Cu}_3\text{Fe}_4(\text{SO}_4)_7(\text{OH})_4 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$   
 Metavollin  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Fe})_3\text{Fe}_3^{3+}(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}?$

Slavikit  $\text{Na}_2\text{Fe}_{10}(\text{SO}_4)_{13}(\text{OH})_6 \cdot 63 \text{H}_2\text{O}$ ?

*Grupa copiapitulul*

Copiapit  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$

Magneziocopiapit  $\text{MgF}_4^{3+}(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$

Cuprocopiapit  $\text{CuFe}_4^{3+}(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$

## V. DIFERIȚI SULFAȚI

### 1. Tipul amestec

Hanksit  $\text{Na}_{22}\text{K}(\text{SO}_4)_9(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$

Caledonit  $\text{Cu}_2\text{Pb}_5(\text{SO}_4)_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_6$

Wherryit  $\text{Pb}_4\text{Cu}(\text{CO}_3)(\text{SO}_4)_2(\text{OH}, \text{Cl})\text{O}$

Burkeit  $\text{Na}_6(\text{SO}_4)_2(\text{CO}_3)$

Ardealit  $\text{Ca}_2(\text{PO}_3\text{OH})\text{SO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

## I. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI ȘI NORMALI

### 1. SULFAȚI ANHIDRI ACIZI

#### MERCALLIT $\text{KH}(\text{SO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8609 : 1 : 1,9344$ .

*Ha bitus:* cristale tabulare (001), uneori ușor alungite [100], stalactite. Forme principale: c (001), b (010), a (100), l (120), m (110), n (210), k (012), q (011), u (021), s (1(2), r (1(1), x (1(3), c (111), z (12), y (211). *Clivaj:* absent.  $G = 2,310$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor la varietățile pure, slab-albăstrui în amestec cu Cu (*vezuvin*).

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,445$ ,  $\beta = 1,460$ ,  $\gamma = 1,491$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 56^\circ$ .

*Ocurință.* Apare în fumarolele craterului Vezuviu.

### 2. SULFAȚI ANHIDRI NORMALI. TIPUL $\text{A}_2(\text{XO}_4)$

#### A. Grupa mascagnitului

#### MASCAGNIT $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5642 : 1 : 0,7309$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,98$ ;  $b_0 = 10,62$ ;  $c_0 = 7,78 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{NH}_4)_8(\text{SO}_4)_4$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001], uneori tabulare (010), rar prismatice (100) sau tabulare (100); forma de cristale este foarte rar întâlnită, mai frecvent apărând cruste, stalactite. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(130),



m(110), x(012), w(034), u(011), v(021), q(112), o(111). *Macle*: (110) comune, prin repetare forme pseudohexagonale. *Clivaj*: (001) bun. *Spărtură*: neregulată.  $H=2$ .  $G=1,76$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor la varietățile pure sau cenușiu, galben, galben de lămiie. *Transparent* în cristale largi, devine tulbure datorită incluziunilor, translucid pînă la opac în dendrite și agregate. *Higroscopic*.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție în  $\lambda_L$ :  $\alpha=1,5177$ ,  $\beta=1,5199$ ,  $\gamma=1,5297$ ;  $2V_\gamma=52^\circ 18'$ ; indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha=1,5202$ ,  $\beta=1,5230$ ,  $\gamma=1,5330$ ;  $2V_\gamma=52^\circ 12'$ .

*Ocurență*. Produs fumarolian, mascagnitul se întâlnește la Vezuviu, Etna, în solfatare la Toscana, în Italia; în fumatole la Nymlagira (Africa); la Commeny (Franța); la Bradley, Staffordshire (Anglia); la Arniston, Midlothian (Scoția); la Kladno (R. S. Cehoslovacă); în geysere la Sonosna County, California.

#### ARCANIT $K_2(SO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,5727 : 1 : 0,7418$  (crist. artif.).

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 5,731$ ;  $b_0 = 10,008$ ;  $c_0 = 7,424 \text{ \AA}$ .

*Habitus*: foarte rar în cristale. *Macle*: (110), ciclice, grup pseudohexagonal. *Clivaj*: (010) și (001) bun.  $G = 2,663$ . *Culoare*: alb.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,4935$ ,  $\beta=1,4947$ ,  $\gamma=1,4973$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma=67^\circ 20'$ .

*Ocurență*. Se găsește la Santa Ana, Trabuco Canyon, Orange County, California (S.U.A.).

#### APHTHITALIT $(K, Na)_3Na(SO_4)_2$

*Sistemul de cristalizare*: trigonal,  $\bar{3} \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,2879$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 5,65$ ;  $c_0 = 7,29 \text{ \AA}$ ; conține  $K_3Na(SO_4)_2$ .

*Habitus*: cristale tabulare (0001), cu o pronunțată dezvoltare trigonală; uneori cristale cu aspecte pseudorombice; maclele (11 $\bar{2}$ 0) de tip aragonit

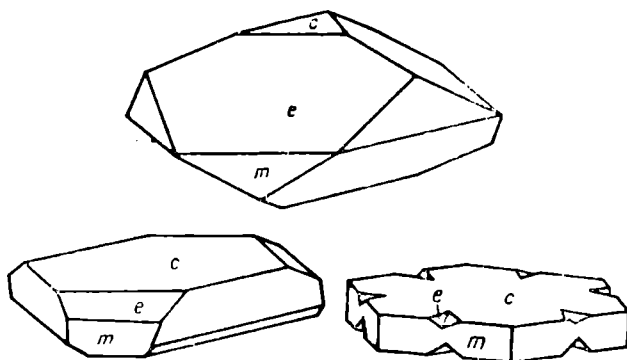


Fig. 103. Cristale de apthitalit: c(0001); m(10 $\bar{1}$ 0); e(10 $\bar{1}$ 2).

imprimă forme pseudohexagonale; agregate cristaline, cruste, masiv. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $-e(01\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $-r(01\bar{1}1)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $-g(01\bar{1}4)$ ,  $s(11\bar{2}1)$ ,  $x(02\bar{2}1)$ . *Macle*:  $(0001)$  și  $(11\bar{2}0)$  se repetă; tabulare de tip aragonit. *Clivaj*:  $(10\bar{1}0)$  bun și  $(0001)$  clar. *Spărtură*: concoidală sau neregulată.  $H=3$ .  $G=2,656$ . *Luciu*: sticlos, tinde spre rășinos. *Culoare*: rar incolor, de regulă alb, uneori cenușiu, verzui, roșcat, datorită incluziunilor cu fier.

*Proprietăți optice*. Incolor; indicii de refracție variază în funcție de raportul între sodiu și potasiu. Pentru  $K_2SO_4$ ,  $Na_2SO_4$  egal cu 2,46:1,  $\epsilon=1,491$  și  $\omega=1,499$ , pentru un raport de 2,12:1,  $\epsilon=1,490$  și  $\omega=1,496$ , iar pentru un raport 0,51:1,  $\epsilon=1,487$  și  $\omega=1,492$ ; uniax pozitiv; uneori anomalii optice; biax cu 2V foarte mic.

*Ocurență*. Apare în diferite moduri, fiind produs vulcanic, fumarolian sau constituent al depozitelor saline, oceanice și lacustre. Este întâlnit în produsele vulcanului Vezuviu, asociat cu thenardit, jarosit, silvină, hematit, și ale Etnei. În depozite saline se găsește la Douglas Rall, aproape de Stassfurt (R. D. Germană). În S.U.A. apare în depozite cu borați, la Searles Lake, Bernardino County (California) și la Eddy County (New Mexico).

### THENARDIT $Na_2(SO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,7984 : 1 : 0,4771$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,77$ ;  $b_0=12,31$ ;  $c_0=5,86 \text{ \AA}$ ; conține  $Na_{16}(SO_4)_8 \cdot Z=8$ .

*Habitus*: bipiramidal (111), tabular (010), cu striuri (101), care se dezvoltă puternic; rar cristale prismatice [100]; cruste, mase pulverulente, eflorescențe. Forme principale:  $b(010)$ ,  $r(011)$ ,  $d(101)$ ,  $o(111)$ ,  $s(311)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,

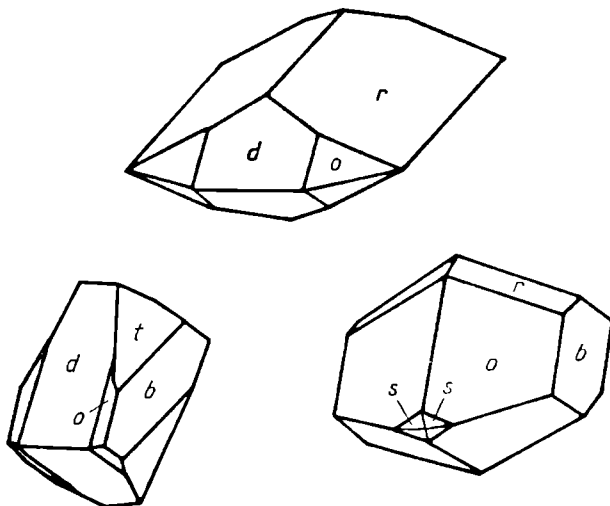


Fig. 104. Cristale de thenardit:  $o(111)$ ;  $b(010)$ ;  $r(011)$ ;  $s(311)$ ;  $t(061)$ ;  $d(101)$ .

u (301), v (131). *Macle*: (110) comune, în grupuri cruciforme, uneori (011) apropiat de macla gipsului. *Clivaj*: (010) perfect, (101) bun, (100) slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=2^{1/2}$ .  $G=2,67$ . *Luciu*: sticlos; tinde spre cel rășinos. *Culoare*: incolor la varietățile pure sau ușor colorat în cenușiu, alb, galben, galben-brun sau roșcat.

*Proprietăți optice*. Incolor: orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție pentru  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha=1,4664-1,4710$ ;  $\beta=1,4729-1,4770$ ,  $\gamma=1,4812-1,4840$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=82^{\circ}35'$ .

*Chimism*. Precipită din soluții suprasaturate, numai la temperaturi mai mari de  $32,5^{\circ}C$ ; sub această temperatură cristalizează mirabilitul, sulfatul cu 10 molecule apă de cristalizare. Thenarditul, la temperatura camerei, într-o atmosferă umedă, se hidratează și se acoperă cu o crustă albă de sulfat de sodiu hidratat, care cu timpul se transformă într-o pulbere.

*Ocurență*. Se formează în unele lacuri sărate, împreună cu mirabilitul, precipitându-se direct la temperaturi mai mari de  $33^{\circ}$ , din soluție saturată în ioni de  $Na^{+}$  și  $SO_4^{2-}$ . Apare și din deshidratarea mirabilitului în zăcămintele fosile de sulfat de sodiu, formate în decursul perioadelor geologice și în regiunile de deșert cu climă aridă. Se întâlnește în unele regiuni vulcanice, de exemplu la Vezuviu, ca produs fumarolian.

În U.R.S.S. se cunoaște marele zăcămint de thenardit de la Küren—Dag, situat în depozite pliocene, în Transcaspică, sub formă de lentile. Se mai găsește în lacurile actuale din Kazahstanul de nord—est, în cele de la nord de Marea Caspică și în Transcaucazia. În S.U.A. apare în California (la Lake Searles, Soda Lake, Carrizo Plain, Death Valley), în Arizona (la Camp Verde, Yavapai County) și în Nevada (la Rhodes Marsh, Esmeralde County). În Africa se găsește în diverse lacuri din deșertul Libiei, în deșertul Sahara. În Chile apare la Tarapaca, la Caracoles în provincia Antofagasta, la Agnos Blancas și Capiapo în provincia Atacama.

### 3. TIPUL $A(XO_4)$

#### A. Grupa baritinei

Această grupă cuprinde sulfatii cu elemente bivalente cu raze ionice mari. Deci, aici se încadrează și  $Ca(SO_4)$ ; acesta se deosebește esențial de ceilalți sulfatii din grupă prin structura cristalină, prin aspectul cristalelor etc., datorită probabil dimensiunii razei  $Ca^{2+}$ , mai mică decât a  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ . Baritina și celestina pot forma soluții solide, continui, substituirea  $Ba : Sr$  mergând în limite foarte largi. Anglezitul include în special  $Ba$  și numai în cantități mici. Calciul substituie, de asemenea, în proporții reduse atât  $Ba$  cât și  $Sr$  din structurile lor cristaline.

#### BARITINA $Ba(SO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,627 : 1 : 1,310$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 8,87$ ;  $b_0 = 5,45$ ;  $c_0 = 7,14 \text{ \AA}$ ; conține  $Ba_4(SO_4)_4 \cdot Z = 4$ .

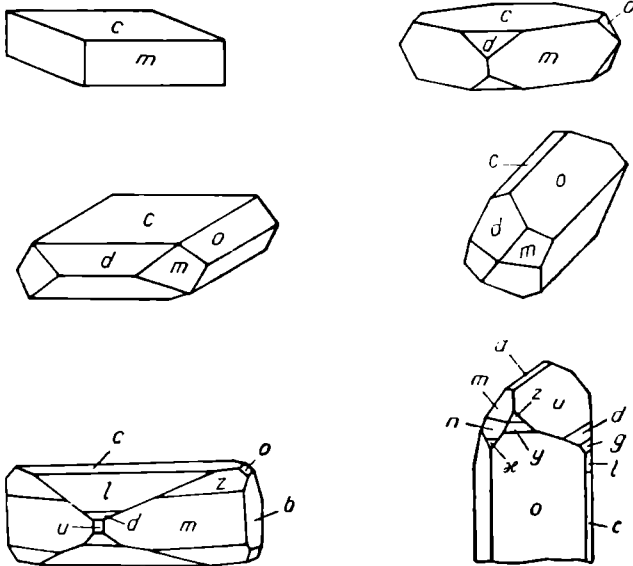


Fig. 105. Cristale de baritănă: c(001); d(101); m(210); n(110); z(211); b(010); u(201); o(011); l(102); g(203); y(111); a(100).

**Habitus:** cristale tabulare (001), uneori (210), cu combinații (101), (011), alteori forma tabulară (001) se dezvoltă [100] sau [010]. Cristale prismatică [001], [100] sau [010]. Deseori apar în agregate granulare, mai rar compacte, cryptocristaline, pămîntoase. Se mai întîlnesc sub formă de stalactite, cu structură concentrică zonară. Se cunosc și concrețiuni sferice, elipsoidale cu structură radiară; adeseori pot fi observate druze frumoase, de cristale mici. Forme principale: c(001), b(010), a(100), x(230), n(110), m(210), o(011), i(021), w(103), l(102), g(203), d(101), u(201), y(111), q(214), s(121), z(211).  $(001) \wedge (211) = 64^\circ 18'$ ,  $(210) \wedge (2\bar{1}0) = 78^\circ 20'$ ,  $(001) \wedge (011) = 52^\circ 42'$ ,  $(001) \wedge (101) = 38^\circ 51'$ . **Macle:** (201), (011) foarte puțin frecvente; de obicei se întîlnesc macle polisintetice care dau fețelor lor aspecte neregulate. **Clivaj:** (001) imperfect, (210) aproape perfect, (010) imperfect. **Spărtură:** neregulată.  $H=3-3\frac{1}{2}$ ,  $G=4,48$ . **Luciu:** sticlos, tinde spre rășinos; pe suprafața (001) sidefos.

**Culoare:** rar varietăți transparente, pure, incoloră; de regulă colorată în galben, brun, brun-închis, roșu, cenușiu, mai rar verde sau albastru. Frecvent pigmentată prin material fin dispersat, de hematit, sulfuri sau substanțe organice. Distribuția acestor incluziuni se face fie dezordonat fie în mod regulat, fie în inele concentrice formînd structuri zonare, în formă radiară sau pe suprafețele de clivaj. **Urmă:** albă. **Diamagnetică.**

**Proprietăți optice.** În secțiuni subțiri, incoloră, galbenă, brun-verde, albastru-deschis etc., în funcție de varietatea cristalului. Orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$  la temperatura camerei:  $\alpha=1,6362$ ,  $\beta=1,6373$ ,  $\gamma=1,6482$ . Biax pozitiv,  $2V_\gamma=36^\circ$ ; indicii de refracție și  $2V$  variază cu temperatura. Pleocroism clar, absorbție  $\gamma > \beta > \alpha$ .

## Proprietăți optice

Varietatea	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Brun Galben Verde Albastru-verzui	galben-închis brun-gălbui-deschis incolor violet-albăstrui	galben brun-gălbui verde-pal verde-albăstrui	violet brun violet-amelist violet

*Chimism.* În sulfatul de bariu este prezent frecvent Sr, substituind Ba; uneori Ba : Sr=1 : 1. Calciul substituie și el Ba, în raport maxim de Ca : Ba = 1 : 12. Un alt substituent este Pb, care indică proporția Pb : Ba=1 : 4. Mai pot fi prezenți (NH<sub>4</sub>), (MnO<sub>4</sub>), (SeO<sub>4</sub>), (CrO<sub>4</sub>), uneori și (SO<sub>4</sub>). Iig este prezent sub formă de urme.

Tabelul 162

## Analize chimice

	1	2	3	4	5
BaO	65,70	65,06	61,58	48,60	48,95
SrO	--	0,17	2,70	14,70	--
CaO	--	0,25	urme	--	--
PbO	--	--	--	--	17,78
SO <sub>3</sub>	34,30	34,51	34,44	36,20	32,24
Rez.	--	0,11	0,91	--	0,60
Total	100,00	100,10	99,63	99,50	99,57

1 — Ba(SO<sub>4</sub>). 2 — Racalmuto (Sicilia); CO<sub>2</sub> — urme. 3 — Marano (Italia); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,60, H<sub>2</sub>O=0,31. 4 — Sr-baritină; Clifton (Anglia). 5 — Pb-baritină; Shibukuro (Japonia).

În structura cristalină ionii de Ba<sup>2+</sup> și S<sup>6+</sup> sînt așezați la distanța de  $\frac{1}{4}$  și  $\frac{3}{4}$  din dimensiunea axului „b”. Grupele SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> sînt orientate în poziții tetraedrice, astfel încît 2 ioni de O<sup>2-</sup> stau orizontal, iar alți doi ioni de O<sup>2-</sup> sînt situați în cruce față de primii. Fiecare ion de Ba<sup>2+</sup> este înconjurat de 12 ioni de oxigen ce aparțin la 7 grupe diferite de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

*Ocurență.* Se formează prin diferite procese, de regulă numai la temperaturi joase și la o tensiune a oxigenului ridicată. Ca și alți sulfatați anhidri nu este întilnită ca mineral magmatogen în roci eruptive, nici în roci metamorfice de adîncime. De obicei se găsește în zăcăminte hidrotermale. Apare ca însoțitor în multe zăcăminte de minereuri de mangan, împreună cu magnetitul, braunitul, și de fier, împreună cu sideritul și hematitul; se cunosc filoane cu baritină care conțin aur. În cantități mici baritina apare sub formă de concrețiuni în roci sedimentare, în alte condiții decît celestina, anhidritul, gipsul. Ea nu poate fi întilnită în zăcăminte de sare; frecvent este întilnită în calcare în sedimente de minereuri de mangan, în depozite argiloase, nisipoase și alte sedimente din zona litorală a mărilor. Acest lucru se explică prin faptul că

sărurile solubile de bariu, aduse de apele de suprafață de pe uscat, chiar la primul contact cu ionii  $\text{SO}_4^{2-}$  din apa mării, formează imediat sulfatul de bariu, practic insolubil. Nodule de baritină se găsesc și în milurile din mările actuale.

În pătura de alterație a rocilor și zăcămintelor metalifere din regiunile cu climă uscată pot fi observate deseori cristale mici de baritină cu habitus prismatic, în asociație cu gips și hidroxizi de fier. Baritina este un mineral chimic, stabil, din care cauză se găsește în aluviuni, în fragmente mari și în nisipurile obținute în urma spălării aluviunilor.

În România apare ca lentile, filoane sau corpuri metasomatice, singură sau ca gangă a unor mineralizații metalifere în șișturi cristaline (Răzoare, Cîrlibaba, Rodna, Ciocănești, Gheorghieni, Luncani, Teliuc, Ghelar, Rușchița, Muncelu Mic, Căpușu Mic, Măcin), în legătură cu magmatismul mezozoic (Gemenea, Ostra, Poiana Mărului, Somova), cu magmatismul banatic (Oravița, Ciclova Română, Căpușu Mic) sau cu cel neogen (Ilba, Nistru, Baia Sprie, Căvnic, Brebu, Băiut, Poiana Botizei, Țibleș, Rodna, Căliman, Deva, Săcărîmb, Hondol, Măgura—Toplița, Trestia, Crăciunești, Ruda—Barza, Căraci, Almașu Mic de Munte, Zlatna, Almașu Mare, Bucium, Roșia Montană, Baia de Arieș), în formațiuni sedimentare de diferite vîrste (Poienile de Sub Munte, Pleși, Colțești, Copăceni, Baciuc).

Dintre concentrațiile din alte țări amintim pe cele din R. F. Germania (M. Harz), din R. D. Germană (Saxonia și M. Harz), din Austria (Kitzbüchel, Tirol), din Italia (Bologna), din Franța (Limagne, Puy de Dôme), din Spania (Castilia, Andaluzia), Anglia (comitatele Cumberland, Cornwall și Durham), Japonia (Shibukuro) și din S.U.A. (statele New York, Georgia, Missouri, Tennessee, Kentucky, Virginia, Carolina de Nord, Alabama).

#### CELESTINA $\text{Sr}(\text{SO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,5616 : 1 : 1,2760$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,36$ ;  $b_0 = 5,37$ ;  $c_0 = 6,85 \text{Å}$ ; conține  $\text{Sr}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot Z = 4$ .

*Habitus:* cristale de dimensiuni diferite, tabulare (001), cu fața (210) dezvoltată, alungite [100], piramidale (122), alungite după [010] sau [001]; uneori tabulare (100), cu (100) și (001) dezvoltate și cu striuri. Mase granulare, lenticulare, rar lamelare, mase pămîntoase sau prezintă

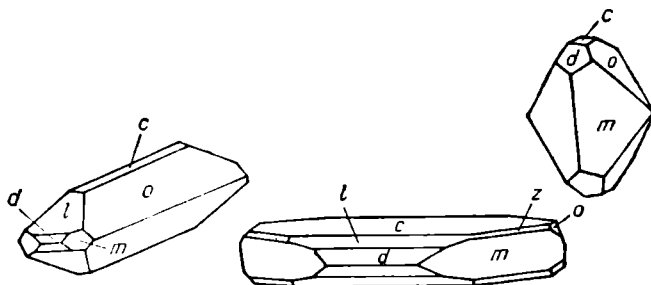


Fig. 106. Cristale de celestină:  $m(210)$ ;  $c(001)$ ;  $l(102)$ ;  $o(011)$ ;  $d(101)$ ;  $z(211)$ .

forme stalactitice. Poate fi întâlnită sub formă de noduli, secreții și druze. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (110), m (210), h (012), o (011), l (102), d (101), y (111), x (122), f (213), z (211). (001)  $\wedge$  (101) = 39°24' (210)  $\wedge$  (210) = 75°58', (001)  $\wedge$  (011) = 52°04', (001)  $\wedge$  (211) = 64°22'. *Macle*: foarte rare; (210) sau (101) plan de maclă. *Clivaj*: (001) perfect, (210) bun, (010) slab sau (011) foarte slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=3-3\frac{1}{2}$ .  $G=3,97$ . *Luciu*: sticlos, tinde spre sidefos pe planele de clivaj. *Culoare*: incolor, albastru-pal, uneori alb, roșu, verde, brun.

*Proprietăți optice*: Incoloră sau foarte slab colorată, un pleocroism moderat, în tonuri de bleu, albastru-indigo, albastru de lavandă sau verde-albăstrui. Orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,6215$ ,  $\beta=1,6237$ ,  $\gamma=1,6308$ ; biax pozitiv.  $2V_{\gamma}=49^{\circ}$ .

*Chimism*. Sulfat de stronțiu; Ba substitue Sr în limite foarte largi; Ca substituie Sr în cantități mici: Ca : Sr = 1 : 11.

Tabelul 163

Analize chimice

	1	2	3	4
SrO	56,42	54,67	45,66	32,83
CaO	—	0,46	1,30	—
BaO	—	0,78	8,47	26,18
SO <sub>3</sub>	43,58	43,04	42,09	39,04
Rez.	—	0,59	1,03	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,54</b>	<b>98,55</b>	<b>98,05</b>

1 — Sr(SO<sub>4</sub>). 2 — Trichy (India). 3 — Caramanico (Italia). 4 — Lansdowne (Ontario — Canada).

Structura cristalină este identică cu structura baritinei.

*Ocurență*. Este întâlnită în zăcămintele cu dimensiuni destul de variate, sub formă de noduli, ciuburi, uneori mase compacte în complexe de roci sedimentare (dolomite, calcare, argile, marne, gips); sînt localizate în anumite orizonturi intercalate între roci. Se mai întâlnește în scheletul unor organisme marine, în special a unor grupe de *Radiolari*; uneori, în cochiliile de *Amonii* și în alte fosile, probabil datorită depunerii sale mai târzii. Se întâlnesc foarte rar filoaane hidrotermale tipice cu celestină, care conțin și galenă, blendă și alte sulfuri. A fost semnalată și în cavitățile unor roci eruptive.

În România apare ca mineral hidrotermal, în mineralizații din provincia banatică (Băița—Bihor), sedimentogen secundar, în argile, marne, calcare terțiare, uneori formațiuni bituminoase, împreună cu gips, calcit, aragonit, uneori cu sulf, pirită, caz în care Sr pare să provină din aragonitul fosilelor (Pucioasa, Vulcana—Băi, Anina, Săndulești, Copăceni, Cheia, Cluj-Napoca, Dumbrava, Jeduc, Stana, Gilău, Căpușu Mic, Căpușu Mare).

În alte țări se găsește în R. D. Germană (Saxonia, Thuringia), în R. F. Germania (Bavaria), în Austria (Leogang, Salzburg), în Elveția, în Italia (la Montevecchio în Sardinia și în Sicilia), în Franța (la Wassy în departamentul

Haute—Marne, Condorcet în departamentul Drôme), în Egipt (Cairo, Mokattan Wadi-el Tih), în Scoția (la Clifton Yate, Wickwar Durdham Down și la St. Andrews Tifeshire), în S.U.A. (în statele New York, Pennsylvania, Ohio, California, Arizona), în Canada (la Lansdowne, Leeds County, Calabogie în provincia Ontario).

### ANGLEZIT $Pb(SO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,5701 : 1 : 1,2880$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,47$ ;  $b_0 = 5,39$ ;  $c_0 = 6,94 \text{ \AA}$ , conține  $Pb_4(SO_4)_4 \cdot Z = 4$ .

*Habitus:* foarte variat; tabular (001), cu (210), (101) și fețe romboidale dezvoltate, alungire după [100] sau [010], prisme [001], cu fața (210) larg dezvoltată și striuri, prisme [100], cu fața (011) dezvoltată și prisme [010] cu fețele (101), (102) dezvoltate; cristale tabulare (100), piramidale (111), (211); mase granulare compacte, noduli, forme stalactitice cu structuri concentrice. Forme principale: c (001), b (010), a (100), n (110), m (210), o (011), l (102), d (101), y (111), t (221), r (212), p (312), z (211), k (230), h (320), x (122), s (232). Unghiuri (001)  $\wedge$  (101) =

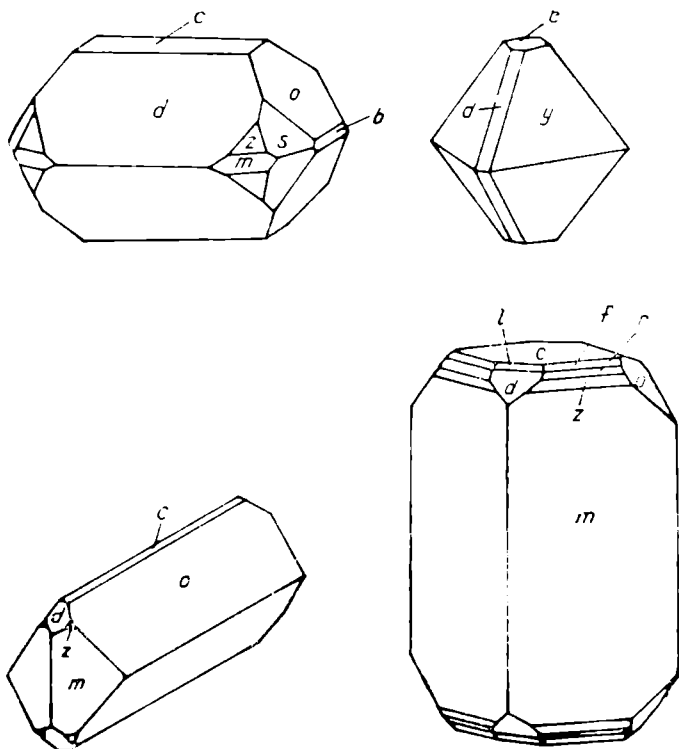


Fig. 107. Cristale de anglezit: c(001); b(010); m(210); o(011); l(102); d(101); y(111); f(214); z(211); r(212).



$=39^{\circ}21'$ ,  $(010) \wedge (001)=37^{\circ}48'$ ,  $(210) \wedge (2\bar{1}0)=76^{\circ}18'$ ,  $(001) \wedge (111)=56^{\circ}48'$ .  
*Clivaj*: (001) bun, (210) slab, (010) în urme. *Spărtură*: concoidală.  $H=3$ .  
 $G=6,38$ . *Luciu*: adamantin, pe unele varietăți, rășinos sau sticios. *Culoare*: alb, cenușiu, galben, verde, albastru-deschis. *Urmă*: incoloră.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{Na}=1,8771$ ,  $\beta_{Na}=1,8826$ ,  $\gamma_{Na}=1,8937$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=75^{\circ}24'$ . Aceste valori corespund la temperatura camerei.

*Geneză*. Anglezitul este un mineral greu solubil, rezultat din oxidarea galenei și a altor sulfuri de plumb. Se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, fiind frecvent asociat cu ceruzitul, care arată o răspândire mai mare. Anglezitul este primul compus oxigenat al plumbului, formându-se prin oxidarea galenei, de la periferie spre centru și de-a lungul direcțiilor de clivaj:  $PbS+2O_2=PbSO_4$ ; sub acțiunea bioxidului de carbon, anglezitul trece la rindul său în carbonat de plumb. Aceste două minerale sînt insolubile în apă, determinînd astfel o crustă albă în jurul cristalelor de galenă, care protejează porțiunea centrală de procesul de oxidare în continuare. Așa se explică de ce la spargerea nodurilor albi, rotunjiți, ce par a fi formați din minereuri de plumb complet oxidate, descoperim deseori galenă în partea lor centrală. Este caracteristic și faptul că în zonele de oxidare conținutul total de plumb este întotdeauna mai mare decît în minereurile primare de sulfuri. Acest fenomen este determinat de faptul că mineralele care însoțesc permanent galena, blenda și sulfurile de cupru trec prin oxidare în sulfați ușor solubili, care sînt apoi parțial îndepărtați și astfel minereurile oxidate se îmbogățesc în plumb. Anglezitul se poate forma și pe cale hidrotermală, dar numai în condiții fizico-chimice speciale. Poate lua naștere și în zăcămintele de suprafață prin activitatea apelor vadoase, saturate în oxigen liber, așa cum se întîmplă în cazul zăcămintului din Schwarzenbach din Carinthia (Austria).

*Ocurență*. În România apare ca mineral supergen, în zone de oxidare a zăcămintelor de plumb de diverse tipuri genetice; anglezitul apare în sisturi cristaline (Vișeu de Sus, Cîrlibaba), legat de magmatismul mezozoic (Gemenea, Poiana Mărului, Șinca Nouă), de cel banatic (Sasca Montană, Dognecea, Ocna de Fier, Rusca Montană, Săvirșin, Băița—Bihor) și cel neogen (Ilba, Baia Sprie, M. Țibleș, Băile Borșa, Stănița).

În Franța apare la Huelgoat și Poullavuen; în Italia, în Sardinia la Montevecchio; în U.R.S.S. în Siberia; în Tunisia la Sidi-Amor-beu-Salem; în Namibia la Tsumeb; în Australia la Broken Hill; în Tasmania la Dundse; în Mexic la Sierra Mojada Coahuila și Potosi; în S.U.A. la Boleo Lower (California), în Pennsylvania, Missouri, Utah, Idaho și Arizona.

#### ANHIDRIT $Ca(SO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,892 : 1 : 0,999$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=6,22$ ;  $b_0=6,97$ ;  $c_0=6,96$  Å; conține  $Ca_4(SO_4)_4 \cdot Z=4$ .

*Habitus*: cristale tabulare (010), (100) sau (001), alungite [100], [001]. De regulă, în mase granulare, fibroase, orientate paralel sau radiar, forme concreționare. Forme principale: c (001), b (010), a (100), m (110), r (011), l (054), q (032), u (021), e (052), v (031), t (041), w (051), o (111), n (211), f (311), d (120).

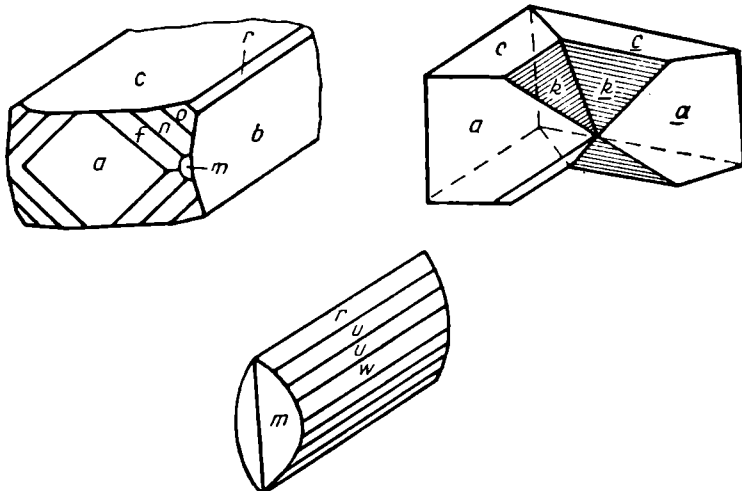


Fig. 108. Cristale de anhidrit: a(100); c(001); r(011); u(021); w(051); m(110); o(111); n(211); f(311); b(010).

**Macle:** (011) de contact și câteodată polisintetice; (120) plan de maeclă, rară, de contact. **Clivaj:** (010) perfect, (100) aproape perfect, (001) bun sau imperfect. **Spărtură:** neregulată.  $H=3\frac{1}{2}$ .  $G=2,98$ . **Luciu:** (010) sidefos, (001) sticlos, gras sau (100) sticlos; în mase masive, sticlos și sidefos. **Culoare:** albastru-deschis, violet, uneori alb, mov, roz, brun, roșcat, cenușiu, datorită impurităților (în special minerale argiloase). **Urmă:** albă, alb-cenușie.

**Proprietăți optice.** Incolor sau slab violet; pleocroic:  $\alpha$ =incolor, roz-pal, galben-pal,  $\beta$ =violet-pal sau roz-pal,  $\gamma$ =violet; absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$ ; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,5698$ ,  $\beta=1,5754$ ,  $\gamma=1,6136$ ; biax pozitiv,  $2V\gamma=43^\circ 41'$ . Aceste constante variază cu temperatura.

**Chimism.** În compoziția anhidritului apar ca substituenți izomorfi, Sr, Ba, în cantități mici, apoi, ca rezultat al amestecului intim, MgO,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  și  $H_2O$ , în urma unui proces de hidratare. Rețeaua cristalină este caracterizată prin așezarea ionilor de  $S^{6+}$  în centrul grupelor tetraedrice  $O^{2-}$ , fiecare ion de  $Ca^{2+}$  fiind înconjurat de 8 ioni de oxigen. Este caracteristic faptul că dimensiunile paralelipipedului  $a_0$  și  $b_0$  sînt aproape egale. Rețeaua elementară a anhidritului nu poate fi considerată ca fiind pseudotetragonală, deoarece pe planul cu axa „a” poziția ionilor pe fețele (001) și (010) nu este aceeași. Fața (001) este centrată, în timp ce pe fața (010) ionii de  $Ca^{2+}$  și  $(SO_4)^{2-}$  nu formează serii horizontale.

**Ocurență.** Mase importante pot fi întâlnite în roci sedimentare. Fiind un produs de sedimentare chimică în lagune și în bazine marine, anhidritul este aproape întotdeauna însoțit de gips. Anhidritul se transformă ușor în gips atunci cînd aflorează la suprafață. Această transformare are loc, după cum s-a constatat prin numeroase foraje, pînă la o adîncime de 100—150 m. Este evident că la adîncimi mari, presiunea rocilor de deasupra este atît de mare încît nu mai poate avea loc o creștere de volum a masei minerale, fenomen care însoțește transformarea anhidritului în sulfatul hidratat, gipsul. Foarte des găsim anhidrit în zăcămintele de sare, atît sub formă de cristale izolate, cît și sub formă de strate și intercalații, uneori extrem de subțiri, ce alternează

cu sare gemă, silvină, carnalit. Destul de rar poate fi întâlnit în unele zăcăminte filoniene hidrotermale și foarte sporadic în cele metasomatice de contact. Se mai poate găsi în cavitățile din lave, în regiunile cu activitate postvulcanică. Este foarte probabil că acele complexe groase de anhidrit întâlnite în regiunile bogate în gips au luat naștere prin deshidratarea gipsului datorită presiunii mari exercitată de rocile situate deasupra complexului de gips, care s-a depus anterior în bazinele saline. Totuși, în roci metamorfice de adâncime anhidritul lipsește în general, la fel ca și ceilalți sulfati.

Ca mineral primar, anhidritul apare în depozitele saline din formațiunile sedimentare ale diferitelor unități structurale din România (în triasicul inferior, mediu și superior în fundamentul Cîmpiei Române, în jurasicul superior în fundamentul părții sud-estice a Podișului Moldovei, în miocenul Podișului Moldovei, Carpaților Orientali, Depresiunii Getice, Bazinului Transilvaniei, la Turda, Cheia), în ganga unor filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Cavnic).

În U.R.S.S. se găsesc masive de anhidrit în complexele de gips de vîrstă permiană, de-a lungul Uralilor de Vest, în regiunile Arhanghelsk, Vologda, Kuibîșev, Gorki, Donbas. Cristale frumoase de anhidrit sînt în M. Harz la Andreasberg, în Austria în landurile Tirol, Salzburg și Styria, în Elveția în cantoanele Vaud și Valais, în Franța în departamentul Ariège, în R.P. Polonă la Wieliczka, în Japonia la Hanoaka Kano și Ugo, în S.U.A. în statele New York, New Jersey și New Mexico, în Canada în provinciile Nova Scoția și Quebec.

#### 4. TIPUL $A_mB_n(XO_4)_p$

##### GLAUBERIT $Na_2Ca(SO_4)_4$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,2200 : 1 : 1,0275$ ;  $\beta = 112^\circ 11'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,01$ ;  $b_0 = 8,21$ ;  $c_0 = 8,43$  Å.  $Z = 4$ .

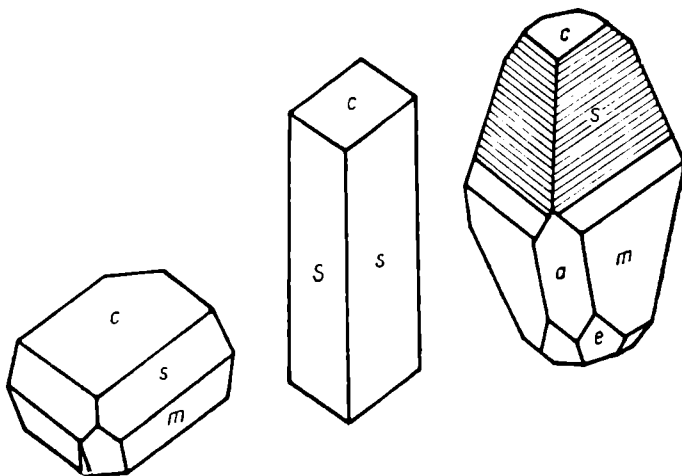


Fig. 109. Cristale de glauberit: a(100); c(001); m(110); s(111), e(311).

*Habitus*: cristale tabulare (001), prismatice, dezvoltate după [101], precum și (111), bipiramidale, combinații (111) și (110), prisme [001] cu fețele (110) și (001) larg dezvoltate. Forme comune: c (001), a (100), m (110), s (111), n ( $\bar{1}11$ ), x (331), e (311), v ( $\bar{1}13$ ), u ( $\bar{1}12$ ). *Clivaj*: (001) perfect, (110) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=2,75$ . *Luciu*: sticlos, uneori sedefos pe (001). *Culoare*: de regulă cenușiu, gălbui, roșcat, datorită oxizilor de fier, uneori incolor. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\beta \wedge c=12^\circ$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,515$ ,  $\beta=1,535$ ,  $\gamma=1,536$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=7^\circ$ ,  $2E=10^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește în depozite saline, în cristale în Spania la Villarubia în provincia Toledo, în Franța la Varangéville lângă Nancy și la Sorena în triasic, în Austria la Hallstadt, în Italia în fumarole în insulele Vulcano și Lipari, în U.R.S.S. în permian în Bașchiria, în India la Mayo în statul Punjab, în Chile, în S.U.A. în statele New Jersey, Texas și New Mexico.

## A. Grupa langbeinitului

### LANGBEINIT $K_2Mg_2(SO_4)_3$

*Sistemul de cristalizare*: cubic, 2 3.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,98 \text{ \AA}$ ; conține  $K_8Mg_8(SO_4)_{12} \cdot Z=4$ .

*Habitus*: rar în cristale, noduli, granule diseminate. Forme principale: a (001), d (011), o (111),  $-o$  ( $\bar{1}11$ ),  $e'$  (012),  $f'$  (103),  $e'$  (102),  $-j$  ( $\bar{1}22$ ), n (112),  $-n$  ( $\bar{1}12$ ). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: concoidală.  $H=4$ .  $G=2,83$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor la varietățile transparente, uneori gălbui, roz, roșcat, violet, verzui și cenușiu.

*Proprietăți optice*. Incolor; izotrop; indicele de refracție  $n_{L1}=1,5323$ ,  $n_{Na}=1,5347$ ,  $n_{T1}=1,5370$ .

*Ocurență*. În România se întâlnește în zăcămintele de săruri de potasiu și magneziu de la Găleanu și Tazlău. Se mai găsește în depozite de săruri de potasiu, lângă Halberstadt și lângă Bernburg — R. D. Germană; la Hall în Tirol, Austria; la Mayo în Punjab, India; în statul New Mexico, S.U.A.; în Ucraina, U.R.S.S.

## II. SULFAȚI HIDRATAȚI ACIZI ȘI NORMALI

### 1. TIPUL SULFAȚI HIDRATAȚI NORMALI $A_2(XO_4) \cdot xH_2O$

#### MIRABILIT $Na_2(SO_4) \cdot 10H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c=1,1096 : 1 : 1,2388$ ;  $\beta=107^\circ 45'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=11,52$ ;  $b_0=10,34$ ;  $c_0=12,84 \text{ \AA}$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: prismatic [001], acicular [010], tabular (100) sau (001). Masiv, eflorescențe, mase fibroase, granulare, stalactite. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), v(021), r( $\bar{1}01$ ), d(111), n( $\bar{1}11$ ). *Macle*: rare, de întrepă-

trundere (001) sau (100). *Clivaj*: (100) perfect, (001), (010) și (011) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=1,490$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: alb. *Urmă*: albă;

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c=31^\circ$  (Li); indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,396$ ,  $\beta=1,410$ ,  $\gamma=1,419$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=75^\circ 56'$ ,  $2E=120^\circ 23'$ .

*Ocurență*. În R. S. România apare ca depuneri în jurul lacurilor sărate din partea de est a Cîmpiei Române, la Lacul Sărat, Balta Albă, Ianca, Amara, Căianu, Băraii, Chinteni, Giula.

Se întâlnește în depozite saline, ca eflorescențe în lave. În depozite apare la Great Salt Lake — S.U.A. și în Golful Kara Bugaz — U.R.S.S. De asemenea în Austria la Hallein, Hallstadt, apoi în Spania la Mirauda, Ebro Alva și în Italia în Sicilia.

## 2. TIPUL $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

### SYNGENIT $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,3524 : 1 : 0,8710$ ;  $\beta = 104^\circ 05'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,72$ ;  $b_0=7,16$ ;  $c_0=6,21$  Å; conține  $K_4Ca_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$ .

*Habitus*: agregate lamelare, mai rar cristale individuale, tabulare (100,) prismatice [001]. Fețele de zonă [001] au striuri. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $q(011)$ ,  $r(101)$ ,  $u(\bar{1}01)$ ,  $g(120)$ . *Macle*: (100) comune, de contact. *Clivaj*: (110) și (100) perfect, (010) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=2,603$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor sau gălbui, datorită incluziunilor.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c = -2^\circ 17'$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,5010$ ,  $\beta=1,5166$ ,  $\gamma=1,5176$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=28^\circ 18'$ .

*Ocurență*. Apare ca produs vulcanic în masivul de săruri de la Kalus în Ucraina; la Vezuviu în lavelle eruptive din 1906; la Haleakala, Maui, Insulele Hawaii.

### A. Grupa blöditului

#### LEONIT $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,2322 : 1 : 1,0376$ ;  $\beta = 95^\circ 09'$ .

*Habitus*: cristale tabulare (100), alungite [001], frecvente fragmente neregulate. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $o(310)$ ,  $M(021)$ ,  $w(101)$ ,  $d(201)$ ,  $p(111)$ ,  $q(211)$ . *Macle*: (100) pe cristale artificiale. *Spărtură*: concoidală.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=2,201$ . *Luciu*: slab sticlos.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge a$  mic; indicii de refracție:  $\alpha=1,479$ ,  $\beta=1,482$ ,  $\gamma=1,487$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma=90^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește în depozite saline la Eddy, Sea Counties — New Mexico, S.U.A.; la Stassfurt — R. D. Germană.

## B. Grupa picromeritului

### PICROMERIT $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,7413 : 1 : 0,4993$ ;  $\beta = 104^\circ 48'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,06$ ;  $b_0 = 12,26$ ;  $c_0 = 6,11$  Å; conține  $K_4Mg_2(SO_4)_4 \cdot 12 H_2O$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale scurte prismatice  $\{001\}$ , cruste sau masiv. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $q(011)$ ,  $e(\bar{2}01)$ ,  $u(\bar{1}11)$ ,  $s(130)$ ,  $n(120)$ ,  $o(111)$ . *Clivaj:*  $(201)$  perfect.  $H = 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 2,028$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* alb, roșcat, gălbui, cenușiu, datorită concreșterilor.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge a = -1^\circ$ ,  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,4607$ ,  $\beta = 1,4629$ ,  $\gamma = 1,4755$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 47^\circ 54'$ .

*Ocurență.* Se întâlnește la Vezuviu — Italia; la Kalus, Ucraina — U.R.S.S.

### 3. TIPUL $A_m B_n (XO_4)_p \cdot xH_2O$

unde  $(m+n) : p < 3 : 2$  și  $> 1 : 1$

### POLIHALIT $K_2Ca_2Mg(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,931 : 1 : 0,856$ ;  $\alpha = 92^\circ 29'$ ;  $\beta = 123^\circ 4'$ ;  $\gamma = 88^\circ 21'$ .

*Habitus:* cristale rare, tabulare  $(010)$ , alungite  $\{001\}$ , mase masive, fibroase, foioase. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $o(120)$ ,  $y(\bar{1}01)$ ,  $z(\bar{1}11)$ ,  $d(1\bar{3}1)$ ,  $l(\bar{3}13)$ ,  $n(\bar{1}31)$ ,  $t(\bar{1}51)$ ,  $m(110)$ ,  $v(1\bar{3}0)$ ,  $w(1\bar{4}0)$ ,  $h(021)$ ,  $x(101)$ ,  $e(1\bar{1}1)$ . *Macle:*  $(010)$  și  $(100)$  comune, polisintetice. *Clivaj:*  $(10\bar{1})$  perfect,  $(010)$  întrerupt.  $H = 3 \frac{1}{2}$ .  $G = 2,78$ . *Luciu:* sticios sau rășinos. *Culoare:* incolor la

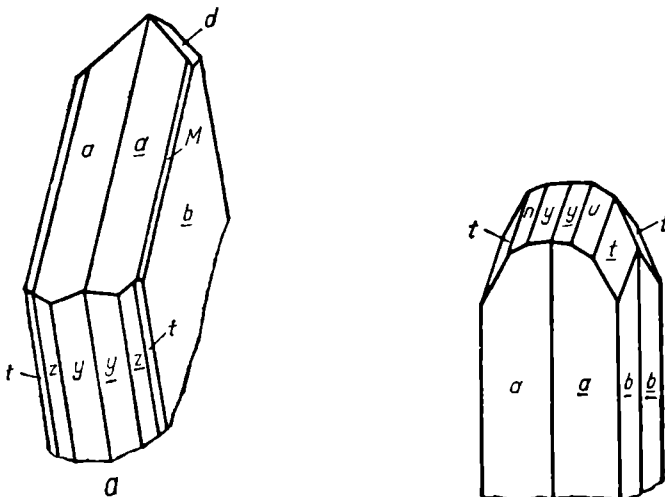


Fig. 110. Cristale de polihalit:  $y(\bar{1}01)$ ;  $b(010)$ ;  $a(100)$ ;  $M(1\bar{1}0)$ ;  $n(\bar{1}31)$ ;  $t(\bar{1}51)$ ;  $z(\bar{1}11)$ ;  $d(1\bar{3}1)$ .

varietățile transparente, alb, cenușiu, roz, roz-brun la varietățile cu incluziuni, îndeosebi de oxizi de fier.

*Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție:  $\alpha=1,547$ ,  $\beta=1,562$ ,  $\gamma=1,567$ ; biax negativ;  $2V_{\alpha}=62^{\circ}$  (proba Texas).

*Ocurență.* Se formează din soluțiile saline bogate în Mg, K și Ca, în limite de temperatură destul de largi, de la  $0^{\circ}$  la  $80^{\circ}$ . În zăcămintele din regiunea Stassfurt (R. D. Germană) formează un orizont independent situat între un orizont de anhidrit și unul de kieserit; uneori prezintă intercalații subțiri de sare gemă. Se mai întâlnește în Austria la Hallstadt, la Hall—Tirol; în Iran (noduli de polyhalit) la Maman; în U.R.S.S. de-a lungul Volgăi și în Kazahstanul de vest; în S.U.A. în statele Texas și New Mexico.

În România apare în formațiunile de săruri de potasiu și magneziu de la Găleanu și Tazlău.

#### 4. TIPUL $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

##### A. Grupa alaunilor

###### ALAUN DE POTASIU $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $2/3 \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,21 \text{ \AA}$ ; conține  $K_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48H_2O$ .  $Z=4$ .

*Habitus:* octaedric, mai rar cubic, de regulă agregate columnare, mase cristaline cu structuri granulare, cruste, stalactite, eflorescențe, mase pămîntoase. Forme principale: a(001), d(011), o(111), e(012), n(112), p(122). *Macle:* (111), foarte rare. *Spărtură:* concoidală. *Clivaj:* (111) urme.  $H=2$ .  $G=1,76$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor sau alb.

*Proprietăți optice.* Incolor; izotrop;  $n=1,456$ .

*Ocurență.* Sub formă de eflorescență pe formațiuni argiloase se asociază cu epsomitul, melanteritul, gipsul și sulful. Se găsește în Italia la Vezuviu, în Grotte Faraglione la Vulcano, în solfatare la Miseno; în Franța la Decazeville, Platoul Central francez; în Spania în Aragon; în Anglia la Whilby în Yorkshire; în Scoția la Glasgow; în Chile la Chuquicamata; în S.U.A. la Peak Esmeralda County în Nevada; în U.R.S.S. la Tambor și Ulianovsk în Caucazul de Nord, la Daghestan (Turkmenia), la Kara-Kum (Uzbekistan) și în M. Ural; în Japonia la Katmai.

###### ALAUN DE SODIU $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $2/m \bar{3}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,19 \text{ \AA}$ ; conține  $Na_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48H_2O$ .

*Habitus:* cristale obținute numai artificial, octaedrice. *Spărtură:* concoidală.  $H=3$ .  $G=1,67$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* incolor.

*Proprietăți optice.* Incolor;  $n=1,4356$  ( $68^{\circ} \text{ m}\mu$ ),  $1,4480$  ( $431 \text{ m}\mu$ ); izotrop.

*Ocurență.* Se întâlnește în depuneri solfatariene la Pozzuoli, Miseno, lângă Neapole în Italia, și la Cenopintado în Chile.

*Sistemul de cristalizare:* cubic, 2/m 3.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 12,21 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{NH}_4)_4\text{Al}_4(\text{SO}_4)_8 \cdot 48\text{H}_2\text{O}$ .

*Habitus:* cristale obținute numai artificial, octaedrice, mase fibroase, columnare, eflorescențe. Forme principale: a(001), d(011) și o(111). *Spărtură:* concoidală.  $H = 1^{1/2}$ .  $G = 1,645$ . *Luciu:* stielos (pe cristal) și mătăsoș (pentru masele fibroase). *Culoare:* incolor.

*Proprietăți optice.* Incolor, izotrop, ușor birefringent; datorită presiunilor prezintă deformări mecanice; indicii de refracție:  $n(686 \text{ m}\mu) = 1,4560$ ,  $n(431 \text{ m}\mu) = 1,4594$ , care în prezența K scad; astfel:  $n(686 \text{ m}\mu) = 1,4530$ ,  $n(431 \text{ m}\mu) = 1,4685$ . Raportul  $\text{NH}_4 : \text{K} = 635 : 365$ , respectiv formula este  $(\text{NH}_4, \text{K})\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

*Ocurență.* Apare în fumarole, în R. S. Cehoslovacă, în R. P. Ungară la Tokod, în Italia la Pozzuoli, în S.U.A. la Geyseres, Sonoma County (California) și la Quay County (New Mexico).

## 5. TIPUL $\text{A}(\text{XO}_4) \cdot x\text{H}_2\text{O}$

### A. Grupa kieseritului

#### KIESERIT $\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8960 : 1 : 0,9779$ ;  $\beta = 116^\circ 05'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,89$ ;  $b_0 = 7,61$ ;  $c_0 = 7,63 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Mg}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* mase fin granulare, cristale bipiramidale  $(\bar{1}11)$ , (110). Forme principale: m(110), u(011), v(111), x( $\bar{1}12$ ), p( $\bar{1}11$ ), b(010), t( $\bar{1}01$ ), z(221). *Macle:* (001) rar de contact, uneori polisintetice [110]? *Clivaj:* (110) și (111) perfect, ( $\bar{1}11$ ), ( $\bar{1}01$ ), (011) imperfect. Friabil.  $H = 3^{1/2}$ .  $G = 2,571$ . *Luciu:* stielos. *Culoare:* incolor, cenușiu, alb, gălbui.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = +76^{1/2}^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,523$ ,  $\beta = 1,535$ ,  $\gamma = 1,586$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma(\text{Na})} = 55^\circ$ .

*Ocurență.* Se formează prin cristalizare directă dintr-o soluție salină, sulfatată, bogată în magneziu; se depune în lacuri sărate, în cazuri foarte rare, deoarece stabilitatea acestor compuși este foarte mică, în cazul unor temperaturi relativ scăzute. De obicei, se găsește în zăcămintele salifere vechi, unde s-a putut forma prin deshidratarea sub presiune a sulfaților de magneziu mai bogați în apă, epsomitul și hexahidritul.

În România se găsește în zăcăminte de săruri din zona flișului (Tg. Ocna, Găleanu, Tazlău).

În Austria apare la Hallstadt, în Italia în Sicilia, în U.R.S.S. la Saratov, în India în Punjab, în insulele Hawaii la Kilauca, în S.U.A. în depozite permiene în statele Texas, New Mexico și Utah.



**SZOMOLNOKIT**  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9344 : 1 : 1,0078$ ;  $\beta = 116^\circ 14'$ .

*Habitus:* bipiramidal ( $\bar{1}11$ ), (110), tabular și paralel cu ( $\bar{1}11$ ), stalactite. Forme principale:  $m(110)$ ,  $u(011)$ ,  $v(111)$ ,  $z(221)$ ,  $p(\bar{1}11)$ ,  $d(221)$ ,  $b(010)$ ,  $h(043)$ . *Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H = 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 3,19$ . *Luciu:* sticios. *Culoare:* galben de sulf, brun-roșcat, uneori albastrui sau incolor.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha \wedge c = -26^\circ$ ,  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,591$ ,  $\beta = 1,624$ ,  $\gamma = 1,663$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 80^\circ$ .

*Ocurență.* Asociat piritei, szomolnokitul apare ca mineral secundar la Smolnik în Slovacia și la Valahov în Boemia, apoi la Quetena în Chile, la San Juan în Argentina și la Dividend în Utah (S.U.A.).

**SZMIKIT**  $\text{Mn}(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 

*Sistemul de cristalizare:* probabil monoclinic.

*Habitus:* stalactite, mase pămîntoase.  $H = 1 \frac{1}{2}$ .  $G = 3,15$ . *Culoare:* alb, roz-roșcat, roșu.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,562$ ,  $\beta = 1,595$ ,  $\gamma = 1,632$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma$  aproape  $90^\circ$ .

*Ocurență.* Se găsește în R. S. România în concrețiuni stalactitice roșietice, în filon hidrotermal legat de magmatismul neogen de la Baia Sprie.

**GIPS**  $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,689 : 1 : 0,413$ ;  $\beta = 98^\circ 58'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,52$ ;  $b_0 = 15,18$ ;  $c_0 = 6,29$  Å; conține  $\text{Ca}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* de obicei tabular (010), cu ( $\bar{1}11$ ) și (120), mai rar prismatic sau columnar; alungire [001], mai frecvent (110) și (111). Fețele (010) și (110) sînt striate vertical. Se întîlnesc în cavități sub formă de druze, agregate fin cristaline, compacte, iar pe fisuri mase fibroase cu luciu mătăsos; fibrele dispuse perpendicular pe pereții fisurilor. *Macle:* macle de concreștere de două tipuri: (100) și (101), deosebindu-se greu unele de altele. Amîndouă ne amintesc

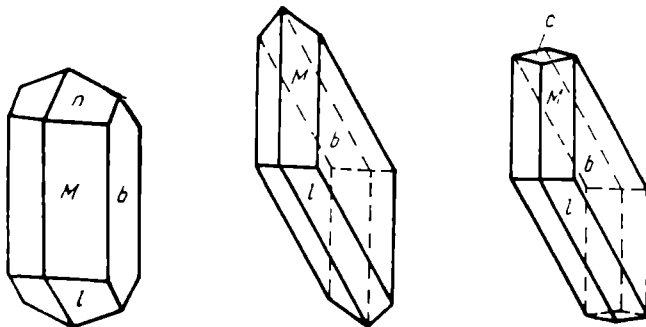


Fig. 111. Cristale de gips:  $n(011)$ ;  $M(120)$ ;  $b(010)$ ;  $l(\bar{1}11)$ ;  $c(001)$ .

prin forma lor de coada de rîndunică. Macele (100) se caracterizează prin dispoziția paralelă a fețelor de prismă (110), față de planul de inlaclare, iar fețele de piramidă formează un unghi, în timp ce la macele (101) fețele de piramidă sînt paralele cu suprafața de asociație a macei. *Clivaj*: (010) perfect, (100) bun, (011) slab, (001) fibros; foițele sînt flexibile dar neelastice.  $H=2$ ; variază ușor cu direcția.  $G=2,317$ . *Luciu*: semistictos, (010) sidefos. *Culoare*: incolor la varietățile transparente, uneori alb, cenușiu, gălbui, brun. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; biax pozitiv,  $2V_{\gamma(Na)}=58^\circ$ .

Tabelul 164

**Indicii de refracție la diferite temperaturi**

$\lambda$	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
	12°	105°	12°	105°	12°	105°
Li (671)	1,5178	1,5154	1,5201	1,5158	1,5270	1,5243
Na (589)	1,5207	1,5184	1,5230	1,5188	1,5299	1,5274
Tl (535)	1,5231	1,5209	1,5255	1,5213	1,5325	1,5300

Tabelul 165

**2E la diferite temperaturi**

$\lambda$	11,5°	48°	73°
Li <sub>671</sub>	99°16'	74°26'	52°14'
Na <sub>589</sub>	100°36'	75°40'	54°18'
Tl <sub>535</sub>	100°34'	75°23'	54°22'

*Chimism*. Sulfat de calciu cristalizat cu două molecule de apă. Sr și Ba substituie puțin Ca. Are structură stratificată, reprezentată prin două rețele plane, alcătuite din grupe de anioni  $(SO_4)^{2-}$  strins legate de ionii de  $Ca^{2+}$ , formînd strate duble orientate paralel cu planul (010); moleculele de  $H_2O$  sînt situate între pachetele de strate, ceea ce explică clivajul perfect alit de caracteristic pentru gips. Fiecare ion de calciu este înconjurat de 6 ioni de oxigen ce aparțin grupelor  $(SO_4)^{2-}$  și de două molecule de  $H_2O$ . Fiecare moleculă de apă leagă cîte un ion de  $Ca^{2+}$  cu un ion de  $O^{2-}$  din același pachet și cu alt ion de  $O^{2-}$  din pachetul vecin.

*Geneză*. Mase importante de gips s-au format prin precipitare în bazine marine și lacustre sărate. În acest caz, gipsul, ca și sarea gemă, se depune numai în primele faze ale procesului de evaporare, adică atunci cînd concentrația în alte săruri dizolvate este mică. În momentul în care NaCl și  $MgCl_2$  ating o concentrație remarcabilă, în locul gipsului va cristaliza anhidritul, iar mai tîrziu sărurile mai solubile. În aceste bazine, gipsul aparține probabil unor sedimente chimice mai vechi; în multe zăcăminte de sare stratele de gips se găsesc în orizonturile inferioare, alternînd cu stratele de sare, iar în unele cazuri stau direct pe calcare de precipitație chimică. Mase de gips iau naștere

prin hidratarea anhidritului în depozitele sedimentare, sub acțiunea apelor de infiltrație, la temperatură mică și la adâncimea de 100—150 m, după reacția:  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Are loc simultan o creștere a volumului pînă la 30%, fapt care conduce la o serie de modificări locale în dispoziția straturilor din complexele gipsifere. În regiunile deșertice și semideșertice se întilnește gipsul sub formă de filoane și noduli în pătura de alterație a celorlalte roci din punctul de vedere al compoziției. Deseori se formează și pe calcare, datorită acțiunii exercitate de ape bogate în acid sulfuric sau sulfatați dizolvați. Se mai întilnește și în zonele de oxidare a zăcămintelor de sulfuri, însă nu în cantități prea mari, deoarece prezența unei cantități mari de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  mărește solubilitatea gipsului. Destul de rar putem întilni gipsul ca mineral primar hidrotermal în zăcămintele de sulfuri, formate la temperaturi și presiuni joase. Pseudomorfoze de calcit, aragonit și malachit după gips sînt întilnite în repetate rînduri.

*Ocurență.* În R. S. România apare ca mineral autigen în depozitele saline, care apar la diverse nivele în formațiunile terțiare din diferitele unități structurale ale țării. Sînt cunoscute depozite gipsifere în eocenul Bazinului Transilvaniei, în aquitanianul din Carpații Orientali, Depresiunea Getică, bazinul Brezoi—Titești (Carpații Meridionali), în helvetianul din Carpații Orientali, Bazinul Transilvaniei, Depresiunea Panonică, în tortonianul din Platforma Moldovenească, Carpații Orientali, Bazinul Transilvaniei și în sarmațianul din M. Apuseni. Ca mineral de gangă, asociat unor zăcămintele pirometasomatice hipotermale, legate de banatite, se întilnește în Banat și în M. Apuseni, iar ca mineral de gangă în unele filoane hidrotermale, legate de magmatismul neogen, în Carpații Orientali.

Se găsește în Italia, în zăcămintele de sulf, în Sicilia, în depozitele Vezuviului, la Volterra, Toscana; în Elveția la Bex Vaud; în Franța, în depozite terțiare, în bazinul Parisului; în Austria la Ischel și Hall; în R. P. Polonă la Wieliczka și Swazowice; în Anglia la Shotover Hill în Derbyshire; în Mexic la Chihuahua; în S.U.A. în statele New York, Michigan, Iowa, Kansas, New Mexico, Colorado, California.

## B. Grupa calcantitului

### CALCANTIT $\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,572 : 1 : 0,555$ ;  $\alpha = 97^\circ 35'$ ;  $\beta = 107^\circ 10'$ ;  $\gamma = 77^\circ 33'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,120$ ;  $b_0 = 10,670$ ;  $c_0 = 5,960 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale scurte prismatice [001], tabular ( $\bar{1}11$ ). Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $\pi(130)$ ,  $\lambda(120)$ ,  $m(110)$ ,  $v(210)$ ,  $f(310)$ ,  $n(2\bar{1}0)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $l(120)$ ,  $N(1\bar{4}0)$ ,  $k(011)$ ,  $q(0\bar{1}1)$ ,  $t(021)$ ,  $g(031)$ ,  $d(201)$ ,  $p(111)$ ,  $w(\bar{1}11)$ . *Macle:* [001] și [100], planul (010) comun. *Clivaj:* ( $1\bar{1}0$ ) imperfect, (110) urme. *Spărtură:* concoidală.  $H = 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 2,286$ . *Luciu sticlos. Culoare:* albastru de Berlin, albastru-deschis, uneori verde. *Urmă:* incoloră.

*Proprietăți optice.* Incolor sau albastru-deschis; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,5140$ ,  $\beta=1,5390$ ,  $\gamma=1,5434$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=56^{\circ}02'$ .

*Ocurență.* Se formează în zonele de oxidare ale mineralizațiilor de cupru, în regiunile cu climă uscată. Se mai găsește și sub formă de stalactite pe pereții galeriilor părăsite, neaerisite, din zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru.

În R. S. România apare ca mineral supergen, format în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifere sau polimetalice din fundamentul cristalin (Fundu Moldovei, Bălan, Muncelu Mic, Altin-Tepe), din provincia banatică (Moldova Nouă, Sasca Montană, Dognecea, Băița-Bihor) și din cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Deva, Stănița).

Se găsește la Rammelsberg în M. Harz, apoi în Boemia (Cehoslovacia), la Zajecar în Serbia (Iugoslavia), la Rio Tinto (Spania) și la Chuquicamata (Chile).

### C. Grupa hexahidritului

#### HEXAHIDRIT $Mg(SO_4) \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,4018 : 1 : 3,3890$ ;  $\beta = 98^{\circ}14'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,06$ ;  $b_0 = 7,16$ ;  $c_0 = 24,39$  Å; conține  $Mg_8(SO_4)_8 \cdot 48 H_2O$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale columnare, fibroase, uneori tabulare (001). Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $\delta(\bar{1}04)$ ,  $\rho(\bar{1}02)$ ,  $o(112)$ ,  $\omega(\bar{1}12)$ ,  $y(\bar{1}14)$ . *Macle:* (001) și (110). *Clivaj:* (100) perfect. *Spărtură:* concoidală.  $G = 1,757$ . *Culoare:* incolor, verzui. *Luciu:* sidfos sau sticios.

*Proprietăți optice.* Incolor;  $\alpha \wedge c = 25^{\circ}$ ;  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,426$ ,  $\beta = 1,453$ ,  $\gamma = 1,456$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha} = 38^{\circ}$ .

*Ocurență.* Asociat epsomitului, hexahidritul se găsește la Bonaparte River în Columbia Britanică (Canada), la Oroville în statul Washington (S.U.A.) și în Moravia (Cehoslovacia).

### D. Grupa melanteritului

#### MELANTERIT $Fe(SO_4) \cdot 7H_2O$

#### PISANIT (Fe, Cu) $(SO_4) \cdot 7H_2O$

#### KIROVIT (Fe, Mg) $(SO_4) \cdot 7H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială* pentru melanterit  $Fe(SO_4) \cdot 7 H_2O$ :  $a : b : c = 1,1828 : 1 : 1,5427$ ;  $\beta = 105^{\circ}15'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 14,11$ ;  $b_0 = 6,51$ ;  $c_0 = 11,02$  Å, pentru melanterit; în general, celula conține  $(Fe, Cu, Mg)_{16}(SO_4)_{16} \cdot 112 H_2O$ .  $Z = 4$ .

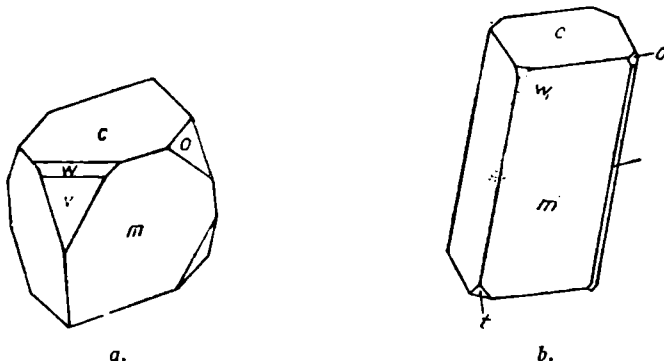


Fig. 112. Cristale de melanterit (a) și pisanit (b): c(001); m(110); w(103); v(101); o(011); b(010); t( $\bar{1}01$ ).

**Habitus:** cristale prismatice scurte, cu fețele (110) și (001) bine dezvoltate tabulare cu fețele (010), (10 $\bar{1}$ ) dezvoltate sau octaedrice cu o dezvoltare egală a fețelor (110), (001) și ( $\bar{1}01$ ). Pisanitul are o dezvoltare pseudoromboedrică sau prisme alungite după [001]. Mai apar: mase stalactitice, forme concreționare, cruste cristaline și mase pulverulente. Forme principale: c(001), a(100), b(010), m(110), o(011), w(103), v(101), s( $\bar{1}05$ ), t( $\bar{1}01$ ), r(111). **Clivaj:** (001) perfect, (110) slab. **Spărtură:** concoidală.  $H=2$ .  $G=1,898$  pentru  $\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ . **Luciu:** sticios. **Culoare:** alb-verzui sau alb-albăstrui, în funcție de substituiriile de Cu și Fe. **Urmă:** incoloră.

**Proprietăți optice.** În secțiuni subțiri incolor sau colorate verde-deschis.

Tabelul 166

**Proprietăți optice**

	Melanterit	Kirovit	Pisanit Fe : Cu = 1,7 : 1
$\alpha$	1,4713	1,467	1,472
$\beta$	1,4782	—	1,479
$\gamma$	1,4856	1,476	1,487
$2V_\gamma$	$85^\circ 27'$	mare	mare
$\gamma \wedge c$	$61^\circ$	$12^\circ$	—

**Chimism.** Melanteritul este un sulfat de fier în care Cu substituie Fe, raportul maxim pentru temperatura normală fiind  $\text{Cu} : \text{Fe} = 1,89 : 1$ . Speciile de melanterit la care proporția  $\text{Fe} : \text{Cu} > 5 : 1$  sau  $(\text{Fe}, \text{Mg}) : \text{Cu} > 5 : 1$  poartă numele de pisanit. Mg substituie fierul, deseori în serii continue, raportul fiind  $\text{Fe} : \text{Mg} = 1 : 1,38$ . În natură  $\text{Mg} : (\text{Fe}, \text{Cu}) > 1 : 5$ . Fe mai poate fi substituit în cantități reduse de Zn, Co, Ni, Mn, iar raportul este:  $\text{Zn} : \text{Fe} = 1 : 2,26$ . În kirovit, proporția  $\text{Cu} : \text{Mg} : \text{Fe} = 1 : 2,9 : 3,8$ . Ca impurități se citează prezența  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; gradul de hidratate depinde de umiditatea mediului exterior.

**Ocurență.** Se formează din soluții sulfatate suprasaturate într-un mediu lipsit de oxigen sub zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri pirotoase.

În România melanteritul apare ca mineral secundar, format în zona de oxidare a unor zăcăminte, conținând minerale primare ferifere, fie cantonate

Analize chimice

	1	2	8	4	5	6	7	8	9	10	11
MgO	—	1,87	—	2,16	—	—	0,20	7,45	4,29	—	—
FeO	25,84	22,27	24,15	20,35	25,23	17,74	21,70	12,75	15,18	16,37	8,51
CuO	—	—	0,14	0,04	2,21	—	—	0,30	4,40	9,17	18,81
ZnO	—	—	—	—	—	8,92	—	0,50	—	—	—
MnO	—	—	—	0,05	—	—	1,90	0,18	urme	—	—
SO <sub>3</sub>	28,80	29,19	28,81	31,15	31,14	28,85	26,30	30,51	29,93	29,00	27,93
H <sub>2</sub> O	45,36	45,79	43,20	43,90	41,42	44,21	42,20	46,68	46,50	45,46	44,75
Rez.	—	—	3,70	1,96	—	—	7,70	1,42	—	—	—
<b>Total</b>	100,00	99,12	100,00	99,61	100,00	99,72	100,00	99,79	100,30	100,00	100,00

1 — Fe(SO<sub>4</sub>) · 7H<sub>2</sub>O. 2 — Melanterit; Falun (Suedia). 3 — Melanterit; România; insol. = 3,05, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,67. 4 — Mg-melanterit; Alsószáj (Ungaria); K<sub>2</sub>O = 0,07, Na<sub>2</sub>O = 0,08, CaO = 0,13, NiO — urme, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,63, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,83. 5 — Cu-melanterit; Zmeinogorsky (Altai, U.R.S.S.). 6 — Zn-melanterit; Laurium (Grecia). 7 — Mr-melanterit; Lucky-Boy (Utah, S.U.A.); CaO = 0,5, insol. = 7,2. 8 — Kirovit; Kirovgrad (Ural). 9 — Cu-kirovit; Cehoslovacia. 10 — Pisanit; Leone Heights (California). 11 — Pisanit; Quetena (Chile).

în șisturi cristaline (Cîrlibaba, Cîmpu lui Neag, Rușchița, Poiana Mărului, Altin-Tepe), fie legate de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Băișoara), fie de cel neogen (Ilba, Baia Sprie, Cavnic, Băiuț, Țibleş, Rodna, Rupea, Covasna, Deva, Săcărimb, Ruda-Barza, Stănija, Zlatna, Roșia Montană, Baia de Arieș).

Melanteritul se întilnește în M. Harz la Rammeisberg, apoi în Bavaria, în Spania la Rio Tinto, în Franța la Saint-Bel, lângă Lyon, în Suedia la Falun, în U.R.S.S. în M. Ural.

Kirovitul apare în U.R.S.S. la Kirovgrad, în R. S. F. Iugoslavia la Idria; în Italia la Gorizia.

Pisanitul este citat în S.U.A. la Alma și Leonta Heights (California), apoi în Turcia, în Austria la Ladwig în Carinthia și în Chile la Calcima.

**MALLARDIT** Mn(SO<sub>4</sub>) · 7H<sub>2</sub>O

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,2245 : 1 : 1,5727; β = 104°51'.

Habitus: cristale tabulare (001), mase fibroase și cruste cristaline. Forme principale: c(001), m(110), q(011), s(103), r(101). Clivaj: (001) bun, probabil și după (110). H ~ 2. G = 1,846. Luceiu: sticlos. Culoare: roz-pal.

Proprietăți optice. Incolor; orientare: β = b; γ ⊥ c = 43°; biax pozitiv.

Ocurență. Apare în S.U.A. la Lucky Boy, Butterfield Canyon, Salt Lake County (Utah) și în Central District, Grant County (New Mexico).

## E. Grupa epsomitului

### EPSOMIT $Mg(SO_4) \cdot 7H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2 2 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9901 : 1 : 0,5709$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,96$ ;  $b_0 = 12,05$ ;  $c_0 = 6,88$  Å; conține  $Mg_3(SO_4)_4 \cdot 28H_2O$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* prismatic [001], frecvent fibros, cruste aciculare, eflorescențe, mase reniforme, stalactite. Forme principale: b(010), a(100), f(120), m(110), g(210), l(130), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211). *Macle:* (110) rare. *Clivaj:* (010) perfect, (101) bun. *Spărtură:* concoidală.  $H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 1,68$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor în cristalele transparente; în agregate este alb, ușor colorat în roz.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție variază în funcție de  $\lambda$ :  $\alpha = 1,433$ ,  $\beta = 1,455$ ,  $\gamma = 1,461$ ; biax negativ,  $2V_\alpha \sim 50^\circ$ .

*Chimism.* Sulfat hidratat de magneziu; în aer uscat pierde în mare parte apa de cristalizare, devenind turbure. Deshidratarea prin încălzire are loc în salturi; la o temperatură de cca.  $100^\circ C$  pierde 5 molecule de apă, la  $132^\circ C$  pierde cea de-a șasea moleculă, iar ultima o pierde la  $218 - 238^\circ C$ . Sub formă de amestecuri izomorfe conține Ni,  $Fe^{2+}$ , proporția de substituție fiind  $Fe^{2+} : Mg \sim 1 : 5$ .  $Mn^{2+}$  substituie Mg, raportul fiind  $Mn^{2+} : Mg \sim 4 : 10$ . Cu, Co, de asemenea substituie Mg, dar în cantități minore.

*Ocurență.* Se formează prin evaporarea soluțiilor naturale de săruri din lacurile sărate sulfuroase, bogate în Mg, depunându-se printre primii sulfatați de magneziu foarte bogați în apă. Pe măsură ce soluția de săruri se evaporă, sulfatul de magneziu cu  $7 H_2O$  devine din ce în ce mai instabil, cedind locul hexahidritului. Se întâlnește sub formă de eflorescențe pe suprafața rocilor, sub formă de cruste sau cristale aciculare pe pereții peșterilor din rocile calcaroase, pe pereții vechilor excavații și ai cavitațiilor situate aproape de suprafață, desigur ca rezultat al cristalizării din apele de infiltrație magneziene și sulfatate.

În România este format supergen în zăcăminte metalifere metamorfice (Cîrlibaba, Fundu Moldovei), hidrotermale, din provincia magmatică neogenă (Ruda—Barza, Tîrgu Ocna, Techirghiol).

Este determinat la Epsom Surrey în Anglia, la Idria în R. S. F. Iugoslavia, la Gorizia în Italia, în Boemia, apoi la Psychagnard în Isère, Franța, în statele Kentucky, Tennessee, Indiana, New Mexico, Nevada, California în S.U.A. și la Aschcroft în Canada.

### GOSLARIT $Zn(SO_4) \cdot 7H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2 2 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9804 : 1 : 0,5631$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,85$ ;  $b_0 = 12,09$ ;  $c_0 = 6,83$  Å; conține  $Zn_4(SO_4)_4 \cdot 28H_2O$ .

*Habitus*: cristale artificiale prismatice [001]; frecvent cruste cristaline, eflorescențe, stalactite și stalagmite, structuri fibroase, mase granulare sau fibroase. Forme principale: a(100), b(010), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211). *Clivaj*: (010) perfect.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=1,978$ . *Luciu*: sticlos, sidefos (în agregate fibroase). *Culoare*: incolor în cristale; în agregate este brun, verde, albastru, în funcție de conținutul în  $Fe^{2+}$ , Mn, Cu etc.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,4568$ ,  $\beta=1,4801$ ,  $\gamma=1,4844$ ;  $2V_{\alpha}=46^{\circ}10'$ .

*Chimism*. Sulfat de zinc hidratat; formează serii continue cu sulfatul de magneziu în proporția Mg:Zn=46:54 și cu sulfatul de cupru în proporția maximă Cu:Zn=1:4,7; mai frecvent raportul Cu:Zn=1:3,5 sau Cu:(Zn, Mg)=1:5,7.  $Fe^{2+}$  substituie Zn, de regulă în proporție Fe:(Zn etc.)=1:3,36 și 1:8,05. De asemenea și Mn este prezent ca element izomorf, raportul fiind Mn:Zn=1:2,9. Se deshidratează în hexahidrat la 33°C, iar la temperatura de 100°C trece în monohidrat.

Tabelul 168

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6
MgO	—	0,81	4,19	1,78	—	—
CuO	—	—	—	0,91	—	6,68
ZnO	28,30	23,12	18,80	19,88	21,70	23,83
FeO	—	1,12	1,88	6,41	—	0,13
NiO	—	0,06	—	—	—	—
MnO	—	1,24	—	—	6,50	—
SO <sub>3</sub>	27,84	27,29	28,32	26,80	} 71,74	27,02
H <sub>2</sub> O	43,86	42,42	46,18	43,70		41,76
Rez.	—	3,65	0,35	—	—	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,71</b>	<b>99,72</b>	<b>99,48</b>	<b>99,94</b>	<b>99,42</b>

1 — Zn(SO<sub>4</sub>)·7H<sub>2</sub>O; 2 — Ushaw Morr (Durham — Anglia); 3 — Mn-goslarit (Rammelsberg, R. F. Germania); 4 — Fe-goslarit; Freiberg (Saxonia — R. D. Germană); 5 — Mn-goslarit; Rammelsberg (R. F. Germania); 6 — Cu-goslarit; Kansas — S.U.A.

*Ocurență*. Mineral format prin alterarea blendei, goslaritul se întâlnește în R. F. Germania la Goslar în M. Harz, în R. D. Germană în Saxonia la Freiberg și Altenberg, în Franța la Saint-Bel în departamentul Rhône, în Suedia la Falun, în Spania în regiunea Andaluzia, în Italia în regiunea Friuli — Venezia Giulia, în Peru la Esperanza și Cerro de Pasco, în Argentina la Alcaparrossa în provincia San Juan și în S.U.A. în statele Montana (la Brette), Utah (la Bingham Canyon), Nevada (la Comstock Sode), Arizona și New Mexico.

**MORENOSIT Ni(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O**

*Sistemul de cristalizare*: rombic, 2 2 2.

*Relația axială*: a : b : c = 0,9817 : 1 : 0,5656.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=11,8$ ;  $b_0=12,0$ ;  $c_0=6,8$  Å. Conține Ni<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>·28H<sub>2</sub>O.



*Habitus*: cruste, eflorescențe, cristale fibroase, stalactite. Forme principale: b(010), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201). *Clivaj*: 010 bun. *Spărtură*: concoidală.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=1,953$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verzui, alb-verzui. *Urmă*: albă, ușor verzuie.

*Proprietăți optice*. Verzuie; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha=1,4693$ ,  $\beta=1,4893$ ,  $\gamma=1,4923$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=41^{\circ}54'$ .

*Chimism*. Sulfat de nichel hidratat; conține Fe și Mg ca elemente izomorfe, uneori și Cu înlocuitor al Ni.

*Ocurență*. Se găsește la Val Malenco în Lombardia, Italia; la Cap Ortegal în Spania; la Minasragra în Peru; la Zermatt în Elveția; la Helsingland în Suedia; în departamentul Haute-Garonne în Franța; la Mouzaia în Algeria; în statele Pennsylvania și California în S.U.A.; la Sudbury, Wallace, Algoma în Canada.

## 6. TIPUL $A_2B(XO_4)_4 \cdot xH_2O$

### A. Grupa halotrichitului

**PICKERINGIT**  $MgAl_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

**HALOTRICHIT**  $Fe^{2+} Al_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2.

*Relația axială*: la pickeringit:  $a : b : c = 0,8655 : 1 : 0,2551$ ;  $\beta = 96^{\circ} 33'$ ; la halotrichit:  $a : b : c = 0,8450 : 1 : 0,2540$ ;  $\beta = 100^{\circ} 36'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*: pentru pickeringit  $a_0=20,80$ ;  $b_0=24,20$ ;  $c_0=6,18$  Å; pentru halotrichit  $a_0=20,51$ ;  $b_0=24,28$ ;  $c_0=6,18$  Å;  $\beta=100^{\circ}6'$ ; celula unitară conține  $(Mg, Fe)_4Al_8(SO_4)_{16} \cdot 88 H_2O$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: acicular [001], agregate radiare, eflorescente. Forme principale: b(010), m(110), y(031), d(101), p(111), q(221), g(131), i(211), j(231), r(311), t(321), v(421). *Clivaj*: (010) slab. *Spărtură*: concoidală.  $H=1\frac{1}{2}$ .  $G$  la pickeringit: 1,73–1,79; la halotrichit: 1,89–1,95. *Luciu*: sticlos. *Culoare*: pickeringit: alb, uneori galben, roșietic; halotrichit: incolor, alb, gălbui sau verzui.

*Proprietăți optice*. Incolor.

Tabelul 169

### Proprietăți optice

	Pickeringit	Mn-pickeringit	Halotrichit
$\alpha$	1,475	1,478	1,480
$\beta=b$	1,480	1,482	1,486
$\gamma$	1,483	1,482	1,490
$\gamma \wedge c$	$36^{\circ}$	$\sim 29^{\circ}$	$38^{\circ}$
$2V_{\alpha}$	$60^{\circ}$	mic	$35^{\circ}$

*Ocurență*. Pickeringitul se găsește în Thuringia în R. D. Germană; la Dienten în Austria; în insula Elba; la Aix-les-Bains, Franța; la Alum Point în Salt Lake County, Utah, S. U. A.; la Cerros Pintados, Quetena și Chuquicamata în Chile.

*Halotrichitul* se întâlnește la Mörsfeld și Reichenbach în Saxonia, R. D. Germană; la Pozzuoli în Italia; la Björkbakkagård în Finlanda; la Falun în Suedia; la Huelgoat și Poullaouen în Franța; la Tierra Amarilla Capiapo, Quetena, Alcaparrosa și Chuquicamata în Chile; în statele New Mexico și California în S.U.A.; în Nova Scotia, Canada.

#### DIETRICHIT $ZnAl_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$

Cristale aciculare, fibroase, eflorescențe.

*Sistemul de cristalizare:* probabil monoclinic.

$H=2$ . *Culoare:* alb, brun-gălbui. *Luciu:* mătășos.

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c \sim 29^\circ$ , indicii de refracție:  $\alpha=1,475$ ,  $\beta=1,480$ ,  $\gamma=1,488$ ; biax pozitiv,  $2V\gamma$  este mare.

*Ocurență.* Se găsește în agregate galben-brune, alb-murdar, fibroase la Baia Sprie, R. S. România.

#### 7. TIPUL $A_2(XO_4)_3 \cdot xH_2O$

##### ALUNOGEN $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8355 : 1 : 0,6752$ ;  $\alpha = 89^\circ 58'$ ,  $\beta = 97^\circ 26'$ ,  $\gamma = 91^\circ 52'$ .

*Habitus:* cristale rare, prismatice cu fețele (001), (010) bine dezvoltate. Mase fibroase, cruste, eflorescente, uneori masiv. Forme principale: b(010), a(100), l(230), o(530), g(410), i(610), p(111), t(131). *Macle:* (010). *Clivaj:* (010) perfect, uneori vizibil (100), (313).  $H=1 \frac{1}{2}-2$ .  $G=1,78$ . *Luciu:* sticlos, uneori siferos. *Culoare:* incolor; agregatele sînt albe, gălbui (varietățile cu impurități).

*Proprietăți optice.* Incolor; orientarea:  $\alpha \sim b$ ,  $\gamma \wedge c = 42^\circ$ ; biax pozitiv; indicii de refracție:  $\alpha=1,474$ ,  $\beta=1,476$ ,  $\gamma=1,483$ .

*Ocurență.* În R. S. România apare ca mineral supergen, ca eflorescențe, pe sisturi cristaline (Gura Riului, Turnu Roșu, Sebeșu de Sus), pe roci sedimentare (Sebeș, Săsciori, Frumosu), în zone cu roci magmatice neogene (Turia, Covasna, Baia de Arieș).

Se găsește în Peru; în Franța la Saint-Bel (departamentul Rhône) și la Ronchamp (departamentul Haute-Saône); în Chile la Cerros Pintados și la Francesco de Vergara, în Antofagasta; în S.U.A., în statele Carolina de Nord, Arizona, New Mexico, California.

### III. SULFAȚI ANHIDRI CU GRUPĂRI HIDROXIL SAU HALOGEN

#### 1. TIPUL $A_m(XO_4)_p Z_q$ , unde $m : p > 2 : 1$

##### BROCHANTIT $Cu_4(SO_4)(OH)_6$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,3283 : 1 : 0,6135$ ;  $\beta = 103^\circ 22'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=13,08$ ;  $b_0=9,85$ ;  $c_0=6,02 \text{ \AA}$ ; conține  $Cu_{16}(SO_4)_4(OH)_{24}$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: cristale prismatice, aciculare [001], alungiri [010], mai rar [100], uneori tabular (001), agregate aciculare, mase granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), l(120), m(110), d(210), p(011), r(031), o(012). *Macle*: (100) comune, simetrie pseudorombică. *Clivaj*: (100) perfect. *Spărtură*: neregulată sau concoidală.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=3,97$ . *Luciu*: sticlos, sidefos (pe suprafața de clivaj). *Culoare*: verde, verde-închis. *Urmă*: verde-pal.

*Proprietăți optice*. Verde-albăstrui; orientarea:  $\alpha \sim a$ ,  $\beta \sim b$ ,  $\gamma \sim c$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{Na}=1,728$ ,  $\beta_{Na}=1,771$ ,  $\gamma_{Na}=1,800$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=77^{\circ}$ .

*Ocurență*. În România apare ca mineral supergen în zona de oxidație a zăcămintelor cuprifere, în special a celor pirometasomatice—hipotermale, legate de banatite (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Ruschița, Băița—Bihor) și mai rar a celor legate de magmatismul neogen (Ilba, Deva).

Se întâlnește în M. Ural și la Nijni Taghil, U.R.S.S.; în Sardinia, Italia; la Rio Tinto, Spania; la Cap Garonne, Franța; la Roughten Gill, comitatul Cumberland, Anglia; la Chuquicamata și în provinciile Atacama și Tarapaca, Chile; în statul New South Wales, la Broken Hill, Australia; în Noua Caledonie; în S.U.A. în Arizona (la Bisbee și Clifton-Morenci), Colorado, Utah și New Mexico.

#### ANTLERIT $Cu_3(SO_4)(OH)_4$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,6867 : 1 : 0,5027$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,24$ ;  $b_0=11,99$ ;  $c_0=6,03$  Å; conține  $Cu_{12}(SO_4)_4(OH)_{16}$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: tabular (010), uneori prismatic [001], agregate aciculare, mase fibroase, granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(130), l(120), m(110), o(011), k(201), r(111), s(122), z(121), h(140), v(123). *Clivaj*: (010) perfect, (100) slab.  $H=3\frac{1}{2}$ .  $G=3,88$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde, verde-negru, uneori verde-deschis. *Urmă*: verde.

*Proprietăți optice*. Verde; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; pleocroie:  $\alpha=$  galben-verzui,  $\beta=$  verde-albăstrui,  $\gamma=$  verde; indicii de refracție:  $\alpha=1,726$ ,  $\beta=1,737$ ,  $\gamma=1,789$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=53^{\circ}$ .

*Ocurență*. Se întâlnește în S.U.A. în Arizona, Nevada și Alaska; în Mexic la Sierra Mojada în statul Coahuila; în U.R.S.S. în Kazahstan.

## 2. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q$

#### LINARIT $PbCu(SO_4)(OH)_2$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,7161 : 1 : 0,8296$ ;  $\beta=104^{\circ}42'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,81$ ;  $b_0=5,65$ ;  $c_0=4,70$  Å; conține  $Pb_2Cu_2(SO_4)_2(OH)_4$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: cristale alungite [010], tabulare ( $\bar{1}01$ ) sau (001), cruste cristaline, agregate prismatice. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), l(210), v(011), g(101), s( $\bar{1}01$ ), e( $\bar{1}11$ ), n( $\bar{2}21$ ), g( $\bar{2}11$ ). *Macle*: (100) comune, rar (001). *Clivaj*: (100) perfect, (001) imperfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=5,35$ .

*Luciu:* sticlos; tinde spre semiadamantin. *Culoare:* albastru-azur. *Urmă:* albastru-deschis.

*Proprietăți optice.* Albastru; pleocroism:  $\alpha$  = albastru-deschis,  $\beta$  = albastru-clar,  $\gamma$  = albastru de Prusia; indicii de refracție pentru  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha$  = 1,809,  $\beta$  = 1,838,  $\gamma$  = 1,859; biax negativ,  $2V_{\alpha}$  = 80°.

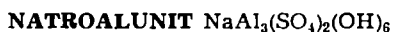
*Ocurență.* În România se găsește ca mineral supergen, în zăcămintele polimetalice, legate de magmatismul mezozoic (Poiana Mărului — Șinca Nouă) și de provincia banatică (Băița—Bihor).

Apare la Linares în provincia Jaén, Spania; la Sölling, Austria; în Transbaicalia, la Berezovsk în M. Ural, în Kazahstan, U.R.S.S.; la Arenas în Sardinia; în Cumberland la Red Gill și Roughten Gill, Anglia; la Tsumeb, Namibia; la Catamarca, Argentina; în Chile; în Peru.

## A. Grupa alunitului

Termenii din grupa alunitului, izostructurali, au formula generală:  $AB(SO_4)_2(OH)_6$ , unde:  $A=Na, K, Pb, Rb, NH_4, Ag$ , uneori  $H_2O$  și  $B=Al$  sau  $Fe$ .

În structura alunitului, atomii A apar în coordonare 12, între 6 oxigeni și șase oxidrili, iar atomii B, în coordonare octaedrică, între 2 oxigeni și 4 oxidrili. În plumbo-jarosit nu toate pozițiile A sînt ocupate prin  $Pb^{2+}$ ; pentru menținerea electronegativității se asistă la substituiri  $(SO_4)^{2+}$  cu  $(AsO_4)^{3+}$  sau  $(PO_4)^{3+}$  în structuri tetraedrice. În poziția A, ca elemente urmă pot apărea uneori Ca și Sr. Mineralele din această grupă se prezintă rar sub formă de cristale și atunci au forme tabulare (0001), pseudocubice, romboedrice (1011) sau (0112). Sînt minerale optic negative, iar termenii cu  $Al^{3+}$  sînt în general pozitivi. Au un clivaj clar (0001) și un chimism variabil.



*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,251$ ;  $\alpha = 59^\circ 14'$ ;  $\lambda = 109^\circ 47'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,96$ ;  $c_0 = 17,35$  Å; conține  $(K, Na)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$  în celula romboedrică.  $Z = 3$ .

*Habitus:* cristale mici, agregate tabulare (0001), cu fețe romboedrice terminale, romboedru pseudocubic, (0112), mase granulare dense, columnare, fibroase. Forme principale: c(0001), m(1010), a(1120), e(1011), s(0112). *Clivaj:* (0001) bun, (0112) urme. *Spărtură:* concoidală.  $H = 3\frac{1}{2}$ , -4.  $G = 2,6 - 2,9$ . *Luciu:* sticlos, siferos (pe suprafețe de clivaj). *Culoare:* alb, cenușiu, gălbui, roșcat, brun-roșcat la varietățile impure. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Incolori; indicii de refracție:  $\omega = 1,572$ ,  $\epsilon = 1,592$ ; uniaxe pozitive.

*Chimism.* Alunitul este un sulfat bazic de aluminiu, potasiu și sodiu; Na substituie K, raportul

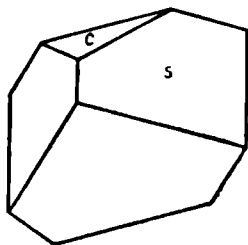


Fig. 113. Cristal de alunit: s(0112); c(0001).

fiind  $\text{Na} : \text{K} = 7 : 4$ ; în natroalunit  $\text{Na} > \text{K}$ , în alunit  $\text{K} > \text{Na}$ .  $\text{Fe}^{3+}$  apare substituind  $\text{Al}^{3+}$ ; în general este complex din punct de vedere chimic.

**Ocurență.** Se prezintă sub formă de impregnații, ca urmare a pătrunderii și acțiunii exercitate de soluțiile hidrotermale sulfuroase de temperatură joasă asupra rocilor eruptive bogate în feldspați bazici pe seama cărora se formează. Acest proces de transformare a rocilor este cunoscut sub numele de „alunitizare”. Se mai pot întâlni în unele filoane hidrotermale.

În R. S. România termenii seriei apar ca minerale supergene, asociate unor mineralizații cobaltifere din șisturi cristaline (Bădeni) și unor roci magmatice neogene (Turia, Hondol, Roșia Montană).

În U.R.S.S. apar sub formă de incluziuni filoniene gălbui sau roșietice, de forme neregulate, în tufurile intens metamorfozate, din regiunea Zaplic (R. S. S. Azerbaidjană), în zăcămintul de la Juravinsk, asociat cu caolin. Se mai găsește la Tofla, Italia; la Muszag, R. P. Ungară; în statele Nevada, Colorado și Arizona, S.U.A.; la Ukusu și Izu, Japonia.

### JAROSIT $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal, 3 m.

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 2,361$ ;  $\alpha = 61^\circ 38'$ ;  $\lambda = 108^\circ 48'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,20$ ;  $c_0 = 17,00$  Å; conține  $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$  în celula romboedrică.  $Z = 3$ .

**Habitus:** termenii cu cationii din poziția A, cu dimensiuni mari pentru razele lor, au aspect pseudocubic (01 $\bar{1}2$ ) sau tabular (0001); apare și în cruste, mase granulare, fibroase, noduli, concreții, uneori mase pulverulente pămîtoase. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $s(10\bar{1}1)$ ,  $r(01\bar{1}2)$ . **Clivaj:** (0001) bun. **Spărtură:** concoidală sau neregulată.  $H = 3$ .  $G = 3,26$ . **Luciu:** semiadamantin, sticlos pe fețe, rășinos în spărtură. **Culoare:** ocru, galben, brun-închis. **Urmă:** galben-pal.

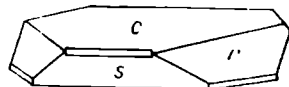


Fig. 114. Cristal de jarosit:  $c(0001)$ ;  $s(10\bar{1}1)$ ;  $r(01\bar{1}2)$ .

**Proprietăți optice.** Roșu-brun; pleocroic:  $\alpha = \text{incolor}$ ,  $\beta = \text{brun-roșcat}$ ,  $\gamma = \text{brun-roșcat}$ ; indicii de refracție:  $\epsilon = 1,820$ ,  $\omega = 1,715$ ; uniax negativ.

**Chimism.** Sulfat bazic de potasiu și fier feric, cu formula:  $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ . Na substituie K, raportul fiind  $\text{Na} : \text{K} = 1 : 2,4$ ;  $\text{Al}^{3+}$  substituie  $\text{Fe}^{3+}$ , în proporții variate, dar de obicei:  $\text{Al} : \text{Fe} = 1 : 1$ .

**Ocurență.** Apare ca mineral secundar, eflorescențe pe roci feruginoase. Este descris în Franța; la Laurium în Grecia; la Carroasco, Chocaya, Huanuni și Cerro Llallagua în Bolivia; la Chuquicamata, Quetena și Alcaparrosa în Chile; în M. Ural, în Kazahstan și M. Altai în U.R.S.S.; în Colorado și Utah (la Tintic). S.U.A.

### NATROJAROSIT $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal, 3 m.

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 2,2702$ ;  $\alpha = 63^\circ 23'$ ;  $\lambda = 108^\circ 42'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,18$ ;  $c_0 = 16,30$  Å; conține  $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ .  $Z = 3$ .

**Habitus:** cruste, mase pămîtoase, pulverulente, cristale pseudocubice (01 $\bar{1}2$ ), turtite (0001), cu conture hexagonale. Forme principale:  $c(0001)$ ,

e(10 $\bar{1}$ 1), s(01 $\bar{1}$ 2). *Clivaj*: (0001) perfect. *Spărtură*: concoidală.  $H=3$ .  $G=3,18-3,29$ . *Culoare*: galben, brun-gălbui, brun. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\epsilon=1,832$ ,  $\omega=1,750$ ; pleocroic:  $\epsilon$ =galben-deschis,  $\omega$ =aproape incolor; uniax negativ.

*Ocurență*. Format prin oxidarea mineralizațiilor piritoase, natrojarositul apare asociat jarositolui la Valachov în Boemia; la Refsnaas în Danemarca; la Modum în Norvegia; la Cap Calamita în insula Elba; în Kazahstan, U.R.S.S.; la Chuquicamata în Chile; la Santa Eulalia, Chihuahua, Mexic; în S.U.A. în Dakota de Sud, la Esmeralda County, Nevada și în Arizona.

#### IV. SULFAȚI HIDRATAȚI CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL SAU HALOGEN

1. TIPUL  $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde  $(m+n):p > 4:1$

##### A. Grupa connellitului

###### SPANGOLIT $Cu_6Al(SO_4)(OH)_{12}Cl \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: trigonal, 3 m.

*Relația axială*:  $a:c=1:1,7414$ ;  $\alpha=75^\circ 17'$ .  $\lambda=101^\circ 41'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,245$ ;  $c_0=14,340$  Å; conține  $Cu_{12}Al_2(SO_4)_2(OH)_{24}(Cl)_2 \cdot 6H_2O$ .

*Habitus*: prismatic [0001], tabular (0001), piramidal, cu striuri orizontale, combinații de forme pozitive cu forme negative; dezvoltarea cristalelor uneori îmbracă aspecte hexagonale. Forme principale: c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0),  $-m(01\bar{1}0)$ , a(11 $\bar{2}$ 0), n(10 $\bar{1}$ 3), o(10 $\bar{1}$ 2), p(10 $\bar{1}$ 1), y(20 $\bar{2}$ 1),  $-n(01\bar{1}3)$ ,  $-o(01\bar{1}2)$ . *Macile*: (0001) rare. *Clivaj*: (0001) perfect, uneori (10 $\bar{1}$ 1). *Spărtură*: concoidală.  $H=2$  pe fața (0001).  $G=3,14$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-închis, verde-clar, verde-albăstrui. *Urmă*: verde-deschis.

*Proprietăți optice*. Verde-deschis; indicii de refracție:  $\epsilon=1,694$ ,  $\omega=1,641$ ; uniax negativ.

*Ocurență*. Se întâlnește în S.U.A. în statele Arizona, Utah (la Tintic) și Nevada.

###### CYANOTRICHIT $Cu_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Habitus*: agregate, cristale aciculare, fibre radiare.  $G=2,95$ . *Luciu*: mătășos. *Culoare*: albastru-azur. *Urmă*: albastru-pal.

*Proprietăți optice*. Slab pleocroic:  $\alpha$ =aproape incolor,  $\beta$ =albastru-pal,  $\gamma$ =albastru; indicii de refracție:  $\alpha=1,591$ ,  $\beta=1,620$ ,  $\gamma=1,654$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma=82^\circ$ .

*Ocurență*. În România apare ca mineral secundar, în agregate radiare, la Moldova Nouă. De asemenea se găsește la Laurium (Grecia), la Garonne (Franța), la Traversella (Italia), la Nijni Taghil, Lacul Baikal, Kazahstan (U.R.S.S.), în statele Arizona, Utah, Nevada (S.U.A.).

###### CALCOALUNIT $CuAl_3(SO_4)(OH)_{12} \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: probabil triclinic.

*Mase*: fibroase, cruste, cu luciu sticlos.

*Clivaj*: aproape perfect.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=2,29$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: verde-turcoaz, albastru-cenușiu. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; indicii de refracție:  $\alpha=1,523$ ,  $\beta=1,525$ ,  $\gamma=1,532$ ; biax pozitiv.

*Ocurență*. Apare la Copper Queen și Bisbée (Arizona).

#### URANOPILIT $(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare*: probabil monoclinic.

*Mase*: reniforme, globulare; microscopic se observă cristale alungite [001] sau plate după (010). *Culoare*: galben, galben de lămâie, galben-auriu. *Luciu*: sidefos. *Clivaj*: (010) perfect.  $G=3,7-4,0$ .

*Proprietăți optice*. Incolor, galben-deschis; orientarea:  $\alpha \sim b$ ,  $\beta \wedge c = +18^\circ$ ; indicii de refracție în  $\lambda_{\text{Na}}$ :  $\alpha=1,623$ ,  $\beta=1,625$ ,  $\gamma=1,633$ ; biax pozitiv.

*Ocurență*. Apare la Přebram, R. S. Cehoslovacă; în comitatul Cornwall, Anglia; la Shinkolobwe, Zair.

#### METAURANOPILIT $(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

*Culoare*: galben, cenușiu, brun sau verde.

*Proprietăți optice*. Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,720$ ;  $\beta=1,760$ ;  $\gamma=1,766$ ; biax negativ.

*Ocurență*. Apare la Ioachimov, Boemia, R. S. Cehoslovacă.

## 2. TIPUL $\text{A}_4(\text{XO}_4)\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$

#### KLEBELSBERGIT Sulfat bazic de Sb

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Habitus*: cristale fine, aciculare, alungite [001] sau plate (010). Forme principale: e(001), b(010), m(110),  $\beta=91^\circ 48'$ . *Culoare*: galben-închis de sulf.

*Proprietăți optice*. Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta \wedge c = 1^\circ 48'$ , indicele de refracție  $n > 1,74$ ; biax negativ.

*Ocurență*. Apare în România ca mineral supergen, format pe antimonit, în zona de oxidare a filoanelor hidrotermale, legate de magmatismul neogen la Baia Sprie.

#### LANGIT $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O} ?$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,5347 : 1 : 0,6346$ .

*Habitus*: cristale mici, alungite [100], cruste fibroase, lamelare, mase pămîntoase. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), f(021). *Macle*: (110) comune; uneori se repetă formînd agregate foioase (001), asemănătoare cu aragonitul. *Clivaj*: (001) și (010).  $H=1\frac{1}{2}-3$ .  $G=3,48-3,50$ . *Luciu*:

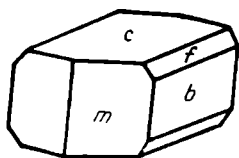


Fig. 115. Cristal de langit: c(001); b(010) l(021); m(110).

sticlos pe cristale, mătășos pe cristale fibroase. *Culoare*: albastru-deschis, albastru-verzui.

*Proprietăți optice*. Pleocroic:  $\alpha$  = verde-gălbui,  $\beta$  = verde-albastru,  $\gamma$  = albastru-clar; indicii de refracție:  $\alpha = 1,654$ ,  $\beta = 1,713$ ,  $\gamma = 1,722$ ; biax negativ,  $2E \approx 66^\circ - 104^\circ$ .

*Ocurență*. A fost determinat la St. Blazey și la St. Just, Cornwall, Anglia; la Eschach, Styria, Austria; la Viel-Salm, Belgia.

### FELSŐBÁNYAIT $Al_4(SO_4)_3(OH)_{10} \cdot 5H_2O$ ?

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Habitus*: agregate lamelare, cristale tabulare (001), alungite (100). *Clivaj*: (001) perfect, (010) și (100) uneori.  $H = 1\frac{1}{2}$ .  $G = 2,33$ . *Culoare*: alb sau galben. *Luciu*: sidefos pe suprafețele de clivaj.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,516$ ,  $\beta = 1,518$ ,  $\gamma = 1,533$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 48^\circ$ ,  $2E = 77^\circ$ .

*Ocurență*. Apare în România, în agregate radiare, sferoidale, de indivizi lamelari, la Baia Sprie, și ca mineral supergen, în filoane hidrotermale neogene.

### 3. TIPUL $(AB)_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

#### KAINIT $KMg(SO_4)Cl \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,219 : 1 : 0,586$ ;  $\beta = 94^\circ 54' \frac{1}{2}$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 19,76$ ;  $b_0 = 16,26$ ;  $c_0 = 9,57$  Å; conține  $K_{16}Mg_{16}(SO_4)_{16}Cl_{16} \cdot 48 H_2O$ .  $Z = 16$ .

*Habitus*: masiv, granular, uneori tabular (100). *Clivaj*: (001) perfect. *Spărtură*: neregulată.  $H = 3$ .  $G = 2,15$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: în forme masive, cenușiu, albăstrui, violet, galben, roșcat, în funcție de natura impurităților.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 13^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,495$ ,  $\beta = 1,506$ ,  $\gamma = 1,520$ ; biax negativ,  $2V_\alpha \approx 90^\circ$ .

*Ocurență*. În România se găsește în zăcămintele de săruri delicvescente, din zona flișului (Tg. Ocna, Găleanu, Tazlău), unde apare asociat cu sare gemă, silvină, kieserit, picromerit, uneori cu caracter primar.

Este răspândit cu alte săruri de potasiu în unele zăcămintele salifere cum sînt cele din R. D. Germană de la Stassfurt, în asociații cu schönitul, carnalitul, kieseritul; din U.R.S.S. de la Kalus, Osinki, Saratov; din S.U.A. de la Eddy County — New Mexico.

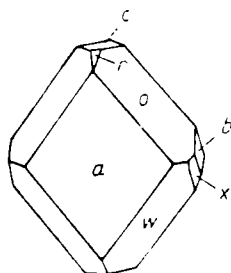


Fig. 116. Cristal de kainit: c(001); a(100); b(010); x(461); w(421); o(421); r(201).



#### 4. TIPUL $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

##### NATROCALCIT $NaCu_2(SO_4)_2(OH) \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,4239 : 1 : 1,2140$ ;  $\beta = 118^\circ 42' \frac{1}{2}$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,74$ ;  $b_0 = 6,15$ ;  $c_0 = 6,53$  Å; conține  $Na_2Cu_3(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 2H_2O$ .

*Habitus:* piramidal (111), (110), frecvent se dezvoltă o formă în detrimentul celeilalte. *Forme principale:*  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $v(112)$ ,  $p(111)$ ,  $u(221)$ ,  $w(331)$ ,  $q(\bar{1}11)$ ,  $x(221)$ ,  $k(201)$ ,  $z(\bar{7}12)$ . *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 4\frac{1}{2}$ .  $G = 3,49$ . *Culoare:* verde. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* alb-verzuie.

*Proprietăți optice.* Verde-deschis; orientarea:  $\alpha \wedge c = -12^\circ$ ,  $\beta = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,649$ ,  $\beta = 1,655$ ,  $\gamma = 1,714$ ; biax pozitiv,  $2V\gamma = 36^\circ 48'$  (Na).

*Ocurență.* Apare la Chuquicamata (Chile), asociat cu kroehnkit, antlerit, blödit, atacamit, calcantit.

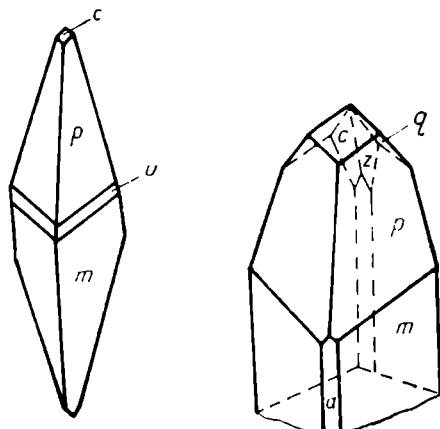


Fig. 117. Cristale de natrocalcit:  $c(001)$ ;  $p(111)$ ,  $m(110)$ ;  $z(\bar{7}12)$ ;  $q(\bar{1}11)$ ;  $a(100)$ .

#### 5. TIPUL $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

##### BUTLERIT $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic? pseudosimetrie rombică.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8752 : 1 : 0,7897$ ;  $\beta = 108^\circ 35'$ .

*Habitus:* tabular (001) sau (100), tendințe de alungire [010], uneori octaedrice. *Macle:* ( $\bar{1}05$ ) comune. *Clivaj:* (100) perfect.  $H = 2\frac{1}{2}$ .  $G = 2,55$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* oranj. *Urmă:* galben-pal.

*Proprietăți optice.* Galben-oranj; orientarea:  $\alpha \wedge c = -18^\circ$ ,  $\gamma = b$ ; pleocroic  $\alpha =$  incolor,  $\beta =$  galben,  $\gamma =$  galben-închis; indicii de refracție:  $\alpha = 1,593$ ,  $\beta = 1,665$ ,  $\gamma = 1,741$ ; biax,  $2V$  mare.

*Ocurență.* Apare la Jerome (Arizona, S.U.A.), apoi la Alcaparrosa și Chuquicamata (Chile).

##### PARABUTLERIT $Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,7310 : 1 : 0,7218$ .

*Habitus:* prismatic [001]. *Forme principale:*  $l(140)$ ,  $m(110)$ ,  $n(540)$ ,  $s(012)$ ,

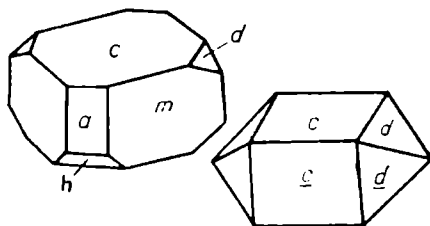


Fig. 118. Cristale de butlerit:  $c(001)$ ;  $m(110)$ ;  $d(011)$ .

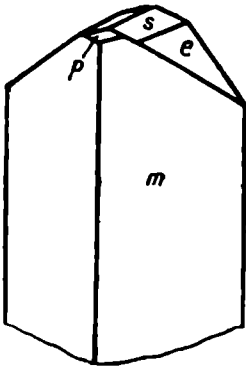


Fig. 119. Cristal de parabutlerit: m(110); s(012); p(111); e(011);

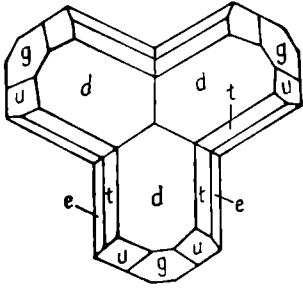


Fig. 120. Cristal de fibroferit: d(101); g(401); t(131); e(161); u(532).

*Ocurență.* Apare ca mineral secundar în Argentina la Alcaparrossa, apoi în Cehoslovacia în Boemia la Valachov, în Cipru, în U.R.S.S. în M. Ural și în Italia la Cetine.

f(034), e(011), g(032), d(101), p(111), r(212), o(021), t(205), z(232). *Clivaj:* (110) bun. *Spărtură:* concoidală.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=2,55$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* oranj, brun-oranj.

*Proprietăți optice.* Pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =galben,  $\gamma$ =galben-închis; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,589$ ,  $\beta=1,660$ ,  $\gamma=1,750$ ; biax pozitiv.

*Ocurență.* Se găsește în Chile la Alcaparrossa în provincia Antofagasta și în Argentina la Alcaparrossa în provincia San Juan.

### FIBROFERIT $Fe(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O$ ?

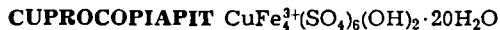
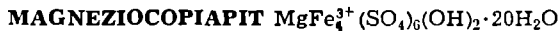
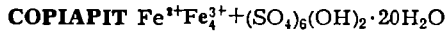
*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5604 : 1 : 0,2162$ .

*Habitus:* cristale fibroase fine, mase fibrora-diare, alungirea fibrelor [001]. Forme principale: b(010), a(100), m(110), d(101), g(401), t(131), e(161), u(532). *Macle:* (110) repetate, triplu alungite (001). *Clivaj:* (001) perfect.  $H=2$ .  $G=1,84-2,10$ . *Luciu:* pe agregate sidefos, mătă-sos. *Culoare:* galben-deschis, galben, uneori aproape alb, altelei verde-cenușiu, verde-deschis, și verde-galben.

*Proprietăți optice.* Colorat în galben; pleocroic:  $\alpha$ =incolor,  $\beta$ =incolor,  $\gamma$ =galben-deschis; indicii de refracție:  $\alpha=1,513-1,533$ ,  $\beta=1,518-1,534$ ,  $\gamma=1,561-1,575$ ; biax pozitiv.

### A. Grupa copiapitului



*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,4005 : 1 : 0,3971$ ;  $\alpha = 93^\circ 58' \frac{1}{2}$ ;  $\beta = 102^\circ 08'$ ;  $\gamma = 98^\circ 50'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,33$ ;  $b_0=18,15$ ;  $c_0=7,27$  Å; conține  $(Fe, Mg, Cu)(Fe^{3+}, Al)_4(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20 H_2O$  (formula ideală).

*Habitus*: cristale tabulare (010), agregate granulare, încrustații. Forme principale: c(001), b(010), a(100), d(011), e(0 $\bar{1}$ 1), f(101), g( $\bar{1}$ 01), s( $\bar{1}$ 11), r( $\bar{1}$  $\bar{1}$ 1), m(110). *Macles*: ax [101], cu plan de maclă (010). *Clivaj*: (010) perfect, ( $\bar{1}$ 01) imperfect.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=2,08-2,17$ . *Luciu*: (010) sidefos. *Culoare*: galben de sulf, oranj, galben-auriu, în mase masive galben-verzui, verde-oliv.

*Proprietăți optice*. Pleocroic:  $\alpha$ =galben-verzui sau galben,  $\beta$ =galben sau incolor,  $\gamma$ =galben de sulf, verde-gălbui.

Tabelul 170

**Proprietăți optice**

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$2V_{\gamma}$
Copiapit	1,509	1,532	1,577	73°
Cu-copiapit	1,558	1,575	1,620	63°
Mg-copiapit	1,510	1,535	1,575	mediu

*Chimism*. Sulfat bazic hidratat de fier trivalent, fier bivalent, magneziu, cupru și uneori zinc. Poziția  $Fe^{2+}$  este substituită prin Mg, Cu, Zn, iar a  $Fe^{3+}$  prin Al. Denumirea de copiapit și magnezicopiapit este legată de raportul:  $Fe^{2+} > (Mg, Cu)$ ;  $Mg > (Fe, Cu)$  și  $Cu > (Fe, Mg)$ , zincocopiapitul avind  $Zn > (Fe, Mg, Cu)$ .

Tabelul 171

**Analize chimice**

	1	2		3	4	5
FeO	5,75	4,01	MgO	urme	3,75	0,85
CuO	—	1,00	FeO	0,94	0,27	0,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,55	23,21	CuO	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3,62	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,91	24,46	26,19
SO <sub>3</sub>	38,43	38,44	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,15	—	—
H <sub>2</sub> O	30,27	27,76	SO <sub>3</sub>	38,87	38,48	38,22
Rez.	—	0,68	H <sub>2</sub> O	33,33	32,29	31,33
			Rez.	0,61	0,83	2,87
Total	100,00	98,72	Total	99,81	100,18	99,91
<p>1 — <math>Fe^{2+}Fe_3^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20 H_2O</math>. 2 — Cu-copiapit; California; (Na, K)<sub>2</sub>O=0,16, insol.=0,53. 3 — Al-copiapit; Vigneria (Elba, Italia). 4 — Mg-copiapit; Falun (Suedia); MnO=0,16, ZnO=0,58, insol.=0,09. 5 — Zn-copiapit; Rammelsberg (M. Harz); ZnO=2,47, insol.=0,40.</p>						

*Ocurență*. Copiapitul apare ca mineral secundar, asociat melanteritului, alunogenului, fibroferritului, halotrichitului, formându-se prin oxidarea piritei. Este întâlnit la Rammelsberg (M. Harz); la Falun (Suedia); la Vigneria (Elba); apoi la Tierra Amarilla Copiapo, Alcaparrosa, Quetena, Chuquicamata (Chile); în California, Nevada și Arizona.

## V. DIFERIȚI SULFAȚI

### 1. TIPUL AMESTEC

#### HANKSIT $\text{Na}_{22}\text{K}(\text{SO}_4)_9(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $6/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 2,025$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,48$ ;  $c_0 = 21,22$  Å; conține  $\text{Na}_{22}\text{K}(\text{SO}_4)_9(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$ .

*Habitus:* prisme hexagonale bipiramidale, alungire  $[0001]$ , tabulare  $(0001)$ .  
Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $p(20\bar{2}5)$ ,  $o(10\bar{1}2)$ ,  $s(10\bar{1}1)$ . *Clivaj:*  $(0001)$

bun. *Spărtură:* neregulată.  $H = 3$ .

$G = 2,55 - 2,60$ . *Culoare:* gălbui, cenușiu, datorită impurităților, incluziuni de minerale argiloase. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție:  $\epsilon = 1,481$ ,  $\omega = 1,467$ ; uniax negativ.

*Ocurență.* Se găsește la Searles Lake, San Bernardino County, California.

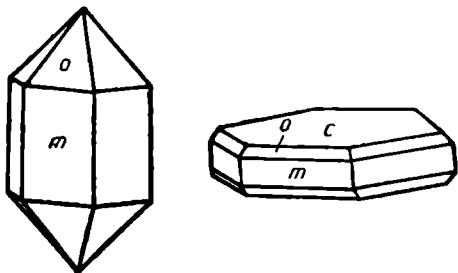


Fig. 121. Cristale de hanksit:  $c(0001)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $o(10\bar{1}2)$ .

#### CALEDONIT $\text{Cu}_2\text{Pb}_3(\text{SO}_4)_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_6$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m 2/m 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,3555 : 1 : 0,3263$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,15$ ;  $b_0 = 20,10$ ;  $c_0 = 6,56$  Å; conține  $\text{Cu}_4\text{Pb}_{10}(\text{SO}_4)_6(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_{12}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale alungite  $[001]$ , grupări de cristale. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $f(140)$ ,  $e(120)$ ,  $m(110)$ ,  $x(011)$ ,  $d(021)$ ,  $t(111)$ ,  $r(121)$ ,  $s(131)$ . *Clivaj:*  $(010)$  perfect,  $(100)$  și  $(101)$  slab. *Spărtură:* neregulată.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 5,76$ .  
*Luciu:* rășinos. *Culoare:* verde-albăstrui.

*Proprietăți optice.* Verde-albăstrui; orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,818$ ,  $\beta = 1,866$ ,  $\gamma = 1,909$ ; biax negativ,  $2V_\alpha \sim 85^\circ$ .

*Ocurență.* Se găsește în zonele de oxidație ale zăcămintelor cuprifere. În România apare în zăcămintul cuprifera, legat de banatite, la Băița-Bihor, sub formă de mase granulare, asociat linaritului, galenei, malachitului, ceruzitului, calcozinei, limonitului.

De asemenea se întâlnește la Berezovsk, U.R.S.S.; la mina Nuissière, Franța; la Lead Hills (comitatul Lanark) și la Wanlockhead (comitatul Dumfries) în Scoția; la Red Gill (Cumberland), Anglia; la Siera Gorda, Atacama, Chile; la Tsumeb, Namibia; în S.U.A. în Arizona, New Mexico și California.

# CROMAȚI

## CARACTERE GENERALE

Mineralele acestei clase sînt rar întîlnite în natură. Anionul complex  $(\text{CrO}_4)^{2-}$  poate forma rețele cristaline cu cationi cu dimensiuni mari ale razelor lor. Cel mai frecvent cation este  $\text{Pb}^{2+}$  uneori  $\text{K}^+$ . Cromatîi se formează numai în medii foarte bogate în oxigen. De regulă ei se întîlnesc în asociație cu sulfații, dar nu formează cu aceștia serii izomorfe sau săruri duble. Sînt minerale insolubile și se formează prin procese exogene. Solubilitate mai ridicată o prezintă cromatîi alcalini și cromoiodații, întîlniți îndeosebi în regiuni aride.

### Clasificarea cromatîilor

Tabelul 172

<b>I. CROMAȚI ANHIDRI NORMALI</b>
1. Tipul $\text{A}_2(\text{XO}_4)$ Tarapacait $\text{K}_2(\text{CrO}_4)$
2. Tipul $\text{A}_2(\text{X}_2\text{O}_7)$ Lopezit $\text{K}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)$
3. Tipul $\text{A}(\text{XO}_4)$ Crocoit $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$ Phönicocroit $\text{Pb}_3(\text{CrO}_4)_2\text{O}?$
<b>II. DIFERIȚI COMPUȘI CROMATICI</b>
1. Tipul amestec Vauquelinit $\text{Pb}_5(\text{CrO}_4)_2(\text{PO}_4)_2?$ Berezovit $\text{Pb}_6(\text{CrO}_4)_3(\text{CO}_3)\text{O}_2$

## I. CROMAȚI ANHIDRI NORMALI

### 1. TIPUL $\text{A}_2(\text{XO}_4)$

#### TARAPACAIT $\text{K}_2(\text{CrO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5694 : 1 : 0,7298$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,92$ ;  $b_0 = 10,40$ ;  $c_0 = 7,61$  Å; conține  $\text{K}_8(\text{CrO}_4)_4$ . Izostructural cu mascagnitul.

*Habitus*: cristale tabulare (001). Forme principale: c(001), b(010), m(110), q(011), Q(021), o(111). *Macle*: (110) similar aragonitului, pseudohexagonal. *Clivaj*: (001), (010) bun.  $G=2,74$ . *Culoare*: galben.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,687$ ,  $\beta=1,722$ ,  $\gamma=1,731$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}=52^{\circ}$ .

*Ocurență*. Apare asociat lopezitului și dietzeitului în Chile la Tocapilla (provincia Atacama) și la Tarapaia (provincia Antofagasta).

## 2. TIPUL $A_2(X_2O_7)$

### LOPEZIT $K_2(Cr_2O_7)$

*Sistemul de cristalizare*: pe cristale artificiale triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,558 : 1 : 0,551$ ;  $\alpha = 82^{\circ}00'$ ;  $\beta = 90^{\circ}51'$ ;  $\gamma = 83^{\circ}47'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=7,50$ ;  $b_0=13,40$ ;  $c_0=7,38$  Å; conține  $K_8Cr_8O_{28}$ .

*Habitus*: agregate cristaline, ușor prismatice [001]. *Clivaj*: pe cristalele artificiale (010) perfect, (100), (001) bun.  $H=2^{1/2}$ .  $G=2,69$ . *Culoare*: roșu-oranj, roșu.

*Proprietăți optice*. Indicii de refracție pe pulbere:  $\alpha=1,714$ ,  $\beta=1,732$ ,  $\gamma=1,805$ , iar pe cristale artificiale în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha=1,7202$ ,  $\beta=1,7380$ ,  $\gamma=1,8197$ ; pe pulbere  $2V_{\gamma}=50^{\circ}$ , iar pe cristale  $2V_{\gamma}=51^{\circ}33'$ .

*Ocurență*. Apare în parageneză cu tarapacaitul, dietzeitul, ulexitul, în cavitățile maselor de azotați, în Chile la Oficina Maria Elena, lângă Tocapilla, și la Oficina Rosario (provincia Iquique).

## 3. TIPUL $A(XO_4)$

### CROCOIT $Pb(CrO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,9602 : 1 : 0,9190$ ;  $\beta = 102^{\circ}33'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=7,11$ ;  $b_0=7,41$ ;  $c_0=6,81$  Å; conține  $Pb_4(CrO_4)_4$ .  $Z=4$ .

*Habitus*: frecvent prismatic [001], alungiri paralele cu  $[\bar{1}01]$ , cu fețe (111),  $(\bar{1}\bar{1}1)$ , și romboedrice (110). Pe (110) deseori striuri [001]. Mase columnare, granulare, masive. Forme principale: c(001), b(010), a(100), f(120), m(110), d(210), w(012), z(011), y(021), h(101), k( $\bar{1}01$ ), t(111), u(211), v( $\bar{1}\bar{1}1$ ),  $\alpha(310)$ . *Clivaj*: (110) bun, (001), (100) slab. *Spărtură*: neregulată sau concoidală.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G=5,99$ . *Luciu*: adamantin sau sticlos. *Culoare*: roșu, roșu-oranj, galben-verzui. *Urmă*: galbenă, oranj.

*Proprietăți optice*. Roșu-oranj; pleocroic:  $\alpha$ =roșu-oranj,  $\beta$ =roșu-oranj,  $\gamma$ =roșu-albăstrui; orientarea:  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c = +5^{1/2}$ ; indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha=2,29$ ,  $\beta=2,36$ ,  $\gamma=2,66$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=57^{\circ}$  (Li);  $54^{\circ}03'$  (Na).

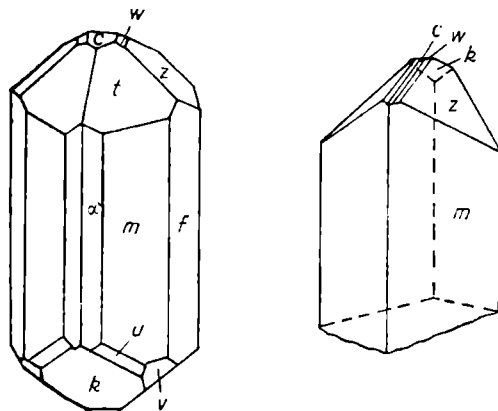


Fig. 122. Cristale de crocoit: c(001); m(110); v(111); w(012); z(011); t(111);  $\alpha$ (310); f(120); u(211); k(101).

**Ocurență.** Se formează în zona de oxidare a zăcămintelor de mineruri de plumb, în vecinătatea rocilor eruptive, ultrabazice, care prin alterare pot da, deși în cantitate mică, acid cromic format pe seama silicaților cu crom și a spinelilor cromiferi.

În R. S. România este întâlnit ca mineral supergen în zona de oxidare a zăcămintelor plumbifere legate de magmatismul mezozoic (la Poiana Mărului) sau banatitic (la Moldova Nouă, Rusca Montană, Băița—Bihor).

În U.R.S.S. se găsește la Sverdlovsk (Ural) și la Nijni Taghil; în Brazilia la Goyabeira, Congonhas de Campo, Minas Geraes; în Tasmania în Insulele Filipine; în S.U.A. în California și Arizona.

### PHÖNICOCROIT $Pb_3(CrO_4)_2 O ?$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Cristale tabulare, imperfecte, forme masive.*

*Clivaj:* după o singură direcție perfect.  $H=3-3\frac{1}{2}$ .  $H=5,75$ . *Culoare:* roșu, galben de lămie. *Urmă:* roșu-închis. *Luciu:* rășinos sau adamantin.

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha=2,34$ ,  $\beta=2,38$ ,  $\gamma=2,65$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma$  este mediu.

*Ocurență.* Apare la Berezovsk, M. Ural (U.R.S.S.), asociat crocoitului, vauquelinitului, piromorfitului, în filoane cu galenă și cuarț.

## II. DIFERIȚI COMPUȘI CROMATICI

### 1. TIPUL AMESTEC

#### VAUQUELINIT $Pb_5(PO_4)_2(CrO_4)_2?$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,745 : 1 : 1,419$ ;  $\beta = 110^\circ 10'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,68$ ;  $b_0 = 5,83$ ;  $c_0 = 9,53 \text{ \AA}$ .

*Habitus*: cristale foarte mici, neregulate, agregate cristaline, forme fibroase, butoiașe. Forme principale: c(001), a(100), m(110), h( $\bar{1}$ 01), s(410), l(120). *Macle*: (102). *Spărtură*: neregulată.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G=6,02$ . *Luciu*: adamantin sau rășinos. *Culoare*: verde sau brun, uneori verde-oliv, brun-ocru, brun aproape negru. *Urmă*: verde sau brună.

*Proprietăți optice*. Pleocroic:  $\alpha$ =verde-deschis,  $\alpha=\gamma$ =brun-deschis; indicii de refracție:  $\alpha=2,11$ ,  $\beta=2,22$ ,  $\gamma=2,22$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha}$  este aproape zero.

*Ocurență*. Se găsește la Berezovsk, M. Ural (U.R.S.S.) asociat cu crocoit, minutesit, piromorfit; în Franța la Pontigibaud, Puy de Dôme; în Brazilia la Congonhas da Campo, Minas Geraes; în Tasmania; în S.U.A. în Lancaster County (Pennsylvania) și în Mancopa County (Arizona).



# MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI

## CARACTERE GENERALE

Molibdenul și wolframul, ocupă în sistemul periodic, perioada a cincea și a șasea. Datorită fenomenului de contracție a lantanidelor, Mo și W se caracterizează, ca și perechile Hf și Zr, Nb și Ta, prin raze ionice aproape identice și deci volume atomice și ionice egale. Datorită acestor lucruri ne-am aștepta ca la formarea mineralelor Mo și W să conducă la numeroase amestecuri izomorfe. Totuși în condiții naturale aceste elemente se întâlnesc foarte rar sub formă de amestecuri izomorfe. Proprietățile lor geochimice sînt complet diferite în procesele de formare a mineralelor. Molibdenul în condiții naturale prezintă

Tabelul 173

### Clasificarea molibdaților și wolframaților

<b>I. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI ANHIDRI</b>
<b>1. Tipul A(XO<sub>4</sub>)</b> <i>Grupa wolframitului</i> Hübnerit Mn(WO <sub>4</sub> ) Wolframit (Fe, Mn)(WO <sub>4</sub> ) Ferberit Fe(WO <sub>4</sub> ) Sanmartinit (Zn, Fe)(WO <sub>4</sub> ) <i>Grupa scheelitului</i> Scheelit Ca(WO <sub>4</sub> ) Powellit Ca(MoO <sub>4</sub> ) <i>Grupa wulfentitului</i> Wulfentit Pb(MoO <sub>4</sub> ) Stolzit Pb(WO <sub>4</sub> ) Raspit Pb(WO <sub>4</sub> )
<b>II. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI BAZICI ȘI HIDRATAȚI</b>
<b>1. Tipul amestec</b> Cuprotungstit Cu <sub>2</sub> (WO <sub>4</sub> )(OH) <sub>2</sub> Koechlinit (BiO) <sub>2</sub> (MoO <sub>4</sub> ) Ferritungstit Fe <sub>2</sub> (WO <sub>4</sub> )(OH) <sub>4</sub> · 4 H <sub>2</sub> O? Lindgrenit Cu <sub>2</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> Ferimolibdit Fe <sub>2</sub> (MoO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8 H <sub>2</sub> O? Thorotungstit wolfram de Th, Al Antholinit Al(WO <sub>4</sub> )(OH) · H <sub>2</sub> O

o afinitate puternică față de sulf; de aici reprezentarea lui în scoarța terestră îndeosebi sub formă de sulfură —  $\text{MoS}_2$ ; compușii săi oxigenați sînt puțin răspîndiți în natură, întîlnindu-se mai ales în zona de oxidare a zăcămintelor de minereuri sulfuroase. Wolframul în timpul proceselor de formare se combină aproape exclusiv cu oxigenul conducînd la compuși oxigenați sub formă de săruri ale acidului wolframic. Sulfura de wolfram se întîlnește foarte rar, încît pînă în prezent nu a fost întîlnită în suficientă cantitate pentru a putea fi studiată în detaliu. Wolframul de asemenea este întîlnit în general în minerale cristalizate la temperaturi ridicate.

## I. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI ANHIDRI

### 1. TIPUL $A(\text{XO}_4)$

#### A. Grupa wolframitului

**HÜBNERIT**  $\text{Mn}(\text{WO}_4)$

**WOLFRAMIT**  $(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{WO}_4)$

**FERBERIT**  $\text{Fe}(\text{WO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8255 : 1 : 0,8664$ ;  $\beta = 90^\circ 28'$ .

*Celula elementară conține*  $(\text{Mn}, \text{Fe})_2 (\text{WO}_4)_2 \cdot Z = 2$ .

Tabelul 174

Dimensiunea celulei elementare (in Å)

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	$\beta$
$\text{Mn}(\text{WO}_4)$ artificial	4,84	5,76	4,97	$90^\circ 53'$
Hübnerit	4,82	5,76	4,97	$90^\circ 53'$
Wolframit	4,78	5,73	4,98	$90^\circ 26'$
Ferberit	4,71	5,69	4,95	$90^\circ 00'$
$\text{Fe}(\text{WO}_4)$ artificial	4,70	5,69	4,93	$90^\circ 00'$

*Habitus:* formele comune sînt prisme, alungite  $[001]$  sau scurte; frecvente sînt și cristale tabulare  $(100)$ . Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $r(120)$ ,  $m(110)$ ,  $l(210)$ ,  $h(310)$ ,  $f(011)$ ,  $t(102)$ ,  $y(\bar{1}02)$ ,  $w(111)$ ,  $e(\bar{1}12)$ ,  $o(\bar{1}11)$ ,  $\sigma(121)$ ,  $s(\bar{1}21)$ .

Wolframitul apare deseori și sub formă de cristale prismatice dispuse subparalel, uneori lamelare sau mase granulare, rar cristale aciculare. Ferberitul prezintă alungiri după  $[010]$  sau  $[001]$  uneori tabulare  $(100)$ . *Macle:*  $(100)$  plan de maclă, de contact, rar  $(001)$  de întrepătrundere, uneori lamelare  $(023)$  plan de maclă îndeosebi pentru wolframit și ferberit, macle simple de contact. *Clivaj:*  $(010)$  perfect,  $(100)$  și  $(102)$  slab. *Spărtură:* neregulată.  $H = 4 - 4 \frac{1}{2}$ ; mai ridicată pentru cele cu conținut ridicat în Fe. *G* variază cu conținutul în fier; hübnerit — 7,12; ferberit — 7,51. *Luciu:* semimetalic, metalic-adaman-

tin, tendințe spre rășinos (hübneritul). *Culoare*: hübneritul este brun-gălbui, brun-roșcat, rar brun, negru; wolframitul este cenușiu-negru, brun-negru, negru de fier; ferberitul, negru. Culoarea variază cu raportul dintre Fe și Mn. *Urmă*: hübneritul: galbenă, brun-roșcată cenușiu-verzuie; wolframitul: brun-roșcată, brun-neagră și neagră; ferberitul: brun-neagră, neagră. Hübneritul este transparent. Transparența descrește pe măsură

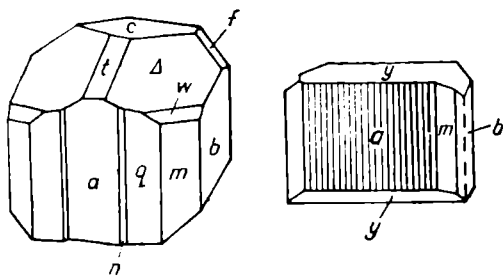


Fig. 123. Cristale de wolframit: a(100); t(102); b(010); c(001);  $\Delta$ (112); w(111); m(110); q(830); f(011); y(102); h(310).

ce crește conținutul în Fe, ferberitul ajungând opac.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în galben, oranj, verde-oliv, roșu, brun-roșcat sau brun. Pleocroismul este deseori clar (tabelul 175).

Tabelul 175

**Pleocroismul în seria hübnerit-wolframit**

	Hübnerit Silverton, Colorado	Wolframit Vizeu, Portugalia
$\alpha$	verde	brun-roșcat-deschis
$\beta$	brun-gălbui	brun-roșcat
$\gamma$	verde-oliv	brun-roșcat-negru

Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c=17-21^\circ$ ; indicii de refracție ( $\lambda_{Li}$ ) pentru proba de hübnerit:  $\alpha=2,17$ ,  $\beta=2,22$ ,  $\gamma=2,32$ , iar pentru proba de wolframit:  $\alpha=2,31$ ,  $\gamma=2,46$ ; biax pozitiv,  $2V\gamma=73-78^\circ$ .

*Chimism*. Wolframit de mangan și fier bivalent (Mn, Fe)(WO<sub>4</sub>); între Mn<sup>2+</sup> și Fe<sup>2+</sup> există un izomorfism complet (tab. 176).

Tabelul 176

	Raportul atomic		Raportul procentual	
	Fe	Mn	FeO	MnO
Hübnerit	0-- 20	100- 80	0- 4,8	23,4-18,7
Wolframit	20- 80	80--20	4,8-18,9	18,7- 4,7
Ferberit	80-100	20-- 0	18,9-23,6	4,7- 0

În compoziția chimică sînt semnalăți și Nb și Ta, probabil în pozițiile caracteristice W. Conținutul maxim (2,2%) se datorează incluziunilor de niobați și tantalăți. Spectral au mai fost determinate urme de Sc, In, Ti, V, Mo și Al.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8
MnO	23,42	23,40	20,29	12,55	3,37	1,41	0,19	—
FeO	—	0,24	5,33	10,81	18,18	22,54	24,77	23,65
CaO	—	0,13	—	0,80	0,24	—	—	—
MgO	—	—	—	0,12	—	0,18	urme	—
WO <sub>3</sub>	76,58	75,58	74,78	74,84	73,74	75,07	75,21	76,35
(Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,05	—	0,26	2,20	—	—	—
Rez.	—	0,62	—	1,00	2,06	0,88	—	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,02</b>	<b>100,40</b>	<b>100,38</b>	<b>99,79</b>	<b>100,08</b>	<b>99,77</b>	<b>100,00</b>
<p>1 — Mn(WO<sub>4</sub>). 2 — Hübnerit; Uncompahgre (Colorado); reziduu SiO<sub>2</sub>. 3 — Wolframit; Bodiosa, Vizeu (Portugalia). 4 — Wolframit; Cornwall (Anglia); SiO<sub>2</sub>=0,30; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,70. 5 — Ferberit; Cave Creek (Arizona); CuO=1,34; SiO<sub>2</sub>=0,72; (Nb, Ta)<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1,50, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=0,70. 6 — Ferberit; Riddarhyttan (Suedia); SiO<sub>2</sub>=0,88, MoO<sub>3</sub>. 7 — Ferberit (reinit); Kurasawa, Kai (Japonia). 8 — Fe (WO<sub>4</sub>).</p>								

**Ocurență.** Wolframitul se întâlnește mai ales în filoane hidrotermale de cuarț localizate în masivele granitice, asociindu-se cu casiteritul, molibdenitul, mispichelul, pirită, calcopirită etc. În greisene, adică în acele porțiuni ale masivelor granitice care au suferit transformări sub acțiunea soluțiilor pneumatolitice, apare asociat cu miche, topaz, fluorină, turmalină, uneori beril, casiterit, molibdenit. În cantități mici se află în pegmatitele granitelor. Din punct de vedere mineralogic sînt interesante cazurile de substituție endogenă a cristalelor de scheelit prin wolframit, atît la periferie cît și de-a lungul fisurilor. Deseori se constată substituții ale wolframitului prin scheelit. În zona de alterare wolframitul se transformă în așa-numitul ocră wolframic, tip în care Fe<sup>2+</sup> trece în Fe<sup>3+</sup>. În timpul acestor transformări are loc distrugerea rețelei cristaline cu formare de mase pămîntoase de culoare galben-cafenie sau cafenie, constituite îndeosebi din hidrowolframit unde este prezent Fe<sup>3+</sup> sub formă de ferritungstît. Uneori se formează oxizi galben-verzui de wolfram-tungstît H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> sau hidrotungstît H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O. Prin dezagregarea hübneritului se formează acumulări negre, psilomelanice care conțin WO<sub>3</sub>. De regulă, concrețiunile de psilomelan de aluminiu conțin cîteva procente de WO<sub>3</sub> chiar dacă ele se găsesc la o distanță apreciabilă față de zăcămint.

În România apare în zăcămintă pirometasomatice legate de magmatismul banatic (Oravița, Ciclova Română) și în filoane hidrotermale de sulfuri legate de magmatismul neogen (Baia Sprie, Băiuț).

**Hübneritul**, frecvent asociat wolframitului, se găsește în filoane hidrotermale epitermale la Tonopah (Nevada) și Cripple Creek (Colorado).

**Ferberitul** este întîlnit în S.U.A. la Boulder Vienne; în Groenlanda la Ivigtut; în Bolivia la Calacalani Colquiri; în Spania la Siera Almagrera.

**Wolframitul** se găsește în China, în S.U.A., Portugalia, Marea Britanie, Bolivia, Australia, R. D. Germană, în Franța (departamentul Haute-Vienne), în U.R.S.S. (la Nerehinsk, Transbaicalia), în Portugalia (la Beira Beixa),

în Spania (la Orense în provincia Cordoba), în Republica Africa de Sud (în Transvaal la Fides Stavoran), în Bolivia (la Chicota Grande și Llallagua), în Argentina (la Sierra de Cordoba și Sierra de San Luis).

### SANMARTINIT (Zn, Fe)(WO<sub>4</sub>)

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,8004 : 1 : 0,8499; β = 90°28'.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,712; b<sub>0</sub> = 5,738; c<sub>0</sub> = 4,958 Å; conține în celulă (Zn, Fe, Ca)<sub>2</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Produsul artificial conține Zn(WO<sub>4</sub>); a<sub>0</sub> = 4,68; b<sub>0</sub> = 5,73; c<sub>0</sub> = 4,95 Å, iar β = 90°30'.

*Habitus:* mase granulare fine, la microscop cristale tabulare (001), agregate reticulare. Forme principale: b(010), a(100), m(110), t(102), Δ(112). *Clivaj:* (010) perfect. *Luciu:* rășinos. *Culoare:* brun-negru, brun, la microscop brun-roșcat. G = 6,70.

*Ocurență.*, Apare, prin alterarea willemitului și scheelitului, în filonașe de cuarț în Argentina la Los Cerrillos și San Martin în provincia San Luis.

### B. Grupa scheelitului

Mineralele aparțin tipului structural AXO<sub>4</sub>, unde X este frecvent I, W sau Mo. Cristalizează în sistemul tetragonal. W și Mo uneori se pot substitui reciproc în proporții limitate, fenomen caracteristic acumulărilor hidro-termale de temperaturi ridicate prezente deseori în skarne.

### SCHEELIT Ca(WO<sub>4</sub>)

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4/m.

*Relația axială:* a : c = 1 : 2,1717.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 5,246; c<sub>0</sub> = 11,349 Å; conține Ca<sub>4</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

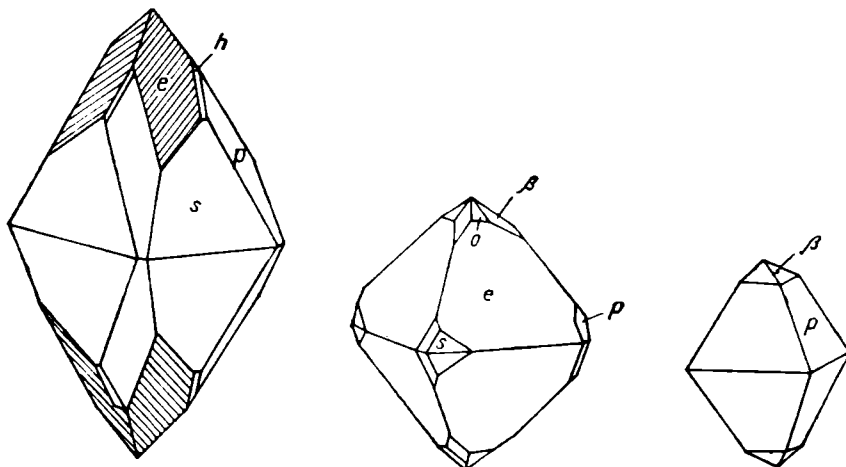


Fig. 124. Cristale de scheelit: e(112); o(114); β(013); p(011); h(123); s(121).

*Habitus*: octaedric (011) sau (112), cristale tabulare (001), frecvente (112). Mase masive granulare, columnare. Forme principale: c(001),  $\beta$ (013), p(011), o(114), e(112), g(134), h(123), s(121), v(012), f(014). *Macle*: (110) comune, de penetrație; uneori (001). Orientarea concreșterilor: wolframitul (010) [001] este paralel cu scheelitul (001) [110]. *Clivaj*: (101) bun, (112), (001) slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală.  $H=4\frac{1}{2}-5$ .  $G=6,10$ ; descrește odată cu creșterea conținutului în Mo. *Urmă*: albă. *Transparent*.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolor; prezintă culori de birefrinjență anormale; indicii de refracție variază în raport cu conținutul în Mo; uniax pozitiv.

Tabelul 178

**Proprietăți optice**

$\lambda$	667	570	457
$\epsilon$	1,9263	1,9375	1,9525
$\omega$	1,9107	1,9208	1,9344

*Chimism*. Wolframul de Ca cu formula  $\text{Ca}(\text{WO}_4)$ , unde W poate fi substituit parțial prin Mo indicând o tendință slabă de a forma un amestec izomorf cu powellitul  $\text{Ca}(\text{Mo},\text{WO}_4)$ ; raportul Mo : W = 1 : 1,38. Scheelitul, frecvent întilnit în natură, conține puțin Mo, la care se adaugă urme de Nb și Ta, substituind atât Ca cât și W, urme de F și Cl, uneori chiar Si, impurități de Fe și Bi.

Tabelul 179

**Analize chimice**

	1	2	3
CaO	19,47	19,49	19,57
MgO	—	urme	0,05
MoO <sub>3</sub>	—	0,07	0,58
WO <sub>3</sub>	80,53	80,17	79,51
Rez.	—	—	0,25
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>99,73</b>	<b>99,96</b>

1 —  $\text{Ca}(\text{WO}_4)$ . 2 — Saxonia; brun cu MoO<sub>3</sub>. 3 — Traversella (Italia); cristale galbene.

*Ocurență*. Mineral important, scheelitul este deseori asociat wolframitului, caracteristic temperaturilor ridicate. Se întilnește în formațiuni de metamorfism de contact, în general la contactul calcarelor cu intruziuni granitice, când se asociază granaților, vezuvianului, sfenului, axinitului, molibdenitului. fluorinei; în filoane hidrotermale de temperatură ridicată cu cuarț, în imediata vecinătate a intruziunilor granitice, când alături de wolframit și casiterit

se asociază și cu turmalina, apatitul, topazul, fluorina, mica, bismutina. Ca mineral accesoriu, în pegmatite subordonat wolframitului.

În R. S. România apare în mineralizații legate de fundamentul cristalin la Băile Borsă, în skarne formate la contactul magmatitelor banatitice (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Tincova, Băița—Bihor), în filoane mezotermale din provincia magmatică neogenă (Baia Sprie).

Se întâlnește în R. D. Germană în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă în Boemia; în Austria în M. Alpi; în Italia în Piemonte și Sardinia; în Franța la Meymac în departamentul Corrèze; în Anglia în comitatul Cornwall; în U.R.S.S. în Uzbekistan, în M. Ala-Tau, la Krasnoiarsk, în Transbaikalia; în S.U.A. în Nevada (la Humboldt Range, Silver Dyke, Orena și Paradise Range), apoi în Arizona (la mina Borianna, Hualpai, Mohave County), în New Mexico (la Hidalgo County), în California (lingă Bishop în Inyo County, la Atolia în San Bernardino County, la Randsburg în Kern County), în Idaho (la Yellow Pine și Coeur d'Alene în Shoshone County), în Utah (la Cottonwood — American Fork, Beaver County); în Canada la Bridge River, Cariboo și Nelson.

#### POWELLIT $\text{Ca}(\text{Mo}, \text{WO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,23$ ;  $c_0=11,44$  Å; conține  $\text{Ca}_4(\text{MoO}_4)_4$ . Izostructural cu scheelitul.

*Habitus:* frecvent piramidal, uneori tabular (001), mase masive, foioase, pseudomorf după molibdenit sau mase pulverulente, cruste cristaline. Forme

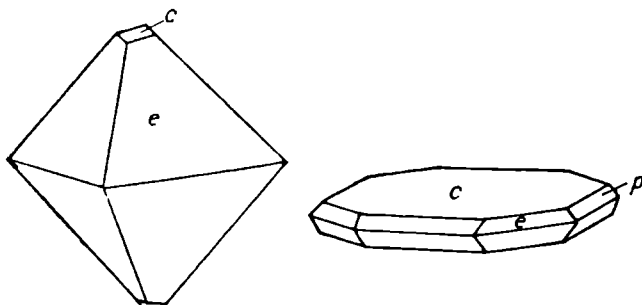


Fig. 125. Cristale de powellit: c(001), e(112), p(011).

principale: c(001), p(011), e(112), r(156), h(123), S(211), u(127), f(136). *Clivaj:* (112), (011) și (001) slab. *Spărtură:* neregulată.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=4,23$ ; pentru raportul  $\text{Mo} : \text{W}=9,2 : 1$ , greutatea specifică este 4,526. *Culoare:* galben, brun, brun-verzui, verde-gălbui, verde-pal, albastru, uneori alb, cenușiu, aproape negru. *Luciu:* spre adamantin, gras în spărtură proaspătă.

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție:  $\epsilon=1,967$ ,  $\omega=1,978$ ; dicroic:  $\epsilon$ =albastru,  $\omega$ =verde; uniax pozitiv.

*Ocurență.* Este un mineral secundar obținut prin alterarea molibdenitului. În U.R.S.S. apare asociat cu scheelitul în Uzbekistan, în M. Ural și în M. Altai. Este întâlnit apoi în Turcia, Maroc și S.U.A. (în statele Utah, Michigan, Nevada, Texas, California și New Mexico).

## C. Grupa wulfenitului

### WULFENIT $Pb(MoO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 2,2308$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,401$ ;  $c_0 = 12,079$  Å; conține  $Pb_4(MoO_4)_4$ .

*Habitus:* uneori tabular (001), în habitus octaedric, frecvent prismatic și (001) cuboidal. Mase masive, fin granulare. Forme principale: c(001), a(010), m(110),  $\mu$ (170), f(150), k(130), g(120), s(013), n(011), d(021), t(116), z(115), u(114), y(113), e(112), r(032). *Macle:* (001), ax polar [001]. *Clivaj:* (011) bun, (001) și (013) slab. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală.  $H = 2\frac{3}{4} - 3$ .

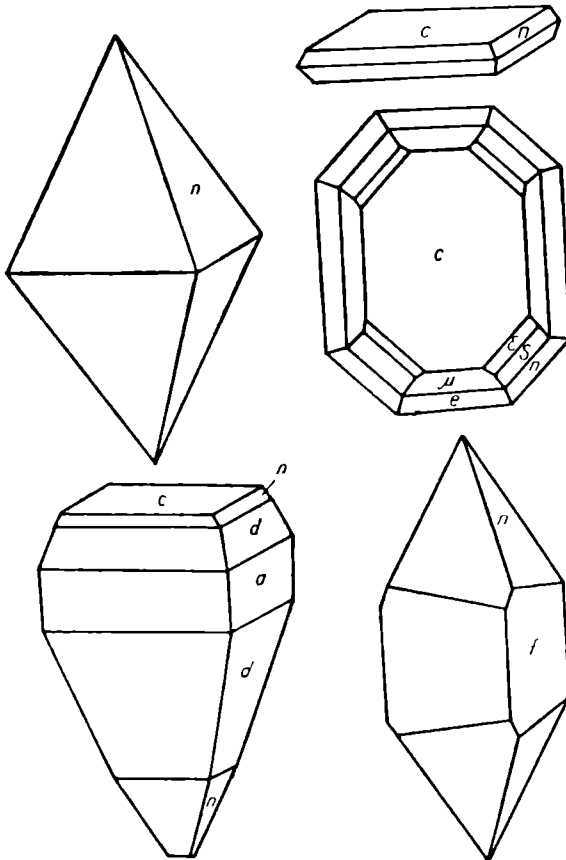


Fig. 126. Cristale de wulfenit: c(001); a(010); n(011);  $\mu$ (170); d(021); f(150); s(013);  $\epsilon$ (019); e(112).



$G=6,5-7,0$ . *Luciu*: rășinos sau adamantin. *Culoare*: galben-oranj, galben-murdar, cenușiu-gălbui, alb-cenușiu, uneori verde-oliv, brun, brun-roșcat, oranj, roșu, datorită prezenței Cr. *Urmă*: albă.  $F=1065^\circ$ .

*Proprietăți optice*. Slab pleocroic, în culori oranj și galbene. Indicii de refracție ( $\lambda=686,7$ ):  $\epsilon=2,362$ ;  $\omega=2,255$ . Uniax negativ, uneori biax,  $2V_\alpha=8^\circ$ .

*Chimism*. Molibdat de plumb  $Pb(MoO_4)$ ; W poate substitui parțial Mo, raportul atingând  $W : Mo=1 : 1$ , izostructural cu  $Pb(WO_4)$ .  $Ca^{2+}$  substituie Pb, raportul fiind  $Ca : Pb=1 : 1,7$ , izostructural cu powellitul. Este citat deseori ca fiind prezent și  $Fe_2O_3$ , iar în urme V, Cr și As.

*Ocurență*. Apare ca mineral secundar în zona de oxidație a zăcămintelor de plumb, asociat piromorfitului, vanadinitului, ceruzitului, mimetitului, limonitului, calcitului.

În România se întâlnește ca mineral supergen format pe zăcămintele plumbifere legate de lamprofire mezozoice (Șinca Nouă), de magmatismul banatic (Sasca Montană, Rușchița, Băița-Bihor) și de cel neogen (Deva, Baia de Arieș).

Este citat ca prezent în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă la Přeboram; în Sardinia la Sarrabus și Gennemari; în Maroc la Jebel Mahser; în Algeria la Sidi Rouman; în Australia la Broken Hill; în S.U.A. în statele Arizona, New Mexico, Nevada, Utah și Pennsylvania.

### STOLZIT $Pb(WO_4)$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal, 4?

*Relația axială*:  $a : c=1 : 2,2070$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,452$ ;  $c_0=12,031$  Å; conține  $Pb_4(WO_4)_4$ .

*Habitus*: frecvent cristale bipiramidale (111), (101) sau piramidale, uneori tabulare (001), altelei prismatice [001]. Fețele de prismă sînt striate orizontal, în timp ce fețele de piramidă indică striațiuni paralele cu (hol), (hkl) sau diagonale. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(010)$ ,  $v(012)$ ,  $n(011)$ ,  $o(021)$ ,  $u(114)$ ,  $e(112)$ ,  $\epsilon(111)$ ,  $\pi(213)$ . *Clivaj*: (001) imperfect, (011) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=7,9-8,3$ . *Luciu*: rășinos sau semi-adamantin. *Culoare*: brun-roșcat, brun, galben-cenușiu, galben-închis, uneori verde, galben-roșcat sau roșu. *Urmă*: incoloră.  $F=1123^\circ$ .

*Proprietăți optice*. Indicii de refracție:  $\epsilon=2,2685-2,2700$ ;  $\omega=2,1820-2,1900$ ; uniax negativ.

*Chimism*. Wolfram de plumb, dimorf cu raspitul; analizele indică substituirea Mo cu W, iar a Pb prin Ca,  $Mn^{2+}$  sau  $Mg^{2+}$  în  $Pb(Mo, W)O_4$ ; raportul  $Mo : W=1 : 1$ ; sînt serii limitate.

*Ocurență*. Este un mineral secundar asociat cu limonit, vanadinit, wad, wulfenit și ceruzit. A fost determinat prima oară la Zinnwald în paragenză cu wulfenitul.

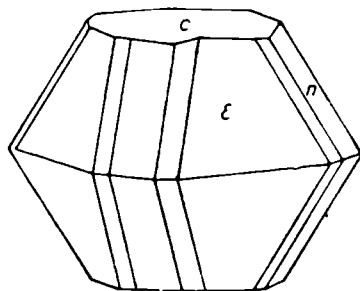


Fig. 127. Cristal de stolzită:  $c(001)$ ;  $\epsilon(111)$ ;  $n(011)$ .

Se mai întâlnește în Austria la Bleiberg (Carinthia); în Sardinia la Bena și Padru; în Anglia în comitatul Cumberland; în Brazilia la Ouro Preto (Minas Geraes); în S.U.A. în statele Massachusetts, Arizona (la Tombstone și Primos), Utah, Pennsylvania și Columbia.

### RASPIT $Pb(WO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,3450 : 1 : 1,1147$ ;  $\beta = 107^\circ 37'$ .

*Habitus:* frecvent tabular (100), striuri paralele [010], uneori alungiri după [010] sau [100], macle tabulare ( $\bar{1}01$ ). Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $d(011)$ ,  $f(\bar{1}02)$ ,  $e(\bar{1}01)$ ,  $p(122)$ . *Macle:* (100) plan de macle și ( $\bar{1}02$ ). *Clivaj:* (100) perfect.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 8,46$ . *Culoare:* brun-gălbui, galben, cenușiu. *Luciu:* adamantin.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 30^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 2,27$ ,  $\beta = 2,27$ ,  $\gamma = 2,30$ ; biax pozitiv;  $2V_\gamma$  este uneori zero.

*Ocurență.* A fost determinat la Broken Hill, statul New South Wales, Australia; la Sumidouro, provincia Minas Geraes, Brazilia; la Cerro Estano și la Guanojuato, Mexic.

## II. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI BAZICI ȘI HIDRATAȚI

### CUPROTUNGSTIT $Cu_2(WO_4)(OH)_2$

*Mase:* microcristaline, cruste, compacte sau friabile. *Culoare:* verde, verde-oliv, verde-închis. *Luciu:* sticlos, uneori mat pentru masele pămîntoase. *Urmă:* cenușiu-verzuie, galben-verzuie.

*Proprietăți optice.* Indicele de refracție  $n = 2,15$ ; uneori birefrință ridicată.

*Ocurență.* Este un mineral secundar format prin alterarea scheelitului. Se întâlnește la Cave Creek în Arizona și în California, S.U.A.; la Llamuco, lângă Santiago, Chile; la Villa Salto, Sardinia; la Sorpresa Montoro, Spania; la Ofuku, Nagato, Japonia; la San Lorenzo și Arizpe, Mexic.

### KOECHLINIT $(BiO)_2(MoO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,3419 : 1 : 0,3410$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,48$ ;  $b_0 = 16,16$ ;  $c_0 = 5,48$  Å; conține  $(BiO)_8(MoO_4)_4$ .

*Habitus:* cristale plate (010), cu striuri paralele cu (010), masiv sau forme pămîntoase. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $n(021)$ ,  $h(041)$ ,  $p(131)$ ,  $s(151)$ . *Macle:* (101) plan de macle, de contact sau de penetrație. *Clivaj:* (010) perfect, (0kl), de cele mai multe ori imperfect.  $G$  probabilă este 8,29. *Culoare:* verde, gălbui. *Urmă:* verde-gălbui.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 2,52$ ,  $\beta = 2,61$ ,  $\gamma = 2,67$ ; ușor pleocroic; biax negativ,  $2V_a$  este deseori mare.

**Ocurență.** Apare la Mina Daniel, la Schneeberg, Saxonia, asociat cu cuarț, bismut nativ, smaltină; apoi la Coolgardia (Australia de Vest) și la Bygoo (New South Wales).

**FERRITUNGSTIT**  $\text{Fe}_2(\text{WO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ?

**Mase:** pămîntoase; microscopic se observă forme hexagonale, plate.  
**Culoare:** galben-pal, sau galben-brun.  $G=5,57$ .

**Proprietăți optice.** Indicii de refracție:  $\epsilon=1,80$ ,  $\omega=1,72$ ; optic negativ.

**Ocurență.** Apare la Deer Trail, Washington, S.U.A.; Cerro Liquinaste, provincia Jujuy, Argentina.

**LINDGRENIT**  $\text{Cu}_3(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/ m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,4001 : 1 : 0,3852$ ;  $\beta = 98^\circ 23'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,613$ ;  $b_0 = 14,030$ ;  $c_0 = 5,405$  Å; conține  $\text{Cu}_6(\text{MoO}_4)_4(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** tabular, plat (010), rar acicular [101], cu dublă terminație, mase compacte, plate. Forme principale: b(010), o(110), C(101), A( $\bar{1}$ 01), h(111), q(211). **Clivaj:** (010) perfect, (101) și (100) bun.  $H=4 \frac{1}{2}$ .  $G=4,26$ . **Culoare:** verde, verde-gălbui.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă, galben-verzui; orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge c = +9^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,930$ ,  $\beta = 2,002$ ,  $\gamma = 2,020$ ; biax negativ,  $2V_\alpha = 71^\circ$ .

**Ocurență.** Mineral secundar, lindgrenitul apare la Chuquicamata, Chile.

**FERIMOLIBDIT**  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ?

**Sistemul de cristalizare:** probabil rombic.

**Habitus:** mase masive sau fibroase, cruste fibroase dispuse radiar, agregate fibroase, uneori subfibroase, mase pulverulente.  $G=2,99$ . **Culoare:** galben-deschis, uneori galben-intens, verde, galben. **Luciu:** perlat sau pămîntos. **Urmă:** galben-pal.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă incolor sau slab colorat în galben. Indicii variază odată cu variația chimismului.

Tabelul 180

**Proprietăți optice**

$\alpha$	1,78	1,74	1,720	incolor
$\beta$	1,79	1,75	1,733	incolor
$\gamma$	2,04	1,95	1,935	galben
$2V_\gamma$	mic	mic	$28^\circ$	—

**Ocurență.** Mineral secundar, obținut prin alterarea molibdenitului, ferimolibditul se asociază cu limonitul. Apare în U.R.S.S. la Minusinsk, în M. Ural și în regiunea Lacului Ladoga; în Italia la Bivongi în Calabria; în Australia la Kingsgate, Wilson's Downfall și Wunglebong (New South Wales); în S.U.A. în New Hampshire, în Pennsylvania, în Carolina de Nord și în Georgia.



nații. Se remarcă valori aproape egale între dimensiunile celulei elementare, valori apropiate pentru duritate, greutate specifică și unele asemănări structurale. Cei trei compuși au ca element cationic  $\text{Ca}^{2+}$ , element bivalent, care cristalizează în sistemul monoclinic.

Tabelul 181

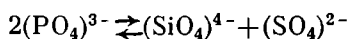
Constante structurale și proprietăți fizice

	$n_0$	$b_0$	$c_0$		H	G
Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	10,47	15,15	6,28	$98^\circ 58'$	2	2,31
Brushit $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	10,47	15,15	6,28	$95^\circ 15'$	2	2,25
Farmacolit $\text{CaHAsO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	10,97	15,40	6,29	$96^\circ 36'$	2—2,5	2,64

Se evidențiază încă o dată că un cation de tipul  $\text{H}^+$ , cu dimensiuni foarte mici, introdus într-o rețea cristalină, practic nu produce nici o modificare asupra dimensiunilor celulei elementare. De asemenea se observă că anionii  $(\text{SO}_4)^{2-}$  și  $(\text{PO}_4)^{3-}$  au dimensiuni absolut egale, în timp ce  $(\text{AsO}_4)^{3-}$  este ceva mai mare. Corespunzător anionilor, indicii de refracție ai acestor minerale cresc de la gips la farmacolit; birefringența la acești compuși este aproape aceeași. Greutățile specifice sînt în concordanță strictă cu greutatea atomică ale cationilor din anionii complecși  $\text{S}^{6+}$ ,  $\text{P}^{5+}$  și  $\text{As}^{5+}$ . În ceea ce privește fosfații și arseniații, aparținînd cationilor bivalenți de dimensiuni mici,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , aceștia sînt stabili numai sub forma unor compuși hidratați cu 8, 4 sau 3 molecule de apă de cristalizare. Cationii monovalenți  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Li}^+$  formează săruri în prezența  $\text{Al}^{3+}$  și în majoritatea cazurilor sub formă de săruri hidratate. Între sărurile hidratate din această categorie, un loc aparte din punctul de vedere al compoziției îl ocupă așa-numitele mice uranifere și vanadații complecși.

Un interes deosebit îl prezintă fenomenele de izomorfism heterovalent, care se constată deseori la această clasă de compuși, în special la fosfați. Fenomenul de izomorfism apare atît în legătură cu grupările anionice, cît și în legătură cu diverșii cationi prezenți în compoziția lor chimică.

Astfel, anionul  $(\text{PO}_4)^{3-}$  poate fi substituit prin anionii  $(\text{SO}_4)^{2-}$ ,  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ , anioni cu dimensiuni egale și cu aceeași dispoziție spațială structurală. În substituirile anionilor există obligativitatea ca sarcina anionilor să se păstreze. Acest lucru se realizează datorită faptului că, prin înlocuirea unui anion  $(\text{PO}_4)^{3-}$  printr-un anion de tip  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  sau de tip  $(\text{SO}_4)^{2-}$ , trebuie să intre în același timp în compoziția mineralului și un anion de tip bivalent pentru  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  sau un anion tetravalent pentru  $(\text{SO}_4)^{2-}$ . În aceste condiții sarcina anionului este păstrată. De exemplu:

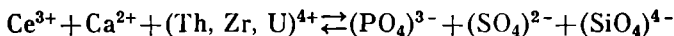


În cazul cationilor, substituirile cationului fundamental se realizează în aceleași condiții ca și la anioni. Anume, ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  pot fi înlocuiți conform

dimensiunilor lor prin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Y}^{3+}$ , uneori  $\text{TR}^{3+}$ . Aceste substituiri se caracterizează prin menținerea în forma inițială a anionului compusului mineral:



Substituirile izomorfe pot să se producă simultan, atât în rîndul elementelor cationice, cît și în rîndul grupărilor anionice. Exemple de astfel de substituiri:



În aceste substituiri important este ca sarcinile totale pozitive și negative să fie egale, dimensiunile ionilor de substituție să fie aceleași sau apropiate, numărul total de anioni și cationi să se conserve prin substituții, iar structura cristalină și proprietățile fizice ale mineralelor să se păstreze.

În ceea ce privește condițiile de formare a numeroaselor minerale care fac parte din această clasă trebuie să reținem că marea lor majoritate, mai ales compușii hidratați, sînt legate de procesele exogene de formare a mineralelor. Dintre mineralele endogene fac parte exclusiv fosfații, majoritatea lor formîndu-se în fazele finale ale proceselor magmatice. Mineralele care fac parte din această clasă se împart în două mari grupe: fosfați, arseniați și vanadați anhidri și fosfați, arseniați și vanadați hidratați; aceste subdiviziuni se subîmpart în funcție de raportul A : B, cu sau fără anioni suplimentari.

Tabelul 182

#### Clasificarea fosfaților, vanadaților și arseniaților

I. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI ANHIDRI ACIZI
1. Tipul amestec Monetit $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ Schultenit $\text{PbH}(\text{AsO}_4)$
II. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI ANHIDRI NORMALI
1. Tipul $\text{AB}(\text{XO}_4)$ <i>Grupa trifilitului</i> Trifilit $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$ Litioflilit $\text{LiMn}(\text{PO}_4)$ Hühnerkobelit $(\text{Na}, \text{Ca})\text{Fe}(\text{PO}_4)$ Varulit $(\text{Na}, \text{Ca})\text{Mn}(\text{PO}_4)$ Natroflilit $\text{NaMn}(\text{PO}_4)$ <i>Seria sickleritului</i> Ferrisicklerit $(\text{Li}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+})(\text{PO}_4)$ Sicklerit $(\text{Li}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})(\text{PO}_4)$ <i>Seria alluauditului</i> Alluaudit $(\text{Na}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+})(\text{PO}_4)$ Mangan-alluaudit $(\text{Na}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})(\text{PO}_4)$

<p><i>Seria heterositului</i></p> <p>Heterosit <math>(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+})(\text{PO}_4)</math></p> <p>Purpurit <math>(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})(\text{PO}_4)</math></p> <p>Berilonit <math>\text{NaBe}(\text{PO}_4)</math></p> <p>Arrojadit <math>\text{Na}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_5(\text{PO}_4)_4</math></p>	
<p>2. Tipul <math>\text{A}_3\text{B}_2(\text{XO}_4)_3</math></p> <p><i>Seria berzelitului</i></p> <p>Berzelit <math>(\text{Mg}, \text{Mn})_2(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{AsO}_4)_3</math></p> <p>Manganberzelit <math>(\text{Mn}, \text{Mg})_2(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{AsO}_4)_3</math></p> <p>Caryinit <math>(\text{Ca}, \text{Pb}, \text{Na})_5(\text{Mn}, \text{Mg})_4(\text{AsO}_4)_5?</math></p>	
<p>3. Tipul <math>\text{A}_3(\text{XO}_4)_2</math></p> <p>Whitlockit <math>\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2</math></p> <p>Graftonit <math>(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})_3(\text{PO}_4)_2</math></p>	
<p>4. Tipul <math>\text{A}(\text{XO}_4)</math></p> <p>Xenotim <math>\text{Y}(\text{PO}_4)</math></p> <p>Monazit <math>(\text{Ce}, \text{La}, \text{Dy})(\text{PO}_4)</math></p> <p>Berlinit <math>\text{Al}(\text{PO}_4)</math></p> <p>Rooseveltit <math>\text{Bi}(\text{AsO}_4)</math></p>	
<b>III. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI ACIZI</b>	
<p>1. Tipul <math>(\text{A}, \text{B})_m\text{H}_n(\text{XO}_4)_p \cdot x \text{H}_2\text{O}</math>, unde: <math>m+n : p &gt; 2 : 1</math></p> <p>Stercorit <math>\text{Na}(\text{NH}_4)\text{H}(\text{PO}_4) \cdot 4 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Hannayit <math>\text{Mg}_3(\text{NH}_4)_2\text{H}_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Hureaultit <math>\text{Mn}_3\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>2. Tipul <math>\text{AH}(\text{XO}_4) \cdot x \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><i>Grupa brushitului</i></p> <p>Brushit <math>\text{CaH}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Farmacolit <math>\text{CaH}(\text{AsO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Haidingerit <math>\text{CaH}(\text{AsO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Newberyit <math>\text{MgH}(\text{PO}_4) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Forbesit <math>(\text{Ni}, \text{Co})\text{H}(\text{AsO}_4) \cdot 3\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}?</math></p> <p><i>Grupa rössleritului</i></p> <p>Rösslerit <math>\text{MgH}(\text{AsO}_4) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Fosforrösslerit <math>\text{MgH}(\text{PO}_4) \cdot 7 \text{H}_2\text{O}</math></p>	
<b>IV. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI NORMALI</b>	
<p>1. Tipul <math>\text{AB}(\text{XO}_4) \cdot x \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Struvit <math>(\text{NH}_4)\text{Mg}(\text{PO}_4) \cdot 6 \text{H}_2\text{O}</math></p>	
<p>2. Tipul <math>\text{AB}_2(\text{XO}_4)_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Dickinsonit <math>\text{Na}_6(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca})_{14}\text{H}_2(\text{PO}_4)_{12} \cdot \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Fillowit <math>\text{Na}_6(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca})_{14}\text{H}_2(\text{PO}_4)_{12} \cdot \text{H}_2\text{O}?</math></p>	

*Grupa fairfielditului*Fairfieldit  $\text{Ca}_2(\text{Mn, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Collinsit  $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ *Grupa rosellitului*Rosellit  $\text{Ca}_2(\text{Co, Mg})(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Brandtit  $\text{Ca}_2\text{Mn}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ *Seria reddingitului*Reddingit  $(\text{Mn, Fe})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ Fosfoferit  $(\text{Fe, Mn})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ Landesit  $\text{Fe}_8\text{Mn}_{20}(\text{PO}_4)_{16} \cdot 27 \text{H}_2\text{O}?$ Stewartit  $\text{MnFe}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ 

Salmonsit fosfat de Mn, Fe

Anapait  $\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ Parahopeit  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ Hopeit  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ Fosfilit  $\text{Zn}_2(\text{Fe, Mn})(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ Tricalcit  $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ Picrofarmacolit  $(\text{CaMg})_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}?$ *Grupa vivianitului*Vivianit  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Eritrină  $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Annabergit  $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Köttligit  $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Sympleisit  $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Bobierrit  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ Hörnesit  $\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ 3. Tipul  $\text{A}(\text{XO}_4) \cdot x \text{H}_2\text{O}$ 

127

*Grupa variscitului*Variscit  $\text{Al}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Strengit  $\text{Fe}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Scorodit  $\text{Fe}(\text{AsO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Mansfieldit  $\text{Al}(\text{AsO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ *Grupa metavariscitului*Metavariscit  $\text{Al}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Metastrengit  $\text{Fe}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Weinschenkit  $(\text{Y, Er})(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Churchit  $(\text{Ce, Ca})(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ Rabdofan  $(\text{Ce, Y})(\text{PO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 

## V. FOSFAȚI, ARSENIȚI, VANADAȚI ANHIDRI CU HIDROXIL SAU HALOGEN

1. Tipul  $\text{A}_m(\text{XO}_4)_p\text{Z}_q$ , unde:  $m : p > 4 : 1$ Sahlinit  $\text{Pb}_{14}(\text{AsO}_4)_2\text{O}_2\text{Cl}_4$ Holdenit  $(\text{Mn}^{2+}\text{Ca})_4(\text{Zn, Mg, Fe}^{2+})_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})_6\text{O}_2?$ Hematolit  $(\text{Mn}^{2+}\text{Mg})_4\text{Al}(\text{AsO}_4)(\text{OH})_6$ *Grupa clorofenicitului*Clorofenicit  $(\text{Zn, Mn})_6(\text{AsO}_4)(\text{OH})_7$ Magneziumpulorofenicit  $\text{Mg}_6(\text{AsO}_4)(\text{OH})_7$ Sinadelfit  $(\text{Mn, Mg, Ca, Pb})_4(\text{AsO}_4)(\text{OH})_6$



2. Tipul  $A_7(XO_4)_8Z_q$ 

Morinit  $(Ca, Na)_3Al_2(PO_4)_2(OH, F)_5$   
 Ježekit  $Na_4CaAl_2(PO_4)_2(OH)_2F_2O?$   
 Allactit  $Mn_7(AsO_4)_2(OH)_8$

3. Tipul  $A_3(XO_4)Z_q$ 

Clinoclaz  $Cu_3(AsO_4)(OH)_3$   
 Cornetit  $Cu_3(PO_4)(OH)_3$   
 Georgiadesit  $Pb_3(AsO_4)Cl_3$   
 Atelesit  $Bi_3(AsO_4)_2(OH)_2?$   
 Flinkit  $Mn_2^{2+} + Mn^{3+}(AsO_4)(OH)_4$   
 Retzian  $(Mn, Ca)_{14}R(OH)_{25}(AsO_4)_2?$

4. Tipul  $(A, B)_5(XO_4)_2Z_q$ 

Walpurgit  $Bi_4(UO_2)(AsO_4)_2O_4 \cdot 3 H_2O$   
 Erinat  $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$   
 Pseudomalachit  $Cu_5(PO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O?$   
 Arsenoclasit  $Mn_5(AsO_4)_2(OH)_4$   
 Andrewsit  $(Cu, Fe^{2+})_3Fe^{3+}(PO_4)_4(OH)_{12}$   
 Laubmannit  $Fe_3^{2+} + Fe_2^{3+}(PO_4)_4(OH)_{12}$

5. Tipul  $AB(XO_4)Z_q$ *Grupa adelitului*

Adelit  $CaMg(AsO_4)(OH, F)$   
 Conicalcit  $CaCu(AsO_4)(OH)$   
 Austinit  $CaZn(AsO_4)(OH)$   
 Duftit  $PbCu(AsO_4)(OH)$

*Grupa descloizitului*

Descloizit  $ZnPb(VO_4)(OH)$   
 Mottramit  $CuPb(VO_4)(OH)$   
 Pirobelonit  $MnPb(VO_4)(OH)$   
 Calciovoborhtit  $CaCu(VO_4)(OH)$   
 Turanit  $Cu_2(VO_4)(OH)?$   
 Voborhtit  $CuCa(VO_4)(OH)$   
 Cornwallit  $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$

*Seria herderitului*

Herderit  $CaBe(PO_4)(F, OH)$

*Seria ambligonitului*

Ambligonit  $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$   
 Montebasit  $(Li, Na)Al(PO_4)(OH, F)$   
 Natromontebasit  $(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$   
 Tilasit  $CaMg(AsO_4)F$   
 Durangit  $NaAl(AsO_4)F$

*Grupa plumbogummitului*

Plumbogummit  $PbAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$   
 Gorcelxit  $BaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$   
 Goyazit  $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$   
 Crandallit  $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$

Deltait  $\text{Ca}(\text{Al}_2, \text{Ca})(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 Florencit  $\text{CeAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_8$   
 Dussertit  $\text{BaFe}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
 Chenevixit  $\text{Cu}_3\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot \text{H}_2\text{O}?$   
 Brazilianit  $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$   
 Griffit  $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Al})_3\text{Mn}_2(\text{PO}_4)_2,5(\text{OH}, \text{F})_2$   
 Arseniolepit  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Ca}, \text{Mn})_3(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4?$

6. Tipul  $\text{A}_2(\text{XO}_4)_2\text{Z}_q$ 

Wagnerit  $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)\text{F}$   
 Triplit  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})_2(\text{PO}_4)\text{F}$

*Grupa triploiditului*

Triploidit  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$   
 Wolfcit  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$   
 Sarkinit  $\text{Mn}_3(\text{AsO}_4)(\text{OH})$   
 Sarcopsid  $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})_7(\text{PO}_4)_4\text{F}_2?$

*Grupa olivenitului*

Olivenit  $\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$   
 Libethenit  $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$   
 Adamit  $\text{Zn}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$

*Seria frondelitului*

Frondelit  $\text{Mn}^{2+}\text{Fe}_4^{3+}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$   
 Rockbridgeit  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_4^{3+}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$   
 Tarbuttit  $\text{Zn}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$   
 Augelit  $\text{Al}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})_3$   
 Dufrenit  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_4^{3+}(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$   
 Dewindtit  $\text{Pb}_3(\text{UO}_2)_5(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$   
 Fosfuranilit  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

7. Tipul  $\text{A}_5(\text{XO}_4)_3\text{Z}_q$ *Grupa apatitului*

Fluorapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$   
 Clorapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$   
 Hidroxilapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$   
 Carbonatapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Grupa piromorfitului*

Piromorfit  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$   
 Mimetit  $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$   
 Vanadinit  $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

*Seria svabitului*

Svabit  $\text{Ca}_6(\text{AsO}_4)_3(\text{F}, \text{OH})$   
 Hedyfan  $(\text{Ca}, \text{Pb})_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$   
 Dehrrit  $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$   
 Lewistonit  $(\text{Ca}, \text{K}, \text{Na})_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$   
 Fermorit  $(\text{Ca}, \text{Sr})_5(\text{PO}_4, \text{AsO}_4)_3(\text{F}, \text{OH})$   
 Wilkeit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{SO}_4, \text{SiO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{OH})$   
 Ellestadit  $\text{Ca}_5(\text{SiO}_4, \text{SO}_4, \text{PO}_4)_3(\text{Cl}, \text{F}, \text{OH})$   
 Tavistockit  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$   
 Arsenobismit  $\text{Bi}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

8. Tipul  $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$ *Seria lazulitului*Lazulit  $(Mg, Fe^{2+})Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ Scorzalit  $(Fe^{2+}, Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ Souzalit  $(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2 H_2O$ Carminit  $PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$ Parsonsit  $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2 H_2O$ 

## VI. FOSFAȚI, ARSENIȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI CU HIDRROXIL SAU HALOGENI

1. Tipul  $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x H_2O$ , unde:  $m : p > 3 : 1$ Borickit  $CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3 H_2O$ 2. Tipul  $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot x H_2O$ Veszelyit  $(Cu, Zn)_3(AsO_4, PO_4)(OH)_3 \cdot 2 H_2O$ Tsumebit  $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3 H_2O$ Hemafibril  $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot H_2O$ Freirinit  $Na_3Cu_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O$ Liroconit  $Cu_2Al(AsO_4)(OH)_4 \cdot 4 H_2O$ Evansit  $Al_3(PO_4)(OH)_6 \cdot 6 H_2O$ Liskeardit  $(Al, Fe)_3(AsO_4)(OH)_6 \cdot 5 H_2O$ 3. Tipul  $(A, B)_6(XO_4)_2Z_q \cdot x H_2O$ Tyrolit  $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6 H_2O?$ Acrochordit  $Mg, Mn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4 H_2O?$ Ceruleit  $CuAl_4(AsO_4)_2(OH)_8 \cdot 4 H_2O$ Renardit  $Pb(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 7 H_2O$ Dumontit  $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3 H_2O$ 4. Tipul  $A_2(XO_4)Z_q \cdot x H_2O$ Bayldonit  $(Cu, Pb)_2(AsO_4)(OH)?$ Leucocalcit  $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot H_2O$ Tagilit  $Cu_2(PO_4)(OH) \cdot H_2O$ Spencerit  $Zn_4(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 3 H_2O$ Isoclasit  $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2H_2O$ Eucroit  $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3 H_2O$ Delvauxit  $Fe_2(PO_4)(OH)_3 \cdot x H_2O?$ 5. Tipul  $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x H_2O$  unde:  $m : p = 2 : 1$ Leucosoflit  $K_9(Fe, Al)_7(PO_4)_4(OH)_{11} \cdot 6 H_2O$ *Seria childrenitului*Childrenit  $(Fe^{2+}, Mn^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ Eosforit  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ Davisonit  $Ca_3Al(PO_4)_2(OH)_3 \cdot H_2O?$ Wardit  $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_6(OH)_8 \cdot 3 H_2O$ Millisit  $(Na, K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 3 H_2O$ Lehiit  $(Na, K)_2Ca_3Al_6(PO_4)_6(OH)_{12} \cdot 6 H_2O?$ Mixit  $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{15} \cdot 6 H_2O?$

6. Tipul  $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$ , unde:  $m : p = 7 : 4$ Sampleit  $NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5 H_2O$ *Grupa turcoazel*

Turcoază  $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 4 H_2O$   
 Calcosiderit  $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 4 H_2O$   
 Ludlamit  $(Fe^{2+}, Mg, Mn)_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$   
 Arseniosiderit  $Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_4 \cdot 4 H_2O$   
 Eguëit  $CaFe_{14}^{3+}(PO_4)_{10}(OH)_{14} \cdot 21 H_2O?$   
 Mitrordatit  $Ca_3Fe_3^+(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2 H_2O$   
 Richellit fosfat de Ca și Fe  
 Englishit  $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 9 H_2O$

7. Tipul  $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot x H_2O$ 

Legrandit  $Zn_{14}(AsO_4)_9(OH) \cdot 12 H_2O$   
 Beraunit  $Fe^{2+}Fe_4^{3+}(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3 H_2O$   
 Coeruleolactit  $Al_3(PO_4)_2(OH)_3$   
 Wavellit  $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5 H_2O$   
 Sterrettit  $Al_6(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 5 H_2O$   
 Trögerit  $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12 H_2O$

8. Tipul  $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x H_2O$ , unde:  $m : p = 3 : 2$ 

Bermanit  $(Mn, Mg)_6(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15 H_2O?$   
 Roscherit  $(Ca, Mn, Fe)_2Al(PO_4)_2(OH) \cdot 2 H_2O$   
 Minyulit  $KAl_2(PO_4)_2(OH) \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$   
 Tinticit  $Fe_3^{3+}(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3\frac{1}{2}H_2O$   
 Metavauxit  $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Paravauxit  $FeAl_3(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Vauxit  $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 7 H_2O$   
 Gordonit  $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Calcioferit  $Ca_3Fe_3(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 8 H_2O?$   
 Xantoxenit  $Ca_2Fe(PO_4)_2(OH) \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$   
 Montgomeryit  $Ca_4Al_5(PO_4)_8(OH)_5 \cdot 11 H_2O$   
 Overit  $Ca_3Al_6(PO_4)_8(OH)_6 \cdot 15 H_2O$

*Grupa torbernitului*

Torbernit  $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12 H_2O$   
 Autunit  $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12 H_2O$   
 Uranoclcrit  $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Saléit  $Mg(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10 H_2O$   
 Zeunerit  $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10-16 H_2O$   
 Uranospinit  $Ca(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Tyuyamunit  $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 5-8 H_2O$   
 Carnotit  $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3 H_2O$

*Grupa metatorbernitului*

Metatorbernit  $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Metaautunit  $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 2-6 H_2O$   
 Metazeunerit  $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$   
 Bassetit  $Fe^{2+}(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12 H_2O$

9. Tipul  $(A, B)_m(XO_4)_pZ_q \cdot x H_2O$ , unde:  $m : p < 3 : 2$

Farmacosiderit  $Fe_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 5 H_2O$

Cacoxenit  $Fe_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot 12 H_2O$

Vashegyit  $Al_4(PO_4)_3(OH)_3 \cdot n H_2O?$

Taranakit  $K_2Al_6(PO_4)_6(OH)_2 \cdot 18 H_2O?$

Lindackerit  $Cu_6Ni_3(AsO_4)_4(SO_4)(OH)_4 \cdot 5 H_2O?$

## VII. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI CU ANIONI SUPLIMENTARI

1. Tipul  $AB(XO_4)Z_q$

*Grupa beudantitului*

Beudantit  $PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_6$

Corkit  $PbFe_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$

Hinsdalit  $(Pb, Sr)Al_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$

Svanbergit  $SrAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$

Woodhouseit  $CaAl_3(PO_4)(SO_4)(OH)_6$

2. Tipul amestec

Calcofilit  $Cu_{16}Al_2(AsO_4)_3(SO_4)_3(OH)_{27} \cdot 33 H_2O$

Ardealit  $Ca_2H(PO_4)(SO_4) \cdot 4 H_2O$

Kribergit  $Al_4(PO_4)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$

Diadochit  $Fe_2(PO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5 H_2O$

Sarmientit  $Fe_2(AsO_4)(SO_4)(OH) \cdot 5 H_2O$

Pitticit  $Fe_2O_3 \cdot As_2O_3 \cdot SO_3 \cdot H_2O$

Kolbeckit  $Sr(PO_4) \cdot 2H_2O$

## I. FOSFAȚI, ARSENIATȚI, VANADAȚI ANHIDRI ACIZI

### 1. TIPUL AMESTEC

#### SCHULTENIT $PbH(AsO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8649 : 1 : 0,7180$ ;  $\beta = 95^\circ 24'$ .

*Habitus:* tabular (010); în secțiuni cu conture romboedrice se aseamănă morfologic cu gipsul, striuri p(010) după [001] și (001) după [100]. Forme drincipale: c(001), b(010), n(140), l(130), k(120), m(110), h(210), e(011), p(111), q( $\bar{1}11$ ), u(121), s( $\bar{2}11$ ), v(232), w(323), r( $\bar{1}22$ ), t( $\bar{2}21$ ). *Clivaj:* (010) bun.  $H = 2 \frac{1}{2}$ .  $G = 5,943$ . *Luciu:* sticlos, strălucitor, adamantin. *Culoare:* incolor. *Urmă:* albă.

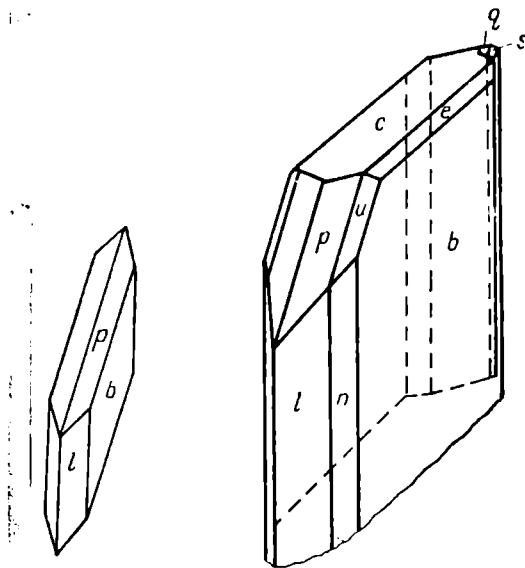


Fig. 128. Cristale de schultenit: c(001); b(010); n(140); l(130); u(121); e(011); q( $\bar{1}11$ ); s( $\bar{2}11$ ); p(111).

**Proprietăți optice:** Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = -24^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = +66^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{Na} = 1,8903$ ,  $\beta_{Na} = 1,9097$ ,  $\gamma_{Na} = 1,9765$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma = 58^\circ 14'$ ,  $2E = 136^\circ 38'$ .

**Ocurență.** Se găsește la Tsumeb (Namibia), asociat anglezitului; pseudo-morfozează fie azuritul fie mimetitul.

## II. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI ANHIDRI NORMALI

### 1. TIPUL $AB(NO_3)$

#### A. Grupa trifilitului

Se recunosc două serii, a trifilitului și a hühnerkobelitului, unde se individualizează substituția continuă a  $Fe^{2+}$  cu  $Mn^{2+}$ . Sînt minerale izostructurale, fapt dovedit prin studii cu raze X; se pare că structura acestor serii se apropie de structura mineralelor silicate de tipul olivinei. Natrofilitul se deosebește considerabil prin structura sa cristalină de mineralele aparținînd celor două serii. Prezența  $Fe^{2+}$  și  $Mn^{2+}$  facilitează fenomenele de transformare; se remarcă tendința de oxidare, atît la  $Fe^{2+}$  cît și la  $Mn^{2+}$ . Sînt în general minerale caracteristice temperaturilor ridicate.

**TRIFILIT**  $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$

**LITIOFILIT**  $\text{LiMn}(\text{PO}_4)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,454 : 1 : 0,583$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* pentru Fe : Mn  $\sim 1,3 : 1$ ,  $a_0 = 6,038$ ,  $b_0 = 4,710$ ,  $c_0 = 10,370 \text{ \AA}$ , iar Fe : Mn  $\sim 3 : 1$ ,  $a_0 = 6,010$ ,  $b_0 = 4,680$ ,  $c_0 = 10,360 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Li}_4(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})(\text{PO}_4)$ .  $Z = 4$ .

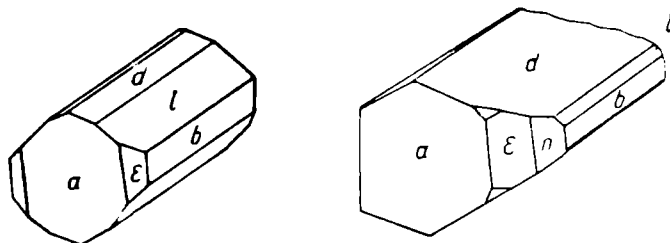


Fig. 129. Cristale de trifilit:  $d(011)$ ;  $b(010)$ ;  $l(021)$ ;  $\epsilon(120)$ ;  $a(100)$ ;  $n(130)$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale, cruste cristaline la suprafață, uneori forme prismatice  $[100]$ . Mase compacte, masive. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $n(130)$ ,  $\epsilon(120)$ ,  $d(011)$ ,  $l(021)$ ,  $v(203)$ ,  $e(101)$ ,  $w(201)$ . *Clivaj:*  $(100)$  aproape perfect,  $(110)$  imperfect,  $(011)$  întrerupt. *Spărtură:* neregulată, semii concoidală.  $H = 4-5$ .  $G = 3,34$  (termenul cu Mn),  $3,58$  (termenul cu Fe),  $3,50$  pentru Fe : Mn =  $1 : 1$ . *Luciu:* sticlos, semirășinos. *Culoare:* cenușiu cu reflexe albastre, cenușiu-verzui, brun, brun-gălbui, galben-închis, în special pentru termenul litiofilit. Termenii alterați arată la suprafață o culoare brună, cenușiu-închisă, neagră.

*Proprietăți optice.* Culoarea în secțiune subțire variază de la incolor la galben-pal, roz etc. Orientarea, valoarea  $2V$  și  $i$  ndicii de refracție variază în funcție de raportul stabilit între Mn și Fe (tab. 183).

Tabelul 183

**Variația proprietăților optice**

Mn : Fe		9 : 1	3 : 2	2 : 3	3 : 7	> 1 : 4	Pleocroism
(Ni)	$\alpha$	1,669	1,680	1,689	1,694	—	roz-închis galben-verzui roz-deschis
"	$\beta$	1,673	1,681	1,689	1,695	—	
"	$\gamma$	1,682	1,688	1,695	1,700	> 1,710	
"	$2V$	$\sim 65^\circ$	$\sim 48^\circ$	$0^\circ$	$\sim 55^\circ$	$0^\circ+$	
"	semn	+	+	+	+	—	
"	$\omega$	c	c	—	a	c	
"	$\rho$	a	a	—	c	b	
"	$\gamma$	b	b	b	b	a	

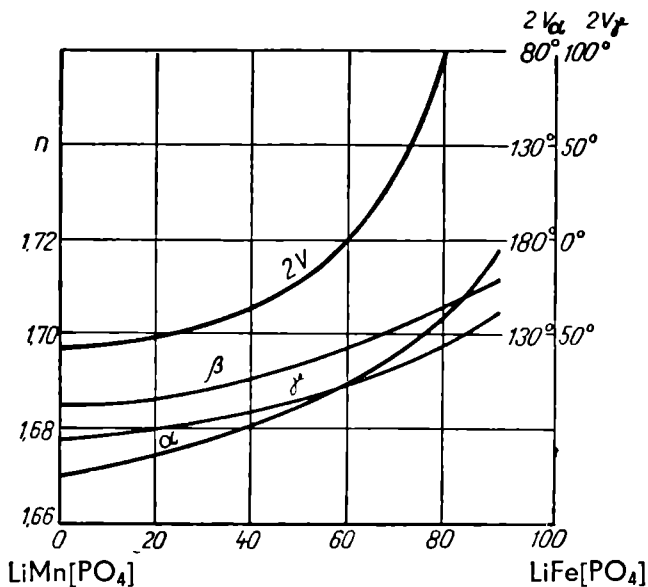


Fig. 130. Variația proprietăților optice în funcție de compoziție.

**Chimism.** Sînt fosfați de litiu, fier și mangan bivalent:  $\text{Li}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})(\text{PO}_4)$ .  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$  se substituie în cantități nelimitate conducînd la o serie continuă cu termeni bine individualizați. Numele de trifilit și litiofilit se aplică termenilor extremi ai seriei respective  $\text{Fe} > \text{Mn}$  și  $\text{Mn} > \text{Fe}$ . Mg poate substitui grupul ( $\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}$ ), raportul cel mai frecvent fiind  $\text{Mg} : (\text{Fe}, \text{Mn}) = 1 : 2,8$ . Calciul de asemenea poate înlocui pozițiile ( $\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}$ ), raportul stabilit fiind de regulă  $\text{Ca} : (\text{Fe}, \text{Mn}) = 1 : 3,1$ . Na poate apărea de asemenea în constituția chimică a termenilor din această serie, pozițiile specifice fiind cele ocupate de Li. Prezența  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  este rezultatul oxidării  $\text{Fe}^{2+}$ .

**Ocurență.** Se întîlnesc în pegmatite, asociate beriliului, turmalinei, lepidolitului, ambligonitului, spodumenului etc. Trifilitul și litiofilitul apar în Bavaria la Hühnerkobel în R. F. Germania; la Kietyö și la Sukula în Finlanda; în Suedia lângă Boliden; în Franța; în S.U.A. în pegmatitele din New Hampshire.

## 2. TIPUL $\text{A}_3\text{B}_2(\text{XO}_4)_3$

### **BERZELIIT** $(\text{Mg}, \text{Mn})_2(\text{Ca}_2\text{Na})_3(\text{AsO}_4)_3$

**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,35 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Mg}, \text{Mn})_{16}(\text{Ca}, \text{Na})_{24}(\text{AsO}_4)_{24}$ . Berzeliitul este izotip cu granatul.  $Z = 8$ .

**Habitus:** rar sub formă de cristale trapezoedrice, frecvent sub formă de mase granulare masive. Forme principale:  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $e(012)$ ,  $n(112)$ .



*Clivaj:* absent. *Spărtură:* semiconcoidală sau neregulată.  $H=4\frac{1}{2}-5$ .  $G=4,08$  (termenul cu Mg) și 4,46 (termenul cu Mn). *Luciu:* stielos. *Culoare:* galben, galben-închis, galben-oranj, roșu-gălbui; variațiile de culoare spre roz și roșu sînt în funcție de creșterea conținutului în Mn. *Punct de fuziune:* 1 180° (pentru 2,3% MnO) și 1 090° (pentru 19,4% MnO).

*Proprietăți optice.* În secțiuni subțiri arată o culoare oranj; uneori este incolor. Izotrop, frecvente anomalii optice cu birefrință clară.

*Chimism.* Arseniat de mangan bivalent și magneziu, de calciu și sodiu:  $(Mg, Mn)_2(Ca, Na)_3(AsO_4)_3$ . Mn și Mg se substituie sub forma unei serii continue, conținutul în Mg și Mn dînd denumirea de *berzeliit* sau *manganoberzeliit*, respectiv dacă  $Mg > Mn$  sau  $Mn > Mg$ . Calciul este component esențial, substituit prin Na, raportul fiind  $Na : Ca \sim 2 : 5$ . Sb poate substitui As, raportul stabilit fiind  $Sb : As \sim 1 : 10,5$ .

*Ocurență.* Este întîlnit la Långban (Suedia), în calcare și skarne, asociat hausmanitului, manganofilitului și altor minerale caracteristice acestor formațiuni.

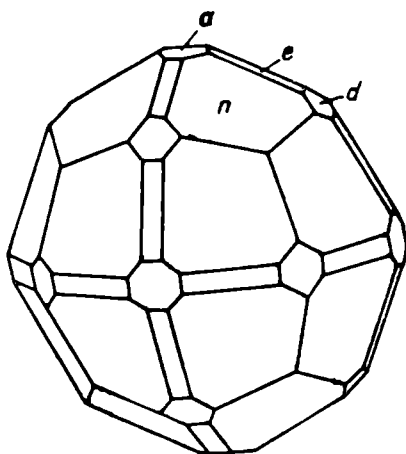


Fig. 131. Cristal de berzeliit: a(001); d(011); e(012); n(112).

### 3. TIPUL $A_3(XO_4)_2$

#### WHITLOCKIT $Ca_3(PO_4)_2$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 3,576$ ;  $\alpha = 44^\circ 40'$ ;  $\lambda = 114^\circ 33\frac{1}{2}'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,34$ ;  $c_0 = 36,90$  Å; conține  $Ca_{21}(PO_4)_{14}$  în celula romboedrică.  $Z = 24$ .

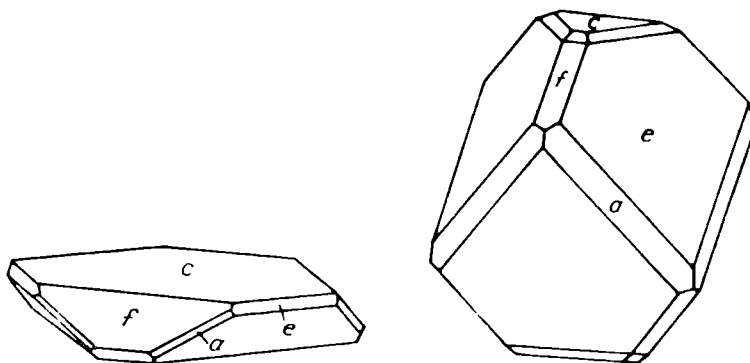


Fig. 132. Cristale de whitlockit: a(11 $\bar{2}$ 0); c(0001); e(01 $\bar{1}$ 2); f(10 $\bar{1}$ 4).

*Habitus*: cristale romboedrice, rar tabulare (0001), cruste cristaline, granulare, uneori pămîtoase. Forme principale: c(0001), a(1120), f(10 $\bar{1}$ 4), j(2023), h(01 $\bar{1}$ 8), g(01 $\bar{1}$ 3), e(01 $\bar{1}$ 2). *Clivaj*: absent. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală. *H*=5. *G*=3,12. *Luciu*: sticlos, tinde spre semirăşinos. *Culoare*: incolor, alb, gălbui, cenuşiu.

*Proprietăţi optice*. În lumină transmisă incolor; indicii de refracţie:  $\epsilon=1,629$ , (cînd conţine CO<sub>2</sub>,  $\epsilon=1,607$ ),  $\omega=1,626$  (cînd conţine CO<sub>2</sub>,  $\omega=1,604$ ); uniax negativ.

*Chimism*. Fosfat tricalcic: Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>; conţine Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> şi Mg, substituind Ca; raportul este: Mn : Fe : Mg : Ca=1 : 3,2 : 4,4 : 7,8. (CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> poate substitui (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> analog carbonatapatitului.

*Ocurenţă*. Asociat siderozei, cuarţului, apatitului, fairfielditului şi trilitului, acest mineral apare în formaţiuni pegmatitice, în Mina Palermo, lângă North Groton, New Hampshire — S.U.A., în depozite fosfatice în insulele Antile la Curaçao, precum şi la Sebduu (Oran, Algeria).

#### 4. TIPUL A(XO<sub>4</sub>)

##### XENOTIM Y(PO<sub>4</sub>)

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

*Relaţia axială*: a : c=1 : 0,618.

*Dimensiunea celulei elementare*: a<sub>0</sub>=6,89; c<sub>0</sub>=6,04 Å; conţine Y<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

*Habitus*: prismatic [001]; se aseamăna cu al cristalelelor de casiterit şi de zircon; uneori sînt remarcate terminaţiunile piramidale. Mai rar în agregate radiare, cruste cristaline, mase compacte, în rozete. Forme principale: c(001). m(010), a(110), z(011), x(031), e(112), f(111), r(121). *Macle*: (111) rare. *Concreşteri*: paralele cu zirconul. *Clivaj*: (100) bun. *Spărtură*: neregulată. *H*=4—5. *G*=4,5—5,1. *Luciu*: sticlos, cu tendinţă spre răşinos. *Culoare*: galben-brun, brun-roşcat, brun-deschis, roşu-deschis, alb-cenuşiu, gălbui, galben-pal, verde.

*Proprietăţi optice*. În lumină transmisă incolor sau galben-pal, galben-verzui sau galben-brun; pleocroic:  $\epsilon$ =galben-roz, galben-brun şi  $\omega$ =galben-brun, brun-cenuşiu sau verzui; indicii de refracţie:  $\epsilon=1,721$ ,  $\omega=1,826$ ; uniax pozitiv.

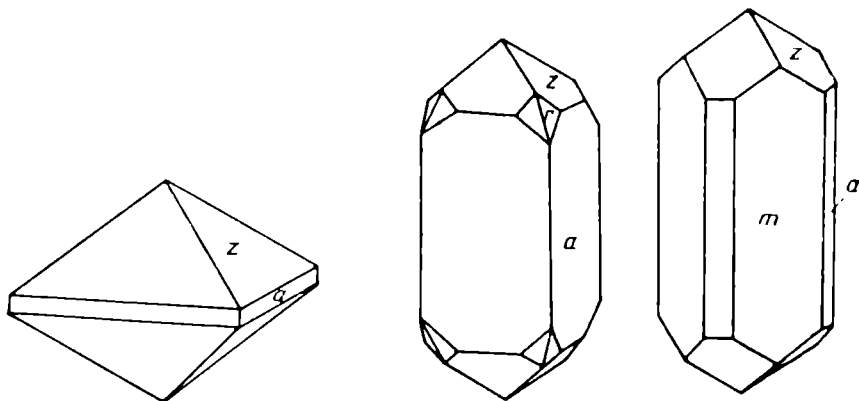


Fig. 133. Cristale de xenotim: a(110); z(011); r(121); m(010).

**Chimism.** Fosfat de ytriu:  $Y(PO_4)$ . Y poate fi substituit prin Er sau în cantități mici prin TR, Ce, La, Sc, fiind prezenți și Th, U, Zr și Ca, toți substituind pozițiile Y. Pentru menținerea electronegativității apare  $(SO_4)^{2-}$  substituind pozițiile anionice ale  $(PO_4)^{3-}$ , proporția  $SO_3$  fiind de 1%; de asemenea este prezent și anionul  $(SiO_4)^{4-}$ , care apare și ca urmare a concreșterii cu zircon.

Tabelul 184

Analize chimice

	1	2	3	4	5
$(Y, Er)_2O_3$	61,40	67,78	56,81	51,82	63,25
$La_2O_3$	—	—	0,93	2,14	—
$Al_2O_3$	—	—	0,77	4,80	—
$Fe_2O_3$	—	—	0,65	—	—
$ThO_2$	—	—	urme	2,47	—
$UO_2$	—	—	4,13	3,17	—
$ZrO_2$	—	—	1,95	1,90	—
$SiO_2$	—	—	3,46	4,32	—
$P_2O_5$	38,60	32,11	30,31	25,38	35,99
Rez.	—	0,18	0,84	3,65	0,63
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,07</b>	<b>99,85</b>	<b>99,65</b>	<b>99,87</b>

1 —  $Y(PO_4)$ . 2 — El Paso County (Colorado). 3 — Brindletown (Carolina de Nord);  $CaO=0,21$ ,  $F=0,06$ ,  $H_2O=0,57$ . 4 — Iisaka (Japonia);  $FeO=1,10$ ,  $MnO=1,72$ ,  $MgO=0,02$ ,  $CaO=0,61$ ,  $H_2O=0,20$ ,  $La_2O_3$  include  $Ce_2O_3$ . 5 — Dattas (Brazilia);  $SO_3=0,11$ ,  $insol.=0,52$ .

**Ocurență.** Se întâlnește în granite și pegmatite sub formă de cristale diseminate, uneori asociat cu zirconul, formind frecvent concreșteri orientate, cu apatitul, ortitul, monazitul etc. Este un mineral relativ stabil din punct de vedere chimic și apare în aluviuni, în cazurile în care roca în care se găsește se alterează. Uneori se găsește în roci metamorfice (gnaise) și în filonașele distribuite în formațiunile pegmatitice. Frecvent este întâlnit în pegmatitele granitice din Norvegia, asociat cu gadolinit, euxenit, allanit, zircon, ytrotantalit, thorit, la Hitterö, la Garta și la Kragerö; în Suedia la Ytterby; în Elveția în M. Fibia, St. Gothard, la Binnenthal și la Tavetschtal. În aluviuni apare la Kiravoravo (Madagascar), iar în granite la Cape Province (Africa de Sud); în India la Manbhum, în statele Bihar și Orissa; în Noua Zeelandă pe riul North Westland; în Brazilia în Minas Geraes, la Dattas și la Pomba; în S.U.A. în statele Carolina de Nord, Georgia, Alabama și la El Paso County în Colorado.

În România s-a determinat în filoane cu calcopirită, pirită și blendă, în masivul alcalin de la Ditrău.

**MONAZIT** (Ce, La, Y, Th) $(PO_4)$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9693 : 1 : 0,9156$ ;  $\beta = 103^\circ 54'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,79$ ;  $b_0 = 7,04$ ;  $c_0 = 6,47$  Å; conține (Ce, La, Y, Th) $(PO_4)_4$ .  $Z=4$ .

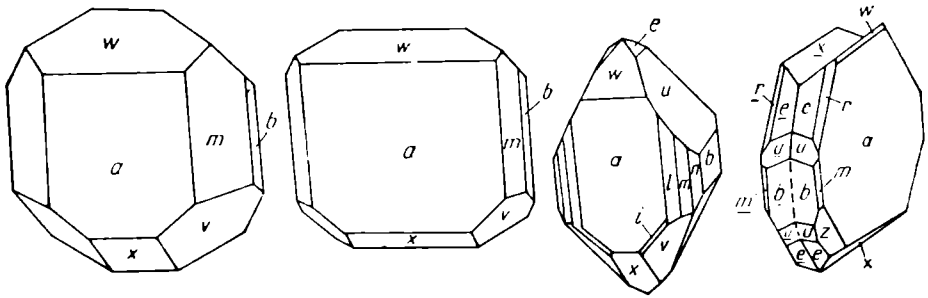


Fig. 134. Cristale de monazit:  $w(101)$ ;  $m(110)$ ;  $v(\bar{1}11)$ ;  $b(010)$ ;  $x(\bar{1}01)$ ;  $a(100)$ ;  $e(011)$ ;  $l(210)$ ;  $n(120)$ ;  $u(021)$ ;  $z(311)$ ;  $r(111)$ ;  $i(\bar{2}11)$ .

**Habitus:** de regulă tabular (100) sau alungit după (010); prismatic cu dezvoltarea ( $\bar{1}11$ ), (100), izometric și piramidal. Deseori prezintă striatiuni, în general în natură sint întâlnite cristale mici. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $n(120)$ ,  $m(110)$ ,  $l(210)$ ,  $y(310)$ ,  $g(012)$ ,  $e(011)$ ,  $u(021)$ ,  $w(101)$ ,  $x(\bar{1}01)$ ,  $r(111)$ ,  $d(112)$ ,  $v(\bar{1}11)$ ,  $s(121)$ ,  $o(\bar{1}21)$ ,  $i(\bar{2}11)$ ,  $z(311)$ . **Macle:** plan de maclă (100), comune, uneori cruciforme; plan de maclă (001), lamelare, rare, întâmplător (201) și ( $\bar{9}02$ ). **Clivaj:** (100) distinct, (010) neclar; se observă urme de clivaj după (110), (101) și (011), întrerupt (001), foarte rar un clivaj slab ( $\bar{1}11$ ). **Spărtură:** concoidală sau neregulată.  $H=5-5\frac{1}{2}$ .  $G=4,6-5,4$ ; crește odată cu creșterea conținutului în Th. **Luciu:** variabil, rășinos, gras, sticlos, adamantin. **Culoare:** galben, brun-roșcat, brun, verde-gălbui, aproape alb. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.** Orientarea:  $\alpha=b$ .  $\gamma \wedge c=2^\circ \sim 6^\circ$ ; biax pozitiv; pleocroism slab.

Tabelul 185

**Proprietăți optice**

n(Na)	Dattas (Brazilia)	Madagascar	Bolivia
$\alpha$	1,7902	1,8004	1,785
$\beta$	1,7912	1,8008	1,787
$\gamma$	1,8441	1,8494	1,840
$2V_\gamma$	$15^\circ 33'$	$11^\circ 00'$	—

**Chimism.** Conținutul în oxizii TR, îndeosebi Ce și La, atinge 50–68%; conține  $Y_2O_3$ , aproape 5%, sub formă de amestec izomorf. Mai conține sub formă de amestec izomorf  $ThO_2$  și  $UO_2$ , rareori  $ZrO_2$ , asociat cu  $SiO_2$ , precum și CaO, asociat cu  $SO_3$ . Este esențial un fosfat de ceriu:  $(Ce, La)(PO_4)$ . Din punct de vedere cristalochimic reprezintă un exemplu deosebit de interesant de izomorfism heterovalent. Formula chimică are un aspect de felul următor:  $(Ce, La, Th, U, Ca)(PO_4, SO_4, SiO_4)$ . În cantități foarte reduse conține și MgO, MnO, PbO,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  și  $H_2O$ . Ca rezultat al proceselor de dezintegrare este deseori prezent și He.

**Ocurență.** Apare de obicei în pegmatite, uneori în granite sau roci metamorfice (gnaise), în parageneză cu feldspatii, zirconul, în unele cazuri cu magnetitul, ilmenitul etc. Se mai întâlnește în filonașe hidrotermale, în aso-

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO	—	0,16	0,41	0,35	—	0,52	0,20	0,34
MgO	—	—	—	0,02	—	0,27	—	0,22
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,99	30,38	27,37	22,63	31,85	21,08	31,90	31,41
(La, Nd) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,71	29,60	30,13	34,63	27,90	31,27	28,46	33,19
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,33	2,14	4,66	2,93	3,53	—	5,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,50	0,81	0,08	0,42	0,66	1,50	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,10	0,17	0,10	0,21	0,80	0,17	—
ThO <sub>2</sub>	—	6,19	10,29	7,32	9,15	11,08	10,22	nd
SiO <sub>2</sub>	—	0,85	1,03	1,54	—	2,98	0,90	0,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,27	29,70	27,67	27,89	27,45	27,52	26,82	29,29
H <sub>2</sub> O	—	—	—	0,40	—	0,56	0,46	—
rest rocă	—	0,33	0,20	—	0,74	—	—	—
Rez.	—	—	—	0,65	—	0,42	—	—
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,14</b>	<b>100,22</b>	<b>100,27</b>	<b>100,65</b>	<b>100,69</b>	<b>100,63</b>	<b>99,80</b>

1 — (Ce, La)(PO<sub>4</sub>); Ce : La = 1 : 1. 2 — Nsan Oban (Nigeria). 3 — Ratnapura (India). 4 — Dickens Township, Nipissing (Ontario); PbO=0,33, U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>=0,32, C-urme. 5 — Miandrarivo (Madagascar). 6 — Ishikawa (Japonia); UO<sub>3</sub>=0,42. 7 — Monazit; Travancore. 8 — Llallagua (Bolivia).

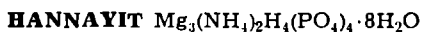
ciație cu magnetit și cu sulfuri polimetalice, indeosebi pirită. Este mineral relativ stabil din punct de vedere chimic, care trece în depozite aluvionare.

În România apare în legătură cu roci alcaline, la Ditrău, și în aluviuni actuale (Ditrău, Cristian, Pianu de Sus).

Se găsește în pegmatite în Norvegia (la Arendal, Dillingö, Raade, Tvedestrand, Risör, Hvalö și Nöterö, în fiordul Kristiana, la Hitterö); în Suedia la Lilla Holma (îngă Stromstad) și la Kärarfvet (îngă Falun); în Finlanda la Sordavala, la Impilaks; în U.R.S.S. în depozitele lacului Ladoga, la nord de Miask, în M. Ilmen, pe riul Sanarka (Ural); în Franța în Isère; în Madagascar; în Africa de Sud; în Tasmania; în Australia de Vest; în India; în Sri Lanka; în Brazilia, în statele Minas Geraes, Espirito Santo, Rio de Janeiro și Bahia; în Bolivia la Llallagua; în S.U.A. la Burke, Polk, Lincoln, Mc. Dowell, Cleveland, Rutherford (în Carolina de Nord) și în statele Florida, Virginia, Pennsylvania, Idaho, New Mexico, California; în Canada la Ottawa, Quebec.

III. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI  
HIDRATAȚI ACIZI

1. TIPUL (A,B)<sub>m</sub> H<sub>n</sub>[XO<sub>4</sub>]<sub>p</sub> · xH<sub>2</sub>O, unde m+n : p > 2 : 1



Sistemul de cristalizare: triclinic,  $\bar{1}$ .

Relația axială: a : b : c = 0,6990 : 1 : 0,9743;  $\alpha = 122^\circ 31'$ ;  $\beta = 126^\circ 46'$ ;  $\gamma = 54^\circ 09'$ .

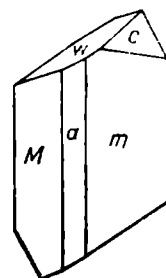


Fig. 135. Cristal de hannayit: c(001); M(110); m(110); a(100); w(133).

*Habitus*: cristale alungite [001] cu striuri paralele. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $l(130)$ ,  $m(110)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $w(133)$ . *Clivaj*: (001) bun, (110), ( $1\bar{1}0$ ) și (130) slab.  $H$ =scăzută.  $G=1,893$ . *Culoare*: gălbuie.

*Proprietăți optice*.  $\alpha \perp (001)$ ,  $\beta \wedge c \approx 33^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,555$ ,  $\beta=1,572$ ,  $\gamma=1,575$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=42^\circ$ .

*Ocurență*. Apare asociat struvitului, brushitului, bobieritului și schertelitului, în guano, la Skipton Caves, Ballarat, Victoria (Australia).

## 2. TIPUL $AH(XO_4) \cdot xH_2O$

### FARMACOLIT $CaH(AsO_4) \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,623 : 1 : 0,355$ ;  $\beta = 96^\circ 47'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,97$ ,  $b_0=15,40$ ,  $c_0=6,29$  Å; conține  $Ca_4H_4(AsO_4)_4 \cdot 8 H_2O$ .  $Z=8$ .

*Habitus*: cristale aciculare fibroase, butoiase și mase stalactitice. Rar cristale tabulare (010). Forme principale:  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $x(011)$ ,  $s(\bar{1}12)$ ,  $M(\bar{1}32)$ ,  $a(100)$ ,  $d(232)$ . *Clivaj*: (010) perfect, lamele flexibile. *Spărtură*:

neregulată.  $H=2$ .  $G=2,53-2,73$ . *Luciu*: sticlos, sedefos (010). *Culoare*: alb sau cenușiu.

*Proprietăți optice*.  $\alpha \wedge c = -29^\circ$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha_{Na}=1,583$ ,  $\beta_{Na}=1,589$ ,  $\gamma_{Na}=1,594$ ; biax negativ,  $2V_{\alpha(Na)}=79^\circ 24'$ .

*Ocurență*. Apare ca mineral de transformare în depozitele cu minerale de arseniu. Întâlnit la Wittichen (în M. Pădurea Neagră), la Andreasberg (în M. Harz), la Ioachimov (Boemia), la Sainte-Marie-aux Mines (Alsacia). În S.U.A. se găsește la Withe Caps, Manhattan, Nevada, apoi la San Gabriel, Los Angeles County, California.

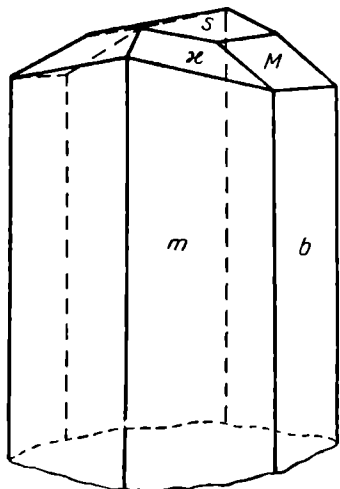


Fig. 136. Cristal de farmacolit:  $b(010)$ ;  $m(110)$ ;  $M(\bar{1}32)$ ;  $s(\bar{1}12)$ ;  $x(011)$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=6,98$ ;  $b_0=6,10$ ;  $c_0=11,20$  Å, conține  $Mg_2(NH_4)_2(PO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: variabil, prisme scurte [001], [010] sau [100], uneori cristale tabulare (100), cristale cu fețe dezvoltate (101), (10 $\bar{1}$ ), cristale piramidale, sau granule neregulate. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $w(013)$ ,  $s(011)$ ,  $h(101)$ ,  $k(201)$ ,  $t(111)$ ,  $q(102)$ . *Maclă*: (001) plan de maclă. *Clivaj*: (001) bun, (100) slab. *Spărtură*: neregulată, semiconcoidală.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=1,711$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, galben, brun, datorită impurităților. *Piro- și piezoelectric*.

## IV. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI NORMALI

### 1. TIPUL $AB(XO_4) \cdot xH_2O$

#### STRUVIT $Mg(NH_4)(PO_4) \cdot 6H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $m m 2$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,630 : 1 : 0,553$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=6,98$ ;  $b_0=6,10$ ;  $c_0=11,20$  Å, conține  $Mg_2(NH_4)_2(PO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: variabil, prisme scurte [001], [010] sau [100], uneori cristale tabulare (100), cristale cu fețe dezvoltate (101), (10 $\bar{1}$ ), cristale piramidale, sau granule neregulate. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $w(013)$ ,  $s(011)$ ,  $h(101)$ ,  $k(201)$ ,  $t(111)$ ,  $q(102)$ . *Maclă*: (001) plan de maclă. *Clivaj*: (001) bun, (100) slab. *Spărtură*: neregulată, semiconcoidală.  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=1,711$ . *Luciu*: sticlos. *Culoare*: incolor, galben, brun, datorită impurităților. *Piro- și piezoelectric*.

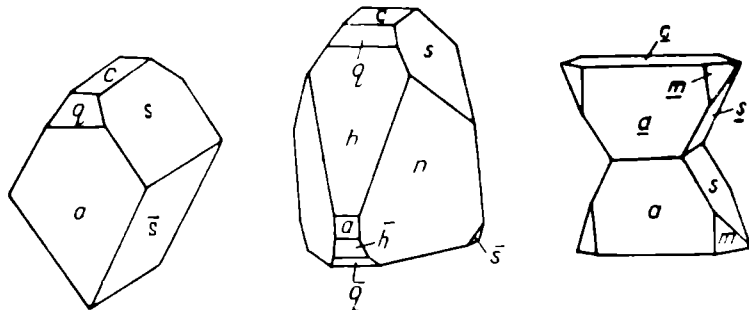


Fig. 137. Cristale de struvit: c(001); a(100); m(110); s(011); q(102); n(130); h(101).

**Proprietăți optice.** Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,495$ ,  $\beta=1,496$ ,  $\gamma=1,504$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma}=37^{\circ}22'$ .

**Ocurență.** Apare în urma reacției dintre magneziu și amoniu în soluțiile fosfatate; în depozite de guano, prin descompunerea materiei organice, sub sau fără acțiunea bacteriilor. Este întâlnit la Hamburg (R. F. Germania), la Liim Fjord (Danemarca), iar în sedimente organice, în guano la Saldanha Bay, Ballarat, Victoria (Australia) și în insula Reunion.

## 2. TIPUL $AB_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$

### DICKINSONIT $H_2 Na_6(Mn, Fe, Ca)_{14}(PO_4)_{12} \cdot H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,6784 : 1 : 2,4814$ ;  $\beta = 105^{\circ}41'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=16,51$ ;  $b_0=10,05$ ,  $c_0=24,78 \text{ \AA}$ ; conține  $Na_{24}(Mn, Fe)_{56}H_8(PO_4)_{48} \cdot 4 H_2O$ .  $Z=12$ .

**Habitus:** tabular (001), aspect pseudoromboedric, agregate foioase, aspect micaceu, lamelar, radiar. Forme principale: c(001), b(010), m(110), d(102), g(302), j(401), p(111), P( $\bar{1}11$ ), E(304), F( $\bar{1}01$ ), D( $\bar{1}02$ ). H(201). **Clivaj:** (001) perfect, micaceu. **Spărtură:** neregulată.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=3,41$ . **Luciu:** sticlos, sidelos pe (001). **Culoare:** oliv, verde-oliv, verde gras, uncori galben-verzui, brun, verde. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.** Ușor colorat în verde; pleocroic:  $\alpha$ =verde-oliv,  $\beta$ =verde-oliv-pal,  $\gamma$ =verde-gălbui-pal;  $\alpha=b$ ,  $\beta \wedge c \approx 15^{\circ}$ .

**Chimism.** Fosfat hidratat acid de sodiu și mangan bivalent, cu formulă complexă:  $Na_6(Mn, Fe, Ca, Mg)_{14}H_2(PO_4)_{12} \cdot H_2O$ . Fe, bivalent, Ca și Mg substituie  $Mn^{2+}$ , raportul fiind  $Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 1,17 : 4,86 : 12,7$ , după cum sodiul poate fi înlocuit prin K sau Li.

**Ocurență.** Se găsește în pegmatite la Branchville (Connecticut, S.U.A.), asociat triploiditului, litiofili-

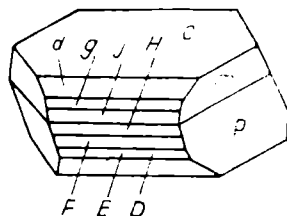


Fig. 138. Cristal de dickinsonit: d(102); g(302); j(401); c(001); P( $\bar{1}11$ ); H(201); F( $\bar{1}01$ ); E(304); D( $\bar{1}02$ ).

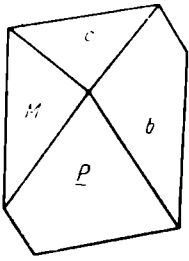
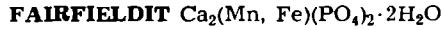


Fig. 139. Cristal de fairfieldit: c(001); b(010); M(1 $\bar{1}$ 0); P(1 $\bar{1}$ 1).

tului, rodocrozitului, fairfielditului. În pegmatite mai apare în Polonia avînd aceeași asociație ca la Branchville.

### A. Grupa fairfielditului



*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8791 : 1 : 0,8331$ ;  $\alpha = 102^\circ 05'$ ;  $\beta = 108^\circ 42\frac{1}{2}'$ ;  $\gamma = 90^\circ 05'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,77$ ;  $b_0 = 6,56$ ;  $c_0 = 5,47$  Å; conține  $\text{Ca}_2(\text{Mn, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 1$ .

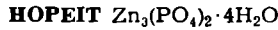
*Habitus:* prismatic, frecvent lamelar, agregate foioase, fibroase, mase radiare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), M(1 $\bar{1}$ 0), P(1 $\bar{1}$ 1). *Clivaj:* (001) perfect, (010) bun, (1 $\bar{1}$ 0) slab. *Spărtură:* neregulată.  $H = 3\frac{1}{2}$ .  $G = 3,08$ . *Luciu:*

sidefos (001), semiadamantin. *Culoare:* alb-verzui, galben-albicios, galben-închis. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* Incolor; indicii de refracție:  $\alpha = 1,640$ ;  $\beta = 1,650$ ;  $\gamma = 1,660$ ;  $2V_\gamma = 86^\circ$ .

*Ocurență.* A fost determinat la Branchville (Connecticut) în pegmatite, asociat eosforitului, triploiditului, dickinsonitului, reddingitului, fillowitului, litiofilitului; de asemenea în pegmatite în Bavaria.

### B. Seria reddingitului



*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,5761 : 1 : 0,2741$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 18,36$ ;  $b_0 = 5,04$ ;  $c_0 = 10,64$  Å; conține  $\text{Zn}_{12}(\text{PO}_4)_8 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* tabular (010), prismatic [001], agregate fine sau cruste cristaline. Forme principale: c(001), b(010), a(100), s(230), m(110), u(011), e(031), f(101),

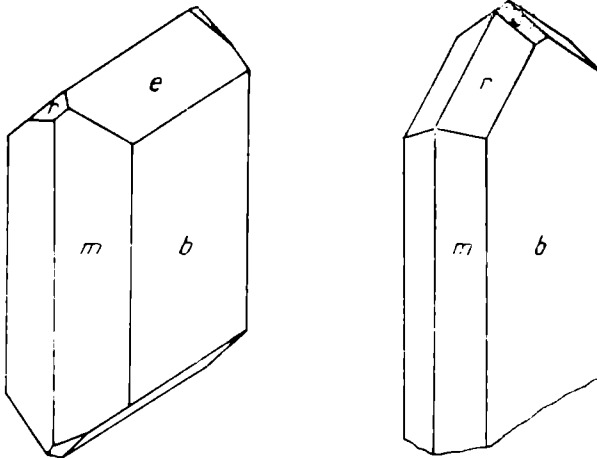


Fig. 140. Cristale de hopeit: r(131); m(110); b(010); e(031).



$g(201)$ ,  $t(111)$ ,  $r(131)$ ,  $\alpha(141)$ ,  $v(211)$ ,  $y(190)$ ,  $x(290)$ ,  $n(130)$ . *Macle*: nu se observă. *Clivaj*: (010) perfect, (100) bun, (001) slab. *Spărtură*: neregulată.  $H=3\frac{1}{2}$ ,  $G=3,05$ . *Luciu*: sticlos, pe (010) sidefos. *Culoare*: cenușiu-albicios, galben-pal. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. Incolor; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,589$ ,  $\beta=1,598$ ,  $\gamma=1,599$ ; biax negativ,  $2V_\alpha=37^\circ$ .

*Ocurență*. Apare în zăcămintele de zinc în M. Harz și în Belgia.

### C. Grupa vivianitului

#### VIVIANIT $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,750 : 1 : 0,351$ ;  $\beta = 104^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,08$ ;  $b_0=13,43$ ;  $c_0=4,70$  Å; conține  $Fe_6(PO_4)_4 \cdot 16 H_2O$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: frecvent prismatic [001], tabular (010), mai rar (100), uneori tabular și după (010). Grupări stelare, globule, mase tabulare, mase concreționare, structuri fibroase, mase pămîtoase, pulverulente. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $y(310)$ ,  $e(021)$ ,  $o(\bar{2}03)$ ,  $w(201)$ ,  $z(111)$ ,  $x(221)$ ,  $v(\bar{2}21)$ ,  $h(250)$ ,  $g(011)$ ,  $f(043)$ ,  $k(101)$ ,  $n(201)$ ,  $r(\bar{1}11)$ . Mase reniforme. *Macle*: (010), uneori (304). *Clivaj*: (010) perfect, în urme ( $\bar{1}06$ ) și (100). *Lamele* (010) flexibile. *Spărtură*: fibroasă, aproape perpendiculară pe [001].  $H=1\frac{1}{2}-2$ .  $G=2,68$ . *Luciu*: sticlos pe (010), mat la masele pămîtoase. *Culoare*: incolor în suprafețe proaspete, albastrii-pal, verde-albastrii; datorită deseori proceselor de oxidare apar varietăți verde-albastrii-închis, albastru-indigo sau negru-albastrii. *Urmă*: în pulbere incoloră, albastrie, albă, albastru-închis sau brună.

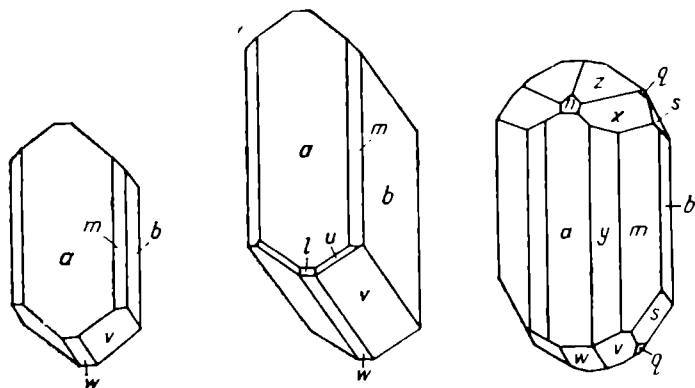


Fig. 141. Cristale de vivianit:  $a(100)$ ;  $m(110)$ ;  $w(\bar{2}01)$ ;  $z(111)$ ;  $x(221)$ ;  $b(010)$ ;  $v(\bar{2}21)$ ;  $l(801)$ ;  $n(201)$ ;  $y(310)$ .

*Proprietăți optice*. Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c = 28^\circ$ ; biax pozitiv.

Pe măsură ce procesul de alterare avansează indicii de refracție cresc, birefringența descrește și pleocroismul devine mai puternic.

Proprietăți optice

		Rodna Veche	Leadville (Colorado)
$\alpha$ $\beta$ $\gamma$ $2\gamma$		1,5816 1,6042 1,6365 80°56'	1,616 1,656 1,675 63 1/2°
Pleocroism	$\alpha$ $\beta$ $\gamma$	albastru-închis verde-albăstrui-pal galben-pal, verde	indigo verde-gălbui galben-oliv

*Chimism.* Fosfat de fier hidratat:  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$ . Conține puțin  $Mn^{2+}$ ,  $Mg$  și  $Ca$ , care substituie  $Fe^{2+}$ , raportul fiind:  $Ca : Mn : Mg : Fe^{2+} = 1 : 4,1 : 5,6 : 5,4$ . Vivianitul conține și  $Fe^{3+}$  de regulă provenit în urma procesului de oxidare suferit de mineral. În funcție de aceste transformări variază și proprietățile optice. Prin oxidare apa este convertită în  $OH^-$  și  $H^+$ .

Tabelul 187

Analize chimice

	1	2	3	4
CaO	—	0,48	0,85	0,02
MgO	—	1,92	0,57	—
MnO	—	2,01	—	0,25
FeO	42,96	39,12	37,20	32,64
$Fe_2O_3$	—	—	4,27	9,43
$P_2O_5$	28,31	27,01	27,25	29,99
$H_2O$	28,73	28,75	27,55	27,70
Rez.	—	—	1,73	0,12
<b>Total</b>	100,00	99,29	99,42	100,15

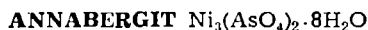
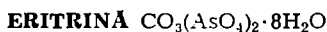
1 —  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$ . 2 — Peninsula Taman (U.R.S.S.) (paravivianit). 3 — Adamov (Moravia);  $H_2O^+ = 13,18$ ,  $H_2O^- = 14,37$ , rez. insol. = 1,42,  $Al_2O_3 = 0,31$ . 4 — Plant City (Florida); verde-pal,  $SiO_2 = 0,12$ ,  $TiO_2$ -urme,  $H_2O^+ = 15,84$ ,  $H_2O^- = 11,86$ .

*Ocurență.* Se formează prin procese exogene într-un mediu reducător, fosforul provenind deseori din resturile organice. De obicei este răspândit în zăcăminte sedimentare de minereuri de fier, bogate în fosfor și în turbării, dezvoltându-se în aceste cazuri ca varietate pămîntoasă, însoțind sideroza și alte minerale feroase.

În România apare în mineralizații pirometasomatice legate de magmatismul banatic (Dognecea, Ocna de Fier), în mineralizații hidrotermale legate

de magmatismul neogen (Herja, Rodna, Deva, Săcărîmb, Zlatna, Almaşu Mare, Roşia Montană, Muşca) și în concrețiuni din roci sedimentare (Avrig, Sibiu, Sarmisegetuza, Rusca-Montană).

Se mai întâlnește în Anglia, la St. Agnes (Cornwall), în filonase cu pirotină, apoi în Franța, în Bavaria (prin alterarea trifilitului din pegmatite) și în Boemia. În formațiuni cu sideroză apare în zona golfului Mecklenburg; la Drenthe (Olanda). În U.R.S.S. se găsește în peninsulele Taman și Kerç. Sub formă de cristale mari de 10 cm se întâlnește la Llallagua (Bolivia); la Shimotsuke (Japonia); pe râul Wannan, Victoria (Australia). În S.U.A. se găsește la Allentown și Shrewsbury (Moumouth County), la Mullica Rill (Gloucester County) în New Jersey. Varietatea verde apare la Middletown (New Castle County, Delaware). La Plant City (Florida) se află în roci cu fosfați. Mai apare la Leadville (Colorado), la Clearwater County (Idaho), în Yuba County, Burney, Shasta County (California). În Canada apare la Côte St. Charles, Vaudreuil County, Quebec.



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* eritrină:  $a : b : c = 0,762 : 1 : 0,355$ ;  $\beta = 105^\circ 02'$ ; annabergit:  $a : b : c = 0,761 : 1 : 0,354$ ;  $\beta = 104^\circ 45'$ .

*Dimensiunea celulei elementare;* eritrină:  $a_0 = 10,20$ ;  $b_0 = 13,37$ ;  $c_0 = 4,74 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ ; annabergit:  $a_0 = 10,122$ ;  $b_0 = 13,284$ ;  $c_0 = 4,70$ .

*Conținutul celulei elementare:* (eritrină și annabergit)  $(\text{Co, Ni})_6(\text{AsO}_4)_4 \cdot 16 \text{ H}_2\text{O} \cdot Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice, aciculare (001), tabulare (010). Cristalele de annabergit sînt deseori fibroase sau chiar sub formă de mase pămîntoase. Eritrina prezintă cristale prismatice scurte și de asemenea, frecvent, apare în mase pămîntoase. Agregate granulare, columnare, cruste cristaline cu structuri fibroase, mase reniforme.

Tabelul 188

**Forme principale**

Annabergit			Eritrină		
c(001), m(110), p(221),	b(010), w(201), v(221)	a(100), r(111)	b(010), m(110), o(203), v(221)	a(100), s(320), w(201)	l(340), g(301), p(221)

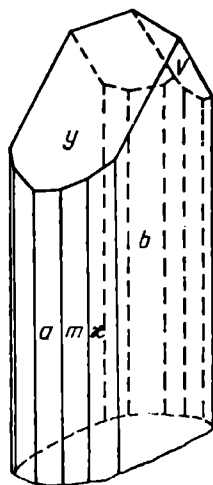


Fig. 142. Cristal de eritrină: b(010); m(110); a(100); v(221).

*Clivaj:* (010) perfect, (100) și (102) slab. Lamele subțiri (010), flexibile.  $H=1^{1/2}-2^{1/2}$ .  $G=3,06$  (eritrină) și  $3,07$  (annabergit). *Luciu:* aproape adamanțin, sedefos (010), mat pentru varietățile pămîntoase. *Culoare:* eritrina este un mineral roșu de singe, roșu-roz; cu cît conține mai mult nichel devine roz-pal, roz-gălbui (Co : Ni=1 : 1), iar annabergitul este alb sau cenușiu, verde-pal, verde. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă sînt slab colorate, biaxe pozitive, uneori negative.

Tabelul 189

**Proprietăți optice**

		Eritrină	Eritrină (Schneeberg)	Eritrină (Mont Chemin)	Annabergit	Pleocroism
$\alpha=b$	$\alpha$	1,626	1,629	1,622	1,622	roz-pal violet-pal roșu, roz-închis
	$\beta$	1,661	1,663	1,660	1,658	
$\gamma \wedge c$	$\gamma$	1,699	1,701	>1,681	1,687	
		+31°	+30°	31 1/2°	+36°	
	$2V_\gamma$	±90°	relativ mare	—	84°	

*Chimism.* Arseniați de cobalt și nichel hidratați:  $(Co, Ni)_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$ . Ni și Co se pot substitui în limite largi determinînd o serie continuă. Denumirile de eritrină și annabergit se dau termenilor care au  $Co > Ni$ , respectiv  $Ni > Co$ . Prezente sînt și Ca, Zn,  $Fe^{2+}$ , uneori Mg, care substituie (Co, Ni), iar gruparea anionică  $(AsO_4)^{3-}$  poate fi substituită prin  $(PO_4)^{3-}$ .

Tabelul 190

**Analize chimice**

	1	2	3	4	5
MgO	—	—	—	6,16	—
FeO	—	4,01	1,49	1,10	—
ZnO	—	—	—	—	—
CoO	37,54	33,42	34,11	urme	—
NiO	—	—	0,52	26,97	37,46
$As_2O_5$	38,39	38,30	37,86	40,45	38,44
$H_2O$	24,07	24,08	24,19	25,26	24,10
Rez.	—	—	2,17	—	—
Total	100,00	99,81	100,34	99,94	100,00

1 --  $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$ . 2 — Eritrină; Rappold, Schneeberg (R. D. Germană). 3 — Eritrină; O'Brien, Cobalt (Ontario). 4 — Annabergit; Laurium (Grecia). 5 —  $Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$ .

*Ocurență.* Eritrina și annabergitul sînt minerale secundare întilnite în zonele de oxidații ale zăcămintelor de nichel și cobalt. Se asociază symplectivului, morenositului, malachitului, adamitului, scoroditului.

*Eritrina* a fost determinată în minele de la Schneeberg (Saxonia), Saalfeld și Glücksbrum (Thuringia) din R. D. Germană; la Wittichen (M. Pădurea Neagră) și Riechelsdorf în R. F. Germania; la Ioachimov și Pfibram

în R. S. Cehoslovacă; la Schladming (Styria) și Leogang (Salzburg) în Austria; la Turtmannthal în Elveția. Varietăți pămîntoase sînt în Allemont (Isère) și Markkirch în Franța; la Tunaberg în Suedia; în diverse localități în Cornwall și la Alston Moor în Anglia; la Veta Rica în Chile; în S.U.A. în statele Nevada, Arizona, New Mexico și California; în Canada în zona Cobalt, Ontario.

În România apare ca mineral supergen format în zona de oxidare a unor zăcămintele metalifere metamorfice. Eritrina se întilnește și la Bădeni, Muncelu Mic, precum și în provincia magmatică banatică (Oravița, Ciclova Română) și neogenă (Băiuț, Săcărimb).

*Annabergitul* se formează similar eritrinei. Apare la Annaberg, Schneeberg (Saxonia), la Mohrunge, lângă Sangerhausen, în M. Harz (R. D. Germană); la Riechelsdorf (Hessen, R. F. Germania); la Leogang (Austria); în mina Arburese Gonnofanadiga (Sardinia); la Laurium (Grecia); în Sierra Cabrera în provincia Almeria (Spania). În S.U.A. se găsește la Silver Cliff, Custer County, Colorado și la Cottonwoos Canyon, Humboldt County, Nevada, iar în Canada la Gowganda și Cobalt.

#### SYMPLESIT $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,8320 : 1 : 0,5027$ ;  $\alpha = 99^\circ 55'$ ,  $\beta = 97^\circ 22\frac{1}{2}'$ ,  $\gamma = 105^\circ 57\frac{1}{2}'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,87$ ;  $b_0 = 9,41$ ;  $c_0 = 4,72$  Å; conține  $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 1$ .

*Habitus:* agregate sferice, cruste fibroase, cu structuri radiare, uneori în cristale alungite [001] sau tabulare ( $1\bar{1}0$ ). Forme principale:  $c(001)$ ,  $m(110)$ ,  $Q(9\bar{1}0)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $r(1\bar{1}3)$ . *Macle:* ( $1\bar{1}0$ ). *Clivaj:* ( $1\bar{1}0$ ) perfect. *Spărtură:* neregulată.  $H \sim 2\frac{1}{2}$ .  $G = 3,01$ . *Luciu:* sticlos, sidefos (pe suprafețele de clivaj). *Culoare:* verde-închis, verde, negru-verzui, indigo-albăstrui; indeosebi pentru varietățile oxidate. *Urmă:* alb-albăstruic.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha \perp (1\bar{1}0)$ ,  $\gamma \wedge c = 31\frac{1}{2}^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,635$ ,  $\beta = 1,668$ ,  $\gamma = 1,702$ ; pleocroic:  $\alpha =$  albastru-închis,  $\beta =$  aproape incolor,  $\gamma =$  gălbui; biax negativ,  $2V_\alpha = 86\frac{1}{2}^\circ$ .

*Ocurență.* Este un mineral secundar, asociat farmacosideritului, scoroditului, eritrinei, annabergitului, limonitului. A fost determinat la Lobenstein și Saubach (în Vogtland) și la Neustädtel, lângă Schneeberg, Saxonia. Se găsește la Pisek (Boemia, Cehoslovacia), la Huttenberg (Carinthia, Austria); la Pizzo Cipolla (Italia), la lacul Tagish (Yukon, Canada).

În România apare sub formă de agregate fibroase, radiare, de culoare verzuie, la Baia Sprie (filon hidrotermal polimetalic, legat de magmatismul neogen).

#### HÖRNESIT $\text{Mg}_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

*Sistem de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,7680 : 1 : 0,3591$ ;  $\beta = 104^\circ 25'$ .

*Habitus:* prismatic [001], tabular (010), mase columnare, agregate foioase radiare. Forme principale:  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $i(450)$ ,  $n(201)$ ,  $w(201)$ ,  $v(221)$ . *Clivaj:* (010) perfect, (100) slab, lamele flexibile.  $H = 1$ .  $G = 2,73$ . *Luciu:* sidefos, pe suprafața de clivaj. *Culoare:* albă.

**Proprietăți optice.** Incolor; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\gamma \wedge c=31^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,563$ ,  $\beta=1,571$ ,  $\gamma=1,596$ ; biax pozitiv,  $2V_\gamma=60^\circ$ .

**Ocurență.** Mineral descris pentru prima dată în România apare rar în zăcămintele pirometasomatice din provincia banatică (Oravița, Ciclova Română) și în filoane hidrotermale legate de magmatismul neogen (Săcărimb). Apare în Cehoslovacia la Ioachimov, iar în Italia la Fiano, lângă Neapole.

### 3. TIPUL $A(XO_4) \cdot xH_2O$

**VARISCIT**  $Al(PO_4) \cdot 2H_2O$

**STRENGIT**  $Fe(PO_4) \cdot 2H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:** variscit:  $a : b : c = 1,022 : 1 : 0,892$ ; strengit:  $a : b : c = 1,021 : 1 : 0,878$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** variscit:  $a_0=9,87$ ;  $b_0=9,57$ ;  $c_0=8,52$  Å.  $Z=8$ . strengit:  $a_0=10,08$ ;  $b_0=9,87$ ;  $c_0=8,67$  Å.  $Z=8$ .

Conțin în celula elementară  $(Al^{3+}, Fe^{3+})_8(PO_4)_8 \cdot 16 H_2O$ .

**Habitus:** variscitul apare foarte rar în cristale pseudooctaedrice (111); mase granulare, noduli, cruste cristaline. Cristalele de strengit sînt mai variate: habitus octaedric (111), tabular (001), prisme scurte (100) sau (010); prezintă aspecte sferoidale, foioase, mase fibroase radiare, cruste cristaline cu structuri caracteristice.

Tabelul 191

Forme principale

Variscit	Strengit
c(001), b(010), e(120), d(201), p(111), i(121) r(131), s(211)	c(001), b(010), a(100) d(120), m(110), r(101) h(201), e(012), p(011) p(111), s(121), i(211)

**Macle:** (201) foarte rare. **Clivaj:** (010) bun, (001) slab. **Spărtură:** neregulată, uneori concoidală.  $H=3^{1/2}$  pînă la  $4^{1/2}$  la variscit.  $G=2,57-2,61$  (variscit);  $2,87-2,90$  (strengit). **Luciu:** sticlos. **Culoare:** variscitul este verde-pal, verde de smarald, verde-albăstrui, incolor; strengitul este roșu-carmin, violet, uneori incolor. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă incolor sau verde-pal, roz; orientarea:  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,563$ ,  $\beta=1,588$ ,  $\gamma=1,591$  (pentru variscit),  $\alpha=1,707$ ,  $\beta=1,719$ ,  $\gamma=1,741$  (pentru strengit); biax negativ (variscit), biax pozitiv (strengit),  $(\pm) 2V$  — moderat.

**Chimism.** Fosfați de Al și Fe:  $(Al^{3+}, Fe^{3+})(PO_4) \cdot 2 H_2O$ .  $Al^{3+}$  și  $Fe^{3+}$  se substituie nelimitat. Termenul cu  $Al > Fe$  se numește *variscit*, iar termenul cu  $Fe > Al$ , *strengit*. La rîndul ei și gruparea anionică poate fi substituită prin  $(AsO_4)^{3-}$ , de regulă în cantități reduse; de fapt arseniații cu aceste elemente sînt izostructurali cu fosfații de  $Al^{3+}$  și  $Fe^{3+}$ .

## Analize chimice

	1	2	3		5	6	7	8
CaO	—	—	0,22	—	0,57	1,20	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,26	32,40	28,83	20,45	16,60	8,15	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,06	2,27	12,66	14,40	30,00	43,40	42,72
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,18	0,73	0,73	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44,94	44,73	41,98	42,19	43,20	36,29	38,24	38,00
H <sub>2</sub> O	22,80	22,68	25,98	22,05	24,00	21,60	18,89	19,28
Rez.	—	0,32	0,80	1,37	1,60	3,38	—	—
Total	100,00	100,37	100,81	100,35	100,37	100,62	100,53	100,00

1 — Al(PO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O. 2 — Variscit; Lucin (Utah), V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-urme. 3 — Variscit; Zeleznik (R. S. Cehoslovacă); Na<sub>2</sub>O=0,07, K<sub>2</sub>O=0,12, MgO=0,10, CuO=0,09, FeO=0,16, insol.=0,26. 4 — Fe-variscit; Ninghanboun Hills (Australia); Na<sub>2</sub>O-urme, K<sub>2</sub>O=0,96, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>O-urme, TiO<sub>2</sub>=0,21, FeO=0,20. 5 — Fe-variscit; Insula Redonda. 6 — Al-strengit; Manhattan (Nevada); MgO=1,36, FeO=0,90, insol.=1,12, H<sub>2</sub>O±=1,88. 7 — Strengit; Pleistein (Bavaria). 8 — Fe(PO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O.

**Ocurență.** Variscitul este produs de suprafață, întâlnit în cavitățile bre-ciilor, în roci aluminose. Se asociază cu wavellit, crandallit, metavariscit, apatit microcristalin, calcedonie, limonit. Termenul strengit, mineral tot de suprafață, produs prin alterarea fosfaților de fier, a trifilitului, apare în pegmatite, asociat și cu limonit, vivianit, metastrengit, dufrenit, apatit microcristalin.

**Variscitul** apare în R. D. Germană la Frankenberg, în Saxonia; în Austria la Brandberg, lângă Leoben, în Styria; în R. S. Cehoslovacă la Zeleznik, Třenice și Zajěcow; în R. Zair la Mura-Panda, provincia Shaba. În S.U.A. apare la Fairfield (Utah), ca noduli în sedimente de fosfați la Amatrice Hill, lângă Stockton, și la Lucin, în Box Elder County. De asemenea la Montgomery (Arkansas), la Moore's Mill (Pennsylvania) și în Nevada.

**Ferrivariscitul** apare în Antile în insulele Redonda, Gran Roque, Perle și la Ninghanboun Hills, în Australia de Vest.

**Strengitul** se găsește în Thuringia, în pegmatite în Bavaria, apoi la Mangualde și Beira în Portugalia; de asemenea la Kiruna în Suedia și la Přebram în R. S. Cehoslovacă. În S.U.A. apare lângă Midvale (Virginia), la Moore's Mill (Cumberland County), la mina Noblis Bearville (Pennsylvania) și la Pala (San Diego County, California).



**Sistemul de cristalizare:** rombic, 2/m 2/m 2/m.

**Relația axială:** a : b : c = 1,028 : 1 : 0,890.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub>=10,28; b<sub>0</sub>=10,00; c<sub>0</sub>=8,90 Å; conține (Fe, Al)<sub>8</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>8</sub>·16 H<sub>2</sub>O. Z=8.

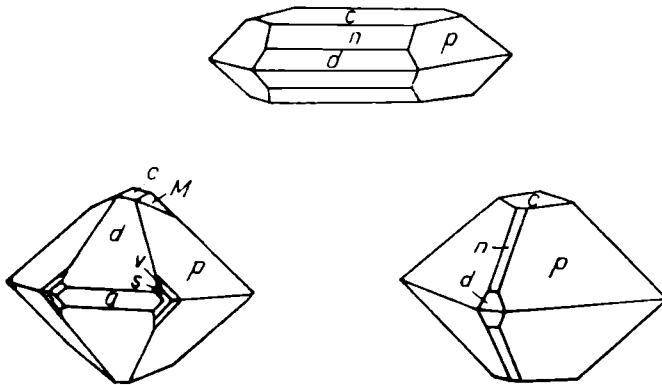


Fig. 143. Cristale de scorodit: c(001); n(101); d(201); p(111); M(320); s(211); a(100).

**Habitus:** frecvent cristale piramidale (111), tabulare (001), prismatice [010]. Agregate granulare, cruste cristaline cu cristale neregulate, mase foioase, pămîtoase, uneori structuri fibroase. Forme principale: c(001), b(010), a(100), e(120), m(110), M(012), h(011), o(021), n(101), d(201), p(111), i(121), s(211). **Clivaj:** (201) imperfect, (001) și (100) urme. **Spărtură:** semiconcoidală.  $H=3\frac{1}{2}-4$ .  $G=3,28$  (scorodit); 3,03 (mansfieldit). **Luciu:** pentru scorodit sticlos, semiadamantin și subrășinos. **Culoare:** scorodit: verde-închis, verde-cenușiu, brun, aproape incolor pentru unele varietăți sau albastru, violet, galben, materialul pămîtos verde-pal, cenușiu-pal, verde-brun; mansfieldit: alb, cenușiu-pal.

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă incolor sau colorate în verde, verde-brun;  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ ; pleocroic (scoroditul); biax pozitiv.

Tabelul 193

#### Proprietăți optice

	Scorodit (Durango)	Aluminiu scorodit (Oregon)	Mansfieldit (Oregon)	Fosfoscorodit (Idaho)	Scorodit (Japonia)	Scorodit (Cornwall)
$\alpha$	1,784	1,741	1,622	1,738	1,771 (Na)	1,810
$\beta$	1,795	1,744	1,624	1,742	1,805	1,880
$\gamma$	1,814	1,768	1,642	1,765	1,820	1,925
$2V_{\gamma}$	$\sim 75^{\circ}$	$\sim 40^{\circ}$	$\sim 30^{\circ}$	mediu	—	$\sim 90^{\circ}$

**Chimism.** Arseniați hidratați de fier și aluminiu:  $(Fe, Al)(AsO_4) \cdot 2 H_2O$ . Fe și Al se substituie continuu, dînd serii complete. La termenul scorodit  $Fe > Al$ , iar la termenul mansfieldit  $Al > Fe$ . De asemenea frecvent  $(AsO_4)^{3-}$  este substituit prin  $(PO_4)^{3-}$ , raportul fiind  $P : As = 1 : 5.7$ . Scoroditul pierde apa între  $220^{\circ}$  și  $250^{\circ}$ .

**Ocurență.** Scoroditul este un mineral secundar caracteristic îndeosebi regiunilor cu climat tropical, în zonele de oxidare ale zăcămintelor cu minerale de arsen. Se asociază cu farmacosiderit, beudantit, vivianit, limonit, gips, calcedonie, cuarț, minerale argiloase. Rar apare ca mineral hidrotermal



primar. A fost determinat în R. F. Germania în landul Hessen, în R. D. Germană la Saubach, la Graul. lângă Schwartzenberg, Saxonia. În Austria apare la Lölling (Carinthia); în U.R.S.S. în Transbaicalia; în Franța la Vaulry și la Limoges; în Anglia la Morbihan; în Algeria la Djebel Debar, Constantin; în Grecia la Laurium; în Anglia la St. Stephens, în Cornwall; în Brazilia lângă Ouro Preto, Minas Geraes; în Japonia la Kiura Bungo; în S.U.A. la Carmel (New York), la Gold Hill (Utah), la Tintic (Utah), la Monte Cristo (Washington), la Black Pine (Idaho).

## V. FOSFAȚI, ARSENIATĂI, VANADAȚI ANHIDRI CU HIDROXIL SAU HALOGEN

### 1. TIPUL $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$

#### PSEUDOMALACHIT $Cu_{10}(PO_4)_2(OH)_1 \cdot H_2O?$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 2,9634 : 1 : 0,7787$ ;  $\beta = 91^\circ 01'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 17,06$ ,  $b_0 = 5,76$ ,  $c_0 = 4,49$  Å; conține  $Cu_{10}(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 2 H_2O$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001], dispuse subparalel în agregate, mase reniforme, butoiașe, mase fibroase radiare, structuri concentrice, uneori fibre alungite [010], mase foioase, dense, microcristaline, mase colonorfe. Forme principale: c(001), b(010), a(100), m(110), n(540), l(430), q(101), t(201), z(301), f(332), h(432). *Macle:* (100). *Clivaj:* (010) bun. *Spărtură:* așchioasă.  $H = 4\frac{1}{2} - 5$ .  $G = 4,35$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* negru, verde-smarald, verde-închis, verde-negricios; materialul fibros verde-albăstrui.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă este verde, verde-albăstrui; orientarea:  $\gamma = b$ ; biax negativ, uneori pozitiv.

Tabelul 194

#### Proprietăți optice

	Virneberg ?	Rheinbreitbach	Portugalia	Pleocroism
$\alpha$	1,80	1,789	1,719	verde-albăstrui, verde-pal verde-gălbui verde-albăstrui-închis
$\beta$	1,86	1,835	1,763	
$\gamma$	1,88	1,845	1,805	
$2V_a$	$46^\circ$	$\sim 50^\circ$	$\sim 90^\circ$	
$\alpha \wedge c$	$23^\circ$	$21^\circ$	$22^\circ$	

*Ocurență.* Este mineral secundar, asociat malachitului, crisocolului, tenoritului, pyromorfitului, calcedoniei, limonitului, aflat în zonele de oxidare a zăcămintelor de cupru.

În R. S. România apare ca mineral supergen la Băița — Bihor, în zăcămintele pirometasomatice hidrotermale cu sulfuri, legate de magmatismul banatitic.

Se găsește în Austria la Ehl, lângă Linz; în R. F. Germania; în R. D. Germană în Thuringia; în R. S. Cehoslovacă; în U.R.S.S. în Munții Ural și la Nijni Taghil; în Marea Britanie în Cornwall; în Belgia la Viel-Salm; în Franța în departamentul Tarn; în Rep. Zair în provincia Shaba la Mindouli; în Australia de Vest la Collier Bay; în S.U.A. în statele Pennsylvania, Carolina de Nord și Montana.

## 2. TIPUL $AB(XO_4)_2Z_q$

### PIROBELONIT $MnPb(VO_4)(OH)$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,802 : 1 : 0,644$ .

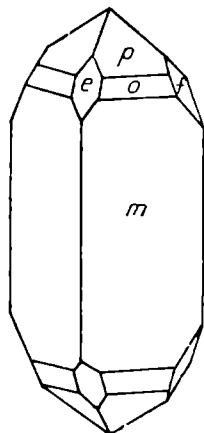


Fig. 144. Cristal de pirobelonit: e(201); m(110); o(221); p(111); f(031).

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,84$ ;  $b_0 = 9,15$ ;  $c_0 = 6,09$  Å; conține  $Mn_4Pb_4(VO_4)_4(OH)_4$ ; izostructural desclowitz-mottramit.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristalin acicular [001]. Forme principale: c(001), a(100), n(120), m(110), d(011), f(031), e(201), p(111), o(221). *Clivaj:* nu se observă. *Spărtură:* conchoidală.  $H = 3\frac{1}{2}$ .  $G = 5,377$ . *Culoare:* roșu, seamănă cu proustitul. *Luciu:* adamantin. *Urmă:* galben-oranj, roșie.

*Proprietăți optice.* Pleocroic, în tonuri de brun-roșcat; orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 2,32$ ,  $\beta = 2,36$ ,  $\gamma = 2,37$ ; biax negativ,  $2V_\alpha = 29^\circ$ .

*Chimism.* Vanadat bazic de mangan și plumb, unde Mn : Pb ~ 5 : 3. Pozițiile Pb pot fi substituie prin Mn. Formula teoretică este:  $Mn(Pb, Mn)(VO_4)(OH)$ .

*Ocurență.* Asociat hausmanitului, manganitului, baritinei, calcitului, a fost determinat la Långbau (Suedia).

### AMBLIGONIT $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$

### MONTEBRASIT $(Li, Na)Al(PO_4)(OH, F)$

### NATROMONTEBRASIT $(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,733 : 1 : 0,763$ ;  $\alpha = 108^\circ 51'$ ;  $\beta = 97^\circ 48'$ ;  $\gamma = 106^\circ 26'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,19$ ;  $b_0 = 7,12$ ;  $c_0 = 5,04$  Å; conține în celula elementară  $Li_2Al_2(PO_4)_2(OH, F)_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* prisme scurte [010], în general sub formă de fragmente larg dezvoltate, fără forme cristalografice; mase columnare, compacte. Forme principale: c(001), b(010), a(100), w(110), q(021), d(0 $\bar{1}$ 1), u(0 $\bar{2}$ 1), r(111), t( $\bar{1}$ 11), v(332), x(231), o(011). *Macles:* ( $\bar{1}\bar{1}$ 1), comune, planul de macle ( $\bar{1}\bar{1}$ 1), uneori (011), mai rar (111), lamelar. *Clivaj:* (100) perfect, (110) bun, (0 $\bar{1}$ 1) slab, (001) imperfect. *Spărtură:* neregulată sau semiconchoidală.  $H = 5\frac{1}{2} - 6$ .

$G=3,11$ . *Luciu*: sticlos sau gras, sidefos (pe suprafețele de clivaj). *Culoare*: frecvent albe, albe-lăptos, albe-crem; uneori gălbui, roz, verzui, albastrui-cenușii, rar incolore.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolore (tab. 195).

Tabelul 195

**Proprietăți optice**

	Ambignonit (Na) Chursdorf	Ambignonit (Na) Ulö (Suedia)	Montebrasit (Na) Karibib (Namibia)	Montebrasit (Na) Kimito	Natromontebrasit Colorado
$\alpha$	1,5783	1,5910	1,594	1,611	1,594
$\beta$	—	1,6046	1,608	1,619	1,603
$\gamma$	1,5983	1,6125	1,616	1,633	1,615
$2V\gamma$	—	—	75°	73°22'	mare

*Chimism*. Fosfat bazic de aluminiu, litiu și sodiu:  $(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$ . Unii presupun și prezența apei  $(Li, Na)_4Al_4(PO_4)_4(F, OH)_4 \cdot H_2O$ . Sodiul și litiul se substituie constituind o serie continuă, același tip de substituie existind și între  $OH^-$  și  $F^-$ .

Tabelul 196

**Analize chimice**

	1	2	3	4	5	6	7
Li <sub>2</sub> O	10,10	9,60	8,97	9,65	8,80	10,24	—
Na <sub>2</sub> O	—	0,59	2,04	0,43	1,41	—	19,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,46	37,60	33,55	35,19	35,80	34,94	31,47
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48,00	46,85	48,24	47,54	46,70	48,65	43,83
F	12,85	10,40	11,26	5,40	2,27	—	—
H <sub>2</sub> O	—	0,14	1,75	3,30	4,54	6,17	5,56
Rez.	—	—	0,13	0,43	0,48	—	—
Total	105,41	105,18	105,94	101,94	100,00	100,00	100,00
F=0	5,41	4,38	4,47	2,27	—	—	—
Total	100,00	100,80	101,20	99,67	100,00	100,00	100,00

1 — LiAl(PO<sub>4</sub>)F. 2 — Ambignonit; Montebras (Franța); 3 — Ambignonit; Penig (Saxonia); rez. Mn<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 4 — Montebrasit; Karibib (Namibia); K<sub>2</sub>O=0,10, MgO=0,33, H<sub>2</sub>O inclusiv H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>=0,04. 5 — Montebrasit; Mogi das Cruzes (Brazilia); rez. SiO<sub>2</sub>. 6 — LiAl(PO<sub>4</sub>)(OH). 7 — NaAl(PO<sub>4</sub>)(OH).

*Ocurență.* Termenii din această serie se întâlnesc în pegmatite granitice îndeosebi în cele bogate în fosfați; principalele minerale cu care se asociază sînt spodumenul, litiofilitul, trifilitul, apatitul, lepidolitul, petalitul, pollucitul, turmalina. Uneori se găsesc în greisene, alături de casiterit și mice de temperaturi ridicate. Sînt întâlniți la Arnsdorf, lângă Penig, cu casiterit, la Geyer, Saxonia (R. D. Germană).

*Natromontebrasitul* se găsește la Jeclov lângă Jihlava (Moravia, R. S. Cehoslovacă), apoi la San Piero (Elba), la Caceres (Spania).

Termenul *montebrasit* apare în Franța la Montebras; în Suedia la Utö, lângă Stockholm, și în pegmatitele de la Varuträsk. Montebrasitul și ambligonitul se găsesc în pegmatitele de la Karibib (Namibia) și de la Mogi das Cruzes (Brazilia). În Australia apar la Ravensthorpe și Ubini; în S.U.A. la Black-Hills (Dakota de Sud), la mina Bob Ingersoll, lângă Keystone, la mina Giant-Volney, lângă Tinton. În pegmatite apar în S.U.A. în statele Colorado, California, New Mexico, Arizona, iar în Canada la Yellowknife-Beaulieu.

### 3. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q$

#### A. Grupa triploiditului

**TRIPLOIDIT**  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)(OH)$

**WOLFEIT**  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)(OH)$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9286 : 1 : 0,7463$ .  $\beta = 108^\circ 14'$  (triploidit) și  $\beta = 108^\circ 18'$  (wolfeit).

*Dimensiunea celulei elementare:* variază în funcție de raportul Fe : Mn (tab. 197).

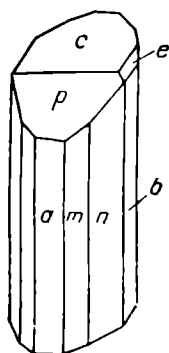


Fig. 145. Cristal de wolfeit: c(001);  $p(\bar{2}21)$ ; b(010); a(100); m(110); n(120); e(021).

Dimensiunea celulei elementare (Å)

Tablul 197

	Triploidit (Branchville)	Wolfeit (Palermo)
Fe : Mn	1 : 3,30	3,39 : 1
$a_0$	12,26	12,20
$b_0$	13,38	13,17
$c_0$	9,90	9,79
$\beta$	$108^\circ 04'$	$108^\circ 00'$

Celula conține  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_{32}(PO_4)_{16}(OH)_{16}$ .

*Habitus:* cristale prismatice [001], în aceeași zonă striatiuni verticale. Uneori cu aspecte fibroase dispuse paralel sau agregate lamelare, mai rar

mase granulare. Forme principale: c(001), b(010), a(100), n(120), m(110), e(021), p(221). *Clivaj*: (010) bun, (120), (010) slab, (110) foarte slab. *Spărtură*: neregulată sau semiconcoidală.  $H=4^{1/2}-5$ .  $G=3,66$  (termenii cu  $>Mn$ ) și 3,83 (termenii cu  $>Fe$ ). *Luciu*: sticios, gras sau adamantin. *Culoare*: roz, gălbui, brun-gălbui, brun, la termenii cu mangan și brun-roșcat, brun-negru, verde-negru, la termenii cu mult fier. *Urmă*: aproape albă.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă sînt roz-pal, brun-pal; biax pozitiv.

Tabelul 198

### Proprietăți optice

		Triplodit (Branchville)	Wolfleit (Palermo)
Fe : Mn		1 : 3,30	3,39 : 1
$\alpha = b$ $\alpha \wedge c \sim +4^\circ$	$\alpha$	1,725	1,741
	$\beta$	1,723	1,742
	$\gamma$	1,730	1,746

*Chimism*. Fosfat bazic de fier și mangan bivalent:  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2PO_4(OH)$ .  $Mn^{2+}$  și  $Fe^{2+}$  se substituie în limite largi; există termeni cu rapoartele  $Fe : Mn = 1 : 3,30$  și  $Fe : Mn = 3,39 : 1$ .

Denumirile *triplodit* și *wolfleit* sînt determinate de proporția  $Mn > Fe$  și respectiv  $Fe > Mn$ .  $Mg^{2+}$  și  $Ca^{2+}$  pot substitui pozițiile specifice cationilor ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ) și se întîlnesc în rapoartele  $Mg : (Fe^{2+}, Mn^{2+}) = 1 : 6,92$  și respectiv  $Ca : (Fe^{2+}, Mn^{2+}) = 1 : 22,9$ .

*Ocurență*. Se întîlnesc în pegmatite granitice, asociate triplitolui, litiofilitului, trifilitului, deseori ca produse de alterare hidrotermală. Au fost determinate la Branchville (Connecticut, S.U.A.), în Moravia (Cehoslovacia), în pegmatite la Palermo (Italia), lângă North Groton (New Hampshire, S.U.A.), la Skruppetorp (Suedia) și în Bavaria (R. F. Germania).

## B. Grupa olivenitului

### OLIVENIT $Cu_2(AsO_4)(OH)$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,05 : 1 : 0,72$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 8,16$ ;  $b_0 = 8,54$ ;  $c_0 = 5,86$  Å; celula conține  $Cu_8(AsO_4)_4(OH)_4$ .  $Z = 4$ .

*Habitus*: cristale alungite [100], prisme scurte sau dezvoltate acicular [001], uneori cristale tabulare (011), (100) sau (001). Mase reniforme, structuri fibroase, paralele sau în rozetă, cristale lamelare cu muchii curbate, mase

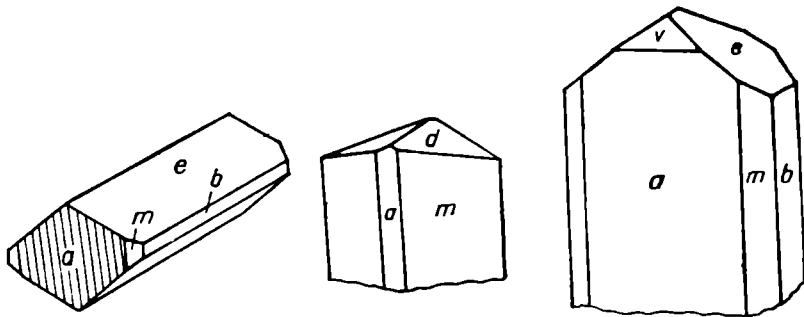


Fig. 146. Cristale de olivenit: a(100); m(110); e(011); b(010); d(025); v(101).

granulare, noduli, mase pămîtoase. Forme principale: e(011), a(100), b(010), m(110), n(012), v(101), p(111), c(001), f(013), d(025), s(034), l(043). *Clivaj*: (011) și (110) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată.  $H=3$ .  $G=4,46$  (Tintic și Tsumeb); 3,9–4,4 (Cornwall). *Luciu*: adamantin sau stielos, mătăsos (pe suprafețele fibrelor). *Culoare*: verde-oliv, brun-verzui, brun, rar galben, verde-cenușiu, alb-cenușiu. *Urmă*: verde-oliv, uneori brună.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este verde-pal; biax negativ,  $2V_a \sim 90^\circ$ ;  $\beta=c$ .

Tabelul 199

#### Proprietăți optice

	Chuquicamata	Tintic	Cornwall
$\alpha$	1,780	1,772	1,717
$\beta$	1,820	1,810	1,788
$\gamma$	1,865	1,863	1,829

*Ocurență*. Mineral secundar în zone de oxidare ale zăcămintelor cuprifere, olivenitul se asociază cu adamitul, malachitul, azuritul, limonitul, scoroditul. Determinat la Cornwall, apoi la Alston Moor (Cumberland) și Tavistock (Devonshire) în Anglia. Se mai găsește în R. S. Cehoslovacă, în Namibia (Tsumeb), în Chile (la Collahuasi, Capiapó și la Chuquicamata), în S.U.A. (districtul Tintic — statul Utah, la Majuba Hill — statul Nevada și în statul Idaho).

#### LIBETHENIT $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,960 : 1 : 0,703$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,45$ ;  $b_0=8,10$ ;  $c_0=5,91$  Å; conține  $\text{Cu}_8(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$ .  $Z=4$ .

*Hăbitus*: prisme scurte [001], alungite [100]. Forme principale: b(010), a(100), m(110), h(540),  $\alpha(320)$ , t(210),  $\delta(310)$ , e(011), d(101), s(111). *Clivaj*:

(100), (010) slab. *Spărtură*: concoidală sau neregulată.  $H=4$ .  $G=3,8$ . *Luciu*: sticios, gras (pe suprafețe de spărtură). *Culoare*: negru, verde-oliv, verde-închis, ver-de-negru.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă verde-albăstrui sau verde-pal; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,701-1,704$ ;  $\beta=1,743-1,747$ ,  $\gamma=1,787-1,790$ ; pleocroic:  $\alpha$ =albastru-pal, gălbui,  $\gamma$ =albastru, verde; biax negativ,  $2V_x$  aproape  $90^\circ$ .

*Ocurență*. Mineral secundar, apare asociat cu malachit, azurit, limonit, pirromorfit.

În R. S. România a fost determinat la Ocna de Fier, în skarne, legate de magmatismul banatitic.

În Anglia se găsește în Cornwall, în Franța la Montebas, în S.U.A. în statele Nevada, Arizona, New Mexico și Pennsylvania.

### C. Grupa frondelitului

#### DEWINDTIT $Pb(UO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Habitus*: remarcat îndeosebi în studiile microscopice; apar cristale tabulare (100) și cu fețe terminale (001), cu strițiuni (001). Mase pulverulente sau compacte.  $G=5,03$ . *Culoare*: galben-deschis. *Clivaj*: (100) vizibil.

*Proprietăți optice*. Orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=a$ ; indicii de refracție:  $\alpha=1,762$ ,  $\beta=1,763$ ; biax pozitiv,  $2E$  este mare.

*Ocurență*. Mineral secundar în zăcăminte cu uraniu, apare la Kasolo (Shaba, Zair) și la Wölsendorf (Bavaria, R. F. Germania).

#### FOSFURANILIT $Ca(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 8H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=15,85$ ;  $b_0=17,42$ ;  $c_0=13,76$  Å.  $Z=6$ .

*Habitus*: microscopic se remarcă cristale plate, rectangulare, cruste cristaline cu cristale de dimensiuni foarte mici. *Clivaj*: (001) perfect.  $H \sim 2\frac{1}{2}$ . *Culoare*: galben-murdar, galben-auriu.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă este colorat în galben-închis, galben-auriu și are un pleocroism destul de clar:  $\alpha$ =incolor, galben-pal,  $\beta$ =galben-auriu,  $\gamma$ =galben-auriu; indicii de refracție:  $\alpha=1,691$ ,  $\beta=1,720$ ,  $\gamma=1,720$ .

*Ocurență*. Mineral secundar, se găsește asociat autunitului, uranofanului, betauranofanului, oxizilor hidratați de uraniu și opalului. Determinat în S.U.A. la Flat Rock în pegmatite și la Buchanan în Carolina de Nord, în mina Palermo, lângă North Groton (New Hampshire), în Oxford County (Maine), Fairfield County (Connecticut); în Portugalia la Rosmaneira și Carrasca; în Brazilia la Rio Grande de Norte; în Zair (Shaba).

4. TIPUL  $A_5(XO_4)_3Z_q$ 

## A. Grupa apatitului

FLUORAPATIT  $Ca_5(PO_4)_3F$ CLORAPATIT  $Ca_5(PO_4)_3Cl$ HIDROXILAPATIT  $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ CARBONATAPATIT  $Ca_{10}(PO_4)_6(CO_3) \cdot H_2O$ *Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 4 m.*Relația axială:* fluorapatit:  $a : c = 1 : 0,7346$ ; clorapatit:  $a : c = 1 : 0,7000$ ; hidroxilapatit:  $a : c = 1 : 0,7370$ .*Dimensiunea celulei elementare:* celula elementară conține  $Ca_{10}(PO_4)_6(F, Cl, OH)_2$ .  $Z=2$ .

Tabelul 200

## Constante structurale

Specia	$a_0$ in Å	$c_0$ in Å
Fluorapatit	9,36	6,86
Fluorapatit (Mn)	9,35	6,83
Fluorapatit (MnO) 10,3 %	9,33	6,80
Fluorapatit ( $CO_3^{2-}$ )	9,34	6,89
Clorapatit	9,52	6,85
Hidroxilapatit ( $F^{1-}$ )	9,42	6,93
Hidroxilapatit (Mn)	9,54	6,73
Carbonatapatit ( $CO_3^{2-}$ )	9,41	6,88

*Habitus:* cristale prismatice lungi [0001]; cristalele de apatit din calcare sau roci eruptive arată fețe dezvoltate (10 $\bar{1}0$ ), (10 $\bar{1}1$ ), cristale tabulare (0001); cristalele hidrotermale au de asemenea dezvoltate fețele (10 $\bar{1}0$ ), (0001), (10 $\bar{1}1$ ); fețele piramidale sînt scurte; numeroase tipuri de combinații de fețe. Adesea mase granulare, cruste cristaline granulare, mase reniforme cu structuri fibroase, dispuse deseori subparalel, structuri columnare, cruste fibroase, mase stalactitice, mase pămîtoase, oolite, noduli în conglomerate. Forme principale: c(0001), m(10 $\bar{1}0$ ), a(11 $\bar{2}0$ ), k(41 $\bar{5}0$ ), r(10 $\bar{1}2$ ), x(10 $\bar{1}1$ ), y(20 $\bar{2}1$ ), v(11 $\bar{2}2$ ), s(11 $\bar{2}1$ ),  $\mu$ (2131), o(31 $\bar{4}2$ ), n(31 $\bar{4}1$ ), h(2130),  $\tau$ (10 $\bar{1}6$ ),  $\delta$ (10 $\bar{1}3$ ), d(22 $\bar{4}1$ ), q(43 $\bar{7}1$ ), i(21 $\bar{3}2$ ). Fețele de prismă sînt uneori acoperite cu striații verticale. Se întilnesc pseudomorfoze după oasele vertebratelor și resturilor de plante, deseori păstrîndu-se toate detaliile structurii acestora, ele putînd fi studiate la microscop. *Macl:* (11 $\bar{2}1$ ) plan de maclă de contact; (10 $\bar{1}3$ ) mai rare, cu plan de maclă (10 $\bar{1}0$ ) și (11 $\bar{2}3$ ). Concreșteri paralele între apatit și monazit. *Clivaj:* (0001) slab, (10 $\bar{1}0$ ) întrerupt. *Spărtură:* concoidală sau neregulată.  $H=5$ ; variază cu direcția.  $G=2,9-3,1$ . *Luciu:* sticlos, uneori semirășinos. *Culoare:* verde, verde asparag, verde-albăstrui, verde-cenușiu, albastru, violet, violet-ametist, uneori alb-verzui, cenușiu, brun, roșu-închis, roz-roșcat, verde-deschis; varietățile cu mangan sînt colorate verde-brun, verde-albăstrui; sînt și varietăți transparente, incolore sau albe. *Urmă:* albă.



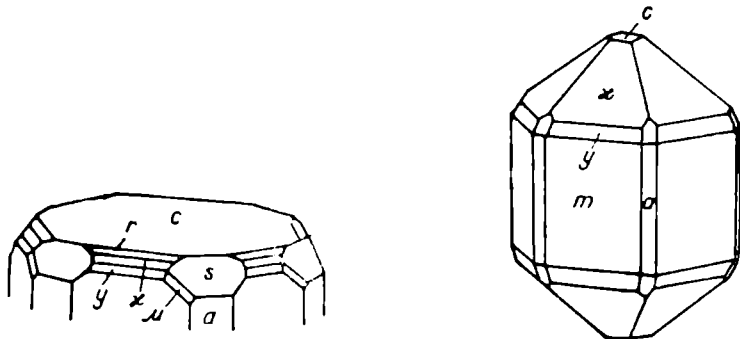


Fig. 148. Cristale de apatit:  $c(0001)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $x(10\bar{1}1)$ ;  $r(10\bar{1}2)$ ;  $y(20\bar{2}1)$ ;  $a(11\bar{2}0)$ ;  $s(11\bar{2}1)$ ;  $\mu(21\bar{3}1)$ .

**Proprietăți optice.** În lumină transmisă apatitul este aproape incolor, uneori cu evident dicroism. Varietățile violete:  $\epsilon$  = violet-închis,  $\omega$  = violet-roșcat; varietățile de culoare verde-pal:  $\epsilon$  = galben-pal,  $\omega$  = verde-albăstrui-pal; varietățile galbene:  $\epsilon$  = brun-gălbui,  $\omega$  = verde-închis; varietățile albastre:  $\epsilon$  = albăstrui,  $\omega$  = verde-albăstrui. Indicii de refracție variază în funcție de conținuturile în F, OH sau Cl și chiar în funcție de cantitatea substituită de P prin C sau a  $\text{Ca}^{2+}$  prin  $\text{Mn}^{2+}$ . Carbonatapatitul arată birefrința cea mai ridicată.

**Proprietăți optice**

Tabelul 201

Specia	$\epsilon$	$\omega$
Clorapatit	1,6684	1,6675
Clorapatit (cu $\text{F}^-$ )	1,6580	1,6530
Hidroxilapatit	1,6510 (Na)	1,6440
Hidroxilapatit (cu $\text{F}^-$ )	1,6452 (Na)	1,6413
Hidroxilapatit (cu $\text{Mn}^{2+}$ )	1,6610 (Na)	1,6570
Fluorapatit artificial	1,6325 (Na)	1,6300
Fluorapatit	1,6357 (Na)	1,6328
Fluorapatit (cu $\text{Mn}^{2+}$ )	1,6459 (Na)	1,6411
Fluorapatit (cu $\text{CO}_2$ )	1,6290	1,6240
Fluorapatit (cu $\text{CO}_2$ )	1,6250—1,6270	1,6200—1,6220
Fluorapatit (cu $\text{CO}_2$ )	1,6270—1,6300	1,61400—1,6170
Carbonatapatit	1,6280	1,6190
Carbonatapatit	1,6030	1,5980

**Chimism.** Fluorapatitul, clorapatitul și hidroxilapatitul corespund la formula:  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ ; elementele F, Cl, OH se substituie în limite largi, determinând serii continue. Termenii fluorapatit conțin  $\text{F} > \text{Cl}$  sau OH, clorapatit conțin  $\text{Cl} > \text{F}$  sau OH, iar hidroxilapatit conțin  $\text{OH} > \text{F}$  sau Cl.  $\text{CO}_2$  este în cantități mici, determinând varietăți carbonatate. Substituirea cu C se produce atât în gruparea anionică suplimentară ( $\text{CO}_3, \text{OH}$ ), cât și în anionul ( $\text{PO}_4$ ), formula teoretică fiind:  $\text{Ca}_5(\text{P}_{1-x}\text{C}_x\text{O}_{4-x}\text{OH}_x)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ . Înlocuirea P prin C atrage eliberarea sarcinilor electro-negative prin intervenția alcaliilor în pozițiile  $\text{Ca}^{2+}$ . Varietatea carbonatapatit prezintă  $\text{CO}_3 > \text{F}$  (sau Cl sau OH); pentru această specie minerală formula probabilă este:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$ .  $\text{Mn}^{2+}$  substituie deseori  $\text{Ca}^{2+}$ , raportul fiind  $\text{Mn} : \text{Ca} =$

=1 : 5,7 (unde  $\text{MnO} \sim 10\%$ ). Rar,  $\text{Ca}^{2+}$  este substituit prin  $\text{Ce}^{3+}$ , îndeosebi în roci alcaline;  $\text{Sr}^{2+}$  este prezent, raportul fiind  $\text{Sr} : \text{Ca} = 1 : 6,8$ .  $\text{Mg}^{2+}$  apare în cantități ne semnificative. Elementele alcaline apar îndeosebi pentru echilibrarea sarcinilor electrostatice prezente în urma izomorfismului heterovalent, unde intervin  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$ ; rar apar substituiri ale  $(\text{PO}_4)^{3-}$  cu  $(\text{AsO}_4)^{3-}$ ; de regulă  $\text{As}^{5+}$  este absent. Dintre elementele trivalente prezente în apatite cităm  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$ , apariția acestora fiind rezultatul soluțiilor solide posibile. Trebuie amintit și termenul oxiaapatit, cu formula structurală de forma:  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{O}$ .

Structura cristalină este reprezentată printr-o celulă elementară care, în proiecție pe planul (0001), are forma unui romb, în colțurile căruia se găsesec ionii de  $\text{F}^-$  situați pe axele senare helicoidale din centrele hexagonale. Ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  ocupă o poziție dublă; unii sînt situați pe diagonalele lungi ale romburilor la o distanță egală cu  $1/3$  de la vîrf, înșirîndu-se pe axele ternare helicoidale și formînd coloane continue paralele cu axul „c”. În aceste coloane fiecare ion de  $\text{Ca}^{2+}$  este legat cu 9 ioni de  $\text{O}^{2-}$ . Aceste coloane sînt legate una de alta prin intermediul unor grupe tetraedrice formînd în ansamblu un fel de canale, în interiorul cărora sînt situați ionii de  $\text{F}^-$ . Pe pereții acelorași canale sînt dispuși alți ioni de  $\text{Ca}^{2+}$  și totodată în așa fel ca de fiecare ion de  $\text{F}^-$ , la nivelul său, să fie legați 3 ioni de  $\text{Ca}^{2+}$ . La nivelele vecine poziția ionilor de  $\text{Ca}^{2+}$  în jurul ionului de  $\text{F}^-$  este rotită cu  $180^\circ$  încît, în ansamblu, atît aceste canale cît și întreaga structură prezintă un aspect hexagonal.

*Ocurență.* Apatitul apare ca mineral magmatic în ultimele faze ale etapei, prezentîndu-se sub formă de granule submicroscopice în diverse tipuri de roci eruptive; în cazuri rare se întîlnește în sienite nefelinice, sub formă de mase granulare compacte, asociat cu silicați: nefelin, sfen, uneori zircon, vezuvian. Sub formă de cristale columnare sau prismatice de dimensiuni destul de mari se găsește în pegmatite corespunzătoare rocilor eruptive acide și bazice, uneori în formațiile metasomatice de contact, în parageneză cu diverse minerale. Se mai întîlnește în filoane hidrotermale însoțind minerale ca spre exemplu casiterit, fluorină; în filoane de tip alpin se găsesec cristale de apatit columnare scurte și chiar columnare. În timpul proceselor de alterare a calcarelor bogate în fosfor, în regiunile carstice și în cavitățile rezultate prin levigare, se formează uneori acumulări de fosforite brune, care prezintă o structură concentric zonală la fel ca și la agate. Multe acumulări însemnate de fosfați de calciu localizate în anumite orizonturi stratigrafice se formează prin sedimentare marină, pe cale biochimică complexă. Fosforitele sînt reprezentate prin concrețiuni de forme foarte variate întîlnite mai rar sub formă de mase compacte în nisipuri și gresii argiloase sau glauconitice. Trebuie să mai amintim și de fosforitele formate prin acumularea excrementelor păsărilor care populează țărmurile pustii ale mărilor, în regiuni alcătuite din calcare sau din alte roci care conțin calciu. Datorită stabilității sale chimice relative, apatitul se întîlnește și în aluviuni.

În România apatitul se întîlnește ca mineral accesoriu în cele mai felurite roci: în șisturile cristaline, în granitele paleozoice, în rocile eruptive alcaline, în rocile eruptive bazice mezozoice (ofiolitice), toate din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea; în rocile banatitice din Banat și M. Apuseni; în vulcanite neogene în Carpații Orientali și M. Apuseni, în unele roci sedimentare. Cristale de dimensiuni deosebite (4—8 mm) se citează la Răzoare, Teregoava, Lipova, Masivul Paring, Ditrău.

## Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CaO	55,38	55,16	50,31	42,38	53,94	52,40	52,97	55,84	55,47	44,14	53,16	51,30
MnO	—	0,12	5,32	0,05	—	1,52	—	0,07	0,06	7,50	—	urme
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	42,06	41,30	41,50	38,33	38,13	40,98	40,50	42,05	42,19	40,26	38,57	34,63
F	1,25	3,67	3,41	3,73	3,71	1,15	0,17	0,16	1,01	n.d.	0,19	3,66
Cl	2,33	0,09	—	n.d.	—	3,74	4,13	urme	—	—	0,02	n.d.
H <sub>2</sub> O	0,56	0,01	0,28	0,28	0,47	0,06	—	1,86	1,73	2,87	1,20	2,20
CO <sub>2</sub>	—	0,50	—	—	3,40	—	n.d.	—	—	n.d.	4,46	3,20
Rez.	—	1,29	0,65	16,90	2,27	0,75	2,43	0,25	0,60	4,32	2,28	6,93
Total	101,58	102,14	101,47	101,67	101,92	100,60	101,20	100,23	101,06	99,89	99,88	101,92
O=F, Cl	1,58	1,56	1,56	1,57	1,56	—	0,98	0,07	0,43	—	0,08	1,54
Total	100,00	100,58	99,91	100,10	100,36	100,60	100,22	100,16	100,63	99,09	99,80	100,38

1 — Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (F, Cl, OH), unde: F : Cl : OH=1 : 1 : 1. 2 — Fluorapatit; Faraday, Township (Ontario); FeO=0,14, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,63, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,24, insol=0,28. 3 — Mn-fluorapatit, Varuträsk (Suedia), FeO=0,26, MgO=0,04, insol. =0,35. H<sub>2</sub>O=0,03. 4 — Sr-fluorapatit; Tundra Hibin (U.R.S.S.), SiO<sub>2</sub>=1,55, TR=3,22, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,12, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,34, SrO=11,42, MgO=0,05, Na<sub>2</sub>O=0,13, K<sub>2</sub>O=0,07. 5 — CO<sub>2</sub>-fluorapatit; Wheal Franco, Devonshire; MgO=0,10, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,34, insol.=1,83.6 — F-clorapatit; Kurokura (Japonia); FeO=0,21, MgO=0,54.7 — Clorapatit; Kragerö (Norvegia); MgO=0,29, Na<sub>2</sub>O=0,22, K<sub>2</sub>O=0,10, SiO<sub>2</sub>=1,16, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,18. 8 — Hidroxilapatit; Georgia; MgO=0,10, insol=0,15. 9 — F-hidroxilapatit; Hospenthal (Elveția). 10 — Mn-hidroxilapatit; Varuträsk (Suedia); FeO=3,07, SrO=0,18, Na<sub>2</sub>O=0,58, insol.=0,49, H<sub>2</sub>O=0,31. 11 — CO<sub>2</sub>-apatit, Mouillac (Franța); SO<sub>3</sub>=0,05, SiO<sub>2</sub>=0,40, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,44, Na<sub>2</sub>O=0,77, K<sub>2</sub>O=0,28, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,31, H<sub>2</sub>O=0,48. 12 — CO<sub>2</sub>-fluorapatit, Milburn (Noua Zeelandă); MgO=0,41, Na<sub>2</sub>O=0,46, K<sub>2</sub>O=0,17, SiO<sub>2</sub>=2,27, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=1,18, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=2,11, FeO=0,27, TiO<sub>2</sub>=0,06, H<sub>2</sub>O=1,02.

Termenii seriei apatitului se întâlnesc în pegmatitele alcaline din Peninsula Kola, din M. Ural (în șisturi asociat crisoberilului), la Miask, Ilmen și în Tundra Hibin. În pegmatite apare în Cehoslovacia în Boemia; în R. F. Germania în Bavaria; în R. D. Germană în Saxonia; în Austria în landurile Salzburg și Tirol; în Elveția la Gletsch, la St. Gothard și Aar; în Italia în sienite la Biella în Piemonte și în pegmatite în Elba; în Spania în tufuri andezitice la Jumilla în provincia Murcia și în provincia Extremadura; în Anglia în comitatele Cornwall și Devonshire; în Suedia la Gellivara, în filoane de gabbrouri, și la Nordmark, în acumulări de magnetit; în Mexic la Cerro Mercado în provincia Durango; în S.U.A. în pegmatite în M. Apatite, în depozite de magnetit la Adirondack și în calcare cristaline la Sussex County (New Jersey).

## B. Grupa piromorfitului

### PIROMORFIT $Pb_5(PO_4)_3Cl$

### MIMETIT $Pb_5(AsO_4)_3Cl$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Relația axială:* piromorfit:  $a : c = 1 : 0,736$ ; mimetit:  $a : c = 1 : 0,725$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* piromorfit:  $a_0 = 9,97$ ;  $c_0 = 7,32$  Å; mimetit:  $a_0 = 10,24$ ;  $c_0 = 7,43$  Å. Celula elementară conține  $Pb_{10}(PO_4, AsO_4)_6Cl_2$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice [0001], în general cu un număr redus de fețe dezvoltate ( $10\bar{1}0$ ), (0001), ( $10\bar{1}1$ ), rar cristale tabulare (0001) sau piramidale. Cristalele prismatice sînt ordonate deseori paralel între ele; mimetitul merge pînă la forme aciculare. Mase reniforme, granulare, columnare, columnare, structuri granulare. Forme principale pentru piromorfit:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $y(20\bar{2}1)$ ,  $\pi(40\bar{4}1)$ ,  $S(11\bar{2}1)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $u(21\bar{3}1)$ , pentru mimetit:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $d(11\bar{2}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $s(11\bar{2}1)$ ,  $u(21\bar{3}1)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $r(10\bar{1}2)$ ,  $y(20\bar{2}1)$ ,  $z(30\bar{3}1)$ . *Macle:* ( $11\bar{2}2$ ) foarte rare. *Clivaj:* ( $10\bar{1}1$ ) în urme. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală.  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 7,04$  (termenul piromorfit) și 7,24 (termenul mimetit). *Variază și în funcție de cantitatea de  $Pb^{2+}$  substituită prin  $Ca^{2+}$ .* *Culoare:* piromorfit: verde, galben, brun, uneori galben-murdar, galben-oranj,

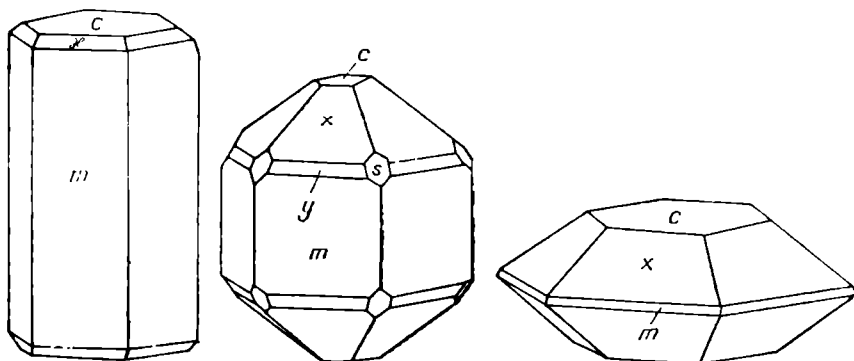


Fig. 149. Cristale de piromorfit și mimetit:  $c(0001)$ ;  $x(10\bar{1}1)$ ;  $m(10\bar{1}0)$ ;  $y(20\bar{2}1)$ ;  $s(11\bar{2}1)$ .

roșu-oranj, roșu-brun, cenușiu, mai rar varietăți incolore; *mimetit*: frecvent galben-deschis, galben-brun, galben-oranj, alb sau incolor. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolor sau slab colorat cu un pleocroism foarte redus; biax negativ,  $2V_{\alpha} = 42^{\circ}$ . Indicii de refracție variază în funcție de lungimea de undă (tab. 203).

Tabelul 203

Variația indicilor de refracție în funcție de lungimea de undă

$\lambda$	Piomorfit		Mimetit	
	$\epsilon$	$\omega$	$\epsilon$	$\omega$
404,66	2,144	2,131	2,263	2,239
589,30	2,058	2,048	2,147	2,128
690,75	2,041	2,030	2,124	2,106

*Chimism*. Cloro-fosfo-arseniat de plumb:  $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$ .  $P^{5+}$  se substituie cu  $As^{5+}$  în limite largi, constituind o serie continuă; termenul cu  $P > As$  este piomorfitul, iar termenul cu  $As > P$  este mimetitul.  $Ca^{2+}$  substituie frecvent  $Pb^{2+}$  într-un raport  $Ca : Pb = 1 : 2,1$  sau  $1 : 1,1$  când se presupune o soluție solidă între piomorfit-mimetit și clorapatit; când raportul este  $Pb : Ca = 1 : 1$  se individualizează termenul *hedyphan*. Deseori  $F^-$  și  $OH^-$  substituie  $Cl^-$ , de cele mai multe ori în cantități foarte mici.  $Fe^{2+}$  participă cu 1% FeO, iar  $Cr^{3+}$  este remarcat în conținuturi cu totul reduse.  $V^{5+}$  poate substitui atât  $P^{5+}$  cât și  $As^{5+}$  în mimetit, raportul fiind  $V : As = 1 : 1$ ; TR,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  și  $Mn^{2+}$  apar în urme; de asemenea în urme apare și  $CO_2$ .

Tabelul 204

Analize chimice

	1	2	3	4	5
PbO	79,81	81,19	52,64	68,46	74,58
CaO	—	0,06	12,30	8,31	—
$P_2O_5$	7,61	16,32	19,80	5,36	0,14
$As_2O_6$	10,61	0,01	4,06	12,06	23,17
Cl	2,54	2,53	1,95	2,47	2,39
Rez.	—	0,20	0,64	2,90	—
Total	100,57	100,31	100,39	99,56	100,28
O=Cl	0,57	0,57	0,44	0,56	0,54
Total	100,00	99,74	99,95	99,00	99,74

1 —  $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$ , unde:  $P : As = 1 : 1$ . 2 — Piomorfit; Braubach;  $Fe_2O_3 = 0,01$ ,  $Al_2O_3 = 0,02$ ,  $H_2O = 0,08$ , insol. = 0,09. 3 — Ca-piomorfit; Nussières (Franța);  $FeO = 2,44$ ,  $SiO_2 = 7,20$ . 4 — Mimetit (Ca și V); Mina Granada, Arqueros (Chile);  $CuO = 0,96$ ,  $V_2O_5 = 1,94$ . 5 — Mimetit; Phoenixville (Pennsylvania).

**Ocurență.** Piromorfitul este mineral de origine aproape exclusiv exogenă, formându-se în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb, sub formă de cristale mărunte, în druze sau în cruste cristaline, de regulă rezultate prin levigare. Acidul fosforic provine din apele de infiltrație, care acționează în zona de oxidare asupra mineralelor de plumb. Piromorfitul formează adeseori pseudomorfoze după ceruzit și galenă; se cunosc și fenomene de natură contrarie când piromorfitul este substituit prin galenă la periferia cristalelor, fenomene care se produc numai în anumite condiții fizico-chimice. Ca mineral endogen se găsește în unele zăcămintele filoniene hidrotermale de temperaturi joase, formate aproape de suprafață. Mimetitul ca și piromorfitul se întâlnește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, însă mult mai rar. După toate probabilitățile arsenul provine din arseniuri sulfoarseniuri și sulfoarseniați prin oxidare în special din mispichel. Se citează în literatura de specialitate și posibilitatea formării lui în condiții endogene, în zăcămintele hidrotermale de temperatură scăzută, ca la Lealea în Bolivia.

În România, piromorfitul apare în zonele superioare ale unor mineralizații cu sulfuri legate de sisturi cristaline (Cojoci), de magmatismul banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Băița—Bihor) sau de cel neogen (Cavnic, Zlatna, Bucium) sau în depozite sedimentare (Poienile de sub Munte și Colțești).

Piromorfitul, asociat smithsonitului, hemimorfitului, anglezitului, malachitului, a fost întâlnit în R. F. Germania (în landurile Hessen și Baden—Württemberg); în R. D. Germană în Saxonia; în R. S. Cehoslovacă la Přebram; în U.R.S.S. la Berezovsk în M. Ural; în Italia la Sarrabus, Gennamari și în Sardinia; în Franța la Huelgoat și Poullaouen în Bretania; în Marea Britanie în Cornwall și Cumberland; în Algeria la Djebel Mahseur; în Mexic în mina Ojuela, Mapimi; în S.U.A. în statele Pennsylvania (la Phoenixville), Georgia, Massachusetts, Idaho, New Mexico și Colorado; în Canada la Moyie.

Mimetitul se întâlnește uneori asociat piromorfitului. Este determinat în R. F. Germania (Baden—Württemberg și Hessen); în R. D. Germană (Saxonia); în R. S. Cehoslovacă (Přebram, Boemia); în U.R.S.S. (Transbaicalia); în Franța (Pontigibaud, Puy de Dôme); în Marea Britanie (Cornwall, Cumberland, Scoția); în Suedia (la Långban); în Algeria (la Sidi Rouman, Bou Thaleb, Djebel Grouz); în Namibia (la Tsumeb); în Mexic (la Santa Eulalia, în mina Ojuela, la Mapimi); în Bolivia ca impregnații în dacite (la Lomitos); în S.U.A. în statele Pennsylvania, Arizona, California, Utah și Nevada.

#### VANADINIT $Pb_3(VO_4)_2Cl$

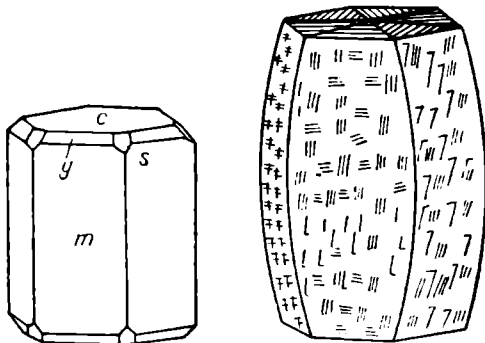
*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6/m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,7122$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,31$ ;  $c_0 = 7,34 \text{ \AA}$ ; conține  $Pb_{10}(VO_4)_6Cl_2$ .  
Izostructural cu piromorfite—mimetite.  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice [0001], deseori aciculare, grupate paralel, agregate granulare. Forme principale:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $y(20\bar{2}1)$ ,  $s(11\bar{2}1)$ ,  $u(21\bar{3}1)$ ,  $r(10\bar{1}2)$ ,  $v(11\bar{2}2)$ ,  $i(21\bar{3}2)$ ,  $p(41\bar{5}2)$ . *Spărtură:* neregulată sau concoidală.  $H = 2\frac{3}{4} - 3$ .  $G = 6,88$ ; descrește pe măsura substituției  $Pb^{2+}$  prin  $Ca^{2+}$ . *Luciu:* semirășinos, spre semiadamantin. *Culoare:* roșu-oranj, roșu, brun-roșcat, brun, brun-gălbui, galben. *Urmă:* galbenă, alb-gălbuie.

Fig. 150. Cristale de vanadinit: c(0001);  
m(10 $\bar{1}$ 0); a(11 $\bar{2}$ 0); y(20 $\bar{2}$ 1); s(11 $\bar{2}$ 1);  
x(10 $\bar{1}$ 1); u(21 $\bar{3}$ 1).



**Proprietăți optice.** În lumină transmisă incolor sau slab colorat, cînd prezintă un pleocroism scăzut. Indicii de refracție variază în funcție de compoziția chimică și lungimea de undă folosită (tab. 205).

Tabelul 205

**Proprietăți optice**

$\lambda$	Vanadinit Obir (Carinthia)		As-vanadinit Hillsboro (New Mexico)	
	$\epsilon$	$\omega$	$\epsilon$	$\omega$
435,83	2,628	2,505	2,250–2,358	2,200–2,311
589,30	2,416	2,350		
690,75	2,370	2,313		

**Chimism.** Cloro-vanadat de plumb:  $Pb_5(VO_4)_3Cl$ .  $P^{5+}$  și  $As^{5+}$  se pot substitui  $V^{5+}$ , raporturile fiind P : V=1 : 4,7 și As : V=1 : 1.  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  și  $Cu^{2+}$  substituie Pb.

Tabelul 206

**Analize chimice**

	1	2	3	4	5
CaO	—	0,07	—	—	—
PbO	78,80	78,07	74,58	77,31	77,49
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,26	19,10	19,49	17,66	16,98
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	urme	—	2,60	3,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,30	—	0,35	0,29
Cl	2,50	2,66	2,44	2,54	2,41
Rez.	—	—	3,43	—	0,48
Total	100,56	100,20	99,94	100,46	100,71
O=Cl	0,56	0,60	0,55	0,57	0,54
Total	100,00	99,60	99,39	99,89	100,17

1 —  $Pb_5(VO_4)_3Cl$ ; 2 — Obir (Carinthia); 3 — Sierra Cordoba (Argentina); ZnO=2,91, H<sub>2</sub>O=0,52; 4 — Hillsboro (New Mexico); 5 — Oracle (Arizona); Rez. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Ocurență.** La fel ca piromorfitul și mimetitul, vanadinitul se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc, situate mai ales în rocile carbonatate. S-au întâlnit pseudomorfoze de vanadinit după piromorfite. Ca mineral secundar, asociat cu wulfenitul, ceruzitul, anglezitul limonitul sau la contactul cu rocile carbonatice, apare la Berezovsk, M. Ural, U.R.S.S.; la Obir în Carinthia, Austria; la Bena și Padru, la Sassari, Sardinia; la Djebel Mahseur, Algeria; la Djebba, Tunisia; la Sierra Cordoba, Argentina; la Zimapan și Santa Eulalia, Mexic; în statele New Mexico, Arizona, California (S.U.A.).

## 5. TIPUL $(A, B)_3(XO_4)_2Z_q$

### A. Seria lazulitelui

**LAZULIT**  $(Mg, Fe)_2Al_2(PO_4)_2(OH)_2$

**SCORZALIT**  $(Fe, Mg)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,9750 : 1 : 1,6940$ ;  $\beta = 91^\circ 58'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* celula conține  $(Mg, Fe)_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4$ .  
 $Z=2$ .

Tabelul 207

#### Dimensiunea celulei elementare (în Å)

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	
Lazulit (Werfen, Austria)	7,12	7,24	7,10	$\beta = 118^\circ 55'$
Lazulit (Mt. Graves, Georgia—S.U.A.)	7,14	7,27	7,16	
Lazulit (R. Churchill, Canada)	7,16	7,25	7,14	
Scorzalite (Corrego Frio, Brazilia)	7,15	7,32	7,14	

*Habitus:* cristale piramidale dezvoltate (111) și  $(\bar{1}\bar{1}1)$ , mai puțin (101); uneori cristale tabulare  $(\bar{1}\bar{1}1)$  sau (101). Mase compacte sau granulare. Forme principale:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $d(011)$ ,  $y(103)$ ,  $t(101)$ ,  $s(\bar{1}01)$ ,  $z(112)$ ,  $p(111)$ ,  $e(\bar{1}\bar{1}1)$ . *Maclă:* (100) comune, lamelare, uneori polisintetice; suprafața de maclă (001) sau (100). Plan de maclă (223) mai rar, uneori (210), (021), ca plane de maclă. *Clivaj:* (110) bun, (101) slab. *Spărtură:* așchiosă sau neregulată.  $H=5\frac{1}{2}-6$ ,  $G=3,08$  (la termenul bogat în  $Mg^{2+}$ ,  $G=3,14$ , iar la cel bogat în  $Fe^{2+}$ ,  $G=3,38$ ). *Luciu:* sticlos. *Culoare:* albastru-azur, albastru-clar, alb-albăstrui, verde-albăstrui. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumina transmisă puternic pleocroice:  $\alpha = \text{incolor}$ ,  $\beta = \text{albastru}$ ,  $\gamma = \text{albastru-închis}$ ;  $\alpha \wedge c = 9^\circ$ ,  $\beta = b$ . La termenul cu  $Mg^{2+}$ ,  $\alpha = 1,604$ ,  $\beta = 1,626$ ,  $\gamma = 1,637$ , iar  $2V_\alpha = 69^\circ 42'$ ; la termenul cu raportul  $Fe : Mg = 1 : 1$ ,  $\alpha = 1,626$ ,  $\beta = 1,654$ ,  $\gamma = 1,663$ , iar la termenul cu raportul  $Fe : Mg = 4 : 1$ ,  $\alpha = 1,639$ ,  $\beta = 1,670$ ,  $\gamma = 1,680$ , iar  $2V_\alpha = 58^\circ 17'$ . În general indicii cresc odată cu creșterea  $Fe^{2+}$ , în timp ce  $2V$  descrește.



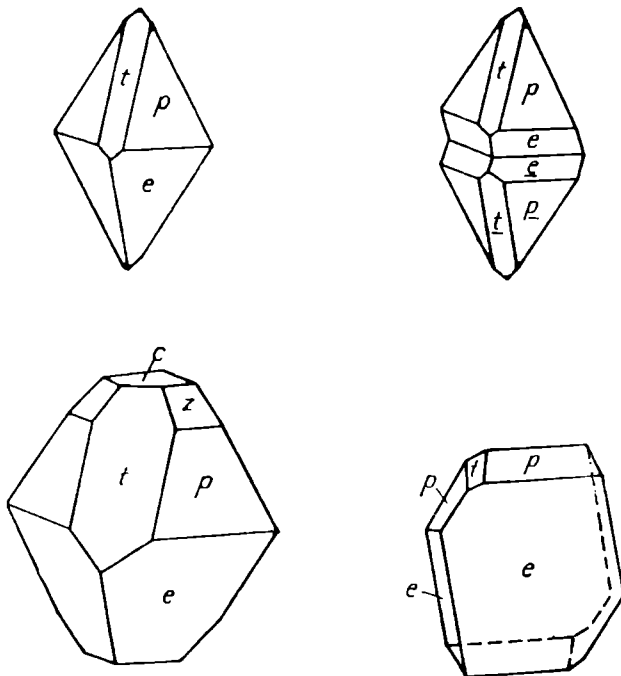


Fig. 151. Cristale de lazulit: c(001); t(101); z(112); p(111);e(111).

**Chimism.** Fosfat bazic de aluminiu, magneziu și fier bivalent, cu formula:  $(Mg, Fe)Al_2(PO_4)_2(OH)_2$ ; probabil există o serie completă cu substituirea  $Fe^{2+}$  prin  $Mg^{2+}$ . Denumirile de lazulit sau scorzalit rezidă în proporția  $Mg > Fe$  și respectiv  $Fe > Mg$ . Un conținut prea ridicat în  $Fe^{2+}$  este mai rar,  $Fe^{3+}$  substituie  $Al^{3+}$ , deseori  $Fe_2O_3 = 1\%$ .  $SiO_2$  și  $CaO$  sînt prezente ca rezultat al unor concreșteri interne.

**Analize chimice**

Tabelul 208

	1	2	3	4	5	6
MgO	13,34	11,97	10,38	4,23	2,93	—
FeO	—	2,80	3,95	14,74	17,06	21,53
MnO	—	n.d.	n.d.	0,11	0,10	—
CaO	—	0,08	0,06	0,02	0,03	—
$Al_2O_3$	33,73	32,55	32,49	30,87	30,80	30,54
$Fe_2O_3$	—	0,49	0,60	0,54	0,13	—
$TiO_2$	—	0,16	0,20	0,10	0,10	—
$P_2O_5$	46,97	46,12	45,79	42,90	42,67	42,53
$H_2O^+$	5,96	5,90	6,48	5,86	6,10	5,40
Total	100,00	100,07	99,95	99,54	99,92	100,00

1 —  $MgAl_2(PO_4)_2(OH)_2$ . 2 — Lazulit; Dattas (Brazilia). 3 — Lazulit; Mt. Graves (Georgia). 4 — Scorzalit; Corrego Frio (Brazilia); incluz.  $ZnO = 0,17$ . 5 — Scorzalit; Victoria (Dakota de Sud). 6 —  $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2$ .

**Ocurență.** Seria lazulit-scorzalit se întâlnește în asociație cu cuarț, rutil, corindon, pirofilit, disten, andaluzit, sillimanit, dumortierit, granat și muscovit. Este specifică rocilor metamorfice de temperatură ridicată, bogate în alumină, filoanelor de cuarț, pegmatitelor granitice. S-a determinat lazulit în Austria aproape de Werfen, apoi la Vorau lângă Graz, la Ratten și Krieglach, la Mürztal; în Elveția la Zermatt; în Suedia la Westand; în Portugalia la Sierra do Robredo; în numeroase localități în Madagascar; în Brazilia la Dattas (Minas Geraes).

## VI. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI HIDRATAȚI CU HIDROXIL SAU HALOGENI

### 1. TIPUL $(A, B)_3(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

**VESZELYT**  $(Cu, Zn)_3(AsO_4, PO_4)(OH)_3 \cdot 2H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,729 : 1 : 0,954$ ;  $\beta = 103^\circ 23'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,84$ ;  $b_0 = 10,17$ ;  $c_0 = 7,48$  Å; conține  $(Cu, Zn)_{12}(PO_4)_4(OH)_{12} \cdot 8 H_2O$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* prisme scurte  $[001]$  sau tabulare  $(100)$ , forme octaedrice larg dezvoltate  $(100)$  și  $(011)$ , agregate granulare. Forme principale:  $c(001)$ ,  $m(110)$ ,  $e(011)$ ,  $i(111)$ ,  $\sigma(121)$ . *Clivaj:*  $(001)$  și  $(110)$ .  $H = 3,5 - 4$ .  $G = 3,4$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* verde-albăstrui, albastru-închis.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă albastru-verzui; pleocroism slab:  $\gamma =$  albastru,  $\alpha =$  albastru-verzui; biax pozitiv.

Tabelul 209

Proprietăți optice

		Arakawa (Japonia)	Banat (R. S. România)
$\beta = b$	$\alpha$	1,618	1,640
$\alpha \wedge c + 35^\circ + 43^\circ$	$\beta$	1,622	1,658
	$\gamma$	1,658	1,695
	$2V_\gamma$	$38\frac{1}{2}^\circ$	$71^\circ$

**Ocurență.** Determinat în Banat (R. S. România), apoi la mina Arakawa (Japonia), la Broken Hill (Rhodesia) și la Kipushi (Zair), asociat cu alte minerale secundare de cupru.

### 2. TIPUL $A_2(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

**TAGILIT**  $Cu_2(PO_4)(OH) \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Habitus:* mase pămîtoase, concrețiuni, mase reniforme, cristale fine fibroase.  $H = 3$ .  $G = 3,5$ . *Culoare:* verde-smarald, verde.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă verde-albăstrui; biax negativ,  $2V_{\alpha} = \text{mic}$ .

Tabelul 210

**Proprietăți optice**

	Nijni Taghil (U.R.S.S.)	Banat (România)
$\alpha$	1,690	1,685
$\beta$	1,840	1,820
$\gamma$	1,850	1,820

*Ocurență.* Determinat la Nijni Taghil, M. Ural (U.R.S.S.), fiind identificat și în Banat (R. S. România); apare apoi la Mercedes, lângă Coquimbo (Chile).

**EUCROIT**  $\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2 2 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,957 : 1 : 0,582$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,05$ ;  $b_0 = 10,50$ ;  $c_0 = 6,11 \text{ \AA}$ ; conține  $\text{Cu}_8(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})_4 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* prisme scurte [010], rar cristale tabulare (100), striatiuni (010); cristalele arată aparent simetrie holoedrică. Forme principale: b(010), a(100), m(110), e(011), d(021), M(101), s(302), l(201). *Clivaj:* (101) și (110) slab. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală.  $H = 3\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 3,44$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* verde-deschis, verde-închis.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă colorat în verde-albăstrui; orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,695$ ,  $\beta = 1,698$ ,  $\gamma = 1,733$ ; biax pozitiv,  $2V_{\gamma} = 29^\circ$ .

*Ocurență.* Este întâlnit în șisturi micacee, asociat olivenitului, în Franța la Chessy.

3. TIPUL  $(A, B)_m(\text{XO}_4)_p\text{Z}_q \cdot x\text{H}_2\text{O}$

unde:  $m : p = 2 : 1$

**CHILDRENIT**  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**EOSFORIT**  $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,7780 : 1 : 0,5258$  (childrenit Fe : Mn ~ 9 : 1);  $a : b : c = 0,7745 : 1 : 0,5139$  (eosforit Fe : Mn ~ 1 : 4).

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,38$ ;  $b_0 = 13,36$ ;  $c_0 = 6,91 \text{ \AA}$ ; conține  $(\text{Fe}, \text{Mn})_8\text{Al}_8(\text{PO}_4)_8(\text{OH})_{16} \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* childrenitul apare în cristale piramidale sau prisme scurte [001], mai rar cristale tabulare (010) sau (100); eosforitul în prisme scurte [001], cu striatiuni [001], grupări radiare, mase cristaline, cruste, cu structuri fibroase, mai rar masiv. Forme principale: b(010), a(100), u(140), g(120), m(110),

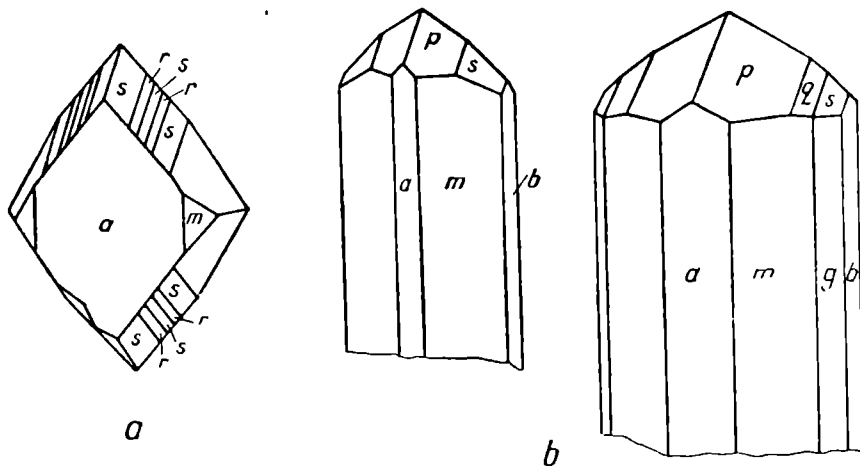


Fig. 152. Cristale de childrenit (a):  $-a(100)$ ;  $r(131)$ ;  $s(121)$ ;  $m(110)$  și eosforit (b):  $-p(111)$ ;  $a(100)$ ;  $m(110)$ ;  $b(010)$ ;  $s(121)$ ;  $q(232)$ ;  $g(120)$ .

$n(320)$ ,  $p(111)$ ,  $q(232)$ ,  $s(121)$ ,  $r(131)$ . *Clivaj*:  $(100)$  slab. *Spărtură*: semiconcoidală sau neregulată.  $H=5$ .  $G=3,25$ . *Luciu*: sticlos, tendințe spre rășinos. *Culoare*: brun, brun-gălbui (pentru childrenit) și roz, roșu-roz (pentru eosforit). *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă sînt incolore; orientarea:  $\alpha=b$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=c$ ; biaxe negative.

Tabelul 211

**Proprietăți optice**

	Childrenit	Eosforit	Pleocroism
$\alpha$	1,649	1,628	galben
$\beta$	1,683	1,648	roz
$\gamma$	1,691	1,657	roz-pal, aproape incolor
$2V_{\alpha}$	—	$50^{\circ}$	—

*Chimism*. Fosfați hidratați bazici de aluminiu, fier și mangan bivalent:  $(Fe^{2+}, Mn^{2+})Al(PO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ .  $Fe^{2+}$  se substituie continuu cu  $Mn^{2+}$ , determinînd o serie izomorfă, capii de serie fiind childrenitul cu raportul  $Fe : Mn = 3,0 : 1$  și eosforitul cu raportul  $Fe : Mn = 1 : 3,2$ . Prezente sînt și  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , care substituie  $(Fe^{2+}, Mn^{2+})$ , precum și  $Fe^{3+}$ , care rezultă îndeosebi din oxidarea  $Fe^{2+}$ .

*Ocurență*. *Childrenitul* este determinat în Marea Britanie la Tavistock (Devonshire), în mina Charlotte, asociat siderozei, cuarțului, piritei, apatitului, apoi în filonașe hidrotermale la Crinnis, St. Austell, Cornwall, asociat cu zinnwaldit, turmalină, apatit, minerale argiloase, precum și în pegmatite granitice. De asemenea apare la Llallagua în Bolivia.

*Eosforitul* se găsește la Branchville în Connecticut (S.U.A.), asociat rodocrozitului, litiofilitului, triploiditului, în pegmatite granitice.

4. TIPUL (A, B)<sub>m</sub>(XO<sub>4</sub>)<sub>p</sub>Z<sub>q</sub>·xH<sub>2</sub>O, unde: m : p = 7 : 4**TURCOAZĂ** CuAl<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O**CALCOSIDERIT** CuFe<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:* turcoaza: a : b : c = 0,752 : 1 : 0,772;  $\alpha = 111^\circ 39'$ ;  $\beta = 115^\circ 23'$ ,  $\gamma = 69^\circ 26'$ ; calcosideritul: a : b : c = 0,791 : 1 : 0,605;  $\alpha = 92^\circ 58'$ ,  $\beta = 93^\circ 30'$ ,  $\gamma = 107^\circ 49'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 7,48; b<sub>0</sub> = 9,95; c<sub>0</sub> = 7,69 Å (turcoază); a<sub>0</sub> = 7,66; b<sub>0</sub> = 10,18; c<sub>0</sub> = 7,88 Å (calcosiderit); conține Cu(Al,Fe)<sub>6</sub>(PO)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O.

*Habitus:* rar sub formă de cristale, de regulă prisme scurte [001], cu c(001), b(010), M(1 $\bar{1}$ 0) larg dezvoltate. Agregate compacte, cruste criptocrystaline sau mase fin-granulare; forme stalactitice, mase concreționare. Forme principale: turcoaza: c(001), b(010), a(100), m(110), M(1 $\bar{1}$ 0); calcosideritul: c(001), b(010), a(100), m(110), M(1 $\bar{1}$ 0), d(2 $\bar{3}$ 0), g(1 $\bar{3}$ 0), u( $\bar{1}$ 11). *Clivaj:* (001) perfect, (010) bun. *Spărtură:* concoidală în probele masive. *H* = 5–6 (turcoază); 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> (calcosiderit). *G* = 2,6–2,8 (turcoază); 2,84 (calcosiderit). *Luciu:* sticios pe cristale, mat în mase friabile. *Culoare:* turcoaza este în agregate masive albastră, verde-albăstruie, verde-clar, cenușiu-verzuie; calcosideritul este îndeosebi verde-închis. *Urmă:* albă, verde sau verde-pal.

*Proprietăți optice.* Turcoaza: indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha = 1,610$ ,  $\beta = 1,620$ ,  $\gamma = 1,650$ ;  $2V_\alpha = 40^\circ$ ; calcosideritul: indicii de refracție în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha = 1,775$ ,  $\beta = 1,840$ ,  $\gamma = 1,844$ ;  $2V_\alpha = 22^\circ$ .

*Chimism.* Fosfați hidratați bazici de cupru, aluminiu și fier trivalent: Cu(Al, Fe)<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O. Varietatea turcoază are Al > Fe<sup>3+</sup>, iar calcosideritul Fe<sup>3+</sup> > Al. Cu<sup>2+</sup> poate fi substituit prin Fe<sup>2+</sup>, raportul fiind Fe<sup>2+</sup> : Cu = 1 : 1,26.

Tabelul 212

## Analize chimice

	1	2	3	4
CuO	9,78	8,57	8,15	8,06
FeO	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,60	35,03	4,45	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,44	42,81	48,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	34,90	34,18	29,93	28,77
H <sub>2</sub> O	17,72	19,38	15,00	14,61
Rez.	—	0,93	0,61	--
Total	100,00	99,53	100,95	100,00

1 — CuAl<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O. 2 — Turcoază; Lincoln County (Nevada). 3 — Calcosiderit; Wheal Phoenix (Cornwall); rez. insol. As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. 4 — CuFe<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>8</sub>·4H<sub>2</sub>O.

*Ocurență.* Este un mineral secundar, asociat limonitului, calcedoniei, caolinitului, format prin transformarea la suprafață, de regulă în regiuni aride, a rocilor eruptive sau sedimentare bogate în aluminiu. Turcoaza apare

în roci de tipul trahitelor, probabil, ca mineral rezultat din transformarea apatitului și a sulfurilor de cupru. Varietăți de calitate superioară se găsesc în Iran, la Ali-Mirsa-Kuh și la Maden; în Peninsula Sinai la Wadi Maghara; în U.R.S.S. în Siberia și în R. S. S. Turkmână; în Etiopia la Angolola; în Franța la Montebbras, unde este formată prin alterarea ambligonitului în pegmatite; în S.U.A. la Lynch Station (Virginia), la Santa Fe (New Mexico), lângă Leadville (Colorado), la Courtland (Arizona), la Itahaca Peak, Mineral Park, Castle Dome (Nevada) și în California; în Anglia la Wheal Phoenix (Cornwall).

## 5. TIPUL $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

### WAVELLIT $Al_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 5H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,564 : 1 : 0,408$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,62$ ;  $b_0 = 17,31$ ;  $c_0 = 6,99$  Å; conține  $Al_{12}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 20 H_2O$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* rar sub formă de cristale, prisme lungi [001], cu (110), cu striuri [001], agregate globulare, structuri radiar-fibroase, structuri stelare, cruste cristaline, mase stalactice, rar mase opalescente. Forme principale: c(001), b(010), a(100), n(340), m(110), l(430), N(210), h(310), p(101), s(111), o(121). *Clivaj:* (110) perfect, (101) și (010) bun. *Spărtură:* neregulată sau semiconcoidală.  $H = 3\frac{1}{4} - 4$ .  $G = 2,36 - 2,37$ . *Luciu:* sticlos, tinde spre sedefos, rășinos. *Culoare:* alb-verzui, verde, galben, uneori galben-brun, brun, brun-negru, albastru, alb sau chiar incolor. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; biax pozitiv,  $2V_\gamma \sim 71^\circ$ ; pleocroic:  $\alpha =$  verzui,  $\gamma =$  galben. Indicii de refracție variază cu substituirea  $Al^{3+}$  prin  $Fe^{3+}$  și a OH prin F; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ .

Tabelul 213

#### Proprietăți optice

	Cernovice (R. S. Cehoslovacă)	Hellertown (S.U.A.)	Trencie (R. S. Cehoslovacă)
$\alpha$	1,535	1,525	1,520
$\beta$	1,543	1,535	1,526
$\gamma$	1,561	1,550	1,545

*Ocurență.* Apare ca mineral secundar în acumulări cu aluminiu, în general în roci de metamorfism de temperatură joasă; în depozite de fosfați și foarte rar ca mineral hidrotermal.

În R. S. România apare ca mineral supergen în unele zăcămintele de contact din provincia banatică (Gladna Română) sau hidrotermale, legate de magmatismul neogen (Cavnic).

În alte țări se întâlnește la Cernovice, Zeleznik (Boemia, R. S. Cehoslovacă); la Montebbras (Creuse, Franța); în R. D. Germană (Saxonia); în R. F. Germania (Hessen, Baden — Württemberg); în Marea Britanie (Devonshire, Cornwall); în Bolivia (la Llallagua, Oruro și Potosi); în S.U.A. în Pennsylvania (la General Trimble's), în Arkansas și Alabama.

*Sistemul de cristalizare:* rombic, 2 2 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0.8662 : 1 : 0.5325$ ;  $\beta = 90^\circ 45'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,45$ ;  $b_0 = 10,25$ ;  $c_0 = 8,93$  Å; conține  $Al_{12}(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 10 H_2O$ .

*Habitus:* prismatic [100], (100), cu striuri diagonale. Forme principale:  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $w(011)$ ,  $d(101)$ . *Macles:* (001) plan principal de maclare, (031) plan secundar. *Clivaj:* (110) slab, (100) și (001) foarte slab.  $H \sim 5$ .  $G = 2,44 - 2,47$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* gălbuie.

*Proprietăți optice.* În lumină transmisă incolor; orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,572$ ,  $\beta = 1,590$ ,  $\gamma = 1,601$ ; biax negativ,  $2V_\alpha = 60^\circ$ .

*Ocurență.* A fost determinat prima dată în România la Baia Sprie și descris sub numele de „eggonit”, cu  $2V_\alpha = 60^\circ 34'$ ,  $\beta = 1,5901$ , clivaj după (100), în filioane hidrotermale polimetale legate de magmatismul neogen. Ca noduli apare la Fairfield, Utah, S.U.A.

## 6. TIPUL $(A, B)_m(XO_4)_p Z_q \cdot xH_2O$ , unde $m : p = 3 : 2$

### Grupa torbernitului și grupa metatorbernitului

Mineralele din aceste grupe au formula generală:  $A(UO_2)_2(XO_4)_2 \cdot n H_2O$ , unde:  $A = Cu, Ca, Ba$  sau  $Mg, Fe^2, K$ ;  $X = P, As, V$ .

Structura lor deosebit de interesantă se caracterizează prin tipul clasic de structură stratificată. Pachetele sînt reprezentate evident prin două plane de grupe  $(XO_4)$ , legate între ele prin cationi  $U^{6+}$ , înconjurați prin 6 ioni de oxigen. Între aceste plane pot fi dispuși cationii bivalenți de tipul  $Cu^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  și molecule de  $H_2O$ . Datorită tensiunii scăzute a vaporilor din aer, variațiile bogate în apă se deshidratează, fenomen care se intensifică prin încălzire. În raport cu această schimbare și unele proprietăți fizice ale acestor minerale, mai ales greutatea specifică și indicii de refracție, se modifică. Toate speciile minerale din aceste grupe prezintă culoare galbenă sau verde-strălucitoare, luciu sidefos pe suprafețele de clivaj, duritate relativ mică, solubilitate ușoară în acizi și radioactivitate puternică. Aproape toate mineralele din această grupă se întîlnesc în aceleași condiții în zonele de oxidare ale zăcămintelor de uraniu. Concentrațiile însemnate ale acestor minerale prezintă importanță practică ca sursă de uraniu, radium, uneori vanadiu.

### TORBERNIT $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8 - 12H_2O$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m 2/m 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 2,90$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,06$ ;  $c_0 = 20,50$  Å; conține  $Cu_2(UO_2)_4(PO_4)_4 \cdot 16 - 24 H_2O$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* tabular (001), rar piramidal. Agregate subparalele, mase foioase, micacee. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $o(013)$ ,  $e(011)$ ,  $l(112)$ ,  $p(111)$ . *Macles:* (110) rare. *Clivaj:* (001) perfect, de tip micaceu, (100) foarte slab.  $H = 2 - 2^{1/2}$ .  $G = 3,22$ . *Luciu:* sticlos sau semiadamantin, sidefos (001). *Culoare:*

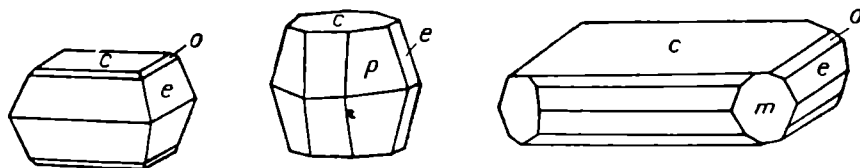


Fig. 153. Cristale de torbernit: c(001); e(011); o(013); p(111); m(110).

verde de smarald, verde-gras, verde-închis, verde-clar. *Urmă*: verde-pal spre incolor.

*Proprietăți optice.* Colorat în tonuri de verde, pleocroic:  $\epsilon$ =albastru-clar.  $\omega$ =verde; indicii de refracție:  $\epsilon=1,592$ ,  $\omega=1,582$ ; variază în funcție de numărul de molecule de apă în constituția cristalină; uniax negativ.

*Chimism.* Fosfat hidratat de cupru și uraniu;  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8-12 \text{H}_2\text{O}$ . Se remarcă substituția P prin As. raportul fiind  $\text{As} : \text{P}=1 : 6,8$ .  $\text{Pb}^{2+}$  apare ca substituent al  $\text{Cu}^{2+}$ , raportul fiind  $\text{Pb} : \text{Cu}=1 : 6,8$ . V, Ba, Mn apar ca elemente minore determinate spectrografic. Conținutul în  $\text{H}_2\text{O}$  este determinat de gradul de umiditate și temperatura mediului și variază între 8 și 12 molecule.

Tabelul 214

Analize chimice

	1	2	3	4
CuO	7,88	8,48	7,73	7,15
PbO	—	—	—	2,95
UO <sub>3</sub>	56,65	61,00	57,03	60,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14,06	15,14	14,50	14,12
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	21,41	15,37	20,30	14,31
Rez.	—	—	0,59	1,69
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,15</b>	<b>100,87</b>

1 --  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . 2 --  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ . 3 -- Leupoldsdorf (Bavaria); rez.  $\text{SiO}_2$ . 4 -- Shaba (R. Zair): (metatorbernit?);  $(\text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3=0,88$ ,  $\text{Te}=0,63$ ,  $\text{MoO}_3$ -urme.

*Ocurență.* Se formează în pegmatite și în zonele de oxidare ale zăcămintelor hidrotermale de uraniu, wolfram, staniu etc., care conțin în minereurile primare diverse minerale de uraniu și fosfor. De obicei se găsește în cantități mici pe pereții fisurilor și cavitațiilor formate prin levigare, frecvent pe limonit, uneori asociat cu autunitul și alte minerale secundare care conțin uraniu. Apare în R.D.Germană la Johannegeorgenstadt și Schneeberg (Saxonia); în Anglia (Cornwall); în Spania la Cacères (Extramadura); în nord-vestul Portugaliei la Vizeu; în R. Zair la Kasolo, Shinkolobwe; în Australia de Sud la Mt. Painter, Flinders Range. În S.U.A. se găsește în pegmatite la Haddam Neck (Connecticut), la Hannibal, lângă Terry, lângă Keystone, în Pennington County (Dakota de Sud), la Sal (Utah) și în Colorado.



**AUTUNIT**  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 2,952$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,99$ ;  $c_0 = 20,63$  Å; conține  $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 20-24\ \text{H}_2\text{O}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale tabulare (001), simetrie tetragonală, agregate foioase, cruste cristaline. Forme principale:  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $l(120)$ ,  $d(011)$ ,  $p(111)$ ,  $q(112)$ . *Macle:* (110). *Clivaj:* (001) perfect, (100) foarte slab.  $H = 2-2^{1/2}$ .  $G = 3,1-3,2$ . *Luciu:* sticlos, sidefos (001). *Culoare:* galben de lămie, galben de sulf, galben-verzui, verde-pal. *Urmă:* gălbuie.

*Proprietăți optice.* Orientarea:  $\alpha = c$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,553-1,556$ ,  $\beta = 1,575-1,580$ ,  $\gamma = 1,577-1,578$ ; pleocroic:  $\alpha =$  galben-pal, incolor,  $\beta =$  galben-închis, galben,  $\gamma =$  galben-închis, galben; biax negativ.

*Chimism.* Fosfat hidratat de calciu și uranil:  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12\ \text{H}_2\text{O}$ . Cantități mici de  $\text{Ba}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$  substituind  $\text{Ca}^{2+}$ , V, Pb, elemente determinate în urme. Conține 10 până la 12 molecule de apă.

Tabelul 215

**Analize chimice**

Oxizi %	Ca $(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12\ \text{H}_2\text{O}$	Autun (Franța)	Leupoldsdorf (Bavaria)
CaO	5,69	5,31	6,01
U <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	58,00	60,84	60,62
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14,39	13,40	14,52
H <sub>2</sub> O	21,92	20,33	18,47
Total	100,00	99,88	99,62

*Ocurență.* Se formează în zone de oxidare a zăcămintelor, care conțin minerale de uraniu, în filoane de pegmatite prin alterarea uraninitului. Determinat prima dată în Franța la Saint-Symphorien, lângă Autun, în departamentul Saône-et-Loire. Mai apare în Portugalia în districtul Setúbal, la Guarda și Vizeu; în R. D. Germană în Saxonia la Johannegeorgenstadt; în R. F. Germania în Bavaria; în Anglia în comitatul Cornwall la Redruth și St. Austel; în Republica Zair în provincia Shaba; în Australia de Sud se găsește în pegmatite la Mt. Painter, Flinders Range; în S.U.A. în statele New Hampshire, New York, Utah și Carolina de Nord.

**TYUYAMUNIT**  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 5-8\text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,557 : 1 : 0,428$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 10,40$ ;  $b_0 = 8,26$ ;  $c_0 = 20,4$  Å.

*Habitus*: tabular (001) sau alungit [100], agregate radiare, masiv, cripto-cristalin, uneori pulverulent. *Clivaj*: (001) perfect, (010) fibros, (100) slab.  $H \sim 2$ .  $G$  variază în funcție de cantitatea de apă (3,67—4,35). *Luciu*: adamantin pe cristale, siefos (001), mat pe material masiv. *Culoare*: galben-deschis, galben de lămie, galben-verzui, datorită amestecului cu impurități de  $Cu^{2+}$ .

*Proprietăți optice*. În lumină transmisă incolor, galben-pal; slab pleocroic:  $\alpha$  = aproape incolor,  $\beta$  = galben-deschis,  $\gamma$  = galben; orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ .

Tabelul 216

### Proprietăți optice

	Red Creek (Utah)	Mt. Henry (Utah)	Paradox Valley (S.U.A.)
$\alpha$	1,670	1,720	1,750—1,800
$\beta$	1,870	1,868	1,927—1,932
$\gamma$	1,895	1,953	1,965—1,968
$2V$	$36^\circ$	$48^\circ$	$48^\circ$

*Ocurență*. Împreună cu alte minerale de origine exogenă, tyuyamunitul se întâlnește în porțiunile superficiale ale zăcămintelor care conțin uraniul. Se formează și în prezența materiilor organice de care sînt în general frecvent legate mineralele de vanadiu. Este de asemenea foarte posibil ca tyuyamunitul să se poată forma și din carnotit, în rocile sedimentare, în urma acțiunii exercitate în apele care conțin bicarbonat de calciu. Apare în U.R.S.S. la Tiua Muiun în depresiunea Fergana, R. S. S. Turkmenă, apoi în S.U.A. în statele Colorado, Utah și Arizona.

### CARNOTIT $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic.

*Dimensiunea celulei elementare*: cristale artificiale monoclinice;  $a_0 = 6,590$ ;  $b_0 = 8,403$ ;  $c_0 = 10,430$  Å;  $\beta = 104^\circ 12'$ ; conține  $K_4(UO_2)_4(VO_4)_4$ , substanță izo-structurală cu modificatia hidratată.

*Habitus*: mase pulverulente, agregate microcristaline; compact sau diseminat, rar cristale imperfecte, uneori turtite (001), sub microscop conture romboedrice (110), cu  $(110) \wedge (\bar{1}10) \sim 78^\circ$ . *Clivaj*: (001) perfect. *Luciu*: mat pentru varietățile pămîntoase, uneori siefos pentru formele cristaline. *Culoare*: galben, galben de lămie, uneori galben, verde.

*Proprietăți optice*. Ușor pleocroic:  $\alpha$  = aproape incolor,  $\beta$  = galben-deschis,  $\gamma$  = galben-deschis; orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,750$ ,  $\beta = 1,925$ ;  $\gamma = 1,950$ ;  $2V_a \sim 40-50^\circ$ . Indicii variază în raport cu conținutul în apă.

*Ocurență*. Este răspîdit în pătura de alterare a rocilor sedimentare, mai ales în gresiile bogate în resturi organice. În gresiile cu vanadiu de vîrstă jurasică apare în statele Utah și Colorado, la Montrose, S.U.A.; în gresiile calcaroase în R. Zair.

## VII. FOSFAȚI, ARSENIAȚI, VANADAȚI CU ANIONI SUPLIMENTARI

### PITTICIT $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Masiv, mase reniforme, stalactilice, cruste opalescente, mase pămîntoase, izotrop.  $H$  și  $G$  depind de gradul de transformare și de conținutul în apă.  $H \sim 2-3$ .  $G \sim 2,2-2,5$ . *Spărtură*: pămîntoasă, uneori concoidală. *Luciu*: sticlos, mat sau gras. *Culoare*: galben, brun-roșcat, brun, brun-negru, roșu, galben, cenușiu, uneori alb. *Urmă*: galbenă.

*Proprietăți optice*. Ușor colorat în galben, brun-roșcat. Izotrop;  $n=1,635$ .

*Ocurență*. În R. S. România se găsește la Baia Sprie. Apare ca mineral secundar în R. D. Germană la Freiberg, Schneeberg și Saalfeld; în Cehoslovacia la Ioachimov și Příbram; în S.U.A. în Nevada.

## SILICAȚI

H																			
Li	Be	B													O	F			
Na	Mg	Al	Si												S	Cl			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe		Ni	Cu	Zn								
		Y	Zr											Sn					
Cs	Ba	La Lu	Hf											Pb	Bi				
			Th		U														

### CARACTERE GENERALE

În clasa silicaților intră un mare număr de minerale, care alcătuiesc aproape o treime din numărul total al mineralelor cunoscute în natură. Silicații constituie 75% din scoarța terestră. Dacă mai adăugăm aici diferitele forme mineralogice de silice, care reprezintă 12% din scoarța terestră, va reieși clar rolul excepțional pe care îl joacă aceste minerale. Mulți silicați sînt minerale constitutive ale rocilor, apărînd în toate rocile magmatice, în formațiile metasomatice de contact, în multe roci sedimentare și în diverse șisturi cristaline. Ei au un rol important și în compoziția mineralogică aproape a tuturor zăcămintelor de substanțe minerale utile, nu numai ca însoțitori ai mineralelor metalifere, ci conținînd de multe ori elemente utile ca Ni, Zr, Be, Li, Cs, Rb, U, TR etc. Se cunosc multe substanțe minerale utile nemetalifere reprezentate prin silicați, ca spre exemplu: asbestul, caolinul, feldspatii etc. O altă serie de silicați sînt folosiți de mult timp ca pietre prețioase și semiprețioase ca de exemplu: smaraldul, aquamarinul, turmalina, topazul, rodonitul, nefritul etc.

Cu tot numărul mic al elementelor principale, care intră în compoziția silicaților, constatăm în natură o variabilitate neobișnuită a compozițiilor, deseori cu structură extrem de complexă și cu o compoziție variabilă.

Există un număr mic de minerale a căror compoziție chimică este exprimată prin formule chimice destul de simple; în cele mai multe cazuri, datele analizelor chimice evidențiază pentru unele minerale o mare complexitate chimică. Acest fapt nu poate fi explicat prin lipsa de precizie a analizelor chimice sau prin prezența unor amestecuri de minerale străine incluse în timpul cristalizării, ci îndeosebi prin particularitățile cristalochimice ale acestor compuși.

De problema constituției chimice a silicaților s-au ocupat savanți eminenți ca Vernadschi, Tschermak, Groth, Clarke, iar în țara noastră V. C. Buțureanu. Ei au încercat să rezolve această problemă, prin compararea meticuloasă a formulelor empirice ale mineralelor — ținând seamă de valențele diverselor elemente —, prin studiul comportării mineralelor în natură și mai ales a produselor lor de alterație etc., ajungându-se astfel la descoperirea multor legi empirice.

Basându-se pe proprietățile fizice — clivaj, greutate specifică etc. — unii mineralogii au împărțit mineralele silicatate în: silicați lamelari, silicați fibroși, silicați grei, silicați ușori.

Clasificarea chimică inițială se baza pe existența ipotetică a unor diverși acizi silicici, din care se deduceau tipuri de minerale aparținând ortosilicaților, metasilicaților, bi-tri-polisilicaților, toți caracterizați prin anumiți radicali acizi.

Problema silicaților a fost rezolvată mai târziu prin studiul acestora cu ajutorul razelor X. Locul vechilor formule chimice l-au luat în prezent formulele structurale.

La baza structurii silicaților se găsește grupa tetraedrică  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ , deci fiecare ion de  $\text{Si}^{4+}$  este înconjurat de 4 ioni de  $\text{O}^{2-}$ , situați în colțurile unui tetraedru. Caracteristică silicaților este posibilitatea asocierii grupărilor fundamentale în diferite moduri, conducând la structuri foarte variate. Astfel, în structura cristalului pot apărea grupări izolate de  $\text{SiO}_4$ , legate între ele prin alți cationi sau mai multe astfel de grupări legate prin oxigeni comuni în complexe finite (inele) sau în complexe infinite (lanțuri, plane, construcții tridimensionale). Cationul de  $\text{Si}^{4+}$  are o rază foarte mică de 0,39 Å, iar anionul de  $\text{O}^{2-}$  are o rază mare de 1,32 Å. Distanța Si—O este de 1,71 Å, iar distanța O—O este de 2,64 Å. Legătura între grupele tetraedrice se face totdeauna prin intermediul oxigenului și numai prin colțurile tetraedrilor și nu prin muchii sau prin fețe.

## STRUCTURĂ ȘI CLASIFICARE

a) **Silicați cu grupări tetraedrice izolate de  $\text{SiO}_4$  (nezosilicați).** Această clasă cuprinde silicați cu anionul complex reprezentat prin tetraedri de  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ , care sînt legați în rețea cu ajutorul cationilor altor metale. În silicații de acest tip un rol important îl au cationii  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , ( $\text{Mn}^{2+}$ ),  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ ,  $\text{Th}^{4+}$ , ( $\text{Nb}^{5+}$ ); ei corespund grupei naturale a silicaților grei, fără clivaj bun, iar după clasificarea chimică ar fi ortosilicați. Ionii de oxigen formează o structură hexagonală aproape compactă, de simetrie rombică pseudohexagonală, în spațiile libere ale structurii fiind așezați ionii de siliciu și cationii altor metale, în coordonare tetraedrică respectiv octaedrică. Alcaliile  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$  apar numai cu totul excepțional, iar  $\text{Al}^{3+}$  nu intră niciodată în rețeaua anionului în coordonare 4, înlocuind pozițiile ocupate de  $\text{Si}^{4+}$ .

Din această clasă de minerale fac parte: mineralele din seria olivinei, zirconul, granații, fenacitul, vilemitul, andaluzitul, topazul, staurolitul, titanitul etc.

b) **Silicați cu grupe de doi tetraedri de  $\text{SiO}_4$  (sorosilicați).** În această clasă cei doi tetraedri de siliciu-oxigen sînt legați printr-un ion de oxigen comun, care este situat între doi ioni de siliciu; radicalul este reprezentat prin  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ . Ionul de oxigen așezat în colțul comun este inert din punct de vedere electrostatic. Exemple de minerale care indică astfel de structuri sînt: thortveitul, mineralele din grupa melilitului, calamina (hemimorfit), ilvaitul etc.

Structuri mixte de nezo- și sorosilicați sînt prezente la vezuvian, la mineralele din grupa epidotului și din grupa melilitelor.

c) **Silicați cu grupe inelare de 3, 4 și 6 tetraedri de  $\text{SiO}_4$  (ciclosilicați).** În clasa silicaților inelari, tetraedri de siliciu-oxigen sînt legați prin două colțuri (doi ioni de oxigen comuni). Complexul anionic aparținînd inelului constituit din trei tetraedri este  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$  și se întilnește la wollastonit, benitoit etc. Inelul de patru tetraedri prezintă radicalul anionic de forma  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$  și apare la axinit, apofilit etc. Complexul inelar constituit din șase tetraedri este de forma  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  și apare în structura berilului. Inelele hexagonale în structurile cristaline apar suprapuse în așa fel încît determină canale largi, prin care sînt orientate axele senare. În aceste canale se găsesc incluși cationi, molecule de apă, anioni suplimentari etc. Structuri asemănătoare mai prezintă și cordieritul, turmalina etc.

d) **Silicați cu tetraedri de  $\text{SiO}_4$  legați în formă de lanțuri (inosilicați).** Tetraedri de  $\text{SiO}_4$  sînt legați în formă de lanțuri infinite simple sau duble, prin intermediul unor ioni de oxigen. Înlănțuirea se poate face prin repetarea

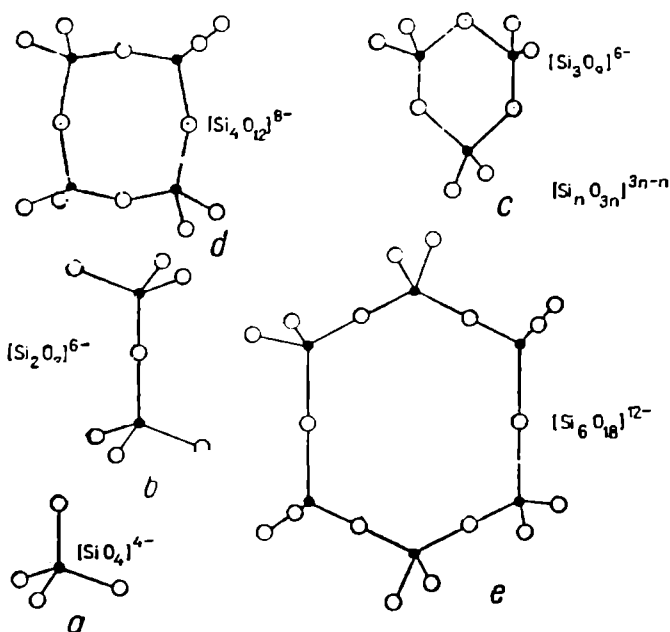


Fig. 154. Structura silicaților de tip nezosilicați (a), sorosilicați (b) și ciclosilicați (c, d, e).

simplică unilaterală sau alternativă a tetraedrilor sau chiar prin repetarea unor grupe liniare spirale sau arcuite de 3, 4, 5, 6 și chiar 7 tetraedri.

*Structura piroxenilor* este reprezentată prin lanțuri infinite simple de tetraedri de  $\text{SiO}_4$ , care se leagă unii de alții prin câte un ion de oxigen comun, de o parte și de alta a fiecărui tetraedru; valențele acestor ioni de oxigen sînt folosite pentru alcătuirea lanțului de tetraedri, iar ceilalți doi ioni de oxigen ai grupului  $\text{SiO}_4$  prezintă câte o valență liberă, care poate fi neutralizată prin cationii de  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  etc. La piroxeni, doi ioni de oxigen din fiecare tetraedru de siliciu și oxigen aparțin în întregime unui ion de siliciu, iar ceilalți doi ioni (inerți) par să se împartă între doi tetraedri vecini. În consecință, fiecărui ion de siliciu îi revin 3 ioni de oxigen, din care doi au fiecare câte o valență liberă. Compoziția și valența complexului anionic pot fi exprimate prin  $[\text{Si}_3\text{O}_7]^{2-}$ . Exemple de minerale cu această structură sînt cele din grupa orto- și clinopiroxenilor: enstatit, hipersten, augit, diopsid etc.

*Structura amfibolilor* este caracterizată prin benzi infinite duble de tetraedri de  $\text{SiO}_4$ , cu ochiuri hexagonale, formate din alăturarea a două lanțuri simple, legate din doi în doi tetraedri printr-un al treilea oxigen comun. Prin valențele libere, aceste lanțuri duble se leagă cu alte benzi prin diverși ioni metalici. În spațiile hexagonale este loc pentru ionii de  $\text{OH}^-$  și de  $\text{F}^-$ . Formula acestui complex anionic este  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ , ea fiind mai complicată în raport cu cea a piroxenilor. În formula amfibolilor se observă că o parte din tetraedri de  $\text{SiO}_4$  pot fi înlocuiți prin tetraedri de  $\text{AlO}_4$ . Această structură este indicată de mineralele din grupa orto- și clinoamfibolilor: antofilit, hornblendă, actinot, tremolit, riebekit etc.

e) **Silicați constituiți din tetraedri reuniți prin 3 ioni comuni de oxigen, formînd rețele plane infinite cu ochiuri hexagonale (filosilicați).** Alcătuirea acestor radicali stratificați se realizează prin legarea tetraedrilor de  $\text{SiO}_4$  prin

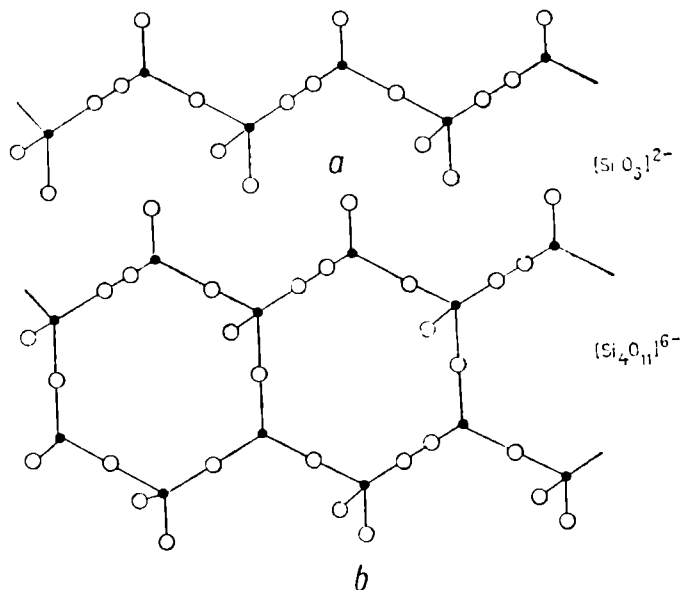


Fig. 155. Tipuri structurale de silicați cu tetraedri legați în lanț:  
a) lanțuri infinite simple; b) lanțuri infinite duble.

trei colțuri comune, determinind o rețea plană infinită asemănătoare cu o rețea hexagonală. Ioni de oxigen activi sînt orientați toți într-o singură direcție, formind o rețea plană activă deosebită de cea constituită din tetraedri de  $\text{SiO}_4$ . Complexul anionic al unei astfel de rețele plane se exprimă în  $[\text{Si}_2\text{O}_5]_{\infty}^{2-}$ . Deseori, tetraedri de siliciu-oxigen se înlocuiesc parțial prin tetraedri de  $\text{AlO}_4$ . Prin intermediul rețelei plane de ioni activi de oxigen fiecare rețea de acest fel este legată într-un fel sau altul, prin cationii metalelor, cu alte rețele plane, absolut analoge ca alcătuire. În această clasă structurală intră minerale ca: pirofilit, talc, mîce, clorite, montmorillonit, caolinit, serpentină etc.

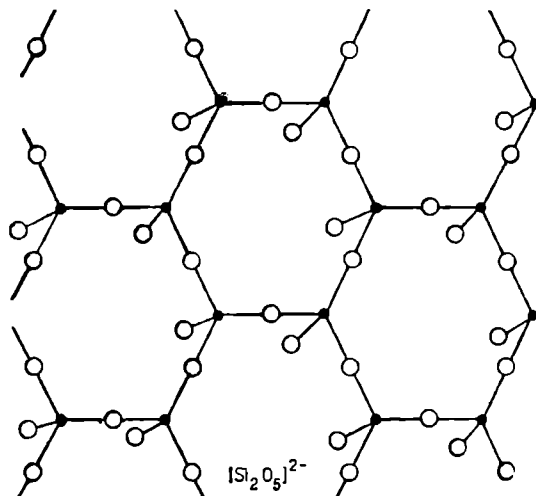


Fig. 156. Structura silicaților cu tetraedri uniți în rețele plane.

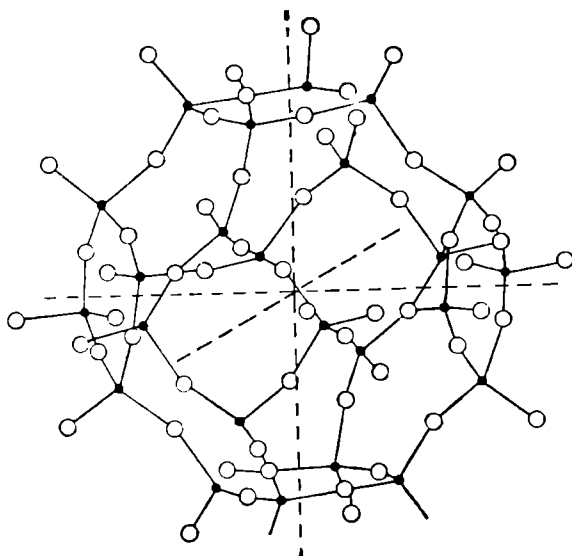


Fig. 157. Structura silicaților cu tetraedri uniți în rețele tridimensionale.



f) **Silicați formați din rețele tridimensionale de tetraedri  $\text{SiO}_4$  (tectosilicați).** În structurile cristaline ale tectosilicaților, tetraedri de siliciu și oxigen se leagă între ei prin toate cele patru colțuri ale tetraedrului. Fiecare ion de oxigen aparține concomitent la doi tetraedri. Nu există nici un colț de tetraedru, care să aibă un ion de oxigen activ. O asemenea rețea este caracteristică mineralelor din grupa cuarțului. Aceste rețele pot servi însă și unor minerale silicatate, caz în care o parte din tetraedri de  $\text{SiO}_4$  sînt înlocuiți prin tetraedri de  $\text{AlO}_4$ . Complexul anionic al acestor structuri este de forma:  $[(\text{Si}_{n-x}\text{Al}_x)\text{O}_{2n}]_x^-$ . În această situație anionul devine încărcat cu sarcini electrice negative, care urmează să fie neutralizate prin cationii metalelor monovalente sau bivalente cu dimensiuni mari ale razelor lor. Acești cationi se plasează în golurile respective ale rețelei.

În această structură cristalizează feldspații, feldspatoizii și zeoliții. Cationii care compensează valențele negative create aparțin metalelor alcaline  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  și alcalinoteroase,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  — cationi mari, care încap foarte bine în golurile rețelei. Mineralele cuprinse în această structură sînt nefelinul, leucitul, ortoza, microclinul, albitul, anortitul, cancrinitul, sodalitul, scapolitul, zeoliții etc.

### Clasificarea structurală a silicaților

Tabelul 217

Clasificarea	Legătura tetraedrilor	Si : O	Exemple
Nezosilicați	Tetraedri de $\text{SiO}_4$ independenți	1 : 4	Forsterit $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$
Sorosilicați	2-tetraedri de $\text{SiO}_4$	2 : 7	Hemimorfit $\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ciclosilicați	Grupări inelare de 3, 4, 6 tetraedri de $\text{SiO}_4$	1 : 3	Beril $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
Inosilicați	Lanțuri infinite simple de $\text{SiO}_4$ prin intermediul unor ioni comuni de oxigen (2-oxigeni).	1 : 3	Enstatit $\text{Mg}[\text{SiO}_3]$
	Lanțuri infinite duble de $\text{SiO}_4$ prin intermediul unor ioni comuni de oxigen (2 și 3 oxigeni)	4 : 11	Antofilit $\text{Mg}_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$
Filosilicați	Plane infinite de $\text{SiO}_4$ prin intermediul a 3 ioni comuni de oxigen	2 : 5	Flogopit $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
Tectosilicați	Construcții tridimensionale prin intermediul a 4 ioni comuni de oxigen	1 : 2	Cuarț $\text{SiO}_2$ Nefelin $\text{Na}[\text{AlSiO}_3]$

**Relațiile structură-greutate specifică la mineralele magneziene siliccate**

Tip structural	Mineral	II
Nezosilicat	Forsterit $Mg_2[SiO_4]$	3,22
Inosilicat (lanț simplu)	Enstatit $Mg[SiO_3]$	3,18
Inosilicat (lanț dublu)	Antofilit $Mg_7[Si_8O_{11}]_2(OH)_2$	2,96
Filosilicat	Talc $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	2,82

Sarcina electrică a anionului complex este determinată de numărul și sarcinile celorlalți ioni prezenți în structură. Sarcina anionului simplu  $SiO_4$  este  $4 + 4(-2) = -4$ , a unității  $Si_2O_7$  este  $-6$ , a unității  $SiO_3$  este  $-2$ , a unității  $Si_4O_{11}$  este  $-6$ , a unității  $Si_2O_5$  este  $-2$  și a unității  $SiO_2$  este zero.

Studiul structurilor cristaline ale silicaților cu ajutorul razelor X a permis să se rezolve poziția  $Al^{3+}$  în rețelele unor silicați. Astfel, în structurile cristaline  $Al^{3+}$  are un dublu rol sau este un component al anionului complex, găsindu-se la fel ca și  $Si^{4+}$  înconjurat de 4 ioni de  $O^{2-}$ , sau sub formă de cation izolat, singur sau împreună cu cationii altor metale care neutralizează sarcina negativă a anionilor, când este înconjurat de 6 ioni de  $O^{2-}$  sau  $OH^-$ , la fel ca  $Mg^{2+}$ . Se cu-nosc multe cazuri când în același silicat unii cationi de  $Al^{3+}$  intră în constituția unui anion complex, iar alții se găsesc printre cationii care ocupă golurile dintre anioni cu sarcină negativă. În aluminosilicați, ionii de  $Al^{3+}$  sînt înconjurați în coordonare tetraedrică de ioni de  $O^{2-}$  ca și în jurul  $Si^{4+}$ . Posibilitatea înlocuirii tetraedrilor de siliciu și oxigen prin tetraedri de aluminiu și oxigen reiese din considerente pur geometrice; raportul razelor ionice  $Rc/Ra$  este de 0,43, cu alte cuvinte se găsește aproape de limita dintre coordonarea posibilă de ordinul 4 și coordonarea de ordinul 6. Această înlocuire a  $Si^{4+}$  cu  $Al^{3+}$  are consecințe foarte importante care se răsfrîng în mod simțitor asupra structurii aluminosilicaților și anume în timp ce un tetraedru  $SiO_4$  are patru sarcini electrostatice nesatisfăcute, la un tetraedru de  $AlO_4$  acest număr se ridică la 5. Prin urmare, fiecare tetraedru de aluminiu și oxigen prezent într-un anion complex mărește sarcina negativă a acestuia cu o unitate și reclamă compensarea acesteia cu un cation oarecare cu sarcină pozitivă, în conformitate cu stereometria rețelei compusului respectiv. Acest lucru este ușor de demonstrat pe baza exemplului ce ni-l oferă compuşii cu rețele cristaline tridimensionale:

Cuarț	$[Si_4O_8]^0$ ;
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$ ;
Nefelin	$KNa_3[AlSi_4O_4]_4$ ;
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$ .

Raportul  $Al:Si$  nu trebuie să fie în mod obligatoriu un număr întreg, însă pentru rețeaua cristalină rămîne absolut obligatorie echilibrarea sarcinilor negative și pozitive. De exemplu, formula generală a hornblendei:  $(Ca, Na)_{2-3}(Mg, Al)_5[(Si, Al)_4O_{11}](O, OH)_2$ , unde în radical raportul  $Al:Si$  poate varia de la 1 : 3 pînă la zero. Unitatea tetraedrică aluminiu-oxigen poate apărea în anumite condiții termodinamice, în medii bogate în alumina și la temperaturi înalte. Alcătuirea rețelelor tridimensionale are loc numai dacă iau parte, concomitent, cationi de dimensiuni

relativ mari, cu sarcină redusă —  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ; în prezența unui pH alcalin, produs prin levigarea elementelor alcaline și alcalinoteroase, grupele tetraedrice aluminii-oxigen se distrug, iar elementul  $\text{Al}^{3+}$  trece în coordonare 6.

În silicați există și alți ioni care au exclusiv coordonarea 4 în raport cu oxigenul; este vorba de  $\text{Be}^{2+}$  și  $\text{Zn}^{2+}$  deși acesta din urmă, din raportul razelor ionice, ar rezulta că are și coordonarea 6.

În structura silicaților cationii apar fie într-un singur tip de coordonare, fie cu indici de coordonare diferiți.

Tabelul 219

**Indicii de coordonare ai unor cationi**

Elementul	Nr. coordonare	Elementul	Nr. coordonare
$\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$	4, 6, 8	$\text{Be}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$	4
$\text{Ca}^{2+}$	6, 7, 8	$\text{B}^{3+}$	3, 4
$\text{Al}^{3+}$	4, 5, 6	$\text{Na}^+$	6, 8
$\text{Fe}^{3+}$	4, 6	$\text{Zr}^{4+}$	8
$\text{Sc}^{3+}$	6	$\text{Ba}^{2+}$	6, 12

În general, pentru exprimarea constituției chimico-structurale a silicaților se folosesc simbolurile:

W = cationi cu raze ionice mari, care au coordonare egală sau mai mare de 6 (ex.:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ );

X = cationi bivalenți cu raze ionice medii, care au coordonare egală cu 6 (ex.:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ );

Y = cationi trivalenți și tetravalenți cu raze ionice medii și care au coordonare 6 (se includ aici  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Ti}^{4+}$ );

Z = cationi cu raze ionice mici și care au coordonare 4; elementul principal este  $\text{Si}^{4+}$ , înlocuit parțial cu  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{B}^{3+}$  în unele minerale.

La toți silicații, numărul ionilor de oxigen predomină față de ionii celorlalte elemente. Deoarece ionul de oxigen are o rază ionică mult mai mare, în comparație cu cationii, este normal ca dimensiunile celulei elementare, la fel ca la alți compuși oxigenați, să depindă în special de numărul ionilor de oxigen din celulă și de poziția lor în spațiu.

Silicații pot indica izomorfism complet sau parțial, izovalent sau heterovalent. Substituțiile sînt controlate de cerințele spațiale ale atomilor sau ionilor celor două elemente în cauză, de valoarea temperaturii, de influența potențialului de ionizare, de aranjamentul atomic al structurii etc.

La compararea potențialelor de ionizare între perechi de ioni cu sarcini electrice și cu dimensiuni ale razelor similare se evidențiază faptul că elementele cu potențiale de ionizare apropiate sînt strîns legate geochimic și au capacități de substituire reciprocă (tab. 220).

Neutralitatea electrostatică a structurii trebuie menținută în substituțiile izomorfe, substituiri decurgînd sub două forme:

- sarcinile ionilor care se substituie sînt egale;
- sarcinile ionilor care se înlocuiesc sînt diferite.

Sarcina celui de-al doilea ion poate fi mai mare sau mai mică decît sarcina primului.

Exemplul cel mai ilustrativ de înlocuire între ioni cu sarcini egale este perechea  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ , care se substituie între ei în toate proporțiile. În cazurile

## Potențialele de ionizare ale unor ioni în eV

Ionul	Potențialul de ionizare	Ionul	Potențialul de ionizare	Diferența (%)
Si <sup>4+</sup>	44,89	Ge <sup>4+</sup>	45,5	1
K <sup>+</sup>	4,88	Rb <sup>+</sup>	4,17	4
Fe <sup>3+</sup>	16,16	Co <sup>2+</sup>	17,30	7
Mg <sup>2+</sup>	14,96	Fe <sup>2+</sup>	16,16	8
Al <sup>3+</sup>	28,81	Ga <sup>3+</sup>	≈ 30,60	8
Fe <sup>2+</sup>	16,16	Zn <sup>2+</sup>	17,89	11
Fe <sup>2+</sup>	16,16	Ni <sup>2+</sup>	18,20	13
Mg <sup>2+</sup>	14,96	Co <sup>2+</sup>	17,30	16
Mg <sup>2+</sup>	14,96	Zn <sup>2+</sup>	17,89	20
Mg <sup>2+</sup>	14,96	Ni <sup>2+</sup>	18,20	22
Rb <sup>+</sup>	4,17	Tl <sup>+</sup>	6,10	32
Na <sup>+</sup>	5,13	Cu <sup>+</sup>	7,72	50

În care înlocuirile se petrec între ioni cu sarcini diferite, neutralitatea electrostatică este deranjată; de aceea ea trebuie restabilită, ceea ce se realizează pe două căi. Prima cale se efectuează prin substituirea simultană a altui ion de exemplu:  $\text{Ca}^{2+} + \text{Al}^{3+} \rightleftharpoons \text{Si}^{4+} + \text{Na}^{+}$  sau  $\text{K}^{+} + \text{Si}^{4+} \rightleftharpoons \text{La}^{3+} + \text{Ba}^{2+}$ . În cea de a doua cale neutralitatea este restabilită prin introducerea de ioni adiționali la suprafața scheletului normal al structurii sau prin lăsarea unor poziții structurale vacante. Ca exemplu este înlocuirea dintre grupările  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  cu  $[(\text{OH})^{-}]_4$  în granații hidratați sau  $3 \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons 2 \text{Al}^{3+}$  în mice, unde poziția unui ion de magneziu rămâne neocupată.

Din aceste înlocuiri se formează seriile izomorfe continue, la care numărul ionilor de oxigen este același, iar dimensiunile celulelor elementare variază puțin. La unii silicați înlocuirile sînt parțiale, iar miscibilitatea mineralelor este limitată. Miscibilitatea limitată a compuşilor izostructurali este determi-

nată de deosebită prezență mare dintre dimensiunile ionilor înlocuitori și înlocuitori. Amestecurile izomorfe nelimitate se realizează la temperaturi ridicate. Un exemplu sugestiv de amestec limitat avem la feldspatii alcalini; termenul potasic (Or) cu termenul sodic (Ab). Miscibilitatea totală între ortoză și albit se produce la temperaturi înalte. La temperaturi normale apar soluții solide limitate, formula generală admisă fiind  $(\text{Na}, \text{K})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  sau  $\text{Ab} + (100 - x)\text{Or}$ .

Tablelul 221

Exemple de substituție în minerale silicatate

Elemente cu sarcină egală	Elemente cu sarcină crescândă	Elemente cu sarcină descrescândă
$\text{Mg}^{2+} - \text{Fe}^{2+} - \text{Mn}^{2+} - \text{Co}^{2+} - \text{Ni}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ $\text{Al}^{3+} - \text{Ga}^{3+} - \text{Mn}^{3+} - \text{Cr}^{3+} - \text{Fe}^{3+} - \text{V}^{3+}$ $\text{Si}^{4+} - \text{Ge}^{4+} - \text{Ti}^{4+}$ $\text{K}^+ - \text{Rb}^+ - \text{Cs}^+ - \text{Tl}^+$ $\text{Ca}^{2+} - \text{Sr}^{2+} - \text{Mn}^{2+}$  $\text{Zr}^{4+} - \text{Hf}^{4+} - \text{Th}^{4+}$ $\text{Sc}^{3+} - \text{Y}^{3+} - \text{lantanide trivalente}$	$\text{K}^+ - \text{Ba}^{2+} - \text{Sr}^{2+} - \text{Pb}^{2+}$ $\text{K}^+ - \text{La}^{3+}$ $\text{Ca}^{2+} - \text{Y}^{3+}$ $\text{Mg}^{2+} - \text{Sc}^{3+}$ $\text{Mg}^{2+} - \text{Al}^{3+} - \text{Fe}^{3+} - \text{Cr}^{3+}$ $- \text{V}^{3+}$ $\text{Si}^{4+} - \text{P}^{5+}$ $\text{Sc}^{3+} - \text{Zr}^{4+} - \text{Hf}^{4+}$ $\text{Fe}^{2+} - \text{Sc}^{3+}$	$\text{O}^{2-} - \text{OH}^- - \text{F}^-$ $\text{Si}^{4+} - \text{Al}^{3+} - \text{B}^{3+}$ $\text{Si}^{4+} - \text{Be}^{2+}$ $\text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+$ $\text{Mg}^{2+} - \text{Li}^+$

Procesul de dezamestec se petrece la temperaturi joase, când apare feldspat sodic (plaje, filonașe) într-o matrice de feldspat potasic sau invers. Este vorba de formarea pertitelor și a antipertitelor.

În compoziția chimică a multor silicați iau parte și așa-numiții anioni suplimentari:  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  etc., care neutralizează sarcinile suplimentare pozitive ale cationilor. Se presupune că  $\text{OH}^-$  și  $\text{F}^-$  pot substitui ionul de  $\text{O}^{2-}$ ; o asemenea înlocuire este frecventă pentru ionii de  $\text{O}^{2-}$ , care nu intră în compoziția tetraedrilor de siliciu și oxigen.

În compoziția chimică a silicaților intră și  $\text{H}_2\text{O}$ , în majoritatea cazurilor cu caracter zeolitic. Moleculele de apă sînt reținute de obicei extrem de slab în rețelele cristaline, de regulă în spațiile goale sau în canalele structurale.

Structurile cristaline impun anumite proprietăți fizice. Astfel, clivajul inosilicaților este o consecință a așezării lanțurilor infinite paralele cu axa cristalografică „c”. Legăturile dintre ionii de oxigen și de siliciu fiind mai puternice decît legăturile cu ceilalți cationi, coeziunea în direcția axei „c”, adică în lungul lanțurilor, este mult mai puternică decît în celelalte direcții, astfel că direcțiile de clivaj vor fi paralele cu lanțurile de  $\text{SiO}_4$ . Structura rețelelor plane de tetraedri explică simetria pseudohexagonală a mineralelor din această clasă, iar pe de altă parte clivajul lamelor perfect paralel cu baza. Legătura oxigenului cu cationii între planele de tetraedri este mult mai slabă decît legătura dintre siliciu și oxigen. În structura tectosilicaților, inelele de tetraedri se leagă prin perechi de virfurile îndreptate alternativ în direcții opuse, formînd astfel catene, în formă de benzi ondulate, așezate în direcția muchiei „a” și separate prin plane de cationi de metale alcaline și alcalinoteroase, mai slab legați. Aceste plane corespund planelor de clivaj (010) și (001).

Proprietățile fizice ale nesilicaților se caracterizează prin duritate mare, greutatea specifice mari, indici de refracție mari; sînt incolori sau slab colorați.

Clasificarea silicaților cu grupări tetraedrice de  $\text{SiO}_4$ 

## I. SUBCLASA NEZOSILICAȚI

*Grupa olivinei*

Forsterit	$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4] \dots (\text{Fo})$	0,0–10 % Fa
Olivină	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Crisolit} \\ \text{Hialosiderit} \\ \text{Hortonolit} \\ \text{Ferohortonolit} \end{array} \right.$	10–30 % Fa
		30–50 % Fa
		50–70 % Fa
		70–90 % Fa
Fayalit	$\text{Fe}_2[\text{SiO}_4] \dots (\text{Fa})$	90–0,0 % Fa
Monticellit	$\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$	
Tefroit	$\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$	
Glaucoeroit	$\text{CaMn}[\text{SiO}_4]$	
Knebelit	$(\text{Mn}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$	

*Grupa zirconului*

Zircon  $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$   
 Thorit  $\text{Th}[\text{SiO}_4]$

*Grupa wilemitului*

Wilemit  $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$   
 Fenacit  $\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$

*Grupa granaților. Formula generală  $\text{X}_3\text{Y}_2[\text{ZO}_4]$* *Seria piralspitelor*

Pirop  $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$   
 Almandin  $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$   
 Spessartin  $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

*Seria ugranditelor*

Grossular  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$   
 Andradit  $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$   
 Uvarovit  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$

*Grupa topazului*

Topaz  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{OH}, \text{F})_2$

*Grupa silicaților de aluminiu*

Sillimanit  $\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$   
 Andaluzit  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$   
 Disten  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

*Grupa staurolitului*

Staurolit  $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2(\text{OH})_2$  sau  
 $\text{Fe}_2\text{Al}_3[\text{SiO}_4]_4\text{O}_6(\text{OH})_2$

*Grupa sfenului*

Sfen  $\text{CaTi}[\text{SiO}_4](\text{O}, \text{OH}, \text{F})$

*Alți nezosilicați*

Datolit  $\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$   
 Lamprofilit  $\text{Na}_2\text{SrTi}[\text{SiO}_4]_2$

## II. SUBCLASA SOROSILICAȚI

Thortveitit  $(\text{Sc}, \text{Y})_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$

Astrofilit  $(K, Na)_2(Fe^{2+}, Mn)_4(Ti, Zr)[Si_2O_7]_2(OH, F)_2$   
 Hemimorfite  $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$   
 Lawsonit  $CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$   
 Ilvait  $Ca_2Fe_2Fe^{3+}[Si_2O_7](O, OH)$

### III. SUBCLASA SILICAȚILOR CU GRUPE MIXTE NEZO-SOROSILICAȚI

*Grupa epidotului*  $W_2(X, Y)_3Z_3O_{12}(OH) \rightarrow X_2Y_3[Si_2O_7][SiO_4](OH)$

Zoizit  $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$   
 Clinozoizit  $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$   
 Epidot  $Ca_2, Fe^{3+}Al_2[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$   
 Piemontit  $Ca_2(Mn^{3+}, Fe^{3+}, Al)_2Al[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$   
 Allanit  $(Ca, Ce, La, Th)_2(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+})Al_2[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$   
 Lotrit  $Ca_2(Ti, Al, Mg, Mn)_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH) \cdot H_2O$

*Grupa vezuvianului*

Vezuvian  $Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[SiO_4]_5[Si_2O_7]_2(O, OH)_4$

*Grupa melilitului*  $(Ca, Na, K)_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al)_2O_7]$

Akermanit  $Ca_2Mg[Si_2O_7]$   
 Melilit  $(Ca, Na)_2(Mg, Al, Fe^{3+}, Fe^{2+})[(Si, Al)SiO_7]$   
 Gehlenit  $Ca_2Al[(Al, Si)SiO_7]$

### IV. SUBCLASA CICLOSILICAȚI

Wollastonit  $Ca_3[Si_3O_9]$   
 Bustamit  $(Ca, Mn, Fe)[SiO_3]$   
 Benitoit  $BaTi[Si_3O_9]$   
 Pectolit  $Ca_2NaH[Si_3O_9]$   
 Eudialit  $(Na, Ca)_6Zr[Si_3O_9]_2(OH, Cl)_2$   
 Rodonit  $CaMn_4[Si_5O_{15}]$   
 Beril  $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$   
 Cordierit  $Al_3(Mg, Fe^{2+})_2[AlSi_5O_{18}]$   
 Axinit  $(Ca, Mn, Fe^{2+})_3Al_2[BO_3][Si_4O_{12}](OH)$   
 Turmalină  $(Na, Ca)(Mg, Fe^{2+}, Mn, Li)_3(Al, Fe^{3+}, Ti)_6[BO_3]_3[Si_6O_{18}](OH, F)_4$   
 Dioptaz  $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6 H_2O$   
 Crisocol  $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot H_2O$

## I. SILICAȚI CU GRUPĂRI TETRAEDRICE IZOLATE DE $SiO_4$ — NEZOSILICAȚI

### A. Grupa olivinei $(Mg, Fe)_2 [SiO_4]$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,467 : 1 : 0,586$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,76$ ,  $b_0 = 10,20$ ,  $c_0 = 5,98 \text{ \AA}$  pentru forsterit —  $Mg_2[SiO_4]$  și  $a_0 = 4,82$ ,  $b_0 = 10,48$ ,  $c_0 = 6,11 \text{ \AA}$  pentru fayalit —  $Fe_2[SiO_4]$ .  $Z = 4$ . Conține  $(Mg, Fe)_8[SiO_4]_4$ .

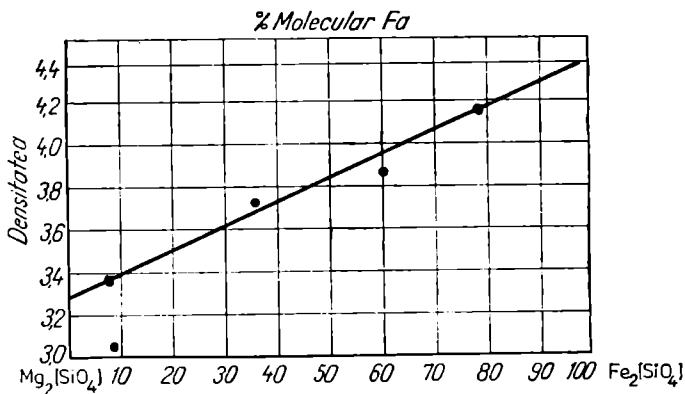


Fig. 158. Diagrama de relație între greutatea specifică și compoziția chimică a mineralelor din seria olivinel.

### Forme și unghiuri:

$$(110) \wedge (1\bar{1}0) = 50^\circ 04'$$

$$(101) \wedge (\bar{1}01) = 102^\circ 54'$$

$$(021) \wedge (0\bar{2}1) = 99^\circ 40'$$

$$(111) \wedge (1\bar{1}1) = 40^\circ 80'$$

$$(120) \wedge (\bar{1}20) = 93^\circ 54'$$

$$(121) \wedge (1\bar{2}1) = 72^\circ 18'$$

**Habitus:** adesea sub formă de cristale idiomorfe, precum și în mase granulare sau cristale rotunjite, diseminate de regulă în roci magmatice. **Clivaj:** (010) și (100) imperfect.  $H=6^{1/2}-7$ .  $G=3,22$  la  $Mg_2[SiO_4]$  și  $4,39$  la  $Fe_2[SiO_4]$ ; pentru olivina comună variază de la 3,3 la 3,4. **Culoare:** în mase compacte este verde, galben-ușor verzui (olivina), galben-închis pînă la negru-verde (fayalitul). **Luciu:** sticios, în spărtură gras. **Macle:** după (100), (011), (012).

**Proprietăți optice.** Refringență ridicată  $\alpha=1,635-1,827$ ;  $\beta=1,651-1,869$ , iar  $\gamma=1,670-1,879$ .  $\Delta=0,035-0,052$  (culori vii de ordinul 2 spre ordinul 3). La olivina comună  $\alpha \approx 1,60$ ,  $\beta \approx 1,60$ ,  $\gamma \approx 1,60$ . Extincția dreaptă,  $2V_\alpha = 82^\circ - 131^\circ$ .

**Chimism.** Olivina este rezultatul amestecului izomorf dintre forsterit și fayalit, în urma înlocuirii continue între perechea diodochy  $Fe^{2+}-Mg^{2+}$ . În mod particular putem asista și la înlocuirea ( $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) cu  $Mn^{2+}$  și  $Ca^{2+}$ . Varietățile bogate în  $Mg^{2+}$  pot indica conținuturi interesante de  $Cr^{3+}$  și  $Ni^{2+}$ . Analizele chimice au confirmat ideea că unele elemente se înlocuiesc nu numai în funcție de valență, ci în funcție și de alți factori: afinitate chimică, dimensiuni ale razelor ionice, potențiale de ionizare etc.

**Geneză.** Mineralele din această grupă, în special olivina, sînt caracteristice rocilor bazice sărace în silice — bazalte — și rocilor ultrabazice — dunite, peridotite. Mai apar în roci metamorfice de contact, formate pe dolomite și calcare (forsterit) în cavitățile obsidianului (fayalit) și în aluviuni. Sub acțiunea agenților externi se descompun chimic cu redepunere de hidroxizi de fier, care bordează cristalul, sau cu formare de serpentină, dezvoltată pe fisurile cristalului, asociată deseori cu magnetit.

Formarea olivinelor prin procesul de cristalizare magmatică poate fi examinată în cadrul sistemelor: forsterit-fayalit și forsterit-silice.



## Analize chimice

Oxizi	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	41,72	41,07	40,96	40,30
TiO <sub>2</sub>	—	0,05	0,01	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,56	0,21	0,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,65	—	—
FeO	1,11	3,78	7,86	10,26
MnO	—	0,23	0,13	0,09
MgO	57,83	54,00	50,45	48,60
CaO	—	—	0,15	0,07
Na <sub>2</sub> O	—	—	0,01	0,04
K <sub>2</sub> O	—	—	—	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	0,05	0,29	}0,33
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	—	
<b>Total</b>	<b>100,66</b>	<b>100,45</b>	<b>100,35</b>	<b>100,56</b>
Numărul de ioni în baza 4 oxigeni				
Si	0,978	0,979	0,996	0,990
Al	—	0,016	—	0,007
Ti	—	0,001	—	0,003
Fe <sup>2+</sup>	—	0,012	—	—
Mg	2,021	1,920	1,828	1,779
Fe <sup>3+</sup>	0,022	0,075	0,160	0,211
Mn	—	0,005	0,003	0,002
Ca	—	—	0,004	0,002
Raportul atomic Mg/Fe				
	98,9 1,1	96,2 3,8	92,0 8,0	89,4 10,6
<p>1 — Forsterit: calcar cristalin; Mogok Mining District Burma (A d a m s și G r a h a m, 1926); 2 — Olivină: calcar cu clinohumit; Ojama — Finlanda (S a h a m a, 1953). 3 — Olivină: dunit; Dun Mountain — Noua Zeelandă (R o s s și col., 1954); conține inclusiv: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=0,02; CoO=0,01; NiO=0,25. 4 — Olivină: bazalt cu noduli de olivină; Ichinomegats — Japonia (R o s s și col., 1954), conține: Na=0,002, K=0,001, Cr=0,001.</p>				

*Sistemul forsterit—fayalit.* Comportarea topiturilor în sistemul Mg<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]-Fe<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] este similară cu a celor din seria plagioclazilor. Fayalitul este termenul de temperatură joasă (1 205°C), iar forsteritul este termenul de temperatură ridicată (1 890°C). Cristalele formate timpuriu vor indica conținuturi mari în Fo; ele prezintă structuri zonare, cu zonele marginale mai bogate în Fa (fig. 159).

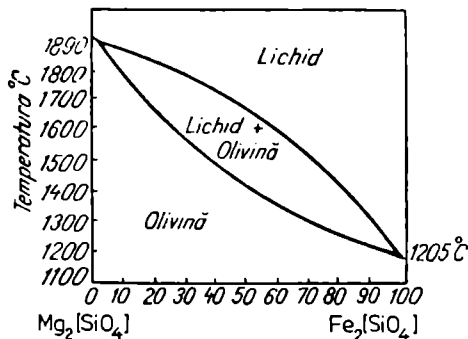
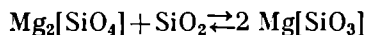


Fig. 159. Diagrama fazelor din sistemul forsterit-fayalit (după N. L. Bowen și I. F. Schaier, 1935).

*Sistemul forsterit—silice.* Acest sistem arată că între forsterit și silice se plasează piroxenul cu topire incongruentă, care se prezintă ca enstatit. Topiturile cu un deficit de  $\text{SiO}_2$  dau prin cristalizare forsterit și piroxen  $\text{Mg}[\text{SiO}_3]$ . Cele cu exces de silice cristalizează sub forma eutecticului silice și piroxen. Dacă aceste topituri prezintă inițial mai puțină silice decât cere echilibrul piroxen—silice, asistăm la separarea în fază tranzitorie a forsteritului care ulterior în procesul de cristalizare este eliminat apărind piroxen și silice conform ecuației:



*Ocurență.* Forsteritul se întâlnește în U.R.S.S. în dolomite și calcare, în asociație cu chondritul și flogopitul (în Transbaicalia) și în marmora macrogranulară albăstruie, în asociație cu clinohimitul și brucitul (în Uralul de Sud); în roci ultrabazice serpentinizate apare în asociație cu magnezitul, flogopit, hematit, spinel la Snarum (Norvegia).

*Olivina* este întâlnită în roci bazice și ultrabazice, în Ural, Caucazul de Nord, Transcaucazia și în sudul Siberiei (U.R.S.S.). În aluviuni apare în partea de N a Egiptului (la est de Esua), în India și Brazilia.

*Fayalitul* se întâlnește în insula Fayal, I-le Azore, sub formă de cristale, și în cavitățile obsidianului din parcul Yellowstone (S.U.A.) și în insulele Lipare.

În R. S. România, olivina se găsește în fundamentul cristalin, în roci ultrabazice, uneori în serpentinite, în Carpații Meridionali (Munții Cibin, Sebeș, Almăj); în magmatismul mezozoic, în roci bazice și ultrabazice, în Carpații Orientali (Munții Bistriței, Perșani), în Carpații Meridionali (M. Paring), în Munții Apuseni (Munții Tarcău, Metaliferi, Drocea); în magmatismul banatic ca forsterit în corneene și skarne în Banat (Ocna de Fier, Oravița, Sasca Montană, Moldova Nouă) și Munții Apuseni (Vlădeasa, Băița—Bihor), în magmatismul neogen, în andezite bazaltoide, în bazalte în Carpații Orientali (Munții Călimani, Gurghiu, Harghita, Perșani) și Munții Apuseni (M. Metaliferi).

**TEFROIT**  $Mn_2[SiO_4]$   
**KNEBELIT**  $(Mn, Fe)_2[SiO_4]$   
**GLAUCOCROIT**  $CaMn[SiO_4]$   
**MONTICELLIT**  $CaMg[SiO_4]$

Sistemul de cristalizare: rombic.

Tabelul 224

**Proprietăți fizice**

Mineralul	Z	II	Dimensiuni (Å)			Clivaj	Macle	Culoare	G
			$a_0$	$b_0$	$c_0$				
Tefroit	4	6	4,86— —4,90	10,60	6,22— —6,25	(010), (001) imperfect	(011)	galben- verzui	3,78— —4,10
Knebelit	4	6 <sup>1/2</sup>	4,82— —4,85	10,49— —10,60	6,09— —6,22	(010), (001), (110) imperfect	—	alb-cenu- șiu	3,96— —4,25
Glauco- croit	4	—	4,92	11,19	6,51	—	—	cenușiu	—
Monti- cellit	4	5 <sup>1/2</sup>	4,81	11,08	6,37	(010) slab	(031)	cenușiu	3,08— —3,27

Tabelul 225

**Analize chimice ale knebelitului**

Oxizi	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	29,92	30,12	30,16
MnO	25,64	23,20	24,20
FeO	42,57	43,77	41,46
CaO	0,40	0,69	2,31
MgO	1,17	2,22	1,81

1, 2, 3 — Knebelit — Râzoare, România (Kosinat Fr, John C, 1905)

**Analize chimice ale tefroitului**

Tabelul 226

Oxizi	1	2	Numărul de ioni în baza 4 oxigen		
			1	2	
SiO <sub>2</sub>	27,11	27,54	Si	0,996	0,992 ≈ 1
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,02	Fe <sup>2+</sup>	0,202	0,279 ≈ 2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,60	0,99	Mn <sup>2+</sup>	1,650	1,695
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,84	0,92	Mg	0,114	0,104
FeO	8,29	9,08	Ca	0,092	0,033
MnO	56,03	56,30			
MgO	3,02	3,64			
Na <sub>2</sub> O	—	—			
K <sub>2</sub> O	—	—			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,02			
<b>Total</b>	<b>98,04</b>	<b>98,51</b>			

1 — și 2 — tefroit; M. Cibin-Sebeș (Hirtopanu Paulina, Hirtopanu I., 1978).

*Ocurență.* De regulă, apariția acestor minerale este legată de procese de metasomatism de contact în calcare și dolomite, metamorfozate sub acțiunea magmelor bazice sau acide.

În România tefroitul apare în șisturi cristaline în Carpații Orientali la Șaru Dornei; în Carpații Meridionali a fost citat în M. Sebeș—Cibin (asociat cu rodocrozit, rodonit și piroxangit), la Bătrîna și la Delinești.

## B. Grupa zirconului

### ZIRCON $Zr[SiO_4]$

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal,  $4/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,9054$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,604$ ;  $c_0 = 5,979$  Å.  $Z = 4$ .

Forme și unghiuri:

$$(101) \wedge (011) = 56^\circ 40'$$

$$(301) \wedge (031) = 83^\circ 08'$$

$$(110) \wedge (211) = 31^\circ 43'$$

$$(100) \wedge (101) = 47^\circ 51'$$

$$(100) \wedge (301) = 20^\circ 13'$$

$$(211) \wedge (121) = 32^\circ 56'$$

*Habitus:* prismatic, prisme-bipiramidale, granule. *Clivaj:* (110) imperfect. *Maclă:* rare, planul de maclă (111).  $H = 7\frac{1}{2}$  (la zirconul metamictic ajunge la 6).  $G = 3,9 - 4,7$ . *Culoare:* incolor, galben, portocaliu, roșu, mai rar verde;

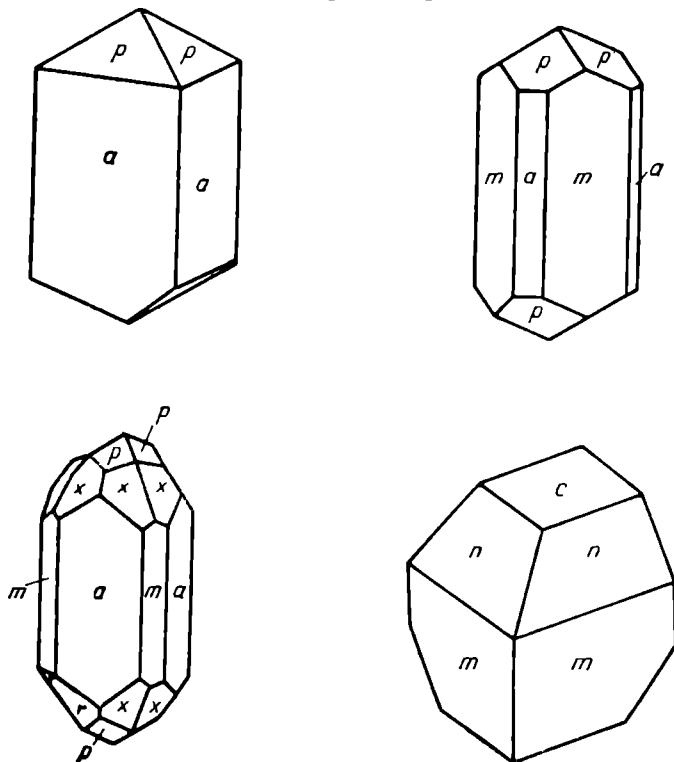


Fig. 160. Cristale de zircon.

varietatea *malacon* este colorată în cafeniu-închis. *Luciu*: adamantin, uneori gras sau sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\omega = 1,923 - 1,960$ ;  $\epsilon = 1,968 - 2,015$ ;  $\Delta = 0,04 - 0,06$  la formele netransformate metamictic. La zirconul metamictic  $n = 1,78 - 1,87$ .

*Chimism.* Studiile cu raze X arată existența grupărilor anionice  $\text{SiO}_4^{4-}$  și a ionilor de  $\text{Zr}^{4+}$  în coordonare egală cu 8. Tetraedri de  $\text{SiO}_4$  alternează cu ionii de  $\text{Zr}^{4+}$  paralel cu  $A^4$ . Ionii de  $\text{Zr}^{4+}$  pot fi înlocuiți cu  $\text{Hf}^{4+}$  (1–4%). Uneori, apar înlocuiri și cu elemente din grupa pământurilor rare simultan cu înlocuirea  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{P}^{5+}$ . Zirconul se comportă frecvent radioactiv datorită prezenței  $\text{Th}^{4+}$  și  $\text{U}^{4+}$ , care înlocuiesc  $\text{Zr}^{4+}$  în structura cristalină.

Tabelul 227

Analize chimice

Oxizi	1	2	3	4
$\text{SiO}_2$	32,51	33,34	24,60	27,13
$\text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2$	67,02	65,44	53,24	51,68
$\text{TiO}_2$	—	n.d.	—	n.d.
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,21	0,20	1,02	0,48
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,08	0,83	2,64	0,45
TR	0,04	—	9,51	10,51
MnO	—	—	0,41	n.d.
MgO	0,01	0,12	0,16	n.d.
CaO	0,22	0,13	0,55	n.d.
$\text{ThO}_2$	—	—	0,99	1,03
$\text{P}_2\text{O}_5$	—	—	3,44	3,37
$\text{H}_2\text{O}^+$	0,03	0,43	3,05	3,12
$\text{H}_2\text{O}^-$	—	0,25	—	0,32
Total	100,12	100,74	99,61	99,84
Numărul ionilor în baza 16 oxigeni				
Si	4,013	4,037	—	3,586–3,91*
Zr+Hf	3,941	3,865	—	3,257
Al	0,030	0,029	—	0,075
$\text{Fe}^{2+}$	0,007	0,075	—	0,044
Mg	—	0,022	—	—
Ca	0,030	0,017	—	—
1 — Zircon; North Burgess — Ontario (Palache și Ellsworth, 1928); 2 — Zircon: Taiwan (Tornita și Karakida, 1951); 3 — Zircon cu fosfor; Kietinokura Kamingo — Japonia (Masutomi și Higami, 1944); 4 — Zircon în pegmatite; Hayamadske Toku-shima — Japonia (Hasegawa, 1957). * — Si+P; ** — conține și U=0,052; Ce=0,018; Y=0,713.				

*Ocurență.* Zirconul este un mineral comun rocilor magmatice și rocilor metamorfice. Rocile magmatice caracteristice zirconului sînt sienitele nefelice, granitele, dioritele; pegmatitele acestor roci conțin cristale mari. În roci metamorfice apare mai frecvent în ortogneise și paragneise. Idiomorfismul cristalelor de zircon se explică atît prin separarea lor printre primele minerale,

din magmă, cit și prin energia mare de creștere, care a permis dezvoltarea idiomorfă a lor și în stadiile relativ târzii, în asociație intimă cu mineralele târzii, care conțin substanțe volatile — apatit, fluorină, mîce. Fîind un mineral stabil din punct de vedere chimic, zirconul se desprinde din rocă în urma proceselor de dezagregare și trece pe cale mecanică în aluviuni, iar de aici, sub formă de granule rulate, în roci sedimentare.

Este întilnit în roci plutonice alcaline în Peninsula Kola (U.R.S.S.), în roci granitice în Madagascar, în aplite sienitice în Brundenell (Ontario, Canada).

În România apare în fundamentul cristalin: în sisturile cristaline ale Carpaților Orientali, Carpaților Meridionali, în Munții Apuseni și Munții Dobrogei, de regulă în gnaisele biotitice; în cantități ceva mai ridicate în masive intrusive și în aureola lor de contact (Ditrău, Cerna, Cherbelezu, Muntele Mic, Vf. Pietrii, M. Petreanu, Highiș, Codru, Muntele Mare); în magmatismul mezozoic, în granitele din M. Măcin (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobdeal); în magmatismul banatic: în Carpații Meridionali (Moldova Nouă, Sasca Montană, Ocna de Fier) și M. Apuseni (M. Drocea, Bihor, Vlădeasa, Gilău); în vulcanismul neogen: în Carpații Orientali (Oaș, Gutii, Țibleș, Rodna, Birgău, Călimani, Gurghiu, Hărghita) și M. Apuseni (M. Metaliferi); în aluviuni: izvoarele Mureșului, valea Argeșului, Ditrău, Glogova, Merișani, litorarul Mării Negre (Delta Dunării și Chituc).

### THORIT $\text{Th}[\text{SiO}_4]$

S-au separat următoarele varietăți: *orangit*: transparent, de culoare portocalie; *uranothorit*: 10—16%  $\text{U}_3\text{O}_8$ ;  $\text{U}^{4+}$  înlocuiește  $\text{Th}^{4+}$ ; *macintoshit*: cu  $\text{U}_3\text{O}_8$  și *tharohumit*: cu  $\text{U}_3\text{O}_8$  bogat în  $\text{H}_2\text{O}$ , P și TR.

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 0,889$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 7,03$ ;  $c_0 = 6,25$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus*: rar, în cristale prismatice scurte, cristale piramidale, granule neregulate. *Clivaj și spărtură*: (110), concoidală.  $H = 5$ .  $G = 6,7$ ; în starea metamictică scade considerabil pînă la 4,8. *Culoare*: negru, brun, galben, portocaliu. *Urmă*: brun-închis. *Luciu*: sticlos sau gras.

*Proprietăți optice*.  $\omega = 1,780 - 1,820$ ,  $\epsilon = 1,790 - 1,840$ ,  $\Delta = 0,01 - 0,02$ , pentru starea metamictică  $n = 1,66 - 1,86$ ; este colorat în brun, galben și verde.

*Ocurență*. Este întilnit în Norvegia la Breving și Arendal, la Langesundfiord, în insulele Lövö și Landbö, în Elveția lângă Lindersäs, apoi în insula Madagascar. În general apare ca mineral accesoriu în granite și sienite nefelinice și în pegmatitele asociate acestora. Varietatea *uranothorit* a fost identificată în Bancroft (districtul Ontario, Canada).

### C. Grupa willemitului

#### WILLEMITE $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$

*Sistemul de cristalizare*: trigonal, 3.

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 0,668$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 13,96^\circ$ ;  $c_0 = 9,34$  Å.  $Z = 18$ .

**Habitus:** rar prismatic, romboedric; deseori granule fine. **Clivaj:** (0001) bun.  $H=5\frac{1}{2}$ .  $G=3,9-4,0$ . **Culoare:** variabilă — galben, verde, brun, uneori alb. **Luciu:** sticlos, uneori rășinos.

**Proprietăți optice.**  $\epsilon=1,710-1,723$ ,  $\omega=1,691-1,694$ . Indicii de refracție cresc pentru varietățile bogate în  $Mn^{2+}$ .  $\Delta=0,02-0,03$ ; uniax pozitiv.

**Chimism.** O parte importantă din  $Zn^{2+}$  este înlocuită prin  $Mn^{2+}$ , mai puțin prin  $Fe^{2+}$ . Unele varietăți expuse razelor ultraviolete capătă o luminiscentă verde.

**Ocurență.** Se întâlnește în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri de plumb și zinc (la Altenberg — R. D. Germană; Bou Taleb — Algeria; la Merrit-Mine — New Mexico, S.U.A.), uneori formînd pseudomorfoze după calamină. Varietatea willemit manganifer endogen este întilnită în zăcămintul melasomatic de la Franklin din statul New Jersey (S.U.A.).

#### FENACIT $Be_2[SiO_4]$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal, 3.

**Relația axială:**  $a : c = 1 : 0,665$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=12,45$ ;  $c_0=8,23$  Å.  $Z=18$ .

**Habitus:** romboedric, scurt columnar, prismatic. Forme (1120), (1011) și concreșteri după (1010). **Clivaj:** (1120) imperfect.  $H=8$ .  $G=2,96-3,00$ . **Culoare:** incolor sau divers colorat în galben, roz, mai rar în brun.

**Proprietăți optice.**  $\epsilon=1,670$ ,  $\omega=1,654$ ;  $\Delta=0,016-0,020$ ; uniax negativ.

**Chimism.** O mică parte din  $Be^{2+}$  este înlocuită prin  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  și  $Na^{1+}$ .

**Ocurență.** Apare în pegmatitele asociate rocilor granitice și în sisturi cristaline micacee.

Se întâlnește în pegmatitele de la Takovaia—Minsk, la Miask—M. Ilmen (U.R.S.S.), la Kragerø (Norvegia), la Sao Miguel (Brazilia) și la Topaz-Butte (statul Colorado, S.U.A.).

### D. Grupa granaților

Sînt silicați complecși din punct de vedere chimic, a căror formulă generală poate fi exprimată sub forma:  $X_3Y_2[SiO_4]_3$ , în care X poate fi  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  sau  $Mn^{2+}$ , iar Y poate fi  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  sau  $(Ti^{3+})(Mn^{3+})$ , în cantități subordonate. Gruparea tetraedrică  $SiO_4$  poate fi înlocuită prin  $PO_4$ .

Tabelul 228

Constante fizice ale granaților

Specia	Formula	Greutatea specifică	n	Parametrul celulei elementare $a_0$ Z
Almandin	$Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	4,32	1,830	11,526
Pirop	$Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	3,58	1,714	11,459
Spessartin	$Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	4,19	1,800	11,621 Z=8
Grossular	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	3,59	1,734	11,851
Andradit	$Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$	3,86	1,887	12,048
Uvarovit	$Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$	3,90	1,868	12,000

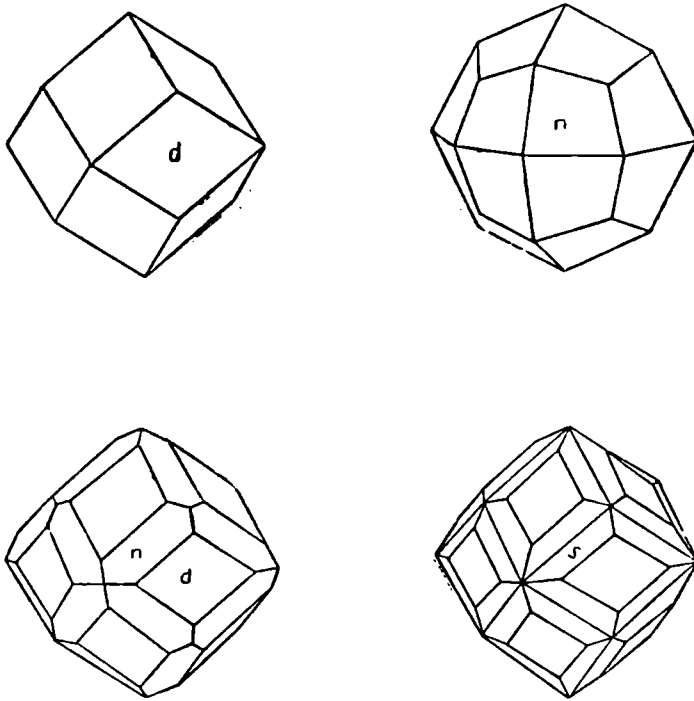


Fig. 161. Cristale de granați.

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Habitus:* cristale caracteristice de dodecaedru (110), trapezoedru (211), combinații de dodecaedru cu hexakisocaedru (110)–(321); deseori mase granulare. *Macle:* deseori mimetice (210). *Clivaj:* absent.  $H=6^{1/2}-7^{1/2}$ .  $G=3,6-4,3$ , depinzind de compoziția chimică. *Culoare:* variază foarte mult (tab. 229). *Urmă:* albă sau slab colorată în culoarea speciei. *Luciu:* sticlos sau gras.

Tabelu! 229

**Culoarea și produsele de alterație la granați**

Specia	Subspecia	Culoarea	Produs de transformare
Piralspite	Pirop Almandin Spessartin	roșu, aproape negru cafeniu, roșu, negru nuanțe de roșu	într-o concreștere de amfibol fibros și feldspat bordind cristalele; uneori în clorit + + epidot + scapolit
Ugrandite	Grossular Andradit Uvarovit	galben, alb, cafeiniu, roșu, verde galben, cafeiniu, roșu, negru verde ca smaraldul	clorit + epidot + feldspat + + calcit în clorit verde-închis cu $Cr^{3+}$ .



*Proprietăți optice.* Indicele de refracție variază în funcție de compoziție. Granații sînt izotropi; grossularul, spessartinul, andraditul și uvarovitul se comportă adeseori anizotrop.

*Chimism și structură.* În structura reticulară, granații au prezentă în compoziția lor gruparea anionică siliciu-oxigen, în coordonare tetraedrică, precum

Tabelul 230

**Analize chimice ale granditelor din skarnele din România**

	1	2		3		4
SiO <sub>2</sub>	36,86	39,40	SiO <sub>2</sub>	36,76	SiO <sub>2</sub>	38,10
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,60	TiO <sub>2</sub>	0,62	TiO <sub>2</sub>	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60	21,14	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,33	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,31	3,91	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,78	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,08
FeO	0,49	0,89	FeO	0,56	FeO	2,96
MnO	0,17	0,15	MnO	0,43	MnO	0,03
MgO	2,30	0,61	MgO	1,35	MgO	1,55
CaO	29,33	32,40	CaO	33,25	CaO	35,53
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,10	0,07	CO <sub>2</sub>	1,90	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,15
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,66	0,59	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,10	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,75
Total	99,98	99,76		95,08		100,45
Numărul ionilor în baza 24 (0)						
Si	5,916	5,515	Si	6,30	Si	6,020
Al	0,084	0,485	Al	—	Al	—
Al	0,807	3,773	Al	2,54	Al	3,001
Fe <sup>3+</sup>	3,130	0,209	Fe <sup>3+</sup>	1,02	Fe <sup>3+</sup>	0,464
Ti	0,018	0,058	Fe <sup>2+</sup>	0,08	Ti	0,001
Mg	0,017	0,227	Mn	0,06	Mg	0,323
Fe <sup>2+</sup>	0,067	0,203	Mg	0,35	Fe <sup>2+</sup>	0,570
Mn	0,023	0,217	Ca	5,38	Mn	—
Ca	5,148	5,136			Ca	5,663
Participarea procentuală în termeni finali (Mol %)						
Andradit	79,9	5,1		34,7		13,7
Grossular	5,1	84,1		59,3		68,7
Almandin	1,1	3,4		1,3		11,2
Pirop	13,5	3,8		3,7		6,3
Spessartin	0,4	3,6		1		—
1 — andradit verde-gălbui; Sasca Montană; 2 — grossular cafeniu, Sasca Montană (Constantinescu, 1976); 3 — grandit; Ciclova (Cioflica, Popescu, Constantinescu, 1976); 4 — grossular verde-gălbui; Oravița (Popescu, Constantinescu, 1977).						

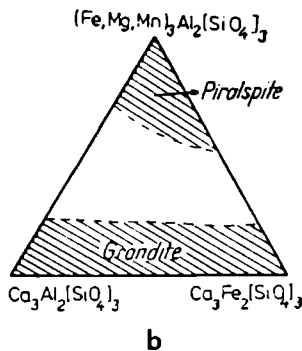
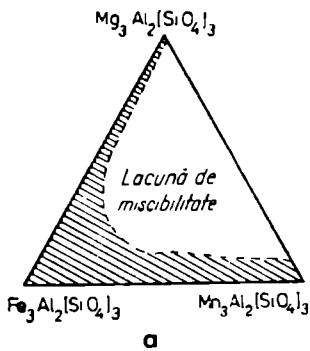


Fig. 162. Diagrame triunghiulare ale domeniilor de miscibilitate la granați:

a) lacuna de miscibilitate în sistemul pirop-almandin-spessartin; b) lacuna de miscibilitate între grandite și piralspite.

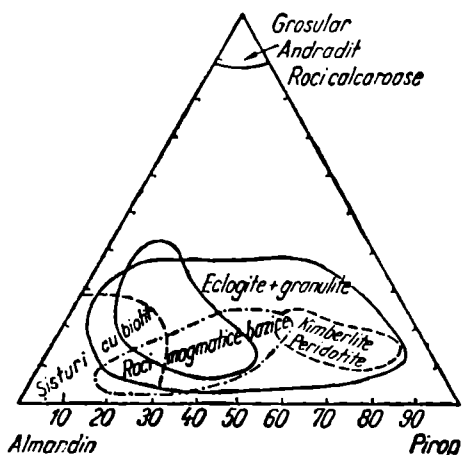


Fig. 163. Limitele compoziției în grandite-almandin-pirop pentru granații din diferite tipuri de roci.

și gruparea octaedrică  $AlO_6$ . În spațiile reticulare se dispun elementele bivalente care, de regulă, sînt prezente în coordonare opt.

În natură, cristalele de granați sînt rezultatul substituției izomorfe a elementelor bivalente; domenii de amestec reies din diagramele triunghiulare prezentate în figura 162.

Granații formează două serii distincte, între care se găsește o largă lacună de miscibilitate: seria granaților cu cationi de dimensiuni mijlocii și seria granaților calci. Primii sînt cristale mixte între pirop-almandin-spessartin, cu o lacună de miscibilitate între pirop și spessartin. Conținutul în  $Fe^{3+}$  este moderat. Granații calci sînt cristale mixte între grossular și andradit; ei au un conținut redus în  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , deci o slabă participare a piralspitelor.

**Ocurență.** Cei mai răspîndiți sînt granații formați în urma metamorfismului de contact termic și metasomatic sub acțiunea magmelor acide asupra rocilor carbonatice (calcare și dolomite), la temperaturi relativ înalte (grossular și andradit). Mai rar se întîlesc acumulări de granați, formate prin acțiunea magmelor acide asupra rocilor metamorfice bazice (almandin), mai ales dacă acestea din urmă se găsesc sub formă de xenolite în rocile eruptive. Granații sînt foarte răspîndiți și în șisturile cristaline, cloritice, talcoase, amfibolitice, micacee etc.

În România granații piralspitici apar în șisturile cristaline din Carpații Orientali (M. Preluca, M. Rodnei, Vf. Inău, M. Bistriței, M. Hăghimaș), din Carpații Meridionali (M. Făgăraș—Lotru—Cibin—Sebeș, M. Godeanu, M. Mehedinți), din M. Poiana Ruscă și M. Semenic, din M. Apuseni (M. Gilău, M. Rez, M. Țicăului), iar din Dobrogea, în zona Camena.

Spessartinul a fost indentificat și în legătură cu minereurile manganifere de la Răzoare, Iacobeni, Șarul Dornei, Delinești.

Granații granditici se întilnesc în pegmatitele cristalinelui getic din Carpații Meridionali, de asemenea în corneenele din Masivul Parîng, în skarnele legate de magmatismul banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Băișoara) etc.

În alte țări apare în kimberlitate în Africa de Sud, în Siberia (U.R.S.S.), la Falun (Suedia), Antsirabe (Madagascar), Concepcion del Oro (Mexic), Olocumpu (Finlanda).

## E. Grupa topazului

### TOPAZ $Al_2[SiO_4](OH, F)_2$

Sistemul de cristalizare: rombic,  $m \ m \ 2$  sau  $2 \ 2 \ 2$ .

Relația axială:  $a : b : c = 0,528 : 1 : 0,955$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 4,65$ ;  $b_0 = 8,80$ ;  $c_0 = 8,40$  Å.  $Z = 4$ .

Forme și unghiuri:

$$\begin{array}{ll} (010) \wedge (120) = 43^\circ 26' & (001) \wedge (011) = 43^\circ 41' \\ \underline{c} (010) \wedge (110) = 62^\circ 10' & (001) \wedge (021) = 62^\circ 22' \\ (001) \wedge (121) = 69^\circ 12' & (001) \wedge (111) = 63^\circ 56' \end{array}$$

*Habitus*: prismatic, cu strițiuni verticale, în granule de dimensiuni relativ mari. *Clivaj*: (001) perfect.  $H = 8$ .  $G = 3,5 - 3,6$ . *Culoare*: incolor sau galben, cenușiu, verzui, roșcat, albastrui. *Urmă*: albă. *Luciu*: stictos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha = 1,606 - 1,629$ ,  $\beta = 1,609 - 1,631$ ,  $\gamma = 1,616 - 1,638$  (refringența scade pe măsură ce crește conținutul în OH și în F).  $\Delta = 0,01$ , (birefringența crește odată cu creșterea conținutului în OH sau F).  $2V\gamma = 18^\circ - 68^\circ$ . Planul axelor optice perpendicular pe (001).

*Alte proprietăți*: piroelectric și piezoelectric.

*Alterare*: se transformă uneori în caolinit sau sericit.

*Ocurență*. Apare îndeosebi în formațiuni de contact, în pegmatite, cînd se asociază cu casiteritul, fluorina, turmalina și berilul.

Se întilnește în filoane pegmatitice legate de intruziunile granitice din Ural (Mursinsk), Ucraina și Siberia (U.R.S.S.), apoi la Rio Belemonte (Brazilia), la Mukla (Turcia), La Luis Potosi și Durango (Mexic), la Tanokamiyama (Japonia), la Pikes—Peak, Topaz—Butte (Colorado) și la Ramona — California (S.U.A.).

*Diagnostic*. Se deosebește de andaluzit prin clivaj și unghiul axelor optice (mai mic); de sillimanit prin birefringență (mai slabă); de feldspat prin relieful mai puternic, prin densitatea și durezza mai mare.

## F. Grupa silicaților de aluminiu

Sînt minerale cu aceeași compoziție chimică-globală, diferența de structură rezultînd din modul în care ionii de  $Al^{3+}$  sînt coordonați de ionii din oxigeni; la aceste minerale jumătate din sarcini sînt coordonate octaedric prin oxigeni așezați paralel cu axul „c”, iar cealaltă jumătate, la sillimanit este în coordonare 4, la andaluzit în coordonare 5 și la disten în coordonare 6.

### SILLIMANIT $Al[AlSiO_5]$

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,975 : 1 : 0,702$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,44$ ;  $b_0 = 7,59$ ;  $c_0 = 5,75$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale aciculare, nu se observă fețe terminale; fețele de prismă prezintă striatiuni; se întilnește în mase radiare compacte, în agregate fibroase și sub formă de incluziuni aciculare, adeseori cu aspect curbat, prinse în alte minerale (în cuarț și feldspați); dezvoltarea se face paralel cu axul „c”.  
*Clivaj:* (010)bun.  $H = 7^{1/2} - 6^{1/2}$ .  $G = 3,23 - 3,27$ . *Culoare:* cenușiu, brun-deschis sau verde-deschis. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,654 - 1,661$ ,  $\beta = 1,658 - 1,662$ ,  $\gamma = 1,673 - 1,683$ ,  $\Delta = 0,020$ .  $2V_\gamma = 21^\circ - 30^\circ$ .

*Diagnostic.* Seamănă mult cu wollastonitul și tremolitul; se deosebește prin insolubilitatea în acizi.

*Ocurență.* Mineral de metamorfism de contact la temperaturi înalte; este întilnit la contactul rocilor eruptive și chiar în rocile eruptive, ca produs al reacției cu roci bogate în alumina. Se mai întilnește în șisturile cristaline rezultate din metamorfismul regional, alături de andaluzit și disten.

În România apare în unele granite gnaisice sau roci corneene de la contactul acestora (Răzoare, M. Bistriței, M. Lotrului, M. Sebeșului, M. Godeanu, M. Poiana Ruscă, M. Paring, M. Vulcan, Ocna de Fier, M. Mare, M. Gilău), în corneenele din jurul unor masive banatitice (M. Vlădeasa), al unor vulcanite neogene (Deva, Săcărîmb) și a unor aluviuni actuale (V. Bistriței, M. Cibin, Pianu de Sus). De asemenea se întilnește la Freiberg (R. D. Germană), Khasi Hills (India), Mogok (Birmania), Yorktown (statul New York — S.U.A.).

### ANDALUZIT $Al_2[SiO_4]O$

*Viriditul:* o varietate bogată în mangan și fier.

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,982 : 1 : 0,703$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,78$ ;  $b_0 = 7,92$ ;  $c_0 = 5,57$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale prismatiche, columnare, cu unghiul dintre prisme egal:  $89^\circ 12'$ ; în șisturile argilo-cărbunoase se întilnesc cristale cu forme de cruce, care au primit denumirea de *chiastolit*, materia argilo-cărbunoasă dispunîndu-se după anumite direcții cristalografice; rar în agregate granulare. *Clivaj:* (110) distinct-bun, (100) slab.  $H = 7^{1/2} - 6^{1/2}$ .  $G = 3,13 - 3,16$ . *Culoare:* variabilă, incolor sau colorat în cenușiu, galben, roz, roșu, verde-închis (varietatea care conține mangan). *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,629 - 1,640$ ,  $\beta = 1,633 - 1,644$ ,  $\gamma = 1,638 - 1,650$ ,  $\Delta = 0,01$ .  $2V_\gamma = 73^\circ - 86^\circ$ .

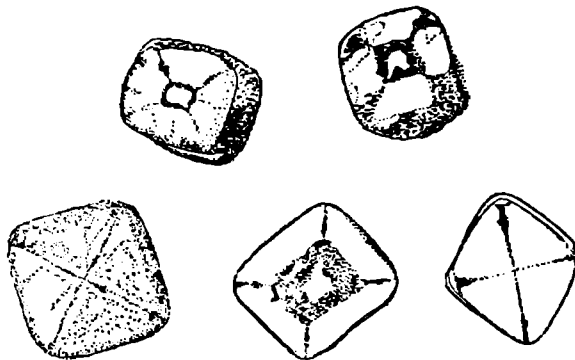


Fig. 164. Cristale de andaluzit cu aranjament regulat al incluziunilor.

Tabelul 231

Analize chimice de andaluzit

Oxizi	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	36,74	36,86	36,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62,70	61,46	60,16
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,04	0,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	0,60	1,82
FeO	0,05	—	—
MnO	—	<0,01	<0,01
MgO	0,03	0,22	0,16
CaO	0,02	0,20	0,22
Na <sub>2</sub> O	—	—	0,03
K <sub>2</sub> O	0,07	—	0,22
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,15	0,64	0,86
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,01	0,08	0,08
<b>Total</b>	<b>100,14</b>	<b>100,11</b>	<b>100,19</b>
Numărul ionilor în baza 20 oxigeni			
Si	3,972	4,014	4,014
Al	7,991	7,888	7,780
Fe <sup>3+</sup>	0,030	0,060	0,151
Mg	0,006	0,036	0,026
Ti	0,001	0,003	0,004
Fe <sup>2+</sup>	0,005	—	—
Mn	—	—	—
Na	—	—	0,006
Ca	0,003	0,024	0,026
K	0,009	—	0,030
	} 8,05	} 8,00	} 8,02
<p>1 — Andaluzit; în șist cu andaluzit, sillimanit și disten; M. Goat, Boehls Butte — Idaho;                  2 — Andaluzit; Yellowknife — Canada; 3 — Andaluzit; Outpost Islands — Canada.</p>			

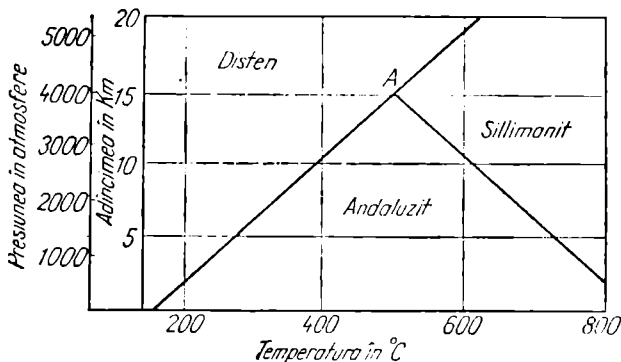


Fig. 165. Diagrama de stabilitate a mineralelor din seria silicaților de aluminiu.

**Chimism și structură.** Formula chimico-structurală este calculată pornind de la baza egală cu 20 oxigeni. Este un mineral considerat pur din punct de vedere chimic; jumătate din ionii de  $Al^{3+}$  sînt prezenți în coordonare octaedrică, iar cealaltă jumătate apare în coordonare 5. Ionii de  $Al^{3+}$  pot fi substituiți parțial prin  $Fe^{3+}$ , iar după unii geochimiști și prin  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  și  $Mn^{2+}$ .

Pentru a concretiza stabilitatea mineralelor din seria silicaților de aluminiu prezentăm figura 165. Ținînd seama de expresia regulii fazelor  $F = C - L + 2$ , în parageneza andaluzit - sillimanit  $C=1$ ,  $F=2$ , deci  $L=1$ , iar în parageneza andaluzit - sillimanit - disten  $F=3$ , deci  $L=0$ ; rezultă că la o anumită temperatură prima parageneză este posibilă numai la o singură valoare a presiunii, pe cînd în cel de-al doilea caz asociația se găsește în stare de echilibru numai la o singură valoare a temperaturii și a presiunii. Este punctul triplu la  $500^\circ \pm 50^\circ C$  și  $4 \pm 0,5$  kb.

#### DISTEN $Al_2[SiO_4]O$

Sinonim: cyanit.

Sistemul de cristalizare: triclinic,  $\bar{1}$ .

Relația axială:  $a : b : c = 0,899 : 1 : 0,709$ .

Dimensiunea celei elementare:  $a_0 = 7,10$ ;  $b_0 = 7,74$ ;  $c_0 = 5,57$  Å.  $Z=4$ .

Habitus: cristale tabulare (100), alungite paralel cu „c”, terminații rare.

Macle: fața de maclă (100), iar axul de maclă perpendicular pe (100), maclare polisintetică după (001) prin presiune; cristalele sînt flexibile și apar deseori încovoiate sau răsucite. Clivaj: (100) perfect, (010) bun, (001) potrivit.  $H =$  =variabilă pe fața (100): 4 - 5 paralel cu „c”, 6 - 7 paralel cu „b”.  $G = 3,53 - 3,65$ . Culoare: albastru, alb, rareori cenușiu, verde, negru. Culoarea poate să dispară la încălzire. Urmă: albă. Luciu: sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj.

Proprietăți optice:  $\alpha = 1,717$ ,  $\beta = 1,722$ ,  $\gamma = 1,729$ .  $\gamma \wedge c(100) = 27^\circ - 32^\circ$ ;  $\gamma \wedge c(010) = 5^\circ - 8^\circ$ ;  $\alpha \wedge a(001) = 0^\circ - 3^\circ$ .  $\Delta = 0,015$ .  $2V\alpha = 82^\circ - 83^\circ$ .

Transformări. Distenul se transformă, în timp, în mullit (mai ușor decît andaluzitul), la temperaturi de  $1\ 300^\circ C$ .

Alterare. Trece ușor în muscovit, uneori în clorit.

Diagnostic. Se caracterizează prin liniile de clivaj; relief marcat.

Chimism și structură. În constituția chimică (tabelul 232) întîlnim urme de elemente alcaline de titan și fier. Structura se caracterizează prin grupe tetraedrice pentru  $Si^{4+}$  și octaedrice pentru  $Al^{3+}$ .

Analize chimice de disten

Oxizi	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	36,76	37,46	37,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	62,74	61,52	60,43
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,03	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,71	1,12
FeO	0,01	—	—
MnO	—	0,00	urme
MgO	0,04	0,03	0,09
CaO	—	0,02	0,15
K <sub>2</sub> O	0,12	0,01	—
Na <sub>2</sub> O	—	0,03	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,14	} 0,05	0,79
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,01		—
Total	100,15	99,87	100,07
Numărul ionilor in baza 20 oxigeni			
Si	3,972	4,057	4,087
Al	7,996	7,855	7,772
Fe <sup>3+</sup>	0,026	0,058	0,091
Mg	0,006	0,005	0,015
Ti	0,001	0,003	—
Fe <sup>2+</sup>	0,001	—	—
Na	—	0,006	—
Ca	—	0,002	0,018
K	0,017	0,001	—
	} 8,05	} 7,93	} 7,90
<p>1 — Disten: în şisturi cu andaluzit-sillimanit-disten; M. Goat, Boehls Butte — Idaho; 2 — Disten: în cristale; Hällsjöberget, Warmland — Suedia; 3 — Disten: şist cuarţifer cu mică; Carpaţii Meridionali — R. S. România.</p>			

**Alterare.** Uneori se constată fenomene de substituire a cristalelor de disten prin mică, uneori prin pirofilit, transformări produse prin acţiunea soluţiilor alcaline. Formează deseori concreşteri regulate cu staurolitul.

**Ocurenţă.** Se formează în procesul de metamorfism regional, prin transformarea rocilor bogate în alumină, în condiţii de adâncimi mari. Este relativ rezistent din punct de vedere chimic, de unde se explică întilnirea lui în aluviuni.

În România apare în formaţiuni pegmatitice în M. Preluca, M. Rodna, Ditrău, M. Făgăraş, M. Lotru, M. Sebeş, M. Poiana Ruscă. M. Semenice, M. Gilău. În unele nisipuri apare în Dobrogea Centrală, apoi la Doftana, precum şi în unele aluviuni recente pe Valea Bistriţei, la Pianu de Sus, Pianu de Jos, pe valea Sebeşului.

În alte ţări distenul este întilnit la Villa Rica (Brazilia), la Lapsa Buru şi Kharsavan (India), la Boehls Butte în statul Idaho (S.U.A.), la Machakos (Kenya), la Prilepec (R. S. F. Iugoslavia).

## G. Grupa staurolitului

### STAUROLIT $\text{FeAl}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2(\text{OH})_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic (pseudorombic), 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,473 : 1 : 0,682$ ;  $\beta = 90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,83$ ;  $b_0 = 16,62$ ;  $c_0 = 5,65$  Å.  $Z = 4$ .

*Forme și unghiuri:*  $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 50^\circ 26'$ ;  $(001) \wedge (201) = 55^\circ 17'$ .

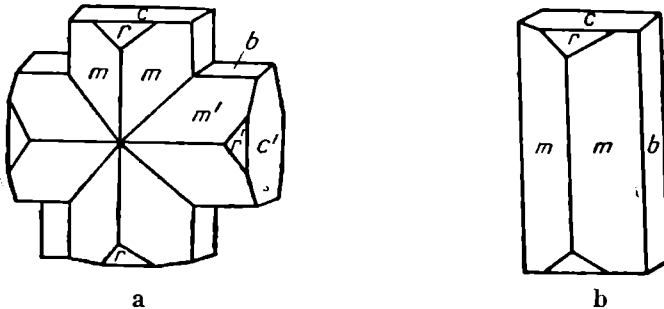


Fig. 166. Cristale de staurolit:  
a - cristal; b - macle.

*Habitus:* cristale prismatice cu fețe (001) și (010), deseori scurte și groase.

*Macle:* frecvente și caracteristice; se aseamănă cu o cruce în unghi drept după (032) sau oblică după planul (232), când determină un unghi de  $60^\circ$ .

*Clivaj:* (010) slab.  $H = 7\frac{1}{2}$ .  $G = 3,74 - 3,83$ . *Culoare:* roșu-brun până la negru-brun. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,739 - 1,747$ ,  $\beta = 1,745 - 1,753$ ,  $\gamma = 1,752 - 1,761$ ,  $\Delta = 0,012 - 0,014$ .  $2V\gamma = 82^\circ - 90^\circ$ ; pleocroism ( $\gamma =$  galben auriu,  $\beta =$  galben-pal,  $\alpha =$  incolor); orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ .

*Chimism.* Deseori în compoziția chimică ionii de  $\text{Fe}^{2+}$  pot fi înlocuiți parțial prin  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , uneori  $\text{Fe}^{3+}$ . Mineral stabil din punct de vedere chimic.

*Analiza chimică:*  $\text{SiO}_2$  27,50%;  $\text{TiO}_2$  0,90%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  49,89%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  6,16%;  $\text{FeO}$  11,14%;  $\text{MnO}$  0,29%;  $\text{MgO}$  2,13%;  $\text{CaO}$  0,10%;  $\text{H}_2\text{O}^+$  1,95 (staurolit, Sebeș - România) (Trif A., 1952).

*Ocurență.* Apare în urma proceselor de metamorfism regional. Este mineral de temperatură ridicată și este caracteristic șisturilor cristaline. De regulă, apare în roci bogate în alumina alături de disten, sillimanit, andaluzit, mice etc.

În România se găsește în paragnaisse și micașturi (M. Preluca, M. Maramureșului, M. Rodnei, M. Bistriței, M. Făgăraș, M. Lotru, M. Sebeș, M. Godeanu, M. Poiana Ruscă, M. Semenice, M. Gilău), în fracțiunea grea a unor nisipuri (în Dobrogea Centrală, în nisipuri aptiene - Telega, Doftana, în nisipul gresiei de Kliwa -) sau în unele aluviuni recente (Sebeșu de Jos, Sebeșu de Sus, Pianu de Sus).

Interesante sînt și aparițiile de staurolit din Gorob-Mine (Namibia), de la Aschaffenburg (Bavaria - R. F. Germania), Quimper (Bretania - Franța).



## H. Grupa sfenului

SFEN  $\text{CaTi}[\text{SiO}_4](\text{O}, \text{OH}, \text{F})$

**Sinonim:** titanit.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,753 : 1 : 0,854$ .  $\beta = 119^\circ 43'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,56$ ;  $b_0 = 8,72$ ;  $c_0 = 7,44$  Å.  $Z = 4$ .

**Habitus:** în general sub formă de cristale izolate; habitusul este extrem de variat din cauza numeroaselor combinații de forme; se întâlnesc frecvent prisme turtite, în formă de plic, care în secțiune transversală au formă de pană. Forme: (110), (111), (001). **Macle:** destul de frecvente, de întrepătrundere și de juxtapunere după (001) și (100). **Clivaj:** (110) bun.  $H = 5 - 5^{1/2}$ .  $G = 3,45 - 3,55$ . **Culoare:** galben, brun, cenușiu, roșu-brun, uneori negru. **Urmă:** albă. **Luciu:** adamantin.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,847 - 1,950$ ;  $\beta = 1,870 - 2,034$ ,  $\gamma = 1,943 - 2,110$ .  $\gamma \wedge c = 51^\circ$ .  $\Delta = 0,10 - 0,19$ ,  $2V\gamma = 17 - 40^\circ$ .

**Chimism.** Ca este deseori substituit prin Cr, Ba, Y, Na, Ce, iar Ti prin Al sau Fe, uneori prin Nb, Ta, V, Cr.

**Ocurență.** Se întâlnește deseori în cantități mici sub formă de mineral accesoriu în rocile magmatice (granite, sienite, trahite, andezite etc.). Sub formă de cristale mari se află în pegmatite, mai ales în pegmatitele asociate rocilor sienitice. Mai rar, în formațiuni metasomatice de contact, în urma acțiunii magmelor mai puțin acide asupra calcarelor. Uneori, ca mineral caracteristic în unele roci metamorfice (gnaise, șisturi cloritice și micacee etc.). Sfenul apare acumulat în aluviuni adesea sub formă de cristale fragmentate.

Sub acțiunea soluțiilor hidrotermale se transformă într-un agregat de calcit + cuarț + rutil (anatas) criptocristalin. Sînt cunoscute, în urma descompunerii chimice, peliculele galbene, sub forma unei substanțe pulverulente fin disperse, numite *xantholitan*.

Sfenul este un constituent accesoriu în numeroase roci, cu precădere în cele bazice. Se întâlnește în complexele de șisturi cristaline din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în special în amfibolite. În legătură cu magmatismul paleozoic sau mai vechi este citat în masivul alcalin Ditrău în essexite și hornblendite. Este cunoscut și în granitele de Hlighiș, de Muntele Mare, în granitoidele de Codru; apoi în granitele, granodioritele, porfirele cuarțifere și diabazele de la Măcin, Greci, Camena; în magmatitele bazice ofiolitice din Carpații Meridionali (M. Parîng), M. Apuseni (M. Drocea, M. Metaliferi, M. Trascău), în magmatitele laramice de la Sasca Montană și în cele neogene din M. Căliman, Ghurghiu, Harghita.

Apare în alte țări la Pfunders, în Tirol, și la Sulzbachtal (Austria), la Greenville (Canada) și la Gonvener (S.U.A.).

## II. SILICAȚI CU GRUPĂRI

### DE DOI TETRAEDRI DE $\text{SiO}_4$ — SOROSILICAȚI

**THORTVEITIT**  $(\text{Sc}, \text{Y})_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,767 : 1 : 0,552$ ;  $\beta = 103^\circ 8'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,57$ ;  $b_0 = 8,60$ ,  $c = 4,75$  Å.  $Z = 2$ .

*Habitus*: prismatic, bitetraedric. *Clivaj*: (110) bun, (001) slab. *Macle*: rar (110).  $H=6-7$ .  $G=3,6$ . *Luciu*: sticlos, adamantin. *Culoare*: verde-cenușiu. *Proprietăți optice*.  $\alpha=1,756$ ,  $\beta=1,793$ ,  $\gamma=1,809$ .  $\Delta=0,052$ ,  $2V_\alpha=65^\circ$ . *Ocurență*. Apare în pegmatitele din Iveland (Norvegia) și Befanemo (Madagascar).

#### HEMIMORFIT $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$

Sinonim: *calamina*.

*Sistemul de cristalizare*: rombic, m m 2.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,276 : 1 : 0,610$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,720$ ;  $b_0=8,400$ ;  $c_0=5,120$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: tabular, paralel cu (010); terminațiile superioare și cele inferioare sînt formate din fețe diferite, la terminația inferioară observîndu-se numai formele (211); mai frecvent sub formă de cruste cristaline cu structură radiară și în mase pămîntoase sau stalactitice, mai rar granulare. *Clivaj*: (110) perfect.  $H=5$ .  $G=3,3-3,5$ . *Culoare*: masele compacte sînt de culoare albă sau cenușie, uneori colorate în galben, brun, verde, albastru și albastru-deschis. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, pe suprafețele de clivaj, sifefos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,614$ ,  $\beta=1,617$ ,  $\gamma=1,636$ ,  $\Delta=0,022$ ,  $2V_\gamma=46^\circ$ .

*Alte proprietăți*: piezoelectric și piroelectric.

*Chimism*. Prin încălzire pînă la  $500^\circ$  se îndepărtează jumătate din cantitatea de  $H_2O$  fără ca aceste cristale să-și piardă transparența; înlăturarea hidroxilului se realizează la o temperatură mai ridicată, cînd se distruge rețeaua cristalină.

*Ocurență*. Se formează în zonele de oxidare ale zăcămintelor de sulfuri, de zinc și plumb, mai rar ca mineral primar în zăcămintele hidrotermale formate aproape de suprafață.

În România se întilnește în zonele de oxidare ale unor mineralizații legate de filoane eruptive mezozoice (Șinca Nouă, Poiana Mărului), de magmatismul banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Băița—Bihor) și de provincia magmatică neogenă (Săcărîmb, Baia de Arieș).

Se găsește, de asemenea, în R. P. Polonă la Olkusz în Silezia Superioară, în U.R.S.S. în zăcămintele din Kazahstanul Central, în Italia (Sardinia), în Algeria (Djebel Guergour), în S.U.A. (Leadville — Colorado; Franklin — New Jersey), în Mexic (Santa Eulalia).

#### LAWSONIT $CaAl_2[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic, 2 2 2.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,545 : 1 : 2,314$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,90$ ;  $b_0=5,76$ ;  $c_0=13,33$  Å.  $Z=4$ .

*Habitus*: cristale prismatice, uneori tabulare, paralel cu axul „c”, agregate granulare masive. *Clivaj*: (100), (001) perfect, (110) slab.  $H=6$ .  $G=3,05-3,12$ . *Culoare*: alb, albastru-deschis, verde-deschis. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos, uneori gras.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,665$ ,  $\beta=1,674-1,675$ ,  $\gamma=1,684-1,686$ ,  $\Delta=0,021$ ,  $2V\gamma=76^\circ-87^\circ$ .

*Chimism.* Din punct de vedere chimic lawsonitul se apropie de compoziția anortitului, diferențe esențiale apărând în legătură cu structura, cu duritatea și greutatea specifică. Structura indică coordonare octaedrică pentru ioni de aluminiu în raport cu oxigenul și hidroxilul, alături de grupările anionice  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ . Gолurile din rețea sînt ocupate de ioni de calciu și moleculele de apă.

*Ocurență.* Este un mineral tipic pentru roci metamorfice. Se întilnește în șisturile cu glaucofan, în Peninsula Tiburon (California — S.U.A.); în aceeași asociație apare în rocile din Piemonte (Italia), din Corsica, apoi de la Santa Clara (Cuba) și Kanto (Japonia).

**ASTROFILIT**  $(\text{K}, \text{Na})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{OH}, \text{F})_2$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic, pseudo-monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,565 : 1 : 0,256$ .  $\alpha = 89^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 102^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,72$ ;  $b_0 = 5,41$ ;  $c_0 = 21,14$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale prismatice alungite după axa „a”; lamelele sînt casante.

*Culoare:* galben, cafeniu-roșcat, auriu. *Clivaj:* (010), perfect, (100) slab.  $H = 3-3\frac{1}{2}$ .  $G = 3,3-3,4$ . *Luciu:* semimetalic, pe suprafețele de clivaj, sidfos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,740$ ,  $\beta = 1,746$ ,  $\gamma = 1,765$ ,  $\Delta = 0,025$ ,  $2V\gamma = 75^\circ-87^\circ$ .

*Ocurență.* Este întilnit în sienite nefelinice și granite sodice. Este prezent la Narsarsuh — Groenlanda, la Pikes Peak — Colorado, Peninsula Kola — U.R.S.S.

**ILVAIT**  $\text{CaFe}_2^{2+}, \text{Fe}^{3+} [\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O}, \text{OH})$

*Sinonim:* *lievrit*.

*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $m m 2$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,666 : 1 : 0,443$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,84$ ;  $b_0 = 13,10$ ;  $c_0 = 5,87$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* prisme striate vertical; frecvent se găsește în granule de formă neregulată sau în mase granulare compacte, uneori în agregate radiar-colum-nare. *Clivaj:* (100) și (010) perfect.  $H = 5\frac{1}{2}-6$ ;  $G = 3,81-4,1$ . *Culoare:* negru cu nuanță brună sau verzuie. *Urmă:* negru-cenușie sau negru-brună. *Luciu:* semimetalic sau gras.

*Proprietăți optice.* În secțiuni subțiri aproape opac; valorile optice sînt incomplete:  $\beta = 1,89$ ,  $\gamma = 1,91-1,92$ ,  $\Delta = 0,02$ ,  $2V\alpha = 60^\circ$ .

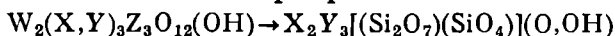
*Transformări.* Trece ușor în limonit.

*Ocurență.* Se găsește, de obicei, în zăcăminte metasomatice de contact, mai ales în zona skarnelor, în asociație cu granații, magnetitul, sulfurile de fier. S-a mai întilnit în sienite nefelinice. A fost identificat prima oară la Rio Marina, în insula Elba, sub formă de cristale mari, la contactul rocilor piroxene cu marmore. Se mai găsește la Trepça în R. S. F. Iugoslavia, la Kupferberg în R. D. Germană, în Capo di Bove în Italia, la Turinsk în U.R.S.S. și în sienite cu sodalit la Siorsuit (Groenlanda).

În R. S. România a fost identificat în skarnele de la Dognecea (varietatea mangan-ilvait) și de la Rușchița.

### III. SILICAȚI CU GRUPE MIXTE — NEZO-SOROSILICAȚI

#### A. Grupa epidotului



Grupa epidotului cuprinde mai multe minerale, silicați de calciu și aluminii și mai puțin fier, mangan, ceriu etc. Silicatul de calciu și aluminii este dimorf; se cunoaște modificarea rombică și modificarea monoclinică; restul grupului de minerale se cunosc doar în modificarea monoclinică.

Tabelul 233

Constante cristalografice la mineralele din grupa epidotului

Specia	Subspecia	Formula	a : b : c	$\beta$
Zoizit	Zoizit	$Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	2,879 : 1 : 1,791	—
	Clinozoizit	$Ca_2Al_3[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,583 : 1 : 1,814	115°27'
Epidot	Epidot	$Ca_2Fe^{3+}Al_2[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,592 : 1 : 1,812	115°24'
	Piemontit	$Ca_2(Mn^{3+}, Fe^{3+}, Al)Al_2[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,559 : 1 : 1,778	115°21'
Allanit	Allanit	$(Ca, Ce, La, Th)_2(Fe^{3+}, Mg, Fe^{2+})Al_2[SiO_4][Si_2O_7](O, OH)$	1,562 : 1 : 1,779	115°0'
Lotrit	Lotrit	$Ca_2(Al, Mg, Fe^{2+}, Mn, Fe^{3+}, Ti)_3[SiO_4][Si_2O_7](O, OH) \cdot H_2O$	— — —	97°6'

#### ZOIZIT $Ca_2Al_3[Si_2O_7][SiO_4](O, OH)$

Sistemul de cristalizare: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

Relația axială:  $a : b : c = 2,879 : 1 : 1,791$ .

Dimensiunea celei elementare:  $a_0 = 16,20 - 16,30$ ;  $b_0 = 5,45 - 5,63$ ;  $c_0 = 10,04 - 10,21$  Å.  $Z = 4$ .

Habitus: cristale prismatice, fețele de prismă deseori intens striate; fețe terminale se întâlnesc rar; masele de zoizit au de cele mai multe ori o structură cilindrică sau granulară. Clivaj: (100) perfect.  $H = 6$ .  $G = 3,15 - 3,36$ . Culoare: cenușiu, verde, uneori roz, roșu, brun. Urmă: albă. Luciu: sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj.

Proprietăți optice.  $\alpha = 1,685 - 1,705$ ,  $\beta = 1,688 - 1,710$ ,  $\gamma = 1,697 - 1,725$ ; orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ ;  $\Delta = 0,004 - 0,008$ ,  $2V\gamma = 0 - 60^\circ$ .

Ocurență. Se întâlnește de regulă în roci metamorfice, în parageneză cu amfibolii (amfibolite, eklogite, corneene), în unele zăcămintele hidrotermale, alături de pirită și calcopirită, sau sub formă de produs de transformare hidrotermală petrecută asupra plagioclazilor bazici când, deseori, se obține un agregat constituit dintr-un amestec de zoizit—clinozoizit—albit — denumit saussurit. Se găsește în M. Matabatu (Tanzania), Borzovka (Ural — U.R.S.S.), Tytyri (Finlanda), Nagatoro (Japonia).

**CLINOZOIZIT**  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$ 

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,87-8,88$ ;  $b_0=5,59-5,61$ ;  $c_0=10,15-10,17$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale puternic alungite după axa „b“ uneori cu aspect columnar, rar izometric; cristalele bine dezvoltate se caracterizează printr-o neobișnuită bogăție de fețe; fețele paralele cu axa „a“ sînt acoperite cu striatiuni evidente, agregate granulare. *Macle:* rar, planul de maclă (100), mai rar (001). *Clivaj:* (001) perfect.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=3,21-3,38$ . *Culoare:* incolor, galben-pal, galben, cenușiu, verde. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,670-1,715$ ,  $\beta=1,674-1,725$ ,  $\gamma=1,690-1,734$ ;  $\alpha \wedge c=0^\circ-7^\circ$ ;  $\Delta=0,005-0,015$ ,  $2V_\gamma=14^\circ-90^\circ$ .

*Chimism.* Conține pînă la 10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

*Ocurență.* Clinozoizitul, ca și epidotul, este constituent important în rocile metamorfice (șisturi sercitoase, micașisturi, cuarțite etc.).

În România apare în șisturi cristaline în Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și M. Dobrogei. Este mai abundent în unele amfibolite cu albit (M. Bistriței, Rodnei, Poiana Ruscă, Bihor) și în unele șisturi cloritoase cu albit (Masivele Leaota, Păpușa, Vulcan, Bihor). Apare și în granitele paleozoice din Dobrogea de Nord (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobdeal), din Carpații Meridionali (M. Retezat, M. Banatului), fiind presupus de mulți autori ca avînd origine primară. Se întilnește în gabbrouri și diabaze paleo-și mezozoice saussurizitate din M. Paring și M. Perșani, în roci magmatice banatitice (Moldova Nouă, Sasca Moniană, Oravița, Ocna de Fier, Săvirșin, Băița—Bihor, Budureasa, Băișoara), în corneele și skarnele de la contactul acestora. Ca rezultat al proceselor de autohidratare apare în munții Oaș, Gutii, Țibleș, Călimani, Gurghiu, Harghita.

**EPIDOT**  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$ 

*Sinonim:* pistacit.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,88-8,98$ ;  $b_0=5,61-5,64$ ;  $c_0=10,17-10,30$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale prismatice, uneori alungite după axa „b“; rar izometric; agregate granulare. *Macle:* rar, plan de maclă (100), mai rar (001). *Clivaj:* (001) perfect.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=3,21-3,38$ , în funcție de conținutul în Fe.

*Forme cristalografice și unghiuri:*

(100) $\wedge$ (110) = 55°11'	(001) $\wedge$ (011) = 58°35'
(001) $\wedge$ (100) = 64°36'	(001) $\wedge$ ( $\bar{1}11$ ) = 75°10'
(001) $\wedge$ ( $\bar{1}01$ ) = 63°32'	(100) $\wedge$ (10 $\bar{1}$ ) = 51°52'.

*Culoare:* este de obicei verde, de diferite nuanțe, galben, negru, cenușiu; cu cît conținutul în Fe este mai ridicat, culoarea este mai închisă. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice:*  $\alpha=1,715-1,751$ ;  $\beta=1,725-1,784$ ,  $\gamma=1,734-1,797$ ,  $\alpha \wedge c=0^\circ-15^\circ$ ;  $\Delta=0,015-0,049$ .

Valorile proprietăților optice depind de conținutul în  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , din componența chimică. În figura 317 sînt prezentate variațiile greutateii specifice,

indicii de refracție și birefringența în cadrul seriei izomorfe continue clinozoit-epidot.

*Chimism.* Conține între 10–25%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

*Ocurență.* Epidotul este frecvent întâlnit în rocile metamorfice de contact obținute pe seama calcarelor, de regulă în asociație cu minerale de fier. Se constată că în skarne, deseori piroxenii, granații și alți silicați de calciu și fier sînt înlocuiți prin epidot, în urma proceselor metasomatice produse de soluțiile hidrotermale.

În România apare în șisturi cristaline, în Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și M. Dobrogei. Mai abundent apare în unele amfibolite cu albit (munții Bistriței, Rodnei, Sebeș, Poiana Ruscă, Bihor) și în unele șisturi cloritoase cu albit (Masivele Leaota, Păpușa, Vulcan, Bihor). Este întâlnit și în granitele paleozoice din Dobrogea de Nord (Pricopan, Măcin, Greci, Iacobeal), în Carpații Meridionali (M. Retezat, M. Banatului), unde a fost presupus de mulți autori ca fiind de origine primară. De asemenea în gabbrouri și diabaze paleo- și mezozoice saussuritizate din Carpații Meridionali (M. Paring și Perșani), în roci magmatice banatitice (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ocna de Fier, Săvirșin, Băița-Bihor, Budureasa, Băișoara), în corneenele și skarnele de la contactul acestora. Ca rezultat al proceselor de autohidratare apare în munții Oaș, Gutii, Țibleș, Călimani, Gurghiu, Harghita.

**PIEMONTIT**  $\text{Ca}_2(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+} + \text{Al})_2\text{Al}[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O}, \text{OH})$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,93$ ;  $b_0 = 5,70$ ;  $c_0 = 10,44 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 115^\circ 21'$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* prismatic. *Macle:* (100) destul de rare. *Clivaj:* (001) perfect. *Culoare:* roșu, brun-albicios, violet în secțiuni subțiri.  $H = 6$ .  $G = 3,45 - 3,52$ .

*Chimism.* În esență este vorba de un epidot manganifer. În piemontit conținuturile în Al, Fe și Ca variază în funcție de condițiile termodinamice de formare. În figura 167 se observă variația acestor conținuturi. Conține între 12% și 28%  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

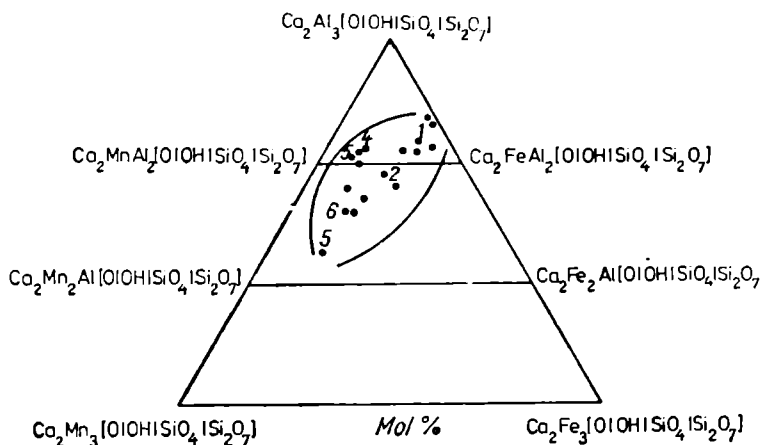
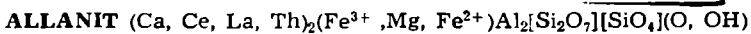


Fig. 167. Variația compoziției piemontitului.

Analize chimice pentru clinozoit, epidot, piemontit

	1	2	3	4	5	6	
SiO <sub>2</sub>	40,36	39,08	38,92	37,96	36,55	36,63 SiO <sub>2</sub>	
TiO <sub>2</sub>	0,09	—	0,27	—	0,31	0,21 TiO <sub>2</sub>	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,67	30,96	28,50	27,34	12,43	17,21 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61	4,13	6,21	8,88	6,43	6,85 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
FeO	1,77	0,42	0,37	0,97	22,00	17,78 Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
MnO	—	0,01	0,30	0,16	—	— FeO	
MgO	0,74	0,01	urme	0,34	—	— MnO	
CaO	22,62	23,32	23,51	22,07	—	0,85 MgO	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3,50	1,86	2,16	2,14	16,10	18,98 CaO	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00	0,01	—	0,08	2,59	— Na <sub>2</sub> O	
					0,59	— K <sub>2</sub> O	
					3,02	1,75 H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	
					—	— H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	
Total	100,36	99,80	100,26	99,94	100,02	100,26	
Numărul ionilor în baza 13 (O, OH)]							
Si	3,011 } 3,01	3,003 } 3,00	2,999 } 3,00	2,963 } 3,00	2,986 } 3,00	3,004 } 3,00	Si
Al	— } 3,01	— } 3,00	0,001 } 3,00	0,037 } 3,00	0,014 } 3,00	— } 3,00	Al
Al	0,698 } 2,74	2,804 } 3,04	2,589 } 2,97	2,479 } 3,00	1,640 } 3,00	1,204 } 3,00	Al
Ti	0,005 } 2,74	— } 3,04	0,016 } 2,97	— } 3,00	0,013 } 3,00	0,019 } 3,00	Ti
Fe <sup>3+</sup>	0,034 } 2,74	0,238 } 3,04	0,360 } 2,97	0,522 } 3,00	0,420 } 3,00	0,398 } 3,00	Fe <sup>3+</sup>
Mg	0,082 } 2,00	0,001 } 1,95	— } 1,99**	0,039 } 1,96	1,102 } 1,94	1,376 } 1,89**	Mg
Fe <sup>2+</sup>	0,110 } 2,00	0,026 } 1,95	0,024 } 1,99**	0,063 } 1,96	0,103 } 1,94	— } 1,89**	Fe <sup>2+</sup>
Mn <sup>2+</sup>	— } 2,00	— } 1,95	0,019 } 1,99**	0,011 } 1,96	— } 1,94	— } 1,89**	Mn <sup>2+</sup>
Ca	1,807 } 2,00	1,920 } 1,95	1,942 } 1,99**	1,846 } 1,96	1,658 } 1,94	1,410 } 1,89**	Ca
	— } 2,00	— } 1,95	— } 1,99**	— } 1,96	— } 1,94	0,472 } 1,89**	Na
OH	1,742	0,952	1,111	1,114	0,950	1,656	OH

1 — Clinozoit: cuarțite; Kälviä — Finlanda (Hietaneu, 1938); 2 — Clinozoit: amfibolite; M. Camaderry Wicklow (Johnston, 1949); 3 — Epidot asociat plagioclazului. (An<sub>90</sub>); filit; Libramont — Belgia; 4 — Epidot-proclorit-apatit-ortoclaz pegmatit în diorite; Hawleyville (Lapham, 1957); 5 — Piemontit, Långban — Suedia (Malmqvist, 1929); 6 — Piemontit, pegmatit; Chikla Bhandara — India (Bilgranie, 1956).  
 \* — inclusiv Na=0,003; \*\* — inclusiv Na=0,412, K=0,0062.



Sinonim: *ortit*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic, 2/m.

Relația axială: a : b : c = 1,562 : 1 : 1,779; β = 115°0'.

Dimensiunea celulei elementare: a<sub>0</sub> = 8,98; b<sub>0</sub> = 5,75; c<sub>0</sub> = 10,23 Å. Z = 2.

Habitus: cristale tabulare, paralele după (100), prismatiche, alungite după axa „b”, agregate granulare compacte. Clivaj și spărtură: (001) slab; concoidală.

$H=5-6^{1/2}$ .  $G=3,4-4,2$ . *Culoare*: alb. brun. *Urmă*: verde, brună. *Luciu*: sticlos.

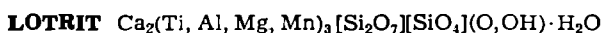
*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,69-1,79$ ,  $\beta=1,70-1,81$ ,  $\gamma=1,71-1,83$ ;  $\alpha \wedge c=1^\circ-42^\circ$ ;  $\Delta=0,01-0,04$ ,  $2V_\alpha=40^\circ-123^\circ$ ; forma metamictică:  $n=1,54-1,72$ .

*Chimism*. Adăunează deseori Th, Be, Na, K, sesizate numai prin analizele chimice de mare precizie. Varietățile cu mult Th sînt radioactive. Există serii continui între varietățile allanit (ortit), allanit (ortit) magnezian și allanit fosforifer (nagatolit).

*Transformări*. Allanitul își pierde structura cristalină datorită radiațiilor elementelor din grupa TR, devenind metamictic și izotrop. Datorită faptului că absoarbe apa, greutatea specifică devine mai mică.

*Ocurență*. Allanitul este un component accesoriu rar al rocilor magmatice, în special al pegmatitelor. Se întilnește la Criffel (Scoția) și Strigan (Silezia, R. P. Polonă). Apare, de asemenea, în roci metamorfice (gnaise, șisturi cristaline, minereuri de fier și mangan).

În România se găsește în șisturi cristaline (munții Făgăraș, Lotru, Godeanu); în roci granitoide de vîrstă paleozoică sau mai veche (Ditrău, munții Lotru, Parîng, Vulcan, Retezat, Petreanu, Muntele Mic); în corneene Masivul Parîng); în provincia banatică (Ocna de Fier); în aluviuni cuaternare Ditrău); în minereul de fier de la Vf. Bou (Rușchița).



Acest mineral a fost descris în România pentru prima dată în lume (Murgoci, 1900); în literatura străină este regăsit deseori sub numele de pumpellyit, sub care a fost descris ulterior.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ ;  $\beta=97^\circ 6'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,81$ ;  $b_0=5,94$ ;  $c_0=19,14$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: agregate granulare compacte. *Macle*: (001), (100) destul de comune. *Clivaj*: (001), (100) potrivit.  $H=6$ .  $G=3,18-3,23$ . *Culoare*: verde, verde-brun, brun-deschis, galben. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*:  $\alpha=1,674-1,702$ ,  $\beta=1,675-1,715$ ,  $\gamma=1,688-1,722$ ,  $\Delta=0,012-0,022$ ,  $2V_\gamma=26^\circ-85^\circ$ .

*Chimism și structură*. Structură reticulară, care nu este încă bine studiată. Se apropie de cea a lawsonitului și a epidotului. Analizele chimice au pus

Tabelul 235

Analize chimice

	1		2		2
SiO <sub>2</sub>	39,44	SiO <sub>2</sub>	40,53	TiO <sub>2</sub>	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,33	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,81	Na <sub>2</sub> O	0,89
CaO	22,21	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,01	K <sub>2</sub> O	0,06
MgO	3,20	FeO	1,53	H <sub>2</sub> O	1,43
Na <sub>2</sub> O	0,93	MnO	0,30		
H <sub>2</sub> O	6,58	MgO	4,06		
		CaO	20,95		

Masivul Parîng — România: 1. Murgoci M. G. (1900); 2. Rădulescu D. (1961).



în evidență existența în compoziția mineralului atât a grupărilor OH, cât și a moleculelor H<sub>2</sub>O, alături de elemente bivalente și trivalente (Ca, Al, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn, Mg, Ti), unde raportul este (Al, Fe<sup>3+</sup>, Ti): (Mg, Fe<sup>2+</sup>, Mn) = 5 : 1.

**Ocurență.** Apare în șisturi cristaline, în corneene cu silicați de calciu la contactul serpentinitelor. În România se găsește în corneene cu silicați de calciu la contactul serpentinitelor mezozoice, în M. Paring (M. Găuri, Muntinu, Urdele), asociat cu zoizit și clinozoizit.

## B. Grupa vezuvianului

**Vezuvian** Ca<sub>10</sub>(Mg, Fe)<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>5</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]<sub>2</sub>(OH, F)<sub>4</sub>

**Sinonime:** *idocraz*; *wiluit* (varietatea de culoare verde-brun, întilnită în Iacuția — U.R.S.S.).

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal, 4/m 2/m 2/m.

**Relația axială:** a : c = 1 : 0,757.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 15,66, c<sub>0</sub> = 11,85 Å. Z = 4.

**Forme și unghiuri:**

$$(001) \wedge (112) = 28^{\circ}11' \qquad (101) \wedge (011) = 50^{\circ}32'$$

$$(001) \wedge (101) = 37^{\circ}08' \qquad (211) \wedge (121) = 31^{\circ}36'$$

$$(001) \wedge (301) = 66^{\circ}14'$$

**Habitus:** sînt caracteristice cristalele prismatice, mai rar bipiramidale, care se găsesc de obicei în cavități; sînt cunoscute și cristalele tabulare, combinațiile de forme (110), (100), bipiramidale (111) și de pinacoid (001); granule. **Clivaj:** (110) slab.  $H = 6 - 7$ .  $G = 3,33 - 3,43$ . **Luciu:** sticlos sau gras. **Urmă:** albă. **Culoare:** galben, cenușiu, verde, brun, cu diferite nuanțe, uneori negru, mai rar albastru-deschis, roșu și roz. Vezuvianul cromifer se caracterizează printr-o culoare verde-intens ca smaraldul.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,703 - 1,752$ ,  $\beta = 1,700 - 1,746$ ,  $\Delta = 0,001 - 0,008$ ; uniax negativ.

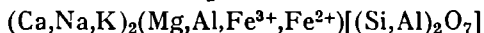
**Chimism.** Sînt variații în chimism. Deseori apar înlocuiri ale Ca prin Mg sau Fe<sup>2+</sup> și mai rar, în cantități mici, prin Na, K și Mn. Pozițiile Al sînt înlocuite prin Fe<sup>3+</sup>, Ti. Cu totul înlîmplător asistăm și la prezența Be în constituția chimică a mineralului (în varietatea vezuvian berilifer).

**Ocurență.** Vezuvianul este un mineral destul de frecvent în unele formațiuni metasomatice de contact, care au luat naștere pe seama calcarelor și dolomitelor. Mai rar se întilnește în roci metamorfice, în serpentinite, șisturi cloritoase, gnaise, formîndu-se în urma acțiunii componentelor volatile asupra mineralelor primare bogate în calciu. Sub acțiunea soluțiilor hidrotermale, vezuvianul este înlocuit prin clorite, mice, talc, calcit.

În România se găsește în corneene silico-calcaroase, legate de serpentinitele mezozoice (M. Paring), și mai ales în skarne, legate de magmatismul banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Vața de Jos, Băița — Bihor, Budureasa).

În alte țări apare în Italia la Monte Soma (Vezuviu), în U.R.S.S., în Mexic la Conception del Oro.

### C. Grupa melilitului



Mineralele din această grupă au o compoziție chimică complexă. Sînt considerate ca derivînd de la akermanit  $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$ , purtătorul structurii, și gehlenit  $\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ , formula cristalelor mixte fiind rezultatul înlocuirii  $\text{Mg}^{2+} + \text{Si}^{4+} \rightleftharpoons 2 \text{Al}^{3+}$ , deci:  $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7]$ .

Melilitele conțin în plus Na și Fe, elemente care se găsesc în rețeaua cristalină în poziții aparținînd Ca, respectiv Mg. Înlocuirile nu mai depind riguros una de alta; ele sînt influențate de valorile sarcinilor care apar în procesele de înlocuire. În structurile lor cristaline apar anioni insulari de  $\text{Si}_2\text{O}_7$ .

#### AKERMANIT $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$

*Sistemul de cristalizare:* patratic-scalenoedric.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,84$ ;  $c_0=5,01$  Å.  $Z=2$ .

$H=5-6$ .  $G=2,944$ . *Culoare:* incolor, gri-verzui, brun. *Clivaj:* (001) potrivit.

*Proprietăți optice.*  $\omega=1,632$ ,  $\epsilon=1,640$ ,  $\Delta=0,08$ ; uniax pozitiv.

*Ocurență.* Este caracteristic proceselor de metamorfism a șisturilor și a dolomitelor. Se găsește la Monte Soma — Vezuviu (Italia).

#### MELILIT $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})[(\text{Si}, \text{Al})\text{SiO}_7]$

*Sistemul de cristalizare:* patratic-scalenoedric.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,8$ ;  $c_0=5,0$  Å.  $Z=2$ .

$H=5-6$ .  $G=2,95-3,05$ . *Culoare:* galben-închis, brun, verde-brun.

*Proprietăți optice.*  $\omega=1,624-1,666$ ,  $\epsilon=1,616-1,661$ . *Pleocroism:*  $\omega =$  =brun-auriu,  $\epsilon =$  incolor.  $\Delta=0,001-0,013$ ; uniax pozitiv (negativ).

*Ocurență.* Este un mineral caracteristic proceselor metamorfice de temperatură înaltă a șisturilor cristaline, a rocilor cu feldspatoizi și a bazaltelor cu melilit. Este răspîdit în M. Elgon (Uganda), la Capi di Bove, Vezuviu (Italia), la Iron Hill (Colorado — S.U.A.), în Peninsula Kola (U.R.S.S.).

#### GEHLENIT $\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Al}, \text{Si})\text{SiO}_7]$

*Sistemul de cristalizare:* patratic-scalenoedric.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,69$ ;  $c_0=5,08$  Å.  $Z=2$ .

$H=5-6$ .  $G=3,038$ . *Clivaj:* (001) potrivit. *Culoare:* incolor, gri, verde, brun.

*Proprietăți optice.*  $\omega=1,669$ ,  $\epsilon=1,658$ .  $\Delta=0,011$ ; uniax negativ.

*Ocurență.* Este caracteristic proceselor de metamorfism de contact. Apare la Luna County (în nordul Mexicului — S.U.A.), apoi la Fassathol (Tirol — Austria) și Velardena (Mexic).

## IV. SILICAȚI CU GRUPĂRI INELARE DE 3, 4 ȘI 6 TETRAEDRI DE $\text{SiO}_4$ — CICLOSILICAȚI

#### AXINIT $(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{BO}_3)[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH})$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,492 : 1 : 0,480$ ;  $\alpha = 82^\circ 26'$ ;  $\beta = 95^\circ 20'$ ;  $\gamma = 135^\circ 35'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,87$ ;  $b_0=7,15$ ;  $c_0=8,91$  Å.  $Z=2$ .

Forme și unghiuri:

$$(010) \wedge (1\bar{1}0) = 135^\circ 25'$$

$$(010) \wedge (011) = 45^\circ 12'$$

$$(0\bar{1}0) \wedge (120) = 28^\circ 58'$$

$$(010) \wedge (\bar{1}21) = 33^\circ 20'$$

*Habitus*: determinat de predominanța fețelor (110), pe care se observă de obicei striatii. Formează vinișoare sau mase compacte constituite din mase foioase sau tabulare. *Clivaj*: (100) bun.  $H=6\frac{1}{2}-7$ .  $G=3,26-3,36$ . *Culoare*: brun-cafeniu, roșu, roz, violet, albastru, alb-cenușiu, galben (*mangano-axinil*); din cauza incluziunilor de clorit capătă uneori o culoare verzuie sau cenușie. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,677$ ,  $\beta=1,684$ ,  $\gamma=1,687$ ,  $\Delta=0,01$ ,  $2V_\alpha=63^\circ-80^\circ$ .

*Ocurență*. Se întâlnește ca mineral hidrotermal în cavitățile din rocile granitice, dioritice etc.; ca mineral specific zonelor de contact și mai rar ca însoțitor în zăcămintele metalifere hidrotermale filoniene. Destul de frecvent apare pe diaclaze în roci metamorfice, îndeosebi în șisturi bogate în alumina.

În U.R.S.S. se găsește în M. Ural, în Asia Centrală Sovietică, în Altai; în Franța la Bourg d'Oisans, Barèges, în Pirinei; în Elveția, în șisturile cristaline de la Scopi; în R. D. Germană în M. Harz; în Italia în regiunile Manzoni și Baveno; în Anglia la Botallack (comitatul Cornwall).

### BERIL $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$

*Sistemul de cristalizare*: hexagonal,  $6/m\ 2/m\ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 0,9975$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,230$ ;  $c_0=9,190$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: columnar sau prismatic (10 $\bar{1}0$ ) și pinacoidal (0001). Mar rar în mase compacte și agregate columnare. *Clivaj*: (0001) imperfect.  $H=7\frac{1}{2}-8$ .  $G=2,63-2,80$ . *Culoare*: alb-verzui, galben, gălbui-verde, albastru-deschis, verde-deschis, uneori roz; se întâlnesc și varietăți incolore, transparente. După culoare se disting următoarele varietăți: smarald (verde-intens), aquamarin (albăstrui), vorobierit (roz), heliodor (galben), (morganit (roz)). *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\omega=1,570-1,600$ ,  $\epsilon=1,560-1,590$ ,  $\Delta=0,004-0,008$ ; uniax negativ.

*Chimism și structură*. În chimismul mineralului se remarcă frecvent prezența elementelor alcaline (Na, K și Cs). În funcție de conținutul în BeO se modifică valorile indicilor de refracție, densitatea etc. Densitatea crește odată cu mărirea procentului de BeO, în timp ce indicii de refracție descresc odată cu descreșterea proporției de BeO.

Structura cristalină în proiecție pe planul (0001) prezintă câte doi radicali inelari (unul sub altul) dispuși în virfurile unui romb și roțiți unul în raport cu altul. Între radicalii inelari sînt dispuși ionii de Al și Be, dar nu la același nivel, ci între strate de inele; în acest mod se realizează o legătură atît pe verticală, cît și lateral. Ionii de aluminiu se găsesc în coordonare octaedrică, iar ionii de beriliu în coordonare tetraedrică. Inelele aparținînd radicalilor anionici determină canale în interiorul cărora sînt reținuți ioni de Na, K, Cs și chiar  $\text{H}_2\text{O}$ .

*Analiza chimică*:  $\text{SiO}_2$  64,50%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  18,75%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,81%;  $\text{BeO}$  12,60%;  $\text{CaO}$  0,48%;  $\text{MgO}$  1,03%;  $\text{Na}_2\text{O}$  1,41%;  $\text{K}_2\text{O}$  0,49%;  $\text{H}_2\text{O}$  0,37% (Beril, Teregova, România—Hurduzeu, 1962).

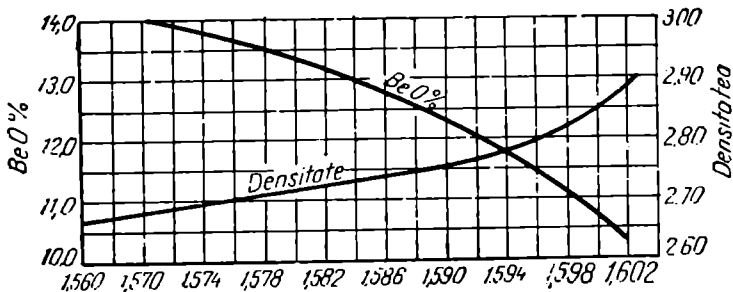


Fig. 168. Relația între conținutul în BeO, indicii de refracție și densitate.

**Ocurență.** Se întâlnește frecvent în filoane pegmatitice, în roci intruzive acide, în formațiuni metasomatice de contact și în roci metamorfizate pneumatolitic—greisene. Este din punct de vedere chimic destul de stabil; se întâlnește sub formă de cristale rulate în aluviuni.

În filoane pegmatitice apare în R. S. România la Răzoare, Armeniș, Teregova, Voislova, Masivul Gilău, iar în aluviuni în Masivul Muntele Mic.

Importante, prin calitățile și dimensiunile cristalelor, sînt acumulările de beril din U.R.S.S., de la Takovais, Mursinsk (Ural), din S.U.A. (la Branchville — statul Maine, la Keistone — statul Dakota), din Brazilia (la Picui), din Columbia (la Muzo) și din Africa de Sud (la Namib).

#### **CORDIERIT** $Al_3(Mg, Fe^{2+})_2[AlSi_5O_{14}]$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,587 : 1 : 0,558$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,13$ ;  $b_0 = 9,80$ ;  $c_0 = 9,35$  Å.  $Z = 4$ .

**Habitus:** rar sub formă de cristale izolate; în general are formă prismatică cu habitus pseudohexagonal din cauza maclării; frecvent în mase compacte sau granule diseminate de formă neregulată. **Macle:** plan de maclă (110). **Clivaj:** (010) slab, (001) imperfect.  $H = 7$ .  $G = 2,53 - 2,78$ ; variază în funcție de conținutul în Fe. **Culoare:** incolor; mai frecvent colorat în diverse nuanțe de albastru și violet; mai rar gălbui, alb sau brun. **Urmă:** albă. **Luciu:** sticlos.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,522 - 1,558$ ,  $\beta = 1,524 - 1,574$ ,  $\gamma = 1,527 - 1,578$  (variații în funcție de conținutul în Fe),  $\Delta = 0,005 - 0,018$ ,  $2V_\alpha = 65^\circ - 104^\circ$ .

**Chimism și structură.** Cordieritul variază din punctul de vedere al compoziției nu numai prin conținutul în Mg și Fe, dar și prin faptul că prezintă deseori un exces de  $SiO_2$ , unele alcalii și apă, acestea din urmă probabil în cavități sau în canalele paralele cu axa „c”, din structura cristalină. Rețeaua cristalină se aseamănă cu cea a berilului, deosebirea constînd în faptul că spațiile, aparținînd în primul caz ionilor de beril, sînt ocupate aici prin ioni de aluminiu. În complexul anionic inelar un singur Si este înlocuit cu Al, ceea ce permite compensarea sarcinii suplimentare a cationilor.

**Incluziuni.** Cordieritul conține deseori incluziuni de sillimanit, spinel, staurolit, zircon, apatit.

**Transformări.** Trece ușor în diverse produse secundare, ce constau din biotit, muscovit, clorit, precum și substanțe izotrope. Cînd se transformă în special în mică, îmbrăcînd aspect lamelar, cordieritul poartă denumirea

de *gigantolit*, iar cînd aspectul lamelar lipsește este denumit *pinit*. De asemenea, atunci cînd produsul de alterare constă în special în clorit și prezintă formă lamelară este denumit *clorofilit*, iar dacă forma lamelară lipsește este denumit *prasiolit*.

*Ocurență*. Cordieritul se întîlnește frecvent în șisturi cristaline, în roci eruptive metamorfozate, în unele lave și uneori în aluviuni.

În România apare ca produs al metamorfismului avansat (munții Căpăținii, Godeanu, Gilău), în gnaise și micașturi; în produsele metamorfismului de contact termic, în jurul unor intruziuni paleozoice (Ocna de Fier, Muntele Mare, Turcoaia) și banatitice (Dognecea, Ocna de Fier, Tincova, Arieșeni), ca și la contactul magmatitelor neogene (M. Țibleșului, Deva, Uroi, Săcărîmb, Săliște). În fracțiunea grea a unor nisipuri aluvionare a fost citat la Praid.

În U.R.S.S. este citat la Murzinca (Transbaicalia), în Finlanda la Abö, Orijärvi, Attu, în Spania la Cabo de Gata, în Japonia la Hitati, în S.U.A. la New Haven, în Norvegia la Kragerö, în Suedia la Falun.

**TURMALINĂ** (Na, Ca)(Mg, Fe<sup>2+</sup>, Mn, Li)<sub>3</sub>(Al, Fe<sup>3+</sup>, Ti)<sub>6</sub> [BO<sub>3</sub>]<sub>3</sub> [Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>] (OH, F)<sub>4</sub>

*Sistemul de cristalizare*: trigonal, 3 m.

*Relația axială*: a : c = 1 : 0,448.

*Dimensiunea celulei elementare*: a<sub>0</sub> = 15,95, c<sub>0</sub> = 7,24 Å. Z = 3.

Forme și unghiuri:

$$(0001) \wedge (10\bar{1}1) = 27^{\circ}20' \qquad (10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 46^{\circ}52'$$

$$(02\bar{2}1) \wedge (\bar{2}021) = 77^{\circ}0' \qquad (32\bar{5}1) \wedge (\bar{3}5\bar{2}1) = 66^{\circ}1'$$

$$(0001) \wedge (02\bar{2}1) = 45^{\circ}57' \qquad (32\bar{5}1) \wedge (5\bar{3}\bar{2}1) = 42^{\circ}36'$$

*Habitus*: cristalele au habitus columnar; alungite după axul ternar de simetrie; rar se întîlnesc cristale prismatice scurte (pe fețele de prismă se constată striiațiuni verticale caracteristice pentru turmaline); deseori sub formă de agregate baccilare radiare (snopi de turmalină), fibroase sau aciculare, încrucișate; frecvent în mase granulare compacte, uneori criptocristaline. *Clivaj*: (11 $\bar{2}$ 0), (10 $\bar{1}1$ ) slab. *Macle*: rar (10 $\bar{1}1$ ) și (40 $\bar{4}1$ ). *H* = 7. *G* = 3,0–3,25; variază odată cu creșterea conținutului în Fe. *Culoare*: de regulă depinde de compoziția pe care o prezintă varietățile lipsite de fier; sînt colorate în diferite nuanțe de verde, roz și roșu. Culoarea roz se datorește prezenței Mn, Li

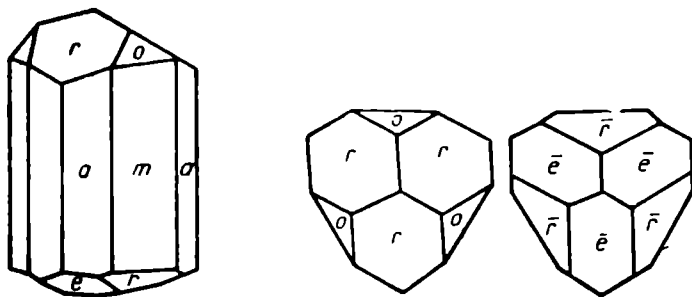


Fig. 169. Cristale de turmalină.

și Cs. Turmalinele bogate în Mg sînt colorate în brun și în galben. Varietățile ferifere sînt intens colorate în nuanțe închise (negru, verde-închis, albastru-închis și brun-închis). Rar se întîlnesc și varietăți incolore, transparente. Într-o secțiune transversală se remarcă existența zonelor poligonale, mai intens colorate în centrul cristalului, iar spre periferie capătă diverse nuanțe devenind din ce în ce mai slab colorate. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Chimism și structură.* Compoziția chimică a turmalinei variază foarte mult. În funcție de chimism și culoare se cunosc mai multe varietăți: dravit, schorlit, elbait, rubelit, indigolit, uvit etc. Se cunosc termenii seriei duble, de la dravit pînă la schorlit și de la schorlit pînă la elbait; nu se cunoaște seria dravit-elbait. Se remarcă frecvent substituiri a  $2\text{Al}^{3+} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{Si}^{4+}$  sau  $\text{Mg}^{2+} + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Li}^{+} + \text{Al}^{3+}$  și care sînt independente de variația  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Na}^{+}$ .

Tabelul 236

Analize chimice

Oxizi	%	Numărul ionilor în baza 31 (O, OH)	
SiO <sub>2</sub>	35,11	Si	5,869
TiO <sub>2</sub>	0,46	B	2,814
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,79	Al	6,000
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,63	Al	1,215
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,83	Fe <sup>3+</sup>	0,482
FeO	7,27	Mg	0,713
MnO	0,12	Ti	0,060
MgO	2,87	Fe <sup>2+</sup>	1,025
CaO	0,73	Mn	0,010
Na <sub>2</sub> O	1,06	Na	0,341
K <sub>2</sub> O	0,13	Ca	0,120
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2,33	K	0,020
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,20	OH	2,613
<b>Total</b>	<b>100,54</b>		

Turmalină (Schorlit); Sasca Montană, România (Constantinescu E., 1976).

Tabelul 237

Proprietățile fizice la diferite varietăți de turmalină

Specia	Formula	Culoarea	$\omega$	$\epsilon$
Dravit	$\text{NaMg}_3\text{Al}_6[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH}, \text{F})_4$	cafeniu, gălbui-închis, negru	1,635— —1,661	1,610— —1,632
Schorlit	$\text{Na}(\text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Al}_6[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH}, \text{F})_4$	cafeniu pînă la negru	1,655— —1,675	1,625— —1,650
Elbait	$\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH}, \text{F})_4$	roz, verde, albastru	1,640— —1,655	1,615— —1,630

## Variațiile constantelor fizice

Specia	$a_0$	$c_0$	$c/a$	$\Delta$	G	uniax
Dravît	15,942	7,224	0,4530	0,022—0,025	3,03—3,15	(—)
Schorlit	16,032	7,149	0,4465	0,025—0,035	3,10—3,25	(—)
Elbait	15,842	7,099	0,4485	0,015—0,023	3,03—3,10	(—)

În cadrul celor două serii se remarcă variații ale constantelor fizice în funcție de compoziția chimică. Variații caracteristice apar pentru constantele  $a$ ,  $b$ , raport  $c/a$ , precum și creșteri continue ale valorilor indicilor de refracție și birefringență, simultan cu creșterea rației  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$ , în raport cu baza de 31 (O, OH, F). Structura cristalină a turmalinei este caracterizată prin dispoziția bietajată a complexelor anionici inelari, unde cationii din gruparea anionică sînt reprezentați prin  $\text{Si}^{4+}$ , în proporție de 1/2, cea de a doua jumătate fiind dată de cationi de  $\text{B}^{3+}$  și  $\text{Al}^{6+}$ . În această situație, ionii de siliciu înconjurați tetraedric prin ioni de oxigen aparțin unui singur nivel al grupării inelare anionice, constituite din șase tetraedri, inele cu simetrie ditrigonală, avînd o axă ternară și trei plane de simetrie care trec prin acest ax. Cel de al doilea nivel al fiecărui inel bietajat (conjugat) este reprezentat prin cationi de  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{B}^{3+}$ , coordonați tot tetraedric prin ioni de oxigen, determinînd suprafețe asemănătoare cu un triunghi. Aceste inele bietajate sînt situate în virfurile celulei elementare romboedrice și se leagă între ele prin intermediul ionilor de  $\text{Mg}^{2+}$  și  $\text{Al}^{3+}$ , care de astă dată apar în coordonare

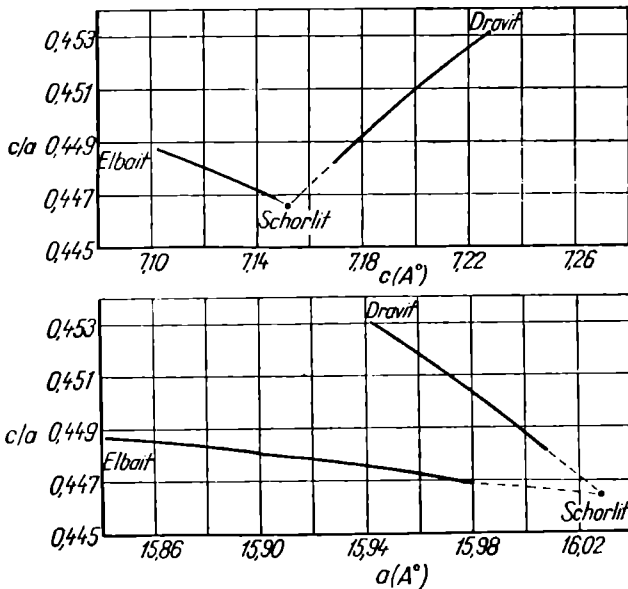


Fig. 170. Relația axială și dimensiunea celulei elementare (după E p p r e c h t, 1953).

octaedrică. Acești ioni sînt legați între ei prin intermediul ionilor de oxigen comuni, formînd în structura cristalină lanțuri elicoidale, paralele cu trigriroidele din dreapta și din stînga celei romboedrice. Ionii de  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Na}^+$  sînt prezenți tot în coordonare octaedrică și se situează pe aceleași axe ternare pe care sînt așezate inelele anionice conjugate. Aceste particularități ale structurii cristaline concordă cu proprietățile fizice și chimice, cu formele cristalografice, cu proprietățile piezo- și piroelectrice și cu proprietățile optice ale turmalinei. Duritatea mare a cristalelor de turmalină este legată de numărul de coordonare ridicat al borului (4 în loc de 3).

*Incluziuni.* Indică deseori incluziuni de zircon sau rutil.

*Transformări.* De obicei este un mineral rezistent la descompunerile chimice determinate de agenții externi, rareori putîndu-se transforma în sericit, biotit sau chiar clorit.

*Ocurență.* Turmalina este prezentă în roci metamorfozate (șisturi, gnaise, micașisturi), în unele granite și în aureolele lor de contact, în pegmatite și deseori și în zăcămintele metalifere hidrotermale. Fiind un mineral rezistent la transformări este întîlnit în aluviuni.

În România apare ca mineral pneumatolitic în granitele și pegmatitele fundamentului cristalin (Răzoare, munții Lotru, Retezat, Mehedinți, Semenice, Highiș, Muntele Mare), fiind foarte răspîndit în șisturile cristaline (munții Făgăraș, Cibin, Parîng, Semenice, Măcin), la contactul unor magmatite acide paleozoice sau neogene (Turcoaia, Băile Borșa).

De asemenea se găsește în Norvegia la Kragerö, în R. S. Cehoslovacă la Dobrowa, în India la Kodarma, în U.R.S.S. în M. Ural, în Japonia la Kurohira, în Italia în insula Elba etc.

#### **DIOPTAZ** $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

*Sisteme de cristalizare:* trigonal, 3.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,534$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 14,61$ ;  $c_0 = 7,80$  Å.  $Z = 3$ .

*Habitus:* prismatic. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 1) bun.  $H = 5$ .  $G = 3,3$ . *Culoare:* verde-intens. *Urmă:* verde. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,653 - 1,658$ ,  $\omega = 1,708 - 1,709$ ,  $\Delta = 0,051$ .

*Ocurență.* Se formează în decursul proceselor de alterare a zăcămintelor de cupru, alături de malachit, azurit, uneori wulfenit, calamină etc. Uneori se găsește în aluviuni.

În România apare ca mineral secundar, format în cadrul mineralizațiilor din provincia magmatică-banatică (Băița-Bihor) și neogenă (Întregalde), fiind întîlnit și în Chile la Capiapo și în Zair în provincia Shaba.

#### **CRISOCOL** $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot \text{H}_2\text{O}$

De obicei crisocolul se prezintă sub forma unui gel. Se întîlnește în mase opalifere, cruste stalactitice, uneori reniforme, precum și în mase pămîntoase.

*Culoare:* albastru-deschis, verde-albăstrui, brun și chiar negru (din cauza hidroxizilor de fier incluși). *Urmă:* alb-verzuie. *Luciu:* sticlos, de ceară și mat.  $H = 2 - 4$ .  $G = 2 - 2,2$ .

*Chimism.* Analiza chimică:  $\text{SiO}_2$  — 40,20%;  $\text{CuO}$  — 37,37% — crisocol, Gura Văii, România (Cădere, 1925, Petho, 1895).



**Ocurență.** Este mineral tipic zonelor de oxidare ale zăcămintelor de cupru și apare îndeosebi în regiunile cu climat arid.

Ca mineral secundar se întâlnește în România în zona de oxidare a zăcămintelor cuprifere, legate de fundamentul cristalin (Cîrlibaba, Pojorita), de magmatismul mezozoic (M. Mehedinți, Căzănești, M. Măcin), de cel banatic (Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciciova Română, Dognecea, Ocna de Fier) sau de cel neogen (Întregalde, Gura Văii).

În U.R.S.S. se găsește în M. Ural la Bogoslovsk, în Zair în provincia Shaba, în Chile la Capiapo, în S.U.A. la Makay (Idaho) etc.

#### **EUdIALIT** $(\text{Na}, \text{Ca})_6\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]_2(\text{OH}, \text{Cl})_2$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal, 3 m.

**Relația axială:**  $c : a = 2,11$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 14,34$ ;  $c_0 = 30,21$  Å.  $Z = 12$ .

**Habitus:** tabular, lamelar, mai rar prismatic; se găsește și sub formă de granule neregulate sau mase compacte. Din punctul de vedere al structurii reticulare complexul anionic are forma  $(\text{Si}_3\text{O}_9)_2^{4-}$ . **Clivaj:** (0001) imperfect.  $H = 5 - 5\frac{1}{2}$ .  $G = 2,8 - 3,0$ . **Culoare:** roz, roșietic, roșu-brun, galben-brun. **Urmă:** albă. **Luciu:** sticios.

**Proprietăți optice.** Se cunosc doi termeni principali, *eudialitul* și *eucolitul*, varietate cu mangan în constituția chimică.

— Eudialit:  $\epsilon = 1,593 - 1,610$ ,  $\omega = 1,597 - 1,611$ ,  $\Delta = 0,004 - 0,008$ ; uniax (+)

— Eucolit:  $\epsilon = 1,620 - 1,643$ ,  $\omega = 1,618 - 1,634$ ,  $\Delta = 0,001 - 0,010$ ; uniax (-).

**Ocurență.** Apare în sienite nefelinice și în unele granite alcaline, precum și în pegmatitele acestora.

Sub acțiunea soluțiilor hidrotermale suferă transformări destul de interesante, obținându-se cristale mici de zircon în asociație cu zeoliți, fluorină și alte minerale de origine hidrotermală.

Este citat în U.R.S.S. în Peninsula Kola, în Norvegia la Langesundfjord, în Republica Africa de Sud la Pilansberg.

#### **WOLLASTONIT** $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic,  $\bar{1}$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,084 : 1 : 0,966$ ;  $\alpha = 90^\circ 02'$ ;  $\beta = 95^\circ 22'$ ;  $\gamma = 103^\circ 26'$ .

**Dimensiunile celulei elementare:**  $a_0 = 7,94$ ;  $b_0 = 7,32$ ;  $c_0 = 7,07$  Å.  $Z = 2$ .

**Habitus:** cristale tabulare, deseori alungite după axa „b”; cea mai mare dezvoltare o are pinacoidul (001), în mai mică măsură (100), precum și fețele de prismă (110), (101); se întâlnește în mase foioase, radiare, cilindrice, solzoase, rar fibroase. **Macle:** (100), (001). **Clivaj:** (100) perfect, (102) și (001) bun.  $H = 4\frac{1}{2} - 5$ .  $G = 2,8 - 2,9$ . **Culoare:** alb cu nuanță cenușie, mai rar roșcat, roșu de carne; sînt cunoscute și varietăți incolore, perfect transparente. **Urmă:** albă. **Luciu:** sticios.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,619$ ,  $\beta = 1,632$ ,  $\gamma = 1,634$ ;  $\alpha \wedge c = 30^\circ - 44^\circ$ ;  $\Delta = 0,015$ ,  $2V_\alpha = 38^\circ - 60^\circ$ .

**Ocurență.** Se întâlnește în calcare marmoreene, care au suferit acțiunea unei magme acide, precum și în sisturile cristaline calcaroase formate în zone de adîncime.

În România apare în sisturi cristaline (Răzoare, Valea Ierii), în formațiuni de contact (skarne) legate de granite paleozoice (Turcoaia) sau de magmatismul banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Vața de Jos, Băița—Bihor).

În Finlanda se întâlnește la Pargas, în Mexic la Aranzaza, în S.U.A., în statul New York la Willsboro etc.

### RODONIT $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$

Sistemul de cristalizare: triclinic,  $\bar{1}$ .

Relația axială:  $a : b : c = 0,625 : 1 : 0,541$ ;  $\alpha = 85^\circ 10'$ ;  $\beta = 94^\circ 4'$ ;  $\gamma = 111^\circ 29'$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 7,79$ ;  $b_0 = 12,47$ ;  $c_0 = 6,75$  Å.  $Z = 10$ .

Habitus: forme tabulare, izometrice, mai frecvent mase granulare sau compacte. Clivaj: (110), (1 $\bar{1}$ 0) perfect, (001) slab.  $H = 5\frac{1}{2} - 6\frac{1}{2}$ .  $G = 3,40 - 3,68$ . Culoare: roz, roz-cenușiu. Urmă: albă. Luciu: sticlos.

Proprietăți optice.  $\alpha = 1,711 - 1,738$ ,  $\beta = 1,716 - 1,741$ ,  $\gamma = 1,724 - 1,751$ ;  $\alpha \wedge a \approx 5^\circ$ ,  $\Delta = 0,011 - 0,014$ ,  $2V_\gamma = 63^\circ - 76^\circ$ .

Chimism. Compoziția chimică este variabilă.  $\text{Mn}^{2+}$  este frecvent înlocuit prin  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , înlocuiri care aduc variații în valorile densității, indicilor de refracție, birefringenței.

În funcție de chimism sînt cunoscute următoarele varietăți: *ferrodonit*, unde proporția de FeO este de cca 14,51, *piroxmangil*, care conține  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$ , și *fowlerit*, un rodonit zincifer cu 5–8% ZnO.

Ocurență. Este un mineral de temperatură joasă, întâlnit în zăcăminte hidrotermale, în roci formate prin metamorfism metasomatic și metamorfism regional.

În timp se alterează trecînd în hidroxizi negri de mangan, iar culoarea roz se schimbă fiind acoperit la suprafață cu eflorescențe negre, strălucitoare, de *vernadit* ( $\text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).

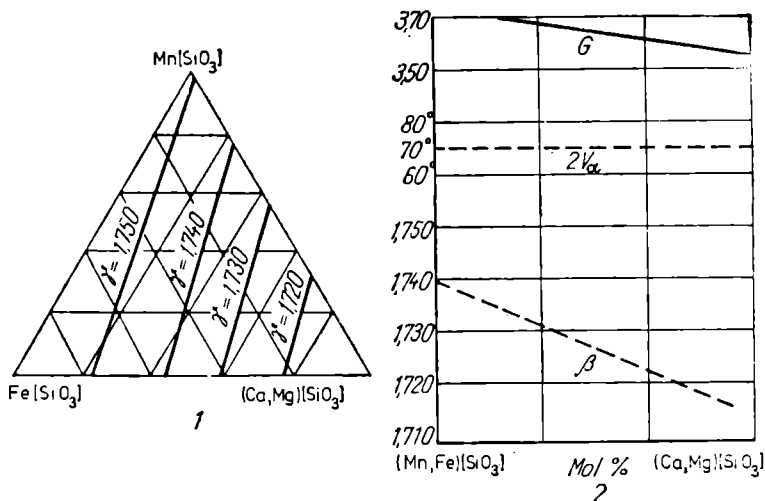


Fig. 171. Variațiile indicelui de refracție (1) și a greutateii specifice, a unghiului  $2V_\alpha$  și indicelui  $\beta$  (2) în compoziția rodonitului.

În România apare împreună cu rodocrozitul, în zăcămintele manganifere metamorfozate regional, în masivele de șisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Borca, M. Sebeș, Globurău, Delinești), ca mineral de gangă în zăcămintele pirometasomatice, legate de magmatismul banatic (Ocna de Fier, Băița—Bihor), în filoane hidrotermale aurifere sau de sulfuri polimetalice, legate de magmatismul neogen (Cavnic, Săcărîmb, Roșia Montană). Piroxangitul a fost determinat în șisturile cristaline cu silicați de mangan la Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, Globurău, Delinești.

În U.R.S.S. se găsește în M. Ural la Sverdlovsk, în R. D. Germană în M. Harz, în Brazilia la Duro Preto etc.

#### BENITOIT $BaT [Si_3O_9]$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal,  $\bar{6}$  m 2.

*Relația axială:*  $c : a = 1,471$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 6,61$ ;  $c_0 = 9,73 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* prismatic. *Clivaj:*  $(10\bar{1}1)$  slab.  $H = 6^{1/2}$ .  $G = 3,70$ . *Culoare:* albastru, violet, uneori incolor.

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,757$ ,  $\omega = 1,804$ ,  $\Delta = 0,047$ .

*Ocurență.* Apare în șisturi cristaline, alături de glaucofan la San Benito — California.

#### PECTOLIT $Ca_2NaH[Si_3O_9]$

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,135 : 1 : 0,997$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\beta = 95^\circ 10'$ ;  $\gamma = 103^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 7,99$ ;  $b_0 = 7,04$ ;  $c_0 = 7,02 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale prismatice alungite după axa „b”, agregate granulare. *Clivaj:* (001), (100) perfect.  $H = 5$ .  $G = 2,80$ . *Culoare:* albă. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,595$ ,  $\beta = 1,606$ ,  $\gamma = 1,633$ ,  $\Delta = 0,038$ ,  $2V_\gamma = 50^\circ$ .

*Chimism.* Deseori pozițiile ocupate de  $Ca^{2+}$  sînt înlocuite cu  $Mn^{2+}$ , cînd apar și variații în valoarea densității și a indicilor de refracție.

*Ocurență.* Este un mineral tipic al cavităților rocilor bazaltice, alături de zeoliți. Se citează în SUA, în statul New Jersey la Bergen Hill și Paterson, în Marea Britanie în Anglia și Scoția, în Italia la Monzoni.

## V. SILICAȚI CU TETRAEDRI DE $SiO_4$ , LEGAȚI ÎN FORMA DE LANȚURI — INOSILICAȚI

### Grupul inosilicaților cu lanțuri simple — piroxeni

Piroxeni sînt inosilicați care se caracterizează printr-o structură în lanțuri simple de tetraedri de  $SiO_4$ , care își pun în comun cîte un oxigen. Distanța repetată în lungul lanțului este de aproximativ  $5,2 \text{ \AA}$ , valoare care definește lungimea parametrului  $c_0$  al celulei elementare. Lanțurile individuale, astfel formate, sînt asociate prin intermediul cationilor, care sînt legați de

ionii de oxigen ai anionilor, a căror dispoziție relativă este variată. În toți piroxenii, lanțurile sînt dispuse paralel cu axa cristalografică verticală și sînt așezați în pachete paralele cu (100). Forma și dispoziția lanțurilor determină direcțiile de clivaj. Acestea, fiind paralele cu fețele de prismă (110), determină unghiuri de 87°, respectiv 97°. Compoziția chimică globală a piroxenilor poate fi exprimată prin formula generală de tipul:  $(W, X, Y)_2Z_2O_6$ , unde: W, X, Y și Z cuprind elemente cu raze ionice apropiate și capabile a se înlocui reciproc în structurile lor cristaline. Aceste elemente sînt:

W = Ca, Na;

X = Mg,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ , Li;

Y = Al,  $Fe^{3+}$ , Ti;

Z = Si, Al.

În grupul X, elementele Mn și Li apar, de regulă, ca elemente minore, substituind pozițiile  $Fe^{2+}$  și Mg; în unele cazuri pot apărea ocupînd pozițiile principale direct, conducînd astfel la minerale ca *johannsenit* —  $CaMn[Si_2O_6]$  și *spodumen* —  $LiAl[Si_2O_6]$ . În grupul Y, elementul Ti este element minor, înlocuitor al Al și  $Fe^{3+}$ . Pentru grupul Z, elementul principal este Si, care poate fi substituit parțial prin Al, raportul Si : Al fiind egal cu 3 : 1.

Piroxenii de tipul silicatlului de magneziu formează o serie izodimorfă; se cunoaște enstatitul (rombic) și clinoenstatitul (monoclinic). Temperatura

Tabelul 239

#### Clasificarea piroxenilor

PIROXENI ROMBICI	
Enstatit $Mg_2[Si_2O_6]$	0 — 10% Fs.
Bronzit $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	10 — 30% Fs.
Hipersten $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	30 — 50% Fr.
Ferohipersten $(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	50 — 70% Fs.
Eulyt $(Fe, Mg)_2[Si_2O_6]$	70 — 90% Fs.
Ferosilit $Fe_2[Si_2O_6]$	90 — 100% Fs.
PIROXENI MONOCLINICI	
Clinoenstatit $Mg_2[Si_2O_6]$	
Clinohipersten $(Mg, Fe)_2[Si_2O_6]$	
Diopsid $CaMg[Si_2O_6]$	
Hedenbergit $CaFe[Si_2O_6]$	
Johannsenit $CaMn[Si_2O_6]$	
Augit — compus intermediar între hedenbergit și diopsid, la care se adaugă o mică cantitate de aluminiu $(Ca, Fe^{2+}, Mg, Al)_2[(Si, Al)_2O_6]$	
Pigeonit — compus intermediar între clinoenstatit și augit cu formula $(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Mg Fe^{2+})[Si_2O_6]$	
Egirin $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$	
Jadeit $NaAl[Si_2O_6]$	
Spodumen $LiAl[Si_2O_6]$	
Omfacit $(Ca, Na)(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[Si_2O_6]$	
Fassait $Ca(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)[(Si, Al)_2O_6]$	

de inversiune este aproximativ 1 000°C, modificarea de temperatură ridicată fiind clinostatitul. Piroxenii, la care în componența chimică deosebim cationi deosebiți ca dimensiuni, ca de exemplu: Ca și Mg, cristalizează numai într-un singur sistem: monoclinic. În funcție de modul în care sînt aranjate lanțurile în structurile cristaline, apar două subdiviziuni: *piroxeni rombici* și *monoclinici* (tab. 239).

Compoziția piroxenilor poate fi reprezentată grafic, pornind de la componenții de bază (fig. 172). În virfurile triunghiului sînt proiectați silicatul de calciu, silicatul de magneziu și silicatul de fier.

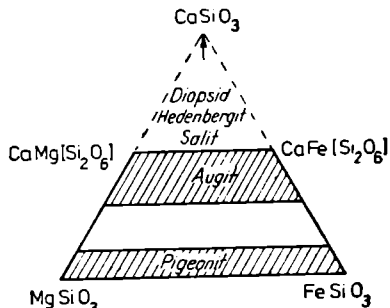


Fig. 172. Compoziția principalilor piroxeni.

Baza graficului arată termenii seriei continue enstatit-ferosilit, specii minerale care conțin cantități mici (între 4–5%) de silicat de calciu. Pe latura  $Mg[SiO_3]$  și  $Ca[SiO_3]$  se găsește diopsidul,  $CaMg[Si_2O_6]$ . Similar, pe latura  $Fe[SiO_3]$ – $Ca[SiO_3]$  se găsește hedenbergitul  $CaFe[Si_2O_6]$ . Piroxenii din zona diopsid-hedenbergit-enstatit-ferosilit au o compoziție mai complexă și pot fi împărțiți în două grupe principale: *grupa diopsid-hedenbergit*, cu peste 25% silicat de calciu, cunoscută numai în formă monoclinică, cu o structură asemănătoare diopsidului, și *grupa enstatit-ferosilit*, cu o cantitate sub 25% silicat de calciu, care se subdivide în două subgrupe:

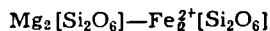
a) subgrupa care conține peste 30% ferosilit, cu un termen de temperatură scăzută — hiperstenul (rombic) — și un termen de temperatură ridicată — pigeonitul (monoclinic);

b) subgrupa care conține sub 30% ferosilit, unde întîlnim 3 modificări în structura enstatitului: enstatit (rombic), protoenstatit (rombic) și clinoenstatit (monoclinic).

Între piroxenii cu o cantitate peste 15%  $Ca_2[Si_2O_6]$  și cu un conținut de sub 25%  $Ca_2[Si_2O_6]$  se găsește o lacună, în care pot exista compuși în stare metastabilă.

## 1. PIROXENI ROMBICI

### Seria enstatit-ferosilit



*Sistemul de cristalizare:* rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 2,062 : 1 : 0,587$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 18,228$  pînă la 18,433;  $b_0 = 8,805$  pînă la 9,060;  $c_0 = 5,185$  pînă la 5,258 Å.  $Z = 16$ .

*Habitul:* prismatic, rar tabular, granule de formă neregulată; se cunosc concreșteri cu piroxenii monoclinici. *Clivaj:* (210) bun, (100), (010) slab.  $(210) \wedge (2\bar{1}0) = 91^\circ 48'$ . *Macle:* (100) simple.  $H = 5 - 6$ .  $G = 3,2 - 3,9$  (variază în funcție de conținutul în Fe). *Culoare:* variază în cadrul seriei izomorfe

Analize chimice de piroxeni romblici

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	57,73	55,94	52,00	44,52	53,20	47,55
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,11	0,14	1,39	0,13	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95	1,61	0,57	4,76	1,15	1,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	0,97	1,34	1,26	—	0,41
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46	0,45	0,003	—	—	—
FeO	0,57	7,15	22,46	38,66	21,64	39,37
MnO	0,08	0,19	0,57	0,28	0,78	0,89
NiO	0,35	0,07	—	—	—	—
MgO	36,13	32,12	21,62	6,59	22,50	8,68
CaO	0,23	1,48	0,75	1,40	0,82	1,23
Na <sub>2</sub> O	—	—	0,46	0,39	—	—
K <sub>2</sub> O	—	—	0,07	0,19	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,52	0,09	0,28	0,41	—	0,05
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,04	—	—	—	—	0,09
<b>Total</b>	<b>100,52</b>	<b>100,18</b>	<b>100,26</b>	<b>99,85</b>	<b>100,22</b>	<b>100,24</b>
Numărul ionilor în baza 6 oxigeni						
Si	1,972	1,949	1,956	1,838	1,973	1,941
Al	0,028 } 2,00	0,051 } 2,00	0,026 } 2,00	0,162 } 2,00	0,027 } 2,00	0,059 } 2,00
Al	0,010	0,015	0,04	0,070	0,023	0,032
Ti	0,001	0,003	0,038	0,043	0,003	0,002
Fe <sup>3+</sup>	0,010	0,026	—	0,038	—	0,012
Cr	0,012	0,012	—	—	—	—
Mg	1,839	1,668	1,212	0,405	1,243	0,528
Ni	0,010 } 1,99	0,002 } 2,00	— } 2,03	— } 2,01	— } 2,00	— } 2,00
Fe <sup>2+</sup>	0,102	0,208	0,707	1,335	0,671	1,344
Mn	0,002	0,006	0,018	0,010	0,024	0,031
Ca	0,008	0,055	0,030	0,062	0,032	0,054
Na	—	—	0,034	0,038	—	—
K	—	—	0,002	0,010	—	—
Mg	93,90	85,30	61,00	22,50	63,90	27,20
Fe	5,70	11,90	37,50	74,10	34,50	70,00
Ca	0,40	2,80	1,50	3,40	1,60	2,80
100 Mg/ /Mg+Fe <sup>2+</sup> + +Mn+Fe <sup>3+</sup>	94,20	87,40	61,40	22,60	64,10	27,00
<p>1 — Enstatit în piroxenite; Webster, Carolina de Nord (Hess, 1952); 2 — Enstatit în piroxenite; Bushveld (Hess, 1952); 3 — Hipersten în norit; Brandywine Creek Delaware (Clavan și col. 1954); 4 — Eulit în granit; Rubideaux Mountain, Riverside — California (Larsen și Droisin, 1950); 5 — Hipersten, amfibolit; Hokizawa Kanagawa — Japonia (Kuno, 1947); 6 — Eulit, rocă eulitică; Sudan (Howie, 1955).</p>						

astfel: enstatitul este alb-cenușiu cu nuanțe verzui, verde, galben-brun; hiperstenul este verde, verde-brun, negru spre varietățile cele mai bogate în Fe. *Urmă*: albă, ușor verzuie. *Luciu*: stictos.

*Proprietăți optice*. Variază în funcție de conținutul în Fe și sînt prezentate pentru toți termenii seriei în tabelul 308.

*Chimism*. Așa cum s-a arătat există o serie continuă între  $Mg_2[Si_2O_6]$  și  $Fe_2^{2+}[Si_2O_6]$ , varietatea enstatit conținînd pînă la 10%  $Fe_2^{2+}[Si_2O_6]$ . Hiperstenul, care are o frecvență destul de ridicată, conține în constituția sa chimică ferosilit între 30—50%. Compoziția chimică a piroxenilor rombici este prezentată în tabelul 240. Ei pot conține în cantități reduse Mn, Ti, Ca, precum și Al și  $Fe^{3+}$ .

*Transformări*. Se transformă mai ușor decît olivina în bastit, sub formă de indivizi cristalini, separați într-o anumită direcție cristalografică. *Bastitul* are reflexii aurii-gălbui sau de bronz, pe planele de clivaj, datorită cărui fapt se recunoaște cu ușurință în rocile modificate, care conțin enstatit. La temperatura de 1 050° enstatitul trece în protoenstatit, cu tendințe de a-și modifica structura ca apoi, destul de repede (peste 1 100°), să treacă în modificarea clinoenstatit, care indică structura diopsidului (monoclinică). Hiperstenul arată și el existența unei modificării monoclinice.

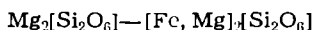
*Ocurență*. Piroxenii rombici sînt caracteristici rocilor magmatice, deseori apărînd în roci bazice și ultrabazice (peridotite, harzburgite, gabbro-norite, uneori diorite). Se întîlnesc și în roci efuzive (bazalte și andezite). Mult mai rar în roci metasomatice de contact.

În România, din seria piroxenilor rombici termenii *enstatitici* sînt semnalati în corneenele cu biotit și diopsid ale granitului de Pricopan (M. Măcin). Termenii *bronzitici* apar în serpentinele paleozoice de la Rășinari, în serpentinele mezozoice din Carpații Orientali (Răcoșu de Jos) și Carpații Meridionali (munții Parîng și Mehedinți), în roci ofiolitice de vîrstă mezozoică din M. Metaliferi (Căzănești, Ciungani). Termenii *hiperstenici* sînt întîlniți în andezitele bazice piroxenice neogene din Carpații Orientali (Oaș, Gutii, Birgău, Călimani, Gurghiu, Harghita) și din M. Apuseni.

În alte țări se citează *enstatit* în filoane cu apatit, în Norvegia la Kjørrestod și în norite în insula Paul (Labrador), *hipersten* în andezitele de la Mont Doșe (Iran) sau de la Akagi Vulcano și Hakone Vulcano (Japonia), *bronzit* în norite la Stillwater Complex din statul Montana (S.U.A.) și *eulit* în granite la Rubideaux Mountain în statul California (S.U.A.).

## 2. PIROXENI MONOCLINICI

### A. Seria clinoenstatit — clinohipersten



Mineralele din această serie sînt modificări monoclinice ale silicatulului de magneziu; domeniul de existență caracteristic este subgrupa cu cantitate de ferosilit sub 30%. Structura cristalină este asemănătoare structurii diopsidului cu observația că ambele poziții cationice sînt ocupate cu ioni de Mg.

## B. Seria diopsid-hedenbergit

### DIOPSID $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,092 : 1 : 0,589$ ;  $\beta = 105^\circ 50'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,73$ ;  $b_0 = 8,91$ ;  $c_0 = 5,25$  Å.  $Z = 4$ .

Forme comune și unghiuri:

$$(110) \wedge (1\bar{1}0) = 92^\circ 50' \quad (021) \wedge (0\bar{2}1) = 97^\circ 10'$$

$$(001) \wedge (100) = 74^\circ 10' \quad (001) \wedge (111) = 33^\circ 49'$$

$$(001) \wedge (101) = 31^\circ 19' \quad (011) \wedge (0\bar{1}1) = 59^\circ 04'$$

*Habitus:* cristale prismatice scurte, cu dezvoltarea cu precădere a pinacoizilor (100) și (010); formele compacte sînt reprezentate de cele mai multe ori prin agregate granulare, cilindrice sau radiare. *Macle:* frecvente, planul de maclă (100) și (001). *Clivaj:* (110) bun; deseori se observă separații după (100) (la varietatea *dialag*) sau paralel cu (010).  $H = 6 - 6\frac{1}{2}$ .  $G = 3,22 - 3,38$ ; variază odată cu variația conținutului în Fe. *Culoare:* colorat în diverse nuanțe, de regulă deschise, verde sau cenușiu. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticios.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,664 - 1,695$ ,  $\beta = 1,672 - 1,701$ ,  $\gamma = 1,695 - 1,721$ ;  $\gamma \wedge c = 38^\circ - 46^\circ$ ;  $\Delta = 0,024 - 0,031$ ,  $2V_\gamma = 50^\circ - 60^\circ$ .

*Chimism și structură.* Structura diopsidului este tipică pentru piroxeni. Lanțul anionic este legat lateral de ioni de Ca și Mg în direcția „b” și „c”. Ionii de Mg apar în coordonare octaedrică, în timp ce ionul de Ca, cu dimensiuni mai mari, este înconjurat de opt oxigeni, doi dintre aceștia aparținînd tetraedrului vecin.  $\text{Mg}^{2+}$  leagă virfurile grupărilor tetraedrice ale complexului  $[\text{SiO}_3]^{2-}$ , iar  $\text{Ca}^{2+}$  leagă între ele bazele acestor trei grupări.

Chimismul este variabil în funcție de înlocuirile între termenii  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$  și  $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ . Cu caracter intermediar apar speciile minerale *salit* și *ferosalit*; substituirea Mg prin  $\text{Fe}^{2+}$  în seria diopsid-salit-hedenbergit este acompaniată de creșterea indicilor de refracție și greutateii specifice (fig. 351). Diferențe mari sînt determinate și de apariția Al și  $\text{Fe}^{3+}$ , efectele optice urmărind modifi-

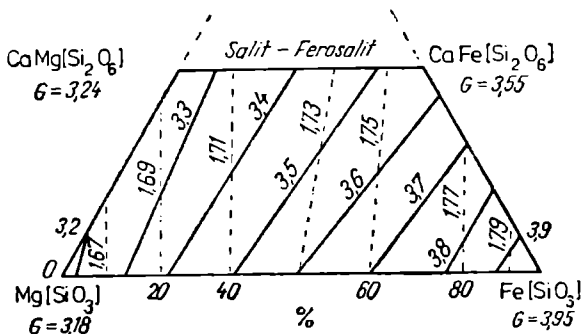
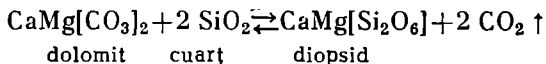


Fig. 173. Relația între indicii de refracție ( $\gamma$ ), greutatea specifică și compoziția piroxenilor.



care chimismului în favoarea  $Fe^{3+}$ . În constituția chimică a diopsidului remarcăm și prezența Na, care atrage după sine o creștere importantă în variația unghiului axelor optice:  $2V_{\gamma} = 70-75^{\circ}$  (tabelul 308). Complexitatea chimică este evidențiată optic și prin colorațiile indicate în secțiuni subțiri unde, dacă diopsidul nu arată practic pleocroism, termenii salit-ferosalit-hedenbergit prezintă un pleocroism slab, care se accentuează treptat spre termenul bogat în Fe (tabelul 308). Substituirea Ca și Mg prin Na și Al conduce la varietatea *diopsid-jadeit*, iar înlocuirea Al cu  $Fe^{3+}$  creează specia *cloromelanit*. Prezența Cr determină separarea varietății *chromdiopsid*.

**Geneză.** Diopsidul, ca și salitul și ferosalitul, este un mineral tipic pentru metamorfismul de contact termic și metasomatic. Prin metamorfismul termic suferit de dolomitele silicioase diopsidul se obține conform reacției:



Diopsidul apare și în roci de origine magmatică, bazice și ultrabazice, piroxenite, peridotite, gabbrouri, diabaze, uneori în diorite piroxenice, în bazalte și dolerite. În cristalizarea piroxenilor deosebim câteva situații caracteristice care se pot examina în cadrul sistemelor: forsterit-silice, diopsid-forsterit-silice și anortit-forsterit-silice (fig. 174, 175).

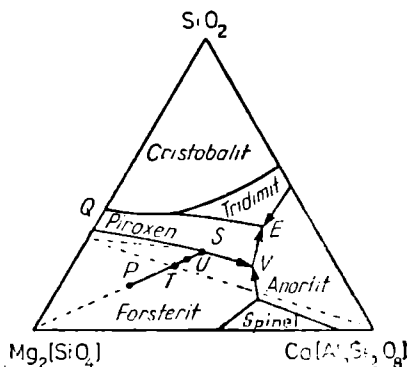
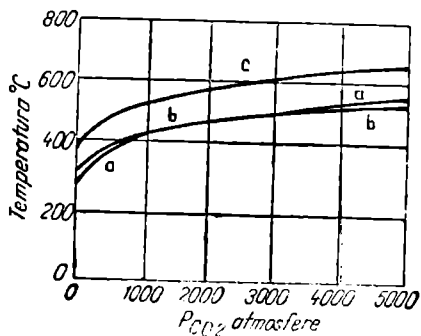
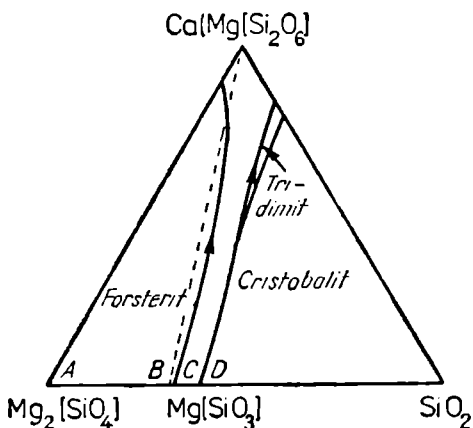


Fig. 174. Curbe de echilibru în funcție de P și T la sistemele: a)  $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2 + 2 \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca Mg}[\text{Si}_2\text{O}_6] + \text{CO}_2$ ; b)  $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2 + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{Mg}[\text{SiO}_4] + \text{CO}_2$ ; c)  $2 \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CaCO}_3 + \text{Mg}_2[\text{SiO}_4] + 2 \text{CO}_2$  în procesele de metamorfism a dolomitelor silicioase și diagrama fazelor în sistemul anortit-forsterit-silice (după C. Andersen).

Fig. 175. Diagramele fazelor din sistemul diopsid-forsterit-silice (după N. L. Bowen).



1. *Sistemul forsterit-silice* evidențiază formarea silicatului de magneziu, piroxen de topire incongruentă, care se prezintă sub formă de protoenstatit la temperaturi ridicate și topituri uscate.

2. *Sistemul anortit-forsterit-silice* poate fi considerat ca sistem ternar. Prezența anortitului nu deranjează reacția dintre forsterit și piroxen, iar reacția se produce într-o gamă largă de temperaturi, în topituri a căror poziție variază de-a lungul curbei QR, pe măsură ce se desfășoară reacția.

Produsele finale sînt: olivină-piroxen-anortit; piroxen-anortit; piroxen-anortit-silice. Proporțiile relative de olivină, din prima asociație, și de silice, din ultima asociație, variază foarte mult, în funcție de gradul de cristalizare fracțională.

3. *Sistemul diopsid-forsterit-silice* cuprinde o cristalizare din topituri uscate de silicat de magneziu și calciu și silicat de magneziu, care conduce la formarea unei serii continue de soluții solide, întreruptă doar între  $En_{40}$  și  $En_{55}$ . Soluțiile solide cu peste 20%  $Mg[SiO_3]$  se topesc incongruent, cu separarea de forsterit. Forsteritul separat reacționează cu lichidul, determinînd apariția piroxenului. Pe măsură ce procesul de cristalizare avansează, forsteritul și piroxenul separat reacționează simultan, conducînd la formarea unui piroxen mai puțin magnezian. În prezența unui exces de  $SiO_2$ , piroxenul care reacționează cu topitura devine din ce în ce mai apropiat de tipul diopsidic.

### HEDENBERGIT $CaFe^{2+}[Si_2O_6]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,910 : 1 : 0,584$ ;  $\beta = 104^\circ 20'$ .

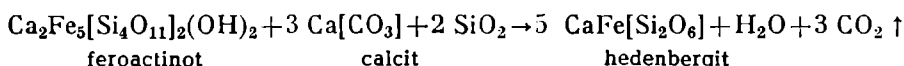
*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,85$ ;  $b_0 = 9,02$ ;  $c_0 = 5,26$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* îndeosebi mase radiare sau columnare. *Macle:* (100), (001). *Clivaj:* (110) bun.  $H = 6$ .  $G = 3,50 - 3,56$ . *Culoare:* verde-închis pînă la negru-verzui. *Urmă:* cenușiu-deschis, verzuie. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,716 - 1,726$ ,  $\beta = 1,723 - 1,730$ ,  $\gamma = 1,741 - 1,751$ ,  $\gamma \wedge c = 47^\circ - 48^\circ$ ;  $\Delta = 0,025 - 0,029$ ,  $2V_\gamma = 52^\circ - 62^\circ$ ; pleocroic:  $\alpha =$  verde-pal;  $\beta =$  verde-albăstrui;  $\gamma =$  verde-gălbui.

*Chimism și structură.* Conține lanțuri  $[SiO_3]_2^-$  asemenea celor ale diopsidului, lanțul anionic fiind legat lateral de ioni de Ca și Fe. În poziția chimică a hedenbergitului apare, deseori, Cr, în special în rocile bazice și ultrabazice; uneori conține și Ti, Mn și Zn. Hedenbergitul formează o serie izomorfă cu *johannsenitul* —  $Ca(Mn, Fe)[Si_2O_6]$ . Un termen intermediar este *manganhedenbergitul*. *Jeffersonitul* este o varietate care conține pînă la 10% MnO și 10% ZnO în locul FeO. *Schefferitul* este o varietate care conține Mg și Mn.

*Geneza.* Hedenbergitul este un mineral caracteristic zăcămintelor metasomatice de contact cu magnetit  $\pm$  sulfuri de cupru. În aceste zăcăminte hedenbergitul se formează prin efectul fluidelor bogate în Fe și Si asupra paleosomului calcaros. În unele cazuri poate fi atribuit un rol și instabilității feroactinotului format inițial, procesul desfășurîndu-se probabil conform următoarei reacții:



**Ocurență.** Piroxenii din seria diopsid-hedenbergit au în general o răspîndire destul de largă, prezența lor fiind caracteristică, după cum s-a subliniat, în compoziția skarnelor și a corneenelor.

În România, diopsidul a fost identificat în lentile de calcare și dolomite cristaline aparținînd complexelor de șisturi cristaline mezozonale (M. Preluca, Masivul Paring, M. Vulcan, Masivul Godeanu), în corneene, la contactul rocilor intruzive vechi (Masivul Paring, M. Petreanu, Masivul Pricopan, Greci), în roci bazice mezozoice (în masivul Paring, Căzănești—Ciungani, unde s-au citat fenomene de dezamestec cu hipersten, și la Ditrău în sienite). Diopsidul și hedenbergitul, ca și termenii intermediari salit, ferosalit, sînt minerale tipice pentru skarnele și corneenele de la contactul rocilor eruptive banatitice (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Ocna de Fier—Dognecea, Băița—Bihor, Pietroasa—Budureasa, Vlădeasa).

Varietățile *manganhedenbergit* și *mangansalit* au fost citate la Dognecea.

În alte țări, *diopsidul* a fost descris în U.R.S.S. la Turinsk și în Norvegia la Arendal; *hedenbergitul* în Suedia la Nordmark și Långban, apoi în insula Elba; *jeffersonitul* în S.U.A. la Franklin.

#### JOHANNSENIT $\text{Ca}(\text{Mn}, \text{Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_6]$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

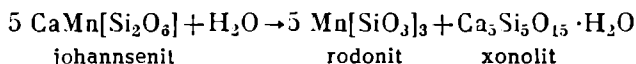
**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,83$ ;  $b_0=9,04$ ;  $c_0=5,27\text{Å}$ ;  $\beta=105^\circ$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** cristale prismatice scurte. **Macle:** (100) simple și lamelare.

**Culoare:** cenușiu-brun, gri-verzui, în secțiuni subțiri. **Clivaj:** (110) bun și (100), (010), (001) indistinct.  $H=6$ .  $G=3,44-3,55$ .

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,703-1,716$ ,  $\beta=1,711-1,728$ ,  $\gamma=1,732-1,745$ ;  $\gamma \wedge c=46^\circ-48^\circ$ ;  $\Delta=0,028-0,029$ ,  $2V_\gamma=68^\circ-70^\circ$ . Proprietățile variază cu chimismul în seria izomorfă hedenbergit-johannsenit (fig. 352).

**Geneză.** Johannsenitul se formează prin procese metasomatice la contactul calcarelor cu roci magmatice acide. Sub acțiunea soluțiilor se transformă în rodonit conform reacției:



**Ocurență.** Apare în S.U.A. (New Jersey), Italia (Toscana, Campiglia), Mexic (Puelbo), Australia (Broken Hill).

#### AUGIT $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti}, \text{Al})_2[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,092 : 1 : 0,584$ .  $\beta=105^\circ$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,80$ ;  $b_0=9,00$ ;  $c_0=5,25 \text{Å}$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** prismatic, scurt columnar, tabular; fețele de prismă sînt mai bine dezvoltate decît cele de pinacoizi. În secțiuni transversale sînt caracteristice contururile octagonale, cu laturile dezvoltate mai mult sau mai puțin egal, mai rar mase-granulare. **Macle:** simple și complexe după (100). **Clivaj:** (110) bun; se observă separații după (100), (010).  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \approx 87^\circ$ .  $H=5\frac{1}{2}-6$ .  $G=3,23-3,52$ . **Culoare:** negru, verzui, negru-brun, mai rar verde-închis sau brun. **Urmă:** albă sau ușor cenușie. **Luciu:** sticlos.

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,671-1,735$ ,  $\beta=1,672-1,741$ ,  $\gamma=1,703-1,761$ ;  $\gamma \wedge c=35^\circ-48^\circ$ ;  $\Delta=0,018-0,038$ ,  $2V_\gamma=25^\circ-60^\circ$ .

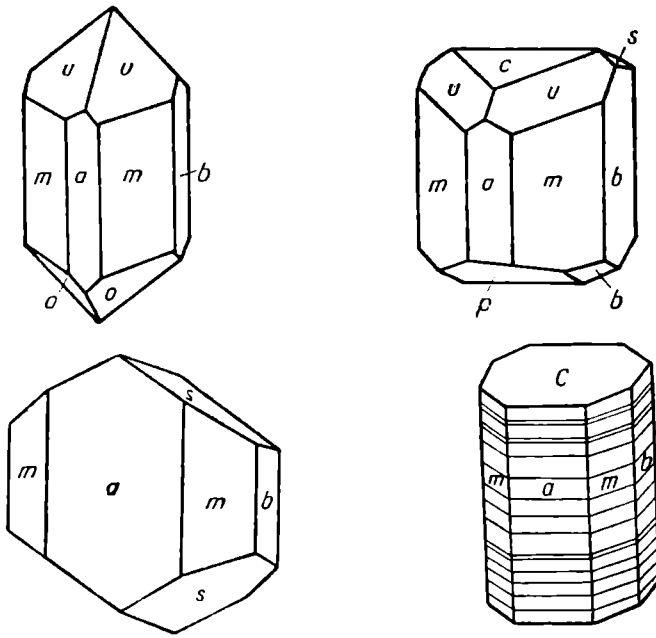


Fig. 176. Cristale de augit.

**Chimism și structură.** Compoziția chimică influențează variațiile semnalate în grupul proprietăților optice și fizice a clinopiroxenilor. Valorile  $2V$ , indicii de refracție etc. pot fi folosiți în determinarea chimismului piroxenilor. Variațiile sînt impuse îndeosebi de pozițiile ocupate de cationii specifici chimismului acestor minerale. Astfel, prezența  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$  și  $Fe^{3+}$ , în coordonare tetraedrică, face să crească unghiul axelor optice și să scadă indicele  $\beta$ , pe cînd prezența lor în coordonare octaedrică are un efect opus. În numeroase augite, cantitatea

de  $Al_2O_3$  variază în limite de la 2,5–4%,  $Al_2O_3$ ; în cazul feroaugitelor proporția este de 1,5–3%. Conținutul cel mai ridicat este semnalat în titanogite, unde odată cu creșterea conținutului în Ti crește și conținutul în Al, atingînd 8,25%. Augitele comune ca și feroaugitele conțin puțin  $TiO_2$ . Augitele subcalceice din rocile vulcanice au și mai puțin  $TiO_2$ . Titanogitele sînt varietăți, care pot indica conținuturi normale de 3–5%, uneori valori pînă la 8,97% în  $TiO_2$ . Augitele comune arată conținuturi de 3% în  $Fe_2O_3$ , iar raportul  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$  este mai mic pentru varietățile bogate în fier; conținutul  $Fe_2O_3$  este mai ridicat în augitele subcalceice și feroaugite, fapt relevat în paragenеза vulcanică a acestor piroxeni. Conținutul cel mai ridicat este semnalat în piroxenii din lave.  $Cr_2O_3$  se întîlnește în cantități semnificative în augitele bogate în magneziu.

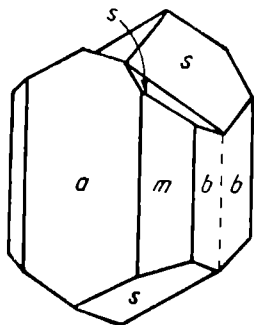


Fig. 177. Cristal de augit maclat; plan de maclă (100).

**Fenomene de dezamestec în piroxeni.** În condiții de răcire rapidă piroxenii capătă proprietăți structurale distinctive, care nu se aseamănă cu structurile piroxenilor separați în condiții de răcire lentă. Aceste structuri au fost descrise

Analize chimice

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	48,15	48,47	47,84	48,38	49,00	53,59	49,28
TiO <sub>2</sub>	0,31	0,32	0,31	—	—	—	0,81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,91	3,06	4,26	0,68	0,91	—	8,64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	5,14	3,52	3,23	2,85	—	2,54
FeO	5,84	3,18	5,48	15,88	17,24	1,93	4,25
MnO	0,68	0,30	0,25	7,94	8,52	1,65	0,24

1 — Masivul Paring, în serpentinite (Murgoci, 1900); 2, 3 — Masivul Paring, în corneene cu granat și vezuvian (Murgoci, 1900); 4, 5 — Dognecea; 6 — Ocna de Fier (Hidegh, 1881); 7 — Munții Căliman, Negoiul Românesc, izv. Feței, în andezite (Zepharovich, 1893).

ca maclări, alunecări, structuri lamelare. Fenomenele de dezamestec pot fi observate între nicolii încrucișați pe secțiuni în zona (100) și apar ca lame fine, regulate, cu grosimi de 0,001—0,002 mm, orientate paralel cu (100). Indicii de refracție și unghiul axelor optice ale lamelor alternante sînt identice, mineralul apărînd omogen.

La piroxenii rombici sînt descrise structuri lamelare de tipul Bushveld — în piroxenul rombic gazdă apar lamele excesiv de subțiri, paralele cu (100), avînd o compoziție chimică ce variază de la 10—30 Fs —, precum și tipul Stillwater, caracterizat față de primul tip prin lamelație grosieră sau prin aspect granular. Hess a explicat că lamelația grosieră se realizează prin dezamestec și în timpul inversiunii. Dezamestecul granular arată în ortopiroxenii granule de diopsid fără o structură lamelară.

Augitele din multe roci plutonice bazice, în special cele cu afinități tholeitice, prezintă lamele de dezamestec de fază, sărace în Ca. În cristalele de augite apar lamele fine de ortopiroxeni sau pigeonite, care deseori nu pot fi separați optic.

Termenii bogați în Mg cristalizează mai jos de temperatura de inversiune a pigeonitelor, separîndu-se piroxeni rombici. În aceste situații, augitele prezintă lamele de dezamestec de piroxeni rombici.

Termenii bogați în Fe cristalizează la temperaturi peste punctul de inversiune al pigeonitelor, deci, în aceste condiții, fazele de dezamestec se separă ca pigeonite, paralele cu (001).

**Ocurență.** Augitul se întîlnește în roci magmatice efuzive cu compoziție bazică (andezite, fonolite, bazalte) și în roci magmatice intruzive (gabbrouri, norite).

În România apare în roci intruzive bazice și ultrabazice (gabbrouri, peridotite, essexite) de vîrstă palcozoică și în corneenele legate de ele (Jolotca, Masivul Căpățîinii, Rășinari, Greci), în melafire, diabaze, camptonite, gabbrouri de vîrstă permo-mezozoică (munții Hăghimaș, Perșani, Făgăraș, Paring, Mehedinți, Metaliferi, Drocea, Căzănești—Ciungani), în unele diorite (Masivul Bihor, Căzănești—Ciungani), în unele andezite banatitice (munții Vlădeasa și Poiana Ruscă), în corneenele și skarnele legate de acest eruptiv (Băița—Bihor, Dognecea, Oravița), în andezite neogene (munții Oaș, Gutii, Birgău).

Se citează cristale de augit la Boroslav (Boemia — R. S. Cehoslovacă), Auvergne (Franța) etc.

### PIGEONIT $(Mg, Fe^{2+}, Ca)(Mg, Fe^{2+})[Si_2O_6]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=9,73$ ;  $b_0=8,95$ ;  $c_0=5,26$  Å.  $Z=4$ .  $\beta=108^\circ 33'$ .

*Habitus:* prisme scurte. *Clivaj:* (110) bun, (100), (010), (001) întrerupt.  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87^\circ$ . *Macles:* (100) sau (001) simple sau lamelare. *Culoare:* brun, cenușiu, brun-verzui, brun-gălbui în secțiuni subțiri.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,682-1,722$ ,  $\beta=1,684-1,722$ ,  $\gamma=1,705-1,751$ ;  $\gamma \wedge c=37^\circ-44^\circ$ ;  $\Delta=0,023-0,029$ ,  $2V_\gamma=0^\circ-30^\circ$ .

*Chimism și structură.* Are o structură similară diopsidului; pozițiile cationilor la diopsid sînt reprezentate prin Mg în coordonare octaedrică și Ca în coordonare egală cu 8. În pigeonite coordonarea octaedrică poate fi specifică și  $Fe^{2+}$ , iar coordonarea egală cu 8 scade la 7 cînd se produce și substituirea Ca cu  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ . Acest fenomen influențează distorsionarea lanțurilor, ceea ce face ca la pigeonite lanțuri învecinate să fie neechivalente cristalografic față de diopsid, unde toate lanțurile sînt echivalente. Din punct de vedere chimic pigeonitele sînt piroxeni săraci în calciu, variații chimice evidente apărînd în urma substituiri  $Mg^{2+}$  prin  $Fe^{2+}$ . În aceste minerale, substituiri  $Mg^{2+} \leftrightarrow Fe^{2+}$  nu sînt complete, semnalîndu-se domenii de nemiscibilitate pentru Mg/Fe de la 70/30 pînă la 43/57. Conținutul în  $Al_2O_3$  este de maximum 2% și în majoritatea cazurilor apare în poziții tetraedrice în complexul anionic. Sînt citate varietăți cu Mn în conținuturi remarcabile, care însă nu variază proporțional cu creșterea  $Fe^{2+}$ .

*Ocurență.* Este produs al răcirii rapide, fiind semnalat în lave, în roci plutonice cu caracter tholeitic la Bushveld (Africa de Sud), la Skaergaard (Norvegia), la Stillwater (Groenlanda), în andezite la Hakone (Japonia) și la Mull în Scoția (Marea Britanie).

### SPODUMEN $LiAl[Si_2O_6]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 1,128 : 1 : 0,623$ ;  $\beta=110^\circ 28'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=9,52$ ;  $b_0=8,32$ ;  $c_0=5,25$  Å.  $Z=4$ .

*Habitus:* prisme ușor alungite, cristale larg dezvoltate, agregate lamelare, columnare sau mase compacte crisptocristaline. *Macles:* (100) simple și lamelare. *Clivaj:* (110) bun.  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87^\circ$ .  $H=6\frac{1}{2}-7$ .  $G=3,03-3,22$ . *Culoare:* alb-cenușiu, verzui, galben-verzui, violet (*kunzit*), verde (*hiddenit*). *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos, ușor sîdefos pe planele de clivaj.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,648-1,663$ ,  $\beta=1,655-1,669$ ,  $\gamma=1,662-1,679$ ;  $\gamma \wedge c=22^\circ-26^\circ$ ;  $\Delta=0,014-0,027$ ,  $2V_\gamma=58^\circ-68^\circ$ .

*Alterare.* Sub acțiunea soluțiilor trece în eucriptit  $LiAl[SiO_4]$ , albit și sericit.

*Ocurență.* Se întîlnește în pegmatitele asociate rocilor granitice.

În România apare în pegmatitele din Carpații Meridionali (Muntele Negovanu). În S.U.A. la Black Hills — mina Etta, Pala Alta (California), Branchville (Conecticut); în Madagascar la Mehrfach; în Suedia în insula Utö; în Scoția la Peterhead; în Irlanda la Killiney.

Sinonim: *acmit*.

Sistemul de cristalizare: monoclinic,  $2/m$ .

Relația axială:  $a : b : c = 1,100 : 1 : 0,601$ ;  $\beta = 106^\circ 49'$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 9,65$ ;  $b_0 = 8,79$ ;  $c_0 = 5,29$  Å.  $Z = 4$ .

Habitus: cristale prismatice, alungite, columnare sau aciculare; pe fețe se observă striații verticale; fața cea mai dezvoltată este (100); mase compacte, agregate radiare. *Macle*: (100) simple și lamelare. *Clivaj*: (110) bun, (100) fragmentat.  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \approx 87^\circ$ . *Culoare*: negru-verzui, verde închis, uneori brun sau brun-roșcat (acmit). *Urmă*: verde deschis.  $H = 6$ .  $G = 3,55 - 3,60$ . *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*:  $\alpha = 1,750 - 1,776$ ,  $\beta = 1,780 - 1,820$ ,  $\gamma = 1,800 - 1,836$ ;  $\alpha \wedge c = 0^\circ - 10^\circ$ ;  $\beta = b$ ;  $\Delta = 0,040 - 0,060$ ,  $2V_\alpha = 60^\circ - 70^\circ$ .

Între egirin și piroxenii monoclinici, augit, diopsid și hedenbergit se obțin serii izomorfe. Dintre termenii obținuți, varietățile cele mai cunoscute sînt: egirin-augit, egirin-diopsid și egirin-hedenbergit. La aceste varietăți remarcăm

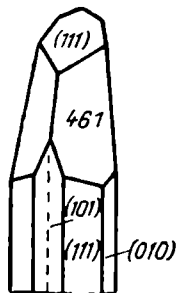


Fig. 178. Cristal de egirin.

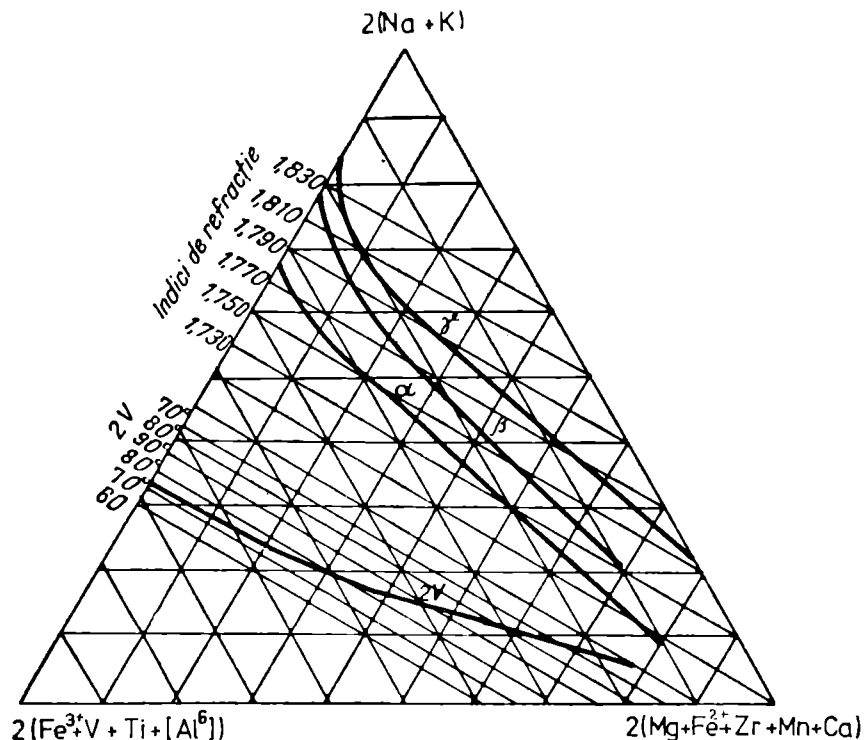


Fig. 179. Relația proprietăților optice în raport cu chimismul egirinului și egirin-augitului (după Sabine, 1950).

variații, în funcție de chimism, ale unor proprietăți fizice și optice. Astfel variația *egirin-augit* arată schimbări legate de greutatea specifică (3,40–3,55), de culoare (verde, verde-albăstrui, verde-pal, verde-gălbui în secțiuni subțiri), de proprietăți optice ( $\alpha=1,700-1,750$ ,  $\beta=1,710-1,780$ ,  $\gamma=1,730-1,800$ ,  $\Delta=0,030-0,050$ ,  $2V\alpha$ ,  $\gamma=70-110^\circ$ ).

*Chimism.* Chimismul acestor termeni este destul de complex; proprietățile optice variază în cadrul seriilor izomorfe, în funcție de conținutul cationic. În compoziția *egirinului* și *egirin-augitului* asistăm permanent la substituirea  $\text{Na}^+ + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Ca} + (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})$ . Pozițiile specifice Na mai pot fi înlocuite parțial cu cationi de K, după cum și  $\text{Fe}^{3+}$  poate fi substituit în cantități mici prin  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{V}^{3+}$ . Schimbările complexe între cationi permit substituiri și în complexul anionic, respectiv tetraedric, de  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  cu  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ . În cantități ne semnificative apar  $\text{Zr}^{4+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$ .

Tabelul 242

Analize chimice (*egirin* și *egirin-augit*)

	1	2	3	4
$\text{SiO}_2$	51,92	51,35	53,11	50,44
$\text{TiO}_2$	0,77	0,65	2,57	0,38
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,85	2,88	1,25	2,20
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	31,44	25,43	21,73	13,99
FeO	0,75	3,70	1,57	7,49
MnO	—	0,18	0,44	0,61
MgO	—	0,58	3,97	5,31
CaO	—	3,29	5,15	13,40
$\text{Na}_2\text{O}$	12,86	11,65	10,22	5,34
$\text{K}_2\text{O}$	0,19	0,14	0,18	0,39
$\text{H}_2\text{O}^+$	0,17	0,24	} 0,27	0,47
$\text{H}_2\text{O}^-$	—	0,09		0,24
<b>Total</b>	<b>99,95</b>	<b>100,20</b>	<b>100,46</b>	<b>100,30</b>
Numărul ionilor în baza 6 oxigeni				
Si	1,986	1,968	1,992	1,944
Al	0,014	0,032	0,008	0,056
Al	0,069	0,098	0,047	0,044
Ti	0,022	0,019	0,073	0,011
$\text{Fe}^{3+}$	0,905	0,734	0,613	0,406
Mg	—	0,033	0,222	0,305
$\text{Fe}^{2+}$	0,024	0,119	0,049	0,242
Mn	—	0,006	0,014	0,020
Na	0,953	0,866	0,743	0,399
Ca	—	0,135	0,207	0,553
K	0,008	0,007	0,008	0,018
	} 2,00	} 2,00	} 2,00	} 2,00
	} 1,02	} 1,01	} 1,02	} 1,03
	} 0,96	} 1,01	} 0,96	} 0,97

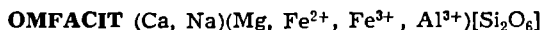
1 — *Egirin-granit*; Kigom Hills — Nigeria (Greenwood, 1951); 2 — *Egirin-pegmatit-senit*; Assynt — Scoția (Sabine, 1950); 3 — *Egirin-augit-pegmatit-senit*; Libby — Montana (Gorouson, 1927); 4 — *Egirin-augit-pegmatit-senit*; M. Ilmen — U.R.S.S. (Zavaritaky, 1946).





ceilalți silicați de sodiu o au mai scăzută, ca de exemplu: albit 2,6, nefelin 2,6, analcim 2,3, aceasta constituind un indiciu pentru condiții de presiune ridicată.

**Ocurență.** Se găsește în roci metamorfice alcaline, mai rar în formațiuni metasomatice de contact. Este întâlnit în Birmania (Masivul Uru-tal), Japonia (Kotaki), Italia (Val di Susa, Piemonte), S.U.A. (California), Guatemala și Mexic.



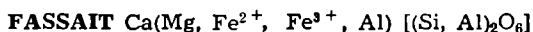
*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Clivaj:* (110) bun, (100) imperfect.  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87^\circ$ . *Macle:* (100) simple și lamelare.  $H=5-6$ .  $G=3,29-3,37$ . *Culoare:* verde, verde-pal.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,662-1,691$ ,  $\beta=1,670-1,700$ ,  $\gamma=1,688-1,718$ ;  $\gamma \wedge c=36^\circ-48^\circ$ ;  $\Delta=0,018-0,027$ ,  $2V_\gamma=58^\circ-83^\circ$ .

*Chimism.* Mineral specific eclogitelor, aluminiul apare atât în afara anionului în coordonare octaedrică, dar și în interiorul anionului în coordonare tetraedrică. Pozițiile Y arată substituiri Ca,  $\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Na}$ , Al la omfacit, în contrast cu fassaitul, care arată Si,  $\text{R}^{2+} \rightleftharpoons \text{Al}$ , Al.

**Ocurență.** Se întâlnește în roci eclogitice.



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 \simeq 9,71$ ;  $b_0=8,86$ ;  $c_0 \simeq 5,26$  Å.  $\beta \simeq 106^\circ$ .  $Z=4$ .

*Clivaj:* (110) bun. *Macle:* (100) simple și lamelare.  $H=6$ .  $G=2,96-3,34$ . *Culoare:* verde-deschis. Pleocroism slab.

**Ocurență.** Apare în calcare metamorfozate, în paragneise.

## Grupul inosilcaților cu lanțuri duble — amfiboli

O particularitate a structurii cristaline a amfibolilor constă în existența unor lanțuri duble de tetraedri de siliciu și oxigen constituite din grupări anionice de forma  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ , la care se pot adăuga anioni  $\text{OH}^{1-}$ , independenți, care ridică valoarea sarcinii electrice negative. Anionii se pot prezenta și sub forma  $[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]^{7-}$ . În acest caz raportul Si/O este 4/11, spre deosebire de piroxeni unde este 1/3. Raportul Al/Si nu poate fi mai mare de 1/3.

Formula generală a mineralelor amfibolice este  $[\text{W}, \text{X}, \text{Y}]_{7-8}[\text{Z}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$ . X, Y, W sînt cationi reprezentați prin elemente cu raze ionice similare, capabile să se înlocuiască reciproc. În pozițiile W apar cationi cu raze mari, de exemplu Ca substituit cu Na și în cantități mai reduse cu K; X reprezintă cationii cu raze intermediare:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$ , iar pozițiile Y sînt ocupate de  $\text{Fe}^{3+}$ , Ti și  $\text{Al}^{3+}$  în coordonare tetraedrică. Z este reprezentat prin Si și Al în coordonare tetraedrică. Pentru caracterizarea substituițiilor izomorfe la amfiboli reținem în concluzie următoarele aspecte:

— Al poate substitui parțial Si, gruparea anionică  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$  luînd forma  $[\text{AlSi}_3\text{O}_{11}]^{7-}$ ;

—  $\text{Mg}^{2+}$  și  $\text{Fe}^{2+}$  se pot substitui în orice proporție;

— în cazul elementelor (Ca, Na, K), Ca este cationul esențial, iar K este element minor; Na poate substitui Ca în proporții variabile de la zero pînă la 2 sau 3;

— OH este substituit prin F; uneori apare și ionul O; gruparea (OH, F) are indicele 2;

— în cazul termenilor care apar sub forma compușilor dubli cu elemente bivalente raportul W : X are valoarea 2 : 5. Formula generală este:  $W_{2-3} \cdot X_5[Z_4O_{11}]_2(OH)_2$ ;

— în cazul termenilor dubli cu elemente trivalente raportul W : X are valoarea 3 : 5, aceasta fiind impusă de apariția simultană în complexul anionic a substituirilor  $Si^{4+}$  cu  $Al^{3+}$ . Datorită acestui fapt valoarea electrostatică a anionului crește, iar în seria cationilor apar elemente suplimentare, de regulă monovalente, dispuse în spațiile libere existente în rețeaua cristalină a lanțurilor duble. Formula generală este:  $(W, X, Y)_{7-8}[Z_4O_{11}]_2(O, F, OH)_2$ .

În funcție de chimism și de modul de legare a lanțurilor duble, în grupul amfibolilor deosebim, ca și la piroxeni, termeni rombici și monoclinici (tab. 243).

Tabelul 243

### Clasificarea amfibolilor

AMFIBOLI ROMBICI
<p>A. <i>Seria antofilitului</i> <math>(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math></p> <p>Antofilit <math>(Mg, Fe^{2+})_7[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Gedrit <math>(Mg, Fe^{2+})_{6-5}Al_{1-2}[Si_3(Si, Al)O_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Ferogedrit <math>(Fe^{2+}, Mg)_6Al_2[Si_3AlO_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Holmquistit <math>Li_2(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math></p>
AMFIBOLI MONOCLINICI
<p>A. <i>Seria cumingtonitului</i> <math>(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math></p> <p>Kupferit <math>Mg_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math>            Grünerit <math>Fe_7[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math></p> <p>B. <i>Seria actinot-tremolit</i> <math>Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math></p> <p>Tremolit <math>Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math>            Actinot <math>Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math>            Ferroactinot <math>Ca_2Fe_5[Si_4O_{11}]_2(OH)_2</math></p> <p>C. <i>Seria hornblendei</i> <math>(Na, K)_{0-1}Ca_{1,5-2}(Mg, Fe^{2+})_{3-5}(Al, Fe^{3+})_{2-0}[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{22}](OH, F)_2</math></p> <p>Hornblenda comună <math>(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Al, Si)_2Si_6O_{22}](OH, F)_2</math>            Edenit <math>NaCa_2Mg_5[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2</math>            Feroedenit <math>NaCa_2Fe_3^+[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2</math>            Tschermakit <math>Ca_2Mg_3(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2</math>            Ferotschermakit <math>Ca_2Fe_3^+(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2</math>            Pargasit <math>NaCa_2Mg_4(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2</math>            Ferohastingsit <math>NaCa_2Fe_4^+(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2</math>            Hornblendă bazaltică <math>Ca_2(Na, K)_{0,5-1,6}(Mg, Fe^{2+})_{3-4}(Fe^{3+}, Al)_{2-1}[Al_2Si_6O_{22}](O, OH, F)_2</math>            Barkevikit <math>Ca_2(Na, K)(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Mn)_5[Al_{1,5}Si_{6,5}O_{22}](OH, F)_2</math></p> <p>D. <i>Seria amfibolilor sodici</i> <math>Na_{2-3}Ca_{1-0}(Mg, Fe^{2+})_{5-3}(Al, Fe^{3+})_{0-2}[Al_{1-0}Si_{7-8}O_{22}](OH, F)_2</math></p> <p>Glaucofan <math>Na_2Mg_3Al_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Magnezioriebeckit <math>Na_2Mg_3Fe_2[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Riebeckit <math>Na_2Fe_3^+Fe_3^{3+}[Si_4O_{11}]_2(OH, F)_2</math>            Katoforit <math>Na_2CaFe_2^+(Fe^{3+}, Al)[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2</math>            Magneziokatoforit <math>Na_2CaMg_4(Fe^{3+}, Al)[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2</math>            Eckermanit <math>Na_{2,5}Ca_{0,5}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Li)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2</math>            Arfvedsonit <math>Na_{2,5}Ca_{0,5}(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Al)_5[Al_{0,5}Si_{7,5}O_{22}](OH, F)_2</math></p>

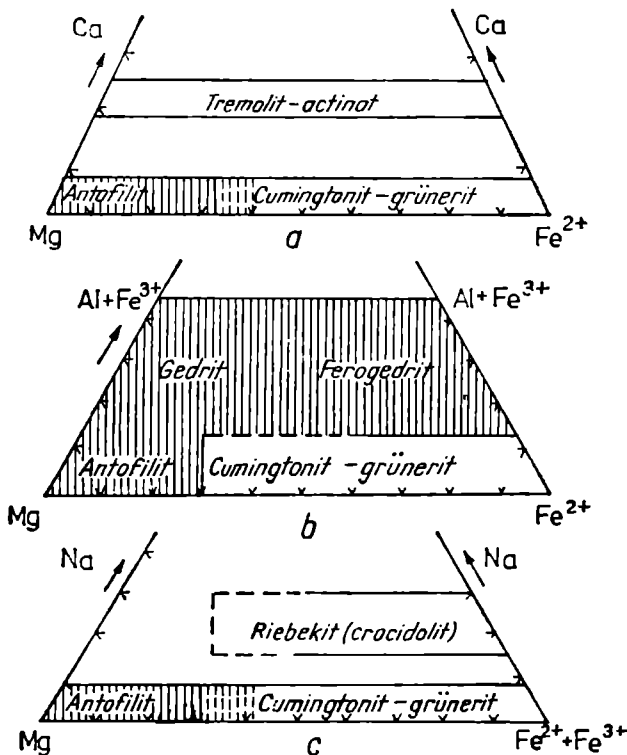


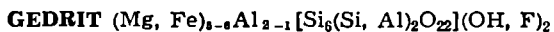
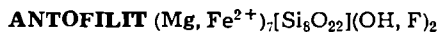
Fig. 181. Schema diagramelor de compoziție a amfibolilor:  
 a)  $Mg-Ca-Fe^{2+}$ ; b)  $Mg-Fe^{2+}-(Al, Fe^{3+})$ ; c)  $Mg-Na-(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ .

Principalii termeni din grupul amfibolilor se pot reprezenta în cadrul a trei sisteme:

- a)  $Mg-Ca-Fe^{2+}$  — în absența alcaliilor și a elementelor trivalente;
- b)  $Mg-Fe^{2+}-(Al, Fe^{3+})$  — de asemenea, în absența alcaliilor și în prezența unor conținuturi mici de calciu;
- c)  $Mg-Na-(Fe^{2+}+Fe^{3+})$  — în absența calciului. În figura 181 sînt prezentate, în funcție de proporția atomică a cationilor, varietățile cele mai importante.

## 1. AMFIBOLI ROMBICI

### A. Seria antofilitului



Sistemul de cristalizare: rombic,  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

Relația axială:  $a : b : c = 1,072 : 1 : 0,292$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 18,50 - 18,60$ ;  $b_0 = 17,70 - 18,10$ ;  $c_0 = 5,27 - 5,32 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$ .

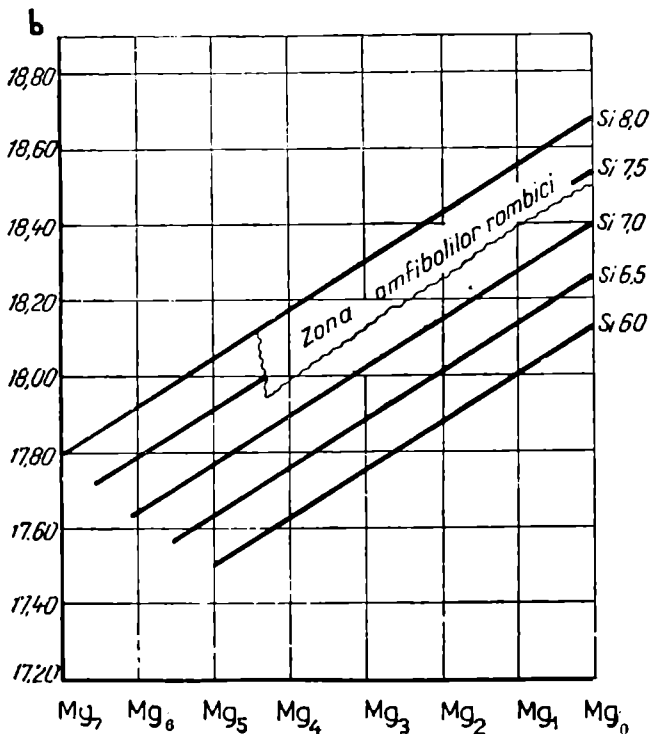


Fig. 182. Relația între parametrul  $b$  și compoziția chimică în ecuația antofilit și gedrit prezentată de Francis și Hey (1956), numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F).

**Habitus:** cristale prismatice, mase compacte, radiare, deseori fibroase.  
**Clivaj:** (210) perfect, (010), (100) imperfect.  $H=5\frac{1}{2}$ .  $G=2,9-3,2$ ; variază odată cu creșterea conținutului în Fe (fig. 377). **Culoare:** alb, cenușiu, verde, galben-brun, brun-verzui, brun-roșietic. **Urmă:** albă. **Luciu:** sticlos.

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,596-1,694$ ,  $\beta=1,605-1,710$ ,  $\gamma=1,615-1,722$ ,  $\Delta=0,013-0,028$ ,  $2V\gamma, \alpha=78^\circ-111^\circ$ .

**Chimism.** Antofilitul și gedritul formează o serie continuă, în care se remarcă variații continue ale proprietăților fizice și chimice. Substituirii importante apar între  $Mg^{2+} \rightleftharpoons Fe^{2+}$  și  $(Mg, Fe^{2+}) + Si \rightleftharpoons Al + Al$ . Sint cunoscuți următorii termeni principali: *antofilit*, *feroantofilit*, *gedrit* și *ferogedrit*. În funcție de proporțiile substituirilor sint semnalate variații ale proprietăților fizice și optice; soluțiile solide aparținând acestor termeni sint sugestiv prezentate în diagrama propusă de Seki și Yamasaki (1975) (fig. 183).

**Analiza chimică:**  $SiO_2 - 45,8\%$ ;  $TiO_2 -$  urme;  $Al_2O_3 - 2,34\%$ ;  $Fe_2O_3 - 6,32\%$ ;  $FeO - 29,34\%$ ;  $MnO - 10,66\%$ ;  $CaO - 2,31\%$ ;  $H_2O^+ - 1,86\%$ ;  $H_2O^- - 0,36\%$  — antofilit, Iacobeni, România (O r l o v, 1932).

**Ocurență.** Mineralele din această serie sint specifice formațiunilor metamorfice și uneori rocilor metasomatice de contact.

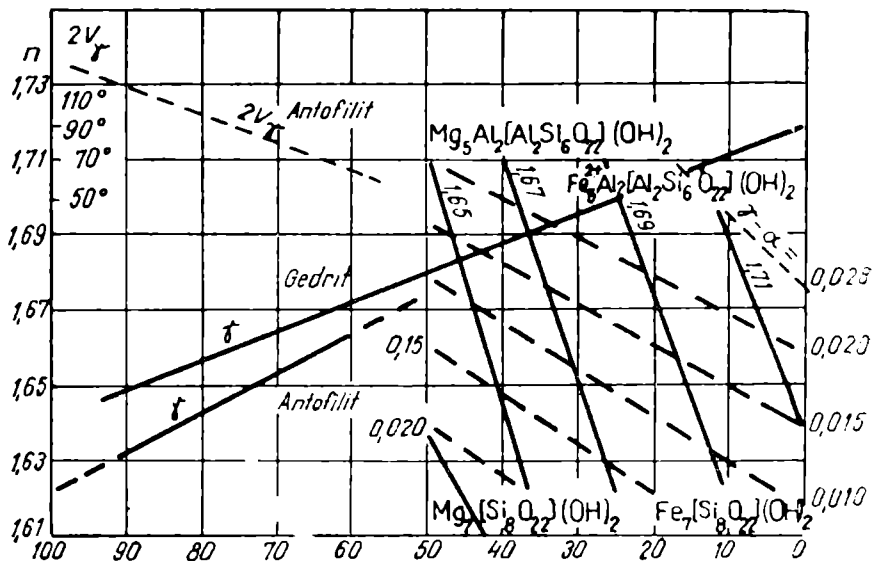
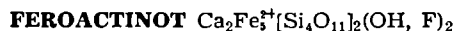
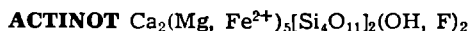


Fig. 183. Relația între proprietățile optice și compoziția chimică în seria antofilit-gedrit (după Seki și Yamasaki).

În România apar în complexe de șisturi cristaline (Răzoare, Iacobeni, Rășinari, Masivul Vulcan, Masivul Godeanu, Rudăria, Ghelar, Palazu Mare), întâlnindu-se, de asemenea, în șisturi cristaline în Finlanda, Norvegia, Groenlanda, U.R.S.S. (regiunea Sverdlovsk).

## 2. AMFIBOLI MONOCLINICI

### A. Seria tremolit-actinot



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,545 : 1 : 0,293$ ;  $\beta = 104^\circ 50'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 \approx 9,85$ ;  $b_0 \approx 18,10$ ;  $c_0 \approx 5,30$  Å.  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale lungi, prismatice, aciculare, cu forme alungite paralele cu axul „c”; frecvent sub formă de mase radiare, fibroase, uneori sub formă de agregate pisloase; tremolitul apare uneori sub formă de mase compacte, criptocristaline, neobișnuit de plastice, ceea ce le conferă importanță practică.

După caracterele morfologice și structura maselor de actinot se disting următoarele varietăți principale: *jadul* (nefritul), varietate criptocristalină compactă, plastică, în diferite nuanțe de verde, cu luciu, strălucitor; *amiantul* (asbest tremolitic) cu formă foarte caracteristică, în vinișoare de grosimi de câțiva mm, care au structură paralel fibroasă, fibrele fiind situate perpendicular pe pereții vinișoarelor. *Clivaj:* (110), perfect spre bun, (100) imperfect.

(110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}$ 0)  $\simeq$  56°.  $H=5-6$ .  $G=3,02-3,44$ . *Macle*: (100) simple și lamelare, (001) lamelare (rar). *Culoare*: variază în funcție de conținutul de fier; tremolitul este alb, ușor colorat în nuanțe cenușiu-gălbui; actinotul este verde de diferite nuanțe, de la verde-cenușiu-deschis pînă la verde. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,599-1,688$ ,  $\beta=1,612-1,697$ ,  $\gamma=1,622-1,705$ ,  $\Delta=0,027-0,017$ ,  $2V\alpha=86^\circ-65^\circ$ . Unghiul de extincție  $\gamma \wedge c=10^\circ-20^\circ$ ; actinotul este ușor pleocroic.

*Chimism*. Analiza chimică a tremolitului din M. Bistriței (România) (Pony, 1900) indică MgO — 25,33%; CaO — 13,37%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,92%; H<sub>2</sub>O — 1,76%, iar a tremolitului de la Ocna de Fier (Kissling, 1967) indică MgO — 25,33%; CaO — 13,37%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,92%; H<sub>2</sub>O — 1,76%.

*Ocurență*. Tremolitul este întilnit în roci magmatice, ca mineral epimagmatic, caracteristic temperaturilor joase, format îndeosebi pe seama piroxenilor feromagnezieni. Deseori se formează în calcare și dolomite cristaline și în sisturi cristaline.

Tremolitul apare în calcarele cristaline din fundamentul de sisturi cristaline, în zonele de metamorfism mai accentuat sau la contactul unor intruziuni vechi (munții Rodnei, Bistriței, Giurgeu, Făgăraș, Paring, Godeanu, Poiana Ruscă, Semenic, Drocea, Măcin, Ditrău la Lăzarea), în legătură cu roci ultrabazice paleozoice sau mezozoice (munții Perșani, Paring, Lotru, Sebeș); de asemenea, în formațiuni de contact (skarne), asociate magmatismului banatic (Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița, Pietroasa, Budureasa).

*Actinotul* este stabil la temperaturi relativ joase și este întilnit în sisturi cristaline și roci bazice care au suferit un metamorfism hidrotermal. Uneori apare în asociație cu tremolitul.

În România, actinotul este caracteristic pentru rocile verzi și sisturile cristaline epizonale din Carpații Orientali, Carpații Meridionali și M. Apuseni, formînd lentile de amfibolite actinotice (seriile de Leaota, de Locva, de Biharia). Ca produs de alterare se găsește în serpentinitele din Carpații Meridionali și în rocile permo-carbonifere din masivul Bihor. Deseori apare în corneene și skarne, formate la contactul eruptivului banatic din Banat și M. Apuseni și al eruptivului neogen din Carpații Orientali și M. Apuseni, precum și în zonele de autometamorfism hidrotermal ale magmatitelor laramice și neogene. Varietăți asbestiforme se întilnesc în sisturile cristaline din zonele localităților Păltiniș, Rudăria, Ghelar, Cerișor, Buru. La Greci (Măcin) este descris ca *smaragdīt*.

*Amiantul* a fost descris în zona de alterație a skarnelor magnezienne de la Sasca Montană.

## B. Seria cummingtonitului

**KUPFERIT** Mg<sub>7</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> (ipotetic)

**CUMMINGTONIT** (Mg, Fe)<sub>7</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

**GRUNERIT** Fe<sub>7</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*: a : b : c = 0,523 : 1 : 0,293;  $\beta=101^\circ50'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*: a<sub>0</sub>  $\simeq$  9,60; b<sub>0</sub> = 18,30; c<sub>0</sub> = 5,30 Å. Z = 2.

*Habitus*: agregate fibroase, radiare. *Macie*: (100) simple și lamelare. *Clivaj*: (110) bun.  $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 55^\circ$ .  $H = 5-6$ .  $G = 3,10-3,60$ . *Culoare*: cafeniu, galben-pal în secțiuni subțiri; crește odată cu creșterea Fe. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*: variază în funcție de conținutul în Fe.

Cummingtonit:  $\alpha = 1,635-1,665$ ,  $\beta = 1,644-1,675$ ,  $\gamma = 1,655-1,698$ ,  $\Delta = 0,020-0,030$ ,  $2V\gamma = 65^\circ-90^\circ$ .

Grünerit:  $\alpha = 1,665-1,696$ ,  $\beta = 1,675-1,709$ ,  $\gamma = 1,698-1,729$ ,  $\Delta = 0,030-0,045$ ,  $2V\alpha = 90^\circ-96^\circ$ .

*Chimism*. Între cummingtonit și grünerit există o serie tipică continuă. În pozițiile caracteristice  $Fe^{2+}$  se întâlnesc ioni de  $Fe^{3+}$ , Mn. Aceste varietăți

Tabelul 244

**Analizele chimice ale cummingtonitului — varietatea dannemorit**

	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	49,58	48,96	48,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,53	0,56	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,05	1,79	—
FeO	25,50	29,50	28,38
MnO	10,81	9,75	11,09
CaO	2,93	2,15	2,53
MgO	9,60	8,45	9,22

1, 2, 3 — Răzoare — România — (Kossmat Fr., John C., 1905)

pot conține și proporții apreciabile de Ca<sup>2+</sup>. În cummingtonite, proporția de Mn poate atinge valori de 14,8% MnO, varietatea fiind cunoscută sub numele de *dannemorit*. Deseori, gruparea OH<sup>-</sup> este substituită prin F<sup>-</sup>, în acest caz fiind sesizate modificări în proprietățile fizice și, îndeosebi, optice ale mineralului (tabelul 245).

Tabelul 245

**Variația proprietăților optice în sistemul fluor-cummingtonit-fluor-grünerit**

Mol % Mg <sub>7</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH) <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> [Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> ](OH, F) <sub>2</sub>	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\beta \wedge c$
100 — 0	1,583	1,590	1,598	8°
73 — 27	1,604	1,613	1,623	20°
48 — 52	1,625	1,634	1,645	21°
0 — 100	1,665	1,676	1,690	12°

*Ocurență*. Apar în depozite de minereuri, în micașturi și în zone de contact. În România, cummingtonitul este întâlnit în șisturile cristaline din lanțul carpatic (Masivul Godeanu) și din fundamentul Dobrogei Centrale (Palazu Mare). Varietatea manganiferă numită *dannemorit* este constituent al minereurilor primare de mangan, legate de cuarțitele negre din șisturile cristaline (Răzoare, Iacobeni, Șaru Dornei, M. Sebeș, Globurău, Delinești).



### C. Seria hornblendei

**HORNBLENDĂ COMUNĂ**  $(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Si, Al)_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

**EDENIT-FEROEDENIT**  $NaCa_2(Mg, Fe^{2+})_5[AlSi_7O_{22}](OH, F)_2$

**TSCHERMAKIT-FEROTSCHERMAKIT**  $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_2[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,547 : 1 : 0,295$ ;  $\beta = 105^\circ 31'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,9$ ;  $b_0 = 18,0$ ;  $c_0 = 5,3 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

Forme și unghiuri:

$$(110) \wedge (1\bar{1}0) = 55^\circ 35'$$

$$(001) \wedge (\bar{1}01) = 31^\circ 37'$$

$$(011) \wedge (0\bar{1}1) = 31^\circ 44'$$

$$(031) \wedge (0\bar{3}1) = 80^\circ 56'$$

$$(001) \wedge (100) = 74^\circ 29'$$

$$(\bar{1}01) \wedge (011) = 34^\circ 41'$$

*Habitus:* cristale prismatice, columnare cu aspect hexagonal determinat de combinația formelor (110) și (010); agregate granulare, masive. *Macle:* comune, după (100) simple, lamelare. *Clivaj:* (110) bun, ( $56^\circ$ ), (100), (001) imperfect.  $H = 5-6$ .  $G = 3,02-3,45$ . *Culoare:* verde, verde-deschis, brun în diferite nuanțe, galben-cenușiu în secțiuni subțiri. *Urmă:* albă cu nuanță verzuie. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice:*  $\alpha = 1,615-1,705$ ,  $\beta = 1,618-1,714$ ,  $\gamma = 1,632-1,730$ ,  $\Delta = 0,014-0,026$ ,  $\beta \wedge c = 13^\circ-34^\circ$ .  $2V_{\alpha, \gamma} = 95^\circ-27^\circ$ . Pleocroismul este caracteristic și diferit în funcție de chimismul cristalului (tab. 309).

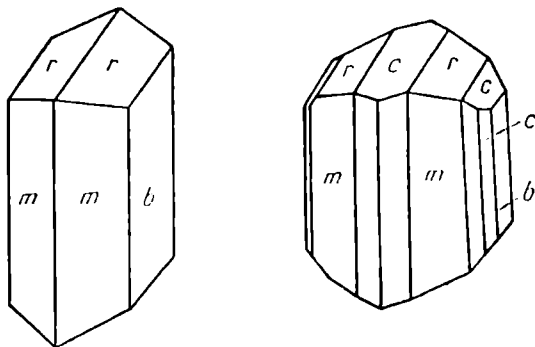


Fig. 184. Cristale de hornblendă.

**PARGASIT**  $NaCa_2Mg_4(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

**FEROHASTINGSIT**  $NaCa_2Fe_4^{2+}(Al, Fe^{3+})[Al_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,53 : 1 : 0,29$ ;  $\beta = 105^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,9$ ;  $b_0 = 18,0$ ;  $c_0 = 5,3 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristalele sînt de obicei prismatice, lungi, uneori fibroase. *Macle:* (100) simple, lamelare. *Clivaj:* (110) bun, ( $56^\circ$ ), (100), (001) imperfect.  $H = 5-6$ .

$G=3,05$ . *Culoare*: pargasitul este ușor brun, uneori aproape incolor; ferohastingitul este verde-închis, negru, galben, verde-brun. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*. Pargasitul:  $\alpha=1,613$ ,  $\beta=1,618$ ,  $\gamma=1,635$ ,  $\Delta=0,022$ ,  $\beta \wedge c=26^\circ$ ,  $2V_\gamma=120^\circ$ , pleocroic:  $\alpha$ =aproape incolor, galben-verzui-slab,  $\beta$ =ușor brun, verde-albăstrui,  $\gamma$ =brun-deschis, verde-albăstrui. Ferohastingitul:  $\alpha=1,702$ ,  $\beta=1,729$ ,  $\gamma=1,730$ ,  $\Delta=0,028$ ,  $\beta \wedge c=10^\circ$ ,  $2V\alpha \approx 10^\circ$ , pleocroic:  $\alpha$ =galben, brun-verzui, verde-gălbui,  $\beta$ =verde, albastru, verde-brun,  $\gamma$ =verde-oliv, albastru-verde.

**HORNBLENDĂ BAZALTICĂ**  $Ca_2(Na, K)_0,5-1(Mg, Fe^{2+})_{3-2}(Fe^{3+}, Al)_{2-3}[Al_2Si_6O_{22}](O, OH, F)_2$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,0$ ;  $b_0=18,1$ ;  $c_0=5,35$  Å.  $Z=2$ .  $\beta=106^\circ$ .

*Habitus*: prismatic. *Macle*: (100) simple, lamelare. *Clivaj*: (110) perfect. (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}0$ )=56°.  $H=5-6$ .  $G=3,19-3,30$ . *Culoare*: cenușiu-deschis, brun, ușor negru, roșcat în secțiuni subțiri. *Urmă*: albă spre gri-albăstrui. *Luciu*: sticlos, iar pentru varietățile fibroase, sidefos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,662-1,690$ ,  $\beta=1,672-1,730$ ,  $\gamma=1,680-1,760$ ,  $\Delta=0,018-0,070$ ,  $2V\alpha=60^\circ-82^\circ$ ,  $\beta \wedge c=0^\circ-18^\circ$ .

**BARKEVIKIT**  $Ca_2(Na, K)(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+}, Mn)_5[Al_{1,5}Si_{6,5}O_{22}](OH, F)_2$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,90$ ;  $b_0=18,31$ ;  $c_0=5,34$  Å.  $Z=2$ .  $\beta=106^\circ$ .

*Habitus*: prismatic. *Macle*: (100) simple. *Clivaj*: (110) perfect, (100), (001) imperfect. (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}0$ )=56°.  $H=5-6$ .  $G=3,35-3,44$ . *Culoare*: negru, brun, cenușiu-gălbui. *Urmă*: alb-cenușie. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*. Indicii de refracție:  $\alpha=1,685-1,691$ ,  $\beta=1,696-1,700$ ,  $\gamma=1,701-1,707$ . Variaza în funcție de compoziția chimică (fig. 185).  $\Delta=0,014-0,018$ ,  $2V\alpha=40^\circ-50^\circ$ ;  $\beta \wedge c=11^\circ-18^\circ$ .

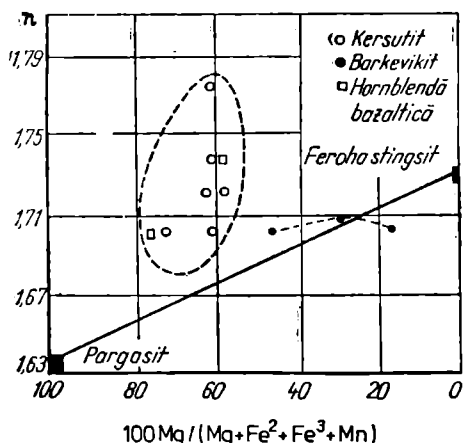
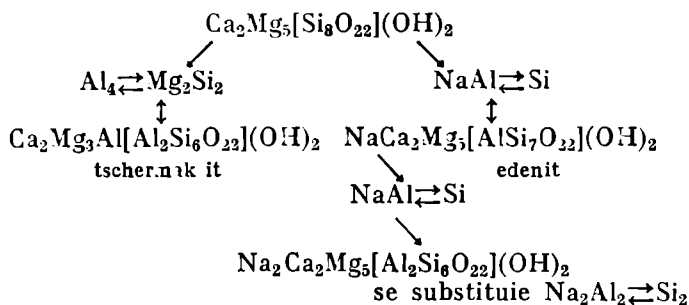


Fig. 185. Relația între compoziția chimică și indicele de refracție la barkevikit, kersutit, hornblendă bazaltică în raport cu seria pargasit și ferohastingit.

*Chimism și structură.* În structura mineralelor din seria hornblendei se întâlnesc lanțuri duble, oxigenii formînd bazele tetraedrilor cu dispoziție planară; aspectul de ansamblu căpătat este de inele cu formă hexagonală. De o parte și de alta a unei benzi se găsesc oxigeni activi, care permit legarea acesteia cu alte benzi prin diverși ioni metalici. În interiorul ochiurilor hexagonale există suficient loc pentru ca să se plaseze ionii OH<sup>-</sup> și de F<sup>-</sup>. În cadrul grupării anionice, ionii de Si<sup>4+</sup> sînt înlocuiți prin ioni de Al<sup>3+</sup>, fenomen dealfel întîlnit și la augite. Lanțurile duble sînt așezate paralel cu axa „c”. Lanțurile duble la amfiboli au secțiunea benzilor de tetraedri de formă trapezoidală alungită, iar așezarea lor conduce la direcții de plane prismatice, care determină unghiuri de 124° (56°), cărora le corespunde clivajul prismatic bun al amfibolilor după fețele (110) și (110).

Seria hornblendelor conține calciu, substituit prin sodiu, uneori potasiu. Conținutul în aluminiu variază în funcție de substituirile care se realizează în anulul complex sau în corelarea cu cationii bivalenți de magneziu și fier.

H a l l i m o n d (1943) reprezintă variația chimismului amfibolilor din seria hornblendei după schema:



Miscibilitatea termenilor în seria hornblendei este bine studiată. Conținuturile în calciu variază astfel atît în raport cu conținutul în aluminiu din gruparea tetraedrică, cît și în funcție de conținutul în alcalii, pe de o parte, precum și în funcție de conținutul în aluminiu din coordonarea octaedrică plus fier trivalent și titan, pe de altă parte.

Pentru hornblendele bazaltice este caracteristică prezența fierului feric și feros, precum și a grupării hidroxil, substituită prin O<sup>2-</sup> sau F<sup>-</sup>. În general ele apar ca un termen rezultat din molecule de hastingsit și tschermakit. Proprietățile variază și în funcție de raportul care se stabilește între Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup>, care este de regulă 60/40.

Variațiile înregistrate în chimism sînt determinate, atît de chimismul inițial, cît și de ocurența mineralelor (fig. 186, 187). Compoziția chimică a diferiților termeni din seria hornblendei este reprodusă în tabelul 246.

Variațiile chimice aduc modificări în proprietățile fizice și optice ale mineralelor din această grupă. Ele sînt impuse îndeosebi de schimbările raportului 100 Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>+Fe<sup>3+</sup>+Mn) și pot fi urmărite în tabelul 309 și diagramele din figura 380.

*Transformări.* În urma proceselor hidrotermale ulterioare, hornblenda se transformă în serpentină, clorit, epidot, calcit și cuarț. Ca și alte minerale feromagnezice, hornblenda prin alterare se descompune în nontronit, carbonați, iar la suprafață în limonit, opal, halloysit etc.

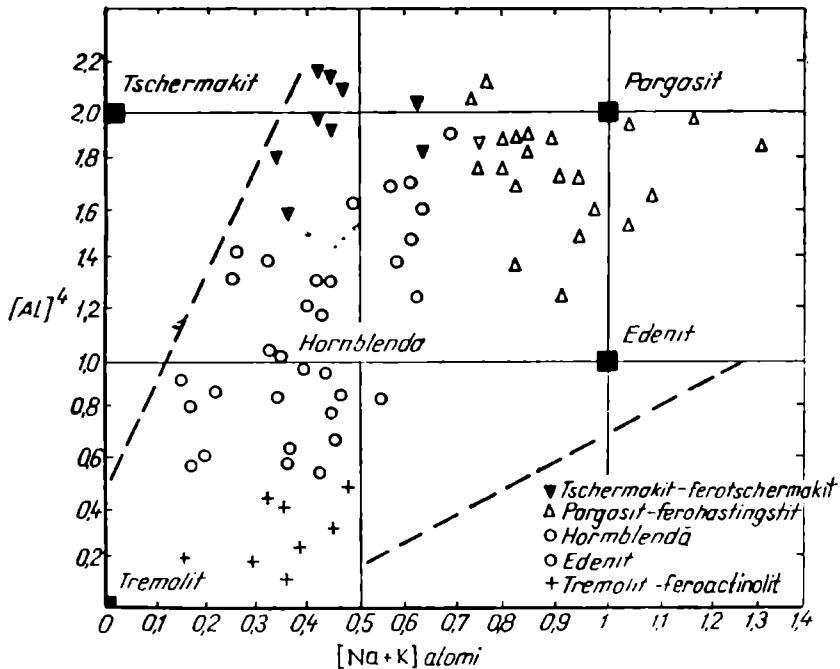


Fig. 186. Variația chimică a amfibolilor bogați în calciu în raport cu variația numărului (Na+K) și  $[Al]^4$  în celula elementară.

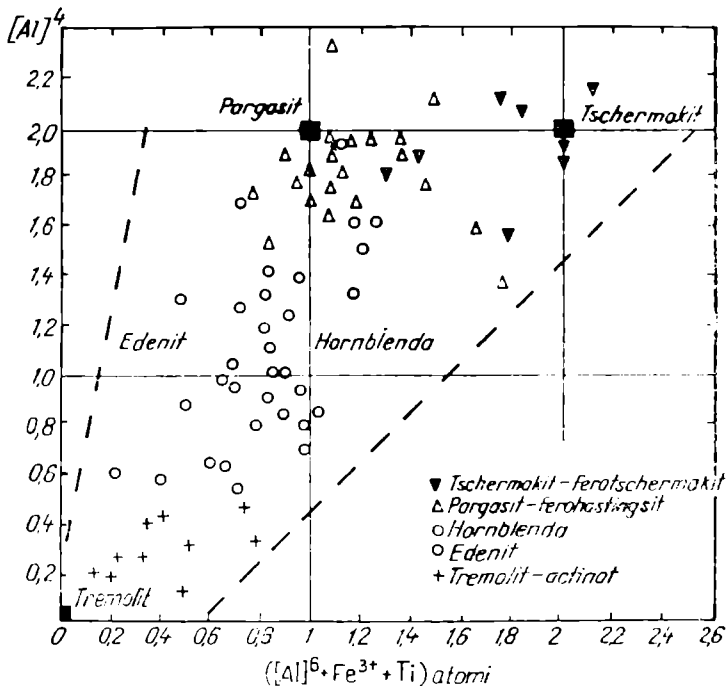


Fig. 187. Variația chimică a amfibolilor bogați în calciu în raport cu variația numărului în celula elementară  $([Al]^6 + Fe^{3+} + Ti)$  și  $[Al]^4$ .

Analize chimice (seria hornblendelor)

	1	2	3	4	5	
SiO <sub>2</sub>	51,63	50,08	42,05	51,09	47,60	SiO <sub>2</sub>
TiO <sub>2</sub>	urme	0,36	1,48	—	0,60	TiO <sub>2</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,39	9,42	14,69	6,47	6,49	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,50	1,14	3,21	0,21	6,07	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
FeO	5,30	6,89	6,30	—	11,00	FeO
MnO	0,17	0,33	0,04	—	0,35	MnO
MgO	18,09	16,00	14,91	23,06	11,94	MgO
CaO	12,32	12,53	12,83	12,30	9,40	CaO
Na <sub>2</sub> O	0,61	1,09	2,01	4,26	3,38	Na <sub>2</sub> O
K <sub>2</sub> O	—	0,21	0,65	—	1,49	K <sub>2</sub> O
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	2,31	1,49	1,53	—	1,80	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
H <sub>3</sub> O <sup>-</sup>	—	—	0,09	—	—	H <sub>3</sub> O <sup>-</sup>
F	—	—	0,50	4,89	0,20	F
O≡F, Cl	—	—	0,21	2,06	0,08	O≡F
Total	100,32	99,54	100,29 <sup>ki</sup>	102,28	100,33	
Numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F, Cl)						
Si	7,423	7,147	6,099	7,076	7,037	Si
Al	0,577	0,853	1,901	0,924	0,963	Al
Al	0,217	0,732	0,611	0,132	0,169	Al
Ti	—	0,039	0,161	—	0,067	Ti
Fe <sup>3+</sup>	—	0,122	0,350	0,022	0,674	Fe <sup>3+</sup>
Mg <sup>+</sup>	5,181	3,403	3,224	4,760	2,630	Mg
Fe <sup>2+</sup>	0,025	0,822	0,764	—	1,360	Fe <sup>2+</sup>
Mn	0,020	0,039	0,005	—	0,043	Mn
Na	0,317	0,300	0,564	1,144	0,968	Na
Ca	1,658	1,916	1,994	1,825	1,489	Ca
K	0,054	0,038	0,120	—	0,280	K
OH	1,771	1,418	1,480	—	1,774	OH
F	—	—	0,229	2,142	0,093	F
100 Mg/ (Mg+Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> +Mn)	99,1	77,5	74,2	99,5	55,8	

1 — Hornblendă; Ankogel, Salzburg — Austria (P a u l i t i s c h, 1948); 2 — Hornblendă-rocă amfibolitică; Cooma, Districtul New South Wales — Australia (J o p l i n, 1939); 3 — Hornblendă-rocă ultrabazică; Pammal Hill, Madras — India (H o w i e, 1955); 4 — Fluor edenit-sintetic (K o h n și C o m e f o r o, 1955); 5 — Edenit; Eganville — Ontario (W i n c h e l l, 1931; L e a k e, 1962).

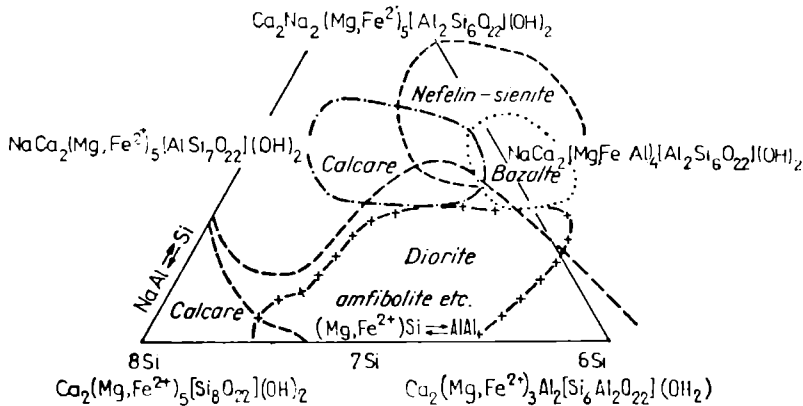


Fig. 188. Relația între compoziția și parageneza amfibolilor cu calciu.

**Ocurență.** Mineralele din seria hornblendei sînt componente caracteristice pentru multe roci eruptive intruzive intermediare (sienite, diorite, granodiorite), precum și pentru rocile efuzive corespunzătoare. Sub formă de cristale mari hornblenda se întilnește în pegmatitele gabbroide, în formațiuni metasomatiche, în urma acțiunii soluțiilor pegmatitice acide asupra rocilor eruptive ultrabazice. Este foarte răspîndită și în roci metamorfice, fiind mineral principal în amfibolite, șisturi amfibolice, gnaise etc. Relația între chimismul mineralelor din seria hornblendei și rocilor în care ele apar este prezentată de Hallimond (1943) în diagrama indicată în figura 188.

**Hornblenda bazaltică** este un mineral caracteristic rocilor vulcanice (trahite, bazalte), uneori fiind întilnită în andezite, basanite și tefrite.

**Barkevikitul** se întilnește în rocile caracteristice pentru hornblendele bazaltice, dar îndeosebi în roci cu caracter alcalin (essexite, sienite cu nefelin și sodalit, foidite).

În România hornblenda comună este întilnită într-o gamă largă de formațiuni. Astfel, se găsește în amfibolite și gnaise amfibolitice din fundamentul cristalin din Carpații Orientali, Carpații Meridionali M. Apuseni și M. Dobrogei, în special în complexele mezononale; în roci intruzive bazice și ultrabazice, de vîrstă paleozoică (munții Căpăținii și Almăjului); în roci intruzive acide sau intermediare, de vîrstă paleozoică, în granodiorite (M. Vulcan), granite și fonolite (Masivul Greci), în roci alcaline (Masivul Ditrău), în unele gabbrouri, diabaze și lamprofire, de vîrstă mezozoică, în Carpații Orientali (M. Tulgheșului), Carpații Meridionali (Masivele Făgăraș și Paring), M. Apuseni (M. Trascău, M. Metaliferi, M. Drocei); în roci magmatice banatitice, în granodiorite, dacite, diorite și andezite (Banatul de SV și V, M. Poiana Ruscă, M. Drocea, M. Bihor, Masivul Vlădeasa și M. Gilău); în roci extrusive sau hipoabizice, dacitice și andezitice, de vîrstă neogenă (munții Oaș, Gutii, Țibleș, în Toroiaga, în munții Rodnei, Birgău, Călimani, Gurghiu, Harghita, Metaliferi).

**Hornblenda bazaltică** apare în roci alcaline în M. Giurgeu (la Ditrău); varietatea *syntagmatit* — în nordmarkite, în essexite și în gabbrouri cu olivină, în unele gabbrouri și norite de vîrstă mezozoică (M. Drocea — Căzănești, Ciungani), în roci andezitice și bazaltice de vîrstă neogenă (munții Oaș, Gutii, Țibleș, Călimani, Gurghiu, Harghita, Metaliferi).

*Barkevikitul* apare în roci magmatice alcaline (M. Tulgheșului, Poiana Mărului, Holbav, masivul Făgăraș, Turcoaia, Rușchița). A mai fost descris la Orșova în sienite cu cancrinit.

#### D. Seria amfibolilor alcalini

**GLAUCOFAN**  $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_8\text{O}_{22}] \cdot (\text{OH})_2$

**RIEBECKIT**  $\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}, \text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,54 : 1 : 0,29$ ;  $\beta = 104^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* *glaucofan:*  $a_0 = 9,7$ ;  $b_0 = 17,7$ ;  $c_0 = 5,3$  Å.  $Z = 2$ ; *riebeckit:*  $a_0 = 9,7$ ;  $b_0 = 18,0$ ;  $c_0 = 5,3$  Å.  $Z = 2$ .

*Habitus:* prismatic, acicular, aspect deseori asbestiform; uncori apar agregate granulare. *Macle:* (100) simple, lamelare. *Clivaj:* *glaucofan:* (110) bun;  $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 58^\circ$ ; *riebeckit:* (110) bun;  $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 56^\circ$ .  $H = \text{glaucofan} = 6$ ; *riebeckit* = 5.  $G = \text{glaucofan} = 3,08 - 3,30$ ; *riebeckit* = 3,02 - 3,42. *Culoare:* glaucofanul este verde, albastru-cenușiu, albastru-deschis, negru-albăstrui; riebeckitul este albastru clar, negru. *Urmă:* albă, verde-albăstruie. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* *Glaucofanul:*  $\alpha = 1,606 - 1,661$ ,  $\beta = 1,622 - 1,667$ ,  $\gamma = 1,627 - 1,670$ ,  $\Delta = 0,008 - 0,022$ ;  $\beta \wedge c = 4^\circ - 14^\circ$ ,  $2V_\alpha = 50^\circ - 0^\circ$ . *Riebeckitul:*  $\alpha = 1,654 - 1,701$ ,  $\beta = 1,662 - 1,711$ ,  $\gamma = 1,688 - 1,717$ ,  $\Delta = 0,006 - 0,016$ ,  $2V_\gamma, \alpha = 40^\circ - 90^\circ$ ;  $\beta \wedge c = 3^\circ - 21^\circ$ .

*Chimism.* Glaucofanul și riebeckitul sînt minerale comune în grupul mineralelor amfibolice. Parageneza lor este însă distinctă: glaucofanul este întilnit în sisturi cristaline, în timp ce riebeckitul este specific rocilor magmatice alcaline; varietatea fibroasă numită *crocidolit* se întilnește în roci metamorfice. Termenul intermediar între glaucofan și riebeckit este *magnezioriebeckit*. Termenii principali separați între glaucofan și riebeckit în funcție de raportul  $100 \text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + [\text{Al}]^6 + \text{Ti})$  sînt prezentați în figura 189.

Compoziția chimică a mineralelor exprimată prin formula teoretică este rar întilnită; sînt dese substituiri ale  $\text{Mg}^{2+}$  prin  $\text{Fe}^{2+}$  și  $[\text{Al}]^{6+}$ , mai puțin  $\text{Fe}^{3+}$ . Substituirile  $\text{Mg}^{2+}$  cu  $\text{Fe}^{3+}$  întovărășite de înlocuirile  $[\text{Al}]^{6+}$  cu  $\text{Fe}^{3+}$  sînt deseori limitate, obținîndu-se uneori varietatea *feroglaucofan*.  $\text{Ca}^{2+}$  apare ca înlocuitor al Na, fenomen semnalat îndeosebi la varietatea *crocidolit*. Variația chimismului în seria glaucofan-riebeckit se evidențiază prin modificări continue ale proprietăților optice (tabelul 309, diagrama din fig. 374). Corelarea între compoziția chimică și proprietățile optice a fost studiată de Murgoci (1932), Horikosi (1936), Willems (1937), Miyashiro (1957) etc., variația proprietăților fizice fiind determinată atît de substituirile  $\text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ , cît și de  $\text{Al} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$  (fig. 190).

*Ocurență.* Glaucofanul este un mineral caracteristic rocilor metamorfice, iar riebeckitul este specific rocilor alcaline.

În România, *glaucofanul* apare în sisturi cristaline (Iacobeni), în legătură cu magmatismul banatic (Tincova) și în fracțiunea grea a unor depozite glauconitice (Valea Doftanei).

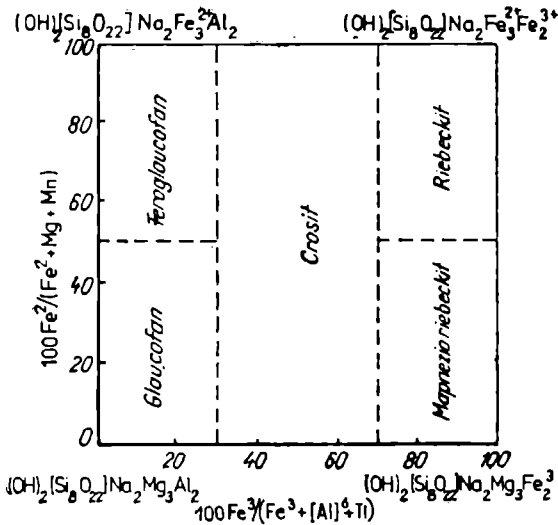


Fig. 189. Variația compoziției chimice în funcție de  $100 \text{ Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg} + \text{Mn})$  și  $100 \text{ Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + [\text{Al}]^4 + \text{Ti})$

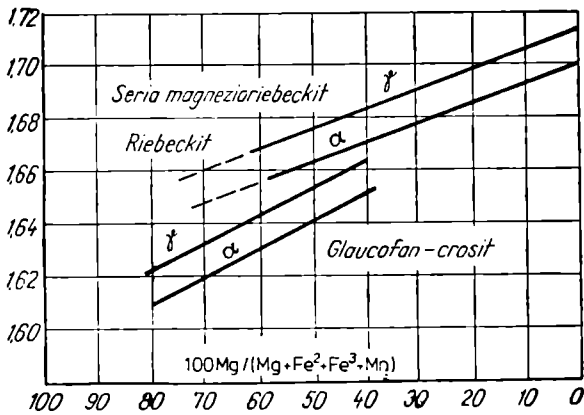


Fig. 190. Relația între compoziția chimică și indicele de refracție în seria glaucofan-crosit și magnezioriebeckit-riebeckit.

În cristalinul Alpilor Occidentali se întâlnește la Val Baqua (Elveția) și la St. Marcel (Italia). În U.R.S.S. s-a găsit la Krivoi-Rog, Kazahstanul de Est și Peninsula Apșeron — R. S. S. Azerbaidjană.

*Riebeckitul* apare în România ca un constituent al rocilor alcaline, de vîrstă probabil paleozoic superioară (Turcoaia, Cîrjelari) și liasică (Codlea, Vulcan, Poiana Mărului, Masivul Făgăraș). La Ditrău au fost descrise riebeckitul și magnezioriebeckitul în sienite și lamprofire.

În Nigeria apare la Kigon—Hills, în Scoția la Shetland, în Colorado (S.U.A.) la Pikes Peack.



**ECKERMANIT**  $\text{Na}_{2,5}\text{Ca}_{0,5}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Li})_5[\text{Al}_{10,5}\text{Si}_{7,5}\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$

**ARFVEDSONIT**  $\text{Na}_{2,5}\text{Ca}_{0,5}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5[\text{Al}_{10,5}\text{Si}_{7,5}\text{O}_{22}](\text{OH}, \text{F})_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Dimensiunea celulei elementare:*

— eckermanit:  $a_0=9,7$ ;  $b_0=17,7$ ;  $c_0=5,3$  Å.  $\beta=104^\circ$ .  $Z=2$ .

— arfvedsonit:  $a_0=9,9$ ;  $b_0=18,0$ ;  $c_0=5,3$  Å.  $\beta=104^\circ$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* cristale columnare, agregate columnare, agregate granulare.

*Macle:* eckermanit: (100) simple, lamelare. *Clivaj:* (110) perfect, (010) imperfect, (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}$ 0) =  $56^\circ$ .  $H=5-6$ .  $G$ =eckermanit=3,00; arfvedsonit=3,5. Crește odată cu creșterea conținutului în Fe. *Culoare:* albastru-închis pînă la negru (eckermanit), negru-verzui, negru (arfvedsonit). *Urmă:* albastră, cenușie. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* *Eckermanit:*  $\alpha=1,612-1,638$ ,  $\beta=1,625-1,652$ ,  $\gamma=1,630-1,654$ ,  $\Delta=0,009-0,020$ ,  $2V\alpha=80^\circ-15^\circ$ ,  $\alpha \wedge c=58^\circ-18^\circ$ . *Arfvedsonit:*  $\alpha=1,674-1,700$ ,  $\beta=1,679-1,709$ ,  $\gamma=1,686-1,710$ ,  $\Delta=0,005-0,012$ ,  $2V\alpha=0^\circ-50^\circ$ ,  $\alpha \wedge c=0^\circ-30^\circ$ . În funcție de chimism în cadrul seriei eckermanit-arfvedsonit apar variații în cadrul proprietăților optice. Aceste variații sînt prezentate în diagrama din fig. 375.

*Ocurență.* Seria eckermanit-arfvedsonit este caracteristică rocilor plutonice alcaline și pegmatitelor asociate acestora; de cele mai multe ori ele aparțin magmelor agpaitice. Arfvedsonitul apare în sienite cu cuarț și sienite nefelinice.

Arfvedsonitul este întilnit în România în roci magmatice de vîrstă liasică (Brașov, Codlea, Vulcan), în sienite și essexite la Ditrău și în elemente ale unor conglomerate eocene (Comănești). În Finlanda apare la Kuhtelysvaara, iar în Groenlanda la Kaugerdlaursuq. Eckermanitul se găsește în Suedia, la Norra Kär, în U.R.S.S. în Peninsula Kola la Lovazero.

## VI. SILICAȚI CU STRATURI INFINITE DE TETRAEDRI DE $\text{SiO}_4$ — FILOSILICAȚI

O particularitate pentru mineralele caracterizate prin structuri cristaline în straturi infinite este marea variabilitate a chimismului și a proprietăților fizice. Proprietăți comune caracteristice sînt morfologia și clivajul. Structura cristalină este constituită din tetraedri de  $\text{SiO}_4$ , care își pun în comun cîte trei oxigeni determinînd o rețea plană infinită, asemănătoare cu o rețea hexagonală. Ionii de oxigeni activi sînt orientați toți într-o singură direcție determinînd o rețea plană activă, complexul anionic aparținînd unei astfel de rețele exprimîndu-se prin  $[\text{Si}_2\text{O}_5]_2^{2-}$  sau  $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2^{4-}$ . Deseori tetraedri  $\text{SiO}_4$  pot fi înlocuiți prin tetraedri  $\text{AlO}_4$ , anionul complex lînd forma  $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]_2^{5-}$  sau  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]_2^{6-}$ . În filosilicați, cu excepția apofilitului și prehnitului, rețelele tetraedrice se leagă între ele prin diverși cationi, mai frecvent  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , care apar în coordonare octaedrică. Combinarea a două straturi hexagonale se realizează de regulă fie prin gruparea  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (*hidrargilit*), fie prin gruparea

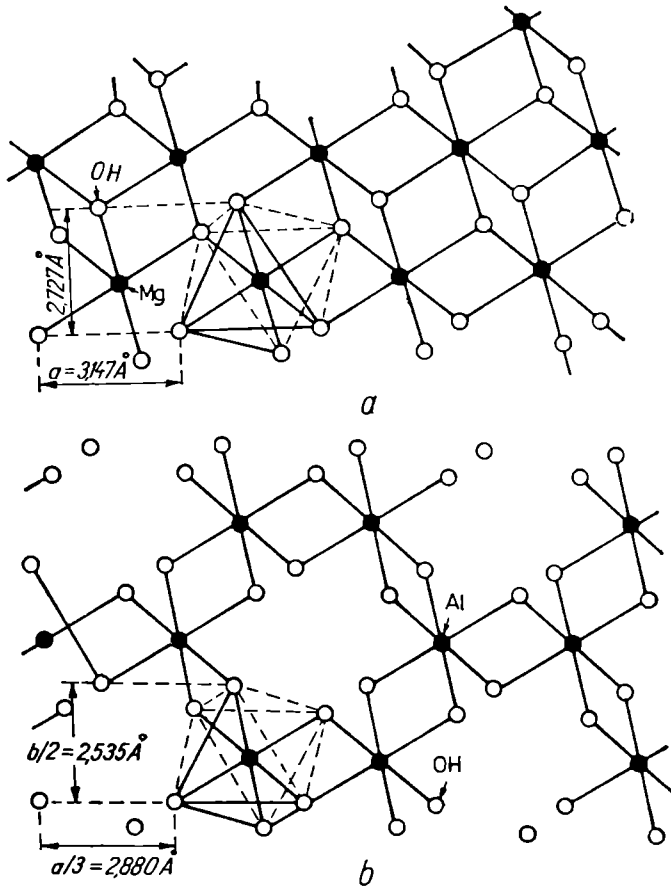


Fig. 191. Structura filosilicațiilor:  
 a) cu strat brucitic; b) cu strat hidrargilitic.

$Mg(OH)_2$  (*brucit*). Sarcina negativă a celor două straturi de  $[Si_2O_5]^{2-}$  este neutralizată prin grupările brucit și hidrargilit (*gibbsit*), neutralizarea obținându-se printr-o pierdere parțială de grupări  $OII^-$  ale căror poziții sînt ocupate prin ioni de oxigeni activi.

Asocierea straturilor tetraedrice (anioni) și a celor octaedrice (cationi) determină formarea unui pachet; legătura între pachete este foarte slabă. Suprafețele exterioare ale pachetelor, lipsite de oxigeni activi, sînt legate prin forțe Van der Waals reziduale. P a u l i n g (1930) introduce noțiunea de „poliedru anionic”, incluzînd în alcătuirea acestuia straturi tetraedrice de oxigen și straturi octaedrice de oxigen (oxidril). Ținînd seamă de amplasarea acestor straturi în cadrul pachetelor (poliedrilor anionici) filosilicații sînt subîmpărțiți în: a) filosilicați cu pachetul constituit din 2 straturi, unul tetraedric și unul octaedric, totalizînd o grosime de 7 Å. Acest pachet este denumit „pachet de tip caolinitic” și este notat 1/1 sau Oc/T; b) filosilicați cu pachetul constituit dintr-un strat octaedric prins între două straturi tetraedrice și a cărui grosime

este de 10 Å. Este denumit „pachet de tipul micelor“ și este notat 2/1 sau T/Oc/T; c) filosilicați cu pachetul constituit dintr-o foaie de tip mică peste care se suprapune un strat octaedric liber. Această structură formează „pachetul de tipul cloritelor“, grosimea este de 14 Å și este notat 2/1/1 sau T/Oc/T/Oc. Stratul octaedric poate conține elemente bivalente; acestea ocupă numărul total de locuri existente (respectiv 3) — de aici și denumirea de *straturi trioctaedrice*. În cazul în care stratul conține elemente trivalente, un număr de numai 2/3 din locuri sînt ocupate prin cationi (respectiv 2), iar în acest caz vorbim de un *strat dioctaedric*.

Formula chimico-structurală a acestor minerale se prezintă sub forma:  $X_2Y_{4-6}[Z_6O_{20}](OH, F)_4$ , unde:

X = în special K, Na și Ca, uneori Ba, Rb, Cs;

Y = în special Al, Mg și  $Fe^{2+}$ , uneori Mn, Cr, Ti, Li,  $Fe^{3+}$ ;

Z = în special Si și Al, foarte rar  $Fe^{3+}$  și Ti.

Existența structurilor stratificate la filosilicați determină pentru toate aceste minerale existența unui habitus lamelar tabular după forma (001), imprimîndu-le aspecte corespunzătoare mineralelor uniaxe, de regulă pseudo-hexagonale. Clivajul este perfect după (001). Calitatea clivajului variază în funcție de existența unor cationi suplimentari în rețelele cristaline. Prin introducerea K, Na clivajul este încă perfect, prin introducerea Ca, clivajul slăbește. Gradul de elasticitate al foițelor de clivaj este diferit, el variînd în funcție de chimismul filosilicaților la mineralele la care înlocuirea tetraedrilor de  $SiO_4$  cu  $AlO_4$  se realizează în proporție de 1 : 3; formîndu-se complexul anionic  $[AlSi_3O_{10}]^{5-}$  apare o singură sarcină negativă suplimentară și deci este necesară introducerea unui cation monovalent pentru neutralizarea ei. Cationul suplimentar se situează între straturile tetraedrice și anume în ochiurile hexagonale libere (coordonare 6). Foițele de clivaj inițial, foarte elastice și

Tabelul 217

### Clasificarea celor mai importanți filosilicați

Cu strat dioctaedric (hidrargilitic)	Cu strat trioctaedric (bruceitic)
Două straturi în structura cristalină	
Caolinit, nacrit, dickit Halosit	Antigorit Crisotil
Trei straturi în structura cristalină	
Pirofilit Montmorillonit Muscovit Margarit	Talc Vermiculit Flogopit Clintonit Clorit

## Caracteristicile principalelor grupe de minerale argiloase

Proprietate caracteristică		Kandite	Illite	Smectite	Vermiculite
Formula chimică generală		$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ (constanță pentru toate mineralele)	$K_{1,0-1,5}Al_4[(Si, Al)_8 \cdot O_{20}](OH)_4$	$M_{0,00}^{+}(Y^{3+}, Y^{2+})_{4-8}[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$	$M_{0,00}^{+}(Y^{2+}, Y^{3+})[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot 8 H_2O$
Tipul structural		1 : 1 tetraedric-octaedric (dimorfic)	2 : 1 (trimorfic)	2 : 1 (trimorfic)	2 : 1 (trimorfic)
Compoziția stratului octaedric		dioctaedric	mai frecvent dioctaedric	di- sau trioctaedric	mai frecvent trioctaedric
Cationii principali între straturi		nimic	K	Ca, Na	Mg
Apă interstratificată		doar în halloysit (un strat de molecule de apă)	—	—	—
Distanța bazală		7,1 Å (10 Å în halloysit)	10 Å	variabil; aproape 15 Å (cu Ca)	variabil; 14,4 Å pentru varietățile hidratate
Comportare la tratarea cu etilenglicol		crește doar la halloysit	fără efect	crește cu două straturi glycol, distanța 17 Å	crește cu un strat-glycol, distanța 14 Å
Comportare la tratarea cu acid		caolinitul este solubil în acid diluat	imediat atacat	atacat	imediat atacat
Comportare la tratament termic (distanța bazală)	T=200°C	halloysitul se contractă la 7,4 Å; caolinitul aproape neschimbat	nu se remarcă schimbări	se micșorează la 10 Å	exfoliație, contractarea intervalului stratului
	T=650°C	caolinit → metacaolinit: 7 Å; dickit → metadickit rezistent 14 Å	10 Å	9,6–10 Å	se micșorează la 9 Å (ca calcul)
Condiții genetice		Alterarea rocilor acide și feldspaților; mediu de regulă acid	Alterarea micelor și feldspaților; mediu alcalin; necesitatea unei concentrații corespunzătoare de Al și K	Alterarea rocilor bazine și a materialului vulcanic; mediu de regulă alcalin; concentrație de Mg și Ca, deficit de K	Alterarea biotitului, cloritelor și amfibolilor sau a materialului vulcanic

foarte subțiri sînt acum ceva mai groase și cu o elasticitate încă suficient de ridicată. În cazul în care asistăm la o înlocuire a tetraedrilor de  $\text{SiO}_4$  cu  $\text{AlO}_4$  în proporție de 1 : 1, respectiv complexul anionic capătă forma  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]^{2-}$  numărul total de sarcini suplimentare devine 2. Elementul cationic care neutralizează sarcinile negative este Ca, care se plasează tot între straturile tetraedrice. Apariția unui element bivalent între aceste straturi mărește puterea de legătură și de aici foițele de clivaj devin mai groase, cu suprafețe mai puțin netede și cu grad de elasticitate scăzut; este situația micelor casante (ex. *margaritul*).

Mineralele argiloase cu straturi dioctaedrice în structurile lor cristaline (*montmorillonit*) prezintă o particularitate care constă în aceea că își pot mări volumul în prezența unei cantități mari de apă, realizîndu-se o creștere a numărului de molecule reținute în rețeaua cristalină. Această creștere produce după sine o mărire a direcției cristalografice „c”, care variază în funcție de numărul de molecule de apă reținute de la 9 Å la 28,4 Å.

Tabelul 249

### Clasificarea filosilicaților

I. GRUPUL FILOSILICAȚILOR CU STRATURI HIDRARGILITICE
1. Cu două straturi în structura cristalină
<p><i>Grupa kanditelor (cu strat dioctaedric)</i></p> <p>Caolinit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8</math>            Dickit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8</math>            Nacrit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8</math>            Anauxit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot \text{H}_2\text{O}</math></p>
<p><i>Grupa halloysitului (cu strat dioctaedric)</i></p> <p>Halloysit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}</math>            Metahalloysit <math>\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}</math></p>
<p><i>Grupa alofanului</i></p> <p>Alofan <math>m \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n \text{SiO}_2 \cdot p \text{H}_2\text{O}</math></p>
2. Cu trei straturi în structura cristalină
<p><i>Grupa smectitelor</i></p> <p>Montmorillonit <math>(1/2 \text{Ca}, \text{Na})_{0,7}(\text{Al}_{3,3}\text{Mg}_{0,7})[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}</math>            Beidelit <math>(1/2 \text{Ca}, \text{Na})_{0,7}\text{Al}_4[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}</math>            Nontronit <math>(1/2 \text{Ca}, \text{Na})_{0,7}\text{Fe}_4^{3+}[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}</math>            Saponit <math>\text{Na}_{0,83}\text{Mg}_6[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}</math>            Hectorit <math>\text{Na}_{0,33}(\text{Mg}, \text{Li})_6[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH}, \text{F})_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_4</math>            Sauconit <math>\text{Na}_{0,33}(\text{Mg}, \text{Zn})_6[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}</math></p> <p style="text-align: right;">} (cu strat dioctaedric)            } (cu strat trioctaedric)</p>

## II. GRUPUL FILOSILICAȚILOR CU STRATURI BRUCITICE

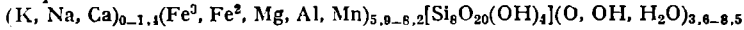
## 1. Cu două straturi în structura cristalină

*Grupa serpentinei (cu strat trioctaedric)*Antigorit  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ Crisotil  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ Lizardit  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$ Garnierit  $(Mg, Ni)_6[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4 H_2O$ Palygorskit și sepiolit  $(Mg, Al)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot 2 H_2O$ 

## 2. Cu trei straturi în structura cristalină

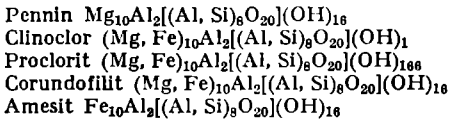
*Grupa vermiculitului (cu strat trioctaedric)*Vermiculit  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot n H_2O$ *Grupa illitului (cu strat trioctaedric)*Illit  $K_{1-1,5} \cdot Al_4[Al_{1-1,5}Si_{7-6,5}O_{20}](OH)_4$ Fengit  $K_2(Al, Fe^{2+}, Mg)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Hidromuscovit  $K_3Al_4[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$ *Grupa talcului și pirofilitului**Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)*Talc  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$  sau  $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4$ *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)*Pirofilit  $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$  sau  $Al_4[Si_8O_{20}](OH)_4$ *Grupa micelor**Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric)*Muscovit  $K_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Paragonit  $Na_2Al_4[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$ Leptodolit  $K_2(Li, Al_{5-6})[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH, F)_4$ Fuchsit  $K_2(Al, Cr)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Zinnwaldit  $K_2(Fe^{2+}, Li_{2-3}, Al_2)[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH_{1-2}, F_{2-2})$ Fengit  $K_2(Al, Fe^{2+}, Mg)_4[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Glauconit  $(K, Na, Ca)_{1,2-2,0}(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_{4,0}[Al_{1-0,4}Si_{7-7,6}O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$ *Cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)*Biotit  $K_2(Mg, Fe^{2+})_{6-4}(Fe^{3+}, Al, Ti)_{0-2}[Al_{2-3}Si_{6-6}O_{20}](OH, F)_{4-2}$ Flogopit  $K_2(Fe^{2+}, Mg)_6[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ Eastonit (Siderofilit)  $K_2(Mg, Fe^{2+})_5Al[Al_3Si_5O_{20}](OH)_4$ Annit  $K_2Fe_6^+[Al_2Si_6O_{20}](OH, F)_4$ *Grupa micelor casante (cu trei straturi în structura cristalină)*Margarit  $Ca_2Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_4$ Clintonit  $Ca_2(Mg \text{ etc. } 4, 6Al_{1,4})[(Al_{1,5}Si_{2,5}O_{20}](OH)_4$ Xantofilit  $Ca_2(Mg \text{ etc. } 4, 6Al_{1,4})[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{20}](OH)_4$ Cloritoid  $Fe_4Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_4$

**Stilpnomelan**

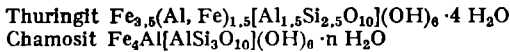


*Grupa cloritelor*

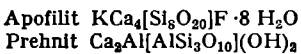
*Seria cloritelor neoxidate*



*Seria cloritelor oxidate*



**ALȚI FILOSILICAȚI**



**Grupul filosilicaților cu straturi hidrargilitice**

**1. FILOSILICAȚI CU DOUĂ STRATURI  
ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ**

*Două straturi în structura cristalină (strat dioctaedric)*

**A. Grupa kanditelor**

Din această grupă fac parte trei modificații: una triclinică și două monoclinice polimorfe, care din punct de vedere chimic corespund unui silicat bazic de aluminiu  $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$  (caolinitul, dickitul și nacritul). Ele sînt de regulă componente ale rocilor argiloase și fac parte din grupa mare a mineralelor argiloase. În structura mineralelor din grupa caolinitului se întîlesc două straturi, unul tetraedric cu anionul de forma  $[Si_4O_{10}]^{4-}$  și unul octaedric de tipul  $[Al_4O_4(OH)_8]$  sau  $[Al(O, OH)_6]$ . În astfel de pachete formate din două straturi, sarcina negativă totală a anionului complex și a anionilor de hidroxili se compensează aproape în întregime cu sarcina pozitivă a cationului de aluminiu. Grosimea unui astfel de pachet este de 7,15 Å.



*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,576 : 1 : 0,830$ ;  $\alpha = 91^\circ 80'$ ;  $\beta = 104^\circ 80'$ ;  $\gamma = 90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,15$ ;  $b_0 = 8,95$ ;  $c_0 = 7,39$  Å  $d = 7,15$  Å.

$Z = 1$ .

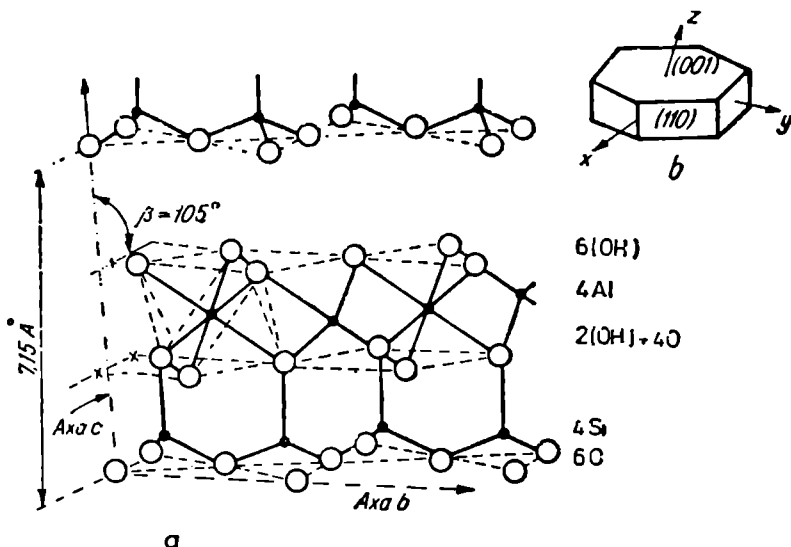


Fig. 192. Structura caolinitului (a); cristal de caolinit (b).

**Habitus:** cristalele au un habitus tabular, pseudohexagonal, de regulă de dimensiuni foarte mici (pină la 1 mm). Frecvent sînt întilnite fragmente de agregate cristaline solzoase îndolte; agregatele sînt afinatate, solzoase sau fin-granulare, compacte. Uneori apare și sub formă de mase stalactitice. **Macle:** rare. **Clivaj:** (001) perfect; uneori nu se observă datorită dimensiunii reduse a granulelor.  $H=2-2^{1/2}$ . Solzii sînt flexibili dar nu elastici.  $G=2,61-2,68$ . **Culoare:** masele compacte sînt de culoare albă, deseori cu o nuanță galbenă, brun-roșiatică, uneori verzuie sau albăstruie. Solzii sau foițele foarte subțiri sînt incolore. **Urmă:** albă. **Luciu:** pe suprafețele de clivaj luciu este sidfos, iar masele compacte prezintă un luciu mat. Masele uscate sînt aspre la pipăit.

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,553-1,565$ ,  $\beta=1,559-1,569$ ,  $\gamma=1,560-1,570$ ,  $\Delta=0,006$ ,  $2V_{\alpha}=24^{\circ}-50^{\circ}$ ,  $\beta \wedge c=1^{\circ}-3^{1/2}$ .

**Chimism.** Compoziția caolinitului (tabelul 250) suferă în general variații mici. Analizele chimice pun însă în evidență numeroase elemente minore deseori fiind dificilă interpretarea acestora ca impurități chimice sau ca elemente care substituie cationii din rețea. Elementele minore cele mai frecvent întilnite sînt:  $TiO_2 - 1\%$ ;  $Fe_2O_3 - 0,5\%$ ;  $FeO - 0,1\%$ ;  $MgO - 0,15\%$ ;  $CaO - 0,3\%$ ;  $Na_2O - 0-0,3\%$ ;  $K_2O - 0,5\%$ . Titanul, fierul, magneziul substituie probabil Al, iar calciul, sodiul și potasiul apar ca elemente adsorbite (schimb ionic) sau ca impurități. Față de caolinit, dickitul și nacritul nu diferă din punctul de vedere al chimismului, doar haloisitul diferă prin conținutul în molecule de apă.

**Geneză.** În general se formează prin alterarea rocilor eruptive și metamorfice bogate îndeosebi în alumosilicați (mice, feldspați, zeoliți etc.). Acest proces de formare a caolinitului este rezultatul acțiunii apei încărcată cu  $CO_2$ ; în aceste condiții, alcaliile, elementele feromagnezine, elementele alcalino-terose, alături de o parte din  $SiO_2$ , sînt îndepărtate, iar alumina și cu restul de  $SiO_2$  reacționează formînd caolinitul. O parte din mineralele stabile din



**Analize chimice ale mineralelor argiloase din grupa kanditelor  
și grupa halloysitului**

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	45,80	45,72	46,15	43,98
TiO <sub>2</sub>	—	0,42	—	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39,55	39,82	38,93	38,46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,57	0,10	—	—
FeO	0,18	—	—	0,03
MgO	0,14	—	0,36	—
CaO	0,41	—	0,27	0,32
Na <sub>2</sub> O	—	0,16	—	0,14
K <sub>2</sub> O	0,03	0,36	—	0,48
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	13,92	13,67	14,19	14,59
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,17	0,55	—	2,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—
<b>Total</b>	<b>100,77</b>	<b>100,80</b>	<b>99,90</b>	<b>100,59</b>
Numărul ionilor în baza 18 (O, OH)				
Si	3,94	3,95	3,99	3,85
Al	4,01	4,05	3,97	3,99
Ti	—	0,03	—	0,01
Fe <sup>3+</sup>	0,04	0,01	—	—
Fe <sup>2+</sup>	0,01	—	—	—
Mg	0,02	—	0,05	—
Ca	0,04	—	0,03	0,03
Na	—	0,03	—	0,03
K	0,00	0,04	—	0,05
OH	7,98	7,97	8,00	8,52

1 — Caolinit (hipogen) în filon hidrotermal de Cu-Pb-Zn; mina Mikawo, Niigata — Japonia (Nagasaki, 1953); 2 — Caolinit; Lewistown — Montana (conține 2,66% impurități) (Kerr și col., 1950); 3 — Dickit, în urma procesului de alterare în perilit; Shokozan — Japonia (Yoshiki, 1934); 4 — Halloysit; Eureka — Utah (Kerr și col., 1950).

punct de vedere chimic rămân incluse în masa argiloasă care se formează. Deseori, masele de caolinit formate în acest fel sînt erodate și se redepon departe de locul lor de formare în bazine liniștite sub formă de strate de sedimente. Fenomene de caolinizare se produc și în cadrul proceselor hidrotermale de temperatură joasă; acest proces duce la obținerea pseudomorfozelor de caolinit după diversele minerale supuse fenomenului de transformare, păstrîndu-se de regulă habitusul mineralului inițial. Mineralele argiloase supuse unui metamorfism regional la temperaturi înalte sînt transformate în șisturi argiloase compacte (argilite și filite). La temperaturi de peste 300°C caolinitul se transformă și în prezența alcaliilor în sericit, mîce, feldspați, iar în absența acestora, în silicați de aluminiu ca andaluzit, silimanit, disten, granați etc., minerale constituențe ale șisturilor cristaline.

**Ocurență.** Caolinitul apare în zone de metamorfism hidrotermal prin argilizarea feldspaților, a feldspatoizilor și a altor silicați din corpurile eruptive sau din rocile străbătute de acestea; asemenea zone sînt semnalate în legătură cu magmatismul ofiolitic mezozoic (M. Metaliferi), cu magmatismul banatic din Banat (Moldova Nouă, Sasca Montană, Ciclova Română, Oravița, Dognecea, Masivul Poiana Ruscă) și din Masivul Bihor (Băița—Bihor, Budureasa), în legătură cu magmatismul neogen în M. Gutii (Cavnic), M. Rodnei, M. Călimani, Gurghiu, Harghita, M. Metaliferi (Săcărîmb, Crăciunești, Ruda—Barza, Zlatna, Roșia Montană).

Alt mod de apariție a caolinitului este acela de component al unor argile primare (reziduale) pe roci vechi granitice (Moldova Nouă), pegmatite porfirice (Măcin, Camena) și secundare (sedimentare) interstratificate, în seriile sedimentare ca în apșianul Dobrogei de Sud (Cuza Vodă), în argilele bentonitice (Simeria).

În U.R.S.S. caolinitul se întilnește la Gluhoveț, Turbov și Raicov, Belaia—Balca și Ceasov—Iarsc—Volgograd; în Urali — Sverdlovsk și Celiabinsk etc. Caolin primar se găsește sub formă de acumulări importante în Marea Britanie în Cornwall și Devonshire, în R. S. Cehoslovacă la Karlovy-Vari, în R. F. Germania în Bavaria și în R. D. Germană în Saxonia, în Franța lângă Limoges și în R. P. Chineză la Cau-Ling, lângă Ian-Cean-Fu.

#### **DICKIT** $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, m.

În structura sa cristalină se întilnesc aceleași straturi continui cu structură hexagonală inelară, dar spre deosebire de caolinit fiecare strat situat deasupra are o orientare puțin schimbată.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,15$ ;  $b_0=8,95$ ;  $c_0=14,42$  Å;  $\alpha=90^\circ$ ;  $\beta=96^\circ 80'$ ;  $\gamma=90^\circ$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* deseori cristale mici, lamelare, transparente, cu habitus hexagonal, cu diametrul de cîțiva mm. Proprietatea de a forma cristale mai bine dezvoltate se explică prin poziția mai simetrică a ionilor de  $OH^-$  față de ionii de  $O^{2-}$  în rețeaua sa în comparație cu simetria ionilor corespunzători din structura caolinitului. *Clivaj:* (001) perfect.  $H=2\frac{1}{2}-3$ .  $G=2,589$ . *Culoare:* în mase pulverulente este alb cu o nuanță brun-gălbuie. *Luciu:* sidefos.

*Proprietăți optice.* Indicele de refracție mediu: 1,560—1,570.  $2V_\gamma=68-80^\circ$ .

**Ocurență.** Apare de obicei ca mineral hidrotermal caracteristic temperaturilor joase.

În România este întilnit în zăcămintele legate de magmatismul neogen (Șuioar, Cavnic, Băița—Nistru) și în caolinele de la Parva.

#### **NACRIT** $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, m.

Structura cristalină a nacritului se deosebește de cea a caolinitului printr-o mică decalare a pachetelor vecine unul față de celălalt.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,15$ ;  $b_0=8,95$ ;  $c_0=43,00$  Å;  $\alpha=90^\circ$ ;  $\beta=90^\circ$ ;  $\gamma=90^\circ$ .  $Z=6$ .

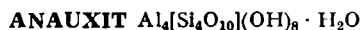
*Habitus*: cristalele lamelare mai mari (5 mm diametru) au habitus hexagonal; deseori mase lamelare radiare și mase compacte sau fin-solzoase. *Clivaj*: (001) perfect.  $H=2^{1/2}-3$ .  $G\sim 2,5$ . *Culoare*: alb cu nuanță gălbuie. *Urmă*: albă. *Luciu*: sidefos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,557$ ,  $\beta=1,562$ ,  $\gamma=1,563$ ,  $\Delta=0,006$ .  $2V_{\alpha(\gamma)}=40-90^\circ$ .

*Ocurență*. Este un mineral atit endogen cit și exogen, caracteristic mediilor acide.

În România apare în legătură cu magmatismul banatitic (Idioara) și cu cel neogen (Stănița, Roșia Montană). Mai apare în argilele liasice refractare de la Șuncuiuș, în M. Metaliferi.

Se mai întâlnește în R.D. Germană în Saxonia și în S.U.A. (Colorado) la San Peters Dom.



*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

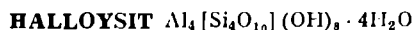
*Habitus*: cristale vermiculare. *Clivaj*: (001) perfect. *Luciu*: sidefos.  $H=2-2^{1/2}$ .  $G=2,52$ .

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,559$ ,  $\beta=1,564$ ,  $\gamma=1,565$ ,  $\Delta=0,007$ ,  $\alpha \wedge c=2^\circ$ .  $2V_{\alpha}=0-42^\circ$ .

*Ocurență*. Mineral exogen format de regulă prin transformarea biotitului.

## B. Grupa halloysitului

Varietățile minerale care se încadrează în această grupă (halloysit, metahalloysit) au proprietăți fizice comune și se aseamănă în ceea ce privește condițiile lor de formare (exogene) și formele lor de prezentare (geluri). O particularitate caracteristică acestor minerale, care le deosebește de cele prezentate în grupa caolinitului este că în compoziția lor se găsește o cantitate de  $\text{H}_2\text{O}$  reținută slab în rețeaua cristalină. Se pot deshidrata, dar după deshidratare, chiar parțială, nu mai are loc o nouă absorbție de apă. Masele uscate au o duritate relativ mai mare și spărtură concoidală, iar suprafața de spărtură se poate zgîrîia cu unghia.



Structura cristalină a halloysitului se deosebește de cea a caolinitului deși compoziția chimică este în mare similară (conține în plus 4  $\text{H}_2\text{O}$ ). Stratul hidrargilitic se leagă la fel ca în structura caolinitului, stratul tetraedric însă are tetraedri îndreptați alternativ în jos și în sus. La tetraedrii îndreptați în sus locurile ionilor de oxigen activi se pare că sînt ocupate prin  $\text{OH}^-$  mai puțin activi. Această situație explică și faptul că în rețea pot fi reținute molecule de  $\text{H}_2\text{O}$  legate slab de stratul octaedric-hidrargilitic.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=5,2$ ;  $b_0=8,9$ ;  $c_0=10,2$  Å.  $d(001)=7,2-10$  Å.  $Z=1$ ,  $\alpha=91^\circ 8'$ ,  $\beta=83^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ .

*Habitus*: cristale submicroscopice investigate cu ajutorul microscopului electronic; au forma unor bastonașe, spre deosebire de cristalele de caolinit,

lamelare. *Clivaj*: (001) perfect.  $H=1-2$ .  $G=2.0-2,2$  (variază în raport cu numărul moleculelor de apă). *Culoare*: alb, deseori colorat în diverse nuanțe, gălbui, brun, roșietic, albastrui, verzui etc. *Luciu*: la varietățile porțelanoase este de ceară, iar la varietățile poroase și afinat este mat.

*Proprietăți optice*.  $n=1,49 \rightarrow 1,532$  (pentru varietățile cu  $4 H_2O$ ). La varietatea metahalloysit cristalizat cu  $2 H_2O$ ,  $n=1,55$ . Aparent izotropic.

*Chimism*. Analizele chimice ale unor halloysite din România sînt reproduse în tabelul 251.

Tabelul 251

**Analize chimice la halloysit (R. S. România)**

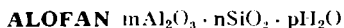
	Cavnic	Valea Ravas		Tufari
SiO <sub>2</sub>	40,64	44,10	49,85	41,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,58	38,20	32,64	36,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,05	1,45	0,10
MgO	0,44	—	urme	—
CaO	0,73	—	0,10	0,25
H <sub>2</sub> O	7,60	2,39	nd	6,00
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	14,45	15,50	nd	16,15
Total	99,52	100,24	--	100,31

*Ocurență*. Se întîlnește mai ales în pătura de alterare a rocilor (gabbrouri, diabaze, porfirite etc.), precum și în zonele de alterare ale unor zăcămintे metalifere.

În România apare ca mineral format prin procese hidrotermale legate de magmatismul neogen (Săsar, Cavnic) sau în roci sedimentare neogene (Valea Chioarului, Tufari).

A fost determinat pentru prima oară în Belgia în regiunea vechilor mine de fier și zinc situate în calcarele de la Angler, lângă Liège. În U.R.S.S. apare în Uralul de Sud și la Krivoi – Rog la contactul dintre calcare și argile brune.

**C. Minerale argiloase amorfe**



Mineralele din această grupă nu reprezintă compuși chimici ci sînt pseudo-soluții solide tipice. Compoziția lor variază foarte mult: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CuO, ZnO, CO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>; apar deseori sub formă de componenți minori.

*Habitus*: mase sticloase tipice cu spărtură concoidală, sub formă de cruste cu suprafața uniformă; stalactic; foarte rar în mase albe, pulverulente. *Culoare*: de cele mai multe ori albastru-deschis, galben-verzui, mai rar verde-închis-brun, deseori incolor. *Luciu*: stielos, gras. *H* aproape 3; foarte casant.  $G=1,9$ .

*Ocurență.* Alofanul se formează în mod obișnuit în condiții exogene. Se întâlnește în cavitățile din marne, în acumulările de argile, cărbuni, limonite etc., asociat deseori cu halloysitul. Sub influența apelor bogate în CO<sub>2</sub> se carbonatează. S-au constatat și transformări în halloysit.

În România apare ca mineral supergen în zăcămintele pirometasomatice legate de magmatismul banatic (la Moldova Nouă, Sasca Montană, Oravița, Ciclova Română, Dognecea, Ocna de Fier, Rușchița).

Este citat la Schneeberg în Saxonia (R. D. Germană), la Kent în Anglia și la Richmond – Massachusetts în S.U.A.

## 2. FILOSILICAȚI CU TREI STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

### *Trei straturi în structura cristalină (strat dioctaedric)*

#### A. Grupa smectitelor

Termenul de „smectite“ a fost utilizat de Mackenzie (1957) pentru a delimita ansamblul mineralelor cuprinse în „grupa montmorillonitului“: montmorillonit, beidelit, nontronit (dioctaedrice) și saponit, hectorit sauconit (trioctaedrice). Smectitele au structură comună și proprietăți chimice și fizice asemănătoare.

Structura mineralelor smectitice constă în esență din 2 foițe tetraedrice de siliciu, care cuprind în centru un strat octaedric de aluminiu. Virfurile

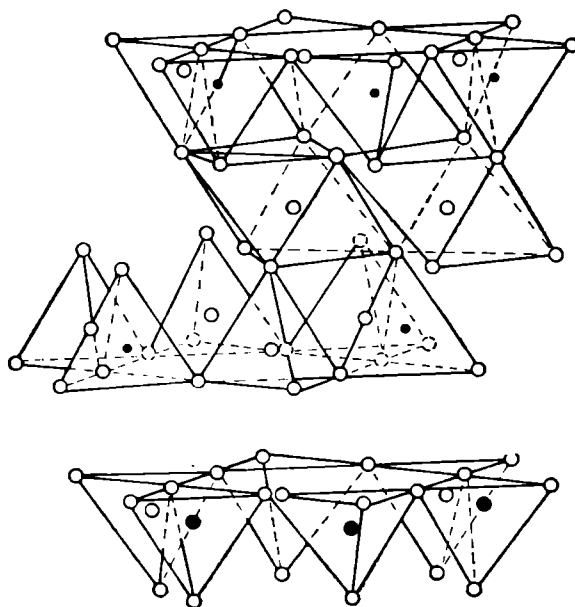


Fig. 193. Diagrama straturilor în structura montmorillonitului (după Hofmann, Eudel și Wilm, Marshall și Hendricks): cerulețele hașurate = Al, Fe, Mg; cerulețele inegrite = Si uneori Al.

tetraedrilor de siliciu sînt îndreptate în aceeași direcție și către centrul unității. Foițele tetraedrice și octaedrice sînt combinate în așa fel încît virfurile fiecărui din tetraedrii foiței octaedrice formează un strat comun. În locul hidroxizilor, atomii comuni pentru amîndouă straturile tetraedrice și octaedrice sînt oxigenii. Straturile sînt continue în direcțiile „a” și „b” și suprapuse în direcția axei „c.” În această suprapunere a straturilor de siliciu-aluminiu-siliciu, oxigenii straturilor fiecărei unități sînt adiacenți oxigenilor straturilor unităților învecinate. Acest lucru are ca urmare o foarte slabă legătură între pachete și un foarte bun clivaj. O remarcabilă trăsătură a structurii smectitelor este aceea că, apa și moleculele polare, cum sînt unele molecule organice, pot intra între straturile unității și determina expandarea rețelei în direcția axei „c”. Variația grosimii unității variază de la 9,6 pînă la 23 Å, cînd putem asista uneori la separarea foițelor. Cationii schimbabili apar între straturile mineralului. În condiții obișnuite montmorillonitul de Na (cation de schimb) are un strat molecular de apă, iar axa „c” atinge valoarea 12,5 Å. Cînd cationul de schimb este Ca, există două straturi de apă și axa „c” atinge valoarea 15,5 Å. Expandarea rețelei montmorillonitului este reversibilă. Montmorillonitele deseori arată chimism diferit de formula teoretică și aceasta s-ar datori substituirii în coordonare tetraedrică a ionilor de  $Si^{4+}$  prin aluminiu sau fosfor (Marshall și Hendricks, 1963). În stratul octaedric numai 2/3 din pozițiile posibile sînt ocupate cu cationi de  $Al^{3+}$ . Substituirile cationilor de  $Al^{3+}$  prin cationi de  $Mg^{2+}$  se pot face unul la unul. În cazul cînd doi cationi de Al sînt înlocuiți prin trei cationi de Mg toate pozițiile din stratul octaedric sînt ocupate. Substituirile din stratul octaedric pot fi făcute de la cîteva poziții pînă la completa ocupare a tuturor pozițiilor. În primul caz, mineralul este dioctaedric, iar în al doilea caz, mineralul este trioctaedric (tab. 252).

Tabelul 252

Substituțiile din stratul octaedric la smectite

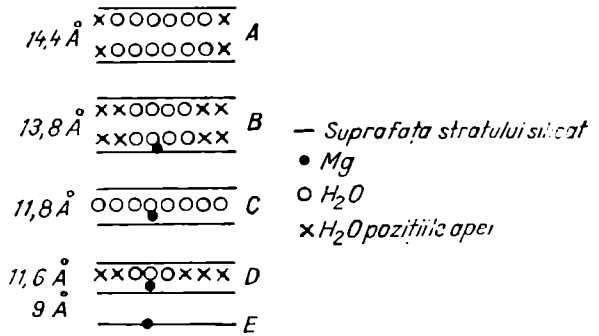
Dioctaedrice			
	Z	Y	X (cationi schimbabili)
Montmorillonit Beidelit Nontronit	$Si_8$ $Si_{7,34}Al_{0,66}$ $Si_{7,34}Al_{0,66}$	$Al_{3,34}Mg_{0,66}$ $Al_4$ $Fe_4^{3+}$	— $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$ $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$ $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$
Trioctaedrice			
Saponit Hectorit Sauconit	$Si_{7,34}Al_{0,66}$ $Si_9$ $Si_{6,7}Al_{1,3}$	$Mg_6$ $Mg_{5,34}Si_{0,66}$ $Zn_{4-5}(Mg, Al, Fe^{3+})_{2-1}$	— $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$ $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$ $(1/2 Ca, Na)_{0,66}$

Numeroase analize ale montmorillonitului au arătat că substituirile în interiorul stratului octaedric conduc la apariția unor termeni dificil de încadrat ca tipic dioctaedrice sau tipic trioctaedrice, imprimîndu-le o structură neregulată. Înlocuirea în rețelele mineralelor a aluminiului prin magneziu,

*Distanța bazală*

Fig. 194. Diagrama regiunii interstraturi cu Mg și variația în procesul de deshidratare (după Walker și Cole, 1957):

A — normal Mg — vermiculit 12 pînă la 16 molecule de H<sub>2</sub>O; B — reorganizarea dublului strat ocupînd 8—12 molecule H<sub>2</sub>O; C — înlocuirea celor două straturi printr-un strat de molecule de H<sub>2</sub>O; D — înlăturarea pînă la 3 molecule de H<sub>2</sub>O în jurul cationului; E — înlăturarea totală a H<sub>2</sub>O interstraturii.



a siliciului prin aluminiiu provoacă un dezechilibru al rețelei cristaline. Din înlocuirea  $2\text{Al}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Mg}^{2+}$  se obține *saponitul*. Prin înlocuirea aluminului cu fier se obține *nontronitul*. Prin înlocuirea aluminului cu zinc rezultă *volkonskoitul*, iar prin înlocuirea aluminului cu zinc rezultă *sauconitul*. Dezechilibrul rețelei cristaline poate fi compensat în parte prin substituirea unui ion din alte foițe, ca de exemplu:  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ ; compensarea se realizează prin apariția unor ioni de  $\text{Al}^{3+}$  în stratul octaedric.

O atenție deosebită a fost acordată de numeroși cercetători proprietății smectitelor de a adsorbi unii anioni și cationi care sînt reținuți în stare de schimb și care pot fi înlocuiți ulterior cu alți ioni din soluție. După cum s-a arătat, ionii de schimb sînt dispuși pe fețele straturilor, pe muchii și pe colțuri, la exteriorul rețelei cristaline, schimbul lor neafectînd structura rețelei de siliciu și aluminiiu. Capacitatea de schimb cationic se măsoară în miliechivalenți pe gram sau mai frecvent pe 100 g. Capacitatea de schimb cationic se determină la un pH neutru. Orice mărire sau micșorare a valorii pH-ului are ca valoare apariția unor valori diferite ale capacității de schimb. La pH=7 montmorillonitul are o capacitate de schimb de 80—150 meq/100 g. Capacitatea de schimb cationic poate varia de asemenea în funcție de mărimea cationului și de variațiile de temperatură. Astfel, capacitatea de schimb cationic descrește odată cu creșterea temperaturii, iar valoarea creșterii este condiționată de mărimea cationului (tab. 253). Cationii schimbabili se înlocuiesc astfel:  $\text{Na} < \text{K} < \text{Ca} < \text{Mg} < \text{NH}_4$ , ceea ce înseamnă că în general Ca va putea înlocui Na mai ușor decît poate înlocui Na cationul de Ca.

Cercetările au arătat de asemenea că gradul de înlocuire variază în funcție de natura anionului prezent. După Bar și Tenderloo (1965) înlocuirea ionilor este strîns legată de polaritatea acestora. Cu cît un ion are o polaritate mai ridicată cu atît este mai strîns legat de suprafață.

Apa este reținută în mineralele argiloase la temperaturi joase și ea se pierde la încălzirea materialului între 100° și 150°C. Grupările OH<sup>-</sup> din rețeaua mineralului sînt înlăturate la circa 300°C. Apa pierdută la temperaturi joase este dispusă în pori, pe suprafețe și în jurul muchiilor.

Montmorillonitul conține apă între pachetele unității celulare. La temperaturi în jur de 100°C, montmorillonitul pierde total apa dintre pachete. Dacă

Variația capacității de schimb la montmorillonit în raport cu temperatura  
(după Hofmann și Klemen)

Mineralul	T °C	$d_{001}$ în Å uscat	$d_{001}$ în Å umed	H <sub>2</sub> O extrasă la 35% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Capacitatea de schimb meq/100 g
Ca-montmorillonit	105	10,2	20	33	93
	300	9,8	20	26	41
	490	9,6	9,6	5,7	6,1
	700	9,6	9,6	4,7	2,6
Na-montmorillonit	105	9,8	30	24	95
	300	9,8	30	22	90
	490	9,6	9,6	10	39
	700	9,6	9,6	1,5	3,4
Li-montmorillonit	20	10,2	30	14,7	98
	105	10,5	30	12,5	56

deshidratarea este completă rehidratarea este dificilă; dacă între poliedrele anionice au rămas urme de apă, rehidratarea se poate produce ușor. B a r s h a d a arătat că la o stare de hidratare scăzută a montmorillonitului, moleculele de apă tind spre formarea de inele hexagonale similare cu oxigenii de pe planurile bazale ale inelelor tetraedrilor de siliciu. Grosimea apei adsorbite depinde de natura cinetică a moleculelor de apă. După H o n w i n k (1968) la 25 Å

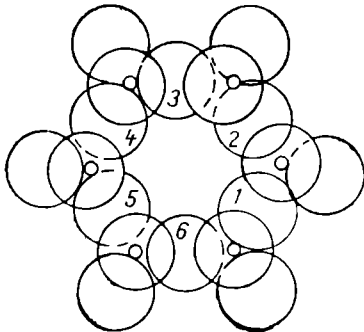
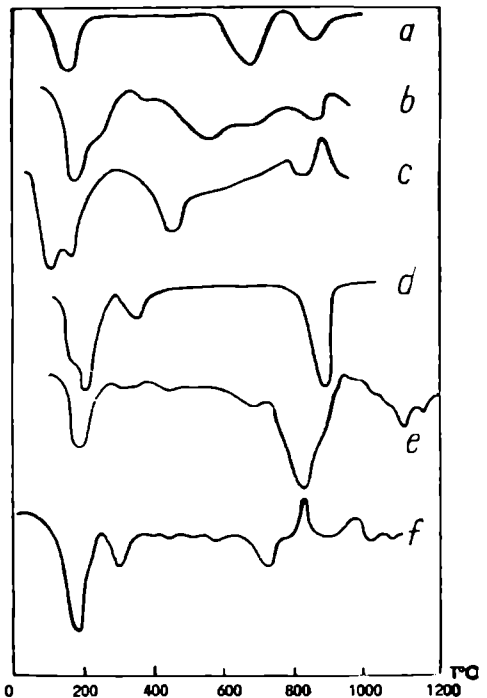


Fig. 195. Aranjamentul moleculelor de apă între pachetele de montmorillonit și vermiculit.

Fig. 196. Curbe DTA pentru grupa smectitelor:

*a* — montmorillonit; *b* — beidelit; *c* — nontronit; *d* — saponit; *e* — hectorit; *f* — sauconit.





grosimea apei este echivalentă cu 10 straturi moleculare de apă, iar Matson (1969) a calculat că ea corespunde la circa 16 straturi de apă.

Curbele termodiferențiale ale smectitelor (fig. 196) indică o largă variație a temperaturii necesare pentru pierderea  $\text{OH}^-$  din rețea. Montmorillonitele normale, cu o substituție redusă a aluminiului prin fier și magneziu, pierd rapid  $\text{OH}^-$ , cu începere de la temperatura de  $500^\circ\text{C}$ , deshidratarea completă realizându-se la  $800^\circ\text{C}$ . Pentru hectorit, pierderea  $\text{OH}^-$  începe la  $700^\circ\text{C}$ , iar la  $930^\circ\text{C}$  ea nu este încă total înlăturată.

Schimbările produse în compoziția chimică la mineralele din grupa smectite produc modificări în proprietățile optice ale mineralelor. Aceste schimbări sînt însă destul de dificil de pus în evidență datorită dimensiunilor submicroscopice ale cristalelor.

Valoarea indicilor de refracție depinde de conținutul în  $\text{FeO}$  (tabelul 313). În figura 410 este prezentată variația lui  $\gamma$  și  $\alpha$  în funcție de proporția în fier.

#### **MONTMORILLONIT** $(1/2 \text{Ca}, \text{Na})_{0,7}(\text{Al}_{3,3}\text{Mg}_{0,7})[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,575 : 1 : 1,700$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,23$ ;  $b_0 = 9,06$ ;  $c_0 = 15 - 15,5 \text{Å}$ ; așezare dezordonată  $d_{001} = \text{variabil}$ .

*Habitus:* frecvent mase pămîntoase; cristalele nu se disting decît la microscopul electronic.  $H = 1 - 2$ .  $G = 2,0 - 2,7$  (descrește odată cu creșterea moleculelor de apă). *Culoare:* alb cu nuanță cenușie, uneori albastrii, roz, roz-roșu, uneori verde. *Urmă:* albă. *Luciu:* mat pentru mineralul uscat. *Clivaj:* (001) perfect.

*Proprietăți optice.* Variații în funcție de compoziția chimică.  $\alpha = 1,480 - 1,610$ ,  $\beta = 1,500 - 1,640$ ,  $\gamma = 1,500 - 1,640$ ,  $\Delta = 0,01 - 0,04$ ,  $2V\alpha =$  în general mic.

*Ocurență.* Montmorillonitul se formează aproape exclusiv în condiții exogene mai ales prin alterarea rocilor eruptive bazice, într-un mediu alcalin. Smectitele sînt constituenții principali ai argilelor bentonitice și sînt de regulă produși ai descompunerii cenușilor vulcanice, depuse mai ales în bazinele marine. Montmorillonitul este foarte dezvoltat în zona de alterare a rocilor bazice: diabaze, bazalte, gabbrouri, peridotite etc. Se formează și în soluri pe seama granitelor și dioritelor. Se cunosc acumulări de montmorillonit în cernoziomurile levigate, în cele humice mijlocii și în solurile castanii care se formează pe rocile granitice. Formîndu-se în condiții de suprafață, montmorillonitul este un mineral relativ stabil. În regiunile deșertice, concentrațiile de montmorillonit se transformă la suprafață într-un material pulverulent fin, care este transportat de vînturi. În felul acesta se formează depozitele de loess, care conțin deseori în cantități apreciabile beidelit și montmorillonit.

În România este prezent ca produs al metamorfismului hidrotermal în corpuri magmatice, în alcătuirea unor argile oligomictice sau monominerale și în alcătuirea multor tipuri de soluri, la: Răzoare (varietatea calcică), Slănic, Pîrvova, Rugi, Simeria, Cîmpia Turzii, Bratec, Valea Chioarului (varietatea sodică), Oarda, Ciugud.

În U.R.S.S. se găsește la Gumbri și Ascamo — R. S. S. Georgiană; Sevastopol — Crimeea; în S.U.A. în statele Florida, Georgia, Alabama, California etc.

**Habitus:** foițe subțiri; mase pămîntoase. **Culoare:** alb, nuanță galbenă, brun-roșiatic.  $H=1^{1/2}$ .  $G=2,6$ . **Clivaj:** (001) bun.

**Ocurență.** Este asociat montmorillonitului în argilele bentonitice. Apare în pătura de alterare a rocilor bazice și ultrabazice, în zonele de oxidare a unora dintre zăcămintele metalifere de Sb—Mn, în loessuri, în soluri ca produs de transformare a cenușilor vulcanice.

În România apare la Ocna Mureș și în soluri. Este citat în S.U.A. la Carson (Idaho) și la Beidel (Colorado).

**NONTRONIT**  $(1/2 \text{ Ca, Na})_{0,7} \text{Fe}_3^+[(\text{Al, Si})_8 \text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$

Varietate de montmorillonit bogată în  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; sinonim: *ferimontmorillonit*.

**Habitus:** mase pămîntoase criptocristaline, rar mase compacte, opaliforme. **Culoare:** galben-verzui, verde-brun. **Luciu:** mat la varietățile afinatate, ceros la cele compacte.  $H=2-2^{1/2}$ .  $G=2,3$ . **Clivaj:** se observă numai la varietățile solzoase, la microscop.

**Ocurență.** Apare ca rezultat al alterației exogene a rocilor bogate în fier și magneziu și într-o serie de zăcămintele metalifere în special de Fe și Cu.

În România este citat la Sasca Montană, Oravița, Ocna de Fier și Tincova. În alte țări, la Gasfield și Colfax, statul Washington — S.U.A.

## Grupul filosilicaților cu straturi brucitice

### 1. FILOSILICAȚI CU DOUĂ STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

#### *Două straturi în structura cristalină (strat trioctaedric)*

##### A. Grupa serpentinei

**ANTIGORIT**  $\text{Mg}_6[\text{Si}_2\text{O}_5]_2(\text{OH})_4$

**LIZARDIT**  $\text{Mg}_6[\text{Si}_2\text{O}_5]_2(\text{OH})_4$

**CRISOTIL**  $\text{Mg}_6[\text{Si}_2\text{O}_5]_2(\text{OH})_4$

Mineralele cunoscute sub numele de serpentine sînt silicați de magneziu avînd ca termeni principali *antigoritul* și *crisotilul*. Structura antigoritului este asemănătoare caolinitului, în timp ce structura crisotilului este analoagă halloysitului. Proprietățile fizice ale antigoritului și crisotilului sînt similare, deosebirea fundamentală constînd în faptul că antigoritul este lamelar, iar crisotilul este fibros (serpentină asbestiformă → crisotil). Cea de a treia formă denumită *lizardit* are de asemenea aceeași înfățișare.

Varietatea aparent amorfă dar cu structură cristalină asemănătoare serpentinelor se numește *deweylit*, sinonim *gimnit*.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (antigoritul prezintă și modifi cația polimorfă hexagonală, iar crisotilul și modifi cația polimorfă rombică).

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 \approx 5,3$ ;  $b_0 = 9,2$ ;  $c_0 = 7,3$  Å.  $Z=2$  (crisotil) și  $Z=1$  (antigorit).  $\beta = 90-93^\circ$ .

*Habitus:* mase compacte, vișoare foarte subțiri de asbest; structura lamelară a antigoritului se remarcă rar cu ochiul liber. *Clivaj:* nu se observă; (001) perfect. *Luciu:* sticlos, gras,

Proprietățile fizice macroscopice sînt prezentate comparativ pentru crisotil, lizardit și antigorit în tabelul 254, iar proprietățile optice microscopice în tabelul 321.

**Proprietăți macroscopice**

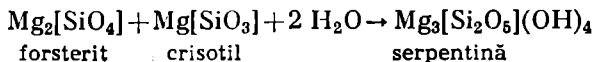
Tabelul 254

Proprietăți	Crisotil	Lizardit	Antigorit
H	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$
G	$\sim 2,55$	$\sim 2,55$	2,6
Clivaj	fibros (  100)	(001) perfect	(001) perfect
Culoare	galben, alb, cenușiu, verde-pal în secțiuni subțiri	verde, alb, verde-pal în secțiuni subțiri	verde, verde-albăstrui, alb, verde-pal în secțiuni subțiri

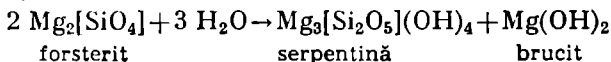
*Chimism și structură.* Structura antigoritului cu plan de proiecție (010) (fig. 197) indică o analogie cu structura caolinitului. Varietățile fibroase arată existența modifațiilor clino- și orto-crisotil ( $\beta = 93^\circ$  și  $\beta = 90^\circ$ ), la care deosebim dimensiuni diferite pentru celula elementară.

Chimismul serpentinelor este relativ simplu. Principalele substituiri sînt Si prin Al și Mg prin  $Fe^{2+}$ , Al,  $Fe^{3+}$ . Nichelul intră în compoziția serpentinelor în pozițiile specifice magneziului, conținutul în nichel putînd atinge 0,25%. Alte elemente minore determinate sînt elementele platinice care substituie Al, Ge, care înlocuiesc siliciul și cromul.

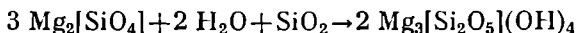
*Geneză și ocurență.* Se formează prin metamorfozarea hidrotermală a rocilor ultrabazice, mai ales a acelor care conțin olivină (dunite, peridotite etc.). Studiile experimentale efectuate asupra sistemului  $MgO-SiO_2-H_2O$  (Bowen, Tuttle, 1949) au evidențiat formarea serpentinei la  $500^\circ C$  prin reacția:



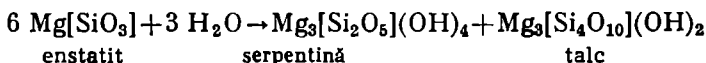
La  $400^\circ$  serpentina se formează din forsterit, asupra căruia acționează apa după reacția:



Serpentinizarea olivinei se realizează și sub acțiunea soluțiilor apoase bogate în  $SiO_2$ :



Fenomenul de serpentinizare se produce și prin reacția apei asupra enstatitului, cînd se obține asociația serpentină-talc.



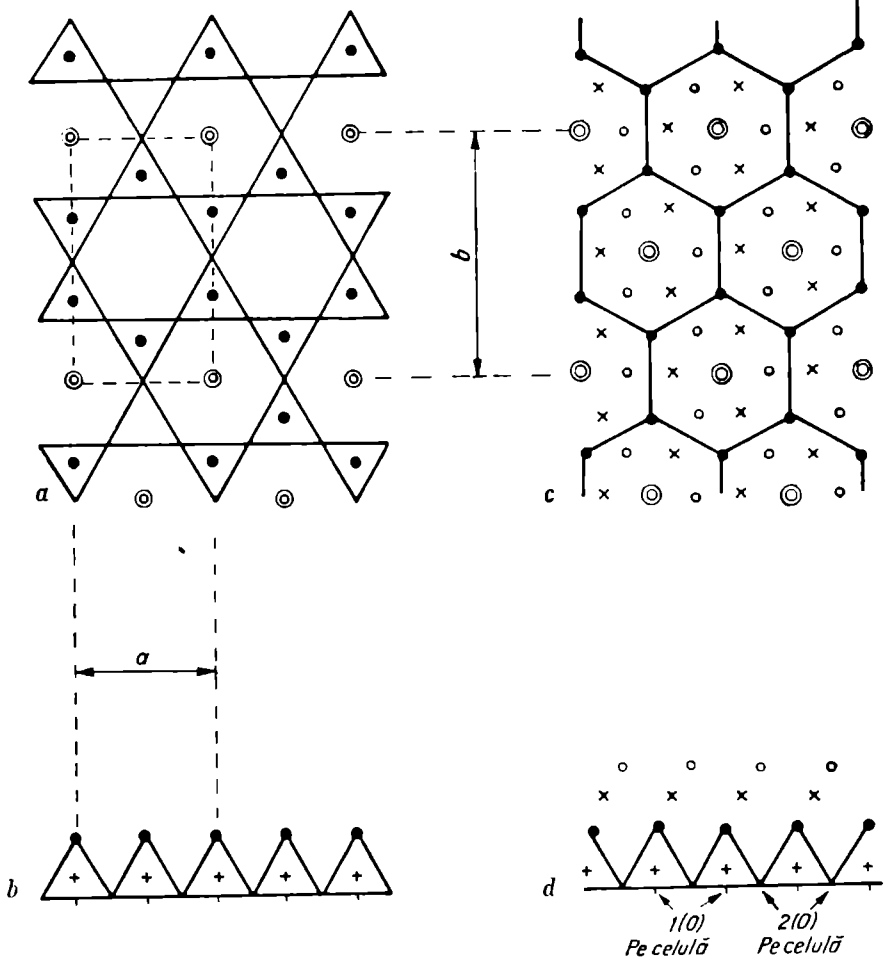


Fig. 197. Structura stratului la serpentine (antigorit) (după Zussman 1954):  
 a — tetraedru  $\text{Si}_2\text{O}_4$  în rețea plană; b — tetraedru în rețea privită după alungirea  
 axei „b”; c — trioctaedru în rețea a serpentinei; d — serpentină cu stratul privit  
 în alungirea axei „b”.

Alterarea rocilor serpentinizate se corelează cu un proces de carbonatare treptată: la suprafață se acumulează hidroxizi de fier pămîntoși sub formă de produse reziduale; magneziul se combină cu  $\text{CO}_2$  din aer, trece în bicarbonat, care este antrenat spre zonele inferioare ale zonei de oxidare, iar silicea se separă ca opal.

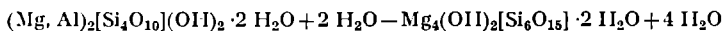
În România aceste minerale sînt legate de fundamentul cristalin-paleozoic sau mai vechi (Broșteni, Masivul Făgăraș, M. Iezer, M. Sebeș, M. Cibin, M. Paring—Căpățîna, Masivul Retezat, M. Vulcan, M. Mehedinți, M. Almăjului, M. Semenic, Muntele Mic, Masivul Poiana Ruscă, M. Highiș — Drocea). Apar de asemenea ca produse secundare pe seama olivinei sau piroxenilor, în roci magmatice paleozoice (Ocna de Fier), mezozoice (Borca, Anina, Almășel, Remetea), banatitice (masivul Vlădeasa), neogene (M. Căliman, Ditrău),

iar în legătură cu zăcămintele de contact din provincia Iaramică la Ocna de Fier, Dognecea, Sasca Montană, Rușchița, Pietroasa, Budureasa. Deweylitul a fost descris în M. Almăjului.

În U.R.S.S. apar în masive serpentinitice în regiunea Ural, în Caucazul de Nord, în Transcaucazia, Siberia și Kazahstan. În R. S. F. Iugoslavia se găsesc în Serbia Orientală și în Macedonia, apoi în Turcia, în Anglia în Cornwall și în Canada la Danville.

## B. Grupa palygorskit-sepiolit

### PALYGORSKIT-SEPIOLIT



Compoziția mineralelor este variabilă, magneziul putînd fi substituit prin aluminiu. Se remarcă variații mari ale raportului dintre Mg și Al, existînd situații în care Mg predomină asupra Al, precum și variații în care acest raport este inversat. Varietățile la care raportul Al:Mg este 1:1 sînt numite *palygorskite*; cele bogate în magneziu cu o compoziție apropiată de a sepiolitului se numesc *pilolite*. Aluminiul la rîndul lui poate fi înlocuit prin  $\text{Fe}^{3+}$  în varietatea *feripalygorskit* (*gunnbjarnit*). Pentru aceste varietăți sînt caracteristice structurile fibroase neorientate. Datorită porozității mari, aceste minerale au o greutate volumetrică foarte mică și plutesc ușor pe apă.

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,2$ ;  $b_0=2,9$ ;  $c_0=13,4$  Å.  $Z=2$  (termenii cu < Al);  $a_0=5,28$ ;  $b_0=26,8$ ;  $c_0=13,4$ .  $Z=2$  (termenii cu < Mg).

$H=2-2^{1/2}$ .  $G=2,1-2,3$ . *Culoare:* alb, uneori cu o nuanță gălbuie, sau cenușiu cu o nuanță gălbuie sau brună.

*Proprietăți optice.* Indice de refracție mediu: 1,55.

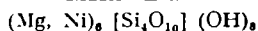
*Ocurență.* De cele mai multe ori termenii grupei se formează prin alterarea rocilor relativ bogate în magneziu. În stare uscată absorb multă apă. Prin încălzire pierd apa treptat.

În România sepiolitul apare la Moldova Nouă (Vărad) și Sasca Montană, iar palygorskitul la Ocna de Fier.

În alte țări sepiolitul se găsește în U.R.S.S. în regiunea Volgăi mijlocii, în regiunea Gorki, în R. S. S. A. Tătară, în Ucraina, în Crimeea, în Caucazul de Nord și în Siberia de Vest, iar palygorskitul apare în Grecia în Insula Samos, în Spania la Vallecas, în S.U.A. în districtul Delaware din statul Pennsylvania.

## C. Grupa garnieritului

### GARNIERIT



*Sinonim:* *noumeit*.

Este considerat un mineral nichelifer. Analizele chimice indică un exces de siliciu, ceea ce dovedește prezența unui adaus de opal sau a unui alt silicat de nichel hidratat. Garnieritul cu puțin nichel (2–5% NiO) este izotrop sau aproape izotrop.

*Habitus:* mase criptocristaline; foarte rar stalactitic. *Culoare:* verde-albăstrui, mai rar verde ca iarba. *Luciu:* de obicei mat, uneori de ceară sau gras.  $H=2-2^{1/2}$ .  $G=2,3-2,8$ .

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,622$ ,  $\gamma=1,630$ ,  $\Delta=0,008-0,010$ .  $2V\gamma=0^\circ-10^\circ$ . Variază cu compoziția.

**Ocurență.** Se formează prin procese de alterare a rocilor ultrabazice (dunite, peridotite, serpentinite), în condițiile unei clime tropicale sau subtropicale. În zona de alterare a serpentinitelor se întâlnește în orizonturi superioare celor cu silicați de magneziu hidratați, săraci în nichel. După cum se pare se formează în medii slab alcaline sau neutre.

În România se întâlnește în serpentinitele cromifere paleozoice din valea Dunării de la Tișovița și Orșova.

În U.R.S.S. este citat în zăcămintele din regiunea Ufa, în S.U.A. în statul Oregon, apoi în Burundi, în Madagascar, Brazilia, Filipine, în Insula Noua Caledonie lângă Noumea și în Insula Sulawesi.

## 2. FILOSILICAȚI CU TREI STRATURI ÎN STRUCTURA CRISTALINĂ

*Trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)*

### A. Grupa vermiculitului

**VERMICULIT**  $(\text{Mg, Ca})_{0,7}(\text{Mg, Fe}^{2+}, \text{Al})_{6,0}[(\text{Al, Si})_{8,0}\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

Prezența în structură a stratului trioctaedric face ca acest mineral să fie descris separat de grupa smectitelor.

Sinonime: *jefferisit, kerit, valit.*

Sistemul de cristalizare: monoclinic.

Relația axială:  $a : b : c = 0,58 : 1 : 3,14$ .  $\beta = 97^\circ$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 \approx 5,33$ ,  $b_0 \approx 9,18$ ,  $c_0 \approx 28,90$  Å.  $Z = 2$ .

Habitus: de regulă apare sub formă de pseudomorfoze după biotit sau flogopit ferifer. *Clivaj:* (001) perfect.  $H = 1\frac{1}{2}$ ; foițele sînt puțin elastice.  $G = 2,3$ . *Culoare:* brun, galben-brun, galben-auriu, galben de bronz, uneori verzui caracteristic. *Urmă:* albă. *Luciu:* sidefos, semimetalic, uneori gras.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,525 - 1,564$ ,  $\beta = 1,545 - 1,583$ ,  $\gamma = 1,545 - 1,583$ ,  $\Delta = 0,020 - 0,030$ ,  $2V\alpha = 0^\circ - 8^\circ$ .  $\alpha \wedge c = 5^\circ - 6^\circ$ .

*Chimism.* Compoziția chimică a vermiculitului derivă de la talc, a cărui formulă se exprimă sub forma  $\text{Mg}_6[\text{Si}_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4$  și față de care o parte din Si este înlocuită prin Al ceea ce determină prezența cationilor interstratificați. Moleculele de apă se plasează între pachetele anionice. Distanța bazală  $d_{(002)}$  la temperatură normală și umiditate relativ ridicată este de 14,4 Å. Prin deshidratare apar succesiv schimbări ale valorilor distanțelor bazale inițiale acestea trecînd la 13,8 Å, apoi la 11,6 Å și în final la 9 Å. Distanța de 13,8 Å, caracteristică primei etape, corespunde deplasării cationilor, moleculele de apă constituind pachete adiacente. Etapa a doua cu  $d_{(002)}$  de 11,6 Å corespunde înlocuirii straturilor duble de molecule de apă cu un singur strat de molecule de apă; în această fază prin studiile microscopice s-a remarcat o slabă ordonare. Stadiul final de deshidratare, care se realizează la temperatura de 650°, conduce la  $d_{(002)}$  de 9 Å, cînd de fapt se reproduce structura calcului.

Distanța  $d_{(002)}$  variază (după B a r s h a d, 1948) în funcție de natura ionilor: Mg (14,33 Å), Ca (15,07 Å), Ba (12,56 Å), Li (12,56 Å), Na (12,56 Å), K (10,42 Å),  $\text{NH}_4$  (11,24 Å), Rb (11,24 Å), Cs (11,97 Å).

Cationii schimbabili care se întîlnesc interstraturi pot fi Mg, Ca, Na, K, Rb, Cs, Ba, Li, H și  $\text{NH}_4$ . În straturile octaedrice Mg poate fi substituit prin  $\text{Fe}^{2+}$ ; sînt de remarcat substituirile apreciabile cu Al și  $\text{Fe}^{3+}$ , de asemenea cu elemente minore ca Ti, Cr, Ni, Li. Excepțional, sînt cunoscute vermiculite

cu conținuturi în NiO=8,60%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=19,22% și FeO=5,03, descrise de Nikitina (1956). Ca rezultat al acestor substituiri, formula teoretică a vermiculitului capătă forma:



Diversele substituiri determină modificări ale proprietăților optice și fizice. Valoarea indicilor de refracție la diferiți termeni indică variații în funcție de suma Fe<sup>2+</sup>+Fe<sup>3+</sup> ca atomi în unitatea celulară (fig. 413).

O particularitate importantă a vermiculitului este proprietatea de a-și mări volumul la încălzire. Fenomenul se explică prin presiunea apei moleculare care se transformă în vapori determinând o desfacere și o umplere rapidă a straturilor paralele cu axa „c”; acest lucru se produce în așa măsură încât se formează coloane sau filamente viermiforme, de culoare aurie sau argintie, divizate transversal în solzi foarte fini. Volumul se mărește de 18 pînă la 25 ori. Masele de vermiculit calcinate sînt ușoare și plutesc în apă. De aceste proprietăți este legată însușirea de bun izolator termic. Coeficientul de conductibilitate termică este 0,04—0,05 kcal/m/oră/°C. Pentru comparație valoarea aceleiași coeficient este la asbest 0,15—0,40.

**Ocurență.** Se formează în cantități reduse prin alterarea biotitului. Concentrații mai importante se constată în filoanele, lentilele sau corpurile de biotit sau flogopit metamorfozate la temperaturi scăzute care s-au format pe cale metasomatică pe seama rocilor ultrabazice.

Se găsește în România în formațiunile cristaline de la Răzoare și în serpentinele din Banat.

În S.U.A. apare la Libly (Montana) și la Macon (Carolina de Nord), apoi în Madagascar și în Africa de Sud la Palabova.

†

## B. Grupa illitului



**Sinonim:** *monolermil*.

Structura illitului este asemănătoare mineralelor micacee; prezintă în structura sa strat dioctaedric. Formula teoretică se poate prezenta sub forma: K<sub>y</sub>Al<sub>4</sub>[Al<sub>y</sub>Si<sub>8-y</sub>O<sub>20</sub>](OH)<sub>4</sub>, pentru y valoarea maximă fiind 2, iar în mod obișnuit 1 pînă la 1,5. Diferența față de formula muscovitului constă în proporția în K, Si și H<sub>2</sub>O.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub>=5,20; b<sub>0</sub>=9,00; c<sub>0</sub>=9,95 Å. Z=1.

H=1—2. G=2,6—2,9. **Clivaj:** (001) perfect. **Culoare:** alb sau colorat diferit în tonuri palide.

**Proprietăți optice.** α=1,54—1,57, β=1,57—1,61, γ=1,57—1,61, Δ=0,03. 2Vα =10°, α∧c=0°—1°.

**Chimism.** Analizele chimice pentru mineralele din grupa illitului sînt prezentate în tabelul 255 unde sînt redată variațiile în funcție de pozițiile structurale. Se remarcă o cantitate mai mică de cationi la mineralele din grupa illitului.

Principala variație a compoziției illitului în raport cu muscovitul privește conținutul mai redus în K și [Al]<sup>4</sup>; în schimb se întîlnesc molecule de apă legate slab și care se elimină relativ ușor prin încălzire.

**Caracterele chimico-structurale ale mineralelor din grupa illitului comparativ cu muscovitul**

Mineralul	X	[Y] <sup>6</sup>	[Z] <sup>4</sup>	(OH) <sup>-</sup>	o <sup>2-</sup>
Muscovit	K <sub>2</sub>	Al <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub>	.1	20
Hidromuscovit a.	[K(H <sub>3</sub> O) <sup>+</sup> ] <sub>2</sub>	Al <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub>	.1	20
Hidromuscovit b.	K <sub>2-x</sub>	Al <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub>	.1 + x	20 - x
Illit	K <sub>2-x</sub>	Al <sub>4</sub>	Al <sub>2-x</sub> Si <sub>6-x</sub>	.1	20
Fengit	K <sub>2</sub>	Al <sub>4-x</sub> (Mg, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>x</sub>	Al <sub>2-x</sub> Si <sub>6+z</sub>	.1	20

**Analize chimice**

Oxizi	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	56,91	49,16	51,22
TiO <sub>2</sub>	0,81	—	0,53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,50	30,81	25,91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,99	—	4,59
FeO	0,26	1,43	1,70
MnO	—	—	—
MgO	2,07	2,22	2,84
CaO	1,59	—	0,16
Na <sub>2</sub> O	0,43	0,48	0,17
K <sub>2</sub> O	5,10	10,90	6,09
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	5,98	4,73	7,14
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	2,86	0,15	—
<b>Total</b>	<b>99,50</b>	<b>100,07</b>	<b>100,35</b>

**Numărul ionilor în baza 24 (O + OH)**

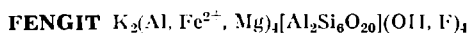
Si	7,50	6,51	6,75
Al	0,50	1,46	1,25
	} 8,00	} 8,00	} 8,00
Al	2,38	3,37	2,77
Ti	0,08	—	0,05
Fe <sup>3+</sup>	0,50	—	0,45
Fe <sup>2+</sup>	0,03	0,16	0,20
Mn	—	—	—
Mg	0,41	0,44	0,56
Ca	0,22	—	—
	} 3,62	} 3,97	} 4,03
Na	0,11	0,12	0,05
K	0,86	1,85	1,02
(H <sub>3</sub> O) <sup>+</sup>	—	—	0,76
(OH)	5,26	4,20	4,00
	} 0,97	} 1,97	} 1,83

1 — Illit; Tithian — Illinois (Kerr și col., 1950); 2 — Fengit; Amelia — Virginia (Schaller, 1950); 3 — Material illitic; Pennsylvania, în apropiere de Tithian, Vermilion County — Illinois (Grim, și col., 1937).



**Ocurență.** Formarea illitului este pusă în legătură cu fazele de temperatură joasă ale proceselor hidrotermale, de regulă ca rezultat al fenomenelor de alterare ale rocilor eruptive și ale pegmatitelor acestora, pe seama micelor sau a mineralelor asemănătoare. Condiția necesară formării lui este prezența unui mediu bogat în apă. Apare de asemenea în roci sedimentare argiloase.

În România a fost descris ca mineral argilos format în roci sedimentare. În bentonite, alături de montmorillonit și caolinit, apare la Pîrvova — Orșova.



Fengitul este considerat o varietate de muscovit, unde raportul Si : Al este 3 : 1, iar în stratele octaedrice apar atomi de Mg și  $\text{Fe}^{2+}$ .



Hidromuscovitul conține  $\text{H}_2\text{O}$  și mai puțin  $\text{K}_2\text{O}$ ; în structură în pozițiile K sînt prezente molecule  $(\text{H}_3\text{O})^+$ . Uneori este prezent Mg, ocupînd pozițiile octaedrice sub forma: 2 Mg înlocuind K și Al. Formula aproximativă este  $(\text{K, H}_3\text{O})_2(\text{Al}_3\text{Mg})[(\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_6]$ .

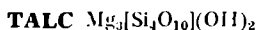
**Sericitul** este după unii autori un muscovit fin-solzos sau fibros, denumirea fiind de obicei limitată la mica albă secundară, care rezultă din transformarea feldspațiilor. *S h a n n o n* este de părere că sericitul conține mai puțin oxid de potasiu și mai multă apă, caracterizîndu-se printr-un unghi optic mai mic decît muscovitul obișnuit.

**Ocurență.** În România sericitul a fost descris ca mineral de neformație, rezultat prin procese de autometamorfism hidrotermal în majoritatea zăcămintelor din provincia Iaramică și provincia Neogenă.

Hidromica, cu distanța bazală de 10,5 Å, a fost descrisă la Pîrvova.

### C. Grupa talcului și pirofilitului

#### *Trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)*



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,577 : 1 : 2,068$ ;  $\beta = 100^\circ 15'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,28$ ;  $b_0 = 9,15$ ;  $c_0 = 18,90$  Å.  $Z = 2$ .

**Habitus:** cristale tabulare pseudohehexagonale și pseudorombice. Sînt caracteristice masele foioase, solzoase, deseori compacte, numite *stealit*. **Clivaj:** (001) perfect, foițele de clivaj sînt flexibile dar nu elastice.  $H = 1$ .  $G = 2,58 - 2,83$ . **Culoare:** verde-deschis (masele formate din foi mari) sau alb cu o nuanță gălbuie, brun, verzui. Foițele subțiri sînt transparente sau translucide. **Luciu:** stielos sau sidefos, gras la pipăit.

**Proprietăți optice:**  $\alpha = 1,539 - 1,550$ ,  $\beta = 1,589 - 1,594$ ,  $\gamma = 1,589 - 1,600$ .  $\Delta \sim 0,05$ .  $2V_\alpha = 0^\circ - 30^\circ$ .  $\alpha \wedge c \simeq 10^\circ$ .



**Habitus:** de obicei sub formă de mase foioase, radiare sau ca varietăți compacte, fin-solzoase, care poartă denumirea de *agalmatolit* sau *pagodit*. **Clivaj:** (001) perfect, foițele de clivaj sînt flexibile dar nu elastice.  $H=1-2$ , gras la pipăit.  $G=2,65-2,90$ . **Culoare:** alb cu o nuanță gălbuie sau verde-deschis, deseori semitransparent. **Luciu:** sticios, iar în agregatele foioase, sîdfos. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,534-1,556$ ,  $\beta=1,586-1,589$ ,  $\gamma=1,596-1,601$ ,  $\Delta=0,050$ .  $2V_\alpha=53-62^\circ$ .  $\alpha \wedge c \approx 10^\circ$ .

**Chimism și structură.** Ca și în structura micelor, există un strat octaedric unde ionii de aluminiu ocupă  $2/3$  din pozițiile posibile; stratul octaedric este așezat între straturile tetraedrice de  $SiO_4$ , anionul prezentîndu-se sub forma  $Si_2O_5$ , fără a fi substituit prin  $AlO_4$ , în contrast cu situația existentă în mîce. Neutralizarea sarcinilor negative se realizează prin cationii de Al din coordonarea octaedrică. Distanța interstraturi la pirofilit este de  $d \approx 9,1-9,2$  Å. Cationii de aluminiu pot fi înlocuiți în cantități mici prin Mg,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ . Analizele chimice au pus în evidență și conținuturi foarte mici de Ca, Na și K (pentru pozițiile Y din formula teoretică a filosilicaților).

**Ocurență.** Pirofilitul este un mineral caracteristic depunerilor hidrotermale, unde apare ca mineral de temperatură joasă, alături de cuarț și minerale micacee, precum și ca un constituent al rocilor metamorfice bogate în alumină. În cel de al doilea caz se formează probabil pe seama sedimentelor bogate în beidelit sau în montmorillonit la temperaturi relativ ridicate. Se întilnește și sub formă de pseudomorfoze după andaluzit, disten, muscovit.

În România este descris în special sub numele de *agalmatolit*, ca produs al soluțiilor hidrotermale legate de magmatismul banatitic la Băița-Bihor

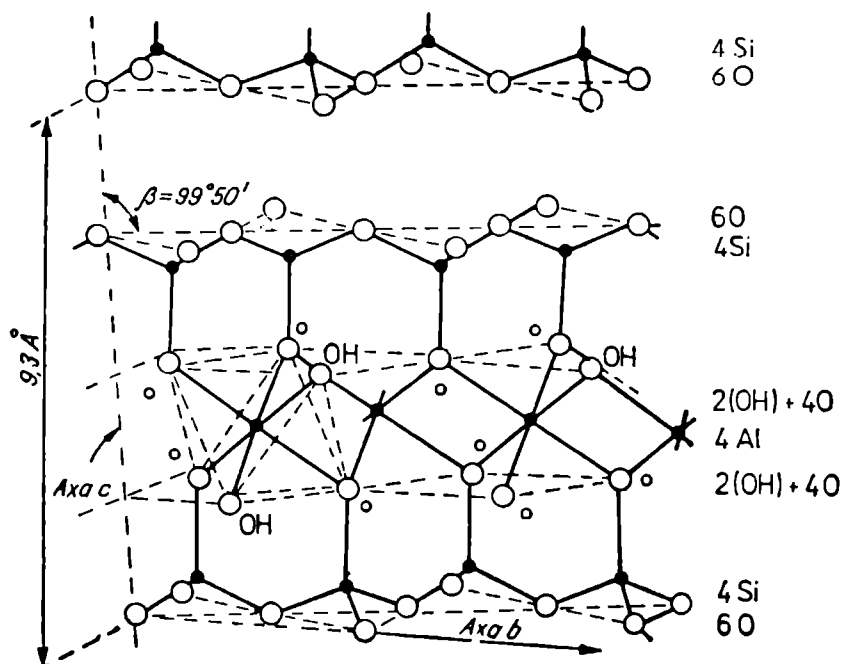


Fig. 198. Structura pirofilitului (după Pauling, 1930).

și de cel neogen (Talagiu — jud. Arad, Băiuț, Săcărîmb). Mai apare în seria de Schela Vezuroiu în sedimentarul slab metamorfozat.

În U.R.S.S. se găsește la Berezovsk și Miask (Ural), în S.U.A. în statele Arkansas, Georgia și Carolina de Sud, în Brazilia lângă Ouro-Preto (Minas Geraes), în Spania la Cáceres și în Japonia în insula Fukne și la mina Honami.

## D. Grupa micelor

### Mice cu trei straturi în structura cristalină (cu strat dioctaedric) [ 7 ]

Micile constituie o grupă izomorfă. Structura lor rezultă din structurile pirofilitului și talcului. Două straturi tetraedrice sînt legate prin strat octaedric reprezentat fie prin Al (muscovit), fie prin Mg (flogopit). În straturile tetraedrice se constată substituirea  $\text{SiO}_4$  prin  $\text{AlO}_4$ , paralel cu creșterea sarcinii negative. Această sarcină negativă suplimentară este compensată prin potasiu; în această situație între pachetele anionice constituite din trei straturi se stabilesc legături mai puternice, ceea ce de regulă produce și o creștere a durtății. Compoziția chimică este variabilă în acest grup de minerale, formula teoretică fiind  $\text{W}(\text{X}, \text{Y})_{2-3}\text{Z}_4\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$ . În formulă W este în general reprezentat prin K, uneori prin Na (paragonit), iar pentru X și Y, cationii reprezentativi sînt Al,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg, Li etc.; Z poate fi Si și Al, raportul Si : Al fiind 3 : 1. Mineralele din această grupă sînt caracterizate printr-un clivaj perfect după pinacoidul bazal; cristalele sînt frecvent tabulare, cu conture hexagonale și cu unghiurile  $(110) \wedge (1\bar{1}0)$  și  $(110) \wedge (010)$  în jur de  $60^\circ$ .

Condițiile de formare ale micelor indică anumite particularități. În rocile efuzive de temperaturi ridicate, aceste minerale nu se întîlnesc ca minerale separate la începutul procesului de cristalizare, direct din magmă. În rocile eruptive intruzive, de compoziție acidă și intermediară, ele se formează tîrziu ca minerale magmatice, desigur sub influența mineralizatorilor (granite muscovitice, greisene). Miclele se întîlnesc în pegmatite sub formă de cristale mari; în zăcămintele hidrotermale se formează la temperaturi înalte și mijlocii. Sînt foarte răspîndite în rocile metamorfice, în special în șisturile cristaline (gnaise, șisturi micacee).

#### MUSCOVIT $\text{K}_2\text{Al}_4[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20}](\text{OH}, \text{F})_4$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,577 : 1 : 2,217$ ;  $\beta = 95^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,19$ ;  $b_0 = 9,04$ ;  $c_0 = 20,08 \text{ \AA}$ .  $Z = 2$ .

*Habitus:* de obicei tabular sau foios, cu secțiune pseudohexagonală sau romboidală. Uneori se găsesc indivizi cu habitus columnar și piramidal. Fețele laterale sînt de obicei intens striate în direcție orizontală. La lovirea unei foițe de mică cu un vîrf se creează o figură de ciocnire în care una dintre linii, paralelă cu (010), este mai evidentă decît celelalte, paralele cu fețele de prismă. Această figură ne ajută să determinăm poziția feței (010) și deci orientarea optică în orice fragment de clivaj de mică, chiar cînd nu sînt prezente fețe ale cristalului. Dacă în loc de a lovi foița de mică aplicăm o presiune pe suprafața de clivaj (001) se formează o figură de presiune cu

șase raze, ale căror linii sînt perpendiculare pe liniile figurii obținute prin lovire. *Clivaj*: (001) perfect; foițele de clivaj sînt flexibile și elastice; (010) și (110) slab.  $H=2^{1/2}$  de-a lungul clivajului și 4 transversal pe clivaj.  $G=2,77-2,88$ . *Maclă*: după legea micelor, după planul (001), ca ax de maclă [310] mai rar maclă după legea cloritelor. *Culoare*: incolor în foi subțiri, deseori gălbui, cenușiu, verzui și mai rar roșietic. *Fucsitul* este verde, iar *roscoelitul* este cafeniu-cenușiu. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos; pe suprafețele de clivaj este sifedof sau semimetalic.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,552-1,574$ ,  $\beta=1,582-1,610$ ,  $\gamma=1,587-1,616$ ,  $\Delta=0,036-0,049$ .  $2V_{\alpha}=30^{\circ}-47^{\circ}$ ,  $\alpha \wedge c=0^{\circ}-5^{\circ}$ ,  $\beta \wedge a=1^{\circ}-3^{\circ}$ .

*Chimism*. Înlocuirile izomorfe sînt destul de variate la muscovit. Pozițiile potasiului sînt frecvent înlocuite prin Na, Rb, Cs, Ca, Ba, iar pozițiile octaedrice ale Al prin Mg,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , Mn, Si, Cr, Ti, V, iar cele ale OH prin F. Anionul complex tetraedric arată variații de la  $[Al_2Si_6]$  spre  $[AlSi_7]$ . Se cunosc variații ale muscovitului propriu-zis, cu conținut apreciabil în  $Fe^{3+}$  — *ferimuscovit*  $K_2Fe_2^{3+}Al_2[Al_2Si_6O_{20}](OH)_4$ ; cu Mg și  $Fe^{3+}$  — *picrofengit*  $K_2MgAl_3[AlSi_7O_{20}](OH)_4$  și *ferofengit*  $K_2Fe^{3+}Al_3[AlSi_7O_{20}](OH)_4$ . Cînd în constituția chimică apare Cr, denumirea este de *fucsit*, iar cînd apare vanadiu denumirea este *roscoelit*. Unele proprietăți variază în funcție de variațiile chimice intervenite.

În funcție de torsiunile structurale se mai cunoaște modificăția polimorfă a muscovitului, monoclinică, cu relația axială:  $a:b:c=0,577:1:3,326$ ;  $\beta=90^{\circ}10'$ ; dimensiunea celulei elementare:  $a_0=3,20$ ;  $b_0=9,03$ ;  $c_0=30,04$  Å;  $Z=2$ ;  $2V_{\alpha}=15^{\circ}$ , planul optic paralel cu (001) și  $\gamma=a$ .  $\alpha=1,555$ ,  $\beta=1,589$ ,  $\gamma=1,590$ .  $\Delta=0,035$ . A fost determinat la Sultan, Basin, Washington (S.U.A.).

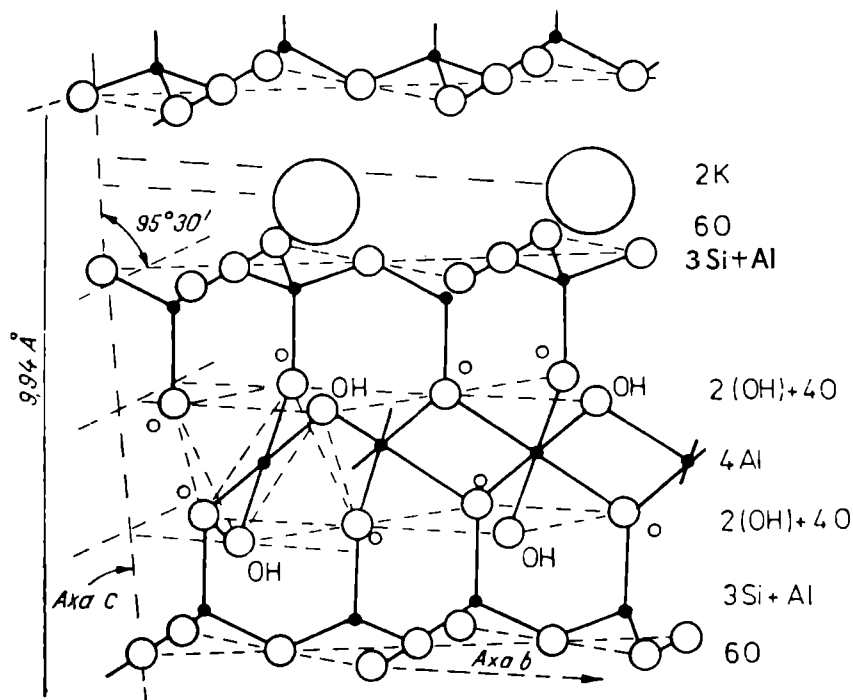


Fig. 199. Structura muscovitului.

## Analize chimice pe minerale muscovitice

	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	45,87	46,01	45,97
TiO <sub>2</sub>	—	0,00	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,69	35,64	31,67
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	4,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,13	2,56
ZnO	—	—	—
FeO	urme	0,00	0,53
MnO	urme	0,09	—
MgO	0,10	0,04	0,31
CaO	urme	1,12	0,15
BaO	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	0,64	1,88	1,03
K <sub>2</sub> O	10,08	8,19	9,07
Rb <sub>2</sub> O	—	1,20	—
Cs <sub>2</sub> O	—	0,20	—
Li <sub>2</sub> O	—	0,69	—
F	0,00	0,54	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	4,67	4,65	3,84
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	0,08	0,51
<b>Total</b>	<b>100,05</b>	<b>100,46</b>	<b>100,09</b>
O≡F	0,00	0,23	—
<b>Total</b>	<b>100,05</b>	<b>100,23</b>	<b>100,09</b>
Numărul ionilor în baza 24 (O, OH, F)			
Si	6,093	6,090	6,268
Al	1,907	1,910	1,732
	} 8,00	} 8,00	} 8,00
Al	3,975	3,649	3,360
Ti	—	—	—
Cr	—	—	0,518
Fe <sup>3+</sup>	—	0,013	0,262
Zn	—	—	—
Fe <sup>2+</sup>	—	—	0,061
Mn	—	0,010	—
Mg	0,020	0,008	0,063
	} 4,00	} 4,05	} 4,26
Li	—	0,366	—
Ca	—	0,159	0,022
Ba	—	—	—
Na	0,164	0,476	0,272
K	1,706	1,384	1,578
Rb	—	0,102	—
Cs	—	0,012	—
	} 1,87	} 2,13	} 1,87
(H <sub>2</sub> O)	—	—	—
F	—	0,113	—
OH	4,136	4,106	3,166
	} 4,14	} 4,22	} 3,17
<p>1 — Muscovit; Methuen Township — Ontario (Hurlbut, 1956); 2 — Muscovit (roz); Suedia (Berggren, 1940); 3 — Fucsit; Pointe du Boise — Manitoba (Whitmore și col., 1946).</p>			

*Transformări.* La temperaturi ridicate muscovitul se descompune pînă la 1000°C în corindon, ortoză și H<sub>2</sub>O. Stratele muscovitice abandonează vaporii de apă la 100 atm și 315°C; la pH=11–11,5 apar cristale mici de diaspor, böhmit, hematit și spinel (H o l s e r, 1956). Curbele D.T.A. ale acestei grupe de minerale variază în funcție de specia de muscovit. Muscovitele macrogranulare nu au peak-uri endoterme la temperaturi joase. Peak-ul endotermic apare obișnuit la 800°–900°C; el corespunde la expulzarea apei din structură; peak-urile exotermice de la diferite temperaturi reprezintă efectul unor recristalizări (leucit, corindon, spinel). Cercetările în sistemul K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]-Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O (E g u s t e r și Y o d e r, 1955) indică existența unor asociații variate de minerale (fig. 200) în funcție de condițiile de temperatură și presiune.

*Geneză.* Muscovitul intră în componența unor roci eruptive, îndeosebi granite. Destul de frecvent muscovitul se întilnește în filioanele pegmatitice sub formă de cristale mari, care prezintă interes din punct de vedere industrial. În greisene, varietate de granit metamorfozat pneumatolitic, muscovitul se formează mai ales pe seama feldspaților potasici cristalizați anterior. În

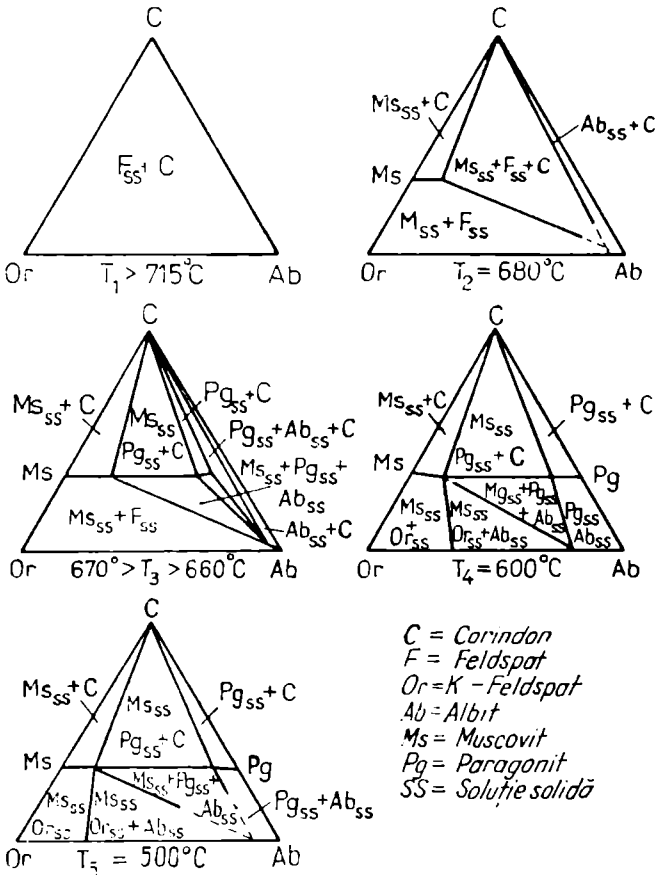


Fig. 200. Asociațiile de minerale în sistemul Na(AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)-K(AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O - la temperaturi variate.





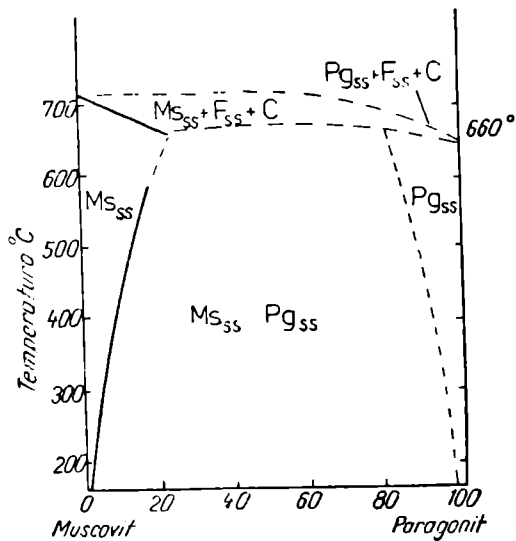


Fig. 201. Diagrama de fază subsolidus în zona muscovit-paragonit:

C — corindon; F — feldspat; Ms — muscovit; Pg — paragonit.

*Habitus*: lamelar, de obicei masiv.  $H=2\frac{1}{2}$ .  $G=2,85$ . *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: galben-pal în secțiuni subțiri. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,564-1,580$ ,  $\beta=1,594-1,609$ ,  $\gamma=1,600-1,609$ .  $\Delta=0,028-0,038$ .  $2V_{\alpha}=0^{\circ}-40^{\circ}$ .  $\alpha \wedge c \approx 5^{\circ}$ .

*Chimism*. Compoziția chimică diferă de a muscovitului, locul potasiului fiind luat de sodiu. Urmărindu-se conținuturile în  $Na_2O$  în sistemul muscovit-paragonit, E u g s t e r și Y o d e r (1955) prezintă diagrama din figura 201.

Deosebirile dintre muscovit și paragonit sînt mici; nu pot fi identificați numai prin proprietățile optice; se impun analize chimice care să stabilească proporția de Na și K.

*Ocurență*. Este un mineral destul de rar întilnit în natură. Este adesea semnalat ca prezent în șisturi cristaline-filitice, uneori în asociație cu distenul și staurolitul. Se găsește la Monte Campione — Elveția și în Piemonte — Italia.

#### LEPIDOLIT $K_2(Li, Al)_{5-6}[Al_{2-1}Si_{6-7}O_{20}](OH, F)_4$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,58 : 1 : 1,12$ ;  $\beta = 100^{\circ}$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 5,2$ ;  $b_0 = 9,0$ ;  $c_0 = 10,2$  Å.  $Z = 1$ .

*Modificații polimorfe*:  $a_0 = 9,0$ ;  $b_0 = 5,2$ ;  $c_0 = 20$  Å;  $\beta = 98^{\circ}$ ;  $Z = 2$ ;  $a_0 = 5,2$ ;  $c_0 = 30,0$  Å;  $Z = 3$ .

*Habitus*: cristale tabulare, agregate foioase mici. *Macle*: rare, planul de maclă (001), axul de maclă [310].  $H=2\frac{1}{2}-4$ .  $G=2,80-2,90$ . *Clivaj*: (001) perfect. *Culoare*: roșu-purpuriu.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,525-1,548$ ,  $\beta=1,551-1,585$ ,  $\gamma=1,554-1,587$ ,  $\Delta=0,018-0,038$ ,  $2V_{\alpha}=0^{\circ}-58^{\circ}$ .  $\gamma \wedge a = 0^{\circ}-7^{\circ}$ . Valorile constantelor optice depind de conținutul în fier.

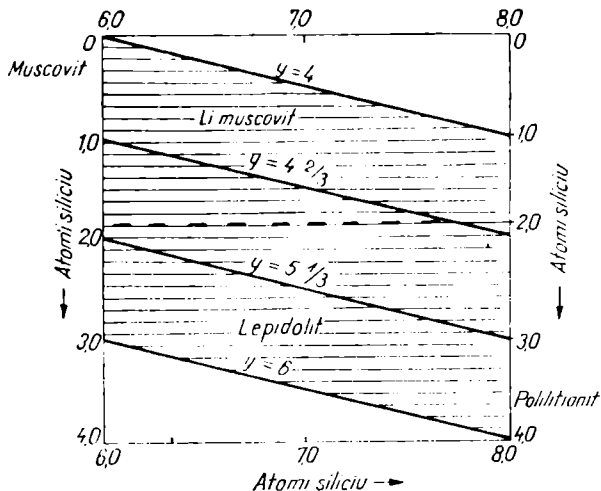


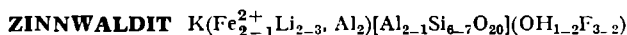
Fig. 202. Compoziția posibilă a muscovitelor litifere (Li-muscovite) și lepidolitelor.

**Chimism.** Structura este analogă celei descrise la miclele cu straturi tetraedrice și octaedrice, acestea din urmă dioctaedrice și trioctaedrice. Aproape toate analizele chimice indică la lepidolit un deficit de  $\text{Li}_2\text{O}$ , fapt explicat prin posibilitatea prezenței unei cantități de muscovit interstratificat (dar nu izomorf). În chimismul lepidolitului (tabelul 258) sînt determinate conținuturi în Na, Rb și Cs care substituie K, precum și Fe, Mg, Mn, care ocupă spațiile octaedrice. În mici cantități au mai fost identificate și Ca, Ba, Sr, Ga, Nb, Th și Ti.

**Ocurență.** Este un mineral caracteristic granitelor metamorfozate și pegmatitelor granitice, asociat cu alte minerale de litiu (ambligonit, spodumen, zinnwaldit). Lepidolitul din greisene este deseori rezultatul metasomatozei suferite de biotit sau chiar a muscovitului; uneori apare în filoane hidrotermale.

În România se găsește în șisturile cristaline și în aluviunile care provin din acestea, la Tălmăciu (descriș ca litionit), Rășinari, Ceamurlia de Sus, și mina Altîn-Tepe.

În alte țări apare în mina Stewart (California), la Kimito (Finlanda) și la Minogi, Okayama Prefectura (Japonia).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic,  $2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,581 : 1 : 2,248$ ;  $\beta = 100^\circ 48'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,27$ ;  $b_0 = 9,09$ ;  $c_0 = 10,07$  Å.  $Z = 1$ .

**Habitus:** cristale prismatice, scurte sau lamelare; deseori în agregate solzoase. **Clivaj:** (001) perfect. **Macle:** plan de maclă (001), ax de maclă [310].  $H = 2\frac{1}{2} - 4$ .  $G = 2,90 - 3,02$ . **Culoare:** brun-cenușiu, galben-brun, violet-pal. **Urmă:** albă. **Luciu:** sticlos sau sedefos.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,535 - 1,558$ ,  $\beta = 1,570 - 1,589$ ,  $\gamma = 1,572 - 1,590$ .  $\Delta = 0,035$ .  $2V_\alpha = 0^\circ - 40^\circ$ .  $\alpha \wedge c \approx 0^\circ - 2^\circ$ .

Analize chimice pentru lepidolite și zinnwaldite

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	48,91	50,83	38,83	46,74
TiO <sub>2</sub>	0,00	urme	0,12	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,21	23,70	22,27	21,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,55	—	4,40	1,19
FeO	1,52	1,24	9,07	10,22
MnO	0,75	0,97	1,66	0,37
MgO	0,03	0,46	0,38	0,00
CaO	0,10	0,24	1,14	0,00
Li <sub>2</sub> O	4,99	5,51	2,62	3,72
Na <sub>2</sub> O	0,53	1,06	0,48	0,54
K <sub>2</sub> O	8,62	9,88	9,53	10,37
Rb <sub>2</sub> O	3,80	1,64	—	nd
Cs <sub>2</sub> O	1,08	—	—	nd
F	6,69	6,96	3,82	7,54
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,46	0,90	2,93	0,89
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,88	0,12	3,74	nd
<b>Total</b>	<b>103,15</b>	<b>103,51</b>	<b>100,80</b>	<b>103,36</b>
<b>F≡O</b>	<b>2,62</b>	<b>2,93</b>	<b>1,39</b>	<b>3,17</b>
<b>Total</b>	<b>100,53</b>	<b>100,58</b>	<b>99,41</b>	<b>100,19</b>

Numărul de ioni în baza 24 (O, OH, F)

Si	6,754	6,804	5,802	6,518
Al	1,246 } 8,00	1,196 } 8,00	2,198 } 8,00	1,482 } 8,00
Al	2,368	2,504	1,727	2,099
Fe <sup>3+</sup>	0,161	—	0,014	—
Fe <sup>2+</sup>	0,175	0,139	0,494	0,124
Mn	0,088 } 5,57	0,110 } 5,81	1,134 } 5,24	1,192 } 5,58
Mg	0,006	0,092	0,210	0,077
Li	2,770	2,966	0,084	—
Ca	0,015	0,035	1,576	2,086
Na	0,140	0,276	0,182	—
K	1,518 } 2,07	1,688 } 2,13	0,138 } 2,14	0,146 } 1,99
Rb	0,336	0,132	1,818	0,846
Cs	0,064	—	—	—
F	2,920	2,946	1,805	3,326
OH	1,344 } 4,26	0,804 } 3,75	2,920 } 4,73	0,828 } 4,15

1 — Lepidolit (pegmatit); Kimito — Finlanda (P e h r m a n, 1945); 2 — Lepidolit (pegmatit); Minoși, Okayama Prefectura, Japonia (U k a i și col., 1956); 3 — Zinnwaldit (pegmatit); Naegitown, Ena, Gihu — Japonia (H a r a d a, 1954); 4 — Zinnwaldit; Zinnwald (W i n - c h e l l, 1942).

**Chimism.** Arată variații largi, substituirile sînt numeroase și relativ nelimitate. Siliciul este înlocuit cu Al și uneori prin Ti, raportul Si : Al obișnuit este 6 : 2 (3 : 1).  $Fe^{2+}$ , Ti,  $Fe^{3+}$ , Mn și Mg substituie aluminiul din pozițiile Y, iar potasiul este înlocuit parțial prin Na, Rb, Ba, Sr și uneori Ca. Proporția de înlocuire a  $OH^-$ , prin  $F^-$ , este corelată cu variațiile cationilor din poziția Y. Zinnwalditul se aseamănă cu lepidolitul îndeosebi prin raportul Si : Al; diferențierea constă în apariția sau nu a Mg. Ca elemente urmă, în zinnwaldit sînt semnalate, B, Be, Sn, Zn, Pb, Cs și Ti (Glass, 1935) și P, He, Mg, Mn, Ga, Ba, Sc, Tl și Y (Rankama și Sahama, 1950).

**Ocurență.** Este caracteristic pegmatitelor granitice, granitelor metamorfizate (greisene), găsindu-se și în unele filoane hidrotermale de temperaturi înalte. Prin alterare trece într-un produs asemănător caolinului, intens colorat în galben-brun, datorită hidroxizilor de fier.

Mai importante sînt acumulările semnalate la Zinnwald și Cinovec în M. Metalici, situate în stock-uri de granit, și cele de la Cornwall — Anglia, în zăcămintele de staniu.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,577 : 1 : 2,208$ ;  $\beta \approx 100^\circ 0'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,25$ ;  $b_0 = 9,09$ ;  $c_0 = 10,03$  Å.  $Z = 1$ .

**Habitus:** rar sub formă de cristale, cu contur hexagonal; de obicei sub formă de granule mici, frecvent rotunjite, diseminate în rocile silicioase sau marnoase.  $H = 2$ ; casant.  $G = 2,40 - 2,95$ . **Clivaj:** (001) perfect, se observă foarte rar. **Culoare:** verde-închis pînă la negru-verzui; în secțiuni subțiri este verde. **Urmă:** verde. **Luciu:** mat, pentru varietățile compacte sticlos sau gras.

**Proprietăți optice.**  $\alpha = 1,592 - 1,610$ ,  $\beta = \gamma = 1,614 - 1,641$ .  $\Delta = 0,014 - 0,030$ .  $2V_\alpha = 0^\circ - 20^\circ$ .  $\alpha \wedge c \approx 10^\circ$ .

**Chimism.** Numeroasele analize au pus în evidență existența sub formă de impurități a fosfatului de calciu, silicei și oxizilor de fier.

Structura este asemănătoare cu a biotitului fiind prezent stratul dioctaedric. Poziția Y în glauconit este ocupată prin  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Mg și Al (Hallimond 1922—1928). În funcție de înlocuirile din poziția X apare mai mult sau mai puțin Al în straturile tetraedrice (deseori egale, ca la muscovit), precum și modificări în raportul  $Fe^{3+} : Al$ . În formula teoretică se poate să întîlnim  $Fe_{2-2,2}^{3+}[Al]_{0,4-0,8}^{6+}[Al]_{0,4-1,0}^{4+}$  și  $(\text{K, Ca, Na})_{1,2-2,0}$ . Relația dintre glauconite, mice și minerale argiloase este reprezentată în figura 203.

Glauconitele conțin cantități importante de Na, uneori Ca, mai rar și de regulă în urme Ti; un rol important îl are și  $H_2O$ . Varietatea aluminoasă de glauconit se numește *scolit*, iar varietatea feriferă se numește *celadonit*. Indicii de refracție variază în funcție de conținutul în fier ( $\gamma$  — variază aproape liniar în raport cu numărul ionilor de  $Fe^{3+}$ ).

**Geneză.** Este un mineral autigen în roci sedimentare marine (gresii, argile, roci carbonatice, intercalații de fosforite) formate la adîncimi relativ mici, mai ales în zonele litorale ale mărilor și oceanelor și în sedimente marine actuale (miluri, nisipuri). În procesele de alterare, glauconitele nu sînt stabile, se descompun trecînd în hidroxizi de fier și silice. De aceste procese sînt legate unele depozite de limonite mai ales cele din mlaștini.

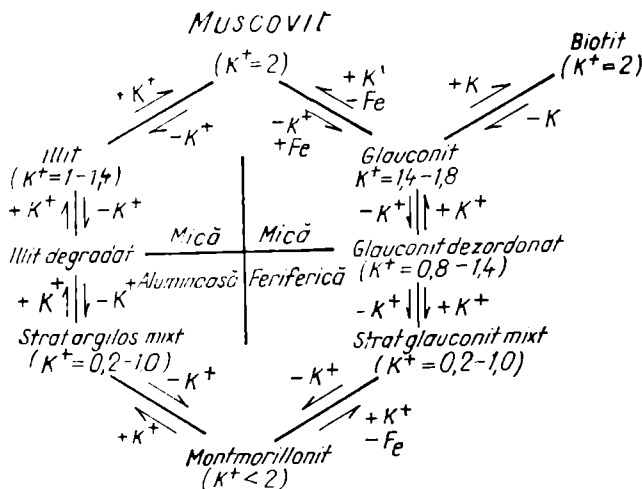


Fig. 203. Relația glauconit-mice, minerale argiloase.

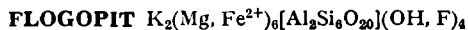
Glauconitul sub numele de *neopermutit* se folosește ca dedurizant pentru apele dure. Această întrebuințare se bazează pe proprietatea glauconitului de schimb de cationi. În acest scop se tratează concentratele glauconitice cu soluție suprasaturată de NaCl, în urma căreia ionii de Na sînt adsorbiți de concentrat. Prin filtrarea apei dure dintr-un asemenea concentrat are loc un schimb de cationi; cationii alcalino-terozii din apă sînt adsorbiți de concentratul glauconitic, iar în soluție trec cationii de sodiu, micșorîndu-se astfel durezza apei.

**Ocurență.** Este citat ca mineral autigen în roci sedimentare detritice, în special nisipuri și gresii de vîrste diferite.

În România apare în Carpații Orientali, fiind caracteristic orizontului superior (albian superior-cenomanian) al șisturilor negre din zona flișului format din gresii; este întîlnit și în formațiuni mai tinere ca în senonian, în eocen (în faciesul de Șotriile, în faciesul de Piepturi-Puica), în oligocen (gresia de Lucăcești, gresia de Kliwa), în aquitanian. În bazinul Transilvaniei apare în eocenul epicontinental, iar în Dobrogea sudică în nisipuri albiene și mai puțin în eocen.

Se găsește în Noua Zeelandă la Milburn, în U.R.S.S. în platforma Rusă, în Ucraina, în depozite de vîrstă terțiară, de-a lungul versantului de răsărit al Uralului, în Kazahstanul de vest etc.

### Mice cu trei straturi în structura cristalină (cu strat trioctaedric)



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, 2/m.

**Relația axială:** a : b : c = 0,575 : 1 : 2,206;  $\beta = 100^\circ$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 5,3; b<sub>0</sub> = 9,2; c<sub>0</sub> = 10,3 Å. Z = 1.

*Habitus*: cristale prismatice pseudohexagonale, lamelare. *Clivaj*: (001) perfect; foițele sînt flexibile și elastice.  $H=2-2\frac{1}{2}$ .  $G=2,76-2,90$ . *Maclă*: planul de maclă (001), axul de maclă [310]. *Culoare*: galben-brun, verde, roșu-brun. *Urmă*: albă, cenușie. *Luciu*: sticios, pe fețele de clivaj sidefos, semimetalic.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,530-1,590$ ,  $\beta=1,557-1,637$ ,  $\gamma=1,558-1,637$ .  $\Delta=0,028-0,049$ .  $2V\alpha=0^\circ-15^\circ$ ,  $\gamma \wedge a=0^\circ-5^\circ$ .

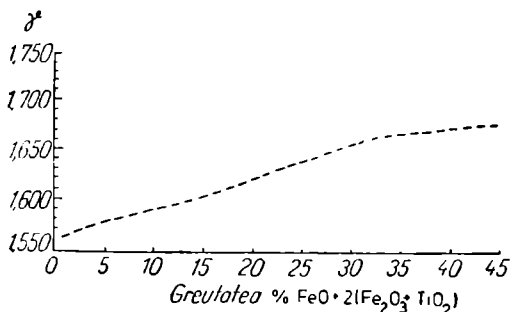


Fig. 204. Relația între indicii de refracție și chimism în seria flogopit-biotit (după Heinrich, 1946).

*Chimism și structură*. Este un mineral important în grupa micelor, avînd în structură strat trioctaedric. Flogopitul reprezintă compusul magnezian,  $\text{K}_2\text{Mg}_6[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ , iar *annitul* reprezintă termenul cu fier  $\text{K}_2\text{Fe}_6^2+[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ . În funcție de valoarea raportului  $\text{Mg} : \text{Fe}$  corelată cu înlocuirile cu Al în straturile octaedrice și cele tetraedrice se obțin termenii *eastonit*  $\text{K}_2(\text{Mg}_5\text{Al})[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{20}](\text{OH})_4$  și *siderofilit*  $\text{K}_2(\text{Fe}_5^{2+}\text{Al})[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{20}](\text{OH})_4$ , pînă la termenul cel mai complex din punct de vedere chimic *biotitul*  $\text{K}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^2)_{6-4}(\text{Fe}^3, \text{Al}, \text{Ti})_{0-2}[\text{Al}_{2-3}\text{Si}_{6-5}\text{O}_{20}](\text{OH}, \text{F})_{4-2}$ . Na este încorporat în structura flogopitului ca și în cazul muscovitului; raportul poate atinge uneori valoarea  $\text{Na} : \text{K} \approx 1 : 1$ . În cantități mici sînt semnalate conținuturi în Mn (*manganoflogopit*,  $\text{MnO} + \text{Mn}_2\text{O}_3 \approx 18\%$ ). În straturile octaedrice apar substituiri și prin Al,  $\text{Fe}^{3+}$ , Ti, mai rar Li.

Variațiile în chimism sînt sesizate în special prin intermediul proprietăților optice; indicii cresc odată cu creșterea sumei cationilor  $\text{FeO} + 2(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$  pentru seria flogopit-biotit.

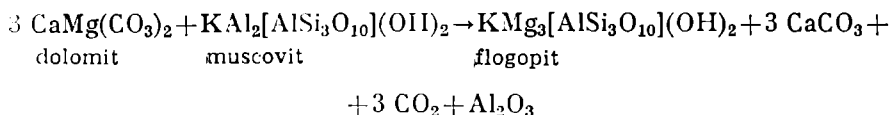
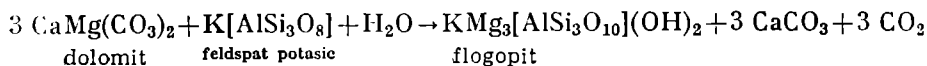
Pentru termenii flogopitului variațiile constantelor optice sînt prezentate în tabelul 259.

Tabelul 259

#### Variația constantelor optice la flogopit

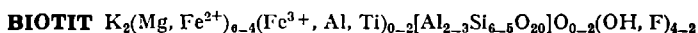
Constantele optice	Flogopit (Winchell, 1951)	Fluor-flogopit (Kohn și Hatch, 1955)	Titano-fier-flogopit (Prider, 1940)	Mangano-flogopit (Heinrich și col. 1953)
$\alpha$	1,535	1,522	1,599	1,548-1,573
$\beta$	1,564	1,548	—	1,581-1,636
$\gamma$	1,565	1,549	1,643	1,581-1,636
$\Delta$	0,030	0,027	0,044	0,024-0,040
$2V\alpha$	$10^\circ$	$14^\circ \pm 5^\circ$	$38^\circ$	$0^\circ-34^\circ$

**Ocurență.** Este un mineral asociat frecvent cu biotitul, în roci metamorfozate, calcare, roci ultrabazice; se cunosc apariții de flogopit în dolomitele metamorfozate de magme granitice; în metamorfismul hidrotermal apare la contactul cu calcarele cristaline. Flogopitul se formează prin reacția dintre dolomit și feldspat potasic sau muscovit:



În România apare în calcarele și dolomitele din complexe de șisturi cristaline din Carpații Meridionali (Masivul Făgăraș, Masivul Paring, Masivul Godeanu), în roci intruzive alcaline (Ditrău), în skarne legate de magmatismul banatic (Ocna de Fier, Sasca Montană, Tincova, Oțelu Roșu, Băița—Bihor).

În Italia se găsește la Monte Braccio, Val Malenco, Monte Somma; în Madagascar la Saharakara, în Colorado la San Juan.



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,576 : 1 : 1,109$ ;  $\beta = 100^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare.* După Hendricks și Jefferson (1939) parametrii biotitului polimorf sint:  $a_0 = 5,3$ ;  $b_0 = 9,2$ ;  $c_0 = 10,2 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 100^\circ$ ;  $a_0 = 5,3$ ;  $b_0 = 9,2$ ;  $c_0 = 20,2 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 95^\circ$ ; pentru cea de-a treia modificare:  $a_0 = 5,3$ ,  $c_0 = 30,0 \text{ \AA}$  (uneori uniax).  $Z = 1$ .

*Habitus:* cristalele sint tabulare, pseudohexagonale; deseori columnar, piramidal; cristalele mari au frecvent structuri zonare; se întilnesc mase compacte foioase și granular-solzoase. *Macle:* plan de maclă (001), ax de maclă [310]. *Clivaj:* (001) perfect, (010) și (111) fragmentat; dă figuri de lovire și presiune. *Culoare:* negru, brun, uneori cu nuanță portocalie, roșietic, verzui; nu este transparent sau translucid. *Urmă:* albă-cenușie. *Luciu:* sticlos, pe suprafețele de clivaj sedefos, semimetalic.  $H = 2\frac{1}{2} - 3$ .  $G = 2,7 - 3,3$ .

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,565 - 1,625$ ,  $\beta = 1,605 - 1,696$ ,  $\gamma = 1,605 - 1,696$ ,  $\Delta = 0,04 - 0,08$ .  $2V_\alpha = 0^\circ - 25^\circ$ ,  $\gamma \wedge a = 0^\circ - 9^\circ$ , pleocroic,  $\alpha =$  galben-cenușiu, verde-brun, brun,  $\beta = \gamma =$  brun-închis, verde-închis, brun-roșcat-închis.

*Chimism.* Formula teoretică a biotitului arată variabilitatea chimismului acestui mineral. Această specie rezultă din termenii flogopit, annit, eastonit și siderofilit (figura 205).

În biotit magneziul este înlocuit prin fier feros și apoi prin  $\text{Fe}^{3+}$ , Al. Acesta din urmă înlocuiește și Si în straturile tetraedrice; raportul Si : Al = 6 : 2. Substituirii frecvente apar în legătură cu K prin Na, Ca, Ba, Rb, Cs. Uneori Na arată concentrații ridicate de 0,5 atomi pentru celula elementară:

- cu  $\text{Fe}^{2+}$  înlocuit prin Mn, Ti,  $\text{Fe}^{3+}$ ;
- cu Al înlocuit prin Si.

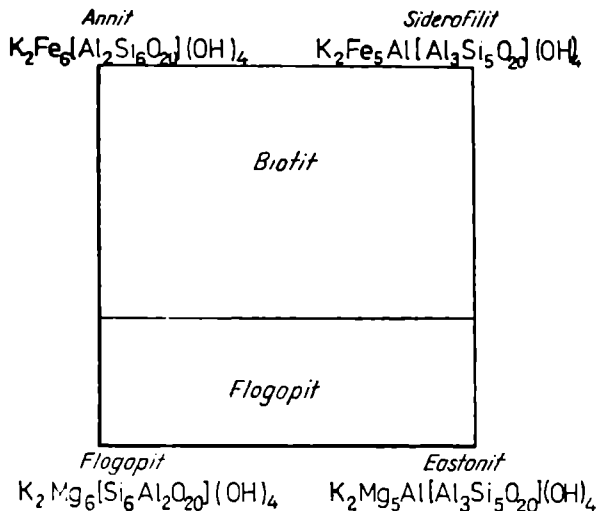


Fig. 205. Compoziția flogopit-biotit. Raportul Mg : Fe = 2 : 1.

F<sup>-</sup> înlocuiește ionii de OH<sup>-</sup>; înlocuirea cu fluor este legată de existența în chimism și a unei cantități ridicate de Ti, Mn.

Cl<sup>-</sup> substituie și el OH<sup>-</sup> (L e e, 1958). Apariția clorului produce modificări în proprietățile optice ale mineralului.

Indicii de refracție depind de conținuturile în FeO, MgO și TiO, variind în general în funcție de substituirile produse în straturile octaedrice. Unele analize chimice indică conținuturi mai scăzute în Si și Al, caz în care, probabil, asistăm la înlocuirea acestor elemente în straturile tetraedrice cu Ti sau Fe<sup>3+</sup>.

Tabelul 260

**Analizele chimice ale biotitelor**

	1	2
SiO <sub>2</sub>	37,19	35,39
TiO <sub>2</sub>	1,40	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,26	19,21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60	6,54
FeO	16,82	19,01
MnO	0,35	0,37
MgO	7,94	7,89
CaO	0,11	0,16
Na <sub>2</sub> O	0,02	1,26
K <sub>2</sub> O	9,17	7,86
H <sub>2</sub> O	3,63	2,09
F <sub>2</sub>	0,03	urme

1) Voineasa — România (I a n o v i c i, 1939);  
2) — V. Lotrului — România (M e t t a, 1930).



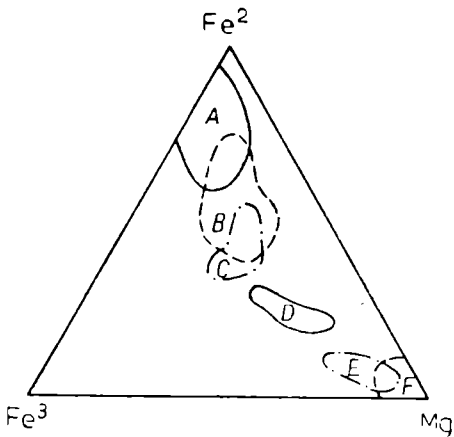


Fig. 206. Variația chimismului în funcție de tipul de rocă și relația  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , Mg la biotite;

A — biotit în pegmatite granitice; B — biotit în granit și granodiorit; C — biotit în tanalit și diorit; D — biotit în gabbrou; E — biotit și flogopit în roci ultrabazice; F — flogopit în roci metamorfice (calcare magneziene).

Chimismul biotitelor din roci variază în funcție de tipul de rocă în care se află, precum și în legătură cu relația existentă între  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  și Mg (fig. 206).

De remarcat variația compoziției biotitelor și flogopitelor în raport cu chimismul muscovitului (fig. 207); flogopitele și biotitele se plasează de-a lungul liniei AB — regiunea hașurată; sînt urmărite relațiile cationilor din straturile octaedrice în legătură cu schimbările raportului Si : Al din straturile tetraedrice.

**Transformări.** În procesele de alterare chimică biotitul se descompune, pierde elementele alcaline, iar  $Fe^{2+}$  se oxidează trecînd în  $Fe^{3+}$ . În același timp asistăm la o hidratare a biotitului (hidrobiotit); mineralul își pierde luciul, elasticitatea, devine afinat; în ultima fază a procesului de descompunere se formează clorit, muscovit, sericit, minerale argiloase (caolinit, illit), precum și alte minerale ca, epidot, zoizit, calcit, leucoxen și rutil.

**Ocurență.** Apare ca mineral constitutiv în variate roci magmatice; în filoane pegmatitice este asociat cu muscovit, formînd împreună uneori concreșteri paralele sau zonare; se întîlnește în roci rezultate din metamorfismul termic (corneene), de regulă prin acțiunea magmelor granitice asupra unor roci necarbonatate; în filoane hidrotermale metalifere; în variate roci metamorfice — șisturi cristaline, în special gnaise.

În România este un mineral întîlnit în diverse tipuri de roci; în gnaise și micașturi mezononale, mai rar în cuarțite și amfibolite din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea; în granite și granodiorite hercinice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, precum și în pegmatitele legate de acestea; în unele porfire permieni din Banat și M. Apuseni; în granodiorite, granodiorite porfirice, riolite, dacite și unele andezite ale eruptivului banatic din Banat și M. Apuseni; în riolitele, dacitele și unele andezite neogene din Carpații Orientali și din M. Apuseni. Forme alterate

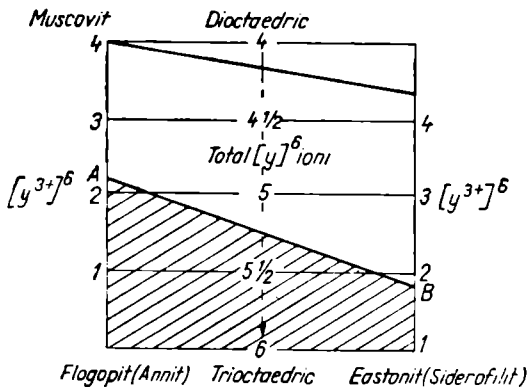


Fig. 207. Variația chimismului biotitelor și flogopitelor în raport cu compoziția muscovitului.

au fost descrise sub numele de *rubelan* și *voiglit*. Apar în diverse roci sedimentare detritice și în unele aluviuni recente. Cristale de dimensiuni mari sînt cunoscute în pegmatitele din masivele Rodna, Lotru, Sebeș, Poiana Ruscă, Semenic și Gilău.

Cristale deosebite sînt citate în U.R.S.S. — M. Ilmen, în Groenlanda, în Scandinavia la Evjo, în Canada, în Madagascar.



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,63$ ,  $\beta=1,69$ ,  $\gamma=1,89$ .  $\Delta=0,06$ ,  $2V_\alpha = \text{mic}$ .

$G=3,35$ .

*Mice casante (cu trei straturi în structurile cristaline dioctaedrice și trioctaedrice*



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,575 : 1 : 1,093$ ;  $\beta = 100^\circ 48'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=5,13$ ;  $b_0=8,92$ ;  $c_0=19,50$  Å.  $Z=2$ .

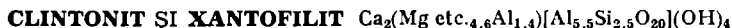
*Habitus:* fin—lamelar, agregate foioase; nu se întîlnesc cristale bine dezvoltate. *Macle:* plan de maclă (001), ax de maclă [310].  $H=3^{1/2}-4^{1/2}$ ; foițele de clivaj se rup prin îndoire.  $G=3-3,1$ . *Culoare:* alb-perlat, cenușiu, roz, gălbui. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos și sidefos; *Clivaj:* (001) perfect. Figurile de percusiune și apăsare la margarit ca și la celelalte mice casante prezintă o poziție inversă în comparație cu figurile similare care apar la micel propriu-zise.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,630-1,638$ ,  $\beta=1,642-1,648$ ,  $\gamma=1,644-1,650$ ,  $\Delta=0,012-0,014$ ,  $2V_\alpha = 40^\circ-67^\circ$ ; pleocroismul este practic absent.

*Chimism și structură.* Structura cristalină este analoagă cu structura muscovitului, cu singura diferență că sarcina negativă totală a pachetelor de straturi este aici de două ori mai mare și se compensează cu cationii bivalenți ( $Ca^{2+}$ ) care sînt de asemenea situați între pachete. Substituirea în straturile tetraedrice determină apariția în anion a grupării  $[Al_4Si_4]^{4-}$  față de cea a muscovitului, care are forma  $[Al_2Si_6]^{4-}$ . Ionul de Ca poate fi înlocuit în cantități mici prin Ba, Sr, (K), (Na). Introducerea între pachete a Na sau K are ca urmare înlocuirea unui  $O^{2-}$  prin  $OH^-$ . Proprietățile optice variază în raport cu proporția ionică  $Ca/(Ca+Na)$ .

*Ocurență.* Se formează prin procese de metamorfism regional și se întîlnește în șisturi cristaline, de regulă în cele cloritice.

Apare în Tirol la Zillertal, în U.R.S.S. la Fakovaia, în Grecia în insula Naxos, în S.U.A. în Carolina de Nord, Pennsylvania și Massachusetts.



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,577 : 1 : 2,133$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*

— clintoniul:  $a_0=5,21$ ;  $b_0=9,02$ ;  $c_0=19,24$  Å;  $\beta=95^\circ$ .  $Z=2$ .

— xantofilitul:  $a_0=5,21-5,25$ ;  $b_0=9,0-9,04$ ;  $c_0=9,81-9,97$  Å;  $\beta = 100^\circ 05'$ .  $Z=1$ .

*Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310]. *Habitus*: similar margaritului. *Culoare*: galben, verde, roșu-brun.  $H=3\frac{1}{2} \parallel (001), 6 \perp (001)$ .  $G=3-3,1$ .

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,643-1,648$ ,  $\beta=1,655-1,662$ ,  $\gamma=1,655-1,663$ .  $\Delta=0,012$ ; clintonit:  $2V_{\alpha} \approx 32^{\circ}$ ;  $\alpha \wedge c \approx 5^{\circ}$ ; xantofilit:  $2V_{\alpha}=0^{\circ}-23^{\circ}$ ,  $\alpha \wedge c \approx 10^{\circ}$ .

*Chimism și structură*. Dacă margaritul prin structură se apropie de muscovit având stratul octaedric de tip dioctaedric, clintonitul și xantofilitul sînt prin structură mai apropiați de flogopit, avînd în pachetul anionic straturi trioctaedrice. În straturile tetraedrice raportul  $[Al]^4$ : Si este de 2 : 1. Echilibrarea sarcinilor se realizează prin substituiri de Ca prin K și Na, iar Mg prin Al. X și Y reprezintă în straturile octaedrice, valoarea 2 și 6.

Tabelul 261

**Analiza chimică a clintonitului<sup>1</sup> de pe valea Oravița**

	1	Numărul ionilor în baza 24 (O, OH)	
SiO <sub>2</sub>	18,40	Si	2,515
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42,19	Al	5,485
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,59	Al	1,320
FeO	0,46	Fe <sup>3+</sup>	0,263
MnO	0,05	Fe <sup>2+</sup>	0,049
MgO	18,21	Mg	3,715
CaO	12,02	Ca	1,760
TiO <sub>2</sub>	—	.	.
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6,23	.	.

}8,00  
}5,35

1) Clintonit în skarne apobanalitice, Oravița (Constantinescu Em., Popescu Gh., 1977).

*Ocurență*. Apar în skarne, ca rezultat al procesului de metasomatoză asupra calcarelor. În România, la Oravița și Ciclova, clintonitul este asociat cu grossular și vezuvian în skarne.

**CLOTITOID** Fe<sub>4</sub>Al<sub>4</sub>[Al<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>20</sub>](OH)<sub>8</sub>

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2/m.

*Relația axială*: a : b : c = 1,725 : 1 : 3,314,  $\beta=101^{\circ}30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*: a<sub>0</sub>=9,45; b<sub>0</sub>=5,48; c<sub>0</sub>=18,16 Å. Z=8.

*Habitus*: cristale prismatice pseudohexagonale, agregate foioase sau agregate sferulitice. *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310].  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=3,26-3,57$ . *Culoare*: galben, cu nuanță verzuie, uneori verde-negricios. Este transparent numai în secțiuni subțiri. *Urmă*: albă, alb-verzuie. *Luciu*: sticlos, pe suprafețele de clivaj uneori sifefos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,722$ ,  $\beta=1,725$ ,  $\gamma=1,728$ ,  $\Delta=0,006$ ; pleocroismul caracteristic:  $\alpha$ =verde-cenușiu, incolor pînă la verzui-deschis, verde-măsliniu sau verde ca iarba;  $\beta$ =albastru ca ardezia, albastru-indigo, albastru sau verde-deschis;  $\gamma$ =galben-deschis, cafeniu-verzui-deschis, verde-gălbui sau galben-deschis.

*Transformări*: trece în muscovit și pennin.

*Ocurență*. Se găsește în șisturile cristaline produse în primele faze ale metamorfismului regional și în unele zăcămintă metasomatice de contact.

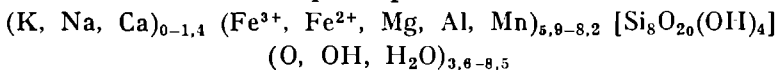
**Analizele chimice ale cloritoidului de la Schela, România**

Oxizi %			Numărul de ioni în baza 14 (O, OH)			
	1	2	1		2	
SiO <sub>2</sub>	31,00	28,12	Si 2,59	2,59	2,43	2,43
TiO <sub>2</sub>	1,15	0,85	Al 3,00	3,00	3,00	3,00 Z
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,51	31,55	Al 0,493	} 1,00	0,217	} 1,00 Y
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,95	15,99	Ti 0,072		0,055	
FeO	11,28	13,12	Fe''' 0,435	} 1,44	0,728	} 1,81 X
MgO	1,81	3,00	Fe''' 0,352		0,280	
CaO	0,54	1,77	Mg 0,226	} 1,44	0,389	} 1,81 X
MnO	0,39	0,41	Fe'' 0,787		0,949	
S	0,36	0,41	Mn 0,028	} 1,44	0,030	} 1,81 X
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	4,22	4,00	Ca 0,048		0,164	
			OII 2,35	2,35	2,31	2,31
<b>Total</b>	<b>99,21</b>	<b>99,22</b>				

1. Cloritoid verde, triclinic, zona Rafailă; 2. Cloritoid negru, monoclinic, zona Viezuroiu (Hucă et al., 1975).

În România apare în complexe de șisturi cristaline (Tulgheș, M. Vulcan, Godeanu, Petreanu, Poiana Mărului, Ocna de Fier, M. Drocea, Camena) și în fracțiunea grea a unor aluviuni (valea Bistriței și valea Bistricioarei). Sub formă de baritofilit a fost descris în localitatea Cosoi—Brod în U.R.S.S., apoi în Alpi, în S.U.A. și în Canada.

**E. Grupa stilpnomelanului**



*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,557 : 1 : 2,570; β ≈ 93°.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 5,40; b<sub>0</sub> = 9,42; c<sub>0</sub> = 12,14 Å (d<sub>001</sub>). Z = 1.

*Habitus:* lamelar. *Clivaj:* (001) perfect, (010) imperfect. H = 3–4. G = 2,59–2,96. *Culoare:* brun-auriu, roșu-brun, uneori negru. Culoarea poate fi diferită pentru unele varietăți: ferostilpnomelanul este verde; manganstilpnomelanul, galben; feristilpnomelanul, cafeniu pînă la negru. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* α = 1,543–1,634, β = γ = 1,576–1,745; Δ = 0,030–0,110. 2V<sub>α</sub> ≈ 0°. Pleocroism accentuat, schema de pleocroism pentru diferite varietăți fiind următoarea:

	α	β și γ
Ferostilpnomelanul	galben-deschis	verde-închis
Manganstilpnomelanul	galben-deschis pînă la incolor	galben-verzui-închis
Feristilpnomelanul	galben-auriu-aprins	cafeniu-măsliniu-închis

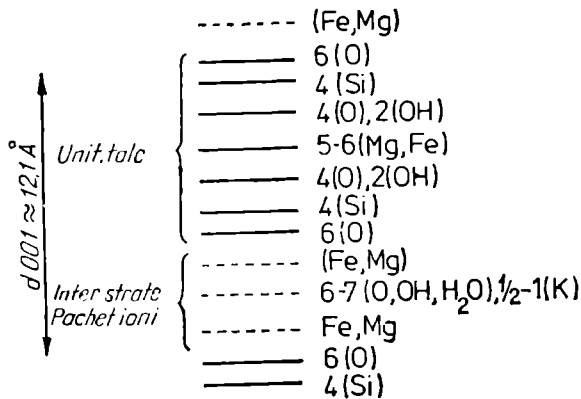


Fig. 208. Succesiunea planelor atomice în structura stilpnomelanului (după Gruner, 1944).

În funcție de conținutul în  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  (însușindu-se și ceilalți cationi) valoarea constantelor optice crește pe măsură ce conținutul în  $\text{Fe}^{3+}$  este mai ridicat.

**Chimism și structură.** Aspectul structural este complex. Se recunosc pachetele structurale ale talcului, iar între acestea pachetele cu ioni de Mg și Fe în coordonare octaedrică, grosimea pachetului atingând pentru  $d_{001}$  valoarea 12,1 Å. Succesiunea planelor structurale, după Gruner (1944), este reprodusă în figura 208.

**Ocurență.** Apare în minereuri de fier împreună cu magnetit, cuarț etc.; de asemenea se mai întâlnește în șisturi cristaline cu clorit, epidot, albit etc.

În România se găsește în zăcămintele de minereuri de fier și de mangan din șisturile cristaline (Ghelar, Delinești), în Carpații Orientali la Bălan, în cristalinul de Locva (Banat). Tot în șisturi cristaline apare în Suedia la Nordmark, în R. D. Germană la Sternberg, în R. F. Germania la Weilburg.

### F. Grupa cloritelor $\text{Y}_6[\text{Z}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

Mineralele din această grupă au structura straturilor asemănătoare mineralelor micacee. Denumirea decurge din cuvântul cloros=verde, culoare caracteristică acestor minerale. Analizele structurale efectuate asupra cloritelor au arătat prezența stratului de tipul talcului  $\text{Y}_6[\text{Z}_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4$  și a stratului brucitic  $\text{Y}_6(\text{OH})_{12}$  (fig. 209). Aceste pachete au parametrul  $a_0 = 5,30$  Å, iar din suprapunerea lor rezultă valorile  $a_0 = 5,3$ ;  $b_0 = 9,2$  și  $c_0 = 14,3$  Å, iar  $\beta \approx 97^\circ$ .

După modul cum sînt dispuse pachetele sînt recunoscute diferite modificății polimorfe ale cloritelor (monoclinice și ortohexagonale) a căror parametri sînt reprezentați în tabelul 263.

În straturile tetraedrice apar sub formă de cationi Si și Al, iar în pozițiile octaedrice sînt întîlniți cationii  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg și Al, între Mg și Al apărînd substituiri în stratul brucitic și nu în complexul de tipul talcului. În modificățiile monoclinice pozițiile Mg, Al sînt uneori folosite de Fe; frecvente sînt înlocuirile

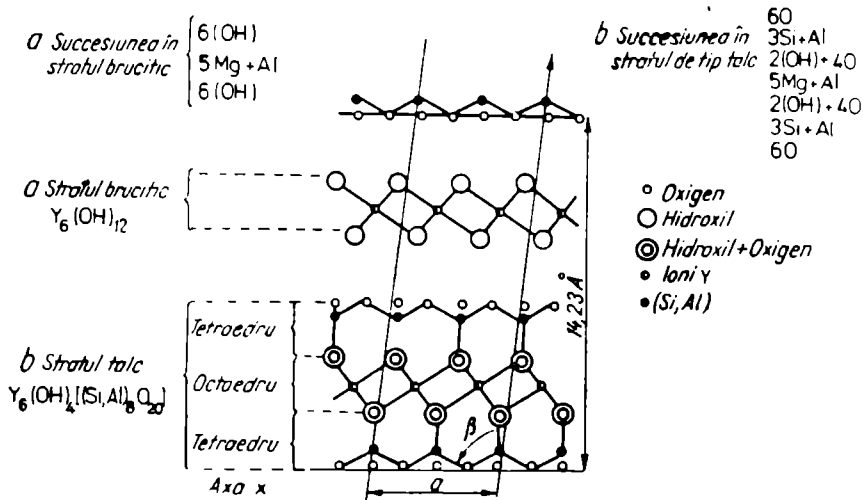


Fig. 209. Proiecția structurii cloritelor pe (010) (după M. Murchy, 1934).

Al prin Si;  $\text{Fe}^{2+}$  prin  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ; Al prin Mg. Parametrii variază în funcție de  $(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+})$  și  $\text{Mn}^{2+}$ .

$$a = 5,320 + 0,008(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}) + 0,0165 \text{ Mn} (\sigma = 0,059)$$

$$b = 9,202 + 0,014 (\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}) + 0,0235 \text{ Mn} (\sigma = 0,015)$$

$$d_{001} = 13,925 + 0,115 (\text{Si} - 4) - 0,025 \text{ Fe}^{3+} + 0,025 \text{ Mn}$$

Tabelul 263

Modificații polimorfe ale cloritelor (după Brindly și col. 1950)

Caracteristici structurale	Sistemul triclinic	Sistemul monoclinic	Sistemul triclinic	Sistemul triclinic
$a_0$	5,3	5,3	5,3	9,2
$b_0$	9,2	9,2	9,2	5,3
$c_0$	14,3	14,3	28,6	42,6
$\beta$	97°6'	97°6'	97°6'	86°
Nr. straturilor pe celulă	1	1	2	3
Nr. straturilor în rețeaua dreaptă hexagonală a celulei	3	3	6	9
Simetria	$\bar{1}$	2/m	$\bar{1}$	$\bar{1}$

Din aceste relații se remarcă că  $a_0$  și  $b_0$  descresc odată cu descreșterea substituției fierului sau manganului prin magneziu și descreșterea lor odată cu creșterea  $\text{Fe}^{3+}$ .

Mineralele cloritice au compoziție ipotetică de forma  $\text{Mg}_6[\text{Si}_8\text{O}_{20}](\text{OH})_4 + \text{Mg}_6(\text{OH})_{12}$ . Substituția în stratul tetraedric de la  $[\text{Si}_7\text{Al}]^4$  la  $[\text{Si}_4\text{Al}_1]^4$ . Mg din stratul brucitic este substituit de Al în proporție:  $(\text{Mg}_{11}\text{Al}) - (\text{Mg}_8\text{Al}_1)$ . Înlocuirile Si cu Al în straturile tetraedrice sînt cauza principală a modificărilor balanței electrostatice, reechilibrată prin substituiri între cationi — îndeosebi ale Al cu Mg. Se remarcă pentru raportul  $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe} + \text{Mg})$  valori de la zero la

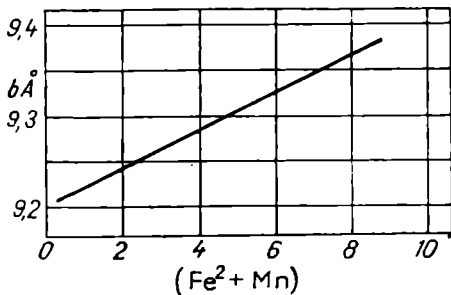


Fig. 210. Relația între dimensiunea parametruului  $b_0$  și  $(Fe^{2+} + Mn)$  (valoarea maximă  $Fe^{2+} + Mn = 12$ ) (după Schirozu, 1958).

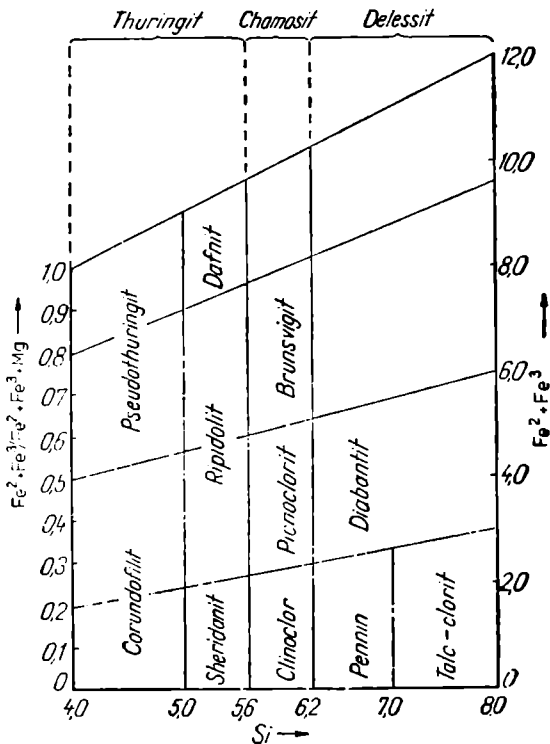


Fig. 211. Nomenclatura ortocloritelor și cloritelor oxidate (după Hey, 1954).

unu. Nomenclatura adoptată la recomandarea lui Hey (1954) ca urmare a studiilor întreprinse de Tschermak (1890, 1891), Orcel (1926), Orcel și col. (1950) este prezentată în fig. 211.

În chimismul cloritelor ca elemente minore în straturile octaedrice pot apare Mn, Cr, Ni, Ti. Urmărindu-se înlocuirile din straturile octaedrice, s-a dedus că formula seriei cloritelor rezultă din formula serpentinei  $Mg_{12}[Si_8O_{20}](OH)_{16}$  și a amesitului  $(Mg_8Al_4)[(Al_4Si_4)O_{20}](OH)_{16}$ . Termenul magnezian cu structura cloritelor nu se cunoaște, un astfel de compus fiind de fapt antigoritul, care are o structură diferită și nu apare ca termen al seriei cloritelor. Delimitarea diferiților termeni ai seriei cloritelor în schema prezentată este arbitrară.

#### A) Clorite neoxidate:

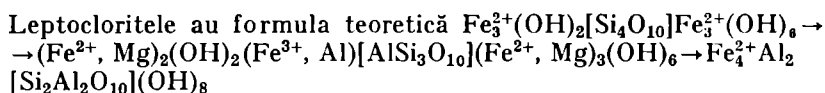
a) Clorite magneziene (ortoclorite). Pot conține pînă la doi ioni fier; cele mai importante sînt:

Pennin	6,2–7 Si
Clinoclor	5,6–6,2 Si
Sheridanit	5–5,6 Si
Corundofilit	4–5 Si

Ortocloritele au formula teoretică:  $Mg_3^{2+}(OH)_2[Si_4O_{10}]Mg_3(OH)_6 \rightarrow (Mg, Fe^{2+})_2(OH)_2(Fe^{3+}, Al)[AlSi_3O_{10}](Mg, Fe^{3+})_3(OH)_6$ .

b) Clorite feriferice (leptoclorite). Mai importante sint:

Ripidolit  
Picnoclorit  
Diabantit  
Dafnit



B) Clorite oxidate. Conțin din abundență fier trivalent; cele mai importante sint:

Thuringit  $4-5,6 \text{ Si} - \text{Fe}_{3,5}^{2+}(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_{1,5}[\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_{10}](\text{OH})_6 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$   
Chamosit  $\text{Fe}_4^{2+}\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_6 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$   
Delessit  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_6 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$

La compusul rezultat din înlocuirea Mg prin Al ( $\text{SiMg} \rightleftharpoons 2 \text{ Al}$ ), numit *amesit*, Al este întâlnit în coordonare tetraedrică și octaedrică. Între antigorit și amesit se cunosc următorii termeni intermediari:

Feriseptechamositele, care au compoziție similară cloritelor de care se deosebesc prin echidistanța bazală de numai 7 Å.

Feroantigoritul, care poartă și denumirea de *greenalit*.

Cronstedtitul, care derivă de la amesit.

În afara acestor termeni principali ai grupei cloritelor, separați prin consens, în literatura mineralogică au mai fost descrise o serie de varietăți cu răspîndire limitată. Exemple: *pennantit*, care este un thuringit bogat în Mn; *strigovit* — varietate bogată în Mn (39% MnO) situată din punct de vedere structural între chamosit și thuringit; *gonyerit* — varietate cu Mn, Mg și Fe, lipsită de Al; *mackensit* — varietate feriferă lipsită de Al; *minguetit* — varietate fero-ferică; *klementit* — varietate de thuringit bogată în Mg; *griffilit* — varietate de Mg, Fe, Ca, care conține cantități variabile de H<sub>2</sub>O; *cookeit* — varietate de Li și Al; *manandonit* — varietate de Li și Al care conține și B; *völlisit* — varietate de pennin cu Ni; *schuchardit*, care conține Ni, Mg, Al; *komarit* și *rewdanskit*, care conțin, pe lângă Ni, Mg și Al, cantități variabile de Fe; *grochanit* — clinoclor bogat în Fe; *kociubeit* — varietate de clinoclor cu Cr; *kammererit* — varietate de pennin în care Al este înlocuit prin Cr ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 5\%$ ); *leuchtenbergit* — varietate de clinoclor săracă în Fe; *brunsvigil*, un proclorit cu Fe, Mg, Al.

Cauza principală a modificărilor proprietăților optice ale cloritelor neoxidate prezentate în figura 212 este variația conținutului în Si și Fe total.

Din proprietățile fizice ale cloritelor cel mai caracteristic este faptul că deși foițele subțiri care se desfac sînt ușor flexibile ele nu sînt însă elastice (rămîn în poziție îndoită). Această particularitate este legată de particularitățile structurii lor cristaline.

Ortocloritele sînt foarte răspîndite în natură, ele se formează mai ales în condițiile activității hidrotermale de temperatură joasă, îndeosebi prin metamorfozarea rocilor care conțin silicați feriferi și alumomagnezieni.

Leptocloritele sînt răspîndite mai ales în zăcămintele sedimentare de minereuri de fier, constituind un facies special al minereurilor de silicați de



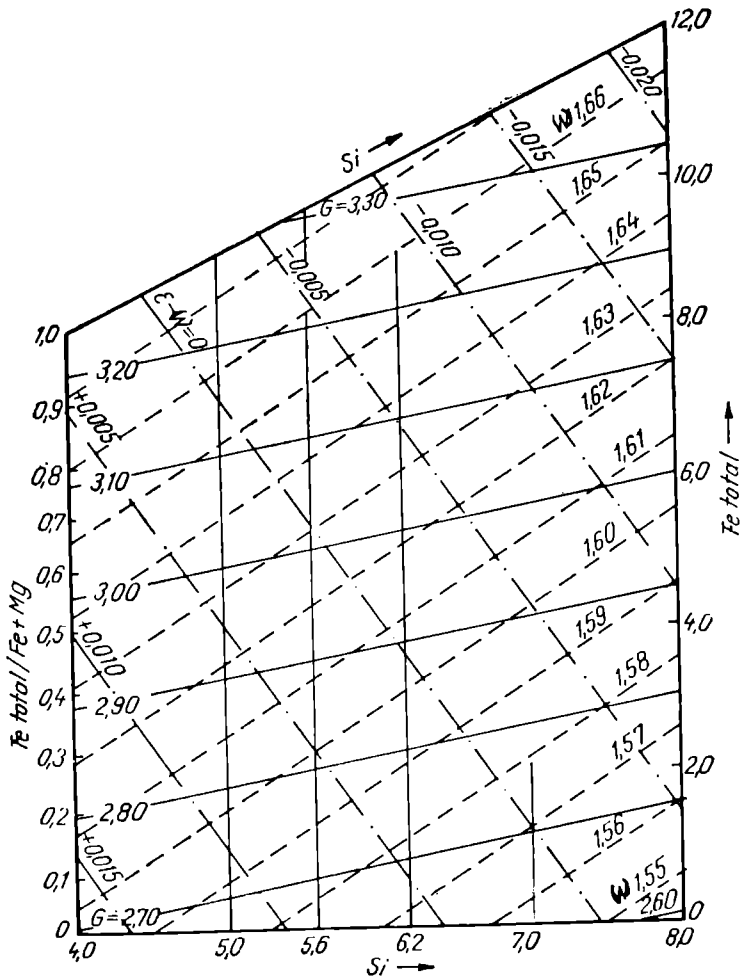


Fig. 212. Variația indicelui de refracție ( $\omega$ ), birefringenței ( $\epsilon - \omega$ ) și greutății specifice în raport cu constituția chimică la ortoclorite. Pentru cloritele oxidate  $\omega$  și  $G$  sînt mai ridicate și  $\epsilon - \omega$  este mai scăzută în raport cu procentajul de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Variațiile limitelor ortocloritelor au fost prezentate în fig. nr. 211 (după H e y, 1954).

fier, care conform datelor geologice s-au format în sedimente marine bogate în Fe, în condițiile unui mediu sărac în oxigen.

Cloritele oxidate sînt prezente în unele zăcămintे sedimentare slab metamorfozate de minereuri de fier din zonele litorale ale mării.

### Seria cloritelor neoxidate

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic,  $2/m$  (forme triclinice).

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,58 : 1 : 1,53$ ;  $\beta = 97^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,30$ ;  $b_0 = 9,20$ ;  $c_0 = 14,3 \text{ \AA}$ .  $Z = 1$ .

*Habitus*: cristale pseudohexagonale, tabulare după (001), frecvent agregate foioase, fin-granulare. *Macle*: plan de maclă (001). *Clivaj*: (001) perfect, foițe flexibile, dar neelastice.  $H=2^{1/2}-3$  de-a lungul clivajului.  $G=2,6-3,3$ ; valorile cele mai frecvente pentru varietățile comune sînt 2,7-2,9. *Culoare*: caracteristic verde, nuanțe pînă la negru-verzui, uneori roz (varietățile cu mangan), violet (varietățile cu crom), mai rar alb-argintiu. În foițe subțiri este transparent, ușor colorat. *Luciu*: sidefos pe suprafețele de clivaj. *Urmă*: albă, verde-pal.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,57-1,66$ .  $\beta=1,57-1,67$ ,  $\gamma=1,57-1,67$ ,  $\Delta=0-0,01$ .  $2V_{\alpha}=20^{\circ}$  pînă la (+)  $60^{\circ}$ .  $\alpha \wedge c \simeq 0-3^{\circ}$ .

*Ocurență*. Cea mai mare răspîndire o au în rocile metamorfice, constituind deseori complexe întregi de șisturi cloritoase (roci verzi). Formarea acestor șisturi se realizează de obicei prin metamorfozarea rocilor eruptive bogate în silicați feromagnezieni: sînt întîlnite în condițiile activității hidrotermale de temperatură joasă.

Cloritele care au un conținut apreciabil de  $Fe^{2+}$  sînt ușor oxidate cu trecerea la  $Fe^{3+}$ .

În România se întîlnesc ca produse ale metamorfismului regional epizonal în masivele de șisturi cristaline, în special în șisturile cloritoase din Carpații Orientali (seria Tulgheș), Carpații Meridionali (seriile de Leaota, de Făgăraș, de Miniș, Sebeșul de nord și Poiana Ruscă, zonele mediană și nordică din cristalinul getic, seria de Drăgășanu din cristalinul danubian), M. Apuseni (seria de Biharia); în șisturile verzi din Dobrogea Centrală. Ca produse de hidratare ale mineralelor primare feromagneziene, apar în masivele granitice paleozoice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, frecvent în rocile bazice ofiolitice mezozoice din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, în corpurile banatitice, în faciesurile propilitice ale rocilor efuzive neogene din Carpații Orientali și M. Apuseni, în rocile bazaltice de vîrstă mezo-kainozoică, adesea ca umplutură a unor cavități amigdaloidale, alături de zeoliți sau calcit. Au fost determinate în Masivul Paring (specia clinoclor), în corneene, în M. Al-măjului în serpentinitele dunitice paleozoice de la Tișovița, v. Iuți, M. Drocea, în bazaltele mezozoice de la Căzănești, Ciungani (delessil), M. Gutii, în andezitul propilitic de Seini (clinoclor). În U.R.S.S. — în M. Naziam, la Bajenoro; în Italia în Alpii Pienini (Zermatt), în Piemonte la Alatal.

### Seria cloritelor oxidate

Sînt cuprinși termeni cu conținuturi remarcabile în fier trivalent și a căror structură se caracterizează printr-o grosime a pachetului de 7 Å. În straturile tetraedrice sînt caracteristice formele  $(Al, Si)_2O_5$  între care se plasează stratul brucitic (trioctaedric). În general, Si este substituit în cantități mici prin Al, în timp ce substituirile Mg prin  $(Fe^{2+})$  se petrec în limite largi.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,580 : 1 : 0,748$ ;  $\beta \simeq 97^{\circ}$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 5,48$ ;  $b_0 = 9,45$ ;  $c_0 = 7,08$  Å.  $Z = 1$ .

*Habitus*: concreții oolitice cu structură concentrică zonală, sub formă de ciment al granulelor de nisip, mase compacte criptocristaline sau pămîntoase.  $H = 2-3$ .  $G = 3,0-3,4$ . *Macle*: plan de maclă (001), ax de maclă [310].

*Clivaj*: (001). *Culoare*: verzui, cenușiu-închis pînă la negru. *Luciu*: mat sau ușor sticlos. *Urmă*: deschisă, de culoare verde-cenușie.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,60-1,67$ ,  $\beta=\gamma=1,61-1,69$ .  $\Delta=0,00-0,020$ .  $2V_{\alpha}=0^{\circ}-20^{\circ}$ ; pleocroism;  $\alpha$ =aproape incolor,  $\beta$ =verde-închis,  $\gamma$ =verde-închis.

*Ocurență*. Apar în unele zăcăminte sedimentare de minereuri de fier de vîrstă diferită mai ales jurasice, în zonele litorale ale mărilor; în unele zăcăminte de fier slab metamorfozate.

Prin alterare se oxidează cu ușurință dînd hidroxizi de fier (limonit), care constituie pălării de fier tipice la partea superioară a acumulărilor de chamosit și thuringit.

Se întîlnesc în U.R.S.S. în depozite paleozoice și mezozoice din Caucazul de nord, în R. S. Cehoslovacă la Naučic, în Franța la Chamoson; în R. D. Germană în Thuringia.

### 3. ALȚI FILOSILICAȚI

#### **APOFILIT** $KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8 H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: tetragonal,  $4/m \ 2/m \ 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,752$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,00$ ,  $c_0=15,84 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

*Forme și unghiuri*: (001)  $\wedge$  (101) =  $60^{\circ}25'$ .

*Habitus*: frecvent în cristale granulare sau cu combinații ale formelor (110), (101) și (001) cînd apar și aspecte izometrice. *Clivaj*: (001) perfect, (110) slab.  $H=4^{1/2}-5$ .  $G=2,33-2,37$ . *Culoare*: incolor, alb sau colorat prin impurități. *Urmă*: albă. *Luciu*: sidefos pe (001), uneori sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\omega=1,534-1,535$ ,  $\varepsilon=1,535-1,537$ ;  $\Delta=0,002$ , uniax pozitiv (rar negativ).

*Chimism*. K poate fi înlocuit prin Na, iar o parte din  $F^-$  poate fi înlocuit prin  $OH^-$ . La temperatura de  $250^{\circ}C$  pierde  $1/2$  din cantitatea de apă pe care o conține. De regulă este uniax. Acțiunea presiunii laterale sau variațiile de temperatură creează anomalii optice cînd sînt sesizate sectoare biaxe. Varietatea de apofilit cu mult  $F^-$  este negativă și are o refringentă mică.

*Ocurență*. Se întîlnește ca depuneri în cavitațiile rocilor bazaltice sau în alte roci apropiate, asociat cu zeoliți, de care se deosebește prin refringenta mai mare.

În România este citat ca produs de transformare a wollastonitului. În alte țări apare la Poona — India; Fiuko — Suedia; Bergen-Hill (New Jersey) și New Almeden (California) — S.U.A.

#### **PREHNIT** $Ca_2Al_2[Si_3O_{10}(OH)_2]$

*Sistemul de cristalizare*: rombic,  $m \ m \ 2$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,842 : 1 : 1,127$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=4,65$ ;  $b_0=5,52$ ;  $c_0=18,53$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: de obicei scurt-prismatic sau tabular, paralel cu (001), frecvent în mase granulare compacte, mase reniforme compacte, cu structură radiară,

fibroasă. *Clivaj*: (001) bun.  $H=6-6\frac{1}{2}$ .  $G=2,8-3,0$ . *Culoare*: incolor sau alb, cenușiu, verde-cenușiu, galben-verzui. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticios.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,616$ ,  $\beta=1,626$ ,  $\gamma=1,648$ .  $\Delta=0,022-0,035$ .  $2V\gamma=65^\circ-69^\circ$ .

*Ocurență*. Se găsește destul de frecvent în roci bazice metamorfozate hidrotermal, apărând în majoritatea cazurilor pe seama plagioclazilor bazici. Se întâlnește în geode mici și pe crăpăturile acelorași roci sub formă de mase stalactitice radiar-fibroase, în asociație cu zeoliți, calcit și epidot.

În România se întâlnește ca produs al metamorfismului hidrotermal în șisturi cristaline (Masivul Făgăraș, M. Sebeș) și în roci legate de magmatismul mezozoic (M. Făgăraș, Vulcan) sau neogen (Țibleș, Gura Haitii și Săliște).

Interesante sînt aparițiile de prehnit în U.R.S.S. (în Iacutiia, Urali, Caucaz, Transcaucazia, Crimeea etc.), în Franța la Bariges (Pirinei), în Italia la Montecatini, în S.U.A. la Paterson și Bergen-Hill (statul New Jersey).

## VII. SILICAȚI CU REȚELE TRIDIMENSIONALE CONTINUI DE TETRAEDRI (Al, Si) O<sub>4</sub> ÎN STRUCTURILE CRISTALINE — TECTOSILICAȚI

Silicații, care se caracterizează printr-o structură tridimensională a tetraedrilor de (Al, Si)O<sub>4</sub>, sînt minerale cu o răspîndire și o importanță mare în litosferă. Frecvența cea mai ridicată o prezintă mineralele feldspatice, care sînt prezente în cele mai variate roci magmatice (acide, alcaline, intermediare, bazice etc.), metamorfice și sedimentare, constituind cca 50% din scoarța terestră; ponderea de participare a acestora este de 60% în rocile eruptive, 30% în rocile metamorfice și cca 10% în rocile sedimentare.

Structura fundamentală se caracterizează printr-o rețea spațială de tetraedri SiO<sub>4</sub> la care 1/4 pînă la 1/2 atomi de siliciu sînt înlocuiți prin aluminiu trivalent. Sînt de fapt compuși de tip alumosilicați, la care se stabilesc proporții stoechiometrice Si : Al egale cu 3 : 1 sau 1 : 1, adică anioni complecși de tipul [AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]<sup>-</sup>, [AlSiO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>, [AlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]<sup>2-</sup> sau de tipul [Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>]<sup>2-</sup> etc. Raportul (Si+Al) : O în acești anioni este de 1 : 2. Prin structura lor, mineralele din această clasă se apropie mai mult de mineralele din grupa cuarțului (cuarț, tridimit, cristobalit), unde tetraedrii sînt legați între ei prin oxigeni comuni la toate mineralele; totuși formele și structura rețelelor diferă de la compus la compus. Cationii care ocupă golurile din rețea sînt ioni cu raze mari și cu număr de coordonare mare ca Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> și mai rar Rb<sup>+</sup> și Cs<sup>+</sup>. Cationii de dimensiuni mici și coordonare octaedrică ca Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, lipsesc aproape complet din acești compuși.

Un interes deosebit îl prezintă mineralele care au structuri de întrepătrundere la care, pe lângă structura reticulară tetraedrică, apare și rețeaua cu anioni suplimentari de F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, (OH)<sup>-</sup>, (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>, (CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> etc., care sînt legați direct de Si<sup>4+</sup> sau Al<sup>3+</sup>, intrînd în compoziția tetraedrilor sau sînt legați independent de cationii alcalini și alcalino-teroși Na<sup>+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> etc.

O particularitate a compoziției o arată mineralele cunoscute sub numele de *zeoliți* în compoziția cărora intră și molecule de H<sub>2</sub>O, reținute slab. La hidratare, la deshidratare sau la reținerea unor substanțe organice (de ex. alcool) structurile cristaline ale acestor minerale nu se modifică. Această

Clasificarea mineralelelor cu structuri spațiate

<p><b>GRUPA FELDSPAȚILOR</b></p> <p><i>Feldspați alcalini</i> <math>(K, Na)[AlSi_3O_8]</math> sau <math>WZ_4O_8</math>                  Sanidină <math>K[AlSi_3O_8]</math>                  Ortoză <math>K[AlSi_3O_8]</math>                  Microclin <math>K[AlSi_3O_8]</math>                  Adular <math>K[AlSi_3O_8]</math>                  Albit <math>Na[AlSi_3O_8]</math>                  Anortoză <math>(K, Na)[AlSi_3O_8]</math></p>
<p><i>Feldspați plagioclazi</i> <math>Na[AlSi_3O_8] - Ca[Al_2Si_2O_8]</math>                  Albit <math>Ab_{100}An_0 - Ab_{90}An_{10}</math> <math>Ab = Na[AlSi_3O_8]</math>                  Oligoclaz <math>Ab_{90}An_{10} - Ab_{70}An_{30}</math>                  Andezin <math>Ab_{70}An_{30} - Ab_{50}An_{50}</math>                  Labradorit <math>Ab_{50}An_{50} - Ab_{30}An_{70}</math>                  Bytownit <math>Ab_{30}An_{70} - Ab_{10}An_{90}</math>                  Anortit <math>Ab_{10}An_{90} - Ab_0An_{100}</math> <math>An = Ca[Al_2Si_2O_8]</math></p>
<p><i>Feldspați cu bariu</i> <math>W[Z_4O_8]</math>                  Celsian <math>Ba[Al_2Si_2O_8]</math>                  Paracelsian <math>Ba[Al_2Si_2O_8]</math>                  Hyalofan <math>BaK_2[Al_4Si_4O_{16}]</math>                  Banalsit <math>BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]</math></p>
<p><i>Alte minerale</i>                  Danburit <math>Ca[B_2Si_2O_8]</math></p>
<p><b>GRUPA FELDSPATOIZILOR</b></p> <p>Nefelin <math>Na_3K[Al_4Si_4O_{16}]</math>                  Kalsilit <math>K[AlSiO_4]</math>                  Petalită <math>Li[AlSi_4O_{10}]</math>                  Leucit <math>K[AlSi_2O_6]</math>                  Analcit (= Analcim) <math>Na[AlSi_2O_6] \cdot 11/2 H_2O</math>                  Pollucit <math>Cs[AlSi_2O_6] \cdot 1/2 H_2O</math>                  Sodalit <math>Na_8[Al_6Si_6O_{24}]Cl_2</math>                  Nosean <math>Na_8[Al_6Si_6O_{24}]SO_4</math>                  Häuyn <math>(Na, Ca)_{4-8}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S)_{1-2}</math>                  Lazurit <math>(Ca, Na)_8[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, S_2, Cl)_{1-2}</math>                  Helvit <math>(Mn, Fe, Zn)_8[Be Si O_4]_8 S_2</math>                  Danalit <math>Fe_8[Be Si O_4]_8 S_2</math>                  Genthelvit <math>Zn_8[Be Si O_4]_8 S_2</math>                  Canerinit <math>(Na, Ca)_{7-8}[Al_6Si_6O_{24}](CO_3, SO_4, Cl)_{1.5-2.0} \cdot 1-5 H_2O</math>                  Vishnevit <math>(Na, Ca, K)_{6-7}[Al_6Si_6O_{24}](SO_4, CO_3, Cl)_{1.0-1.5} \cdot 1-5 H_2O</math></p>
<p><b>GRUPA SCAPOLITULUI</b>                  Scapolit <math>(Na, Ca, K)_4[Al_3(Al, Si)_3Si_6O_{21}](Cl, F, OH, CO_3, SO_4)</math></p>
<p><b>GRUPA ZEOLITILOR</b> <math>W_mZ_rO_{2r} \cdot s H_2O</math></p> <p>Natrolit <math>Na_2[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 2 H_2O</math>                  Mezolit <math>Na_2Ca_2[Al_2Si_3O_{10}]_2 \cdot 8 H_2O</math>                  Scolecit <math>Ca[Al_2Si_3O_{10}] \cdot 3 H_2O</math></p>

Thomsonit	$\text{NaCa}_2[(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Gonnardit	$\text{Na}_2\text{Ca}[(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Edingtonit	$\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Heulandit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Stilbit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
Epistilbit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{16}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Dachiardit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_3[\text{Al}_4\text{Si}_{18}\text{O}_{45}] \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$
Ferierit	$(\text{Na}, \text{K})_4\text{Mg}_2[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}](\text{OH})_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
Philipsit	$(1/2 \text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_3[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Harmotom	$\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Chabasit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Gmelinit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Levynit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Erionit	$(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca}, \text{Mg})_4 \cdot 5[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 27 \text{H}_2\text{O}$
Faujasit	$(\text{Na}_2\text{Ca})_{1,75}[\text{Al}_{3,5}\text{Si}_{8,5}\text{O}_{24}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Laumontit	$\text{Ca}[\text{Al}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 4 - 3 1/2 \text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}] \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
Gismondit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Ascheroffin	$\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}[\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

GRUPA MINERALELOR  $\text{SiO}_2$ 

Cuarț	$\text{SiO}_2$
Calcedonic	$\text{SiO}_2$
Tridimit	$\text{SiO}_2$
Cristobalit	$\text{SiO}_2$
Coesit	$\text{SiO}_2$
Opal	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Stishovit	$\text{SiO}_2$
Lechatelierit	$\text{SiO}_2$

situație este determinată de existența unor canale care apar în structura acestor tectosilicali și în interiorul cărora sînt prezente atît moleculele de apă cît și alte tipuri de particule, care sînt relativ libere de a se deplasa. Această particularitate explică posibilitatea existenței unei proprietăți caracteristice mineralelor zeolitice, „proprietatea de schimb cationic“.  $\text{Na}^+$  se poate astfel substitui prin ioni de  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ , care se găsesc în soluțiile care vin în contact cu mineralele, fenomen care se petrece fără modificarea structurii reticulare.

Structura tectosilicaților impune anumite proprietăți pentru aceștia. În primul rînd au o culoare deschisă (cationii cromofori cu coordonare octaedrică nu intră în componența acestor minerale), indicii de refracție și greutatele specifice sînt, în general, mici, ceea ce concordă cu volumul mare al rețelelor cristaline. Înlocuirea cationilor monovalenți prin cationi bivalenți determină o creștere a indicilor de refracție și a birefringenței simultan cu reducerea rețelei cristaline.

A. Grupa mineralelor feldspatice  $\text{WZ}_4\text{O}_8$ 

Complexitatea chimică, structurală și proprietățile acestor minerale permit separarea în cadrul acestei grupe a unor subgrupe de minerale cu însușiri fizice și chimice distincte.

Majoritatea feldspaților pot fi clasificați din punct de vedere chimic după sistemul ternar ortoză—albit—anortit (fig. 213). Termenii seriei ortoză—albit sînt numiți feldspați alcalini, iar cei din seria albit—anortit sînt numiți feldspați plagioclazi. Feldspații alcalini pot conține pînă la 5—10% molecule

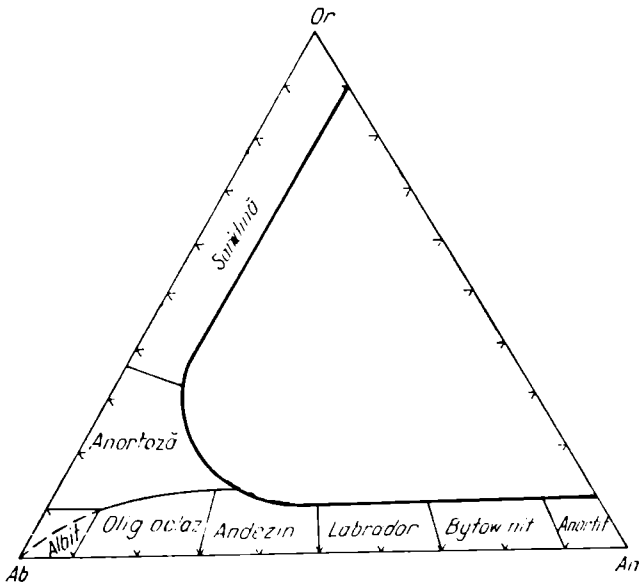


Fig. 213. Sistemul Or—Ab—An la temperatură înaltă.

de anortit în soluție solidă, iar feldspații plagioclazi pot conține pînă la 5—10% molecule de ortoză în soluție solidă. Această înglobare a anortitului se produce îndeosebi în domeniul albitului și la fel includerea moleculei de ortoză se face în domeniul albitului.

Feldspatul potasic  $K[AlSi_3O_8]$  poate exista în mai multe stări structurale în funcție de condițiile de genază. La temperaturi ridicate cristalizează sanidinele cu structură monoclinică și distribuție Al/Si dezordonată, iar la temperaturi mai scăzute cristalizează ortoză, care are de asemenea o structură monoclinică, dar distribuția Al/Si, parțial, ordonată.

Feldspatul potasic care se formează la temperaturile cele mai joase este microclinul. Acesta este triclinic cu distribuția Al/Si ordonată. Triclinicitatea prezintă variații în funcție de temperatura la care s-a format; astfel, microclinul cu triclinicitatea maximă este numit microclin maxim și este format la temperaturile cele mai joase. Microclinul cu triclinicitate intermediară este numit microclin mediu. Între microclinul cu triclinicitatea cea mai redusă (cu o structură apropiată de simetria monoclinică) și ortoclaz nu există o limită netă.

*Adularul* este un feldspat potasic care se distinge mai mult prin habitus decît prin caracteristici structurale.

*Albitul*  $Na[AlSi_3O_8]$  este termenul pur sodic și prezintă varietăți structurale în funcție de temperatura de formare, separîndu-se termenii: albit de temperatură joasă, albit de temperatură intermediară, albit de temperatură înaltă. Termenul de albit de temperatură înaltă este sinonim cu cel de *analbit*. Albitele au o simetrie triclinică, dar la temperaturi înalte există tendința de a se realiza o simetrie monoclinică, la termenul *monalbit* sau *barbierit*.

*Periclinul* este o varietate de albit care, la fel ca și adularul, nu se distinge printr-o structură specială, ci mai mult prin habitusul alungit după axa  $b$ .

*Cleavelanditul* este o varietate de albit cu habitus lamelar și apare ca agregate deschise în evantai, în filoane pegmatitice.

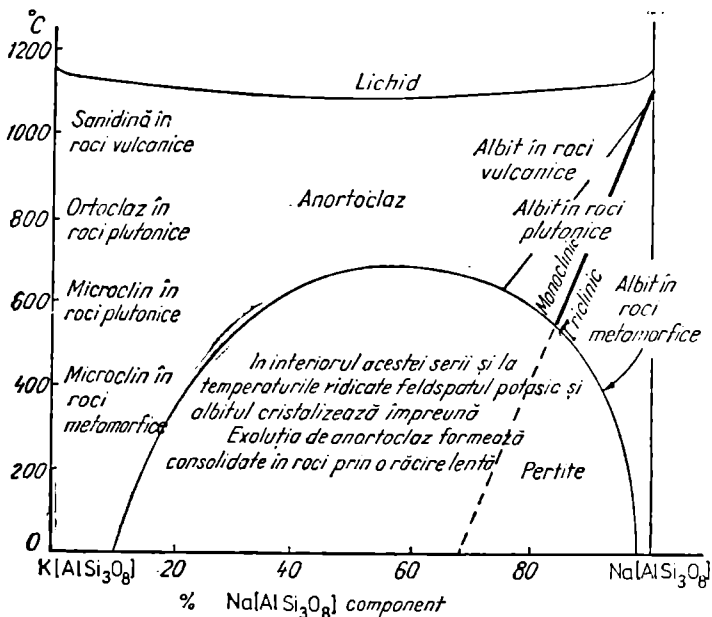


Fig. 214. Diagrama de stabilitate între feldspaii alcalini la diferite temperaturi.

Feldspaii alcalini prezintă patru serii izomorfe stabile în anumite condiții de temperatură:

1. Albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură ridicată.
2. Albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură joasă.
3. Albit de temperatură joasă — ortoză.
4. Albit de temperatură joasă — microclin.

Seria *albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură ridicată* reprezintă o soluție solidă continuă dar în interiorul ei există o trecere de la simetria triclinică (albit<sub>100</sub>—albit<sub>65</sub>) la cea monoclinică (albit<sub>63</sub>—albit<sub>0</sub>). Termenii triclinici ai acestei serii sunt numiți *anortoze* și reprezintă seriile de la sanidină bogată în sodiu la sanidină bogată în potasiu.

În seria a doua, *albit de temperatură ridicată — sanidină de temperatură joasă*, soluția solidă este limitată la extreme, iar termenii compoziției intermediare constau din două faze separate la scară submicroscopică (sanidină criptopertitică, Trüger 1969). Această serie se împarte după conținutul de albit<sub>63</sub> în anortoză, anortoză criptopertitică și sanidină criptopertitică și sanidină.

În seriile de temperatură joasă, *albit de temperatură joasă — ortoză și albit de temperatură joasă — microclin*, soluția solidă este mai limitată, iar separația pe faze poate fi observată la microscop. Concreșterile sînt denumite ortoză sau microclin—micropertite cu numeroasele lor varietăți „filonpertite”, „fadenpertite”, „platenpertite”.

Dacă prezența pertitelor poate fi vizibilă cu ochiul liber acestea sînt numite *macropertite* și prezintă de asemenea varietăți: „aderpertite”, letzper-tite”, „fleekenpertite” etc.

Cînd dezamestecul are loc în condițiile unei predominanțe cantitative a componenței albitice se formează *anlipertitele* respective.



Din punctul de vedere al structurii, feldspații alcalini (L o e v i n s t e i n, 1954) pot conține în rețeaua tectosilicațiilor maximum 50% aluminiu care înlocuiește siliciul. Pentru o substituție de 50% alternanțele riguroase de Si cu Al devin necesare, iar unitatea anortitică are dublul dimensiunii celei albitice.

Structura detaliată a sanidinei bazată pe o celulă unitate conținând  $4 K[AlSi_3O_8]$  a fost determinată de Taylor (1933). Celula unitate a ortozei conținând 4 unități cu formula  $K[AlSi_3O_8]$  va prezenta în celulă 4 K, 4 Al, 12 Si și 32 O. Aluminiul și siliciul ocupă împreună 16 locuri atomice echivalente.

Barth (1934) a dedus că forma triclinică și monoclinică a feldspaților potasici diferă prin modul de distribuire a atomilor de Si și Al. În microclinul triclinic, Al și Si sînt dispuși ordonat, ocupînd poziții reticulare distincte. În formele propriu-zise monoclinice de feldspat potasic, sanidina (cu planul axelor optice în planul de simetrie) și adularul (cu planul axelor optice normal la planul de simetrie), distribuția atomilor de Al și Si este mai mult sau mai puțin dezordonată. Cele două forme sînt înrudite prin politrofie și trec gradat una în alta. Sanidina are o distribuție întîmplătoare a Al/Si și adularul are o distribuție parțial ordonată, care păstrează încă simetria monoclinică.

Celula unitate sau semiunitate a feldspaților este un paralelipiped cu volumul de circa 700 Å.

Taylor (1962) dă următoarele valori pentru feldspații alcalini (tabelul 265).

Tabelul 265

Constantele structurale ale feldspaților alcalini (după Taylor, 1962)

	$a_0$ în Å	$b_0$ în Å	$c_0$ în Å	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Sanidină	8,5642	13,0300	7,1749	90°	115°59,6'	90°
Ortoză	8,5616	12,9962	7,1934	90°	116°0,9'	90°
Microclin intermediar	8,5784	12,9600	7,2112	90°18'	115°58'	89°7 $\frac{1}{2}$ '
Microclin maxim	8,5710	12,9810	7,2220	90°41'	115°59'	87°30'
Albit de temperatură ridicată	8,1190	12,8800	7,1060	93°22'	116°18'	90°17'
Albit de temperatură joasă	8,1390	12,7890	7,1560	94°20'	116°34'	87°39'

Ionii de oxigen înconjoară tetraedric fiecare Si și Al. Distanța de la acești cationi la fiecare din cei 4 ioni de oxigen înconjurători, în cazul sanidinei are valoarea 1,645 Å, distanța ideală fiind de 1,610 pentru Si—O și 1,750 Å pentru Si—Al. Trebuie remarcat că distanța 1,645 Å pentru sanidină corespunde raportului Si : Al de 3 : 1.

Cavitățile interstițiale formate între șirurile Si—Al—O în rețeaua feldspatică sînt ocupate de cationi mari  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , cu razele ionice 1,42, 0,97, 0,99 Å. Dimensiunea mare a ionului mărește rețeaua, care crește în special în direcția „a”. (Ba, un alt cation cu raza ionică mare — 1,43 Å, produce același efect). Aceste rețele spațiale cu cationi mari tind să realizeze simetria monoclinică.

Modelul structural al albitului triclinic este similar cu acela al feldspatului potasic, dar rețeaua este ușor deranjată datorită slabei deplasări a șirurilor de tetraedri în jurul ionilor mai mari de Na. Cele două clivaje perfecte la 90° sau aproape de 90° sînt în concordanță cu structura tridimensională a rețelei spațiale.

Din topologia rețelei cristaline pot fi deduse diversele legi de maclare. Condiția esențială pentru formarea maclelor (fig. 425) este continuitatea rețelei prin planul de maclare.

Macla Manebach: planul de maclare (001);

Macla Carlsbad: planul de maclare (010);

Macla Baveno: planul de maclare (021).

Din punct de vedere chimic feldspații alcalini sînt alumo-silicați corespunzători sistemului binar  $K[AlSi_3O_8]-Na[AlSi_3O_8]$ . În mod normal conțin cca 5%  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  și anume cantități mai mici în ortoză și mai mari în albit. În rețeaua cristalină a feldspatului alcalin pot avea loc în anumite condiții fizico-chimice, în limita izomorfismului, unele substituții care includ ioni de Ba, Ti,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , Mg, Sr, Pb, rar Mn, precum și unele elemente rare, ca Li, Rb, Cs, Tl, B.

Tabelul 266

**Ionii care pot apărea în feldspații alcalini  
și ionul care poate fi substituit**

Ionul	Raza	Ionul substituit
K	1,42	
Na	0,97	
Al	0,99	
Si	0,40	
Ba	1,43	K
Ti	0,63	Al
$Fe^{3+}$	0,63	Al
$Fe^{2+}$	0,72	Na
Mg	0,66	Na
Ca	0,99	Na
Sr	1,16	K
$Mn^{2+}$	0,74	Na
Li	0,68	Na
Rb	1,57	K
Cs	1,82	K

Datele analitice au arătat că feldspații alcalini prezintă oscilații în ceea ce privește compoziția chimică. Formula feldspatilor alcalini este de tipul  $(K, Na, Ca)_4[(Si, Al)_{16}O_{32}]$ , grupul (K, Na, Ca) avînd valoarea reală 3,9.

M. Roubault (1958) a obținut următoarea variabilitate în compoziția chimică:

$SiO_2$  ... 57,15–66,68%

$Al_2O_3$  ... 18,58–20,65%

$K_2O$  ... 7,62–12,72%

$Na_2O$  ... 1,17–3,08%

În ortoză și microclin proporția de  $TiO_2$  este în general scăzută;  $Fe_2O_3$  poate fi prezent în cantități apreciabile (0,5%), atît ca impurități cît și ca material eliberat din rețeaua cristalină în timpul răcirii, apărînd mai ales pe suprafețele de clivaje. Unele microcline din pegmatite conțin cantități însemnate de  $Rb_2O$  (0,53–0,33%). Sanidina și anortoză datorită temperaturii ridicate de formare conțin cantități mari de ioni străini:  $TiO_2$  pînă la 0,1%;

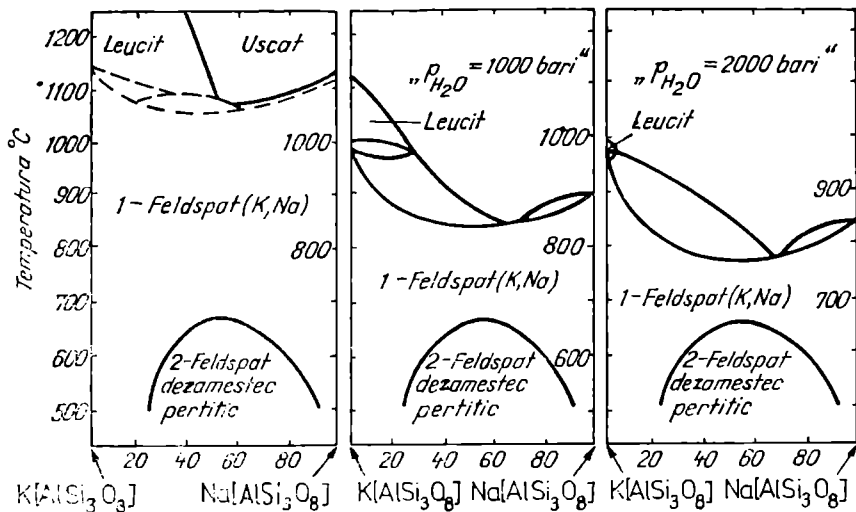


Fig. 215. Diagrame de echilibru Or—Ab, la diferite presiuni.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,04—0,40%;  $\text{MgO}$  — urme;  $\text{Ba}$  de la 0,12 pînă la 1,31%;  $\text{SrO}$  — urme etc. Adularul ce se formează în filoane alpine conține cantități neglijabile de elemente rare, iar  $\text{BaO}$  atinge valori de 1%.

Rezultatele cercetărilor experimentale în ceea ce privește echilibrul izobar al sistemului  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ — $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  au fost sintetizate de Bowen și Tuttle (1950) și de Yoder și col. (1957) în 3 diagrame: a) diagrama echilibrului izobar Or—Ab, la o presiune  $\text{H}_2\text{O}=1\ 000$  bari; b) diagrama de echilibru Or—Ab la o presiune  $\text{H}_2\text{O}=2\ 000$  bari și c) diagrama de echilibru Or—Ab la o presiune  $\text{H}_2\text{O}=5\ 000$  bari (fig. 215).

La presiuni mai joase deasupra punctului de incongruență se formează leucitul. La temperaturi înalte și presiuni nu prea mari are loc o miscibilitate perfectă cu un minim de  $\text{Or}_{30}\text{Ab}_{70}$ , în timp ce la temperaturile joase are loc un dezamestec. Cu creșterea presiunii  $\text{H}_2\text{O}$  curba solidus coboară, în timp ce curba de dezamestec se ridică. La presiunea  $\text{H}_2\text{O}$  înaltă este posibilă doar o miscibilitate parțială.

Proprietățile optice ale feldspaților alcalini sint determinate: a) de compoziția chimică, b) de gradul de dezamestec al feldspatului sodic și potasic, c) de maclarea submicroscopică, d) de distribuția  $\text{Al}/\text{Si}$  în fazele componente ale mineralului.

Feldspații alcalini sint în general clari, transparenti, uneori tulburi, datorită incluziunilor sau maclărilor submicroscopice. Indicii de refracție variază între valorile 1,518—1,539 (1,549). Sint optic negativi cu excepția albitului de temperatură joasă și a anortoclazilor criptopertitici cu  $2V_a = 90^\circ$ — $110^\circ$ . Birefringența absolută variază între 0,006—0,007 (0,013). Influența chimismului și a gradului de dezamestec asupra opticii nu este încă cunoscută în întregime. Înlocuirea Or printr-un procent mol.% Ab duce la o creștere a birefringenței cu  $10^{-4}$ , iar la o creștere de 1 mol.% Ca, Sr, Ba sau de fer feric valorile creșterii birefringenței variază de la 0,5 la  $1 \times 10^{-3}$ . Ordinea  $\text{Al}/\text{Si}$  precum și dezamestecurile submicroscopice duc de asemenea la o ușoară

creștere a birefringenței. În cristalele unice orientarea indicatricei și unghiul axelor optice depinde numai de chimism și ordonarea Al/Si, dar în paramorfoze tipul structurilor interne are o importanță deosebită.

## FELDSPAȚII ALCALINI (K, Na)[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]

### ORTOZĂ, SANIDINĂ K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,6588 : 1 : 0,5535$ ;  $\beta = 116^{\circ}0'$  (ortoza) și  $a : b : c = 0,652 : 1 : 0,551$ ;  $\beta = 115^{\circ}59'$  (sanidina).

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 \simeq 8,60$ ;  $b_0 \simeq 13,00$ ;  $c_0 \simeq 7,20$  Å.  $Z = 4$  (ortoza);  $a_0 = 8,44$ ;  $b_0 = 12,95$ ;  $c_0 = 7,15$  Å.  $Z = 4$  (sanidina).

*Forme și unghiuri:*

$(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 61^{\circ}16'$	$(001) \wedge (201) = 80^{\circ}07'$
$(130) \wedge (\bar{1}30) = 58^{\circ}46'$	$(001) \wedge (021) = 44^{\circ}51'$
$(001) \wedge (\bar{1}01) = 50^{\circ}05'$	$(021) \wedge (0\bar{2}1) = 89^{\circ}42'$

*Habitus:* cristale prismatice cu fețe dominante (110), combinate cu fețe de pinacoizi (010), (001), uneori (101) etc. (vezi fig. 414, 416, 417). *Maclă:* macla Karlsbad, planul de maclă (010), axul de maclă [010]; macla Baveno, planul de maclă (021); macla Manebach, planul de maclă (001) (tab. 268). *Clivaj:* (001) perfect, (010) bun, formînd un unghi de  $90^{\circ}$ . Alte clivaje nu există decît sub formă de urme.  $H = 6 - 6^{1/2}$ ;  $G = 2,55 - 2,63$ ;  $2,56 - 2,62$ . *Culoare:* ortoza — roz-deschis, galben, brun, alb-roșcat, uneori roșu de culoarea cărnii; sanidina — incolor, transparent. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos, sidφος pe planele de clivaj.

*Proprietățile optice.* Sanidina:  $\alpha = 1,518 - 1,527$ ,  $\beta = 1,522 - 1,532$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,534$ ,  $\Delta = 0,006 - 0,007$ ,  $2V_{\alpha} = 18^{\circ} - 54^{\circ}$ ,  $\alpha \wedge (001) = 5^{\circ} - 9^{\circ}$ . Ortoza:  $\alpha = 1,518 - 1,529$ ,  $\beta = 1,522 - 1,533$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,539$ ,  $\Delta = 0,006 - 0,010$ ,  $2V_{\alpha} = 33^{\circ} - 103^{\circ}$ ,  $\alpha \wedge (001) = 5^{\circ} - 9^{\circ}$ .

*Structură și chimism.* Analizele structurale recente au permis o cunoaștere a tipurilor de feldspați alcalini. Distribuția ionilor de Al și Si în cadrul rețelei feldspatice reprezintă cheia înțelegerii șirului de tranziție ce există între feldspații de temperatură înaltă și cei de temperatură joasă. În structura feldspatului potasic există 3 tipuri care diferă în funcție de gradul de dezordine a distribuției Al/Si.

1. Sanidina monoclinică dezordonată  $K[(Al, Si)_4O_8]$ ;
2. Ortoza monoclinică parțial ordonată  $K[(Al, Si)_2Si_2O_8]$ ;
3. Microclinul triclinic deplin ordonat  $K[AlSi_3O_8]$ .

Adularul este al 4-lea tip, care are o structură cu caracter variabil.

Sanidina (ortoza sanidinizată) se obține din ortoza parțial dezordonată prin încălzirea la  $1000^{\circ}C$ , cînd se atinge o dezordine completă cu 25% Al în toate pozițiile avantajoase.

Trecerea microclinului în sanidină este un proces de dezordonare, în care atomii de Al aflați în rețeaua feldspatului capătă o dispoziție total dezordonată. Laves (1952) a numit această transformare difuzivă. Procesul invers, trecerea de la sanidină la microclin este un proces de ordonare în timpul căruia ionii de Al distribuiți întâmplător se difuzează în una din cele patru grupe de tetraedri. Aceasta este un proces de segregatie, similar cu o exoluție:

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	64,98	65,11	63,58	64,33	64,00	65,10
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,64	18,95	19,07	20,94	19,25	17,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	0,63	0,18	0,20	—	0,57
FeO	—	0,11	0,07	0,58	—	0,06
MgO	urme	0,12	0,65	—	—	urme
BaO	—	—	—	—	0,41	—
CaO	0,84	0,39	0,69	2,01	0,15	0,04
Na <sub>2</sub> O	6,00	5,54	2,77	7,22	1,86	0,67
K <sub>2</sub> O	7,33	9,06	11,96	4,71	14,01	15,91
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> } H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> }	· 0,40	0,20 0,13	0,57 0,22	0,27 0,10	0,50	0,08 0,06
Total	99,83	100,23	99,76	100,36	100,18	100,33
Numărul de ioni în baza 32 (0)						
Si	11,761	11,82	11,749	11,529	11,831	12,023
Al	4,190	4,056	4,154	4,424	4,195	3,879
Fe <sup>3+</sup>	0,087	0,085	0,025	0,027	—	0,079
Fe <sup>2+</sup>	—	0,017	0,011	0,087	—	0,009
Mg	—	0,033	0,179	—	—	—
Ti	—	—	—	—	—	0,003
Na	2,106	1,950	0,993	2,509	0,666	0,240
Ca	0,163	0,074	0,137	0,386	0,030	0,008
K	1,692	2,096	2,820	1,077	3,305	3,749
Ba	—	—	—	—	0,030	—
Z	15,04	15,96	15,93	15,98	16,03	15,98
X	3,96	4,17	4,14	4,06	4,03	4,01
Mol%						Mol%
— Or	42,7	50,3	68,10	26,5	82,7	91,6 Or 2,0 TiOr
— Ab	53,2	46,7	24,0	61,8	16,5	6,0 Ab
— An	4,1	3,0	7,9	11,7	0,8	0,4 An
1 — Ortoză, microperit; Fredriksvärn — Norvegia (Spencer, 1937); 2 — Microclin perit; Tundra Hibir, Peninsula Kola — U.R.S.S. (Makhlacv, 1946); 3 — Sanidină, fenocristale în lavă; Kokomo — Colorado (Kracek și Neuvonen, 1952); 4 — Anortoză; M. Kenya, Kenya (Mountain, 1925); 5 — Adular; St. Gotthard — Elveția (Belyankin, 1915); 6 — Ortoză ferică (galbenă); Madagascar (Spencer, 1930).						

și are loc prin descreșterea temperaturii. O măsurare cantitativă a gradului de ordonare este dată de formula:

$$S = \sum_{i=1}^{i=4} |0,25 - Ti|_{/1,5} \cdot 100 \text{ (Mackenzie și Smith — 1961, din Barth, 1969).}$$

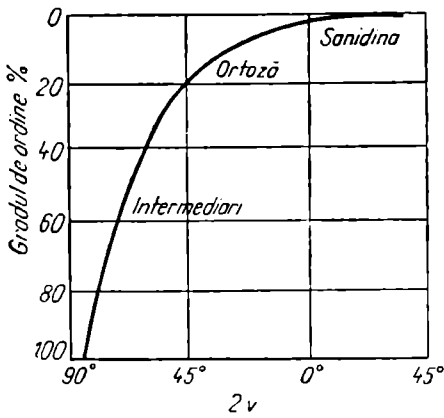


Fig. 216. Variația unghiului 2V cu gradul de ordine Al/Si în feldspații potasici (după Finley și Bailey, 1964).

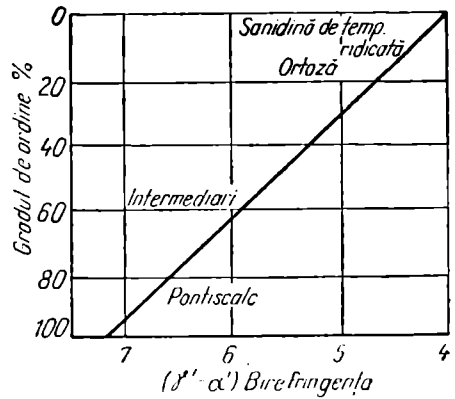


Fig. 217. Variația birefrinței în raport cu gradul de ordine Al/Si (după Hewlett, 1959).

$S=1$  pentru ordonare deplină,  $S=0$  pentru dezordonare deplină. Funcția aceasta dă procentul ordonării pentru o probă dacă se cunoaște raportul Al/Al+Si în grupurile tetraedrice, lucru realizabil dacă s-a făcut în prealabil o analiză structurală completă.

Recent s-au propus metode mai rapide pentru determinarea precisă a structurii:

1. Măsurarea oblicității folosind separarea reflexiilor (131) și ( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ): (Laves, 1952); triclinitatea  $\Delta = 12,5 (d_{(131)} - d_{(\bar{1}\bar{3}\bar{1})})$ ; pentru  $\Delta = 1$  — microclin, pentru  $\Delta = 0$  — sanidină sau a reflexiilor 131 și  $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$  (Mackenzie, 1961).

2. Măsurarea unghiului 2V. Rezultatele nu sînt perfecte, căci valoarea unghiului 2V este influențată de o serie de factori ca maclarea submicroscopică sau ordonarea incompletă (fig. 216).

3. Măsurarea birefrinței parțiale ( $\gamma' - \alpha'$ ) (fig. 217).

4. Metoda folosită de Jones (1966) care ia în considerare raportul  $c^2/b^2$  ca măsură directă a gradului de ordonare (fig. 218).

Acești parametri sînt proiectați în triunghiul de compoziție (fig. 219). Folosind funcția de triclinitate  $\Delta$  în combinație cu 2V și S ordonarea unui cristal de feldspat potasic poate fi determinată fără o analiză structurală completă.

De-a lungul laturii din stînga se află cîmpul sanidinei și ortozei, iar pe latura dreaptă este cîmpul microclinului de la intermediar pînă la maxim. Cîmpul adularului reprezintă fazele metastabile. Microclinii pot trece în cîmpul adularului dacă realizează dezordine la o încălzire rapidă (Barth).

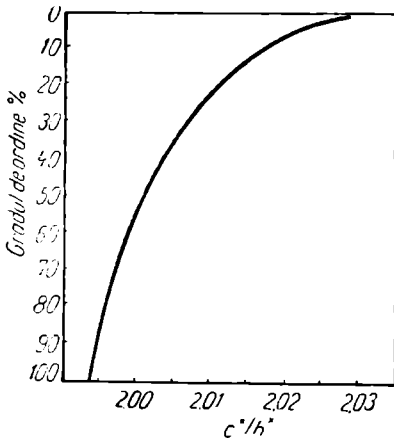


Fig. 218. Variația raportului axelor optice  $c^2/b^2$  cu gradul de ordine Al/Si (după Jones, 1966).

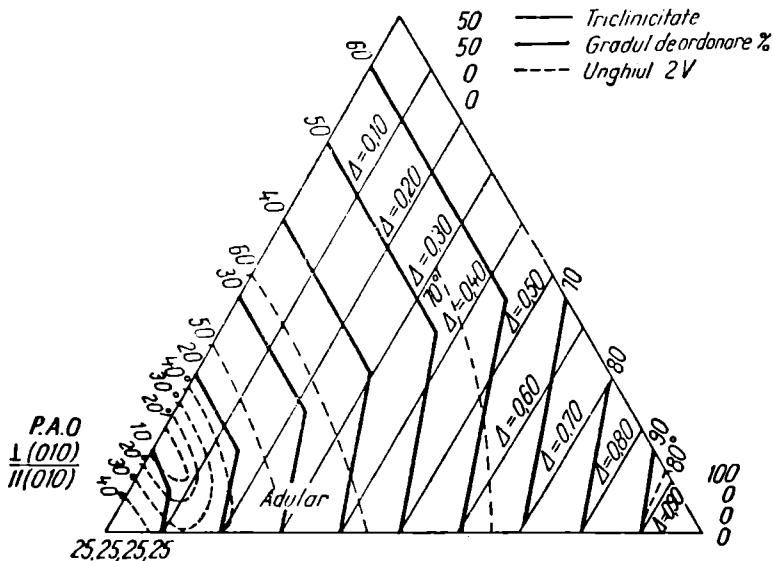


Fig. 219. Triunghiul de compoziție pentru determinarea fazei stabile a  $K[AlSi_3O_8]$ .

Trebuie reținut că nu există ortoză cu ordonare mai mare de 33%. Toate variantele cuprinse între ordonarea 33% și 67% (hipoortoză: 50, 50, 0, 0) sînt instabile. La 500° se trece la simetria triclinică obținînd o ordonare de 67% cu distribuția Al (75, 25, 0, 0) și triclinicitatea  $\Delta=0,50$  pînă la o temperatură de 400°C. Sub această temperatură ordonarea crește și la 300°C apare microclinul de maximă triclinicitate. Compozițiile feldspațiilor potasici principali, scrise sub forma ordonării distribuției Al, sînt redată astfel: sanidină înaltă (25, 25, 25, 25), hipooroză (50, 50, 0, 0), microclin maxim (100, 0, 0, 0).

**Geneză.** Ortoza este întilnită în roci eruptive acide și în parte în roci eruptive intermediare. De asemenea este prezentă în pegmatitele granitice, dar mai rar decît microclinul. În procesul pegmatitic tîrziu ortoză ca și microclinul se albitizează. Sanidina apare în roci trahitice sau alte produse vulcanice cu aciditate intermediară. Prin alterare, sub acțiunea soluțiilor de suprafață încărcate cu  $O_2$ ,  $CO_2$ , feldspații se caolinizează. Produsele reziduale ale alterării se acumulează în zona de alterare sub formă de argile caolinitice. În condițiile alterării tropicale și subtropicale se pot forma bauxite și alte produse de alterare lateritică.

**Ocurență.** În România apar sub formă de cristale idiomorfe în pegmatitele de la Tergova. Bine cunoscute sînt cristalele maclate de la Karlovy-Vary — R. S. Cehoslovacă și cele de la Baveno — Italia.

### MICROCLIN $K[AlSi_3O_8]$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic  $\bar{1}$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,6614 : 1 : 0,5570$ ;  $\alpha = 90^\circ 41'$ ;  $\beta = 115^\circ 59'$ ;  $\gamma = 87^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=8,57$ ;  $b_0=12,98$ ;  $c_0=7,22$  Å.  $Z=4$ .  
*Forme și unghiuri:* similare celor de la ortoclaz.

*Habitus:* cristale bine dezvoltate asemănătoare cu cele ale ortoclazului.

*Macle:* caracteristice sînt maclele polisintetice, după legea albitului și periclinului (cu aspectul de cadrilaj) (tab. 268). *Clivaj:* (001) perfect, (010) bun, unghiul de clivaj mai mic cu  $20'$  față de  $90^\circ$ .  $H=6-6^{1/2}$ .  $G=2,56-2,63$ .  
*Culoare:* de obicei asemănătoare cu aceea a ortozei; există și o varietate verde numită *amazonit*. Acest colorit este neuniform, fiind mai intens îndeosebi la periferia cristalelor sau se întinde în interiorul lor sub formă de vîșoare sau pe pete neregulate. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos, sidefos pe suprafețele de clivaj.

*Proprietățile optice.*  $\alpha=1,514-1,529$ ,  $\beta=1,518-1,533$ ,  $\gamma=1,521-1,539$ .  
 $\Delta=0,007-0,010$ .  $2V_\alpha=66^\circ-103^\circ$ ,  $\alpha \wedge (001)=15^\circ-20^\circ$ .

*Structură și chimism.* La feldspații triclinici cele două grupe mari sînt scindate în 4 grupe ( $T_{1(0)}$ ,  $T_{1(m)}$ ,  $T_{2(0)}$ ,  $T_{2(m)}$ ). Dacă această scindare se produce fără schimbarea distribuției Al—Si, rezultatul va fi o transformare caracteristică feldspațiilor alcalini bogăți în sodiu. Dacă scindarea produce un schimb în distribuția Al—Si, atunci are loc o transformare difuză (Laves, 1952).

Structura microclinului maxim cu formula  $K[AlSi_3O_8]$  prezintă așezarea ionilor de Al în grupa  $T_{1(0)}$  care arată pentru distanța O — cation valoarea 1,75 Å; în celelalte 3 grupări distanța O — cation este de 1,61 Å. Structura este deplin ordonată, toți ionii de Al sînt dispuși în grupele  $T_{1(0)}$ . Microclinul intermediar este mai puțin ordonat,  $T_{1(0)}$  este ocupat de Al dar acesta intră și în  $T_{1(m)}$ . (Ortoza are o dezordine parțială unde cele două grupe  $T_{1(0)}$  și  $T_{1(m)}$  se unesc într-o singură grupă  $T_1$ , iar celelalte două grupe  $T_{2(0)}$  și  $T_{2(m)}$  se unesc în grupe  $T_2$  în care aluminiu este 32% și respectiv 18%). Existența microclinilor cu valori intermediare ale triclinității este un fapt dovedit; relațiile de energie liberă, care determină stabilitatea diferiților termeni naturali intermediari, sînt greu de obținut din cauza impurităților conținute, a formării pertitelor, a condițiilor fizice existente în timpul răcirii. Studiile lui Hafner și Laves (1957) arată că microclinul încălzit ușor va conduce la o simetrie monoclinică, cu o dezordine parțială (ortoza). Prin prelungirea procesului de încălzire această ortoza devine sanidină perfect ordonată. Barth (1969) arată că șirul transformărilor este diferit dacă cristalul este încălzit sau răcit rapid sau încet în intervalele de temperatură. Cel mai comun microclin este cel cu  $2V_\alpha=80^\circ$ , cu triclinitatea  $\Delta=0,80-1,00$ .

*Ocurență.* În comparație cu ortoza, microclinul este mult mai răspîndit în rocile intruzive acide și intermediare (granite, granodiorite, sienite etc.). Este mineralul principal și în formațiunile pegmatitice. În acestea sînt foarte dezvoltate microclin — pertitele, în care separațiile de albit ca produs al descompunerii unei soluții solide sînt situate într-un cristal de microclin, care are uneori o structură în tablă de șah.

În România se întîlnește în rocile alcaline sienitice de la Ditrău, în pegmatitele din M. Lotrului — Mănăileasa, în granitele de la Tismana, din M. Retezat, de la Pricopan etc.

În U.R.S.S. se găsește în sienitele nefelinice de la Miask din Urali, iar amazonitul în M. Ilmen; în Norvegia în pegmatitele de la Sveland; în Finlanda la Kaatiala; în S.U.A. în New Hampshire etc.



Adularul este un mineral caracteristic filoanelor alpine și face parte din feldspații care se dezvoltă la temperaturi joase, avind o rețea puternic dezordonată (monoclinică sau aproape monoclinică); energia termică este insuficientă pentru a forma o structură mai ordonată. Inițial, adularul a fost considerat monoclinic; în prezent studiile optice și röntgenometrice arată că sînt posibile structuri triclinice. În același cristal s-au determinat la unele lamele proprietăți caracteristice sanidinei și la altele proprietăți caracteristice microclinului. L a v e s este de părere că materialul adularului a crescut inițial metastabil la temperaturi joase, cu o structură perfect dezordonată (sanidinică), iar mai târziu au avut loc transformări ce tind spre starea de microclin maxim. Este citat în provincia vulcanică neogenă în zăcămintele din zona Baia Mare, în provincia Iaromică la Oravița, la Cavnic în rocile andezitice și în Carpații Meridionali în filoane alpine.

ALBIT  $Na[AlSi_3O_8]$ 

Se cunosc două varietăți de feldspat sodic; albit de temperatură joasă și albit de temperatură ridicată, avind ca punct de transformare temperatura aproximativă  $450^\circ C$ . Aceste faze au fost descrise de Tuttle și Bowen (1950). Mackenzie (1957) a studiat polimorfismul  $Na[AlSi_3O_8]$ .

Albitul de temperatură joasă este analog microclinului, avind o rețea complet ordonată; ionii de aluminiu sînt grupați în  $T_{1(0)}$ . Albitul de temperatură ridicată este stabil deasupra temperaturii de  $450^\circ C$  cînd are loc dezordonarea în distribuția Al/Si. Gradul de dezordonare este o funcție a temperaturii. Albitul de temperatură ridicată nu are omolog în feldspații potasici, dezordonarea albitului de temperatură înaltă este diferită de cea care apare la ceilalți feldspați alcalini, ea apropiindu-se mai mult de cea a plagioclazelor. Albitul pur se pare că nu are modificare monoclinică, dar albitul ușor potasic poate deveni monoclinic în apropierea punctului de topire. Albitul monoclinic descoperit de P r o u s t și B a r b i e r (1908) a fost numit „*barbierit*”.

ANORTOZĂ  $(Na, K)[SiAl_3O_8]$ 

Anortoză se apropie din punct de vedere chimic mai mult de albit decît de ortoză. Dacă conține mai puțin de 10%  $K[AlSi_3O_8]$  el este denumit *analbit*. Cînd maclarea este bine dezvoltată anortoză se aseamănă foarte mult în secțiuni subțiri cu microclinul. Cantități mici de alte molecule îndeosebi de  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  sînt posibile destul de frecvent.

*Habitus*: se aseamănă cu al ortozei. Sînt deseori vizibile numai fețele (110),  $(1\bar{1}0)$  și  $(201)$ . *Macle*: frecvent de tipul Karlsbad, Baveno și Manebach. Maclarea caracteristică a anortozei este combinarea tipului albit și tipului lamelor perechi, deosebindu-se de microclin prin îngustimea extremă a benzilor de albit. Planul de maclă a tipului periclin din anortoză formează un unghi de  $75^\circ$  pînă la  $78^\circ$  cu (001) și (010). Maclarea pe o axă perpendiculară pe (201) este de asemenea prezentă. Anortoză fără lamelare multiplă este rar și greu de recunoscut. *Clivaj*: (001) perfect, (010) distinct.  $H=6$ .  $G=2,56-2,60$ . *Culoare*: asemănătoare cu cea a ortozei. *Luciu*: sticios.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,519-1,523$ ,  $\beta=1,524-1,528$ ,  $\gamma=1,527-1,529$ .  $\Delta=0,0060-0,0078$ .  $2V_\alpha=42^\circ-60^\circ$ .

Legile de maclare ale feldspatului potasic

Nume	Axul de maclă	Planul de maclă	Observații
a) <i>Maclă normale</i> Alb t Manebach Eaveno (dr) Baveno (stg) X Prisma (dr) Prisma (stg)	$\perp(010)$ $\perp(001)$ $\perp(021)$ $\perp(0\bar{2}1)$ $\perp(100)$ $\perp(1\bar{1}0)$ $\perp(110)$	$(010)$ $(001)$ $(021)$ $(0\bar{2}1)$ $(100)$ $(1\bar{1}0)$ $(110)$	se repetă; triclinic simplă } simplă, rar în plagioclazi idem
b) <i>Maclă paralele</i> Karlsbad Periclin Aclin A Aclin B Estérel Ala A Ala B	$[001]$ (axa c) $[010]$ (axa b) $[010]$ (axa b) $[010]$ (axa b) $[100]$ (axa a) $[100]$ (axa a) $[100]$ (axa a)	$(hk0)$ de regulă $(010)$ $(h01)$ secțiune rom- bică    cu b $(001)$ $(100)$ $(0k1)$ secțiune rom- bică    cu a $(001)$ $(010)$	simplă } se repetă triclinic } se repetă
c) <i>Maclă complexe</i> Albit-Karlsbad Albit-Ala B Manebach-Aclin A Manebach-Ala A X-Karlsbad X-Aclin B	$\perp c$ $\perp a$ $\perp b$ $\perp a$ $\perp c$ $\perp b$	$(010)$ $(010)$ $(001)$ $(001)$ $(100)$ $(100)$	} se repetă

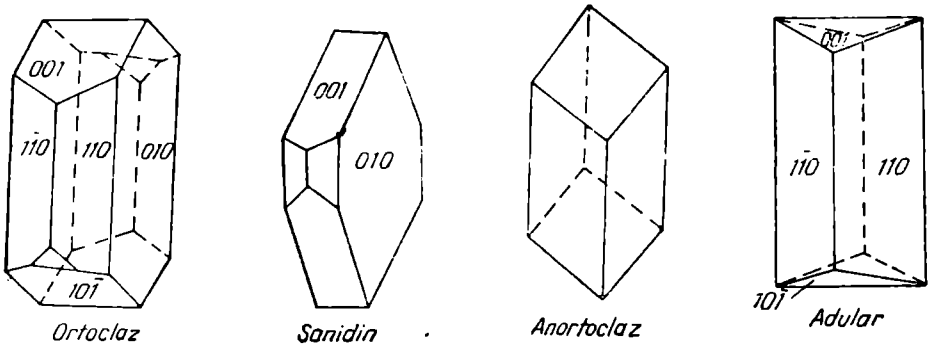


Fig. 220. Cristale de feldspați.

*Transformări.* Modul de transformare și produsele obținute se aseamănă cu cele de la albit.

*Ocurență.* Apare numai în rocile vulcanice, bogate în oxid de sodiu; este deseori concreșcut cu sanidină.

Cristale mixte între  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  și  $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  se formează numai la temperaturi ridicate. Exsoluția există la temperaturi sub  $700^\circ\text{C}$ . Cristalele mixte subrăcite persistă în stare metastabilă la temperatura camerei. Diagrama binară arată că termenul final albitic este triclinic, iar ortoza este monoclinică. Microclinul și albitul de temperatură joasă (vezi fig. 214) au aceeași structură cristalină, adică o distribuție ordonată de Al și Si ocupînd una din cele 4 grupe tetraedrice  $T_{1(0)}$ . Suprafața de deasupra microclinului prezintă structură parțial dezordonată, Al migrează în cele două grupe din cele 4 posibile tetraedrice. Prin creșterea dezordinei prin difuziune se trece la suprafața superioară reprezentînd sanidina cu structură în dezordine deplină. Albitul de temperatură înaltă este parțial dezordonat, dar felul dezordinei este diferit de cel din ortoza. Nu au loc schimburi în dezordine la linia triclinic/monoclinic, dacă ne deplasăm de la stînga spre dreapta are loc o creștere în Na cu o schimbare gradată a modelului de dezordine al sanidinei spre cel al albitului de temperatură înaltă.

Diferența apreciabilă de dimensiuni a razelor ionice K și Na face să fie remarcată o serie de cristale mixte numai în condiții speciale. O explicație posibilă ar fi aceea a modificării razelor cu temperatura. Dacă expansiunea termică a Na ar fi mai mare decît cea a K diferența de raze s-ar apropia de 15% (limita obișnuită pentru o serie completă de cristale mixte) la temperatura de  $700^\circ\text{C}$ . Deci seria de cristale mixte este stabilă numai deasupra temperaturii de  $700^\circ\text{C}$ . Ionii mari de K umplu mai bine cavitățile rețelei decît ionii mici de Na; cînd se introduc prea mulți ioni de Na structura se deranjează dar nu modifică gradul de ordonare Al/Si. Unitățile de volum și greutatea specifică sînt în funcție de natura cristalelor mixte (fig. 221).

**Proprietăți optice.** Feldspații alcalini corespunzători celor 4 serii izomorfe prezintă variații consemnate în diagrame. Diagrama din figura 222 prezintă variația lui  $2V$  în raport cu compoziția feldspaților alcalini. Ea arată limite largi pentru valorile  $2V$  și nu poate fi folosită pentru determinări riguroase

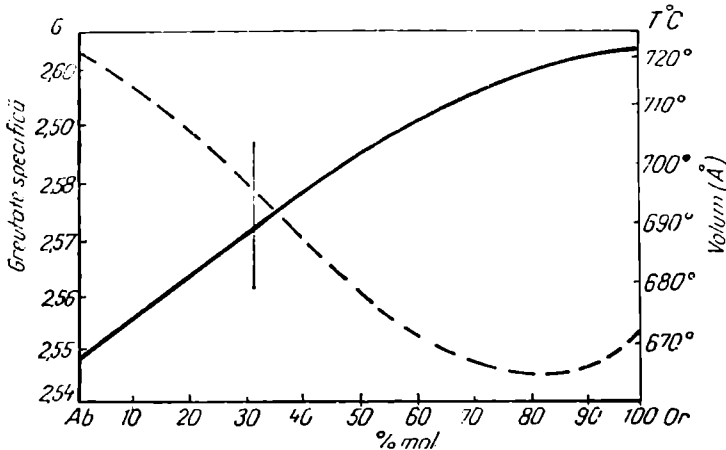


Fig. 221. Variația volumului celulei elementare în raport de proporția de Or și Ab (după Donnay, 1952).

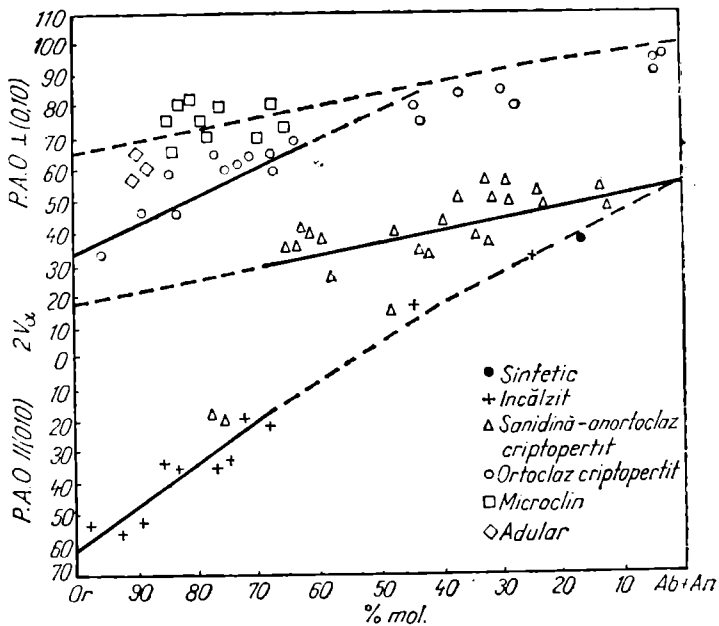


Fig. 222. Variația unghiului 2V în compoziția feldspaților alcalini.

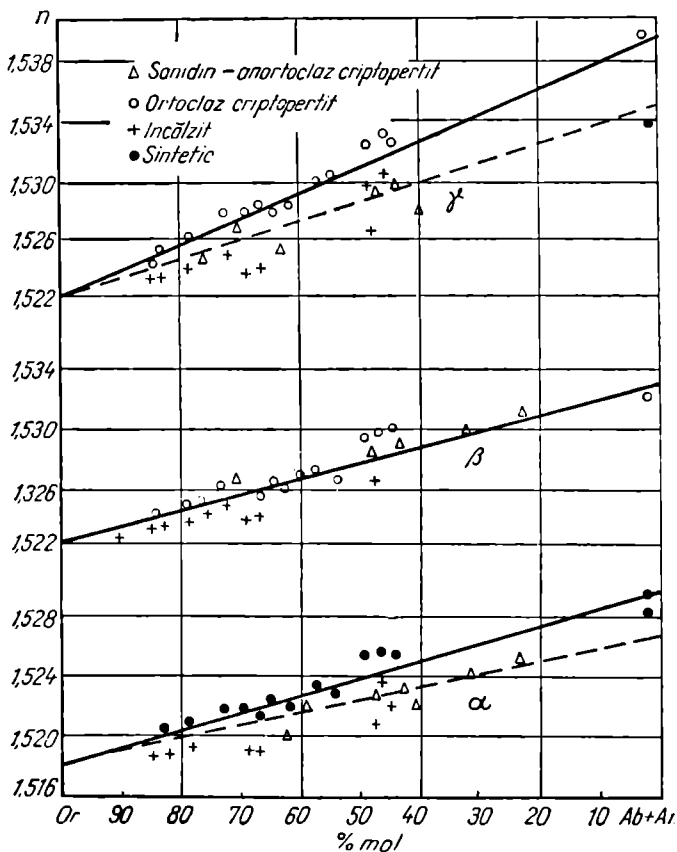


Fig. 223. Variația  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , în raport cu compoziția feldspaților alcalini.

de compoziție, servind mai mult pentru plasarea unui feldspat alcalin într-una din cele 4 serii, dacă se cunoaște aproximativ compoziția din analizele chimice sau din măsurătorile röntgenstructurale. Diagramele următoare prezintă variațiile indicilor de refracție (fig. 223) și a unghiului de extincție (fig. 224) în funcție de compoziția feldspaților alcalini. Curba indicelui de refracție  $\beta$  este asemănătoare în toate seriile feldspaților alcalini.

*Concreșterile între feldspat potasic cu plagioclazul (albit) sînt numite pertite și antipertite.*

*Pertilele* tind să caracterizeze feldspații potasici din rocile granitice. Se cunosc pertite de tip „strings”, „stringlets” și „vein”. Fișiile albitice din feldspatul potasic sînt înguste, discontinue și cu o repartizare uniformă în cristal (fig. 422, 424). Orientarea este regulată și, de obicei, se poate raporta la o direcție oblică față de direcția celor două clivaje (010) și (001). Pertitele de tipul „stringlets” și „strings” prezintă fiși foarte înguste și foarte scurte, discontinui, dezvoltate local în cristale mari de feldspat potasic. Acolo unde fișiile sînt mai alungite se poate măsura direcția lor și clivajul (001), care variază în jur de  $72^\circ$ . Apariția lor deci nu e controlată strict de direcțiile de clivaj vizibile, dar constanța orientării lor confirmă ipoteza lui Barth (1969) că direcțiile de creștere ale albitului sînt determinate de elementele cristalografice interne ale feldspatului gazdă.

*Micropertilele* au un conținut scăzut în Na, fapt evidențiat prin valorile indicilor de refracție și 2V ale feldspatului potasic.

*Antipertilele* arată feldspatul potasic, microclin intermediar și cel maxim sub formă de indivizi fini, aproape izometrici, limitați de fețe plane, paralele cu direcțiile de clivaj, cînd controlul cristalografic este vizibil (Nemec, 1967). Repartiția acestui feldspat potasic în plagioclaz este neuniformă; el poate apărea atît în zonele centrale cît și în cele marginale ale plagioclazului, legîndu-se

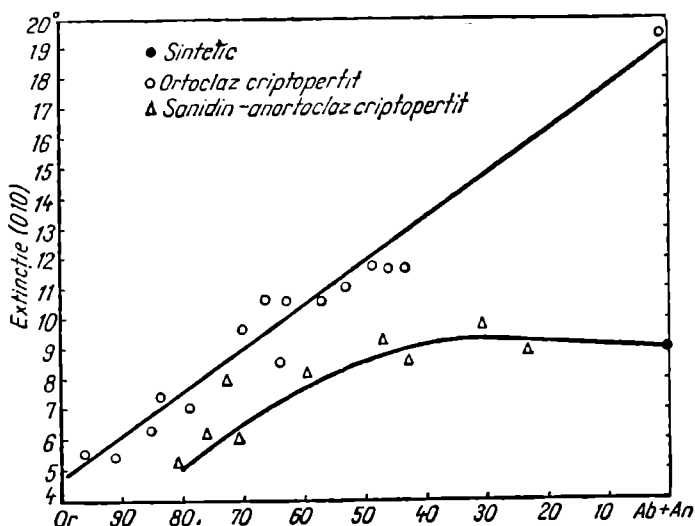


Fig. 224. Variația unghiului de extincție în compoziția feldspaților alcalini.

de cristalele framboidale de microclin din imediata vecinătate a plagioclazului. Aspectul acesta determină aprecierea că relația plagioclaz—feldspat potasic de tip antipertitic poate fi o relație de succesiune, ca un stadiu incipient de înlocuire a plagioclazului de către feldspat potasic în condiții subsolidus.

*Structurile grafice* reprezintă concreșteri ale feldspatului potasic cu cuarțul; structura prezintă caracterele tipice ale unei concreșteri grafice: caracterul „scheletiform” și „cuneiform” al cuarțului; extincția simultană a tuturor granulelor de cuarț din feldspat potasic.

Originea concreșterilor grafice este un obiect de controversă. Cei mai mulți cercetători urmează interpretarea clasică al lui Fersman (1952), după care concreșterile grafice sînt o consecință a cristalizării simultane a feldspatului și cuarțului, dintr-un mediu gazos (Simpson, 1962). Argumentele invocate pentru a sprijini ipoteza cristalizării simultane sînt relativ numeroase privind proprietățile înseși ale concreșterilor (cum ar fi proporția și poziția reciprocă a mineralelor concreșcute — Vogt, 1939) sau ocurența acestora (Mehnert, 1968). Alți cercetători însă sînt de părere că mineralele concreșcute grafic s-au putut forma succesiv, prin substituția unuia de către celălalt, de-a lungul unor zone de slabă rezistență (Schaller 1926, Wahlstrom 1939, Drescher-Kaden 1948. M. Șeclăman, E. Constantinescu, 1975).

Nu este exclus ca structurile grafice să fie poligenetice. Este posibil ca în diverse locuri ele să se fi format pe căi diferite, fapt care ar explica divergențele de opinii cu privire la originea lor.

### FELDSPAȚII PLAGIOCLAZI $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8] - \text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Feldspații sodici și calcici sînt miscibili în toate proporțiile în cristale triclinice, care sînt stabile în condiții foarte variate; ei formează o serie continuă denumită „seria plagioclazilor”; au cap de serie albitul, iar termenul final anortitul. Denumirile cele mai cunoscute ale termenilor intermediari — oligoclaz, andezin, labradorit, bytownit — sînt în funcție de raportul dintre albit și anortit — nu reprezintă acordul general în ceea ce privește limitarea precisă a acestor termeni.

*Sistemul de cristalizare:* triclinic,  $\bar{1}$ .

Tablul 269

#### Relația axială

	a : b : c	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	(001) $\wedge$ (010)
Albit Ab	0,633 : 1 : 0,558	94°31'	116°38'	87°31'	93°34'
Oligoclaz $\text{Ab}_{60}\text{An}_{20}$	0,632 : 1 : 0,553	93°31'	116°26'	89°31'	93°42'
Andezin $\text{Ab}_{60}\text{An}_{40}$	0,633 : 1 : 0,552	93°27'	116°15'	89°58'	93°50'
Labradorit $\text{Ab}_{40}\text{An}_{60}$	0,637 : 1 : 0,555	93°26'	116°6'	90°15'	93°57'
Bytownit $\text{Ab}_{20}\text{An}_{80}$	—	93°22'	116°	90°41'	94°4'
Anortit An	0,635 : 1 : 0,551	93°5'	115°54'	91°34'	94°12'

*Habitus:* de obicei tabular paralel cu (010) și uneori alungit paralel cu „a” și mai rar paralel cu „c”. Cristalele prismatice arată forme (110), (1 $\bar{1}$ 0), (201) și eventual (001). *Macle:* multiple; macla albitului, planul de macă

## Dimensiunea celulei elementare (Å°)

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	Z
Albit	8,23	13,00	7,25	4
Oligoclaz	8,16	12,90	8,13	4
Andezin	8,14	12,86	7,17	4
Labradorit	8,21	12,95	14,16	4
Bytownit	—	—	—	—
Anortit	8,21	12,95	14,16	8

(010), axul de maclă  $\perp$ (010); macla simplă Karlsbad, planul de maclă (010), axul de maclă c. *Clivaj*: (001) perfect, (010) distinct.  $H=6-6^{1/2}$ ,  $G=2,61-2,76$ .  $F=1\ 100^\circ$  — albitul;  $1\ 550^\circ$  — anortitul. *Culoare*: în general alb sau slab colorați în galben, roz, verde, negru. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticios, perlat pe suprafețele de clivaj.

Tabelul 271

## Proprietățile optice

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\Delta$	2V
Albit	1,5250	1,5200	1,5360	0,011	$\gamma\ 71^\circ$
Oligoclaz	1,5585	1,5428	1,5465	0,008	$\alpha\ 86^\circ$
Andezin	1,5500	1,5533	1,5570	0,007	$\gamma\ 89^\circ$
Labradorit	1,5398	1,5629	1,5678	0,008	$\gamma\ 77^\circ$
Bytownit	1,5670	1,5720	1,5760	0,009	$\alpha\ 83^\circ$
Anortit	1,5755	1,5832	1,5885	0,013	$\alpha\ 77^\circ$

*Proprietăți optice*. Toți feldspații plagioclazi sînt incolori în secțiuni subțiri și sînt minerale biaxe. Majoritatea au un unghi optic mare al cărui semn este fie pozitiv fie negativ. Refringența este mică, iar birefringența este slabă cu excepția anortitului unde este o birefringență moderată. Orientarea optică este deosebită și este extrem de importantă atunci cînd facem determinarea tipului de feldspat.

Tabelul 272

## Unghiurile de extincție ale feldspaților plagioclazi

Orientarea Termenul	$\parallel$ /(001) $b \wedge \beta$	$\parallel$ /(010) $e / \beta$	$\alpha$		$\gamma$		$\beta$
			$b / \gamma$	$e / \gamma$	$b \wedge \beta$	$e \wedge \beta$	$b \wedge \beta$
Albit	+ 4°	+ 20°	+ 71°	+ 13°	+ 2°	+ 21°	+ 1°
Oligoclaz	+ 1°	+ 4°	- 84°	- 9°	- 3°	- 3°	0°
Andezin	- 4°	- 12°	- 75°	- 31°	- 22°	- 18°	- 8°
Labradorit	- 7°	- 18°	- 63°	- 40°	- 28°	- 30°	- 18°
Bytownit	- 17°	- 31°	- 58°	- 55°	- 40°	- 40°	- 28°
Anortit	- 40°	- 38°	- 50°	- 73°	- 62°	- 64°	- 41°

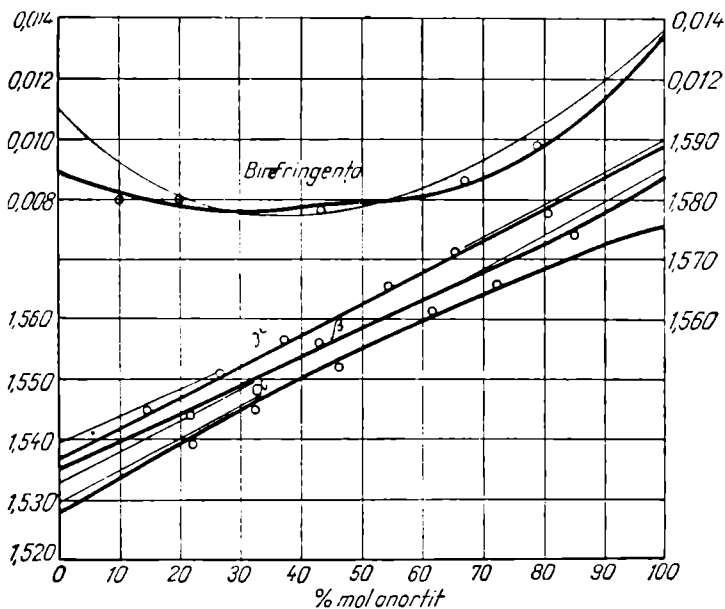


Fig. 225. Indicii de refracție și birefringența în seria plagioclazilor de temperatură joasă și ridicată. Linia subțire este caracteristică pentru plagioclazii rocilor plutonice, iar linia cu cercuri pentru plagioclazii de temperaturi ridicate (după J. R. Smith, 1957).

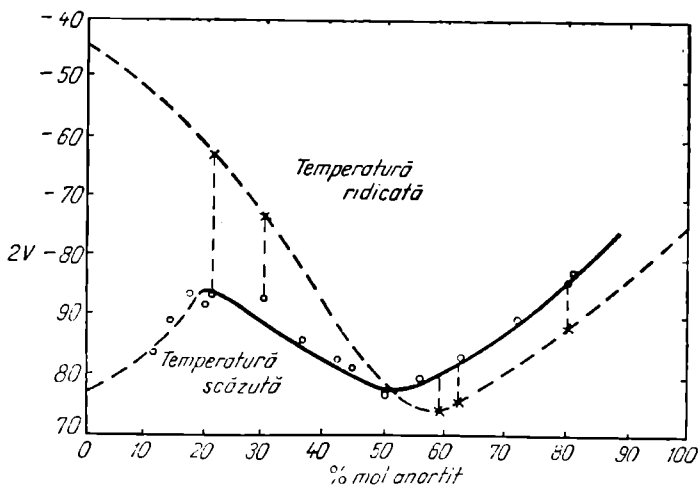


Fig. 226. Valoarea 2V pentru temperaturi joase în seria plagioclazilor (linia cu cercuri) și la temperaturi ridicate (linia întreruptă). Valoarea pentru 100% An este determinată pe un cristal sintetic (după J. R. Smith, 1956).



Indicii de refracție și, respectiv, birefringența feldspaților plagioclazi, sînt influențați de temperatura de formare. Apare evidentă această modificare în diagrama de variație în raport cu compoziția feldspaților plagioclazi (fig. 225).

Schimbări sînt înregistrate și pentru valorile 2V, în raport cu temperatura de formare (fig. 226). Sînt semnificative și diagramele de variație a unghiului de extincție legate atît de temperatura de formare cît și de raportul dintre moleculele de albit și anortit prezente în cristalul mixt (fig. 426, 427, 429).

**Chimism și geneză.** În sistemul albit-anortit mersul cristalizării este caracteristic. Să presupunem un lichid cu o compoziție  $Ab_{30}An_{70}$ ; acesta devine saturat la temperatura de  $1480^{\circ}C$ ; se formează cristale a căror compoziție este  $Ab_2An_{98}$ , mai bogate decît lichidul în componenta cu temperatura de fuziune mai ridicată. Pentru urmărirea fenomenului, diagrama (fig. 227) va trebui să cuprindă două curbe, arătînd compoziția lichidului și a cristalelor în echilibru la diferite temperaturi. Prima curbă este curba lichidus, cea de a doua curba solidus. Prin separarea cristalelor cu compoziția  $s_1$ , compoziția lichidului se modifică și temperatura la care procesul se continuă este mai scăzută; punctul reprezentativ al procesului de cristalizare se deplasează spre stînga și în jos. La temperatura  $t_2$  cristalele  $s_1$  nu mai sînt în echilibru cu lichidul  $l_2$ , compoziția de echilibru a acestora fiind  $s_2$ . Se realizează o adaptare a chimismului printr-un proces de reacții între cristal și lichid. Dacă evoluția lichidului este suficient de lentă, cristalele ating în orice moment compoziția corespunzătoare stării de echilibru cu lichidul. La temperatura  $t_3$  ultima cantitate este consumată spre a trece cristalele separate la compoziția  $s_3$  identică compoziției inițiale a lichidului. Prin cristalizare în condiții de echilibru se formează cristale mixte cu aceeași compoziție, dar nu direct, ci printr-un proces complex de reacție continuă între cristale și lichid, proces care se desfășoară într-un larg interval de temperatură.

Prin cristalizare rapidă, adaptarea compoziției chimice nu este posibilă, cristalele cresc prin depunere orientată succesivă de substanță ce corespunde diferitelor stadii atinse de lichid. Cristalele nu mai sînt în felul acesta omogene, ci zonate datorită fracționării procesului de cristalizare. Zonele interne au un conținut mai ridicat în anortit decît al lichidului original. Temperatura  $t_3$  determinată de intersecția curbei solidus cu isofleta, nu mai este temperatura finală de cristalizare, deoarece, în condițiile cristalizării fracționate, rămîne încă lichid bogat în albit. Prin zonare, intervalul de cristalizare se mărește, extinzîndu-se chiar pînă în vecinătatea temperaturii de fuziune a albitului. Cristalizarea fracționată dă lichide reziduale foarte albitice, fapt de o importanță petrogenetică deosebită.

Plagioclazii sînt cei mai răspîndiți din grupa feldspaților și se găsesc în majoritatea rocilor eruptive. Este caracteristic faptul că în conformitate

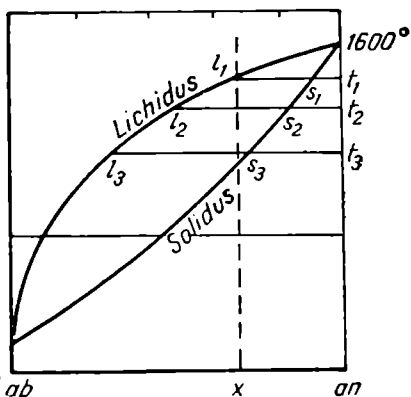


Fig. 227. Diagrama de stare în sistemul binar Ab-An.

cu gradul de bazicitate al rocii este și compoziția plagioclazu ui: în rocile bazice adică relativ sărace în silice (gabbrouri, bazalte etc.) sînt răspîndiți plagioclazii bazici bogăți în calciu, de obicei în asociație cu silicați feromagnezieni; în rocile eruptive mai acide (diorite, granite, porfire cuarțifere etc.) sînt răspîndiți ca minerale constitutive plagioclazii intermediari și acizi, deseori împreună cu feldpsați potasici și sodopotasici, cuarț etc.

Analize chimice: albit—oligoclaz de la Ditrău — România (Mauritz, 1910):  $\text{SiO}_2$  — 63,51%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 32,14%;  $\text{CaO}$  — 2,65%;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 10,13%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 1,00%;  $\text{H}_2\text{O}$  — 0,62%.

Analize chimice: andezin—labradorit zonat cu 30—58% An din diorit porfiric din Munții Călimani, Vf. Haitei, România (Nichta, 1940):  $\text{SiO}_2$  — 56,74%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 26,84%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,48%;  $\text{FeO}$  — 0,12%;  $\text{CaO}$  — 8,60%;  $\text{MgO}$  — 0,28%;  $\text{Na}_2\text{O}$  — 6,26%;  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,37%;  $\text{H}_2\text{O}^+$  — 0,06%;  $\text{H}_2\text{O}^-$  — 0,08%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 0,04%.

În pegmatitele legate genetic de granite și în general în rocile intruzive alcaline se întîlnesc plagioclazii acizi, mai ales albitul, care se dezvoltă în cea mai mare parte mai tîrziu pe cale metasomatică sub formă de mase granulare fine, mai ales pe contul feldspaților potasici și sodici. Plagioclazii bazici sînt cunoscuți numai în pegmatitele rocilor intruzive bazice (gabbrouri) care se întîlnesc rar.

Prin procesul de metamorfism regional, în timpul formării șisturilor cristaline și al filoanelor de tip alpin se dezvoltă mai ales albitul.

*Transformări.* Sub acțiunea apelor de infiltrație, care conțin  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , acizi humici etc., plagioclazii se descompun. Alcaliile și elementele alcalino-terose sînt levigate deseori total, restul regroupindu-se în mineral argilos.

*Ocurență.* Cristale frumoase de labradorite sînt întîlnite în U.R.S.S., în regiunea Jitomir din Ucraina; în Norvegia la Longismud; în Italia la Monte Rosi — Etna; în Finlanda la Ojamo. Anortitul se găsește în Italia la Monzoni; în India la Madras; în Japonia la Miynk etc. Albitul se găsește la Schmirn în Tirol; în Elveția la Bristenstock și Scopi; în insula Elba; în Pirinei etc.

### Feldspați cu bariu

**CELSIAN**  $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$   
**HYALOFAN**  $\text{BaK}_2[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,658 : 1 : 0,549$ ; celsianul:  $\beta = 115^\circ 2'$ , hyalofanul:  $\beta = 116^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* celsianul:  $a_0 = 8,627$ ;  $b_0 = 13,045$ ;  $c_0 = 2 \times 7,204$  Å.  $Z = 8$ ; hyalofanul:  $a_0 = 8,52$ ;  $b_0 = 12,95$ ;  $c_0 = 7,14$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale prismatice scurte, cu fețe prismatice proeminente ca la adular. *Macle:* Karlsbad, Manebach, Baveno.  $H = 6 - 6\frac{1}{2}$ .  $G$  pentru celsian 3,10—3,39, pentru hyalofan 2,58—2,82. *Clivaj:* (001) perfect, (010) bun, (110) slab. *Culoare:* alb, uneori galben-slab. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.

*Proprietăți optice.* Proprietățile optice variază în funcție de conținutul în molecule de celsian (fig. 438).

Celsianul:  $\alpha = 1,579 - 1,587$ ,  $\beta = 1,583 - 1,593$ ,  $\gamma = 1,588 - 1,600$ ,  $\Delta = 0,009 - 0,013$ ,  $2V\gamma = 83^\circ - 92^\circ$ ,  $\alpha \wedge c = 3 - 5^\circ$ . P.A.O. || (010),  $\beta = b$ .

## Analize chimice ale feldspaților de bariu

	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	61,17	44,6	38,48	35,1	33,01
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	urme
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,35	33,0	23,61	26,8	27,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0,60	—	0,28
FeO	—	—	—	—	—
MnO	—	—	2,67	—	urme
MgO	—	—	0,97	—	0,14
BaO	3,89	5,7	25,50	35,8	38,53
CaO	—	14,0	0,85	—	0,06
Na <sub>2</sub> O	2,92	2,0	1,85	—	0,15
K <sub>2</sub> O	11,52	0,7	5,10	2,3	0,54
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	—	}0,98	—	0,05
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—		—	—
Total	99,85	100,0	100,61	100,0	99,92
Numărul ionilor în baza 32 (0)					
Si	11,512	8,537	—	8,441	8,112
Al	4,515	7,456	—	7,600	7,868
Fe <sup>3+</sup>	—	—	—	—	0,052
Ti	—	—	—	—	—
Mg	—	—	—	—	0,052
Fe <sup>2+</sup>	—	—	—	—	—
Mn	—	—	—	—	—
Na	1,065	0,736	—	—	0,070
Ca	—	2,872	—	—	0,016
K	2,766	0,170	—	0,705	0,169
Ba	0,287	0,428	—	3,373	3,710
Z	16,03	15,90	—	16,040	16,030
X	4,12	4,10	—	4,080	4,020
Mol % Cn	7,0	10,2	49,8	82,7	92,4
Or	67,2	4,1	32,4	17,3	4,2
Ab	25,8	17,5	17,8	—	1,7
An	—	68,2	—	—	1,7
<p>1 — Hyalofan (cu mangan) depozite; Otjosondu, Namibia (V e r m a s, 1953); 2 — Feldspat plagioclaz cu bariu; Broken Hill — New-South Wales (N o c k o l d s și Z e i s, 1933); 3 — Kasoit (celsian cu potasiu?); Mina Kaso, 25 km V de Utunomyia Toliki — Japonia (Y o s i m u r a, 1936); 4 — Celsian; Broken Hill — New-South Wales (S e g n i t, 1946); 5 — Paracelsian; Mina Benallt, Rhiw, Peninsula Lley, Caernarvonshire (S p e n c e r, 1942).</p>					

Hyalofanul:  $\alpha = 1,520 - 1,542$ ,  $\beta = 1,524 - 1,545$ ,  $\gamma = 1,526 - 1,547$ ,  $\Delta = 0,005 - 0,010$ ,  $2V_\gamma = 101^\circ - 132^\circ$ ,  $\alpha \wedge a = 0 - 20^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ ,  $\gamma = b$ .

Orientarea optică a hyalofanului este asemănătoare cu cea a adularului. planul axelor optice este perpendicular pe (010) și  $\gamma$  paralel cu axul „b” al cristalului. La celsian planul axelor optice este paralel cu (010) și  $\beta$  este paralel cu b.

*Chimism.* Din punct de vedere chimic celsianul este un alumosilicat de bariu. În compoziția chimică sînt prezente molecule de anortit. *Kasoitul* este descris ca un mineral de tip celsian cu potasiu. *Paracelsianul* este modificarea pseudorombică, compoziția chimică fiind aceeași cu a celsianului;  $a : b : c = 0,947 : 1 : 0,896$ ;  $a_0 = 8,58$ ;  $b_0 = 9,58$ ;  $c_0 = 9,08$  Å.  $Z = 4$ ,  $\beta = 90^\circ$ ; indicii de refracție:  $\alpha = 1,571$ ,  $\beta = 1,584$ ,  $\gamma = 1,587$ .

Pînă în prezent nu s-au descoperit toți termenii care reprezintă această serie. Hyalofanul conține pînă la 35%  $Ba[Al_2Si_2O_8]$ , fiind de fapt termen izomorf între feldspatul potasic și celsian, cu formula teoretică  $(100 - n) K[AlSi_3O_8] - n Ba[Al_2Si_2O_8]$  la care se adaugă molecule de feldspat sodic și calcic. Celsianul prezintă un conținut în BaO care variază de regulă între 34 și 42% și se apropie prin proprietăți de ortoclaz.

*Ocurență.* Feldspatii cu bariu se întîlnesc în paragenezele depozitelor cu mangan; sînt caracteristice depozitele cu mangan din Mina Kaso, Japonia (Yosemuro, 1939). Ortoclazii care conțin în cantități mici Ba apar în roci eruptive magmatice și în zăcăminte metasomatice de contact; au fost descriși în regiunea riului Slindiduca (Baicalul de sud) în filoane de flogopit și calcit. *Celsianul* s-a întîlnit la fel ca și hyalofanul sub formă de druze, în cavități sau sub formă de vinișoare în zăcăminte metasomatice de contact la Jacobsberg (Suedia), în peninsula Carnavonshire și Wells (Anglia), Otjosondu (Namibia).

*Paracelsianul* a fost descris în mina Bennalt din Carnavonshire (Anglia).

#### BANALSIT $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$

A fost descris de Campbell Smith și col. (1944). Seamănă cu feldspatii, este rombic și prezintă structura cristalină tipică termenilor din grupa feldspatilor. În constituția mineralului, la punctul eutectic de  $1323^\circ C$  se poate include 50% molecule de  $Ca[Al_2Si_2O_8]$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,50$ ;  $b_0 = 9,97$ ;  $c_0 = 16,72$  Å.  $Z = 4$ .

$H = 6$ .  $G = 3,06$ .

Tabelul 271

#### Comparație între celsian, paracelsian și banalsit

	Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	Paracelsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	Banalsit $BaNa_2[Al_4Si_4O_{16}]$
$a_0$	8,627	$a_0$ 8,580	$a_0$ 8,50
$b_0$	13,045	[011] 9,583	[011] 9,97
$c_0$	14,408	[011] 9,080	[011] 16,72
$\beta$	$99^\circ$	$\beta$ $90^\circ$	$\beta$ $90^\circ$
$\alpha$	$90^\circ$	[011] $\wedge$ [011] $93^\circ 6'$	[011] $\wedge$ [011] $100^\circ$

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Sistem	Structură
Celsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	8,627	13,045	$2 \times 7,20$	—	$115^\circ 2'$	—	mono- clinic	feldspat
Hyalofan $BaK_2[Al_4Si_4O_{16}]$	8,52	12,950	7,11	—	$\approx 116^\circ$	—	idem	idem
Paracelsian $Ba[Al_2Si_2O_8]$	8,58	9,583	9,08	—	$\approx 90^\circ$	—	idem (pseudo- rombic)	danbu- rit
Banalsit $BaN a_2[Al_4Si_4O_{16}]$	8,50	9,970	16,72	—	—	—	rombic	danbu- rit
Danburit $Ca[B_2Si_2O_8]$	7,72	8,750	8,01	—	—	—	rombic	danbu- rit
Sintetic $Ba[Al_2Si_2O_8]$	5,25	—	7,84	—	—	—	hexago- nal	—
Anortit $Ca[Al_2Si_2O_8]$	8,177	12,877	7,08	93,17	$115,85^\circ$	$91,22^\circ$	triclinic	feldspat
Sintetic $Ca[Al_2Si_2O_8]$	8,220	8,600	4,83	—	—	—	rombic	—
Sintetic $Ca[Al_2Si_2O_8]$	5,100	—	$2 \times 7,36$	—	—	—	hexago- nal	—
Ortoză $K[AlSi_3O_8]$	8,562	12,996	7,193	—	$116,02^\circ$	—	mono- clinic	feldspat

**DANBURIT**  $Ca[B_2Si_2O_8]$ 

Sistemul de cristalizare: rombic.

Relația axială:  $a : b : c = 0,919 : 1 : 0,882$ .

Dimensiunea celulei elementare:  $a_0 = 7,72$ ;  $b_0 = 8,75$ ;  $c_0 = 8,01$  Å.  $Z = 4$ .

Habitus: cristale deseori prismatice. Clivaj: (001) foarte slab.  $H = 7-7,5$ .  
 $G = 3,0$ .

**Proprietăți optice (măsurate în Li și Na)** Tabelul 276

	Li	Na
$\alpha$	cca 1,626	1,630
$\beta$	1,630—1,634	1,633—1,637
$\gamma$	cca 1,633	cca 1,636
$\Delta$	0,007	0,006
$2V_\alpha$	cca $88^\circ$	cca $88^\circ$

Planul axelor optice este fața (001), iar  $\alpha = a$ .

*Ocurență.* A fost găsit în dolomite la Danbury (S. U. A.), la Obira (Japonia), la mina Sirena (Mexic), la Maharitra (Madagascar).

## B. Grupa feldspatoizilor

**NEFELIN**  $\text{Na}_3\text{K}[\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]$  sau  $\text{Na}_3\text{K}[\text{AlSiO}_4]_4$

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,839$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0 = 10,0$ ;  $c_0 = 8,4$  Å.  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale în prisme simple hexagonale sau tabulare, scurt-colum-nare; dezvoltare mai mare o are prisma (1010), pinacoidul (0001) și fețele de bipiramidă (10 $\bar{1}$ 1). *Macle:* (10 $\bar{1}$ 0), (33 $\bar{6}$ 5), (11 $\bar{2}$ 2); suprafețele de asociere sînt neregulate, evidențierea lor făcîndu-se prin figurile de coroziune și striatiunea fețelor. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 0), (0001) slab. *Culoare:* incolore, mai frecvent alb-cenușiu sau cenușiu cu o nuanță gălbuie, brun, roșietic, verzui. Varietățile tulburi, de culoare deschisă, larg cristalizate sau compacte sînt numite *eleolit*. *Luciu:* sticlos pe suprafețele cristalelor, gras în spărtură. *Urmă:* albă.  $H = 5\frac{1}{2}$ –6.  $G = 2,560$ –2,665.

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,526$ –1,542,  $\omega = 1,529$ –1,546,  $\Delta = 0,003$ –0,005; uniax negativ.

*Chimism și structură.* Nefelinul conține cantități variabile de potasiu, datorită amestecului izomorf cu kalsilitul; la temperatură scăzută conține maximum 24% kalsilit. Formula teoretică a nefelinului reflectă pozițiile elementelor alcaline, evidențiindu-se preferințele potasiului. Calciul poate fi prezent în nefelinul natural. Structura este asemănătoare tridimitului cu o remarcă: substituirea siliciului prin aluminiu, care are o altă electrovalență, creează posibilitatea apariției cationilor alcalini.

*Geneză.* Formarea și stabilitatea nefelinului a fost studiată în cadrul sistemelor nefelin–silice și nefelin–albit–anortit.

a) *Sistemul nefelin–silice.* Echilibrul nefelin–silice reprezintă un sistem eutectic cu compusul intermediar albit (fig. 228). Se remarcă existența unui prim eutectic nefelin–albit și a unui al doilea eutectic reprezentat prin albit–tridimit. Topiturile nesaturate în silice se deplasează spre eutecticul nefelin–albit. Existența unui conținut mare în albit (76%) al amestecului eutectic explică tendința nefelinului de a cristaliza timpuriu ca fenocristale. Topiturile suprasaturate în silice se deplasează spre eutecticul albit–silice; cristalizarea fracționată nu poate provoca în aceste situații apariția nefelinului independent, după cum nici tridimitul nu poate să cristalizeze dintr-o topitură în care există o proporție ridicată în  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  și puțină silice.

Se pot ivi unele complicații; acestea sînt inversiunile cristobalit  $\rightleftharpoons$  tridimit (1 470°C) și existența formelor polimorfe de înaltă temperatură  $\text{NaAlSiO}_4$ . De asemenea, compozițiile nefelinului și albitului, care cristalizează în sub-sistemul  $\text{NaAlSiO}_4$ – $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ , indică schimbări de la formulele ideale; nefelinul conține un mic exces de  $\text{SiO}_2$ , pe cînd albitul are un foarte mic deficit de  $\text{SiO}_2$ .

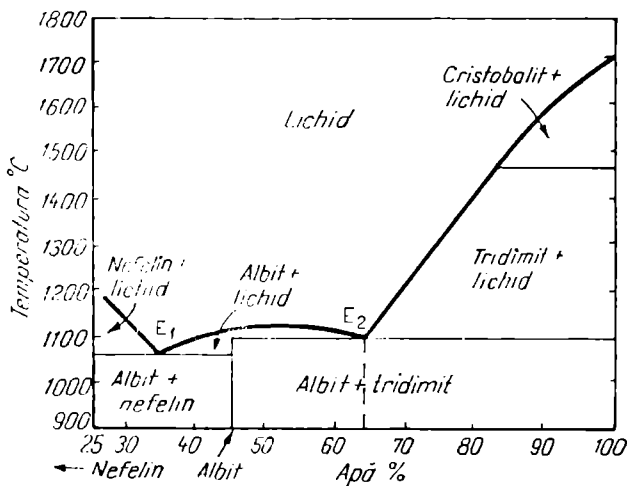


Fig. 228. Diagrama fazelor pentru o parte din sistemul nefelin-siliciu (după T. F. W. Barth).

Prezența apei în sistemul nefelin—silice aduce coborîrea curbelor de topire cu cîteva sute de grade. Eutecticul nefelin—albit este  $Ab_{72}Ne_{28}$ ,  $1068^{\circ}C$  în sistemul uscat  $Ab_{72}Ne_{28}$ ,  $870^{\circ}C$  la o presiune a apei de 1 000 bari; temperatura eutectică la 2 000 bari este  $720^{\circ}C$ .

b) *Sistemul nefelin—albit—anortit* (fig. 229). Topiturile din cîmpul plagioclazului cristalizează în mod similar cu topiturile din cîmpul corespunzător sistemului diopsid—albit—anortit, cu deosebirea că plagioclazului i se alătură, în cele din urmă, nefelin în loc de diopsid. Procesul de cristalizare fracționată duce continuu la dezvoltarea unor lichide reziduale din ce în ce mai bogate în sodiu. Concomitent, însă, proporția de nefelin în raport cu albitul scade spre valoarea minimă ( $Ab_{24}Ne_{76}$ ) fixată de eutecticul nefelin—albit.

*Ocurență.* Nefelinul este răspîndit aproape exclusiv în rocile magmatice alcaline, sărace în silice; sienite nefelinice, pegmatitele lor, fonolite etc. În rocile magmatice bogate în silice, nefelinul apare asociat albitului, iar cînd  $SiO_2$  este în exces, nu se mai întîlnește. În rocile nefelinice de adîncime este întîlnit în parageneză cu haüyn, feldpsați alcalini, hornblendă alcalină.

În România apare ca un constituent al rocilor intrusive alcaline (sienite nefelinice) în masivul Ditrău, unde a fost descris și sub numele de *eleolit*, și la Orșova unde se dezvoltă sub formă de prisme scurte idiomorfe. Au fost menționate pseudomorfoze de muscovit după nefelin (*liebenerit*), în masivul

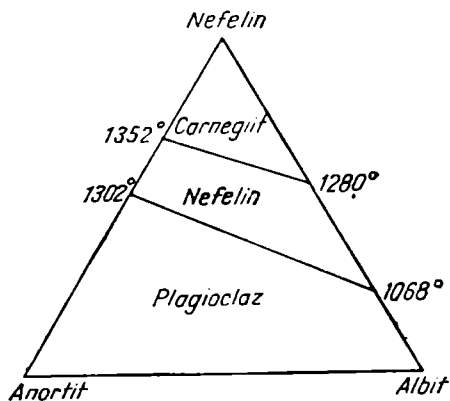


Fig. 229. Diagrama fazelor din sistemul nefelin-albit-anortit (după J. W. Greig și T. F. W. Barth).

Ditrău în sienite și pe V. Mraconia în porfire. Pseudomorfoze de *cancrin* după nefelin s-au descris în Ditrău în sienite și pe V. Mraconia în tinguait. În alte țări se găsește la Alnö și Alnunge (Suedia), în Peninsula Kola și Miask (U.R.S.S.), la Siera de Monchique (Portugalia).

#### KALSILIT $K[AlSiO_4]$

Kalsilitul reprezintă o fază a  $K[AlSiO_4]$  cu un conținut redus în Na. Se aseamănă foarte mult cu nefelinul.

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Relația axială:*  $c : a = 1,404$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 5,20$ ;  $c_0 = 8,70$  Å.  $Z = 2$ .

*Clivaj:* (1010), (0001) slab;  $G = 2,590 - 2,625$ .  $H = 6$ .

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,532$ ,  $\omega = 1,538$ ,  $\Delta = 0,06$  uniax negativ.

#### KALIOFILIT $K[AlSiO_4]$

Kaliofilitul este miscibil în toate proporțiile cu  $NaAlSiO_4$ , numai la temperaturi ridicate; poate conține aproximativ 5–20%  $NaAlSiO_4$ .

*Sistemul de cristalizare:* hexagonal.

*Relația axială:*  $c : a = 0,317$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 27$ ;  $c_0 = 8,51$  Å.

*Habitus:* cristale prismatice, groase. *Clivaj:*  $(\overline{1010})$  și (0001) slab.  $G = 2,5 - 2,7$ .  $H = 6$ .

*Proprietăți optice.*  $\epsilon = 1,537$ ,  $\omega = 1,533$ ,  $\Delta = 0,004$ ; uniax negativ.

*Kaliofilitul sintetic* se transformă într-o fază rombică la temperatura de  $1540^\circ$ . Această fază este metastabilă la temperatura obișnuită. *Dimensiunile celulei elementare* pentru faza rombică:  $a_0 = 9,00$ ;  $b_0 = 15,68$ ;  $c_0 = 8,33$  Å, iar  $G = 2,60$ . *Proprietățile optice:*  $\alpha = 1,528$ ;  $\beta = 1,535$ ;  $\gamma = 1,536$ .  $\Delta = 0,008$ ,  $2V_\alpha = 39^\circ$ . Macle de tipul aragonitului.

*Ocurență.* *Kaliofilitul* apare numai în rocile vulcanice cu un conținut mare de potasiu și un conținut mic de silice, de exemplu la Monte Somma în Italia.

#### PETALIT $Li[AlSi_4O_{10}]$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 2,298 : 1 : 2,959$ ;  $\beta = 112^\circ 44'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 11,76$ ;  $b_0 = 5,14$ ;  $c_0 = 7,62$  Å.  $Z = 2$ .

*Habitus:* cristale tabulare (010) sau alungite după axa  $a \cdot (001) \wedge (201) = 38\frac{1}{2}^\circ$ . *Clivaj:* (001) perfect, (201) bun. *Macle:* lamelare, plan comun (001).  $H = 6\frac{1}{2}$ .  $G = 2,412 - 2,422$ . *Culoare:* alb, roșu, verde și incolor în secțiuni subțiri. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticios.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,504 - 1,507$ ,  $\beta = 1,510 - 1,513$ ,  $\gamma = 1,516 - 1,523$ .  $\Delta = 0,011 - 0,017$ .  $2V_\gamma = 82^\circ - 84^\circ$ ,  $\alpha \wedge a = 2^\circ - 8^\circ$ ,  $\beta \wedge c = 24^\circ - 30^\circ$ . Probele de petalit din Elba arată trecerea la  $1000^\circ - 1100^\circ C$  în mineral uniax, iar la  $1200^\circ$  — în mineral izotrop, pentru ca la  $1370^\circ$  să formeze o sticlă cu indice de refracție egal cu 1,495 și greutate specifică 2,29.

*Ocurență.* Poate fi întâlnit în pegmatite, deseori asociat cu spodumen, turmalină etc., ca de exemplu la Maine (Peru), insula Elba, Londonderry (Australia), Somero (Finlanda), Vaaruträsk (Suedia), Karibib (Namibia).



*Sistemul de cristalizare:* dimorf, peste  $605^\circ$  cubic; sub  $605^\circ$  tetragonal.  
 $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 \approx 13,00$ ;  $c \approx 13,8$  Å.  $Z=16$ .

*Habitus:* trapezodru cubic, cristale bine dezvoltate. Forme caracteristice: (211), rar (110) și (100). Suprafața fețelor este mată; uneori se constată pe ele striațiuni de maclare. *Macle:* după (110). *Clivaj:* (110) foarte slab; deseori lipsește. *Culoare:* alb cu nuanță cenușie sau gălbuie, deseori și cenușiu, incolor în secțiuni subțiri. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.  $H=5\frac{1}{2}-6$ .  $G=2,47-2,50$ .

*Proprietăți optice.* Cristalele mici sînt de obicei izotrope, cristalele mai mari sînt slab anizotrope, structura izometrică fiind nestabilă sau metastabilă la  $600^\circ\text{C}$ . Forma izometrică externă se menține cu ajutorul unei maclări complicate pe (110). Indicii de refracție:  $\omega=1,509$ ,  $\epsilon=1,508$ .  $\Delta=0,001$ . Cristalele mai mari prezintă numeroase incluziuni de sticlă, magnetit etc., care sînt aranjate regulat, radiar sau paralel, în raport cu fețele cristalelor de leucit.

*Transformări.* Leucitul se transformă ușor, fie în analcim, fie în așa-numitul pseudoleucit, care este un agregat de albit și sericit ortoclaz și sericit sau ortoclaz și nefelin.

*Geneză.* Este un mineral magmatic tipic de temperaturi înalte, care se formează prin răcirea lavelor bogate în alcalii (îndeosebi  $K_2O$ ) și sărace în  $SiO_2$ ; din această cauză el nu se găsește în asociație cu cuarțul. Condițiile de formare și stabilitate au fost studiate în cadrul a două sisteme:

a) Sistemul leucit—silice. La presiune normală topiturile de feldspat potasic se topesc incongruent, dînd un lichid mai bogat în silice și o cantitate echivalentă de leucit cristalizat. Sistemul binar leucit—silice (fig. 230) arată momentul separării leucitului în dreptul punctului O. Pe măsură ce leucitul se răcește, se continuă cristalizarea sa, topitura urmînd curba OPR. Topitura din punctul R arată singura fază ( $1150^\circ\text{C}$ ) de echilibru a leucitului cu feldspatul potasic. Leucitul reacționează cu topitura, producînd sanidina, iar temperatura de reacție rămîne constantă. Compoziția în această etapă este

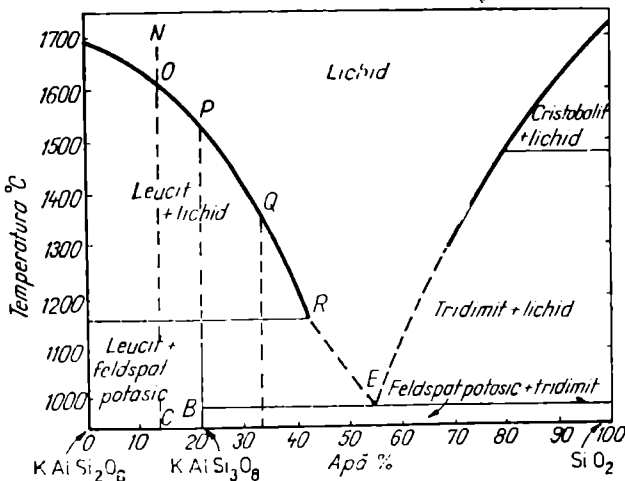


Fig. 230. Diagrama fazelor din sistemul leucit-silice (după J. F. Schairer și N. J. Bowen).

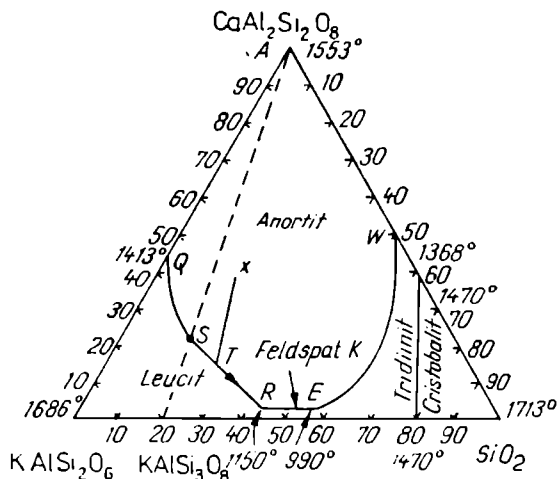
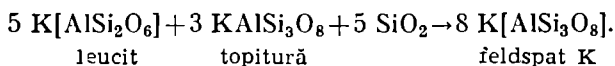


Fig. 231. Diagrama fazelor pentru sistemul anortit-leucit-silice (după J. F. Schairer și N. L. Bowen).

74% ortoclaz, 26% silice în exces, adică  $3 \text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8] + 5 \text{SiO}_2$ . Reacția poate fi scrisă sub forma:



Leucitul va fi prima fază cristalină care se separă din topiturile cu un mic exces de silice (punctul O); în această situație va rămâne o cantitate de lichid după ce întreg leucitul a fost consumat în reacția de la punctul R. Din acest moment temperatura va scădea din nou, curba urmată va fi RE, cu separare continuă de sanidină. În punctul E (eutectic) cristalizează sanidina și tridimitul, minerale care încheie procesul de cristalizare.

b) Sistemul anortit-leucit-silice (fig. 231). În zona A-QSR, anortitul este prima fază solidă care se separă. El continuă să cristalizeze pe măsură ce scade temperatura, în timp ce lichidul urmează traseul XT. La T anortitului se asociază leucit solid; cei doi compuși cristalizează împreună, în timp ce prin răcire lichidul evoluează după curba TR. La R (punct de coexistență, leucit, anortit și feldspat potasic) apare reacția leucit și topitură, reacție care se produce la temperatura constantă când leucitul trece în soluție, iar feldspatul potasic cristalizează împreună cu o mică cantitate de anortit. Reacția evoluează în funcție de poziția lui X în câmpul anortitului: 1) X se află între anortit-leucit-ortoclaz → faza lichidă se elimină; la punctul R rămâne puțin leucit, produsul final fiind anortit, puțin leucit și feldspat potasic; 2) X se află la joncțiunea anortit-ortoclaz când în R reacția încetează, leucitul și lichidul se consumă; 3) X se află la dreapta joncțiunii anortit-leucit când în R mai există ceva lichid, în momentul dispariției totale a leucitului; temperatura din acest moment scade din nou, se separă feldspat potasic și cantități minore de anortit, curba urmează direcția RE, iar la E se produce cristalizarea eutectică a anortitului, feldspatului potasic și silicei.

*Ocurență.* Leucitul se găsește în roci efuzive în U.R.S.S. pe teritoriul Armeniei, în Turkestan pe riul Ișein, în Siberia de est, apoi în Brazilia la Sao Paulo,

în S.U.A. la Magnet Cove. În cantități mari, sub formă de cristale de dimensiuni variate, se află în lăvele de pe Monte Somma (Vezuviu) la Rocca Monfina și Capo di Bove (Italia), apoi la Vancouver (Canada).

**ANALCIT**  $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Relația axială:*  $a=13,71$ .

*Dimensiunea celei elementare:*  $a_0=13,7 \text{ \AA}$ .  $Z=16$ .

*Habitus:* se întâlnește în aceleași forme ca și leucitul; mai rar în cristale cubice cu colțurile fețelor trapezoidale trunchiate. Se găsește și în mase granulare, sub formă de druze de cristale, în cavități, cruste și geode. *Clivaj:* (001) vizibil, deseori lipsește.  $H=5-5^{1/2}$ .  $G=2,24-2,29$ . *Macles:* (001), (110) lamelare. *Culoare:* alb cu nuanță cenușie, roșietic sau verzui, uneori roșu de culoarea cărnii (datorită pigmentilor de oxid de fier). *Luciu:* sticios.

*Proprietăți optice.*  $n=1,479-1,493$ .

*Structură și chimism.* Se cunosc varietăți bogate în  $\text{K}_2\text{O}$ . În analcit proporția de Na în celula elementară este de 16 Na, alternând cu moleculele de apă care se așază similar în scheletul alumosilicatului. Sodiul poate fi schimbat prin alt cation în cadrul rețelei alumosilicatului fără a se schimba structura inițială. Astfel, apar schiur bări de Na cu Li și Ag-analcit, unde dimensiunea celei variază de la 13,5; 13,6 și 13,7 Å (B a r r e r, 1957). Na poate fi schimbat și cu Cs, indicând în final o formulă similară analcitolui; este vorba de *pollucit*, mineral descris de S t r u n z (1936) și de N á r o y — S z a b ó (1938). În structura acestui mineral, Cs se așază în pozițiile caracteristice moleculelor de apă (tabelul 277).

Tabelul 277

**Schema pozițiilor moleculelor de apă și cationilor în scheletul alumosilicatului la analcit, leucit și polucit**

W	S	W	S	W	Numele	Sistem	$r_0$	$c_0$
16 H <sub>2</sub> O	16 K	16 H <sub>2</sub> O	16 K	16 H <sub>2</sub> O	potasiu-analcit $\text{KAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	cubic	13,8	—
16 H <sub>2</sub> O	16 Na	16 H <sub>2</sub> O	16 Na	16 H <sub>2</sub> O	sodiu-analcit $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	cubic	13,7	—
8 H <sub>2</sub> O 8 Cs	8 Na	8 H <sub>2</sub> O 8 Cs	8 Na	8 H <sub>2</sub> O 8 Cs	sodiu-cesiu-analcit $\text{Na}1/2\text{Cs}1/2\text{AlSi}_2\text{O}_6 \cdot 1,2 \text{H}_2\text{O}$	—	—	—
16 Cs	—	16 Cs	—	16 Cs	pollucit $\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$	cubic	13,6	—
16 K	—	16 K	—	16 K	leucit (625°C) $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$	cubic	13,4	—
16 K	—	16 K	—	16 K	leucit (sub 625°C) $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$	tetra- gonal	13,0	13,8

*Ocurență.* Ca și zeoliții, analcitul se întâlnește de obicei ca produs al activității hidrotermale de temperatură joasă, legată de ultimele faze ale proceselor magmatice. Adesea, formarea lui are loc chiar la o temperatură mai mică de 100°C. În cazuri rare se formează, după cite se pare, ca mineral primar prin cristalizarea magmei bogate în Na și H<sub>2</sub>O la o presiune mare. În rocile cunoscute

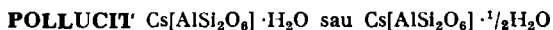
sub numele de taschenite (diabaze cu analcit) analcitul, fiind unicul aluminosilicat de sodiu, cristalizează cel din urmă.

Cristale mari transparente se găsesc în tufurile vulcanice, ca cele din insulele Ciclopilor de lângă Catania (Sicilia), în bazaltele din insulele Făröer, în Islanda, în diabaze la Bergen-Hill și la Patterson (S.U.A.), în minereul de magnetit de la Blagodot (U.R.S.S.).

În pegmatitele rocilor alcaline, bogate în sodiu (sienite nefelinice), analcitul se găsește în paragenza ultimelor minerale hidrotermale, substituind în cea mai mare parte nefelinul. Se întâlnește în pegmatitele din M. Ilmen (U.R.S.S.).

Ca neoformație, analcitul ia naștere uneori și prin procese exogene. Astfel este prezent în solurile formate pe rocile leucitice și mai rar în rocile sedimentare.

În România a fost citat la Moldova Nouă, Oravița și Ciclova Română, ca produs hidrotermal al magmatismului banatic; la Tulgheș și la Poiana, lângă Orăștie, a fost determinat ca produs al activității hidrotermale, legate de magmatismul mezozoic.



*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $4/m \bar{3} 2/m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,6 \text{ \AA}$ .  $Z = 16$ .

*Habitus:* sub formă de cristale cubice, bine dezvoltate, la care se văd combinații de forme (100) și (210). Frecvent în mase compacte. *Clivaj:* practic lipsește.  $H = 6^{1/2}$ .  $G = 2,86 - 2,90$ . *Culoare:* incolor. *Luciu:* sticlos.

*Chimism.* Compoziția chimică nu este constantă, conținutul în  $\text{Cs}_2\text{O}$  variază de regulă în jur de 30–32%. Este cunoscut amestecul izomorf între pollucit și analcit. Termenul extrem, pollucitul pur, practic nu este întâlnit în natură. În cantități mici poate să apară și  $\text{Rb}_2\text{O}$ , uneori  $\text{K}_2\text{O}$ .

*Ocurență.* Este cunoscut îndeosebi ca mineral hidrotermal și întâlnit în cavitățile miarolitice din granite și pegmatitele lor. Este legat paragenetic de silicații de litiu (petalit, lepidolit), fosfații de litiu (ambligonit) etc. În masele compacte de pollucit se observă vinișoare foarte subțiri de produse caolinoase provenite din alterarea lui. Pentru prima oară a fost determinat în granitele din insula Elba (Italia). A mai fost întâlnit în concentrații importante în zăcămintele cu lepidolit de la Karibib, Neincis și Okongava (Namibia) și de la Waaruträsk (Suedia).



*Sistemul de cristalizare:* cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 8,91 \text{ \AA}$ .  $Z = 1$ .

*Habitus:* deseori dodecaedri romboidali, mase granulare. *Macle:* (111), axul ternar fiind ax de maclă. *Clivaj:* (110) slab.  $H = 5^{1/2} - 6$ .  $G = 2,27 - 2,33$ . *Culoare:* incolor, cenușiu cu nuanță galbuie, albăstrui, mai rar albastru. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.*  $n = 1,483 - 1,487$ .

*Chimism și structură.* Formula celulei elementare este  $\text{Na}_8\text{Cl}_2[\text{AlSi}_4\text{O}_4]_6$ . În structura mineralului, ionii de Cl sînt așezați în colțurile și în centrul cubului, fiind înconjurați de ioni de sodiu coordonați tetraedric. Constituenții principali ai sodalitului rămîn Cl și Na. Calculul, în baza 21 oxigeni, arată pentru formula celulei elementare  $3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ . Există posibilitatea substituirii Na prin

conținuturi mici de K și Ca, precum și a Al prin  $Fe^{3+}$  într-o proporție foarte mică. În zona de oxidare se descompune treptat ca oricare mineral bogat în alcalii.

**Ocurență.** Sodalitul este caracteristic rocilor alcaline eruptive, atît celor plutonice cît și îndeosebi celor efuzive. O ocurență clasică pentru acest mineral este masivul alcalin de la Ditrău (România), unde apare în sienite nefelinice (ditroite).

În alte țări se întilnește în pegmatitele sienitelor nefelinice din S.U.A. de la Bancroft (Ontario), Ice River (Columbia); în U.R.S.S. la Zeravșan, (R. S. S. Tadjičă), la Mariupol, în Munții Ilmen; apoi la Cerro Sapo în Bolivia la Serra de Monchique în Portugalia.



**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,05 \text{ \AA}$ .  $Z = 1$ .

**Habitus:** mase granulare. **Macle:** (111). **Clivaj:** (110) slab.  $H = 1/2$ .  $G = 2,30 - 2,40$ . **Culoare:** cenușiu cu nuanțe verzui, gălbui sau albastrii, mai rar alb. **Luciu:** sticlos. **Urmă:** albă.

**Proprietăți optice.**  $n = 1,495$ .

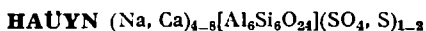
**Chimism.** Se remarcă o înlocuire limitată a Na prin Ca; substituirea Al prin  $Fe^{3+}$  este mai slabă, de regulă fierul apărînd ca impuritate mecanică. Incluziunile de minerale străine sînt destul de frecvente, iar ele imprimă cristalelor impresia unei coroziuni intense.

Tabelul 278

Dimensiunile celulelor elementare legate de chimismul mineralelor la feldspatoizi

Mineralul	Cation	Formula pentru celula elementară	$a_0$	Clasa	Referințe
Sodalit	$Na_6$	$Cl_2 [AlSiO_4]_6$	8,91	$\bar{4} 3 m$	Barth (1932)
Nosecan	$Na_6$	$SO_4$	9,05	"	idem
Haüyyn	$(Na, Ca)_{8-4}$	$(SO_4, S)_{1-2}$	9,13	"	idem
Lazurit	$(Na, Ca)_6$	$(SO_4, S, Cl)_{1-2}$	9,08	"	Strunz (1957)
Danalit	$Fe_8$	$S_2 [BeSiO_4]_6$	8,20	"	Glass și col. (1944)
Helvit	$(Mn, Fe, Zn)_4$	$S_2$	8,21 - -8,29	"	idem
Genthelvit	$Zn_8$	$S_2$	8,12	"	idem

**Ocurență.** Apare în roci alcaline eruptive, mai ales efuzive, de exemplu în lavele alcaline din insulele Canare, din insulele Capului Verde, apoi în regiunea Minusinsc (U.R.S.S.), în M. Albani (Italia).



**Sistemul de cristalizare:** cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** la haüyyn —  $a_0 = 9,13 \text{ \AA}$ ; la lazurit —  $a_0 = 9,08 \text{ \AA}$ .  $Z = 1$ .

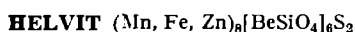
**Habitus:** mase compacte, cristale cu habitus dodecaedric sau octaedric. **Macle:** (111). **Clivaj:** (110) potrivit.  $H = 5^{1/2} - 6$ .  $G = 2,44 - 2,50$ . **Culoare:**

*haüyнул*: albastru-strălucitor, albastru ca cerul, verde, albastru sau albastru-cenușiu, mai rar galben și roșu; *lazuritul*: albastru-intens ca cerul, violet, uneori albastru-deschis sau albastru-verzui. *Luciu*: sticlos, în spărtură gras. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*.  $n=1,496-1,505$  (haüyнул),  $n=1,500$  (lazuritul).

*Chimism*. În chimismul haüyнулui putem întilni prezența Pb alături de Ca, varietate cunoscută sub numele de *röblingit*. Lazuritul conține CaO în proporție de câteva procente; acest mineral datorită culorii albastre-strălucitoare este denumit și *lapis-lazuli*.

*Ocurență*. Haüyнул a fost găsit în Italia în lavele de la Monte Somma (Vezuviu), în asociație cu nefelinul și leucitul, și în zăcămintul de lazurit de la Malo—Bistrinsk (Baical — U.R.S.S.). Lazuritul apare uneori la contactul rocilor eruptive alcaline (sienite, granite și pegmatitele lor) cu roci carbonatice; mai rar în lavele alcaline de pe Vezuviu. Cel mai mare zăcămint de lazurit semnalat de Marco Polo (1271) este zăcămintul de la Badakshan din Afganistan, format în calcare pe cale metasomatică; în U.R.S.S. se găsește la Malo—Bistrinsk, regiunea vestică a Baicalului; apoi pe Monte Somma (Italia) și în regiunea San Bernardino din California —S.U.A.



*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 \approx 8,29 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

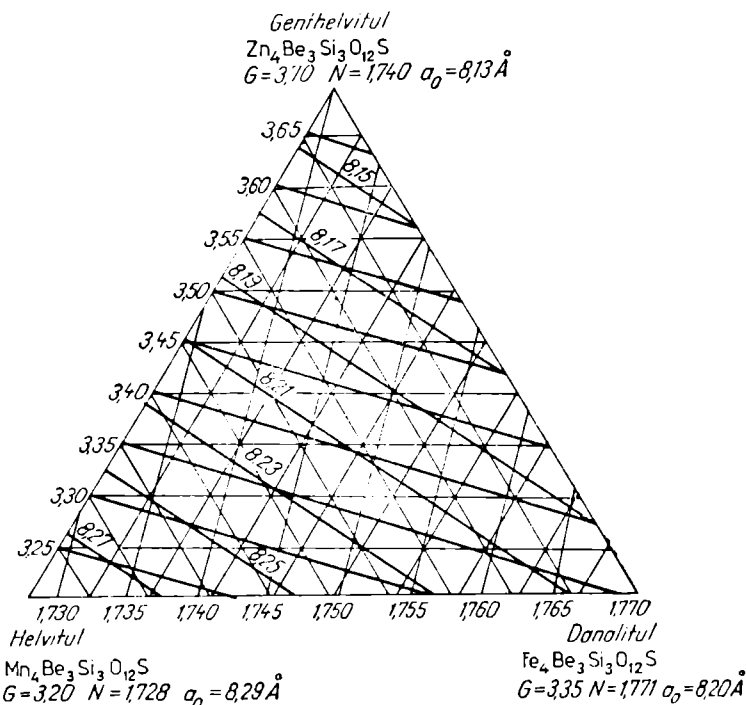


Fig. 232. Variația greutății specifice, a indicilor de refracție și a celulei elementare în grupa mineralelor helvit, danalit, genthelvit în raport cu compoziția lor (după Glass și col., 1944).

*Habitus*: cristale tetraedrice sau mase sferoidale. *Macle*: (111). *Clivaj*: (111) bun.  $H=6$ .  $G=3,20-3,41$ . *Luciu*: sticlos de smoală. *Culoare*: galben, galben-brun, roșu-brun, mai rar verde. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*.  $n=1,728-1,749$ .

*Ocurență*. De obicei apare în filoane pegmatitice în asociație cu cuarțul, albitul și amazonitul. În Norvegia a fost găsit în sienitele apgaitice din regiunea Langesundfjord; în S.U.A. în exploatările de mică de la Amelia—Court (Virginia), iar în mase importante în zonele de contact ale riolitelor și granitelor cu calcarele la Sierra și Socorro (statul New—Mexico). La noi în țară a fost citat la Căvnic și Roșia Montană.

#### DANALIT $Fe_8[BeSiO_4]_6S_2$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,20 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: mase compacte. *Clivaj*: (111) potrivit.  $H=6$ .  $G=3,28-3,41$ . *Culoare*: galben, roz, roșcat, brun, roșu; în secțiuni subțiri, roz. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*.  $n=1,749-1,770$ .

*Chimism*. În spațiile specifice Na de la sodalit apar ioni de  $Fe^{2+}$ , iar spațiile Al din structura aceluiași mineral sînt ocupate cu Be; de asemenea ionii de Cl sînt înlocuiți aici prin S.

*Ocurență*. Mineral tipic zonelor de contact, se găsește în skarne și în granite sau granite pegmatitice. Reprezintă deseori o sursă pentru beriliu. Se găsește la Rockport, Gloucester (S.U.A.), la Imalka (Transbaicalia — U.R.S.S.), la Joxjöberg (Suedia).

#### GENTHELVIT $Zn_8[BeSiO_4]_6S_2$

*Sistemul de cristalizare*: cubic,  $\bar{4} 3 m$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=8,12 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

*Habitus*: mase compacte. *Clivaj*: (111) potrivit.  $H=6\frac{1}{2}$ .  $G=3,44-3,70$ . *Culoare*: purpuriu, roz, roșu-brun; în secțiuni subțiri, roz-pal. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $n=1,740-1,746$ .

*Ocurență*. Se întâlnește în pegmatite granitice la El Paso (Colorado — S.U.A.), la Bukuru (Nigeria), în Cornwall (Anglia).

#### CANCRINIT $(Na, Ca)_{7-8}[Al_6Si_6O_{24}](CO_3, SO_4, Cl)_{1,5-2,0} \cdot 1-5 H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: hexagonal, 6.

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=12,58-12,76$ ;  $c_0=5,11-5,20 \text{ \AA}$ .  $Z=1$ .

*Relația axială*:  $a : c=1 : 0,405$ .

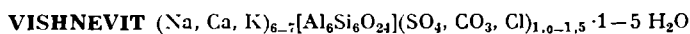
*Habitus*: rar sub formă de cristale, de regulă prismatice cu fețe de bipiramidă teșite; mase compacte; uneori sub formă de bordură în jurul cristalelor de nefelin, ca produs al transformării acestora. *Macle*: lamelare, rare. *Clivaj*:  $(10\bar{1}0)$  perfect,  $(0001)$  potrivit. *Culoare*: alb, cenușiu cu nuanțe verzui sau gălbui, uneori roz-roșietic (din cauza lamelulelor microscopice de  $Fe_2O_3$ ). *Luciu*: pe fețele de clivaj sticlos, cu reflexe sidefoase; în spărtură după diferite direcții luciul este gras.  $H=5-6$ .  $G=2,51-2,42$ .

*Proprietăți optice:*  $\omega = 1,528 - 1,507$ ;  $\epsilon = 1,503 - 1,495$ ;  $\Delta = 0,025 - 0,012$ , uniax negativ.

*Chimism.* Compoziția este variabilă; pare a fi o serie continuă între carbonat-cancrinit (unde predomină anionul  $\text{CO}_3^{2-}$ ) și sulfat-cancrinit (vishnevitul care conține anion suplimentar predominant  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Nu a fost identificat termenul pur de sulfat-cancrinit, mineral lipsit de  $\text{CO}_3$ . În compoziție mai apare K al cărui conținut crește odată cu scăderea sumei  $\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}$ .

*Ocurență.* Se formează în stadiul post-magmatic prin acțiunea soluțiilor carbonatate sau sulfatate asupra cristalelor de nefelin. La rîndul său cancrinitul suferă transformări trecînd în agregate de mică, zeoliți, carbonați.

Se găsește în masivele nefelin-sienitice din întreaga lume, iar în România în Masivul de la Ditrău.



*Sistemul de cristalizare:* hexagonal, 6.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 12,58 - 12,76$ ,  $c_0 = 5,11 - 5,20$  Å.  
 $Z = 1$ .

*Habitus:* asemănător cancrinitului, mase compacte. *Clivaj:* (10 $\bar{1}$ 0) perfect, (0001) potrivit. *Culoare:* albastru-deschis, albastru-închis, varietăți incolore. *Luciu:* sticlos.  $H = 5 - 6$ .  $G = 2,42 - 2,32$ .

*Proprietăți optice.*  $\omega = 1,507 - 1,490$ ,  $\epsilon = 1,495 - 1,488$ ,  $\Delta = 0,012 - 0,002$ . Valorile optice variază în funcție de conținuturile în  $\text{CO}_3$  și  $\text{SO}_4$ . Vishnevitul își modifică greutatea specifică și indicele de refracție pe măsură ce temperatura crește, iar numărul de molecule de apă de cristalizare se micșorează (tab. 279).

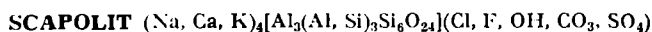
Tabelul 279

Variația greutății specifice și a indicelui de refracție cu deshidratarea vishnevitului

Temperatura °C	Pierderea $\text{H}_2\text{O}$ %	Indicele de refracție $\omega$	Greutatea specifică $\text{g/cm}^3$
15		1,489	2,328
150	3,51	—	—
200	4,99	—	—
250	5,53	—	—
300	6,01	1,174	2,310
350	6,41	—	—
400	6,61	1,472	2,308
450	6,71	—	—
500	6,71	1,463	2,306

*Ocurență.* Apare în munții Vishnevi din Urali (U.R.S.S.).

### C. Grupa scapolitului



*Sistemul de cristalizare:* tetragonal, 4/m.

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 0,623 - 0,629$ .



*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=12,075$ ;  $c_0=7,516 \text{ \AA}$  (*marialit*) și  $a_0=12,13$ ;  $c_0=7,69 \text{ \AA}$  (*meionit*) (valori pentru minerale sintetice); pentru scapolite naturale  $a_0=12,01-12,29$ ,  $c_0=7,54-7,76 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

*Habitus:* prismatic, deseori alungit, de obicei în direcția axului vertical. Cele mai răspândite forme sînt (100), (110) și (210) și fețele de bipiramidă (111), (131), (331), (101); adesea se dezvoltă sub formă de granule sau mase granulare neregulate, formînd roci scapolitice compacte. *Clivaj:* (100), (110) bun. *Culoare:* de obicei încolor; varietățile netransparente sînt colorate în cenușiu, albastru-deschis, mai rar roșu, violet, portocaliu-brun. *Luciu:* stielos, iar pe suprafețele de clivaj, sidefos.  $H=5-6$ .  $G=2,50-2,62$  (*marialit*),  $2,78$  (*meionit*).

*Proprietăți optice. Marialit:*  $\text{Na}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}] \text{Cl}$ .  $\omega=1,546-1,550$ ,  $\epsilon=1,540-1,541$ ,  $\Delta=0,004-0,008$ . Uniax negativ. *Meionit:*  $\text{Ca}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}]\text{CO}_3$ ;  $\omega=1,590-1,600$ ,  $\epsilon=1,556-1,562$ ,  $\Delta=0,024-0,037$ . Uniax negativ, dispersia moderată, orientarea  $\alpha=c$  (fig. 449). Proprietățile optice variază în raport cu compoziția chimică (fig. 450).

*Chimism și structură.* Seria scapolitului se caracterizează printr-un izomorfism continuu ca și seria plagioclazilor. Spre deosebire de seria plagioclazilor aici se remarcă prezența anionilor suplimentari, sub formă de Cl,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , uneori F și OH. Prezența acestor anioni modifică sarcina electrică a scheletului, echilibrarea realizîndu-se prin intrarea cationilor suplimentari de Na și Ca. La fel ca în seria plagioclazului, pe măsură ce variază compoziția chimică, are loc înlocuirea dintre  $\text{Na} + \text{Si} \rightleftharpoons \text{Ca} + \text{Al}$ ; în același fel există și relații reciproce între anionii de Cl, legați mai strîns de varietățile sodice și grupele  $\text{SO}_4^{2-}$  și  $\text{CO}_3^{2-}$  caracteristice varietăților bogate în Ca. Termenii extremi ai acestei serii sînt reprezentați printr-o specie minerală pur sodică numită *marialit* (Ma) și printr-o varietate pur calcică, numită *meionit* (Me). Pentru termenii cu compoziție intermediară s-a adoptat aceeași clasificare ca și pentru plagioclazi — după conținutul procentual în molecule de meionit. Structura cristalină este reprezentată prin inele complexe formate din patru tetraedri cu colțurile îndreptate alternativ în jos și în sus. Acest inel formează coloane paralele cu axul „c” al cristalului. În interiorul scheletului reticular tetraedric se găsesc spații pentru cationii Na și Ca și goluri mai mari pentru anionii Cl,  $\text{SO}_4$  și  $\text{CO}_3$ . Termenii din seria scapolitului sînt: *marialit* ( $\text{Me}_0-\text{Me}_{20}$ ), *dipir* ( $\text{Me}_{20}-\text{Me}_{50}$ ), *mizzonit* ( $\text{Me}_{50}-\text{Me}_{80}$ ) și *meionit* ( $\text{Me}_{80}-\text{Me}_{100}$ ).

Formula ideală a termenilor este  $(\text{Na}_x\text{Ca}_y)\text{Al}_{0,75x+1,5y}\text{Si}_{2,25x+1,5y}\text{O}_{24}\text{R}_{1-2}$ . Dacă  $x+y=4$  formula teoretică devine:  $\text{W}_4\text{Z}_{12}\text{O}_{24}\cdot\text{R}$ , unde  $\text{W}=\text{Ca}$  și  $\text{Na}$  (cationi principali) uneori K și foarte rar Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mn și Ti; Z este Si și Al, iar R este reprezentat prin Cl, F, OH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$  la *marialit* și  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{F}_2$  la *meionit*.

*Ocurență.* Ca produse ale proceselor pneumatolitice, scapolitele se întîlnesc în cavitățile din rocile vulcanice, sub formă de druze, de cristale încolor, bine dezvoltate. Deseori se întîlnesc în zăcămintele metasomatice de contact, la limita masivelor intrusive de roci acide și bazice cu calcarele și dolomitele. Destul de frecvent se constată fenomene de substituie a altor minerale, mai ales a plagioclazilor, prin scapolite. S-a remarcat că scapolitele au de obicei o compoziție mai bazică decît plagioclazii. Scapolitele suferă și ele transformări secundare, micle, epidotul, albitul determinînd pseudo-morfoze după scapolite. Pe seama scapolitului se formează și argile caolinoase.

Se găsesc în U.R.S.S. în M. Ilmen, în Karelia, în Peninsula Kola, apoi în Groenlanda, în Italia pe Monte Somma și Pianura, în Madagascar la Tsarasoatra, în Brazilia, în Norvegia la Odegarden și Bamlé, în Finlanda la Pargas, în Franța în Ariège, în S.U.A. în statul Massachusetts la Bolton.

În R. S. România scapolitele apar ca produs al metamorfismului de contact, legat de masivele cristaline vechi sau de magmatismul banatic. La Ditrău apar la contactul sienitelor cu rocile cristaline; în masivul Paring în calcarele dolomitice cristaline din cristalinul Lotrului. În metamorfismul de contact al magmatismului banatic scapolitul apare la Ocna de Fier fiind format prin endocontact pe seama plagioclazului în granodiorit-porfirit, apoi la Sasca Montană în skarne asociat cu pirita, la Vața-de-Jos, masivul Bihor și masivul Vlădeasa.

#### D. Grupa zeoliților

Formula teoretică  $WmZrO_{2r} \cdot s H_2O$ .

Aici intră o vastă grupă de minerale, alcătuită în esență din alumosilicați hidratați mai ales de Ca și Na, la care se adaugă Ba, Sr, K și extrem de rar Mg și Mn.

Zeoliții posedă o serie de proprietăți generale cu totul specifice (originale), determinând astfel o grupă aparte. Cercetările röntgenometrice arată că structurile lor cristaline sînt formate din rețele tridimensionale, alcătuite din tetraedri de aluminiu, siliciu și oxigen și care se deosebesc de alte structuri tridimensionale prin aceea că în ele golurile sînt reprezentate prin canale mai largi. Un asemenea schelet cristalin conține în sine molecule de apă slab legate. Prin încălzire lentă apa poate fi eliminată treptat, fără a se distruge întreaga structură cristalină. Este de remarcat că apa eliminată în felul acesta poate fi din nou absorbită ajungîndu-se pînă la cantitatea inițială sau poate fi înlocuită cu molecule ale unor altor corpuri (hidrogen sulfurat, alcool etilic, amoniac etc.), iar mediul cristalin își păstrează omogenitatea; în mod corespunzător se schimbă numai proprietățile optice. Conținutul în apă din zeoliți este deci firesc să fie o mărime variabilă, depinzînd de condițiile exterioare (temperatura și tensiunea vaporilor de apă din mediul înconjurător). Așa-numita apă zeolitică se deosebește de apa de cristalizare tocmai prin faptul că prin încălzire ea se elimină, nu prin salturi la anumite temperaturi, ci treptat.

O altă particularitate caracteristică, foarte pronunțată la majoritatea zeoliților, este ușurința cu care are loc schimbul dintre cationii mineralelor (care echilibrează sarcina negativă a scheletului anionic) și cationii din soluția cu care mineralul vine în contact. Cationii eliberați se găsesc în golurile din rețelele zeoliților, eliminarea lor făcîndu-se fără modificarea structurii cristaline. Această proprietate este folosită mai ales la utilizarea zeoliților pentru dedurizarea apelor dure.

În contrast cu structurile feldspaților, caracterizate prin structurile tridimensionale mai compacte, în care fiecare celulă „egală“ este ocupată prin cationi în rețelele cristaline ale zeoliților, spațiile libere nu sînt integral și omogen ocupate de cationi. Comparînd analizele chimico-structurale reiese că în afara tipului de substituție a cationilor întîlnit la feldspați (de pildă

$\text{Na} + \text{Si} \rightleftharpoons \text{Ca} + \text{Al}$  sau  $\text{K} + \text{Si} \rightleftharpoons \text{Ba} + \text{Al}$ ), la zeoliți există și un alt tip de înlocuire (anume  $\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Na}_2$ ,  $\text{Ba} \rightleftharpoons \text{K}_2$  sau  $\text{Na} + \text{Ca}_2 \rightleftharpoons \text{Na}_3\text{Ca}$ ). În aceste cazuri, sarcina totală a cationilor înlocuiți este egală cu sarcina cationilor înlocuitori, aproximativ egali ca dimensiuni, deși totuși numărul ionilor este diferit; deci, scheletul mineralelor zeolitice conține o oarecare rezervă de spațiu pentru acest fel de substituție.

Prin comparație cu alumosilicații anhidri, mineralele din grupa zeoliților se caracterizează prin: duritate mai mică, greutate specifică mai mică, indici de refracție mai mici, atac chimic mai ușor la acțiunea acizilor. Majoritatea zeoliților se umflă la încălzire.

Asemănări apar în legătură cu condițiile de formare a lor. Iau naștere în procese endogene, la presiuni joase, în ultimele faze de temperaturi scăzute ale proceselor hidrotermale, aflându-se în cele mai multe cazuri alături de calcit, calcedonie, cuarț, hidrargilit și alte minerale. Zeoliții sînt întîlniți de obicei în rocile magmatice modificate hidrotermal, deseori în efuziunile scoriacee (tip Mendelstein), în bazalte (în erupțiile submarine); se găsesc de asemenea în pegmatite, unde se formează printre ultimele minerale, fie în cavități, fie pe cale metasomatică pe seama mineralelor formate anterior (feldspați, nefelin etc.), în multe zăcăminte metalifere hidrotermale și în unele depuneri actuale ale izvoarelor fierbinți.

În condiții exogene, zeoliții sînt răspîndiți de asemenea în multe regiuni. Există indicații că zeoliții se formează și în soluri.

În funcție de morfologie și structură zeoliții se împart în trei mari grupe:

1. *grupa natrolitului*, care include: natrolitul, mezolitul, scolecitul, thomsonitul, gonnarditul și edingtonitul; aspectul lor morfologic este fibros și au clivaj;

2. *grupa heulanditului*, care include: heulanditul, stilbitul și epistilbitul; se caracterizează printr-un clivaj plat și o structură legată prin mai multe plane, determinînd unghiuri drepte;

3. *grupa zeoliților*, care are o structură puternică, ce se prezintă ca un zid față de direcțiile cristalografice; aici se includ: harmotomul, philipsitul, chabasitul, gmelnitul, levyinitul, faujasitul (și analcitul). Cu o structură similară este și erionitul, dar cu o morfologie mai fibroasă.

Tablul 280

**Numărul tetraedrilor din inelele structurilor și diametrul aproximativ al canalelor determinate de acestea la diferiți feldspatoizi și zeoliți**

Mineralul	Nr. tetraedrilor din inele	Dimametrul minim al interiorului canalelor (Å)
Sodalit, noscan	4 și 6	2,2
Analcit	4 și 6	2,2
Harmonton, philipsit	4 și 8	3,2
Levynit	4, 6 și 8	2,7
Erionit	4, 6 și 8	3,6
Chabasit	4, 6 și 8	3,9
Heulandit	5, 6 și 8	—
Gmelnit	4, 6, 8 și 12	6,4
Faujasit	4, 6 și 12	9,0

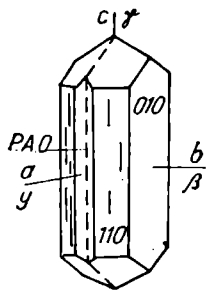


Fig. 233. Cristal de natrolit.

*Sistemul de cristalizare:* rombic (pseudotetragonal),  $m \ m \ 2$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,982 : 1 : 0,354$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 18,30$ ;  $b_0 = 18,63$ ;  $c_0 = 6,60 \text{ \AA}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* columnar, cristale simple cu forme (110) uneori (010), (100) sau (111). *Macle:* (110) și (100) iar (031) rar. *Clivaj:* (110),  $(\bar{1}10)$  aproape bun.  $H = 5$ .  $G = 2,20 - 2,26$ . *Culoare:* alb, verde, galben, roz, roșu. *Luciu:* sticlos, mase fibroase, mătășos. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,473 - 1,483$ ,  $\beta = 1,476 - 1,486$ ,  $\gamma = 1,485 - 1,496$ ,  $\Delta \approx 0,012$ .  $2V_\gamma = 58^\circ - 64^\circ$ . Orientarea  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ , P.A.O. = (010). Dispersia mare.

*Chimism și structură.* Elementul structural de bază este grupul  $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}$  format din inele de patru tetraedri cu compoziția  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  cu un tetraedru de  $\text{SiO}_4$  sau  $\text{AlO}_4$  suplimentari care alternează cu el. Aceste grupe sînt situate sub formă de lanțuri infinite paralel cu axul și se leagă unul de altul cu ajutorul colțurilor libere ale tetraedrilor de  $(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4$ . În ansamblu, patru lanțuri de acest fel se situează în jurul unui ax helicoidal. Moleculele de  $\text{H}_2\text{O}$  formează un lanț în zig-zag paralel cu axul „c”, în jurul fiecărui ax helicoidal dublu. Ionii de Na sînt înconjurați de 4 ioni de  $\text{O}^{2-}$  și de două molecule de  $\text{H}_2\text{O}$ . La fel ca la alți zeoliți, la natrolit ionii de Na se pot substitui cu alți cationi din soluțiile înconjurătoare.

*Ocurență.* Natrolitul se întilnește în geodele rocilor eruptive efuzive bazaltice. În R. S. România este întilnit ca mineral hidrotermal ca umplutură în diaclaze și în masa filoanelor metalifere legate de magmatismul vechi (Șvinița), de magmatismul mezozoic (Camena, Virghiș, Fizeș, Crăciunești, Hârțăgani, Almașu Mare) sau de cel neogen (Plopiș, Cavnic, Băiuț, Dorna-Cîndreni, Rupea).

Se întilnește în Colorado la Table Mountain; în fonolitele din Auvergne (Franța), în insulele Făr Öer, în Islanda, în pegmatitele sienitice cu nefelin din M. Ilmen și Vișnevice (U.R.S.S.), în minele de asbest de la Thetford (Canada) și la San Benito (California, S.U.A.).

**MEZOLIT**  $\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2.

*Relația axială:*  $a : b : c = 8,658 : 1 : 2,813$ ;  $\beta = 90^\circ$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 3 \times 18,9$ ;  $b_0 = 6,55$ ;  $c_0 = 18,48 \text{ \AA}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale fibroase, alungite după axul „b”. *Macle:* (100) și (001). *Clivaj:* (101),  $(10\bar{1})$  perfect.  $H = 5$ .  $G = 2,26$ . *Culoare:* incolor, alb, cenușiu sau gălbui. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* albă.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,5048$ ,  $\beta = 1,5050$ ,  $\gamma = 1,5053$ .  $\Delta = 0,0005$ ,  $2V_\gamma = 80^\circ$ . PAO = (010) — perpendicular pe alungire;  $\alpha \wedge c = 8^\circ$ .

*Ocurență.* Apare în cavități în rocile magmatice bazice. Mezolitul se deosebește de ceilalți zeoliți prin semnul  $\pm$  al alungirii și prin birefrința

foarte slabă. *Pseudomezolitul* se aseamăna cu mezolitul de care însă se deosebește din punctul de vedere al proprietăților optice. *Pseudomezolitul* nu prezintă macle, are clivaj prismatic distinct și unghi de extincție mare;  $\alpha \wedge c = 20^\circ$ . Unghiul optic este mai mic și în jurul axului „c”. Birefringența este foarte slabă, relieful negativ.

Mezolitul se întâlnește în umplutura filoanelor metalifere legate de magmatismul vechi și în diaclaze la Șvinița (R. S. România). În cavitățile rocilor bazice apare la Gates Mountain, Noua Scoție.

### SCOLECIT $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, m.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,975 : 1 : 0,345$ ;  $\beta = 90^\circ 39'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 18,52$ ;  $b_0 = 18,99$ ;  $c_0 = 6,55 \text{ \AA}$ .  $Z = 8$ .

*Habitus:* cristale prismatice subțiri, striate vertical; deseori în mase fibroase. *Macle:* (100), rareori (110) sau (101). *Clivaj:* (110), (110) aproape perfect.  $H = 5$ .  $G = 2,25 - 2,29$ . *Luciu:* sticlos. *Culoare:* incolor sau alb.

*Proprietăți optice:*  $\alpha = 1,507 - 1,513$ ,  $\beta = 1,516 - 1,520$ ,  $\gamma = 1,517 - 1,521$ ,  $\Delta \approx 0,007$ ,  $2V_\alpha = 36^\circ - 56^\circ$ ,  $\alpha \wedge c = 18^\circ$ ,  $\text{PAO} \perp (010)$ .

*Transformări.* Scolecitul se transformă în *metascolecit* la o temperatură de  $200 - 250^\circ\text{C}$  când se produce o pierdere de aproximativ  $8 \text{ H}_2\text{O}$  (din  $24 \text{ H}_2\text{O}$  în U.C.). *Metascolecitul* cu  $16 \text{ H}_2\text{O}$  per unitatea celulară are pe  $a \perp$  pe (010),  $\gamma \wedge c = 18^\circ$ ,  $2V_\alpha = 65^\circ$ .  $n = 1,505$ ,  $\Delta = 0,010$ .

*Ocurență.* Scolecitul apare în cavități în bazalt și de asemenea în șisturi și la zonele de contact. Se deosebește de natrolit prin extincția înclinată și alungirea negativă, de thomsonit prin birefringența sa mai slabă, extincția înclinată și alungirea negativă, de mezolitul prin birefringența mai ridicată, unghiul de extincție mai mare și alungirea negativă, iar de stilbit prin unghiul de extincție mai mare.

Se găsește în cavități în bazaltele de la Table Mountain (Colorado, S.U.A.), în sienite nefelinice în M. Vișnevice, (Caucazul de nord, U.R.S.S.), în Islanda și la Poono la SE de Bombay (India).

### THOMSONIT $\text{NaCa}_2(\text{Al, Si})_5\text{O}_{10} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic-pseudotetragonal,  $m \ m \ 2$ .

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,993 : 1 : 1,007$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,07$ ;  $b_0 = 13,09$ ;  $c_0 = 2 \times 6,63 \text{ \AA}$ .  $Z = 4$ .

*Habitus:* cristale cu habitus prismatic pînă la fibros, striate vertical; de obicei sînt lamelare, paralel cu (010), deseori radiare. *Macle:* (110). *Clivaj:* (010) perfect, (100) bun.  $H = 5 - 5\frac{1}{2}$ .  $G = 2,10 - 2,39$ . *Culoare:* incolor, alb, galben, roz; incolor în secțiuni subțiri. *Luciu:* sticlos. *Urmă:* albă.

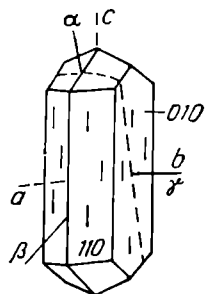


Fig. 234. Cristal de scolecit.

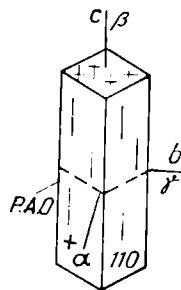


Fig. 235. Cristal de thomsonit.

**Proprietăți optice:**  $\alpha=1,497-1,530$ ,  $\beta=1,513-1,533$ ,  $\gamma=1,518-1,544$ ,  $\Delta=0,006-0,015$ ,  $2V_\gamma=42^\circ-75^\circ$ ,  $\alpha=a$ ,  $\beta=c$ ,  $\gamma=b$ . PAO=(001). Odată cu scăderea conținutului în apă scade valoarea indicelui de refracție.

**Transformări.** Prin încălzire thomsonitul își pierde apa și în același timp asistăm la o scădere a valorii indicilor de refracție cu aproximativ 0,001 pentru fiecare  $100^\circ$  pînă la  $300^\circ$ . Thomsonitul suferă o inversiune la o temperatură care variază cu compoziția; la temperaturi ridicate trece în *metathomsonit*, care are planul axelor optice paralel cu (100). *Gonnarditul* este de fapt un metathomsonit stabil la temperatura normală.

**Ocurență.** Thomsonitul este asociat cu alți zeoliți, cu prehnitul în cavitățile din rocile magmatice bazice; se diferențiază față de ceilalți zeoliți prin extincția sa paralelă și prin semnul  $\pm$  al alungirii.

Se găsește în cavitățile din bazaltul de la Cignot, Franța.

#### GONNARDIT $\text{Na}_2\text{Ca}[(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{10}]_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic-pseudotetragonal,  $m \ m \ 2$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 1,000 : 1 : 0,498$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=13,38$ ;  $b_0=13,38$ ;  $c_0=6,66 \text{ \AA}$ .  $Z=2$ .

**Habitus:** de obicei fibros.  $H=5$ .  $G=2,30$ . **Culoare:** alb. **Urmă:** albă.

**Luciu:** stictos.

**Proprietăți optice.**  $\alpha=1,497-1,506$ ,  $\gamma=1,499-1,508$ ,  $\Delta \approx 0,002$ , aproape identic cu *metathomsonitul*,  $2V_\alpha=50^\circ$ ,  $\alpha=c$ . Se transformă în zeolit cu alungire negativă sau thomsonit. Apare în cavitățile din bazalte.

**Ocurență.** A fost găsit la Table Mountain, Colorado, S.U.A.

#### EDINGTONIT $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic,  $2 \ 2 \ 2$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,987 : 1 : 0,673$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=9,60$ ;  $b_0=9,60$ ;  $c_0=6,54 \text{ \AA}$ .

$Z=2$ .

**Habitus:** cristale prismatice pseudotetragonale, piramidale.

**Clivaj:** (110) și  $(1\bar{1}0)$ .  $G=2,7-2,8$ . **Culoare:** alb, cenușiu, roz; incolor în secțiuni subțiri. **Urmă:** albă. **Luciu:** stictos.

**Proprietăți optice:**  $\alpha=1,541$ ,  $\beta=1,553$ ,  $\gamma \approx 1,557$ .  $\Delta=0,015$ ,  $2V_\alpha=54^\circ$ ,  $\alpha=c$ ,  $\beta=b$ ,  $\gamma=a$ , PAO=(010).

**Ocurență.** Împreună cu thomsonitul și cu analcitul apare în umplutura filoanelor de la minele Böhl (Suedia).

#### HEULANDIT $(\text{Ca}, \text{Na}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic-pseudomonoclinic,  $2/m$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,418 : 1 : 0,891$ ;  $\beta=91^\circ 26'$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0=15,85$ ;  $b_0=17,84$ ;  $c_0=7,46 \text{ \AA}$ .  $Z=4$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010) sau echidimensionale avînd un aspect rombic; agregate aproape paralele. **Clivaj:** (010) perfect.  $H=3\frac{1}{4}-4$ .  $G=2,1-2,2$ . **Culoare:** incolor, alb sau gălbui, cenușiu, cafeniu sau roșu; incolor în secțiuni subțiri.

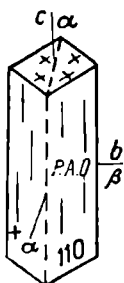


Fig. 236. Cristal de edingtonit.

**Relația între celula elementară a zeoliților din grupa heulanditului  
(după Strunz și Tennyson, 1956)**

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	$\beta$	Z
Heulandit	17,71	17,84	7,46	116°20'	4
Stilbit	13,63	18,17	11,31	129°10'	4
Epistilbit	$1/3[201]_H = 13,10$		$3/2[001]_H = 11,19$	$\beta'_H = 126°08'$	3
	8,92	17,73	10,21	124°20'	
Brewsterit	$1/3[104]_H = 9,04$		$2/3[101]_H = 10,59$	$\beta''_H = 124°24'$	2
	6,77	17,11	7,66	93°04'	

*Proprietăți optice.*  $\beta = 1,491 - 1,505$ ,  $\alpha = 1,493 - 1,503$ ,  $\gamma = 1,500 - 1,512$ ,  $\Delta \approx 0,006$ . 2V variabil, orientarea optică variabilă, PAO de regulă  $\perp$  (010). Proprietățile optice variază în funcție de conținutul în SiO<sub>2</sub> și în legătură cu numărul de molecule de apă rămase la încălzirea lentă a mineralului. Rareori apare fibros, prezintă însă un clivaj lamelar pe care bisectoarea ascuțită pozitivă este perpendiculară.

*Ocurență.* Se găsește în cavități în bazalte și în șisturi. Apare la Bornfjord (Islanda), Bombay (India) și aproape de Pigeon Bay (Ontario — Canada), apoi la Furlund (Norvegia), Andreasberg (M. Harz — R. F. Germania). La noi în țară este citat la Rimetea, Poiana, Techereu și Căprioara — Lipova.

**STILBIT** (Ca, Na<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)[Al<sub>2</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>] · 7 H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic, 2/m.

*Relația axială:* a : b : c = 0,750 : 1 : 0,623;  $\beta = 129°10'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 13,63; b<sub>0</sub> = 18,17; c<sub>0</sub> = 11,31 Å. Z = 4.

*Habitus:* cristale aplatizate, paralel cu (010) și totdeauna alungite de-a lungul lui „c”; deseori în agregate în formă de mănunchi. *Macle:* comune după (001), în formă de cruce dînd figuri pseudorombice, în întrepătrundere. *Clivaj:* (010) aproape perfect, (100) slab.  $H = 3^{1/2} - 4$ .  $G = 2,1 - 2,2$ . *Culoare:* alb sau gălbui; incolor în secțiuni subțiri.

*Proprietăți optice.*  $\alpha = 1,484 - 1,500$ ,  $\beta = 1,492 - 1,507$ ,  $\gamma = 1,494 - 1,513$ .  $\Delta \approx 0,01$ ,  $2V_\alpha = 30° - 49°$ ,  $\beta = b$ ,  $\alpha \wedge c \approx 5°$ , PAO = (010).

*Ocurență.* Apare în cavități în bazalte și alte roci; deseori în unele depozite ale izvoarelor fierbinți. Se deosebește de philipsit și harmoton prin faptul că se prezintă în agregate lamelare, prin clivajul său, prin semnul său de alungire și unghiurile de extincție. De heulandit se deosebește și prin semnul optic și orientarea optică.

Poate fi găsit în S.U.A. la Chester (Massachusetts) și la Bergen-Hill (New Jersey).

**EPISTILBIT** Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>] · 5 H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:* a : b : c = 0,419 : 1 : 0,432,  $\beta = 124°20'$ .

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 8,92; b<sub>0</sub> = 17,73; c<sub>0</sub> = 10,21 Å. Z = 3.

*Habitus*: cristale prismalice; agregate sferice, radiare. *Macle*: (100) sau (010); poate forma macle în cruce de penetrație. *Clivaj*: (010) aproape perfect.  $H=4$ .  $G=2,2$ . *Culoare*: incolor, alb sau roz; incolor în secțiuni subțiri.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,485-1,505$ ,  $\beta=1,497-1,515$ ,  $\gamma=1,497-1,519$ ;  $\Delta=0,010-0,014$ ;  $2V_{\alpha}=44^{\circ}$ ;  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c=10^{\circ}$ ; PAO=(010).

*Ocurență*. Apare deseori asociat cu stilbitul în cavitățile rocilor. Se deosebește de stilbit și mezolit prin semnul alungirii, de philipsit prin unghiurile de extincție mai mici.

Apare în cavitățile din rocile de la Poena (India), Bergen-Hill (New Jersey — S.U.A.).

#### PHILIPSIT $(1/2 \text{ Ca, Na, K})_3[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$

Sinonim: *cristianit*.

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic sau rombic,  $2/m$  sau  $2$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,702 : 1 : 0,605$ ,  $\beta = 125^{\circ}40'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=10,02$ ;  $b_0=14,28$ ;  $c_0=8,64$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: cristale prismatice aciculare, alungite după axul „c”; sferulițe. *Macle*: (001), (021), (110) de penetrație; sub formă de cruce dreptunghiulară. *Clivaj*: (010), (100) bun.  $H=4-4^{1/2}$ .  $G=2,2$ . *Culoare*: incolor, alb sau colorat în galben sau roșu. *Luciu*: sub forma unui email alb.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,483-1,504$ ,  $\beta=1,484-1,509$ ,  $\gamma=1,486-1,514$ ,  $\Delta=0,003-0,010$ ,  $2V_{\gamma}=60^{\circ}-80^{\circ}$ ,  $\alpha=b$ ,  $\beta \wedge a=46^{\circ}$  și  $65^{\circ}$ , PAO  $\perp$  (010).

*Ocurență*. Philipsitul apare în druze, în roci magmatice, este frecvent întâlnit în argile roșii; se formează în jurul izvoarelor fierbinți, asociat deseori cu chabasitul, mai rar cu thomsonitul, calcitul și apofilitul. Macleara philipsitului este foarte caracteristică.

Apare în lavelle de la Monte Somma (Vezuviu), în Sicilia, apoi la Oci Castello, în Islanda.

#### HARMOTOM $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic,  $2/m$ .

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,695 : 1 : 0,614$ ,  $\beta = 124^{\circ}50'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=9,87$ ;  $b_0=14,14$ ;  $c_0=8,72$  Å.  $Z=2$ .

*Habitus*: asemănător cu cristalele de philipsit, alungite puternic după axul „c”. *Macle*: (001), (021), (110), în formă de cruce.  $H=4^{1/2}$ .  $G=2,41-2,47$ . *Culoare*: incolor.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,503-1,508$ ,  $\beta=1,505-1,509$ ,  $\gamma=1,508-1,514$ ,  $\Delta=0,005-0,008$ ,  $2V_{\gamma}=80^{\circ}$ ,  $\gamma=b$ ,  $\alpha \wedge a=63^{\circ}$  și  $87^{\circ}$ . PAO  $\perp$  (010). Prin încălzire, valoarea unghiului de extincție crește, iar unghiul optic scade repede.

*Ocurență*. Se întâlnește în cavitățile rocilor bazaltice. Se deosebește de philipsit prin greutatea specifică mai mare și prin orientarea optică.

Apare în cavități în bazalte la Strontion (Scoția), Kingsberg (Norvegia), Rabbit Mountain (Ontario — Canada), Andreasberg (M. Harz — R.F. Germania).

#### CHABASIT $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare*: trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,086$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 \text{ hex.} = 13,8$ ;  $c_0 \text{ hex.} = 15,0$  Å.  $Z=6$ .



*Habitus*: cristale romboedrice, aproape cubice, cruste, secreții, mase compacte. *Macle*: frecvente macle de concreștere, având deseori colțuri cu 3 fețe proeminente (0001). *Clivaj*: (10 $\bar{1}$ 1) slab.  $H=4^{1/2}$ .  $G=2,05-2,10$ . *Culoare*: alb cu nuanțe roșietice sau brun. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă.

*Proprietăți optice*:  $\epsilon \approx \omega = 1,470-1,494$ .  $\Delta = 0,002-0,005$ , uniax negativ.

*Ocurență*. Se întâlnește în multe roci sub formă de geode mici, în cavitățile rotunde ale bazaltelor, ale fonolitelor și altor roci efuzive, asociat cu philipsitul și calcitul.

În România apare ca produs hidrotermal și pe diaclaze, asociat mineralizațiilor legate de șisturile cristaline (Muntele Mic), de magmatismul mezozoic (Tebea, Poiana, Techerău), de cel banatic (Moldova Nouă) și de cel neogen (Baia Mare, Bucuresci).

Se găsește în bazaltul și fonolitele din M. Boemiei, în insulele Fär Öer, la Paterson (New York — S.U.A.), apoi în Islanda în cochilii de moluște fosile, iar în depozite de izvoare fierbinți la Plombières (Franța).

#### GMELINIT (Na<sub>2</sub>, Ca)[Al<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>] · 6 H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare*: trigonal.

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 1,017$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 13,72$ ;  $c_0 = 9,95$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus*: romboedric, mase compacte. *Clivaj*: (10 $\bar{1}$ 0) bun, (0001) aproape bun. *Culoare*: alb, verde, alb cu nuanță roșietică. *Luciu*: sticlos. *Urmă*: albă.  $H = 4^{1/2}$ .  $G = 2,1$ .

*Proprietăți optice*.  $\epsilon = 1,474-1,480$ ,  $\omega = 1,476-1,494$ ,  $\Delta = 0,002-0,015$ , uniax negativ.

Se aseamănă cu chabasitul, de care se deosebește prin clivaj. Chabasitul și gmelinitul formează o serie continuă. Au posibilitatea de a-și schimba conținutul în apă, precum și în Na<sub>2</sub> și Ca, fără ca prin aceasta structura mineralului să se modifice.

*Ocurență*. Apare în amidalele din bazalte la Glenarm (Islanda) și la Bergen-Hill (New Jersey).

#### LEVYNIT Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>] · 6 H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare*: trigonal,  $\bar{3} 2/m$ .

*Relația axială*:  $a : c = 1 : 0,836$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 13,3$ ;  $c_0 = 22,5$  Å.  $Z = 9$ .

*Habitus*: cristale prismatice. *Macle*: de concreștere. *Clivaj*: imperfect. *Culoare*: incolor, colorat în roșcat sau gălbui, datorită impurităților.  $H = 4^{1/2}$ .  $G = 2,1$ .

*Proprietăți optice*.  $\epsilon = 1,491-1,500$ ,  $\omega = 1,496-1,505$ ,  $\Delta = 0,002-0,006$ , uniax negativ.

*Ocurență*. Apare în amidalele din bazalte la Table Mountain, Colorado.

#### LAUMONTIT — LEONHARDIT Ca[Al<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>] · 4-3 $\frac{1}{2}$ H<sub>2</sub>O

*Sistemul de cristalizare*: monoclinic, 2 sau m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 1,145 : 1 : 0,591$ ;  $\beta = 111^\circ 30'$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0 = 14,90$ ;  $b_0 = 13,17$ ;  $c_0 = 7,55$  Å.  $Z = 4$ .

*Habitus*: cristale prismatice, similare piroxenilor. *Macle*: (100). *Clivaj*: (010), (110) bun.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=2,2-2,3$ . *Culoare*: alb, cenușiu, gălbui; incolor în secțiuni subțiri.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,502-1,514$ ,  $\beta=1,512-1,522$ ,  $\gamma=1,514-1,525$ ;  $\Delta=0,01$ ;  $2V_{\alpha}=26^{\circ}-47^{\circ}$ . Orientarea:  $\beta=b$ ,  $\gamma \wedge c=8^{\circ}-33^{\circ}$ ; PAO=(010).

*Transformări*. Pierde ușor aproximativ 1/8 din apă, transformându-se într-o pulbere denumită *caporcianit*. Datorită schimbului de cationi, laumontitul poate pierde aproximativ 1/3 din conținutul în Ca, preluând  $K_2$  (sau  $Na_2$ ), pierdere concomitentă cu pierderea apei; în această stare poartă denumirea de *leonhardt*, iar indicii de refracție se micșorează cu cca 0,003 sau chiar mai mult.

*Ocurență*. Laumontitul apare în filoane, în șisturi, ardezii, în cavitățile rocilor magmatice. Se deosebește de philipsit prin unghiul de extincție mare și birefringența mai ridicată.

Apare în cavitățile din rocile magmatice la Peter's Point (Noua Scoție) și Bergen-Hill (New Jersey).

#### MORDENIT $(Na_2, K_2, Ca)[Al_2Si_{10}O_{24}] \cdot 7 H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic, m m 2.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,896 : 1 : 0,369$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=18,13$ ;  $b_0=20,49$ ;  $c_0=7,52$  Å.  $Z=4$ .

*Habitus*: cristale prismatice, striate vertical; agregate granulare.  $H=3-1$ .  $G=2,12-2,15$ . *Culoare*: incolor, gălbui sau roz.

*Proprietăți optice*;  $\alpha=1,472-1,483$ ,  $\beta=1,475-1,485$ ,  $\gamma=1,477-1,487$ ,  $\Delta=0,005$ ,  $2V_{\alpha}=76^{\circ}-104^{\circ}$ . Orientarea  $\alpha=c$ ,  $\beta=a$ ,  $\gamma=b$ . PAO=(100). Unghiul optic fiind variabil și mai mare poate fi negativ și adesea și pozitiv. *Ashtonitul* este o varietate cu indicii de refracție ceva mai scăzuți.

*Ocurență*. Se întâlnește în cavități în bazalte; se deosebește de heulandit prin orientarea optică și refringența mai mică.

Apare în cavități în bazaltul de la Morden (Noua Scoție) și la Hoodo Mountains (Wyoming).

#### GISMONDIT $Ca[Al_2Si_2O_8] \cdot 4 H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: rombic, 2/m 2/m 2/m.

*Relația axială*:  $a : b : c = 0,958 : 1 : 0,942$ .

*Dimensiunea celulei elementare*:  $a_0=13,68$ ;  $b_0=14,28$ ;  $c_0=10,60$  Å.  $Z=1$ .

*Habitus*: cristale pseudotetragonale produse prin maclare după (110) și (001). *Macle*: (110) și (001). *Clivaj*: (101) distinct.  $H=4$ .  $G=2,27$ . *Culoare*: incolor, alb sau cenușiu. *Luciu*: sticlos.

*Proprietăți optice*.  $\alpha=1,5308$ ,  $\beta=1,5402$ ,  $\gamma=1,5484$ ,  $\Delta=0,0176$ ,  $2V_{\alpha} = 82^{\circ}-86^{\circ}$ .

*Ocurență*. Apare în cavități în roci vulcanice, deseori alături de philipsit. Forma exterioară este caracteristică datorită maclării. În gismondit  $Ca+Al$  pot fi înlocuiți prin  $K+Si$  sau  $Na+Si$ .

#### FAUJASIT $(Na_2, Ca)_{1,75}[Al_{3,5}Si_{8,5}O_{24}] \cdot 16 H_2O$

*Sistemul de cristalizare*: cubic.

*Habitus*: cristale octaedrice. *Macle*: (111). *Clivaj*: (111) distinct.  $G=3$ . *Culoare*: incolor sau slab colorat de impurități.

*Proprietăți optice.* Izotrop. Pierderea unei cantități de apă îl face să devină anizotrop, uniax pozitiv, cu  $n=1,480$  și cu birefringența slabă. Birefringența scade prin încălzire, iar la  $150^{\circ}\text{C}$  după ce a pierdut  $12 \text{ H}_2\text{O}$  mineralul este din nou izotrop. Dacă încălzim în continuare el devine din nou uniax, de astădată negativ. Prin răcire în aer umed, mineralul preia din nou apa, iar unghiul optic se inversează.

*Ocurență.* Faujasitul apare alături de augit cu limburgite la Baden.

**FERIERIT**  $(\text{Na}, \text{K})_4\text{Mg}_2[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}](\text{OH})_2 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

*Habitus:* prismatic. *Clivaj:* (100) perfect.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=2,15$ . *Culoare:* incolor pînă la alb.

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,478$ ,  $\beta=1,479$ ,  $\gamma=1,482$ ,  $\Delta=0,004$ ,  $2V_{\gamma}=50^{\circ}25'$ .

*Chimism.* Prezintă o particularitate față de ceilalți zeoliți, conținând în constituția sa și Mg.

*Ocurență.* Apare împreună cu calcedonia în bazaltul de la Kamloop-Lake, Columbia, S.U.A.

**BREWSTERIT**  $(\text{Na}(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_5[\text{Al}_{11}\text{Si}_{29}\text{O}_{80}]) \cdot 25 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 0,405 : 1 : 0,420$ ;  $\beta = 93^{\circ}40'$ .

*Habitus:* cristale de obicei prismatice, alungite vertical, striate și aplatizate paralel cu (010). *Clivaj:* (010) perfect. *Culoare:* alb, gălbui, verzui; incolor în secțiuni subțiri.  $H=5$ .  $G=2,45$ .

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,510$ ,  $\beta=1,512$ ,  $\gamma=1,523$ ,  $\Delta=0,013$ ,  $2V_{\gamma}=65^{\circ}$ .  $\text{PAO} \perp (010)$ .  $\alpha \wedge c = \text{cca } 22^{\circ}$ .

*Ocurență.* Apare în cavități în forme de druze, în sisturi și bazalte la Strontion (Scoția) și Barèges (Franța).

**DACHIARDIT**  $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_3[\text{Al}_4\text{Si}_{18}\text{O}_{43}] \cdot 11 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Relația axială:*  $a : b : c = 2,480 : 1 : 1,370$ ;  $\beta = 107^{\circ}49'$ .

*Habitus:* cristale prismatice; aspect pseudohexagonal prin maclare. *Macle:* (110) frecvent. *Clivaj:* (100) perfect.  $H=4-4^{1/2}$ .  $G=2,165$ . *Culoare:* incolor.

*Proprietăți optice:*  $\alpha=1,492$ ,  $\beta=1,496$ ,  $\gamma=1,500$ ,  $\Delta=0,008$ ,  $2V_{\gamma}=65^{\circ}$ .  $\text{PAO} \perp (010)$ .

*Ocurență.* Apare în insula Elba.

**ERIONIT**  $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca}, \text{Mg})_{4,5}[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 27 \text{ H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* rombic.

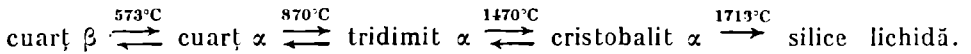
*Habitus:* prismatic. *Clivaj:* (100) perfect.  $H=3-3^{1/2}$ .  $G=2,00$ . *Culoare:* incolor pînă la alb.

*Proprietăți optice:*  $\alpha=1,438$ ,  $\beta=1,432$ ,  $\gamma=1,442$ ,  $\Delta=0,004$ .

*Ocurență.* Apare în riolite, în Oregon, S.U.A.

## E. Grupa mineralelelor SiO<sub>2</sub>

Bioxidul de siliciu se întâlnește în natură sub forma mai multor minerale: cuarț, tridimit, cristobalit, opal, coesit, stishovit și lechatelierit. Forma cea mai frecventă aparține cuarțului; tridimitul și cristobalitul, prezenți în roci vulcanice, sînt mai rari; opalul este un mineral puțin comun; coesitul și stishovitul sînt caracteristici meteoriților, iar lechatelieritul (silicea sticlăsoasă) apare foarte rar. Opalul și lechatelieritul sînt amorfе. Formele cristalizate prezintă fenomenul de enantiotropism; modificarea cuarț este stabilă pînă la temperatura de 870°C, după care se trece în domeniul de stabilitate a tridimitului, care este întâlnit pînă la temperatura de 1470°C cînd se transformă în cristobalit; la temperatura de 1713°C se topește trecînd în silice lichidă. Fiecare din aceste forme se poate prezenta în cîte două modifіcații care se transformă una în alta (enantiotrop). Modificarea de temperatură înaltă se notează cu  $\beta$ , iar cea de temperatură joasă cu  $\alpha$ . Modificările  $\beta$  ale tridimitului și cristobalitului sînt cu totul instabile la temperatura ordinară. Pentru celelalte modifіcații s-au precizat experimental următoarele domenii de stabilitate:



Trecerea cuarțului  $\alpha$  în cuarț  $\beta$  se realizează la temperatura de 573°C; pentru modificarea tridimit, temperatura de transformare a  $\alpha$ -tridimitului în  $\beta$ -tridimit se realizează la 117°C și 163°C; pentru modificarea cristobalit trecerea de la  $\alpha$ -cristobalit la  $\beta$ -cristobalit se petrece la 200°C și 275°C.

În afară de mineralele menționate mai există o formă criptocristalină cu structură fibroasă, calcedonia.

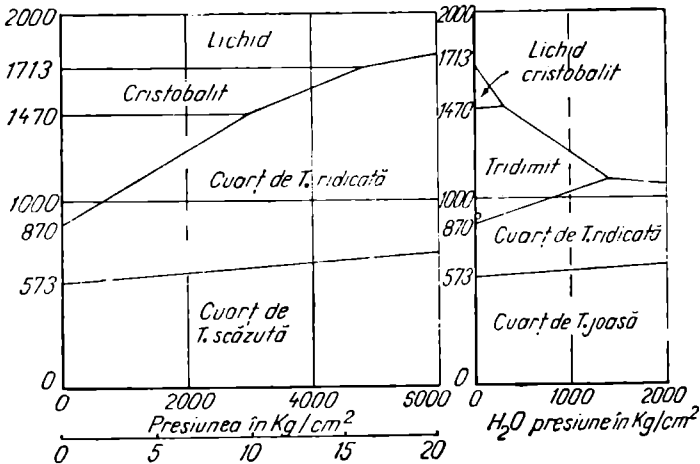


Fig. 237. Relația de stabilitate între diferitele forme ale SiO<sub>2</sub>.

Diferitele forme sînt caracterizate prin valori diferite ale greutății specifice care desigur se manifestă și prin variații ale indicelui de refracție (tab. 282),

Tabelul 282

	Densitatea	Indice de refracție
Stishovit	4,28	1,82
Coesit	2,93	1,60
Cuarț	2,65	1,55
Cristobalit	2,32	1,49
Tridimit	2,26	1,47
Lechatelierit	2,20	1,46

### CUARȚ SiO<sub>2</sub>

*Sistemul de cristalizare:* trigonal, 3 2 (stabil sub 573°C și la presiunea de o atmosferă) pentru  $\alpha$ -cuarț și hexagonal, 6 2 2 (stabil peste 573°C) pentru  $\beta$ -cuarț.

*Relația axială:* a : c = 1 : 1,100.

*Dimensiunea celulei elementare:* a<sub>0</sub> = 4,913; c<sub>0</sub> = 5,405 Å, Z = 3 pentru  $\alpha$ -cuarț; a<sub>0</sub> = 5,010, c<sub>0</sub> = 5,470 Å pentru  $\beta$ -cuarț.

*Habitus:* cristalele de  $\beta$ -cuarț, mai exact pseudomorfozele de  $\alpha$ -cuarț au un aspect de bipiramidă hexagonală, cu fețele de prismă scurte sau inexistente (situații întilnite în rocile efuzive bogate în silice — liparite, porfire cuarțifere etc., ca separații timpurii din magma lichidă). Modificația de temperatură joasă este întilnită sub formă de cristale bine dezvoltate, la care sînt vizibile fețe de prismă (10 $\bar{1}$ 0), fețe de romboedrii (10 $\bar{1}$ 1) și (01 $\bar{1}$ 1), de bipiramidă trigonală (11 $\bar{2}$ 1), de trapezoedru trigonal (5 $\bar{1}$ 6 $\bar{1}$ ). Fețele de prismă arată deseori strialțiuni orizontale. În cazurile în care fețele de romboedri se dezvoltă egal, cristalele capătă formă de bipiramide hexagonale; la aceste cristale, fețele de romboedru se deosebesc net de fețele de bipiramidă tipice prin proprietățile lor fizice: primele prezintă luciu, celelalte sînt mate; de asemenea figurile de coroziune nu sînt identice. În funcție de poziția fețelor de trapezoedru trigonal și de bipiramidă trigonală se deosebește cuarțul dextrogir și cuarțul levogir. Dimensiunile variază foarte mult de la fin-granular pînă la grosier sau chiar criptocristalin, cu structură fibroasă pentru varietățile cunoscute sub numele de *calcedonie* și *cuarțină*, care se deosebesc între ele prin proprietățile lor optice.

*Unghiuri între formele comune:*

$$\begin{array}{ll} (10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 85^\circ 46' & (10\bar{1}0) \wedge (01\bar{1}1) = 66^\circ 52' \\ (10\bar{1}1) \wedge (01\bar{1}1) = 46^\circ 16' & (10\bar{1}0) \wedge (11\bar{2}1) = 37^\circ 53' \\ (10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13' & (10\bar{1}0) \wedge (5\bar{1}6\bar{1}) = 12^\circ 1' \end{array}$$

*Macle:* cristalele de cuarț prezintă forme enantiomorfe drepte și stîngi. Ele sînt drepte sau stîngi, după poziția feței de trapez, la dreapta sau la stînga feței de prismă de specia I. Cu ajutorul fețelor de trapez se precizează maclele cuarțului care pot fi:

a) *macla Dauphiné* (numită și macla „fizicienilor“), care arată fața de trapez repetată de 6 ori în același sens, ceea ce dovedește că cei doi indivizi sînt roțiți cu 60° sau 180° în jurul axei de simetrie A<sup>3</sup>: axa „c“, planul (1010);

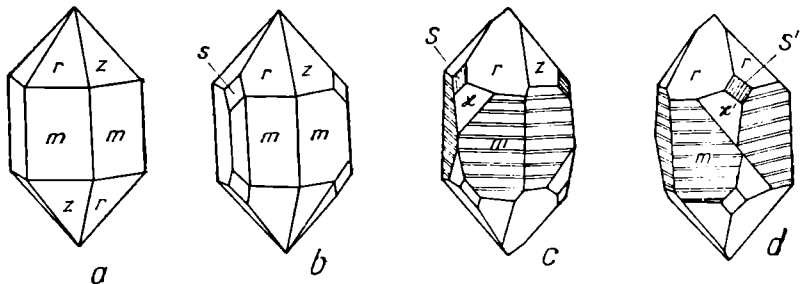


Fig. 238. Cristale de cuarț:

b) *macla Braziliană* (numită și macla „opticienilor“), care apare tot sub forma unui cristal unitar și se caracterizează prin poziția simetrică a fețelor de trapez câte două la o față de prismă. Macla este formată din unirea unui cristal stâng cu unul drept. Planul de maclă este (1120);

c) *macla Japoneză* (numită și macla „la Gardette“), formată din concreșterea a doi indivizi deja maclați după legea Dauphiné sau Braziliană. Planul de maclă (1122).

Maclele Dauphiné de întrepătrundere se identifică prin fețele de trapezodru, sînt duble și se deduc printr-o rotire de  $60^\circ$  în jurul axului vertical. Fețele de prismă ale ambilor indivizi se confundă, iar fețele de romboedru pozitiv coincid cu fețele de romboedru negativ. Axele optice ale ambilor indivizi sînt paralele, din care cauză structura de maclă se poate stabili numai prin coroziune. Suprafețele de asociere ale maclelor sînt sinuoase. Macla Braziliană se deosebește de macla Dauphiné prin aceea că fețele duble de trapezodru se deduc prin reflexie după planul vertical. Structura de maclă se identifică ușor în lumină polarizată și prin coroziune.

$H=7$ .  $G=2,63$ . *Clivaj*: absent sau foarte slab și paralel cu (1011).

*Culoare*: variază foarte mult; este incolor, alb-lăptos sau cenușiu. Se mai cunosc varietăți transparente sau semitransparente, frumos colorate în violet, galben, verde etc. Legat de culoare, varietățile cuarțului au denumiri speciale: *cristalul de stîncă* (cristale transparente și incolore); *ametistul* (varietatea violetă); *cuarțul fumuriu* (cristal transparent, fumuriu, cenușiu-brun); *morionul* (varietate colorată în negru); *citrinul* (cristal galben-auriu sau galben ca lămiia). În afară de aceste varietăți colorate idiocromatic sînt cunoscute și cristale de cuarț colorate allocromatic, respectiv de incluziunile de minerale străine. Și aceste varietăți au de asemenea denumiri speciale, ca spre exemplu, *prasem* — cuarțul verde, cu incluziuni aciculare de actinot verde, *aventurin* — cuarțul galben sau roșu-brun, cu irizații determinate de incluziunile foarte mici de mică și de oxizi de fier. Foarte frecventă este culoarea alb-lăptoasă a maselor de cuarț din cadrul zăcămintelor hidrotermale; ea se datorește în unele cazuri prezenței numeroaselor incluziuni lichide și gazoase fin dispersate. Incluziunile pot fi de apă sau  $\text{CO}_2$ , sau ambele. Bulele gazoase, uneori mobile, întovărășesc deseori incluziunile lichide. În spațiile incluziunilor pot fi uneori găsite cristale cubice, probabil de clorură de sodiu. Incluziunile pot fi răspindite neregulat sau aranjate de-a lungul unor linii sau suprafețe curbe sau pot fi paralele cu anumite fețe ale crista-

lelor. Uneori sînt suficient de mari încît se pot vedea fără lupă. Frecvent apar și incluziuni solide, cum sînt cristale de rutil reticular, ace de turmalină, epidot, actinot, clorit sau alte minerale lamelare. În alte cazuri culoarea alb-lăptoasă a cristalelor de cuarț este determinată de numeroasele fisuri care apar în urma acțiunilor dinamice.

*Urmă: incoloră. Luciu: sticlos.*

*Proprietăți optice.* Datorită compoziției pure, indicii de refracție nu variază decît la a cincea zecimală. Valorile medii în funcție de lumina monocromatică folosită indică:

$\lambda$	6872(B)	6708(Li)	6563(C)	5893(B)	5350(Tl)	4861(F)
$\epsilon$	1,55040	1,55048	1,55093	1,55336	1,55600	1,55898
$\omega$	1,54140	1,54147	1,54190	1,54425	1,54680	1,54968
$\Delta$	0,00900	0,00901	0,00903	0,00911	0,00920	0,00930

Indicii de refracție scad foarte ușor pe măsură ce crește temperatura. Birefringenta scade de asemenea încet. Deoarece indicii de refracție pentru lumina naturală nu variază cu orientarea, indicele  $\epsilon$  rămîne aproape constant în toate tipurile de secțiune, fiind util de folosit în comparațiile exacte. Este uniax pozitiv în unele cristale avînd caracter biax distinct; datorită deformării 2E poate să fie  $12^\circ - 18^\circ$  sau chiar  $24^\circ$ .

*Chimism și structură.* Compoziția chimică este destul de simplă; sînt determinate valori mici pentru diverși oxizi (tab. 283).

Tabelul 283

#### Analize chimice

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	99,790	99,53	(95,10)	(95,10)
TiO <sub>2</sub>	0,048	—	0,26	0,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,042	0,02	2,40	2,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,007	0,05	0,36	0,25
FeO	—	0,06	—	—
MnO	0,009	—	0,003	0,0005
MgO	0,008	—	0,30	0,03
CaO	0,010	—	0,40	0,20
Na <sub>2</sub> O	—	—	0,80	0,67
K <sub>2</sub> O	—	—	0,37	0,75
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	0,20	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	0,13	—	—
Total	99,92	99,98	99,99	99,98

1 — Cuarț roz (incluziuni de Pb=0,006); Brazilia (V u l t é e, 1955); 2 — Cuarț; Miyamori, — Kamikei — Japonia (Y a g i, 1950); 3 — Tridimit în andezit; Cerro San Cristobal, Pachuca — Mexic (M a s o n, 1953); 4 — Tridimit în trahit; Lyttleton — Noua Zeelandă (M a s o n, 1955).

În structura cristalină a cuarțului și a altor modifiacții polimorfe ale cuarțului, ionul de Si<sup>4+</sup> se găsește totdeauna înconjurat de patru ioni de O<sup>2-</sup> în coordonare tetraedrică. Fiecare vîrf al tetraedrului servește în același

timp drept colț al unui tetraedru vecin. Astfel, structurile cristaline ale acestor minerale sînt compuse din rețele de tetraedri ce se leagă reciproc prin oxigenul comun. Modul de legătură este identic la toate modificările, dar orientarea și simetria generală a dispoziției lor sînt diferite. Așezarea ionilor de oxigen în ansamblul ei nu este compactă, în rețele existînd „goluri” între tetraedri. În modificările de temperaturi joase ele au dimensiuni mici, iar în cele de temperaturi ridicate au dimensiuni mai mari, cu o structură „afinată”. Greutatea specifică și indicii de refracție sînt în dependență directă cu dimensiunile acestor goluri. Numerele de coordonare sînt 2 și respectiv 4.

**Transformări.** Cuarțul este un mineral foarte stabil; în cazuri foarte rare poate fi înlocuit prin talc, pirită, casiterit, magnetit sau alte minerale. Cuarțul poate să apară însă în pseudomorfoze după multe minerale, în special calcit, fluorină, baritină etc.

**Ocurență.** Cuarțul este unul din cele mai abundente minerale din scoarță și este foarte răspîndit în natură intrînd în constituția celor mai variate roci și zăcăminte de minerale utile. Este component principal al multor roci eruptive intruzive și efuzive (granite, porfire cuarțifere etc.). Sub formă de cristale de dimensiuni mai mari este întîlnit în cavitățile pegmatitelor, în asociație cu feldspații, muscovitul și uneori topazul, berilul, turmalina și alte minerale. Deseori, în pegmatite formează concreșteri regulate cu feldspații care în secțiuni subțiri au aspecte caracteristice, cristalele de cuarț dintr-un cristal de feldspat avînd aceeași orientare optică. Cuarțul apare și ca mineral filonian în numeroase zăcăminte pneumatolitice și hidrotermale, în asociație cu cele mai variate minerale: casiterit, wolframit, molibdenit, pirită, calcopirită, turmalină, clorite etc. Cuarțul este întîlnit de asemenea în roci sedimentare și în roci metamorfice.

În R. S. România cuarțul este întîlnit în cele mai felurite formațiuni geologice. În cantități mai mari apare:

— în șisturile cristaline din Carpații Orientali, Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea, atît în componența unor roci comune, cît și ca filoane diferențiate metamorfic, ca de exemplu în: M. Vulcan, M. Poiana Ruscă, M. Petreanu, M. Gilău.

— în granitele din Carpații Meridionali, M. Apuseni și Dobrogea și în filoanele pegmatitice sau în filoanele de cuarț legate de acestea, în pegmatitele seriilor cristaline mezozonale din toate masivele cristaline;

— în rocile cuarțoase sedimentare de diferite vîrste, de exemplu cuarțite și conglomerate cuarțitice, în Carpații Meridionali și partea nordică a M. Apuseni (liasic), gresiile și nisipul de Kliwa din Carpații Orientali, nisipul de la Aghireș și de la Gladna Română și în numeroase alte roci;

— în filoanele hidrotermale legate de magmatismul bazic mezozoic din M. Mureșului și Dobrogea; în mineralizațiile pirometasomatice sau hipotermale din provincia banatică, în Banat și în M. Apuseni; în varietăți comune, divers colorate sau ca ametist;

— în geodele din gresiile de fliș din zona Sighetu-Marmației (diamantele de Maramureș, legate genetic de rocile vulcanismului terțiar).

În alte țări, cristale caracteristice sînt întîlnite în U.R.S.S. în pegmatitele din M. Urali de la Murzinsk, Lipovsk, Saitansk (cuarț fumuriu, cristal de stîncă și ametist). Filoane pegmatitice cu morion și ametist apar la Aduncilon (Transbaicalia), Volini (Ucraina). Filoane de cuarț cu cristal de stîncă sînt în M. Aldan și Pamir.



Varietăți nobile de cuarț mai apar în zăcămintele din Brazilia la Minas Geraes și din Uruguay (ametist), apoi în Madagascar (cristal de stîncă), în Alpii elvețieni etc.

### CALCEDONIE $\text{SiO}_2$

Cuarțul criptocristalin (calcedonia) este cunoscut sub forma unor varietăți cu structură fibroasă — *calcedonit* și *cuarțînă* — care se deosebesc între ele numai prin proprietățile lor optice (în special prin semnul alungirii).

Calcedonia se întâlnește și sub formă de cruste, mase reniforme stalactitice sau sferulite, frecvent și sub formă de concrețiuni denumite cremene. Agatele (geode silicioase) au o structură concentrică zonală, datorită alternanței păturilor succesive de calcedonie, uneori de cuarț, diferit colorate. Partea centrală a geodelor este compusă deseori din cuarț cristalin-granular, uneori fibros.

Calcedonia este mai divers colorată decît cuarțul cristalin. Se cunoaște calcedonie cenușiu-lăptoasă, albăstruie (*safirinul*), galbenă, roșie, portocalie, brună, ocră, verde, verde de măr datorită prezenței nichelului (*crizoprazul*), verde cu pete roșii (*heliotropul*) etc. În funcție de culoare se mai cunosc: *onix*, *sardonix*, *jasp*, *carneol*, *agat* etc. Agatul și onixul sînt alcătuite din pături succesive foarte fine de calcedonie diferit colorate: negru cu alb (*onixul arab*), brun cu alb (*sardonixul*), roșu cu alb (*carneolul*) etc.

$H=6$ .  $G=2,55-2,63$ .

*Proprietăți optice.*  $\omega=1,533-1,539$ ,  $\epsilon=1,530$ . Indicii de refracție variază și se deosebesc de cei ai cuarțului, probabil datorită impurităților. Fibrele de calcedonie sînt uneori alungite de-a lungul axului „c”, altelei perpendiculare pe axul „c” sau la aproximativ  $30^\circ$  pe axul „c”. Primele două dau extincție paralelă, iar cea de-a treia varietate dă o extincție înclinată aproximativ de  $30^\circ$ . Prima dă o alungire pozitivă, cea de a doua o alungire negativă.

*Ocurență.* Calcedonia se formează prin deshidratarea și recristalizarea gelurilor de silice în decursul proceselor exogene. Jaspuri de culoare roșie se întîlnesc la Primagnitogorsk și Orse din M. Urali, la Calgan, colorate uniform în verde-cenușiu, iar agatul se întîlnește în Transcaucazia, legat genetic de roci efuzive. Agate prețioase apar în India, Brazilia și Uruguay.

### TRIDIMIT $\text{SiO}_2$

*Sistemul de cristalizare:*  $\alpha$ -tridimitul; rombic-pseudohexagonal, 2 2 2;  $\beta$ -tridimitul: hexagonal.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $\alpha$ -tridimitul:  $a_0=9,88$ ;  $b_0=17,10$ ;  $c_0=16,30$  Å.  $Z=64$ ;  $\beta$ -tridimitul:  $a_0=5,03$ ;  $c_0=8,22$  Å.

*Domenii de stabilitate:*  $\alpha$ -tridimitul:  $117^\circ\text{C}$ ;  $\beta$ -tridimitul;  $117^\circ-163^\circ\text{C}$ ;  $\beta_2$ -tridimitul:  $870^\circ-1470^\circ\text{C}$ .

*Relația axială:*  $c/a=1,634$ .

*Habitus:*  $\alpha$ -tridimitul în plăci pseudohexagonale și mai ales în macle ciclice, cu unghiul dintre indivizii cristalini de  $35^\circ 18'$ ; se întîlnesc de asemenea agregate solzoase în formă de rozetă. *Macle:* (110). *Culoare:* alb, alb-cenușiu, uneori incolor. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos. *Clivaj:* imperfect.  $G=2,26$ .  $H=6-7$ .

*Proprietăți optice.* Indicii de refracție sînt negativi, iar birefringența este slabă.  $\alpha=1,471$ ,  $\beta=1,472$ ,  $\gamma=1,474$ ,  $\Delta=0,003$ ,  $2V_\gamma=76^\circ 15'$ . Unghiul

optic este mic în unele cristale și anume  $2V_\gamma = 35$ . Cristalele lamelare au alun-gire negativă și extincție paralelă.

*Inversiune.*  $\beta$ -tridimitul este forma stabilă a  $\text{SiO}_2$  între  $873^\circ$  și  $1\,470^\circ\text{C}$ . Inversiunea în cuarț la  $873^\circ$  și cea în cristobalit la  $1\,470^\circ\text{C}$  este foarte lentă, așa încît tridimitul poate fi găsit în natură la temperatura obișnuită.

*Ocurență.* Se întilnește în cavitățile rocilor.

În R. S. România apare în rocile vulcanice din M. Gutiiului. Cristale frumoase se găsesc în andezitele de la San Cristobal (Mexic) și în produsele de erupție ale Vezuviului.

#### CRISTOBALIT $\text{SiO}_2$

*Sistemul de cristalizare:*  $\alpha$ -cristobalit: tetragonal (pseudocubic);  $\beta$ -cristo-balit: cubic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $\alpha$ -cristobalit:  $a_0=4,9715$ ;  $c_0=6,9193$  Å.  $\beta$ -cristobalit:  $a_0=7,13$  Å.  $Z=8$ .

*Relația axială:*  $a : c = 1 : 1,395$ .  $Z=8$ .

*Habitus:* cristale pseudooctaedrice sau scheletice. *Macle:* după (111), tipul spinelului. *Culoare:* incolor, alb sau galben; devine negru prin încălzire. *Urmă:* albă. *Luciu:* sticlos.  $H=6-7$ .  $G=2,33$ . *Clivaj:* absent.

*Proprietăți optice.*  $\epsilon=1,484$ ,  $\omega=1,487$ ;  $\Delta=0,003$ ; uniax negativ.

*Domenii de stabilitate:*  $\alpha$ -cristobalit:  $200-275^\circ\text{C}$ ;  $\beta$ -cristobalit există de la punctul  $200^\circ-275^\circ$ ; stabilitatea caracteristică  $1\,470^\circ-1\,713^\circ\text{C}$ .

*Ocurență.* Este un mineral tipic rocilor vulcanice, apărînd în cristalele rocilor în asociație cu tridimitul. De regulă, se întilnește în obsidiane, riolite, trahite, andezite, dacite și bazalte cu olivină.

Apare în andezitele din San Cristobal (Mexic), în lavelle de la Main/Rhein (R. F. Germania), în lavelle din parcul Yellowstone (S.U.A.) sub formă de sferulite.

#### COESIT $\text{SiO}_2$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0=7,17$ ;  $b_0=12,38$ ;  $c_0=7,17$  Å.

Mineral sintetic de presiune ridicată, se realizează la temperatura de  $500^\circ-800^\circ\text{C}$  și  $35\,000$  atm presiune (Coes, 1953, Sosman, 1954).

Structura cristalină indică prezența tetraedrilor  $\text{SiO}_4$ , inelele orientîndu-se paralel cu (010) și alteori paralel cu (001).  $G=3,01$  (Coes, 1953).

*Proprietăți optice.*  $\alpha=1,590$ ,  $\beta=1,604$ ,  $2V_\gamma=54^\circ$ .

*Ocurență.* A fost identificat într-o rocă eclogitică topită. Se găsește în gresia de la Meteor Crater, Arizona (Chao și colab. 1960).

#### OPAL $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Opalul este o silice amorfă, care conține  $\text{H}_2\text{O}$ . Poate să absoarbă multă apă, devenind astfel mai transparent. După aspectul exterior se deosebesc următoarele varietăți: *opalul nobil*, opalescent; *hidrofanul*, varietate ușoară, poroasă, tulbure cînd este uscat și transparent cînd conține apă; *hiilitul*, stalactitic sau în globule cu structură sferulitică. Conținutul în apă variază atîngînd rareori  $34\%$ ; cea mai mare parte a apei se pierde prin încălzire la  $100^\circ\text{C}$  sau chiar la temperaturi mai ridicate de  $101^\circ-250^\circ\text{C}$ .

*Habitus*: mase compacte, stalactitice, *Culoare*: incolor; datorită impurităților în special de fier și ale altor pigmenți, opalul este colorat în diferite nuanțe: galben, ocru, roșu, verde și negru. *Urmă*: albă. *Luciu*: sticlos; masele poroase au luciu de ceară sau mat. Varietățile semitransparente au ca proprietate caracteristică opalescența.  $H=5-5^{1/2}$ . Varietățile sărace în apă ridică duritatea la 6.  $G=1,9-2,5$  (variază în funcție de cantitatea de apă și de particulele grele adsorbibile).

*Proprietăți optice*.  $n=1,400-1,460$ . Izotrop, poate prezenta fenomenul de anizotropie datorită deformărilor interne.

Tabelul 284

Variația indicelui de refracție în funcție de cantitatea de apă

H <sub>2</sub> O	3,5 %	6,33 %	8,97 %	28,04 % artificial
n	1,4592	1,4531	1,4165	1,4090
G	2,160	2,096	2,036	1,731

*Ocurență*. Se depune din izvoarele hidrotermale și geysere în regiunile vulcanice sub formă de tuf silicios, geysirit, uneori formind stalactite albe, transparente, cu reflexe sidefoase. Opalul apare de asemenea în crăpăturile și cavitățile rocilor efuzive, uneori sub formă de geode și amigdale.

Mai frecvent apare în condiții exogene prin descompunerea silicaților în urma procesului de alterare chimică. Silicea pusă în libertate prin distrugerea rețelelor silicaților trece sub formă de sol, prin coagularea căruia se depune în depozitele eluviale sub formă de concrețiuni stalactitice sau se depune prin procese metasomatice. Apar astfel depuneri de opal sub formă de strate, prin coagularea solilor de silice aduși de apele de riu, în zonele litorale ale bazinelor marine; se formează astfel roci afinatate sau cu pozitate fină, mai mult sau mai puțin dure, transformate la suprafață în mase cu aspect cretos, datorită acțiunii mecanice a înghețului.

Deosebit de interesant este procesul metasomatic determinat de coloizii de silice care pot mineraliza resturile vegetale, în special ale trunchiurilor arborilor.

Indiferent de modul de apariție al opalului, el se transformă în timp în calcedonie și cuarț.

Opalul nobil a fost identificat la Ilba în zona minieră Baia Mare. Varietăți nobile caracteristice sînt semnalate în zăcămintele din Italia, Libia, R. S. Cehoslovacă (la Kosice în cavitățile rocilor andezitice), în Australia la Queensland și Noua Galie de Sud (în gresii) etc.

#### STISHOVIT SiO<sub>2</sub>

A fost sintetizat la 160 000 atm și la o temperatură mai mare de 1 200°C. Identical în Meteor Crater, Arizona (Stishov și Popova, 1961; Chao și colab. 1962). Se caracterizează printr-o greutate specifică mare — 4,3.

#### LECHATIERIT SiO<sub>2</sub>

Este o silice amorfă, topită în mod natural.  $G=2,19$ .

*Proprietăți optice*.  $n=1,4564-1,4584$ ; izotrop.

*Ocurență*: întilnit în jurul vulcanilor.




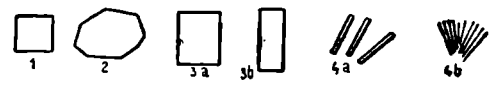
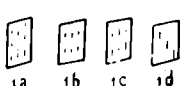
# TABELE ȘI DIAGRAME PENTRU DETERMINAREA MINERALELOR

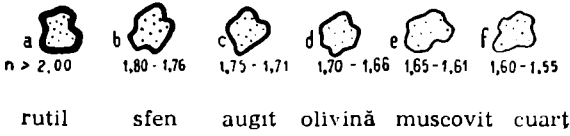
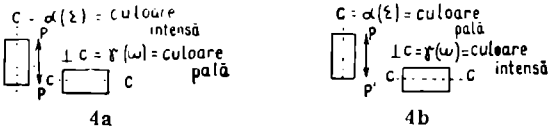
## I. PROPRIETĂȚILE OPTICE MICROSCOPICE ALE MINERALELOR

### 1. OPERAȚIUNILE DE DETERMINARE A MINERALELOR CU MICROSCOPUL POLARIZANT

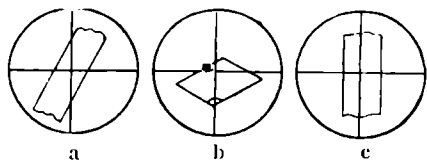

Tabelul 285

**Determinarea minarelelor transparente in lumină transmisă, cu un nicol (N II)**

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
<b>CONTUR</b>	1. IDIOMORF (EUHEDRAL) 2. HIPIDIOMORF (SUBHEDRAL) 3. XENOMORF (ANHEDRAL)	
<b>HABITUS</b>	1. IZOMETRIC 2. TABULAR, LAMELAR 3. PRISMATIC, COLUMNAR 4. ACICULAR, FIBROS	
<b>CLIVAJ</b>	1. CALITATEA a) — perfect b) — bun c) — distinct d) — slab	1. prin comparație:  
	2. UNGHIUL DE CLIVAJ (în grade)	1. citire cu ajutorul platinei și firelor reticulare

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
REFRIN- GENȚĂ	1. CALITATIV (RELIEF) A — CARACTERUL RELIEFULUI a) — POZITIV b) — NEGATIV B — INTENSITATEA RELIEFULUI a) — EXTREM b) — FOARTE PUTERNIC c) — PRONUNȚAT d) — PUTERNIC e) — MEDIU f) — SLAB	1. Comparativ cu balsamul de Canada. A. Se utilizează franja lui Becke prin dereglarea punerii la punct a imaginii: a) Obiectiv ↑ : franja → mineral b) Obiectiv ↓ : franja → mineral
	2. CANTITATIV (valori numerice: vezi tabelul 324)	B. Prin aprecierea grosimii liniei conturului.  a) $n > 2,00$ b) 1,80 - 1,76    c) 1,75 - 1,71    d) 1,70 - 1,66    e) 1,65 - 1,61    f) 1,60 - 1,55 rutil    sfen    augit    olivină    muscovit    cuarț
CULOARE	CULOAREA ȘI NUANȚA (vezi tabelul 323)	2. Metoda imersiei (variația temperaturii, variația lungimii de undă)
PLEO-CROISM	1. TENTA: DUPĂ $\gamma$ , $\beta$ , $\alpha$ 2. SCHEMA DE PLEOCROISM: 3. CALITATEA: a) PUTERNIC, b) SLAB 4. TIPUL: a) NORMAL, b) INVERS	1. Tenta obținută când ( $\gamma$ ) ( $\alpha$ ) este paralel cu planul secțiunii principale a polarizorului. 2. Intensitatea absorbției. Ex.: $\gamma > \beta > \alpha$ .  4a    4b
ALTE CARACTERE: — TRANSPARENȚĂ	1. TRANSPARENT 2. SEMITRANSPARENT 3. OPAC	
— PSEUDO-ABSORBȚIE	1. PUTERNICĂ 2. SLABĂ	La rotirea platinei se modifică relieful ex. caracteristic: calcit.
— INCLUZIUNI	1. TIPUL: a) ORIENTATE; b) NEORIENTATE 2. NATURA: a) LICHIDE; b) GAZOASE; c) STICLOASE; d) CRISTALIZATE	1. Dispoziția în mineral 2. Diferențe privind forma și relieful conturului
— AUREOLE PLEOCROICE	1. INTENSE 2. SLABE	Diferențe de culoare în jurul incluziunilor ex. tipic: zircon în biotit.

**Determinarea mineralelor transparente, în lumină transmisă, cu doi nicoli (N+)**

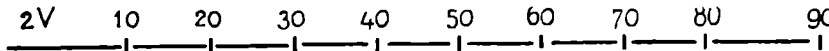
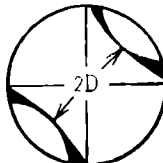
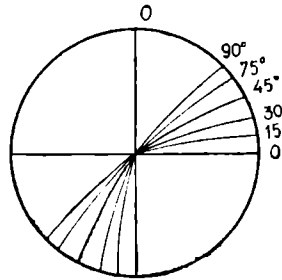
Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
<b>BIREFRINGENȚA</b> $\Delta$	<ul style="list-style-type: none"> <li>— DETERMINĂRI CALITATIVE Culoarea și ordinul culorii</li> <li>— DETERMINĂRI CANTITATIVE</li> </ul>	<p>Prin comparație cu tabelul MICHEL LEVY (fig. 461; tabelul 325)</p> <p>Cu compensatorul BEREK sau ERINGHAUS</p>
<b>EXTINCȚIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— SIMETRIA               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) — DREAPTĂ</li> <li>b) — SIMETRICA</li> <li>c) — INCLINATĂ</li> </ul> </li> </ul>	 <p align="center">a                      b                      c</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— UNGHIU DE EXTINCȚIE MAXIMĂ</li> </ul>	 <p>Unghi de extincție</p> <p>Măsurare în raport cu un reper cristalografic (<math>\gamma \wedge c</math>; <math>a \wedge c</math>)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— RELAȚII ÎNTRE FELUL EXTINCȚIEI ȘI SISTEMUL CRISTALOGRAFIC</li> </ul>	<p>Trigonal, tetragonal, hexagonal=dreaptă Rombic, monoclinic=dreaptă și înclinată Triclinic=inclinată</p>

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
POZIȚIA DIRECȚIILOR DE VIBRAȚIE ( $\gamma'$ ) ( $\alpha'$ )	SCHIȚE CU ORIEN- TĂRI OPTICE	Se utilizează lamelele compensatoare: $\gamma$ al lamei compensatoare paralel cu direcția de luminozitate maxi- mă a secțiunii.  Tenta mineralului $\swarrow$ : $\gamma$ mineral    $\gamma$ compensator Tenta mineralului $\searrow$ : $\alpha$ mineral    $\gamma$ compensator
ALUNGIREA	— POZITIVA — NEGATIVA	La mineralele cu extincție dreaptă: $\gamma$ paralel cu alungirea = pozitivă $\alpha$ paralel cu alungirea = negativă  (La mineralele cu extincție oblică se ia în considerare direcția care face cu alungirea un unghi $< 45^\circ$ )
MACLE	TIP DE MACLĂ: DUBLE, POLISINTETICE, CICLICE ORIENTAREA PLANULUI DE MACLĂ	vezi tabelul 332  Față de clivaj
STRUCTURI ZONARE	TIP DE ZONARE: 1. — EUHEDRALĂ — ANHEDRALĂ 2. — NORMALĂ — INVERSA — RECURENTĂ	evidențiate pe baza modificărilor de culoare, de birefringență, relief etc. în interiorul cristalului. 1. — în funcție de conturul zone- lor. 2. — în funcție de modificarea compoziției zonelor (diagrame de zonare).



**Determinarea mineralele transparente în lumină convergentă**

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
<b>CARACTER OPTIC</b>		Cu ajutorul figurilor de interferență:
	<b>IZOTROP</b>	Nu prezintă nici o figură de interferență
	— UNIAX: a) secțiune $\perp$ AO (fig. 1) b) secțiune $\perp$ AO (fig. 2) c) secțiune $\angle$ AO (fig. 3) d) secțiune $\parallel$ AO (cruce fluă)	<p style="text-align: center;">Fig. 1                      Fig. 2                      Fig. 3</p>
	— BIAX: a) secțiune $\perp$ bisectoarea I (fig. 4) b) secțiune $\perp$ bisectoarea II (fig. 5) c) secțiune $\parallel$ P.A.O. (cruce fluă) d) secțiune $\perp$ AO (fig. 6)	<p style="text-align: center;">Fig. 4                      Fig. 5                      Fig. 6</p>

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
<p>UNGHIUL AXELOR OPTICE</p>	<p>— CALITATIV: mare, mediu, mic — CANTITATIV: în grade</p>	<p>în secțiuni <math>\perp</math> pe bisectoarea I la <math>45^\circ</math> de crucea neagră prin măsurare cu ocularul micrometric (fig. 7) sau prin comparație cu minerale cunoscute (fig. 8).</p>  <p>2V 10 20 30 40 50 60 70 80 90</p> <p>Biotit Monazit Sillimanit Baritină Muscovit Anhidrit Celestină Prehnit Andaluzit Disten</p>  <p>Fig. 7</p> <p>în secțiuni <math>\perp</math> pe AO prin aprecierea curburii maxime a brațului hiperbolei (fig. 9).</p>  <p>Fig. 9</p>

SEMNU  
OPTIC

POZITIV  
NEGATIV

— minerale uniaxe:  
secțiune  $\perp$  AO: pozitiv — fig. 11  
negativ — fig. 12

 Culoarea albastra  
Culoarea galbenă

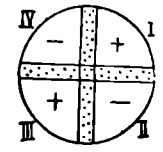


Fig. 10

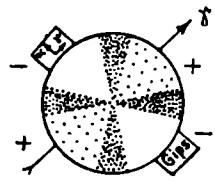


Fig. 11

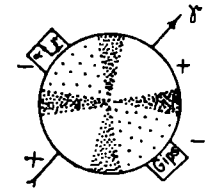


Fig. 12

secțiune  $\perp$  AO: pozitiv — fig. 13,  
negativ — fig. 14

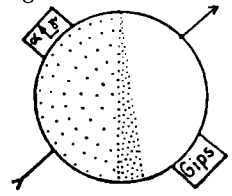


Fig. 13

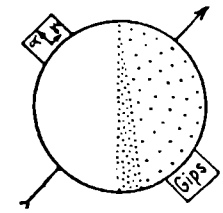


Fig. 14

— minerale biaxe:  
secțiune  $\perp$  pe AO: pozitiv — fig. 15, negativ — fig. 16.

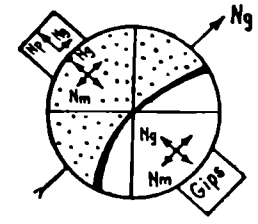


Fig. 15

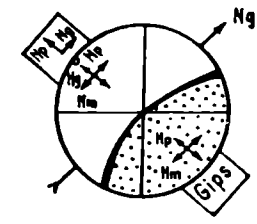
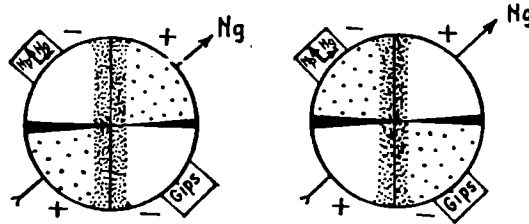
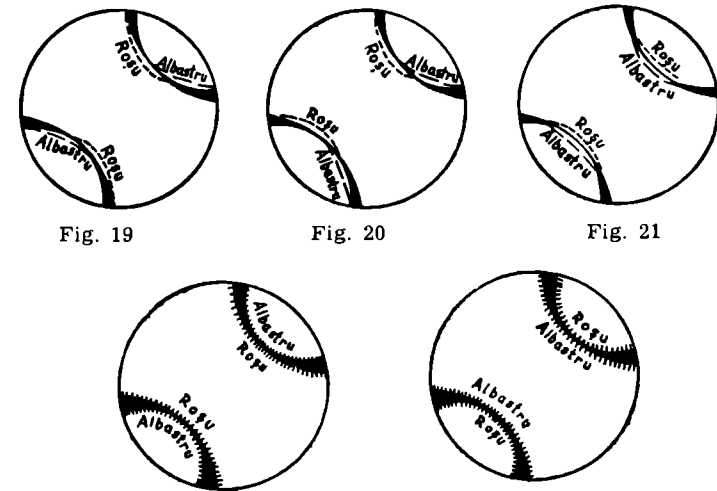


Fig. 16

Proprietăți	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
		<p>— minerale biaxe: secțiune <math>\perp</math> bisectoarea unghiului axelor op- tice: pozitiv — fig. 17, negativ — fig. 18.</p>  <p style="text-align: center;">Fig. 17 <span style="margin-left: 150px;">Fig. 18</span></p>
DISPERSIA AXELOR OPTICE	<p>FELUL DISPERSIEI — dispersia axelor optice — dispersia extincțiilor TIPUL: înclinată, orizontală, încrucișată (fig. 19, 20, 21) CARACTERUL DISPERSIEI <math>v &gt; r</math> (fig. 22), <math>r &gt; v</math> (fig. 23) CALITATEA: puternică, medie, slabă</p>	 <p style="text-align: center;">Fig. 19 <span style="margin-left: 100px;">Fig. 20</span> <span style="margin-left: 100px;">Fig. 21</span></p> <p style="text-align: center;">Fig. 22 <span style="margin-left: 150px;">Fig. 23</span></p>

**Determinarea mineralelor opace, în secțiuni lustruite, cu un nicol (N ||)**

Proprietate	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
1	2	3
Capacitatea de reflexie (R%)	<p>Canlitativ valori numerice în % (vezi tabelul 333)</p> <p>Calitativ mare: R mineral &gt; R galenă medie: R mineral &lt; R galenă și &gt; R blendă mică: R mineral &lt; R blendă</p>	<p>— cu celula fotoelectrică se folosesc 4 lungimi de undă 470 nm, 546 nm, 589 nm, 650 nm</p> <p>— cu microfotometrul în lumină verde (430 mμ) portocalie (590 mμ), roșie (665 mμ)</p> <p>— determinările se fac cu obiectiv mediu și filtru, în aer sau în imersie (ulei de cedru)</p> <p>Pentru aprecierea gradului de luminozitate se folosesc minerale etalon: platină 70 %, fier 64 %, pirită 53 %, galenă 43 %, pirotină 38 %, hematit 25 %, blendă 18 %, cromit 14 %, cuarț 4 %.</p>
Bireflexia ( $\Delta R$ )	<p>Cantitativ valori numerice (<math>\Delta R</math> maxim) în % (vezi tabelul 333)</p> <p>Calitativ — gradul de bireflexie foarte puternică: etalon molibdenit (<math>\Delta R</math> 20) puternică: etalon stibină (<math>\Delta R</math> 13) slabă<sup>-1</sup>: etalon manganit (<math>\Delta R</math> 2) foarte slabă: etalon nichelină (<math>\Delta R</math> 6) neobservabilă: mispichel (<math>\Delta R</math> 2) — culori caracteristice (vezi tab. 292)</p>	<p>Determinările se fac cu obiectiv mediu și filtru, prin urmărirea variației luminozității la rotirea platinei microscopului.</p> <p>Obs. se va asigura o bună orizontalizare a secțiunii și se vor evita surse exterioare de lumină; se folosesc diafragme de cîmp pentru eliminarea influenței altor minerale asociate.</p> <p>Corespunzător principalelor direcții de vibrație</p>
Culoare	Culoare și nuanță (vezi tabelul 335)	<p>Comparativ cu mineralele etalon: alb—galenă, alb—cenușiu—tetraedrit, cenușiu—blendă, cenușiu—închis—cuarț, galben—luminos—pirită, galben—intens—calcopirită, crem—pirotină, crem—roz—nichelină, roz—bornit, albastru—covelină.</p>
Microduritate	<p>Cantitativ — valori numerice ale microdurității Vickers Vnh (vezi tabelul 334)</p>	<p>Pe baza măsurării diagonalelor amprentei lăsate pe suprafața mineralelor de o prismă montată la un microdurimetru atașat la microscop se calculează valoarea medie.</p> <p>Obs. se menționează domeniul de variație și calitatea amprentei.</p>

1	2	3
	Calitativ - relief: ridicat > blendă, pirotină, mediu < blendă, pirotină, galenă, calcopirită slab < galenă, calcopirită	Se utilizează franja luminoasă care apare la contactul mineralelor cu durități diferite. Obiectiv ↑: franja → mineralul cu relief < Obiectiv ↓: franja → mineralul cu relief >
Alte caractere	Habitus: izometric, prismatic Contur: euhedral, anhedral (plaje) Clivaj: calitatea și orientarea Comportarea la lustruire	

Tabelul 289

**Determinarea mineralelor opace în secțiuni lustruite cu doi nicoli (N+)**

Proprietate	Termeni de apreciere	Modalitatea de apreciere
Izotropie	Uniform întunecat (minerale cu $R <$ și $K <$ ) Uniform iluminat (minerale cu $R >$ și $K >$ )	Rotirea platinei microscopului cu 360°.
Anizotropie	Culoare de anizotropie (vezi tabelele 292, 293) Gradul de anizotropie foarte puternică, puternică, distinctă, slabă, foarte slabă Unghiul de extincție (la minerale prismatice)	Se rotește platina la 45° de poziția de extincție. Se ia în considerare vizibilitatea culorilor. Măsurarea în raport cu muchia cristalului. <i>Obs.</i> Sint necesare: lumină puternică, obiectiv <, lustruire corectă, orizontalizare bună a secțiunii. La mineralele slab anizotrope o rotire redusă a analizorului (cu 1°) permite sesizarea acesteia.
Reflexe interne	Culoarea (vezi tabelul 336)	Prin iluminare normală sau iluminare laterală se observă în zonele cu crăpături, goluri, direcții de clivaj sau la marginea granulelor. Sint caracteristice numai mineralele cu $R <$ 41%. <i>Obs.</i> Se deosebesc de culorile de anizotropie, prin caracterul discontinuu și varietatea tonurilor coloristice.
Alte proprietăți	Macle (simple, polisintetice, mimetice) Extincții ondulatorii Anomaliile optice (anizotropia mineralelor cubice)	

## Clasificarea mineralelor după caracterul optic și sistemul de cristalizare

Minerale izotrope	Minerale anizotrope						
	Uniaxe			Biaxe			
Amorf sau cubic	Trigonal	Hexagonal	Tetragonal	Rombic	Monoclinic	Triclinic	
Almandin Analcit Andradit β Cristobalit Faujasit Fluorină Grossular Halit Hauyn Leucit Opal Periclaz Piroprop Piroclor Silvină Serpofit Sodalit Spessartin Spinel Uvarovit Villiaumit	Alunit Ankerit Buceit Calcit Chabasit Corindon Cuarț Dioplaz Dolomit Gmelinit Ilmenit Hematit Rodocrozit Siderit Smithsonit Turmalină	Apatit Beril Cancrinit Davin Kaliofilit Nefelin Vișnevit	Akermanit Anatas Autunit Casiterit α Cristobalit Gehlenit Marialit Meionit Melilit Rutil Scheelit Tapiolit Torbernit Vezuvian Xenotim Zircon	Andaluzit Anhidrit Antigorit* Antofilit Aragonit Baritină Böhmit Bronzit Carnalit Celestină Cordierit Crisolit Diaspor Enstatit Fayalit Forsterit Hipersten Monticellit Mullit Natrolit Staurolit Sillimanit Tefroit Thomsonit Tridimit* Zoizit	Actinot Adular Amesit Antigorit Arfvedsonit Augit Barkevikit Beydelit Biotit Clinoclor* Clinoenstatit Clinozoizit Celsian Crisolit Dafnit Diallag Diopsid Dickit Egirin Epidot Flogopit Gips Glaucofan Glaucunit Hedenbergit Hidargilit	Heulandit Hornblendă Illit* Jadeit Lepidolit Monazit Montmorilonit Muscovit Nacrit* Nontronit Ortit Ortoză Paragonit Parawollastonit Pennin Phillipsit Proclorit Pirofilit Riebeckit Rtpidolit* Sanidină Spodumen Talc Titanaugit Titanit Tremolit	Albit Andezin Anortit Ambligonit Astralit Axinit Bytownit Calcanit Caolinit Disten Labradorit Microclin Oligoclaz Polihalit Rodonit Sassolit Turcoază Wollastonit

\* Mineralul prezintă aspect pseudohexagonal.

## Elemente native

### Principalele caractere optice in lumină reflectată ale elementelor native

Tabelul 291

Denumirea mineralului	Simbol chimic	Sistem	Culoare	PUTERE DE REFLEXIE R%		BIREFLEXIE ( $\Delta R$ )			IZOTROP
				Val/principală	Limite de variație	$\Delta R$ max.	Grad de bireflexie	Culori caracteristice	
Cupru	Cu	C	roz	81,2	—	—	—	—	izotrop
Argint	Ag	C	alb-strălucitor cu lentle crem	95	—	—	—	—	izotrop
Aur	Au	C	galben-aurlu-strălucitor	74	—	—	slab	—	izotrop
Arsen	As	II	alb	49,5	—	—	slab	$\omega$ : alb-gălbui $\epsilon$ : cenușu-albăstrui	—
Bismut	Bi	II	alb, alb-crem	67,9	—	—	—	$\omega$ : alb-crem $\epsilon$ : cenușiu-crem	—
Grafit	C	II	cenușu-bruniu-deschis	12,5	6-17	11	f. puternic	$\omega$ : bruniu $\epsilon$ : cenușiu-închis	—

	ANIZOTROP		Culori de anizotropie la 45°	Reflexe interne	Duritate			Observații
	Grad de anizotropie				Duritate la șlefuire (H)	Microduritate VHN în kg/mm <sup>2</sup>		
						Val. princ.	Lim. de var.	
Cupru	—	—	—	> calcozină, calcopirită < cuprit	134	120-143	N+: extincție incompletă, rar macle lamelare și structuri zonare. Concreșteri cu cubanit și cuprit.	
Argint	—	—	—	» proustit > galenă, discrasit < arsen, tetraedrit « blendă	53	48-63	False efecte de anizotropie datorită zgârieturilor.	
Aur	—	—	—	> galenă < tetraedrit, blendă ≈ calcopirită	51	50-52	N+: extincție incompletă.	
Arsen	distinct		cenușiu-gălbui	» bismut > argint ≈ > discrasit	63	57-69	Macle lamelare, texturi zonare și coliforme.	
Bismut	distinct		—	< bismutină și minerale asociate	18	17-19	Clivaj bazal, macle polihedrice, concreșteri grafice.	
Grafit	f. puternic		galben-brun	> calcopirită, molibdenit	12	—	Clivaj bazal; secțiuni bazale, izotrope.	

3. PROPRIETĂȚILE OPTICE MICROSCOPICE ALE PRINCIPALELOR MINERALE PREZENTATE ÎN FUNCȚIE DE CLASIFICAREA PE CLASE ȘI GRUPE DE MINERALE (MINERALOGIE OPTICĂ SISTEMATICĂ)



OXIZI—ORIENTĂRI  
OPTICE

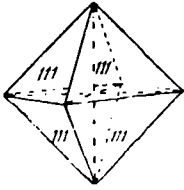


Fig. 239. Magnetit.

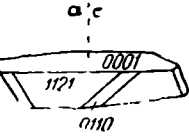
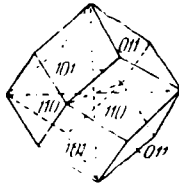


Fig. 240. Hemalit.

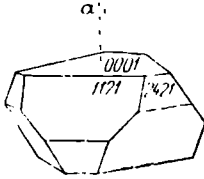


Fig. 241. Ilmenit.

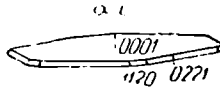


Fig. 242. Pirofanit.

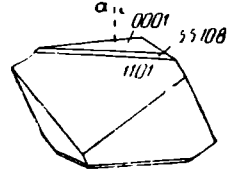


Fig. 243. Geikielit.

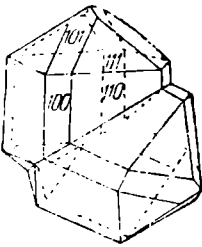


Fig. 244. Casiterit maclat.

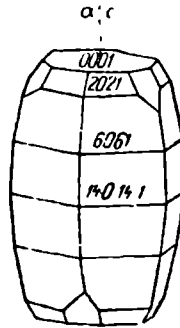


Fig. 245. Corindon.

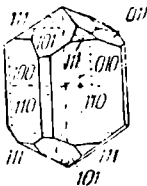


Fig. 246. Rutil.

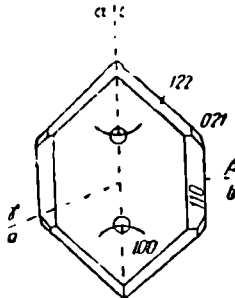


Fig. 247. Brookit:  
secțiune  $\perp$  (010).

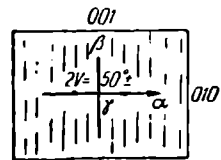


Fig. 248. Pseudobrookit:  
secțiune  $\perp$  (100).

Mineral	Formula	Sistem	Culoare Pleocroism	Clivaj	Refringență		
					$\gamma$ $\omega$	$\beta$	$\alpha$ $\epsilon$
Brucit	$Mg(OH)_2$	Trg.	incolor	bun (bazal)	1,581 -- -1,594		1,579 -1,561
Böhmit	$AlO(OH)$	R	incolor	slab (010)	1,651	1,645	1,638
Gibbsit (hidrargilit)	$Al(OH)_3$	M	incolor	perfect (001)	1,585 -- -1,595	1,565 -- -1,577	1,565 -- -1,577
Diaspor	$H(AlO_2)$	R	$\gamma$ : gălbui, albăstrui $\beta$ : incolor $\alpha$ : violet, brun, roșcat	perfect (010) distinct (110)	1,750	1,722	1,702
Lepidocrocit	$FeO(OH)$	R	$\gamma$ : brun-roșcat $\beta$ : portocaliu $\alpha$ : incolor, galben	perfect (010) slab (100), (001)	2,51	2,20	1,94
Goethit	$HFeO_2$	R	$\gamma$ : oranj, galben $\beta$ : galben, bruniu $\alpha$ : galben	perfect (010)	2,304	2,292	2,185
Sassolit	$B(OH)_3$	Trc.	incolor	perfect bazal	1,459	1,456	1,340
Manganit	$MnO(OH)$	M	$\gamma$ : roșu-brun $\beta$ : galben $\alpha$ : brun	perfect (010) bun (110), (001)	2,53	2,25	2,25

Mineral	Formula	Sistem	Culoare caracteristică*	Puterea de reflexie R (%)		Bireflexie ( $\Delta R$ )			Izotrop	Anizotrop		Reflexe interne	Duritate de șlefuire (H) (Relief)	Microduritate Vnh în Kg/mm <sup>2</sup>		Observații
				Valoarea principală	Limite de variație	$\Delta R$ maxim	Gradul de bireflexie	Culori caracteristice		Gradul de anizotropie	Culori de anizotropie (la 45°)			valoarea principală	limite de variație	
Calcozină	Cu <sub>2</sub> S	R	alb-albăstrui	32,2				f. slab		slab	albăstrui, roz-verzui		≥ argentic ~ digenit, galenă < ebor-nit, tetraedrit	84	68-98	calcozina rombică (T < 103°C) prezintă clivaj și anizotropie > decit calcozina hexagonală (T > 103°C)
Digenit	Cu <sub>2-x</sub> S	C	azuriu	22,0					izotrop				≈ calcozină, galenă	61	56-67	lamelle de creștere cu calcozina și covelina dau impresia de anizotropie
Galenă	PbS	C	alb	43,2				-	izotrop				≥ argentic > covelină ~ calcozină, bismutită < bornit, calcopirită	76	71-84	etalon culoare și R%; clivaj perfect și spărturi caracteristice; macle de deformare
Blendă	ZnS	C	cenușiu	17,5				-	izotrop			roșu-brun (Fe >) galben-alb (Fe <)	> calcopirită, tetraedrit ~ enargit < pirotină, magnetit, ilmenit	198	186-209	etalon culoare și R%. Deformările sub presiune și conținutul mai > Fe pot provoca anizotropie
Cinabru	HgS	Trig.	alb cu tentă albăstruie	25				-		slab	mascate de reflexele interne	f. intense, roșu-strălucitor	> stibină < cuprit	62	51-98	se șlefuește prost
Pirotină	Fe <sub>1-x</sub> S	H	bronziiu	41,6	38,0-45,5	7,2	distinct	ε: alb-gălbui-bruniu ω: brun-roșcat		f. puternic	cenușiu-galben-bruniu cenușiu-albăstrui-verzui		≥ calcopirită ~ pentlandit ≤ pirită, arsenopirită	248	230-259	extincție dreaptă
Alabandină	MnS	C	cenușiu-alb	23,4				-	izotrop			verde-închis	< blendă	251	240-266	clivaj, macle lamelare, structuri zonare
Millerit	NiS	Trig.	galben-deschis	57,0	54,0-60,0	6,0	f. slab				galben-pal		> calcopirită; < blendă, pentlandit	301	225-378	clivaj    (101), macle, secțiuni bazale zonate
Pentlandit	(Fe, Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>	C	alb-gălbui-deschis-luminos	52,0				-	izotrop incomplet întunecat				> calcopirită; < pirotină	215	202-230	clivaj tipic    (111), apare ca lamelle în pirotină, mai rar în calcopirită
Calcopirită	CuFeS <sub>2</sub>	Tetr.	galben-strălucitor	44,0	42,0-46,1	4,1	f. slab			f. slab	cenușiu-albăstrui galben-verzui		> galenă < blendă, pentlandit, pirotină	194	184-219	macle, concreșteri pseudoeutectice și separații cu diferite sulfuri și sulfosăruri
Bornit	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	C	roz-bruniu	21,9					izotrop				> galenă, calcozină; < calcopirită	103	95-105	Tetr. 228°C cubic. Anizotropie și ΔR slabe. Clivează în 2 direcții    (100) și (111): macle
Cubanit	Cu <sub>7</sub> Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	R	galben-bronziiu brun-pal	41,2	40,0-46,1	2,5	f. slab			puternic	brun-roziu, cenușiu-albăstrui		> calcopirită < blendă < pirotină	213	199-228	lamelle (concreștere / exoluții) cu calcopirită, bornit, pirotină
Covelină	CuS	H	albastru	14,5	7,0-22,0	15,0	f. puternic	ω: albastru-intens ε: alb-albăstrui		f. puternic	oranj-strălucitor brun-roșcat	rar culori pestrițe	≥ argentic > galenă < calcopirită	72	69-78	secțiunile bazale neplecroice
Auripigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	M	cenușiu-alb	22,6	20,3-25,0	4,7	puternic	α) alb, β) gri-roziu-alb, γ) cenușiu-deschis-alb		f. puternic	mascate de reflexe interne	galben-lămie	> realgar	38	23-52	concreșteri orientate cu realgar
Realgar	AsS	M	cenușiu-mat	18,5			slab	cenușiu-roz cenușiu-albăstrui		puternic	mascate de reflexe interne	roșu-gălbui	< auripigment < stibină	56	53-60	concreșteri orientate cu auripigment
Stibină	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	R	alb, alb-cenușiu	35,1	30,2-40,0	9,8	puternic	α) alb-cenușiu-mat β) cenușiu-brun γ) alb-clar		f. puternic	albăstrui, alb, cenușiu, brun		> auripigment, ≤ realgar < galenă bournonit < calcopirită	77	42-109	extincție dreaptă sau ondulatorie; macle mecanice
Bismutină	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	R	alb-gălbui	45,4	42,0-48,7	6,7	slab	α) cenușiu, albăstrui-alb β) cenușiu-brun γ) alb-gălbui		f. puternic	verde-gălbui brun-cenușiu		≈ galenă < calcopirită	107	92-119	extincție dreaptă; macle lamelare
Molibdenit	MoS <sub>2</sub>	H	alb	26,0	15,0-37,0	22,0	f. puternic	ω: alb-clar ε: cenușiu-mat albăstrui		f. puternic	alb cu tente roz, albastru-închis		> calcopirită < grafit	17 23	16-19 21-28	clivaj    (0001), extincție ondulatorie, macle polisintetice
Pirită	FeS <sub>2</sub>	C	galben-auriu-luminos	54,5					izotrop				≥ arsenopirită, cobaltină; > marcasită < casiterit	1 165	1 027-1 240	în general granule idiomorfe
Marcasită	FeS <sub>2</sub>	R	galben-pal-alb	52,2	48,9-55,5	6,6	distinct	α) alb β) și γ) galben cu tente verzui		puternic	verde-roziu, cenușiu-violet, albastru		> pirotină < pirită	1 113	941-1 288	texturi colomorfe, agregate radiare, macle, structuri zonare
Arsenopirită	FeAsS	M	alb-gălbui-roziu	53,7	51,7-55,7	4,0	f. slab			puternic	brun-roșcat-albastru-verzui		≥ magnetit, pirotină < cobaltină, pirită	1 094	1 048-1 127	granule idiomorfe, sferolite, macle lamelare
Cobaltină	CoAsS	C	alb-roziu	52,7			f. slab	alb, alb-roz		slab	cenușiu-albăstrui-brun		> arsenopirită < pirită	1 200	1 176-1 226	crystalidomorfe, agregate alotriomorfe

\* - sint subliniate culorile mineralelor etalon

Oxizi. Proprietăți optice în lumină transmisă

Mineral	Formula	Sistem	Culoare; pleocroism	Clivaj	Refringenta			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Dispersie	Alte proprietăți (Observații)
					$n_\alpha$	$n_\beta$	$n_\gamma$							
Periclaz	MgO	C	incolor-gălbni	perfect (100) slab (111)		1,736		0,010						
Tenorit	CuO	M	$\beta$ : brun-deschis $\gamma$ : brun-închis	bun (111) și 001	?	2,63	?	0,55			2V mare		$r < V$	macle
Corindon	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trg.	$\gamma$ : albastru $\alpha$ : incolor, verde-albăstrui		1,765 1,777		1,757 1,768	0,008—0,009	0°		U	—	$r > V$	habitus hexagonal, macle simple și polisintetice după 1011; varietățile colorate pleocroice
Hematit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H	$\omega$ : brun-roșcat $\epsilon$ : galben-roșcat		2,988		2,759	0,229	0°		U	—		habitus lamelar sau fibros; macle polisintetice
Rutil	TiO <sub>2</sub>	Tetr.	$\gamma$ : galben-închis-verzui $\alpha$ : galben-roșu-închis	(100) (110)	2,835 2,956			0,2743—0,2897	0°	+	U	+		habitus prismatic, acicular; macle în genunchi; var. sagenit = incluziuni în biotit sau cuarț
Casiterit	SnO <sub>2</sub>	Tetr.	$\omega$ : incolor $\epsilon$ : roz	slab (001)	2,139		2,047	0,922	0°		U	+		habitus scurt prismatic sau piramidal; macle; structuri zonare; anomal biax; absorbție $\omega > \epsilon$
Anatas	TiO <sub>2</sub>	Tetr.	$\omega$ : galben, bleu, verde $\epsilon$ : brun, albastru	distinct (001); (011)	2,517		2,454	0,066	0°		U	—	$r > V$	habitus prismatic sau tabular; anomal biax 2V mic
Brookit	TiO <sub>2</sub>	R	$\alpha, \beta$ : portocaliu $\gamma$ : galben		2,561	2,544	2,540	0,111	0°		58°	+	$r > V$	slab pleocroic dispersie foarte puternică
Baddeleyit	ZrO <sub>2</sub>	M	$\alpha$ : galben-bruniu $\beta$ : verde-bruniu $\gamma$ : brun	perfect (001)	2,20	2,19	2,13	0,07	12°	—	30°	—	$r > V$	macle (100), (110) PAO  {(010) dispersie foarte puternică
Spinel	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	C	roșu-galben	slab (111)		1,715								macle (111) habitus cubic
Crisoberil	BeAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	R	incolor sau: $\alpha$ : roz $\beta$ : galben $\gamma$ : verde	distinct (110)	1,753—1,758	1,747—1,749	1,744—1,747	0,009±	0°			+	$r < V$	macle simple și ciclice pleocroism vizibil în secțiuni groase
Piroclor	NaCa(Nb <sub>1/2</sub> O <sub>2</sub> F)	C	brun, roșu, galben, incolor	slab (111)		1,93—2,18								macle (111), birefringenta anormală, slabă; culori zonare
Pseudobrookit	Fe <sub>2</sub> TiO <sub>5</sub>	R	brun-roșcat	distinct (010)	2,42	2,39	2,38	0,04	0°		50°		$r < V$	habitus tabular PAO  {(001) dispersie slabă
Perovskit	CaTiO <sub>3</sub>	C? M?	brun-verzui	slab (100)	?	2,24 2,38	?	0,02	45°		≈ 90°	+	$r > V$	macle complexe (111) slab pleocroic, habitus cubic obișnuit izotrop
Safirin	(Mg, Fe) <sub>15</sub> (Al, Fe) <sub>24</sub> Si <sub>7</sub> O <sub>50</sub>	M	$\alpha$ : bleu-verzui $\beta$ : albastru-verde $\gamma$ : verde-gălbui		1,711 1,720	1,708 1,719	1,705—1,714	0,005—0,006	6°	+	50°—68°	—	$r < V$	PAO  {(010)
Tapiolit	FeTa <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	Tetr.	$\omega$ : brun-roșcat-gălbui $\epsilon$ : brun-închis, opac		2,42		2,72	0,15	0°		U	+		macle (013)
Columbit	(Fe, Mn)(Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	R	$\alpha$ : roz-deschis $\beta$ : roșu $\gamma$ : roșu-închis	bun (010)	2,34 2,43	2,25 2,32	2,19 2,26	0,15—0,17	0°		mare	—		macle (201) PAO  {(010) pleocroism puternic în varietățile manganifere $\alpha < \beta < \gamma$

## n lumină transmisă

$\Delta$	Extinc- ție	Alungire	2V/U	Semn optic	Dispersie	Alte proprietăți; observații
0,019—0,016	0°		U	+		Habitus tabular (secțiuni bazale) sau fibros
0,013	0°		80°	—		Habitus tabular
0,015—0,020	21°	±	0—20°	+	$r \geq v$	Habitus lamelar, macle simple și multiple
0,048	0°	—	84°	+	$r < v$	Habitus tabular sau prismatic Colorat când conține Mn sau Fe; pur- — incolor
0,57	0°		83°	—	slabă	PAO    001; $\alpha = b$ absorbție $\alpha < \beta < \gamma$
0,119	0°		36°	—	puternică	PAO    (001)
0,119	13°		7°	—	slabă	PAO    b
0,28	4°	+	mic	+	f. puternică $r > v$	macle (011): PAO    (010) absorbție $\alpha, \beta < \gamma$

# OXIZI-DIAGRAME

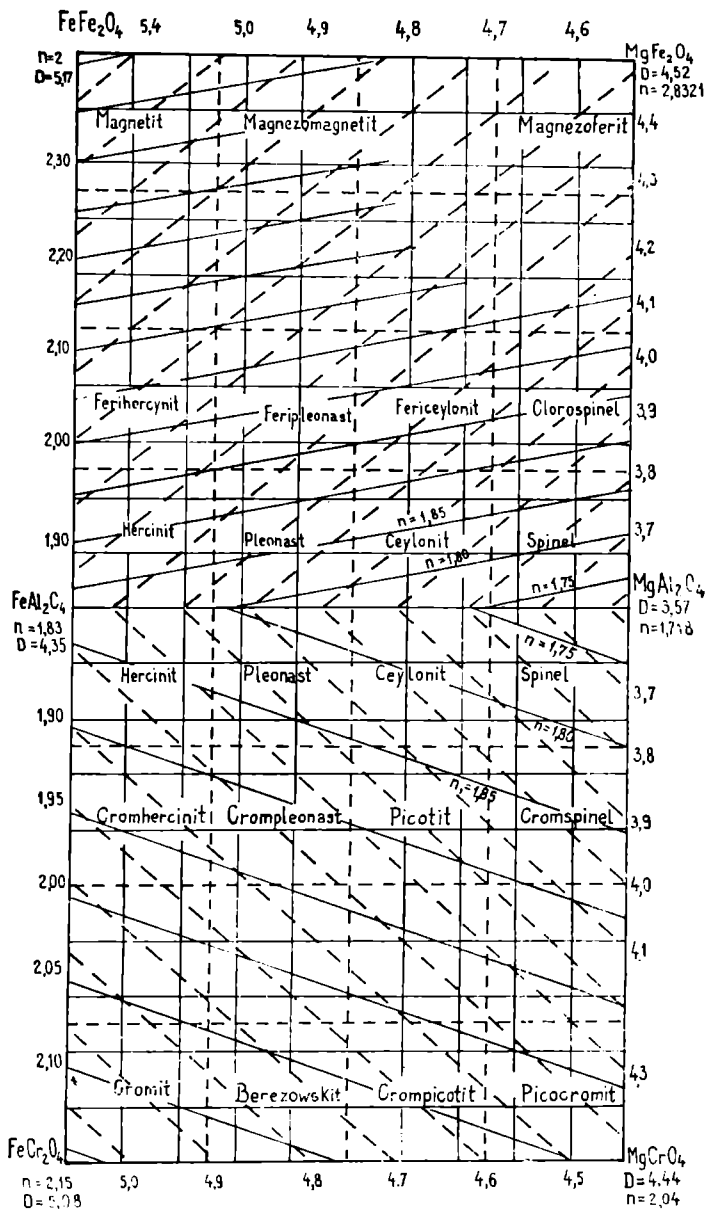


Fig. 249. Diagrama variației indicelui de refracție (n) și greutateii specifice (G) în grupul spinelilor.

HIDROXIZI-ORIENTĂRI OPTICE

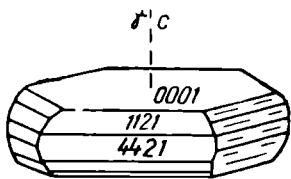


Fig. 250. Brucit.

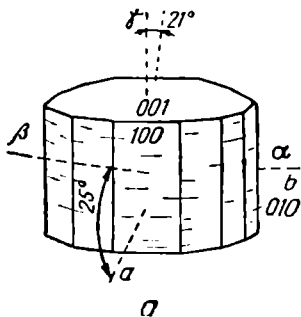


Fig. 251. Hidrargilit:

a - habitus și orientare optică; b - secțiune || (010).

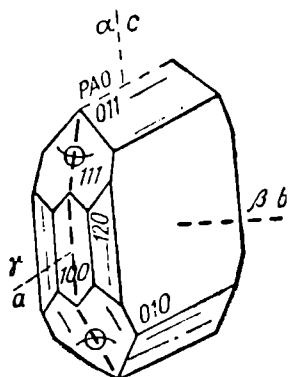
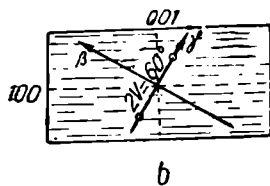


Fig. 252. Diaspor.

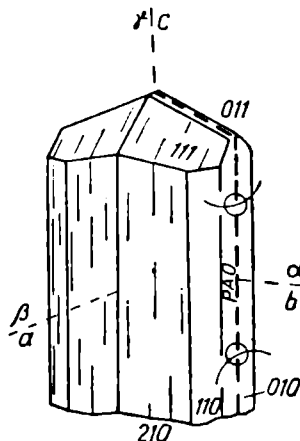


Fig. 253. Goethit.

HALOGENURI-ORIENTĂRI OPTICE

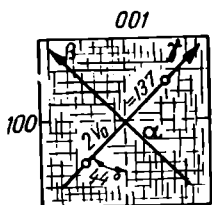


Fig. 254. Criolitt.

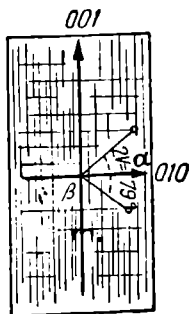


Fig. 255. Atacamit.

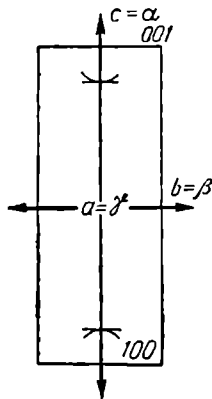


Fig. 256. Carnalitt.

## Halogenuri

Tabelul 295

## Halogenuri — Proprietăți optice

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare pleocroism	Refringentă			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
					$\alpha$	$\beta$ n	$\gamma$						
Halit	NaCl	C	perfect (001)	incolor		1,5443							Incluziuni gazoase și lichide
Silvină	KCl	C	bun (001)	incolor		1,4904							
Villiamit	NaF	C	slab (001)	incolor		1,3258							$\Delta$ anomală Uneori pleocroic: de la roșu-carmin la galben-auriu
Fluorină	CaF <sub>2</sub>	C	perfect (111)	incolor		1,43385							Habitus octaedric; macle 111
Criolit	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	M	perfect (001), bun (110)	incolor brun	1,3385	1,3389	1,3396	0,001	$\gamma \wedge c = 44^\circ$	+	43°	+	Dispersie orizontală, $r < v$ , macle polisințetice (110)
Atacamit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	R	perfect (010)	slab pleocroic $\alpha$ : verde $\beta$ : gălbui $\gamma$ : verde de iarbă	1,831	1,861	1,880	0,049	$\gamma \wedge c = 0^\circ$	+	75°	-	Dispersie puternică $r < v$
Bischofit	MgCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	M		incolor	1,492	1,506	1,519	0,027	$\beta \wedge c = 10^\circ$	-	79°	+	Cristale fibroase sau granulare. PAO $\perp$ (010)
Carnalit	KMgCl <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	R		incolor	1,4665	1,4753	1,4937	0,0272	$\gamma \wedge c = 0^\circ$		69°	+	Dispersie slabă $r > v$ ; PAO $\parallel$ 010



# Carbonați

## Carbonați — Proprietăți optice

Tabelul 296

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj; unghi de clivaj	Culoare (Pleocroism)	Indicii de refracție			$\Delta$	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
					$\gamma$ $\epsilon$	$\beta$	$\alpha$ $\omega$					
Calcit	$\text{CaCO}_3$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha^* = 74^\circ 55'$	Incolor	1,658		1,486	0,172	Simetrică	U		Pleocroism de relief. Macle (0001)
Dolomit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha = 73^\circ 45'$	Incolor	1,679		1,502	0,177	„	U		Macle (0001) și (1011)
Magnezit	$\text{MgCO}_3$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha = 72^\circ 36'$	Incolor	1,700		1,510	0,190	„	U		
Rodocrozit	$\text{MnCO}_3$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha = 73^\circ 9'$	Incolor	1,820		1,600	0,220	„	U		
Ankerit	$\text{Ca}(\text{MgFe})(\text{CO}_3)_2$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1);	Incolor la brun	1,728		1,531	0,197	„	U		
Siderit	$\text{FeCO}_3$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha = 73^\circ 0'$	Incolor la brun	1,875		1,663	0,242	„	U		Macle (0001) și (0111)
Smithsonit	$\text{ZnCO}_3$	Trig.	Perfect (10 $\bar{1}$ 1); $\alpha = 72^\circ 20'$	Incolor	1,849		1,621	0,226	„	U		
Aragonit	$\text{CaCO}_3$	R	Slab (010)	Incolor	1,686	1,682	1,530	0,156	Dreaptă	18°	—	Habitus acicular, fibros Alungire negativă Macle (110)
Witherit	$\text{BaCO}_3$	R	Distinct (010)	Incolor	1,677	1,676	1,529	0,148	„	16°	—	Macle (110)
Stronțianit	$\text{SrCO}_3$	R	Distinct (110)	Incolor	1,666	1,664	1,516	0,150	„	10°	—	
Ceruzit	$\text{PbCO}_3$	R	Distinct (110) și (021)	Incolor	2,078	2,076	1,804	0,274	„	8°	—	Macle (110), rar (130)
Azurit	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	M	Perfect (011), distinct (100)	Albastru	1,838	1,758	1,730	0,108	$\gamma \wedge c = 12^\circ$	68°	+	Pleocroic; $\alpha = b$
Malachit	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	M	Perfect (201) Distinct (010)	Verde $\gamma$ — verde-închis $\beta$ — verde-gălbui $\alpha$ — incolor	1,909	1,875	1,655	0,254	$\alpha \wedge c = 23^\circ$	43°	—	Habitus acicular, fibros, macle (100) $\beta = b$
Auricalcit	$(\text{Zn}, \text{Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_8$	M	Perfect (100)	$\alpha$ — incolor $\gamma, \beta$ — verde-pal, bleu-pal	1,73 — —1,75	?	1,63 — —1,65	0,08 — —0,11	$\gamma \Delta a = 13^\circ$	40°	—	Habitus lamelar și fibros

\* — Unghiul dintre direcțiile de clivaj pe fața (10 $\bar{1}$ 1)

CARBONAȚI—ORIENTĂRI OPTICE

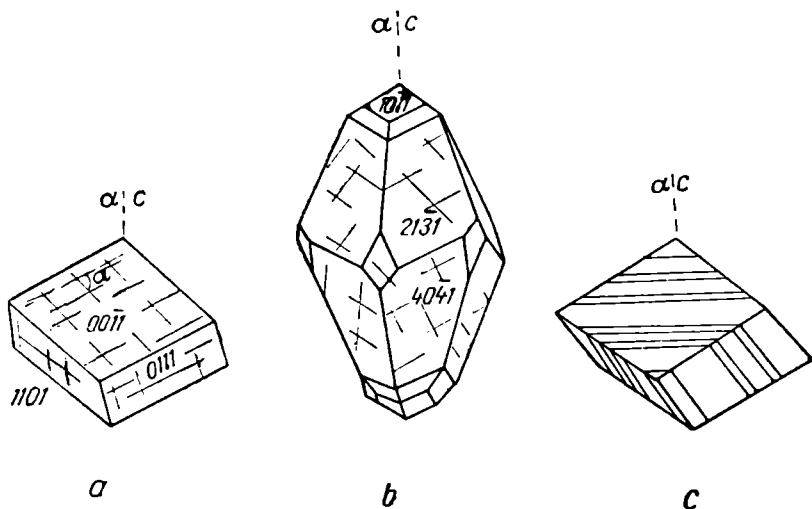


Fig. 257. Calcit:

a - habitus și orientare optică; b - habitus și orientare optică; c - macle polisintetice după  $(02\bar{2}1)$ .

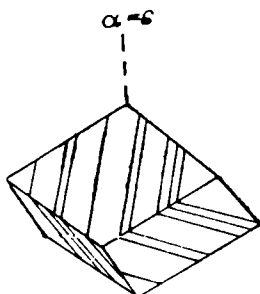


Fig. 258. Dolomit:  
macle polisintetice  
după  $(02\bar{2}1)$ .

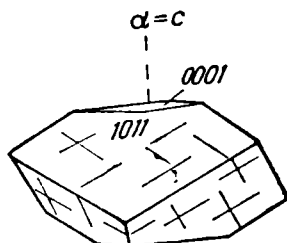


Fig. 259. Magnezit.

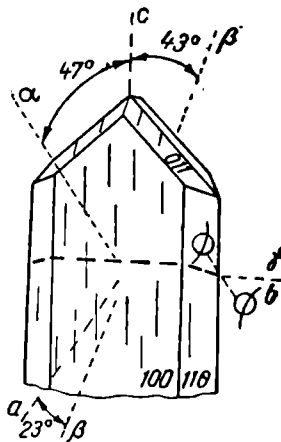


Fig. 260. Hidromagnezit.

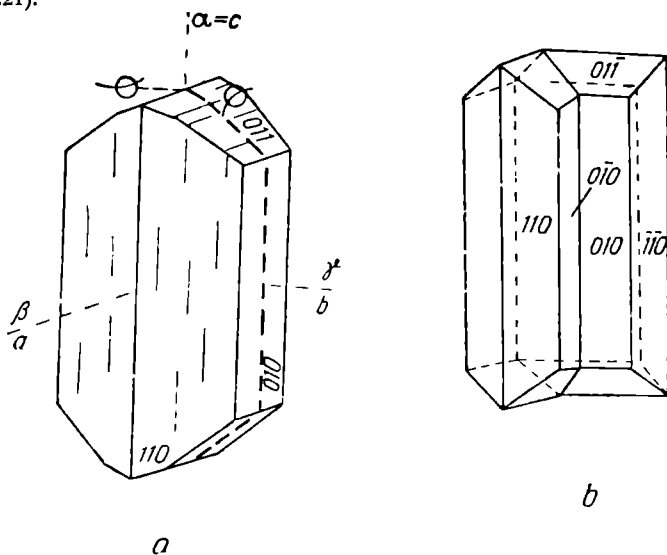
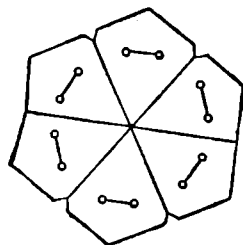
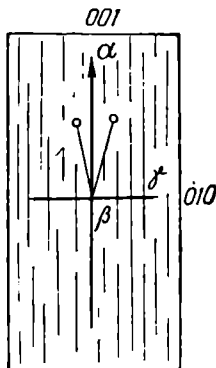


Fig. 261. Aragonit:

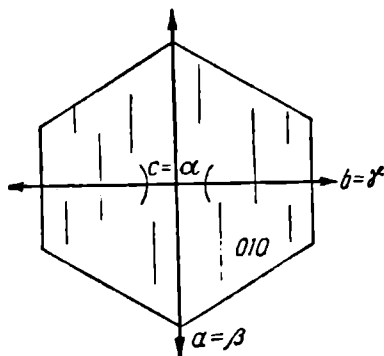
a - habitus și orientare optică; b - cristal maclat;



c



d



e

c - cristal pseudohexagonal (secțiune  $\perp$  c); d - Aragonit: secțiune  $\parallel$  (110); e - secțiune  $\perp$  c.

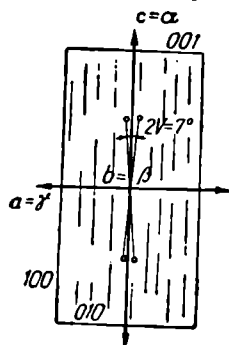


Fig. 262. Stronțianit: secțiune  $\parallel$  (010).

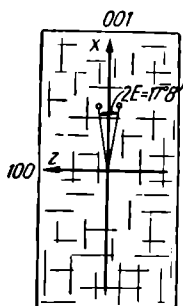


Fig. 263. Ceruzit: secțiune  $\parallel$  (010).

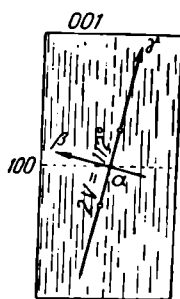


Fig. 264. Azurit: secțiune  $\parallel$  (010).

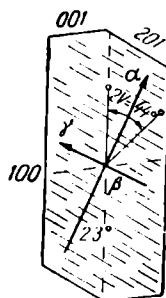


Fig. 265. Malachit: secțiune  $\parallel$  (010).

### CARBONAȚI - DIAGrame

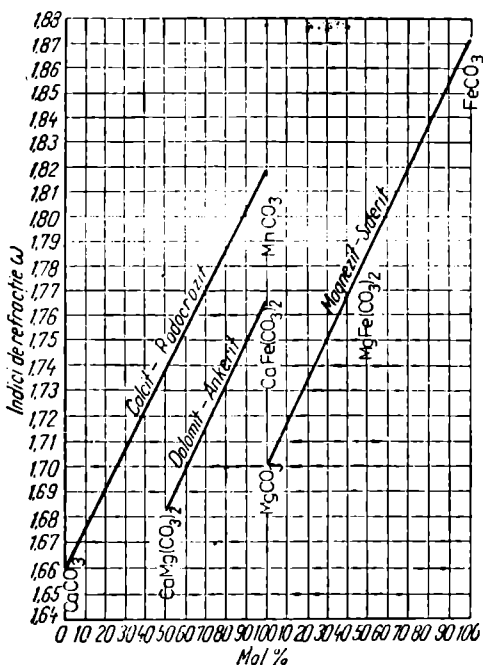


Fig. 266. Variația indicelui de refracție ( $\omega$ ) la carbonații trigonalii.

# Sulfați

## Sulfați — Proprietăți optice

Tabelul 297

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	$\Delta$	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
Anhidrit	CaSO <sub>4</sub>	Rombic	perfect (001) bun (010) distinct (100)	1,613— —1,617	1,575— —1,578	1,570— —1,573	0,043— —0,045	0°	42°	+	Varietatea violetă pleocroică
Baritină	BaSO <sub>4</sub>	Rombic	perfect (001) bun (2 dir. 78°) slab (100)	1,648	1,637	1,636	0,012	0°	36—38°	+	PAO    010
Celestină	SrSO <sub>4</sub>	Rombic	perfect (001) bun (2 dir. 76°)	1,631	1,624	1,622	0,009	0°	51°	+	
Anglezit	PbSO <sub>4</sub>	Rombic	distinct, interrupt (001) și (110)	1,894	1,882	1,877	0,017	0°	60—75°		Incolor
Gips	CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	M	perfect (010) bun (100) distinct, interrupt (111)	1,530	1,523	1,521	0,009	$\alpha \wedge c = 38^\circ$	58°	+	Alungire negativă Macle 100 și 101 Pe fața 010 extincție simetrică PAO    010
Glauberit	Na <sub>2</sub> Ca(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	M	perfect (001)	1,536	1,532	1,515	0,021	30°	0—17°	—	Incolor
Mirabilit	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	M	perfect (100)	1,539	1,396	1,394	0,004	$\gamma \wedge c = 26—31^\circ$	80°	+	Alungire pozitivă
Kieserit	MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	M	perfect (111) și (110)	1,586	1,535	1,523	0,063	$\gamma \wedge c = 76^\circ$	57°	+	Solubil în apă
Epsomit	MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	R	distinct (010)	1,461— —1,492	1,455— —1,489	1,433— —1,469	0,028— —0,023	0°	51°	—	Alungire negativă
Kainit	KMgClSO <sub>4</sub> · 3 H <sub>2</sub> O	M	bun (100) distinct (110)	1,546	1,505	1,494	0,022	$\alpha \wedge c = 80^\circ$	85°	—	Solubil în apă
Polihalit	K <sub>2</sub> MgCa <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	Tre.	(110)	1,567	1,562	1,548	0,019	20—29°	60°	—	Slab colorat macle
Melanterit	FeSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	M	distinct (001) și (110)	1,178— —1,189	1,470— —1,480	1,467— —1,479	0,012— —0,015	54°—78°	mare	+	
Calcantit	CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	Tre.	perfect (110)	1,546— —1,538	1,539— —1,530	1,518— —1,511	0,030— —0,027	variabilă	56°	—	
Thenardit	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	R	distinct (001)	1,485	1,474	1,464	0,021	0°	83°	+	
Alunit	KA <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Trig.	distinct (001)	1,590		1,580	0,010	0°	U	+	Alungire negativă
Brochantit	Cu <sub>4</sub> (OH) <sub>6</sub> SO <sub>4</sub>	M	perfect (100)	1,800	1,771	1,728	0,072	13°	77°	—	Culoare verde, slab pleocroic, macle (100)

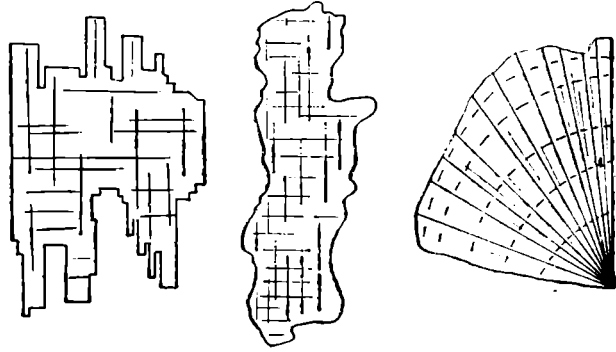
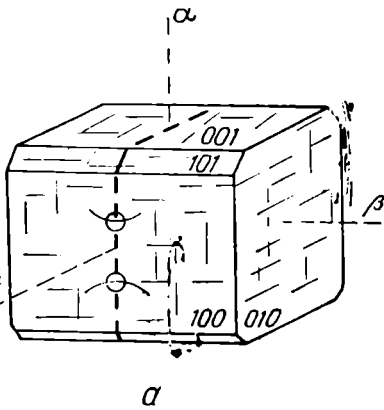


Fig. 267. Anhidrit:  
 a - habitus și orientare optică; b - habitus și clivaj; c - secțiune || (010).

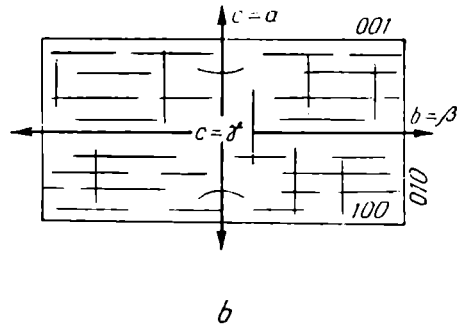
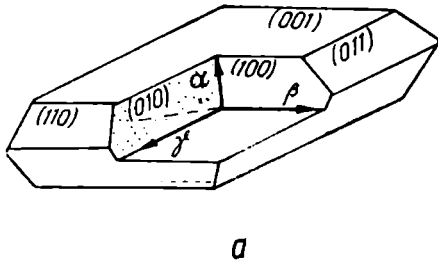
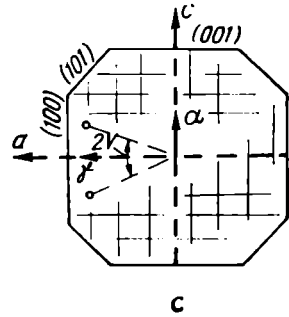
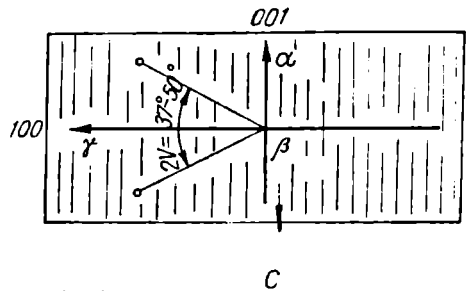


Fig. 268. Baritină:  
 a - habitus și orientare optică; b - secțiune || (100); c - secțiune || (010).



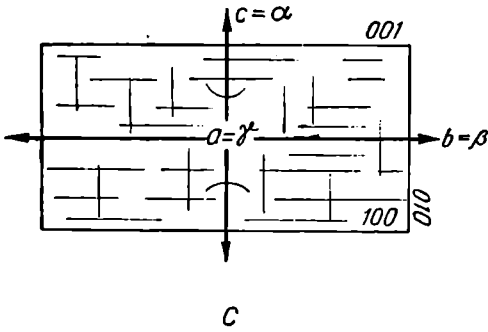
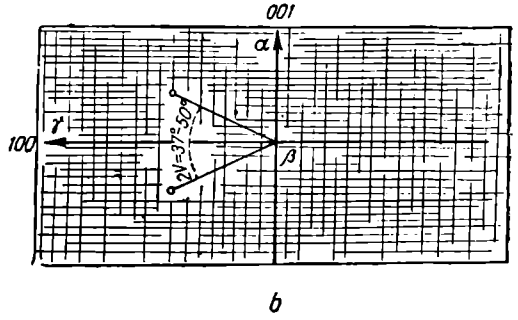
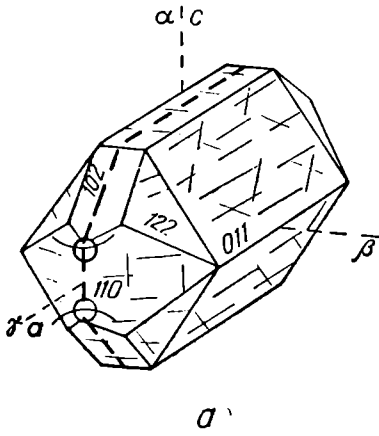


Fig. 269. Celestină:  
 a - habitus și orientare optică; b - secțiune  $\parallel$  (010); c - secțiune  $\parallel$  (100).

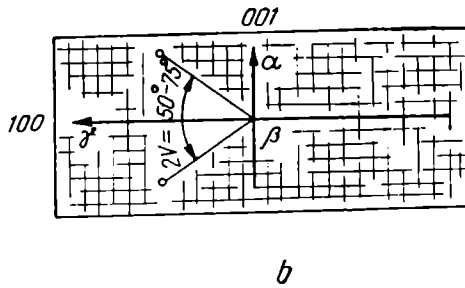
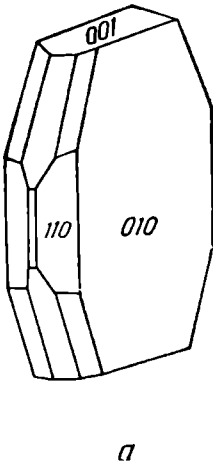


Fig. 270. Anglezit:  
 a - habitus; b - secțiune  $\parallel$  (010).

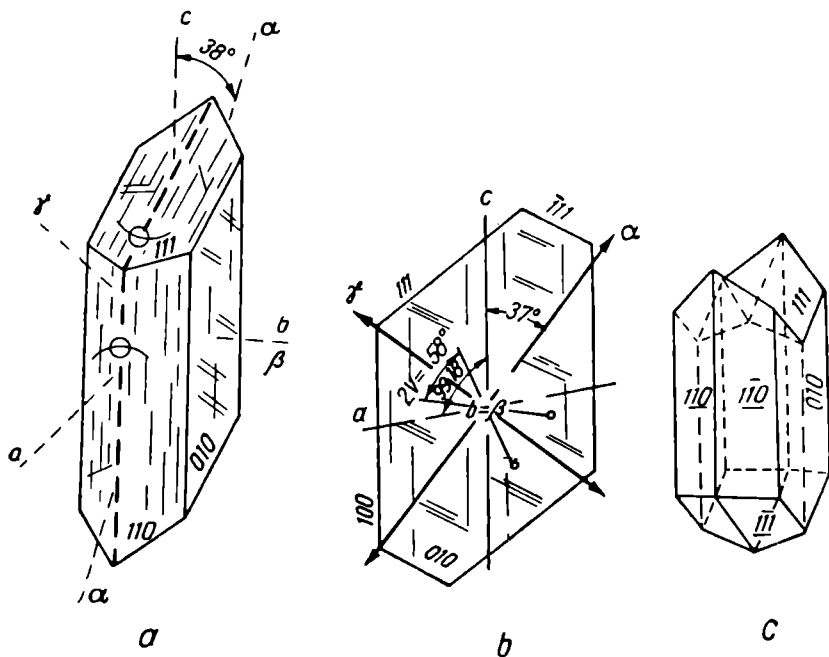


Fig. 271. Gips:  
*a* - habitus și orientare optică; *b* - secțiune || (010); *c* - gips maclat.

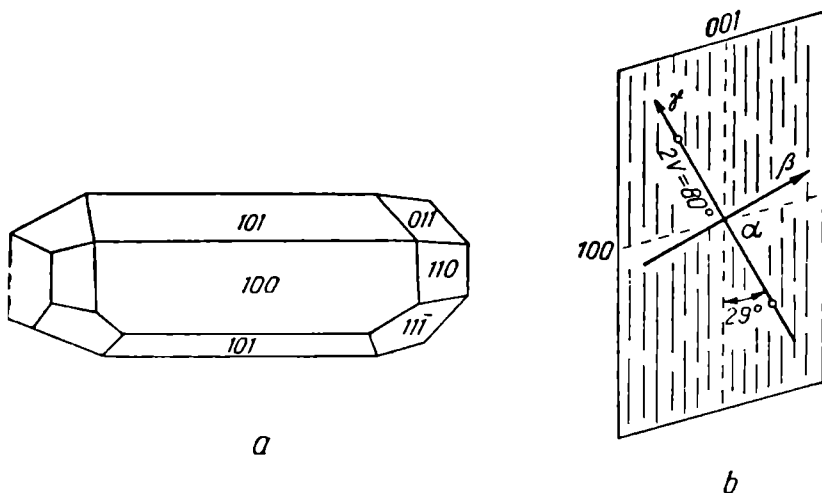


Fig. 272. Mirabilite:  
*a* - habitus; *b* - secțiune || (010).

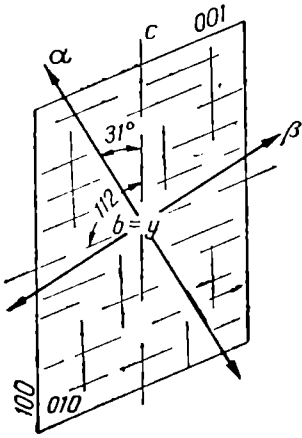


Fig. 273. Glauberit: secțiune || (010).

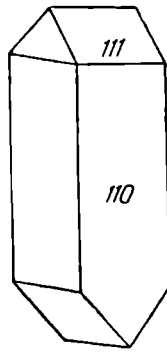


Fig. 274. Epsomit:

a - habitus; b - secțiune || (010).

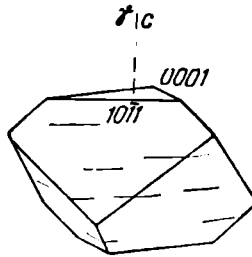


Fig. 275. Alunit: habitus și orientare optică.



Fig. 276. Polihalit: macle polisintetice.



## Borați

### Borați — Proprietăți optice

Tabelul 298

Mineral	Formula	Sistem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringenta			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V	semn optic	Alte proprietăți
					$\gamma$	$\beta$	$\alpha$						
Ludwigit	$(Mg, Fe^{2+})_2Li^{3+}(BO_3)_2O_2$	R	$\gamma$ brun $\beta$ verde, oliv $\alpha$ verde-închis		1,98	1,85	1,84	0,14	0°	+	f. mic (2E=40)	+	habitus prismatic, fibros
Szabelyt (Ascharit)	$Mg(BO_2)OH$	R	incolor		1,650 — —1,740	1,620 — —1,735	1,575 — —1,675	0,075 — —0,055	0°		25°	—	var. cu Mn = sussexit habitus fibros
Kotoit	$Mg_3(BO_3)_2$	R	incolor	perfect (110)	1,673	1,653	1,652	0,021	0°	+	21°	+	macle lamelare PAO    (010)
Boracit	$Mg_3B_7O_{13}Cl$	R	incolor	bun (111)	1,673	1,663	1,662	0,011	0°	+	83°	+	var. fibroasă = stassfurtit macle complexe (111)
Colemanit	$Ca_2B_8O_{11} \cdot 5 H_2O$	M	incolor	perfect (010) distinct (001)	1,614	1,592	1,586	0,028	7°		56°	+	PAO $\perp$ (010)
Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$	M	incolor	perfect (100) distinct (110)	1,472	1,469	1,447	0,025	55°	—	39°	—	PAO $\perp$ (010)
Warwickit	$(Mg, Fe)_3Ti[(BO_3)O]_2$	R	$\gamma$ brun $\beta$ brun-roșcat $\alpha$ galben	perfect (110)	1,830	1,809	1,806	0,024	0°	—	59°	+	PAO    (010)

BORAȚI-ORIENTĂRI OPTICE

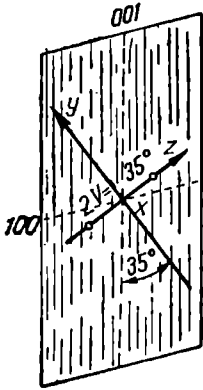


Fig. 277. Borax: secțiune || (010).

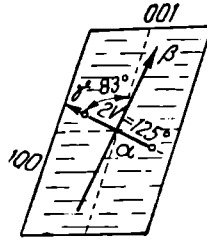


Fig. 278. Colemanit: secțiune || (010).

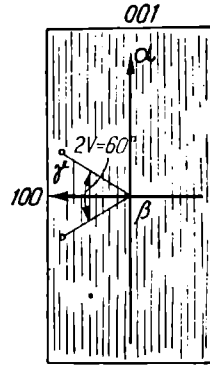


Fig. 279. Warwickit: secțiune || (010).

BORAȚI-DIAGrame

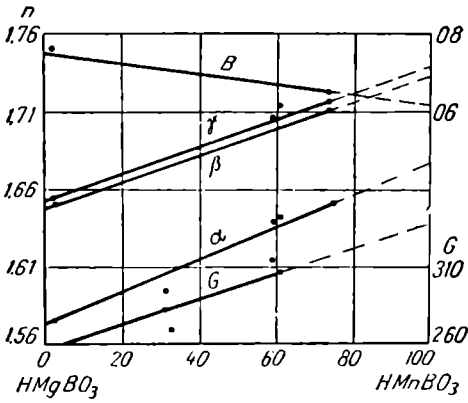


Fig. 280. Variația proprietăților optice în seria ascharit-sussexit.

WOLFRAMAȚI-DIAGrame

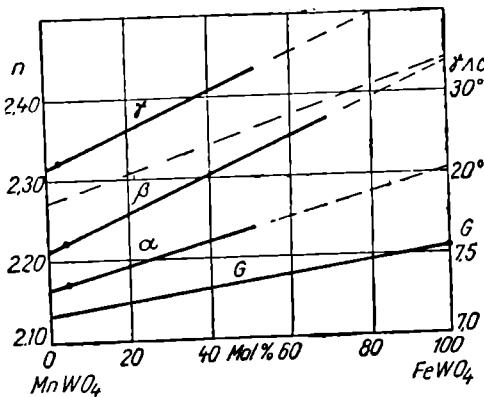


Fig. 281. Variația proprietăților optice în seria hübnerit-ferberit.

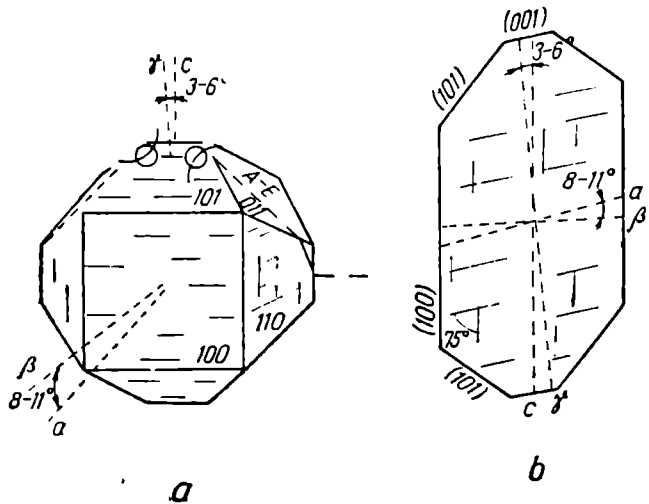


Fig. 282. Monazit:  
a - habitus și orientare optică; b - secțiune || (010).

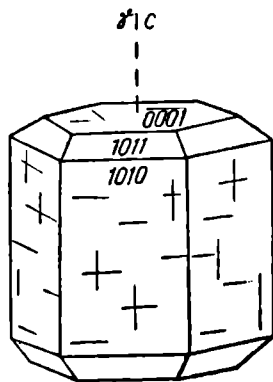


Fig. 283. Apatit: habitus și orientare optică.

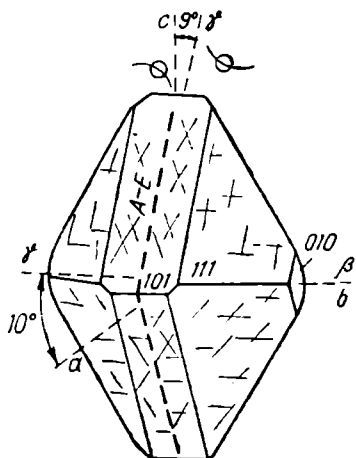


Fig. 284. Lazulit: habitus și orientare optică.

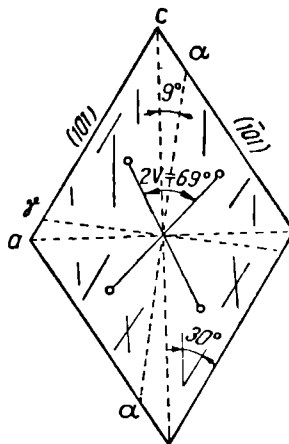


Fig. 285. Lazulit: secțiune || (010).

## Fosfați — Arseniați — Vanadați — Wolframați

Mineral	Formula	Sistem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringența			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
					$\gamma$ $\omega$	$\beta$	$\alpha$ $\epsilon$						
Xenotim	$Y(PO_4)$	Tetr.	gălbui, verzui, roz	perfect (110)	1,761	—	1,826	0,065	0°	+	U	+	pseudoabsorbție,
Monazit	$(Ce, La, Dy)(PO_4)$	M	galben, brun	perfect (001) distinct (100)	1,837— —1,849	1,788— —1,801	1,787— —1,801	0,045— —0,055	1—6°	+	6—19	+	macle (100)
Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$	II	incolor	bun (0001) și (1010)	1,634— —1,647	—	1,629— —1,644	0,005— —0,003	0°	—	U	—	contur prismatic sau hexagonal, aspect șagrinat,
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8 H_2O$	M	$\gamma$ -oliv, verde $\beta$ -albastru-pal $\alpha$ -albastru-intens	perfect (010) distinct (100)	1,627	1,598	1,580	0,047	20—30°	+	100±	+	în stare proaspătă este incolor
Lazullit	$(Mg, Fe)(AlOH)_2(PO_4)_2$	M	$\gamma$ -albastru-azur $\beta$ - " " $\alpha$ -incolor	—	1,643	1,634	1,612	0,031	9°	—	69°	—	macle lamelare (110) și (101)
Autunit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10-12 H_2O$	Tetr.	$\gamma$ -albastru-închis $\beta$ - " " $\alpha$ -incolor	perfect (001) bun (100), (010), (110)	1,521— —1,577	1,510— —1,575	1,488— —1,553	0,033— —0,024	0°	—	30— —60°	—	prezintă caractere de mineral blax
Torbernit	$Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12 H_2O$	Tetr.	$\omega$ -galben-verzui $\epsilon$ -albastru	perfect (001) distinct (100)	1,592	—	1,582	0,010	—	—	U	—	habitus foios

Mineral	Formula	Sis-tem	Culoare pleocroism	Clivaj	Refringenta			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți
					$\gamma$ $\omega$	$\beta$	$\alpha$ $\epsilon$						
Wavellit	$Al_3(OH)_2(PO_4)_3 \cdot 5 H_2O$	R	$\gamma$ -galben-pal $\beta$ -brun-gălbui	bun (110), (011), (010)	1,545	1,534	1,525	0,020			72°	+	poate fi și incolor
Piromorfit	$Pb_5(PO_4)_3Cl$	H	$\alpha$ -albastru-verde $\omega$ -verde $\epsilon$ -gălbui	—	2,061		2,049	0,012	0°	—	U		anomal biax
Turcoază	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$	Tric.	incolor, albastru-pal	distinct (110)	1,65	1,62	1,61	0,04	12°		22°	—	
Ambli gonit	$(Li, Na)Al(PO_4)(F, OH)$	Tric.	incolor verzul, roz	perfect (100) bun (110)	1,617	1,607	1,595	0,022	50°		mare		macle lamelare ( $\bar{1}\bar{1}1$ )
Eritrină	$Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$	M	$\gamma$ -roșu $\beta$ -violet-pal $\alpha$ -roz-pal	perfect (010)	1,701	1,663	1,629	0,072	$\gamma \Delta c = 32^\circ$	+	89°	+	
Annabergit	$Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8 H_2O$	M	verde-pal	perfect (010)	1,687	1,658	1,622	0,065	$\gamma \Delta c = 35^\circ$	+	84°	—	
Vanadinit	$Pb_5(VO_4)_3(Cl)$	H	$\omega$ -roșu-brun $\epsilon$ -galben		2,358		2,311	0,017			U	—	habitus prismatic
Scheelit	$CaWO_4$	Tetr.	incolor	bun (111)	1,9345		1,9185	0,016			U	+	

### FOSFAȚI – DIAGrame

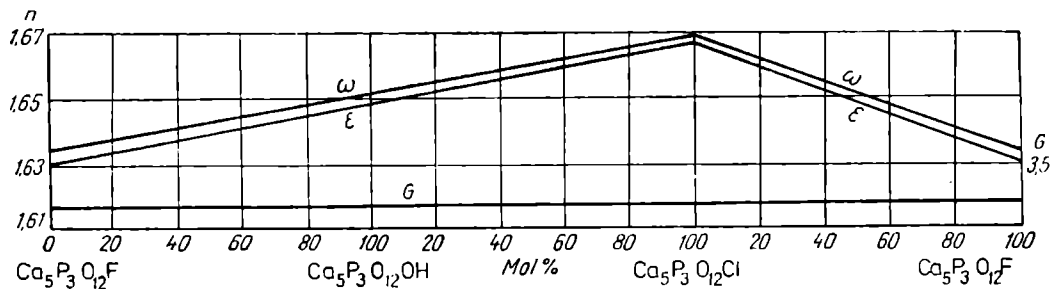


Fig. 286. Variația proprietăților optice în seria dublă fluorapatit-hidroxilapatit-clorapatit.

## Nezosilicați

Tabelul 300

## Nezosilicați — Grupa olivinelor

Mineral	Formula	Sistem	Indici de refracție			$\Delta$	Extincție	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Forsterit	$Mg_2SiO_4$	R	1,670	1,651	1,635	0,035	0°	99°	—	Incolore, aspect șagrinat, clivaj slab (010), spăr- turi neregulate, extinc- ție dreaptă și simetrică, alungire pozitivă, prin alterație: — serpentinizare; → crisotil antigorit — martitizare → oxizi de fier
Crisolit	$Fe_{80}Fa_{20}$	R	1,712	1,692	1,674	0,038	0°	87°	—	
Hialosiderit	$Fe_{60}Fa_{40}$	R	1,753	1,735	1,712	0,041	0°	78°	—	
Hortonolit	$Fe_{40}Fa_{60}$	R	1,792	1,778	1,748	0,044	0°	69°	—	
Ferohortonolit	$Fe_{20}Fa_{80}$	R	1,833	1,822	1,786	0,047	0°	58°	—	
Fayalit	$Fe_2SiO_4$	R	1,875	1,864	1,824	0,051	0°	47°	—	
Knebelit	$(MnFe)_2SiO_4$	R	1,850	1,840	1,800	0,050	0°	50°	—	
Tefroit	$Mn_2SiO_4$	R	1,820	1,805	1,780	0,040	0°	50°	—	
Picrotefroit	$(MnMg)_2SiO_4$	R	1,740	1,724	1,710	0,020	0°	85°	—	

Mineral	Formula	Sistem	Culoare	Indice de refracție	Alte proprietăți
				n	
Pirop	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (roz)	1,705	Habitus dodecaedral, trapezoidal, aspect săgrinat, incluziuni frecvente, spărturi
Almandin	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (cenușiu)	1,778—1,830	
Spessartin	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (galben)	1,800	
Grossular	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	C	Incolor	1,735	Habitus dodecaedral, trapezoidal Birefrință anomală, structuri zonare, macle sectoriale
Andradit	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	C	Incolor (verde-gălbui)	1,880—1,900	
Uvarovit	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	C	Verde	1,840—1,870	

## Nezosilicați — Grupa silcaților de aluminiu

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare	Indici de refracție			$\Delta$	Extincție	2V	Sema optic	Alte proprietăți
					$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Andaluzit	$Al_2(SiO_4)O$	R	Distinct (110)	$\gamma$ Incolor $\alpha$ incolor (roz)	1,638 1,651	1,633 1,644	1,629 1,640	0,007 0,010	0°	83° —85°	—	Pe fața (001) 2 direcții de clivaj
Sillmanit	$Al(AlSiO_5)$	R	Distinct (010)	incolor	1,677 1,684	1,658 1,670	1,655 1,661	0,020 0,023	0°	20° —30°	+	Habitus acicular PAO  010
Disten	$Al_2(SiO_4)O$	Trc.	Perfect (100) Distinct (001)  Slab (010)	incolor	1,728 1,729	1,720 1,722	1,712 1,717	0,015 0,016	30°	82° —83°	+	Habitus prismatic, extincție 60° în secțiunile bazale; în secțiunile groase, pleocroic; albastru-incolor; clivaj în 2 direcții în secțiunile transversale
Staurolit	$FeAl_4(SiO_4)O_8(OH)_2$	R	Slab (010)	$\gamma$ galben-auriu $\beta$ incolor $\alpha$ galben-pal	1,750 1,762	1,745 1,753	1,739 1,747	0,011 0,015	0°	80° —90°	+	PAO  100; alterații: sericit, talc

## Nezosilicați — Grupa humitelor

Mineral	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism			
Chondrodit	$(\text{Mg, Fe})_5(\text{SiO}_4)_2(\text{F, OH})_2$	M	slab (001)	$\gamma$ — incolor, galben, verde $\beta$ — brun, gălbui-pal $\alpha$ — brun-roșcat, galben-roșcat			
Humit	$(\text{Mg, Fe})_7(\text{SiO}_4)_2(\text{F, OH})_2$	M	slab (001)	$\gamma$ — galben-auriu-pal $\beta$ — galben-pal, incolor $\alpha$ — galben-auriu-închis			
Clinohumit	$(\text{Mg, Fe})_9(\text{SiO}_4)(\text{F, OH})_2$	M	slab (001)	$\gamma$ — galben-pal, incolor $\beta$ — galben-verzui $\alpha$ — galben-bruniu			

Mineral	Refringența			$\Delta$	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți observații
	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Chondrodit	1,619 1,675	1,602 1,655	1,592 1,643	0,025 0,037	$\beta \wedge c = 22 - 31$	64 – 90°	+	macle (001)
Humit	1,639 1,675	1,619 1,653	1,607 1,643	0,028 0,036	$\beta \wedge c = 0$	68 – 81°	+	dispersie slabă
Clinohumit	1,651 1,728	1,636 1,709	1,623 1,702	0,028 0,045	$\beta \wedge c = 7 - 15$	52 – 90°	+	macle lamelare (001)



## Alți nezosilicați

Mineral	Refringența			$\Delta$	Extincție	2V/U	Semn optic	Alte proprietăți Observații
	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Zircon	1,96 2,02		1,92 1,96	0,04 0,06	$\gamma \wedge c=0$	U	+	Habitus prismatic cu fețe terminale piramidale, macle (111), prin alterație spre stadiul amorf (metamictic) refringența și birefringența scad, rar biax.
Topaz	1,617 1,637	1,610 1,629	1,607 1,629	0,008 0,010	$\gamma \wedge c=0$	66–68°	+	În secțiuni groase pleocroic; $\gamma$ roz-violet; $\beta$ roz-gălbui; $\alpha$ galben-bruniu; incluziuni lichide și gazoase.
Sfen	1,979 2,051	1,891 1,935	1,888 1,918	0,091 0,146	$\gamma \wedge c=45-57$	21–50°	+	Habitus caracteristic în formă de romb, macle după (100), dispersie puternică.

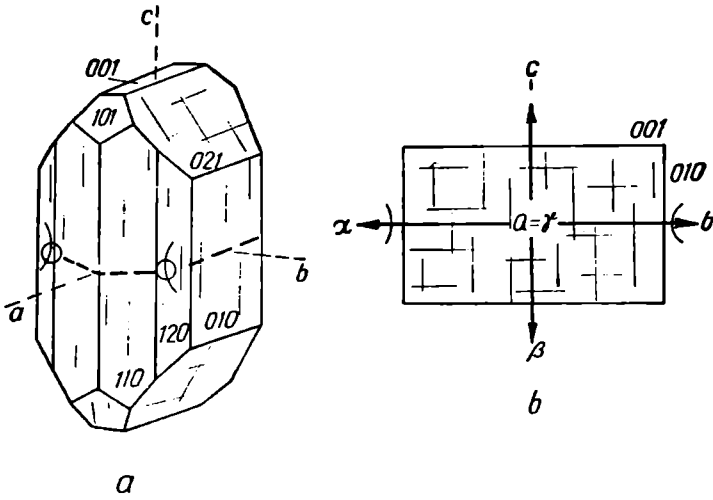


Fig. 287. Forsterit:  
a - orientare optică;  
b - secțiune || (100).

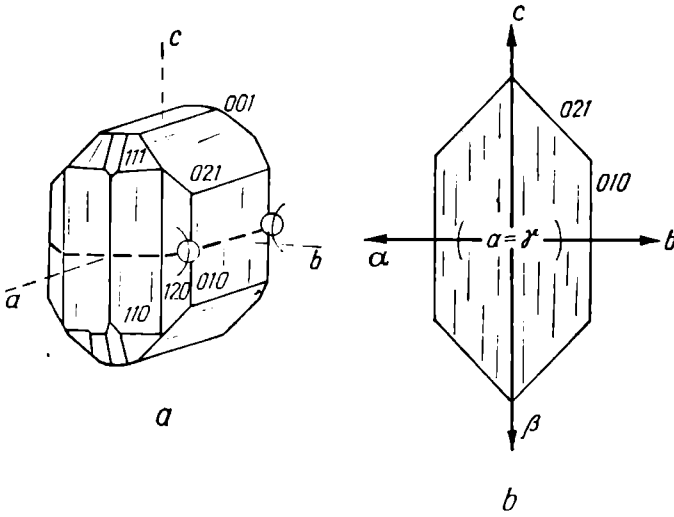


Fig. 288. Fayalit:  
a - orientare optică;  
b - secțiune || (100).

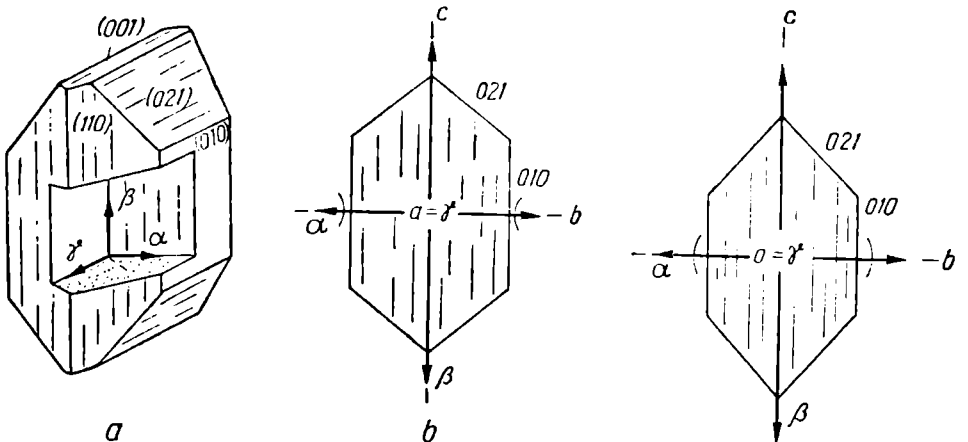


Fig. 289. Olivină:

a - habitus și orientare optică; b - secțiune || (100).

Fig. 290. Monticellit: secțiune || (100).

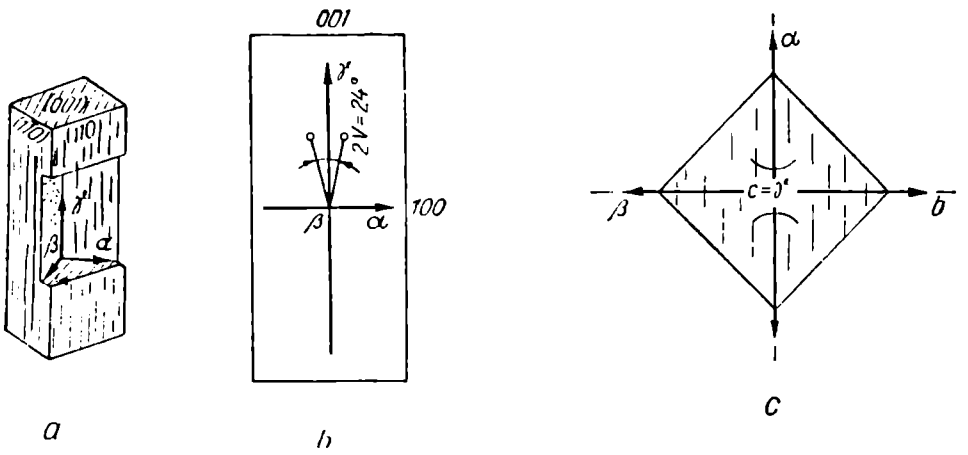


Fig. 291. Sillimanit:  
 a - orientare optică; b - secțiune  $\parallel$  (110); c - secțiune  $\parallel$  (001).

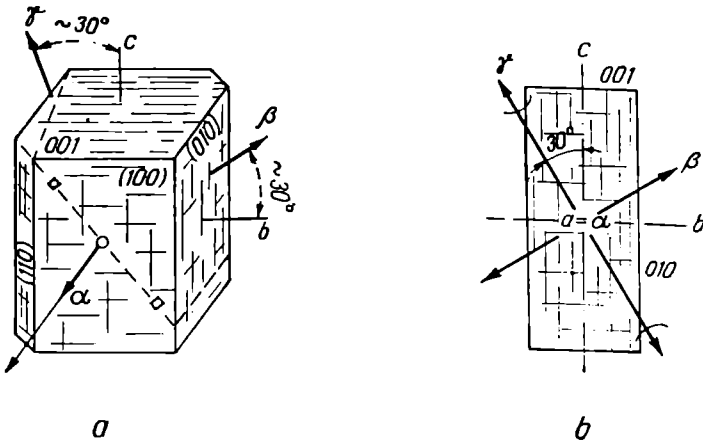


Fig. 292. Disten:  
 a - orientare optică; b - secțiune  $\parallel$  (100).

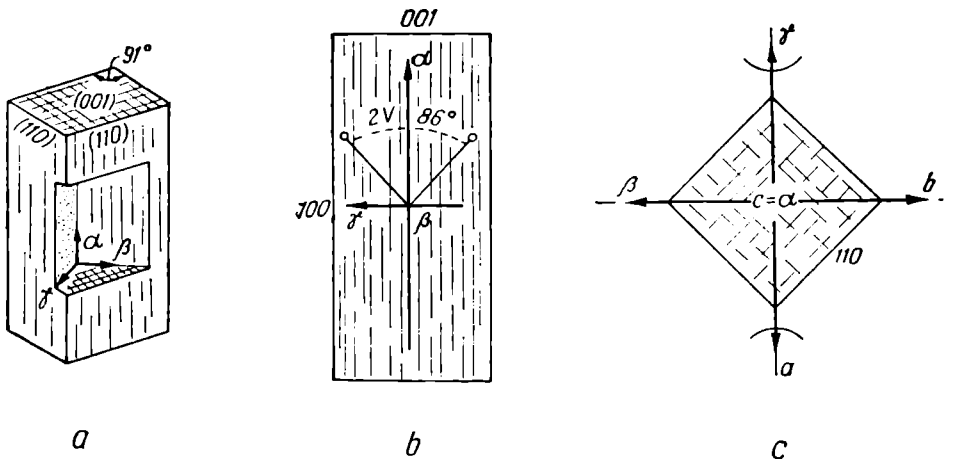


Fig. 293. Andaluzit:  
 a - orientare optică; b - secțiune  $\parallel$  (110); c - secțiune  $\parallel$  (001).

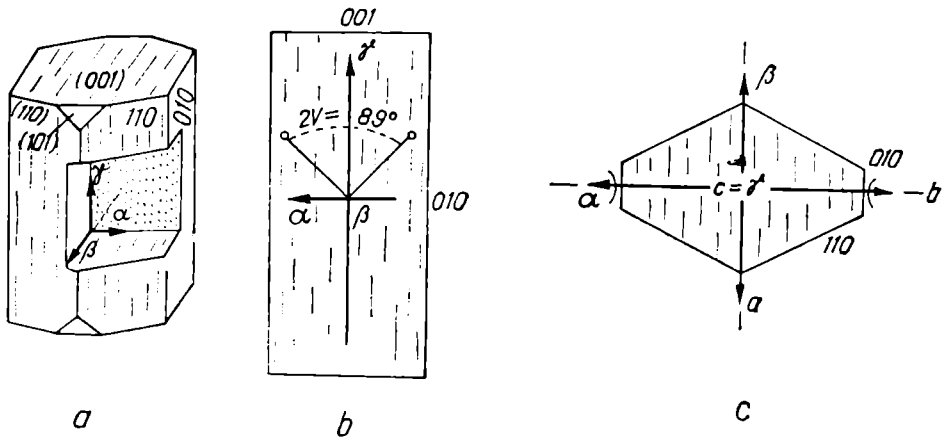


Fig. 294. Staurolit:  
 a - orientare optică; b - secțiune || (110); c - secțiune || (001).

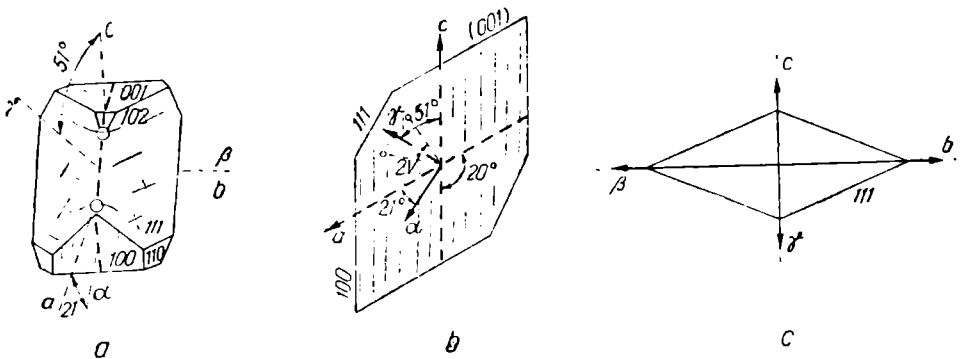


Fig. 295. Sfen:  
 a - orientare optică; b - orientare optică; c - secțiune || (110).

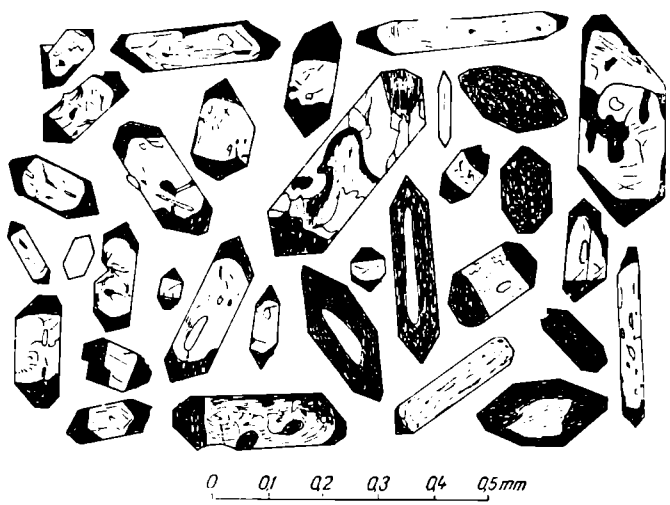


Fig. 296: Habitusul cristalelor de zircon.

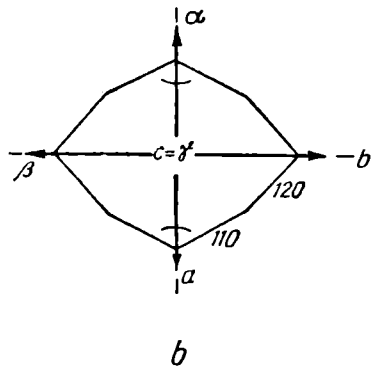
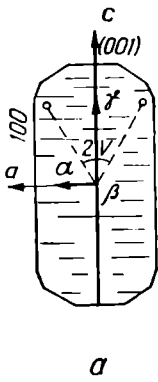


Fig. 297. Topaz:  
a - secțiune || (010); b - secțiune || (001).

HUMITE

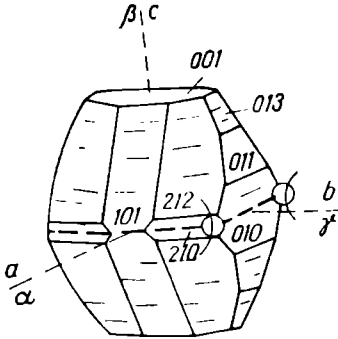


Fig. 298. Humit: habitus și orientare optică.

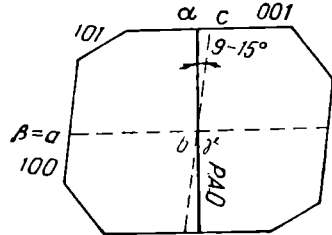


Fig. 299. Clinohumit: secțiune || (010).

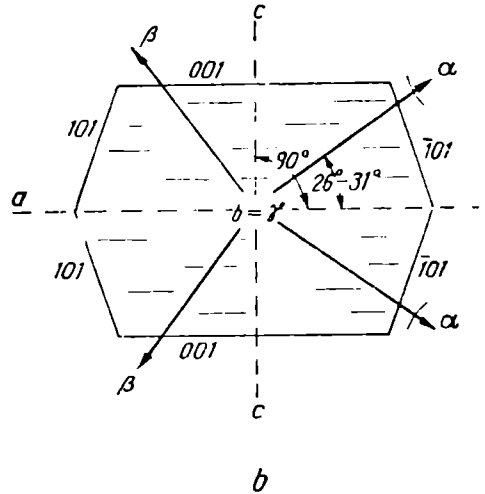
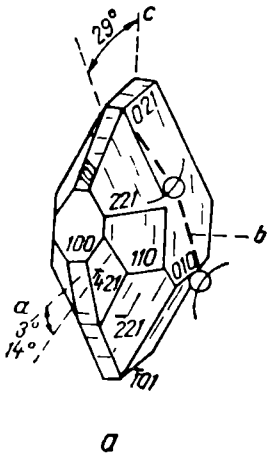


Fig. 300. Chondrodit:  
a - orientare optică; b - secțiune || (010).

NEZOSILICAȚI — DIAGrame

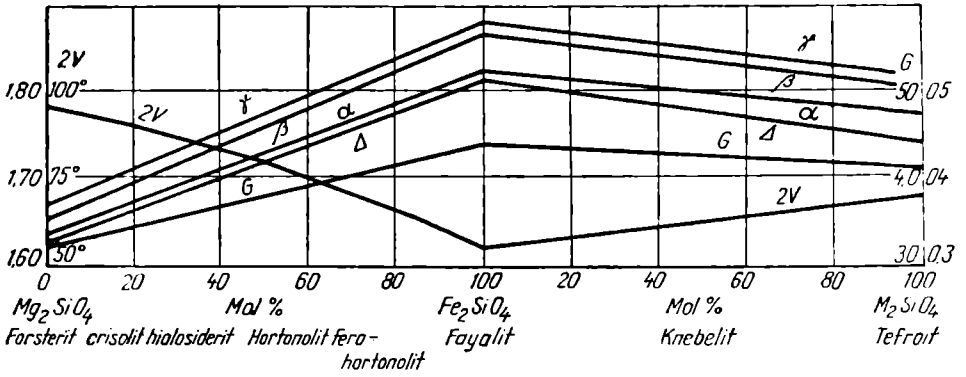


Fig. 301. Variația proprietăților optice ( $n$ ,  $\Delta$ ,  $2V$ ) și greutateii specifice în seria dublă forsterit-fayalit-tefroit.

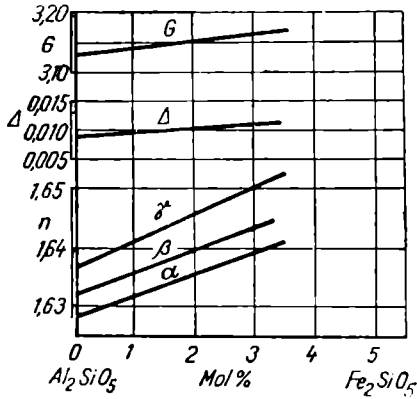


Fig. 302. Variația proprietăților optice la andaluzit.

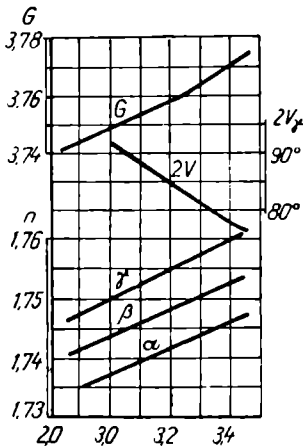


Fig. 303. Variația proprietăților optice la staurolit.

# Sorosilicați

## Sorosilicați — Proprietăți optice

Tabelul 305

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism	Refringenta			$\Delta$	Extincție	Alungire	$2V/U$	Semn optic	Alte proprietăți Observații
					$\alpha$	$\beta$	$\gamma$						
Ilvalit	$\text{Ca}_3\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O}, \text{OH})$	R	distinct (001) și (010)	$\gamma$ : verde-închis opac $\beta$ : brun-închis $\alpha$ : galben-bruniu	1,878	1,890	1,926	0,048	0°	+	60°	+	Habitus prismatic P.A.O.    (100) $r \ll v$ $\alpha < \beta < \gamma$
Astrofilit	$(\text{K}, \text{Na})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_4(\text{Ti}, \text{Zr})[\text{Si}_2\text{O}_7]_2(\text{OH}, \text{F})_2$	Tric.	perfect (010) slab (100)	$\gamma$ : roșcat $\beta$ : galben $\alpha$ : portocaliu	1,740	1,746	1,765	0,025	4°	+	75–87	+	Pseudomonoclinic Habitus prismatic P.A.O.    (010)
Hemimorfite	$\text{Zn}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	R	perfect (110)	incolor	1,614	1,617	1,636	0,022	0°	+	46°	+	Habitus tabular (în s.s. prismatic)    (010)
Lawsonit	$\text{CaAl}_2[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	R	perfect (100) și (001)	incolor	1,665	1,674	1,684	0,019	0°	–	76–87	+	Habitus prismatic $r \gg v$

## SOROSILICAȚI — ORIENTĂRI OPTICE

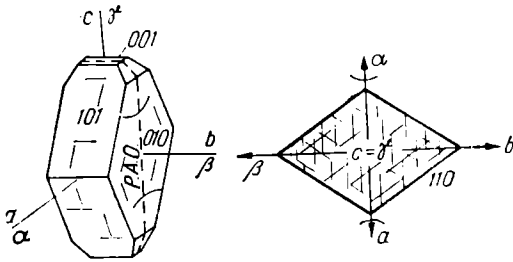


Fig. 304. a. Lawsonit: orientare optică.

Fig. 304. b. Lawsonit: secțiune  $\perp$  (001).

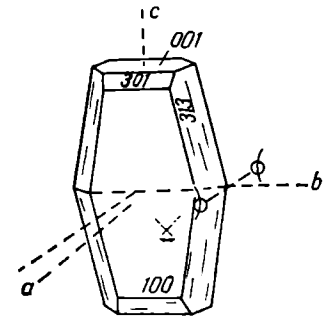


Fig. 305. Astrofilit: orientare optică.

## Nezo-sorosilicați

### Grupa melilitelor și grupa vezuvianului — Proprietăți optice

Tabelul 306

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare	Refringența		$\Delta$	Extincție	Alungire	U	Semn optic	Alte proprietăți Observații
					$\omega$	$\epsilon$						
Akermanit	$(Ca_2Mg)[Si_2O_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	verde brun	1,632	1,640	0,008	0°	+	U	+	macle (100) și (001)
Melilit	$(Ca, Na, K)_2(Mg, Al, Fe^{2+}, Fe^{3+})$ $[(Si, Al)SiO_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	galben verde brun	1,624 – 1,666	1,616 – 1,661	0,001 – 0,003	0°	–	U	+	anomal prezintă alungire pozitivă
Gehlenit	$Ca_2Al[(Al, Si)SiO_7]$	Tetr.	(001) slab (110) slab	verde brun	1,669	1,658	0,011	0°	–	U	–	macle (100) și (001)
Vezuvian	$Ca_{10}(Mg, Fe)_2Al_4[Si_2O_7]_2$ $[SiO_4]_5(OH, F)_4$	Tetr.	(100) slab (110) slab	incolor galben	1,705 – 1,732	1,701 – 1,726	0,004 – 0,006	0°	–	U	–	$\Delta$ anomală și zonară; U +, $\pm 2V$ , izotrop



NEZO-SOROSILICAȚI — ORIENTĂRI OPTICE  
GRUPA EPIDOTULUI — ORIENTĂRI OPTICE

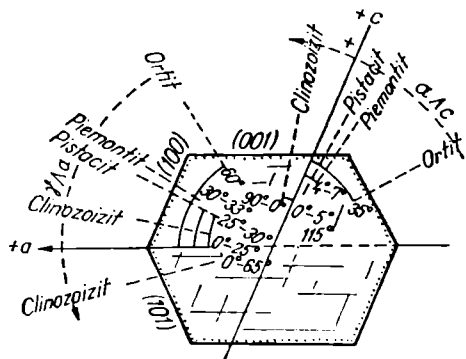


Fig. 306. Unghiurile de extincție la mineralele din grupa epidotului.

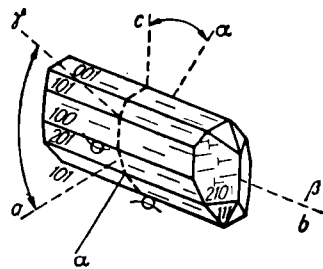
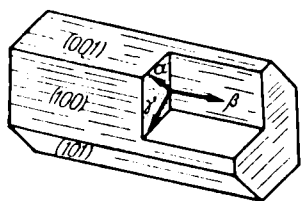
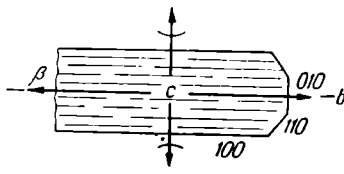


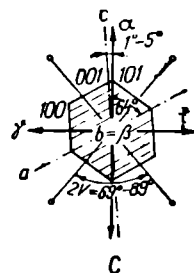
Fig. 308. Ortit: orientare optică.



a



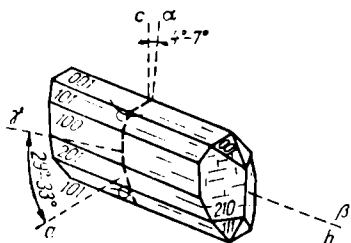
b



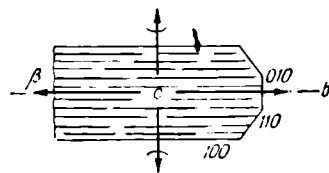
c

Fig. 307. Epidot monoclinic:

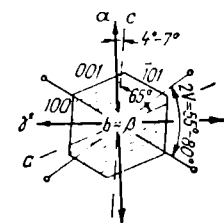
a — orientare generală; b — secțiune || (001); c — secțiune || (010).



a



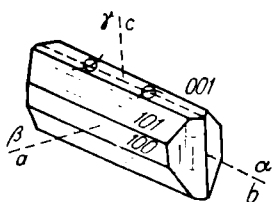
b



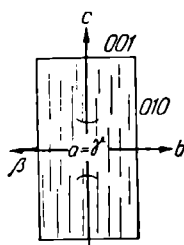
c

Fig. 309. Piemontit:

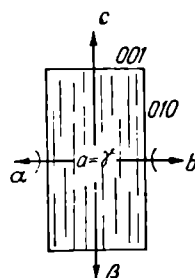
a — orientare optică; b — secțiune || (001); c — secțiune || (010).



a



b



c

Fig. 310. Zoizit:

a — zoizit; b — orientare optică; c — secțiune || (100).

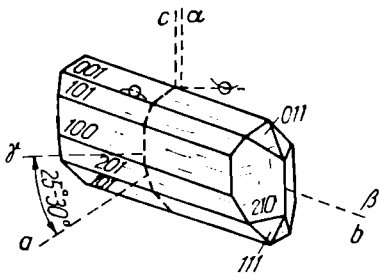


Fig. 311. Pistazit.

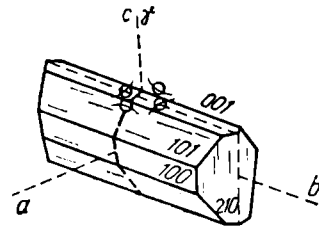


Fig. 312. Thullit: orientare optică.

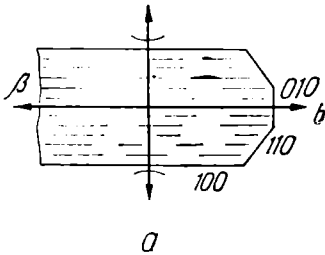


Fig. 313. Clinozoizit:

a - secțiune  $\perp$  (001); b - secțiune  $\parallel$  (010).

### GRUPA MELILITELOR ȘI VEZUVIANULUI — ORIENTĂRI OPTICE

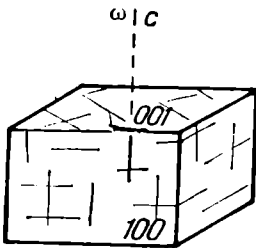


Fig. 314. Gehlenit:  
orientare optică.

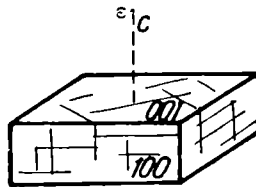


Fig. 315. Akermanit:  
orientare optică.

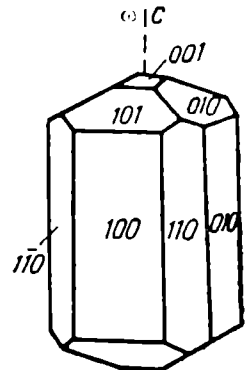


Fig. 316. Vezuvian,  
orientare optică.

NEZO-SOROSILICAȚI — DIAGrame

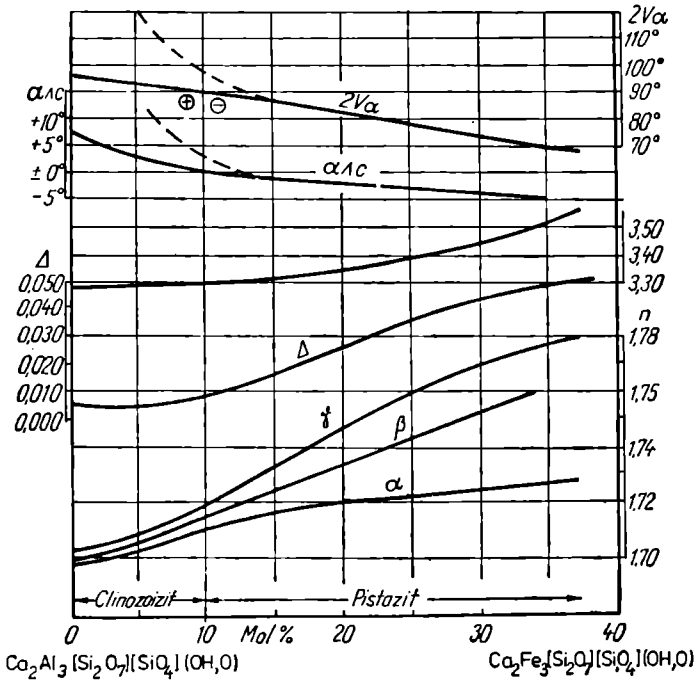


Fig. 317. Variația proprietăților optice în grupa epidotului.

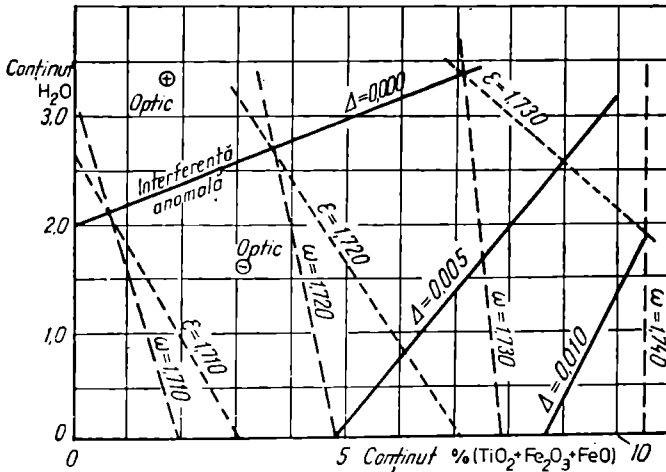


Fig. 318. Variația proprietăților optice la vezuvian.

Mineral	Formula	Sistem	Clivaj	Culoare Pleocroism
Wollastonit	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Trc.	perfect (100) bun (001) și (102)	incolor
Parawollastonit	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$	Mon.	perfect (100) bun (001) și (102)	incolor
Bustamit	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	Trc.	perfect (100) bun (110) și (110)	roz-pal
Rodonit	$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	Trc.	perfect (100) și (010) bun (001)	incolor sau pleocroic
Dioptaz	$\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Trg.	perfect (1011)	incolor
Beril	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	Hex.	f. slab (0001)	incolor sau pleocroic
Turmalină	$\text{X}_3\text{Y}_3\text{Al}_6(\text{OH})_4[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ X=Na, Ca; Y=Mg, Mn, Li, Fe.	Trg.	spărturi	variabile pt. diferite vari- etăți
Cordierit	$\text{Al}_3(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$	R	distinct (010) slab (100) și (001)	incolor sau pleocroic, bleu, violet-închis, galben-clar
Axinit	$\text{H}\text{Ca}_2(\text{Mn}, \text{Fe})\text{BAI}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$	Trc.	bun (100) slab (001) (110)	incolor, oliv, violet incolor, galben bleu, galben, brun, verde- oliv

Refringenta			$\Delta$	Extincție	2V/U	Sema optic	Disper- sie	Alte proprietăți
$\gamma$ $\omega$	$\beta$	$\alpha$ $\varepsilon$						
1,634	1,632	1,620	0,014	$\alpha \wedge c = 31^\circ$	39°	-	$r > v$	Macle (100) ✱ PAO cu axul zonei de maclă = 4°
1,631	1,629	1,614	0,017	$\alpha \wedge c = 34^\circ$	35-40°	-	$r > v$	Macle (100) ✱ PAO cu axul zonei de maclă = 0°
1,676	1,674	1,662	0,014	$\gamma \wedge c = 36^\circ$	44°	-	$r < v$	✱ clivaj 010/100 = 94° și 100/110 = 45°
1,724- 1,747	1,715- 1,737	1,711- 1,733	0,011- 0,014	variabilă cu orien- tarea	61-75°	+	$r < v$	Pleocroic numai în secțiuni groase; gal- ben-roșcat-clar → galben-pal
1,697		1,644	0,053	0°	U	+		Anomal biax: 2V = 45°
1,568- 1,602	-	1,564- 1,595	0,004- 0,008	0°	U	-		Anomal biax: 2E = 100° pleocroic numai în secțiuni groase
1,632- 1,698	-	1,613- 1,653	0,029- 0,040	0°	U	-		Habitus prismatic, pleocroism invers (direcția alungirii cu planul analizorului: absorbție maximă)
1,545	1,543	1,538	0,008		40-80°	-	$r < v$	Pleocroic numai în secțiuni groase sau la varietățile bogate în fier; macle multi- ple pseudohexago- nale
1,681- 1,704	1,677- 1,701	1,672- 1,693	0,009- 0,0193		69-87°			Habitus lamelar, co- lumnar. Zonare cu variația 2V. Disper- sie puternică

CICLOSILICAȚI – ORIENTĂRI OPTICE

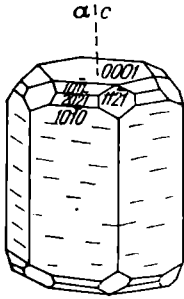


Fig. 319. Beril: orientare optică.

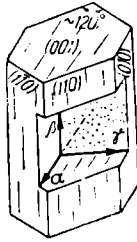


Fig. 320. Cordierit: orientare optică.

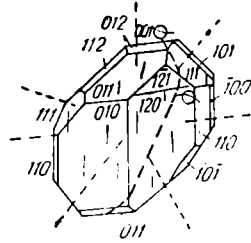


Fig. 321. Axinit: orientare optică.

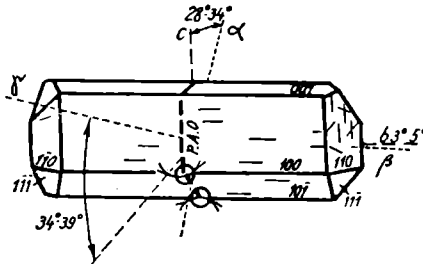


Fig. 322. Wollastonit: orientare optică.

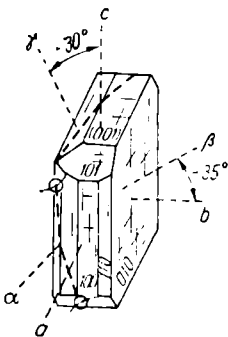


Fig. 223. Bustamit: orientare optică.

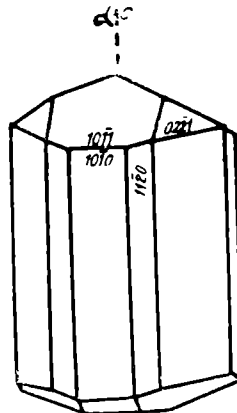


Fig. 324. Turmalină: orientare optică.

CICLOSILICAȚI-DIAGrame

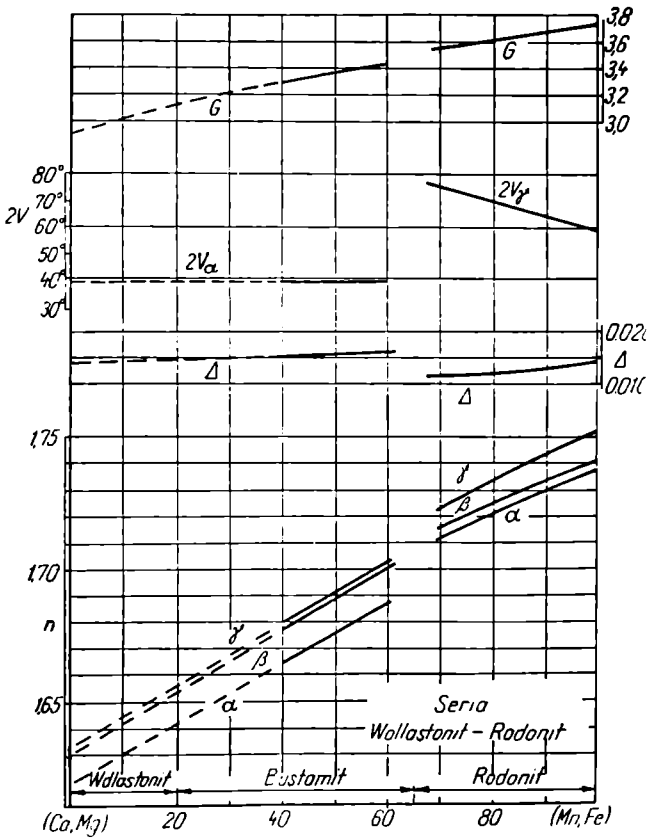


Fig. 325. Variația proprietăților optice în seria wollastonit-rodonit.

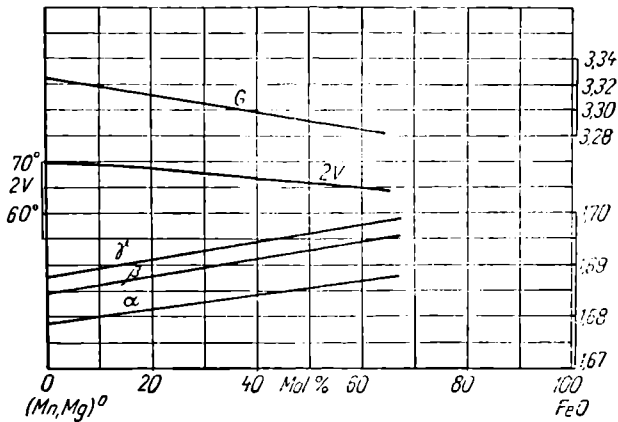


Fig. 326. Variația proprietăților optice la axinit.

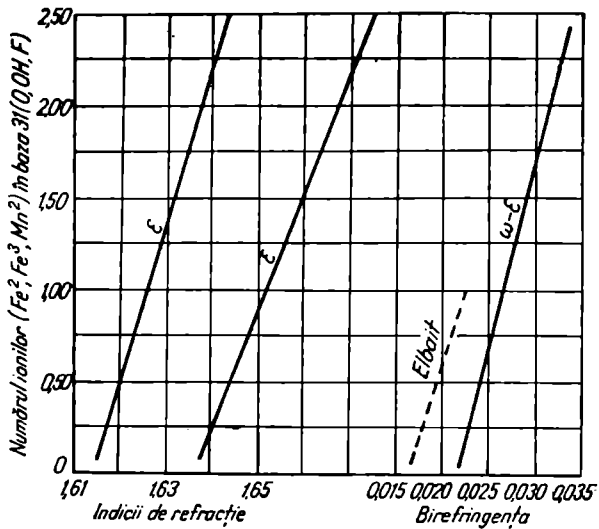


Fig. 327. Variația proprietăților optice la turmalină.

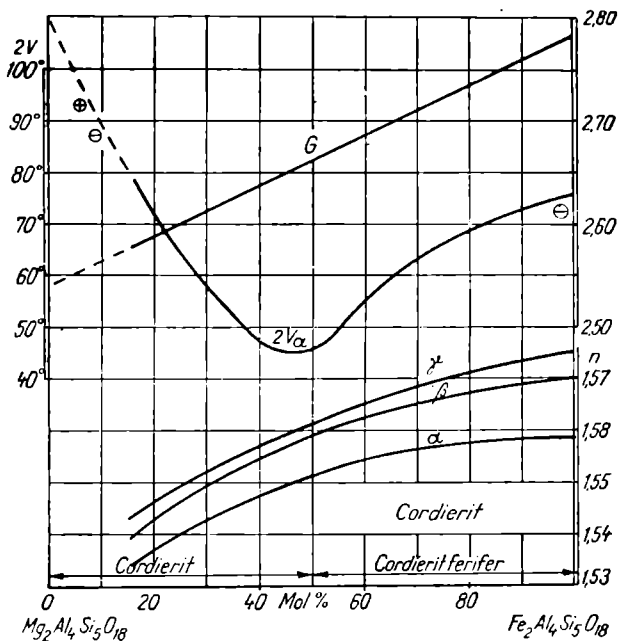


Fig. 328. Variația proprietăților optice la cordierit.



# inosilcați

## Piroxeni

### Principalele caractere optice ale piroxenilor

Tabelul 308

Mineral	Formulă	Sistem	Culoare Pleocroism	Refringență			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V	Semn optic
				$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Enstatit	Mg[SiO <sub>3</sub> ]	R	incolor	1,665 – 1,677	1,659 – 1,672	1,657 – 1,667	0,008 – 0,009	0°	+	55 – 90°	+
Bronzit	(Mg, Fe)[SiO <sub>3</sub> ]	R	incolor	1,677 – 1,702	1,672 – 1,699	1,667 – 1,690	0,009 – 0,012	0°	+	70 – 90°	–
Hipersten	(Fe, Mg)[SiO <sub>3</sub> ]	R	$\gamma$ – verde-deschis la grî-verzui $\beta$ – verde-gălbui-galben-pal $\alpha$ – roz, brun-roșcat	1,702 – 1,727	1,699 – 1,729	1,690 – 1,710	0,012 – 0,016	0°	+	45 – 70°	–
Ferosilit	Fe[SiO <sub>3</sub> ]	R		1,776 – 1,788	1,765 – 1,770	1,755 – 1,766	0,020 – 0,022	0°	+	55 – 90°	
Clinoenstatit	Mg[SiO <sub>3</sub> ]	M	incolor	1,660 – 1,694	1,653 – 1,577	1,651 – 1,675	0,009 – 0,020				
Clinohipersten	(Mg, Fe)[SiO <sub>3</sub> ]	M	$\gamma$ – verde-deschis $\beta$ – galben-verzui-deschis $\alpha$ – brun-roșcat-deschis	1,694 – 1,770	1,677 – 1,742	1,675 – 1,740	0,020 – 0,030	22 – 34°	+	25 – 53°	+
Clinoferosilit	Fe[SiO <sub>3</sub> ]	M		1,770 – 1,794	1,742 – 1,764	1,740 – 1,762	0,030 – 0,032				
Pigeonit	(Mg, Fe, Ca)[SiO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	M	incolor la verzui sau galben-pal	1,705 – 1,751	1,684 – 1,722	1,680 – 1,730	0,020 – 0,030	30 – 40°	+	0 – 25°	+
Diopsid	CaMg[SiO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	M	incolor	1,695 – 1,710	1,672 – 1,727	1,665 – 1,715	0,028 – 0,030	38 – 41°	+	56 – 59°	+
Salit	Ca(Mg, Fe)[SiO <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>	M	incolor la verde-pal	1,710 – 1,745	1,688 – 1,727	1,680 – 1,715	0,030	41 – 45°	–	56 – 61°	+

Tabelul 303 (continuare)

Mineral	Formulă	Si stem	Culoare Pleocroism	Refringentă			$\Delta$	Extincție	Alun-gire	2V	Semn optice
				$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Ferosalit	$\text{Ca(Fe, Mg)[SiO}_3\text{]}_2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hedenbergit	$\text{CaFe[SiO}_3\text{]}_2$	M	$\gamma$ — verde-închis, verde-albastru, incolor $\beta$ — incolor $\alpha$ — verde-albăstrui sau galben-pal, incolor	1,745— 1,756	1,727— 1,735	1,715— 1,727	0,030— 0,031	42—45°	—	61—63°	+
Johannsenit	$(\text{Ca, Mn)[SiO}_3\text{]}_2$	M	incolor	1,74	1,72	1,71	0,028	42°	—	70°	+
Augit	$(\text{Ca, Mg, Fe, Al)[Si, Al, O}_3\text{]}_2$	M	$\beta$ — incolor la gălbui sau verzui-pal	1,694— 1,772	1,676— 1,750	1,670— 1,743	0,024— 0,029	39—45°	+(-)	40—70°	+
Ti-Augit	Augit-titanifer	M	$\gamma$ — galben-brun la violaceu $\beta$ — violaceu, lilia-chiu $\alpha$ - gălbui-deschis	1,728— 1,762	1,700 1,746	1,695— 1,741	0,021— 0,033	32—45°	+(-)	45—58°	+
Dialag	idem augit	M		1,694— 1,772	1,676— 1,750	1,670— 1,753	0,024— 0,029	39—45°	+(-)	40—70°	+
Egirin	$\text{NaFe}^{3+}[\text{SiO}_3\text{]}_2$	M	$\gamma$ — galben-verzui-deschis $\beta$ — verde-oliv, verde-bruniu $\alpha$ — verde-închis la bruniu	1,810— 1,836	1,796 1,821	1,762— 1,776	0,048— 0,060	0—8°	—	60—70°	—
Augit-egirinic	p. augit + p. egirin	M	$\gamma$ — galben-verzui-deschis $\beta$ — verde-deschis $\alpha$ — verde	1,75— 1,81	1,73— 1,80	1,72— 1,76	0,027— 0,048	0—40°	—	70—90°	±
Jadeit	$\text{NaAl[SiO}_3\text{]}_2$	M	$\gamma$ — incolor la gălbui $\beta$ — incolor $\alpha$ — incolor la verzui	1,665— 1,675	1,657— 1,665	1,654— 1,660	0,010— 0,016	33—36°	—	68—72°	+
Omfacit	p. augit + p. jadeit	M	$\beta$ — incolor la verzui-deschis	1,68— 1,69	1,67— 1,68	1,66— 1,67	0,020— 0,025	39—43°	+	65—70°	+
Spodumen	$\text{LiAl[SiO}_3\text{]}_2$	M	$\beta$ — incolor la violaceu	1,67— 1,68	1,66— 1,67	1,65— 1,66	0,013— 0,025	23—27°	+	50—70°	+

PIROXENI—ORIENTĂRI OPTICE

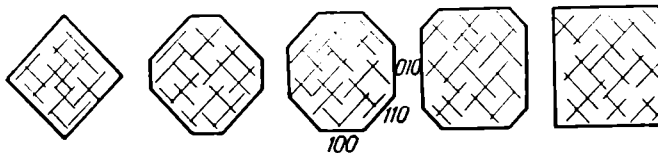


Fig. 329. Secțiuni transversale prin cristale de piroxeni arătând cele două direcții de clivaj.

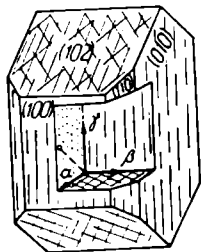


Fig. 330. Piroxeni rombici: caz general.

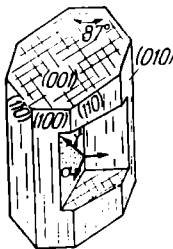


Fig. 331. Piroxeni monoclinici: caz general.

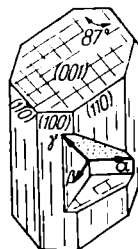


Fig. 332. Pigeonite: caz general.

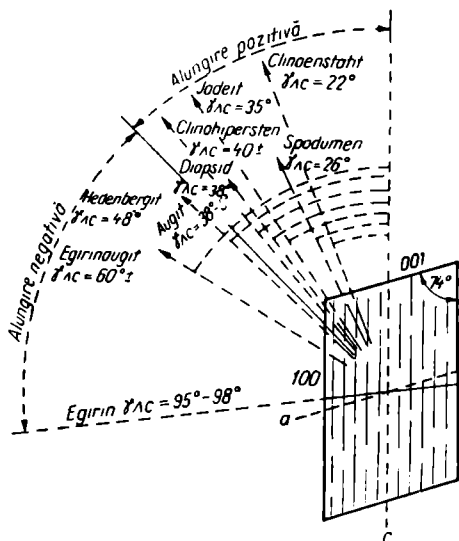


Fig. 333. Variația unghiului de extincție la piroxenii monoclinici.

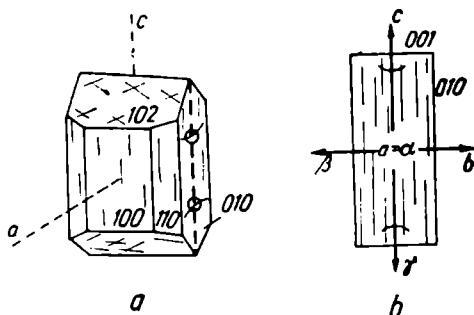


Fig. 334. Enstatit: a - orientare optică; b - secțiune || (100)

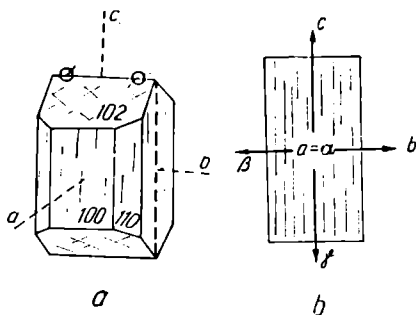


Fig. 335. Hipersten:

$a$  - orientare optică;  $b$  - secțiune || (100)

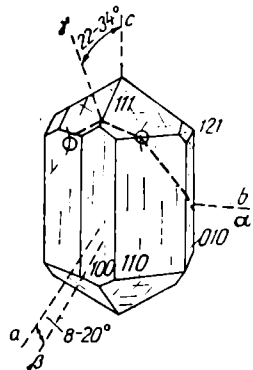


Fig. 336. Clinoenstatit:  
orientare optică.

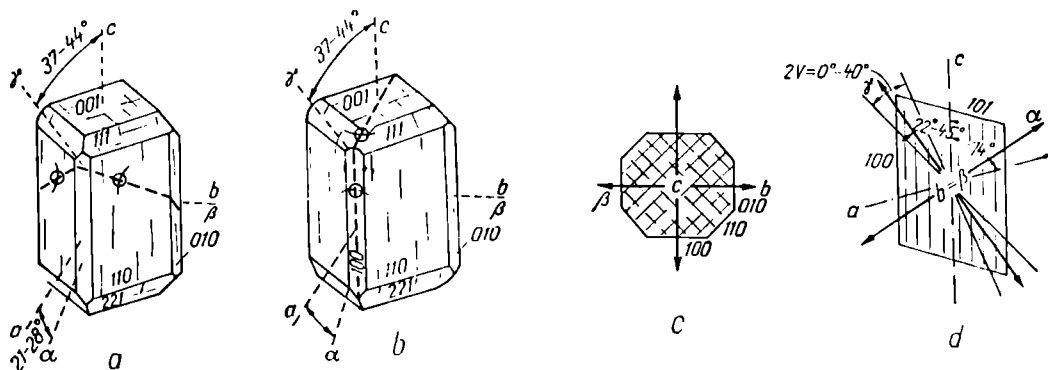


Fig.337. Pigeonit:

$a$  - pigeonit sărac în calciu: orientare optică;  $b$  - pigeonit bogat în calciu: orientare optică;  $c$  - secțiune || (010);  $d$  - secțiune || (010).

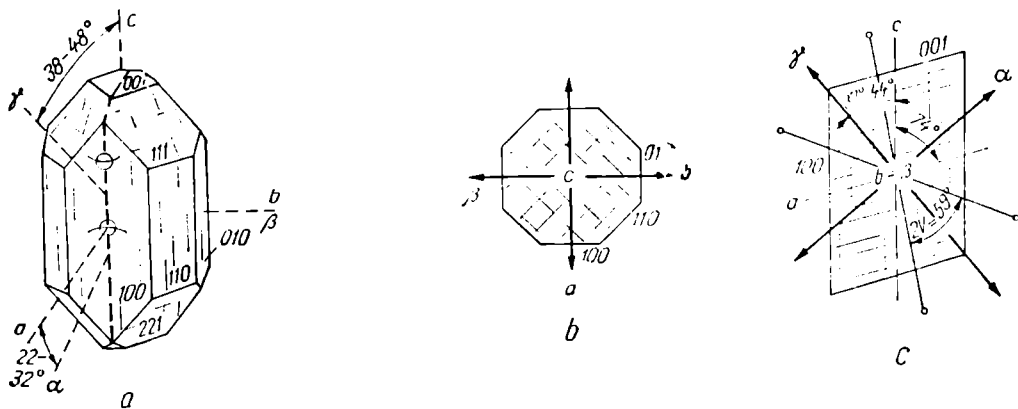


Fig. 338. Diopsid:

$a$  - orientare optică;  $b$  - secțiune || (001);  $c$  - secțiune || (010).

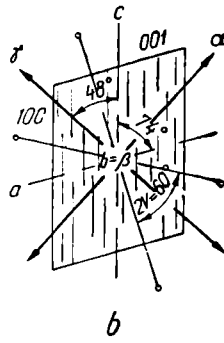
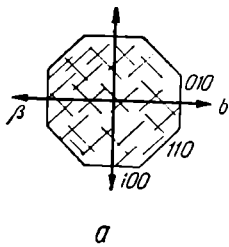


Fig. 339. Hedenbergit:  
 a - secțiune || (001); b - secțiune || (010).

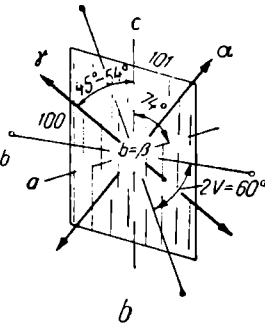
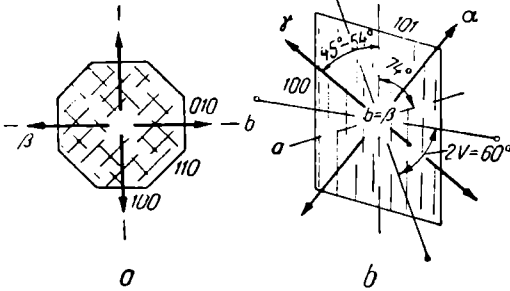


Fig. 340. Augit:  
 a - secțiune || (001); b - secțiune || (010).

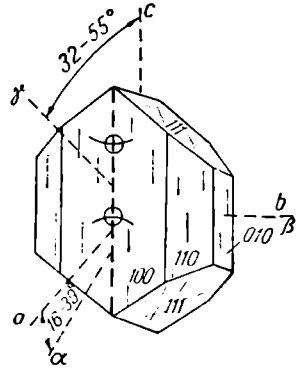


Fig. 341. Titanagit: orientare optică.

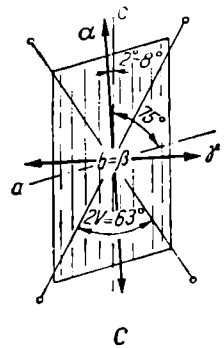
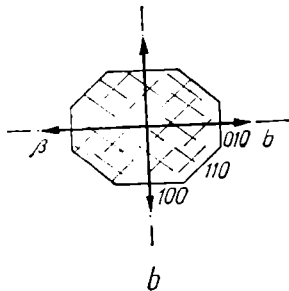
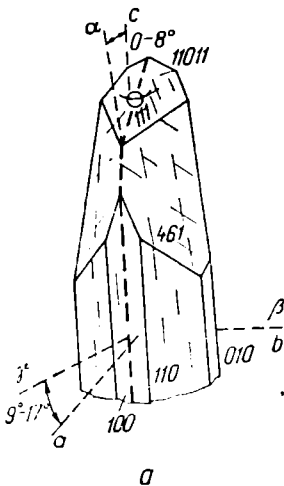


Fig. 342. Egirin:  
 a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

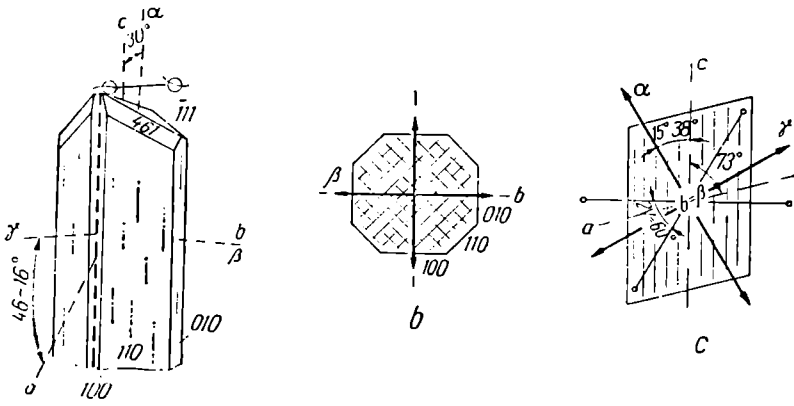


Fig. 343. Egirinaugit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

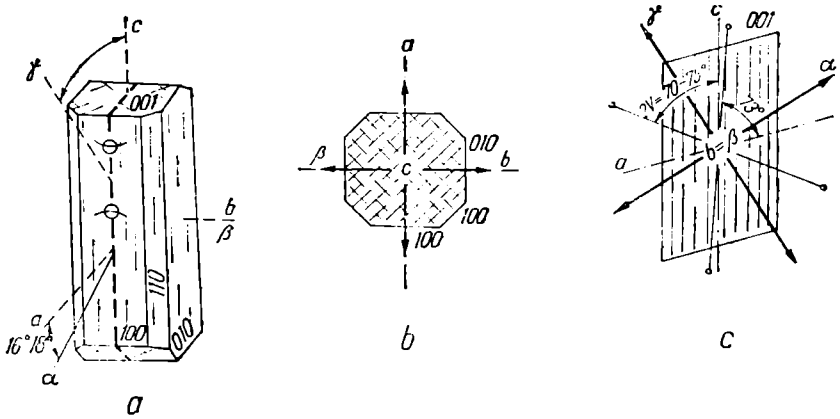


Fig. 344. Jadeit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

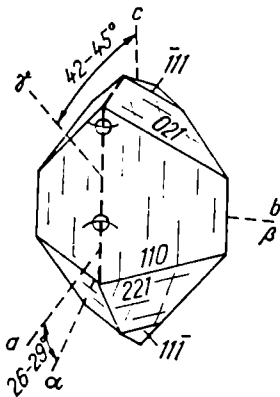


Fig. 345. Fassait: orientare optică.

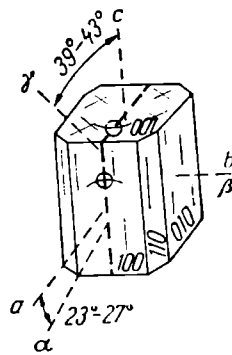


Fig. 346. Omfacit: orientare optică.

Fig. 347. Spodumen:  
*a* - secțiune || (001);  
*b* - secțiune || (010).

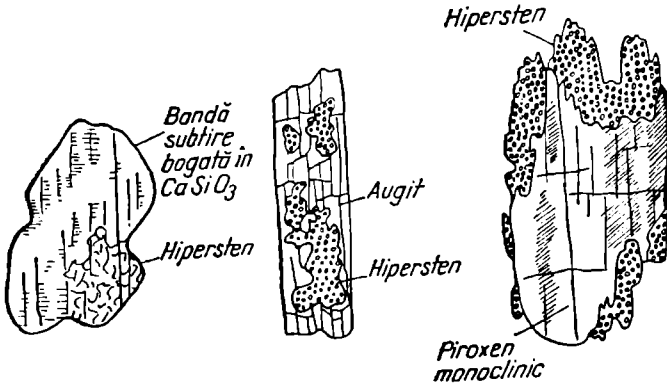
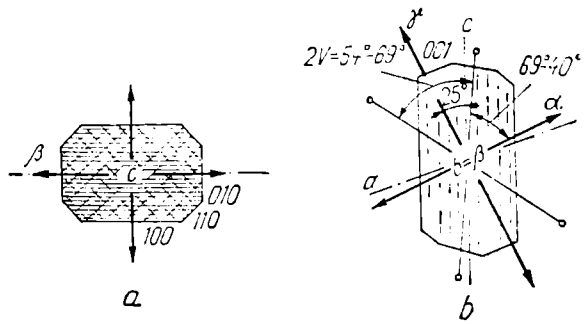


Fig. 348. Concreșterii între piroxenii rombici și monoclinici.

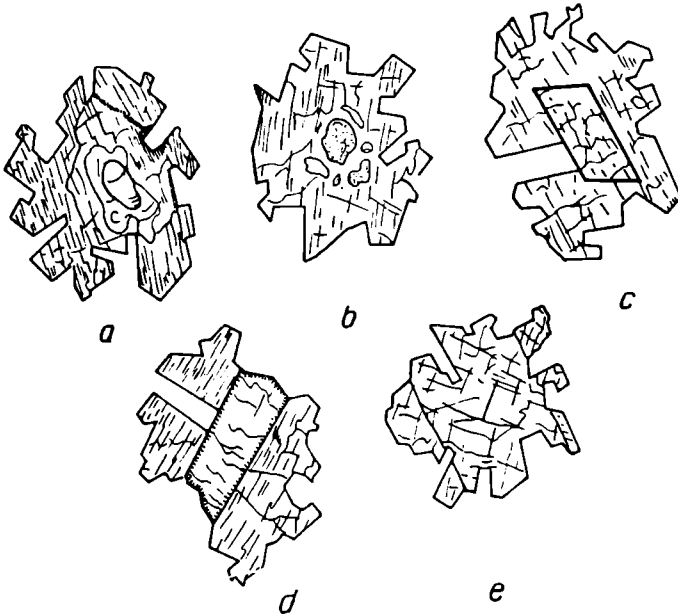


Fig. 349. Relații de substituție la piroxenii:

*a* - olivină substituție succesiv de pigeonit, hipersten și augit; *b* și *c* - hipersten dezvoltat de pigeonit; *d* - augit dezvoltat pe pigeonit; *e* - pigeonit ferifer dezvoltat pe augit.

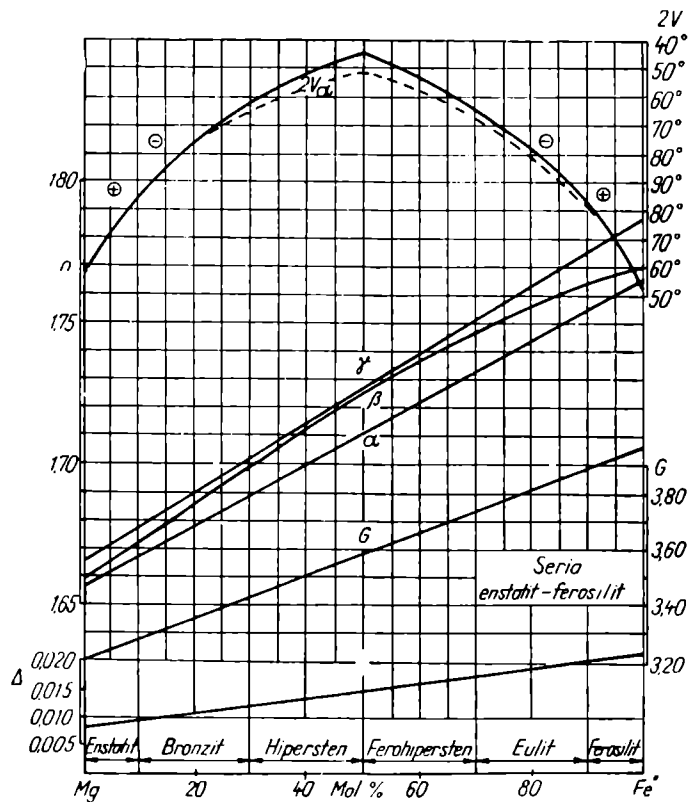


Fig. 350. Variația proprietăților optice în seria enstatit-ferosilit.

### PIROXENI-DIAGrame

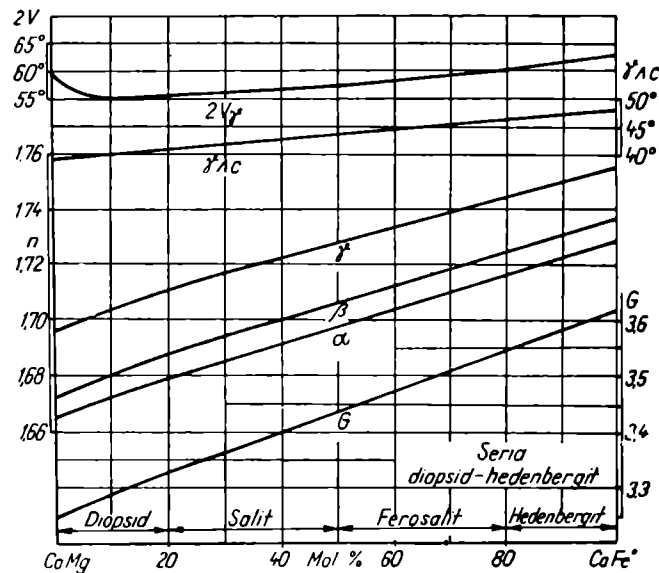


Fig. 351. Variația proprietăților optice în seria diopsid-hedenbergit.



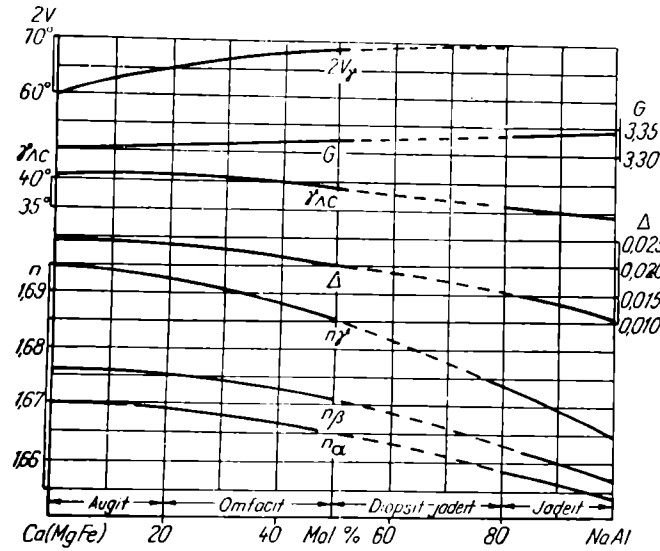


Fig. 351. Variația proprietăților optice în seria augit-jadeit.

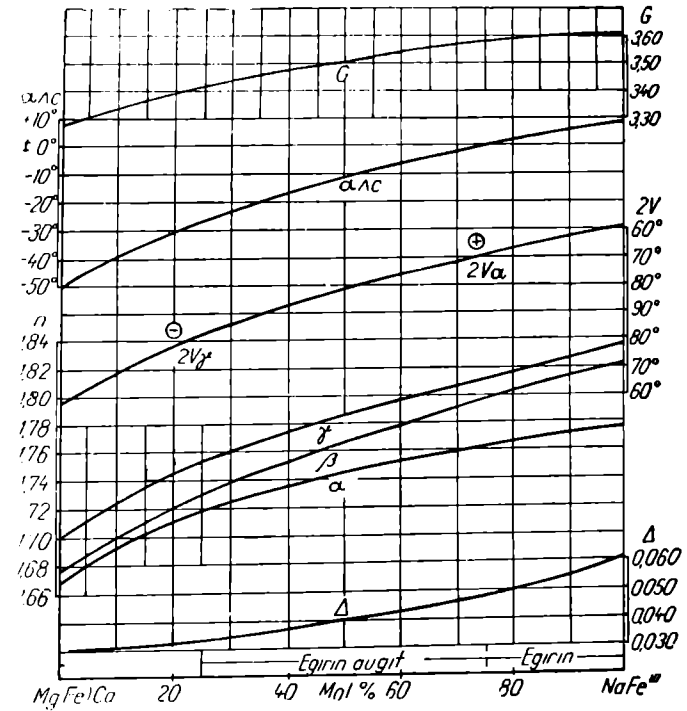
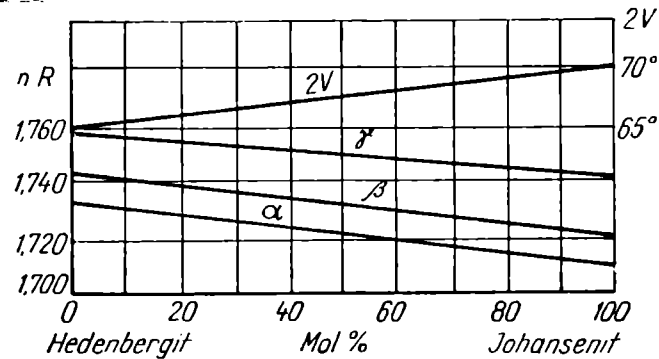


Fig. 353. Variația proprietăților optice în seria egrinaugit-egirin.

Fig. 352. Variația proprietăților optice în seria hedenbergit-johansenit.

# Amfiboli

## Principalele caractere optice ale amfibolilor

Tabelul 309

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Refringență			Culoare – Pleocroism			Δ	Unghi de max. extincție	Alungire	2V	Semn optic
			γ	β	α	γ	β	α					
Antofilit	$(Mg, Fe)_7(Si_4O_{11})(OH)_2$	R	1,623– 1,664	1,616– 1,651	1,598– 1,647	incolor	incolor	incolor	0,017– 0,026	0°	+	55– 122°	±
Gedrit	$(Mg, Fe^{2+})_{6-5}Al_{1-2}[Si_3(Si, Al)O_{11}](OH)_2$	R	1,658– 1,691	1,651– 1,676	1,642– 1,669	incolor, brun-galben, cenușiu	–	incolor	0,016– 0,022	0°	+	80– 110°	±
Kupferit	$Mg_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,63– 1,64	1,62– 1,63	1,60– 1,61	incolor	incolor	incolor	0,030	11– 17°	+	80– 90°	–
Cummingtonit	$(Mg, Fe)_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,66– 1,71	1,64– 1,69	1,63– 1,67	incolor la verzui	incolor	incolor	0,028– 0,038	13– 20°	+	90– 100°	+
Grünerit	$Fe_7[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,71– 1,73	1,69– 1,71	1,67– 1,69	verzui, galben-brundeschis	brun foarte deschis	galben-pal la incolor	0,038– 0,043	10– 13°	+	80– 90°	–
Tremolit	$Ca_2Mg_5[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,624– 1,640	1,613– 1,630	1,600– 1,620	incolor	incolor	incolor	0,023– 0,024	16– 20°	+	85°	–
Actinot	$Ca_2(Mg, Fe)_5[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,640– 1,690	1,630– 1,680	1,620– 1,670	albastru, verde-deschis	verde-deschis	verde, galben-pal, incolor	0,018– 0,023	12– 16°	+	75– 85°	–
Feroactinot	$Ca_2Fe_5[Si_4O_{11}](OH)_2$	M	1,690– 1,704	1,680– 1,699	1,670– 1,688	verde, albastru	verde-deschis	verde, galben-pal incolor	0,016– 0,018	11– 12°	+	74– 75°	–
Hornblendă verde (comună)	$(Ca, Na, K)_{2-3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_3[(Al, Si)_2Si_6O_{22}](OH, F)_2$	M	1,64– 1,71	1,63– 1,70	1,63– 1,68	verde, verde-bruniu, verde-albăstrui	verde	verde, galben-deschis	0,014– 0,026	15– 27°	+	63– 87°	–
Pargasit	$NaCa_2Mg_4Al[Si_3AlO_{11}](OH)_2$	M	1,63– 1,66	1,62– 1,65	1,61– 1,64	incolor, verde-albastru	–	incolor, verde-gălbui-deschis	0,019– 0,025	25– 27°	+	115– 130°	+

									0,025	27°		130°	
Tschermakit	$\text{Ca}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,70	1,69	1,68	—	—	—	0,020	20— 22°	+	61— 63°	—
Hornblendă brună (ba- zaltică)	Hl verde cu $\text{O}^{2-}$ și $\text{Fe}^{3+}$	M	1,70— 1,75		1,66— 1,70	brun-închis	brun	brun-galben- deschis	0,030— 0,050 (0,075)	0— 10°	+	60— 80°	—
Hornblendă titaniferă	id. + titan	M	1,70	1,69	1,67— 1,68	—	—	—	0,020— 0,035	5— 10°	+	79— 83°	—
Barkevikit	$\text{NaCa}_2(\text{Mg, Fe})_4(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})[\text{Si}_3\text{AlO}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,69— 1,71		1,67— 1,69	brun-roșcat- închis	brun- roșcat portoca- liu	galben- brun-des- chis	0,020	18— 27°	+	40— 53°	—
Hastingsit	$\text{NaCa}_2\text{Fe}_4(\text{Al, Fe}^{3+})[\text{Si}_3\text{AlO}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,71— 1,72		1,69— 1,70	verde-închis	verde- oliv	brun-galben- deschis	0,020 0,022	15— 18°	+	24— 40°	—
Glaucofan	$\text{Na}_2(\text{Mg, Fe})_3\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,63— 1,65		1,61— 1,63	albastru la violaceu	albastru lavan- dă	incolor, gal- ben-pal	0,017— 0,021	5— 7°	+	0— 60°	—
Crossit	$\text{Na}_2(\text{Mg, Fe})_3(\text{Al, Fe}^{3+})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,65— 1,67		1,63— 1,65	—	—	—	0,013— 0,017	3— 5°	±	0— 40°	—
Riebeckit	$\text{Na}_2(\text{Fe, Mg})_3\text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,689— 1,699	1,687— 1,697	1,687— 1,695	galben-ver- zui	albastru- deschis	albastru-în- chis la opac	0,004	0— 8°	—	80— 90°	—
Eckermanit	$\text{Na}_3\text{Mg}_4\text{Al}[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,630— 1,654	1,625— 1,652	1,612— 1,638	verde, gal- ben-pal	verde, albas- tru- deschis	albastru, verde-în- chis	0,013— 0,016	20— 45°	+	0— 80°	—
Arfvedsonit	$\text{Na}_3\text{Fe}_4\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_4\text{O}_{11}](\text{OH})_2$	M	1,680— 1,710	1,679— 1,709	1,674— 1,700	cenușiu- verzui	galben- bruniu	—	0,005— 0,012	0°— 30°	—	50— 100°	+

AMFIBOLI

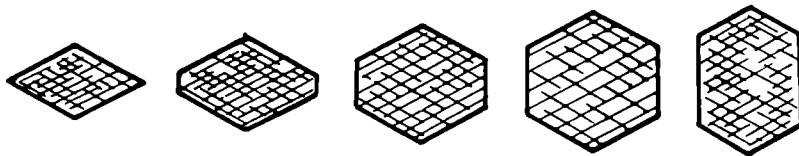


Fig. 355. Secțiuni transversale prin cristale de amfiboli arătând două direcții de clivaj.

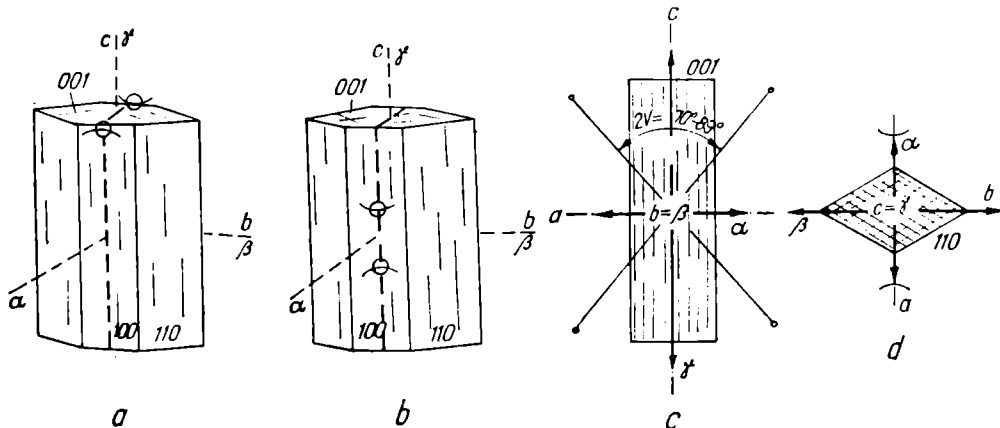


Fig. 356. Antofilit:

a - antofilit bogat în Fe; orientare optică; b - antofilit bogat în Mg; orientare optică; c - secțiune || (010); d - secțiune || (010).

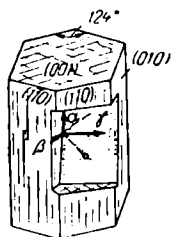


Fig. 357. Amfiboli monoclinici; orientare optică; caz general.

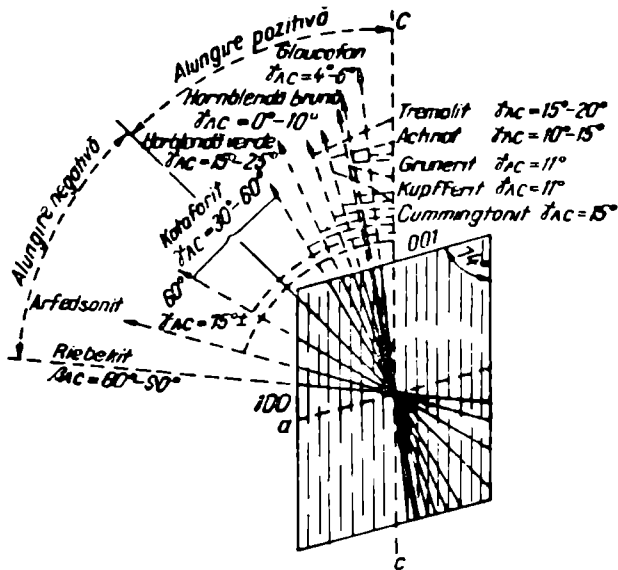


Fig. 358. Variația unghiului de extincție la amfibolii monoclinici.

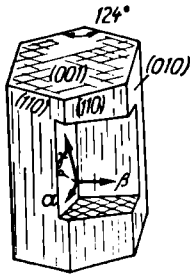


Fig. 359. Arfvedsonit: orientare optică.

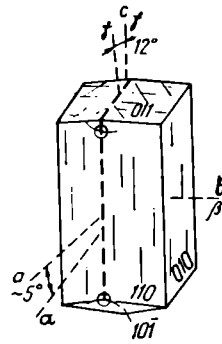


Fig. 360. Kupferit: orientare optică.

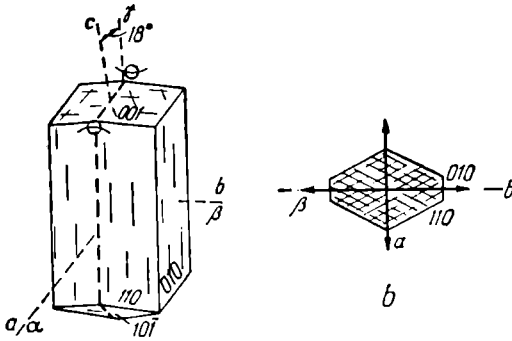


Fig. 361. Cumingtonit:

a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (010).

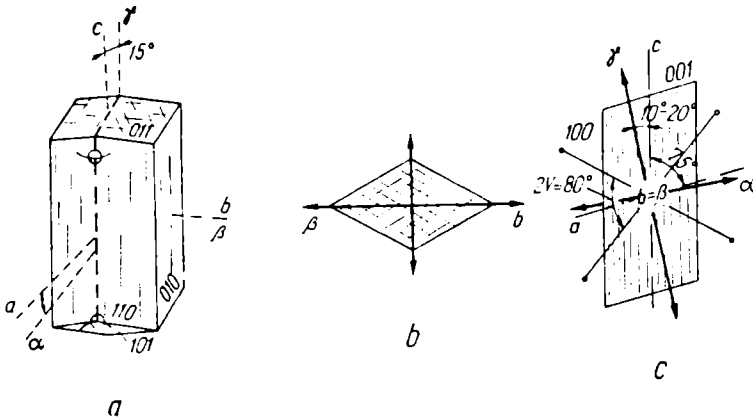
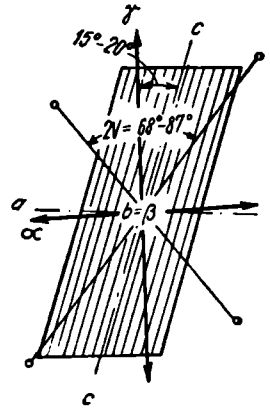


Fig. 362. Actinot:

a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (010).

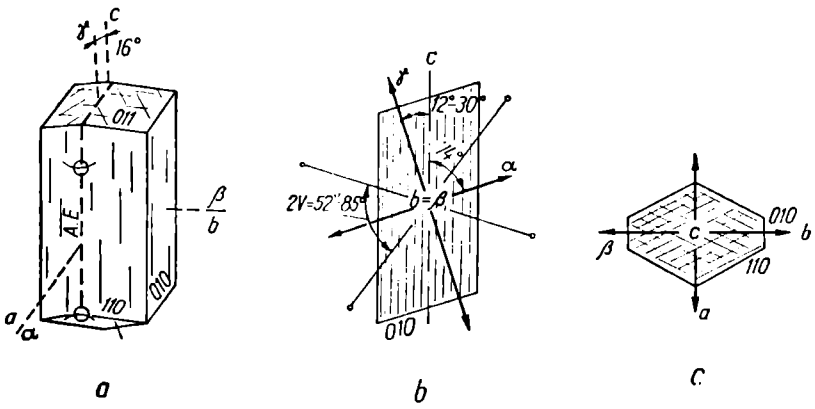


Fig. 363. Hornblendă verde (comună):  
 a - orientare optică; b - secțiune  $\parallel$  (010); c - secțiune  $\perp$  (001).

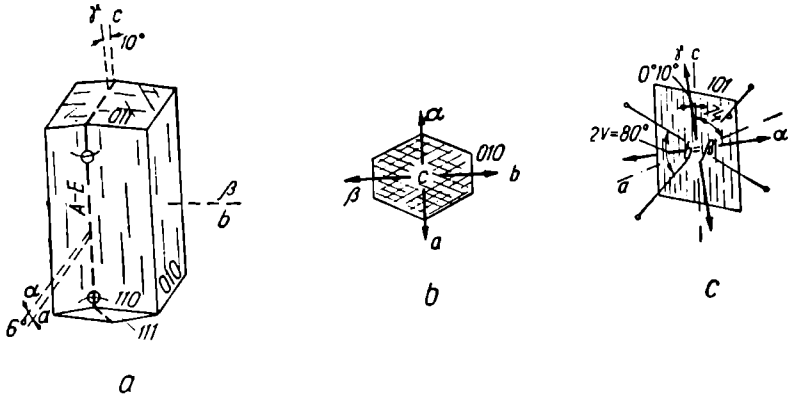


Fig. 364. Hornblendă brună (bazaltică):  
 a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (010).

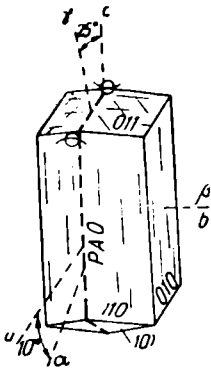


Fig. 365. Pargasit:  
 orientare optică.

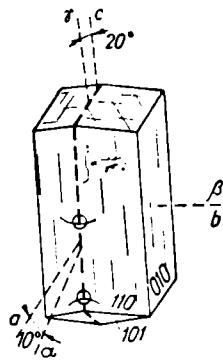


Fig. 366. Barkevicit-hastingsit:  
 orientare optică.

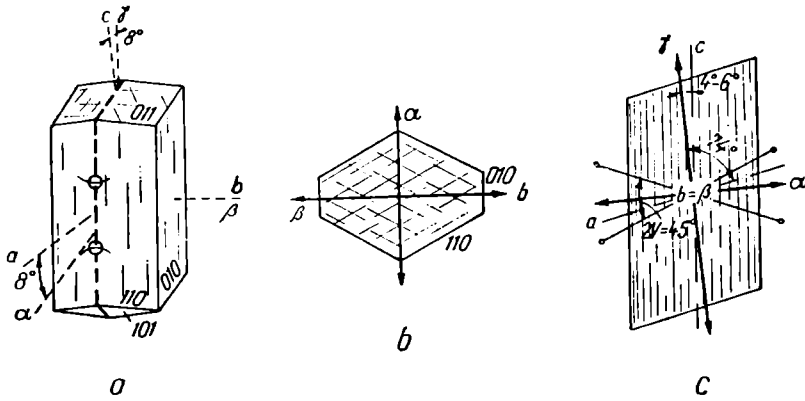


Fig. 367. Glaucofan:

a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (010).

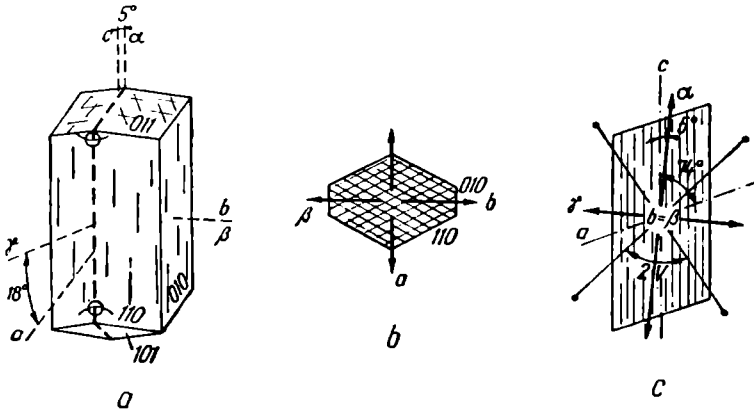


Fig. 369. Riebeckit:

a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (010).

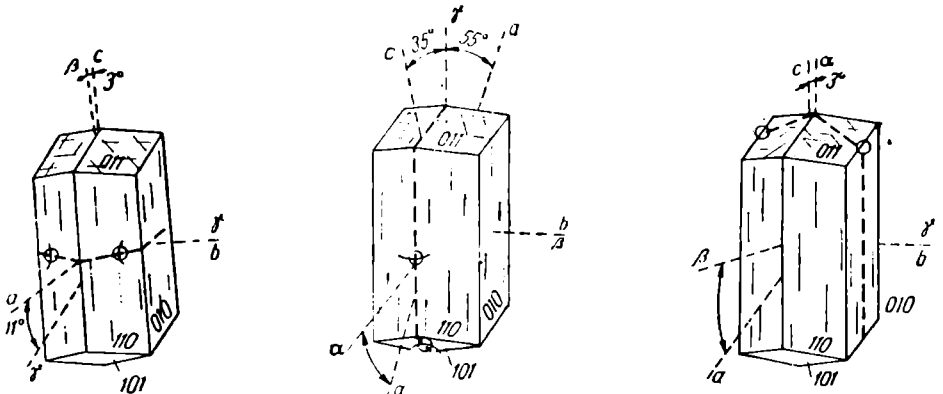


Fig. 368. Crossit:  
orientare optică.

Fig. 370. Eckermanit:  
orientare optică.

Fig. 371. Osannit: orientare optică.

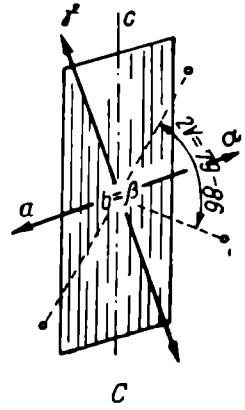
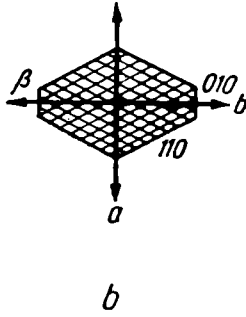
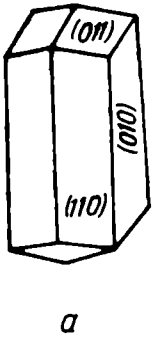


Fig. 373. Grünerit:

a - orientare optică; b - secțiune  $\perp$  (001); c - secțiune  $\parallel$  (001).

### AMFIBOLI - DIAGrame

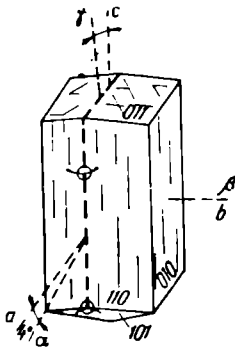


Fig. 372. Richterit:  
orientare optică.

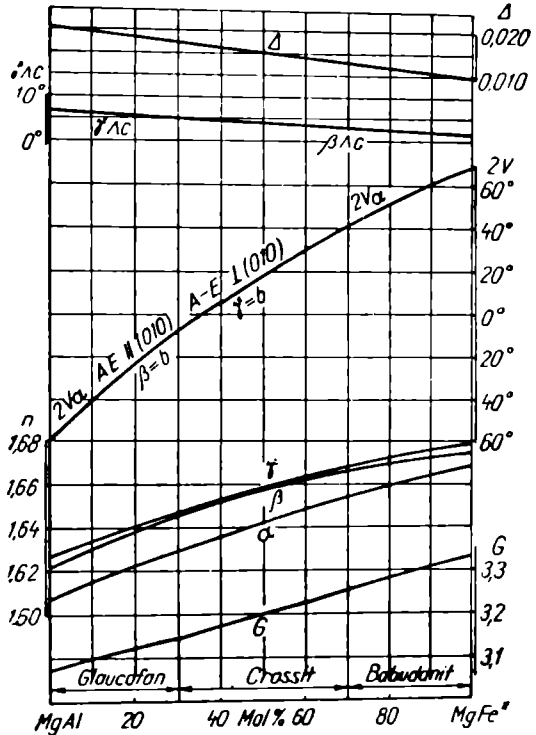


Fig. 374. Variația proprietăților optice în seria glaucofan-babudanit.



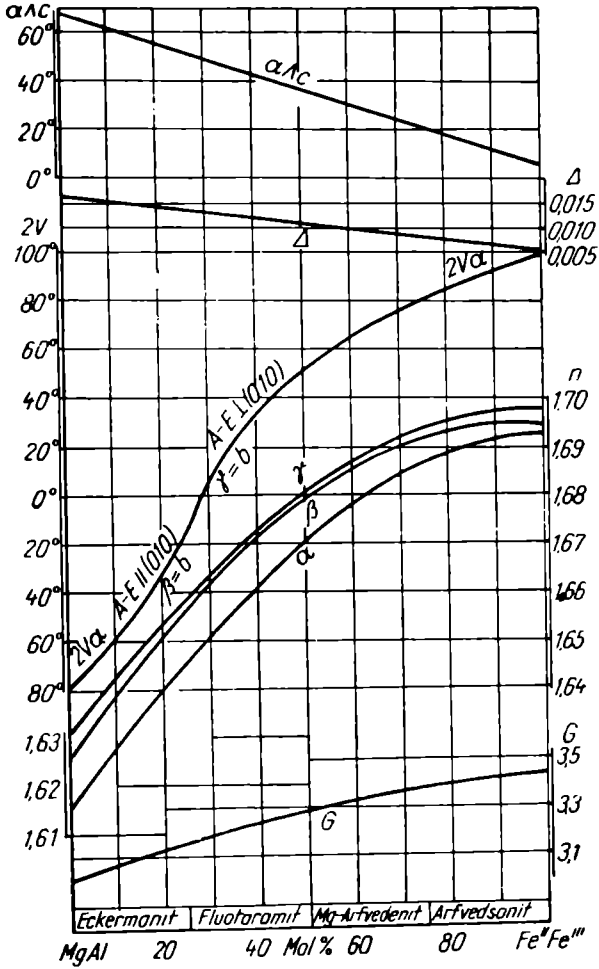


Fig. 375. Variația proprietăților optice în seria eckermanit-  
arfvedsonit.

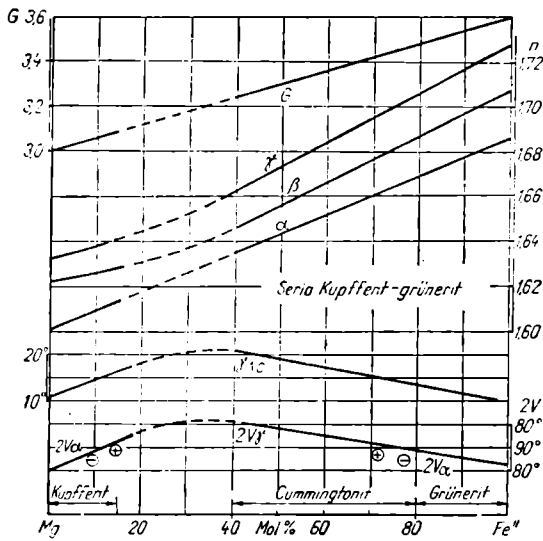


Fig. 376. Variația proprietăților optice în seria kupferit-grünerit.

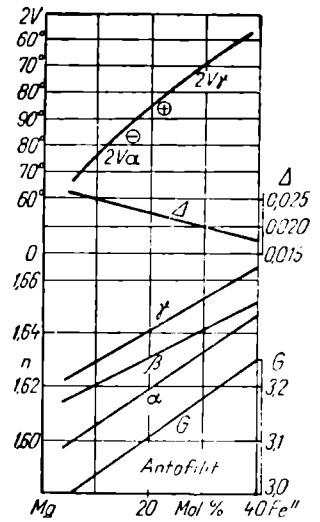


Fig. 377. Variația proprietăților optice și greutateii specifice la antofilit.

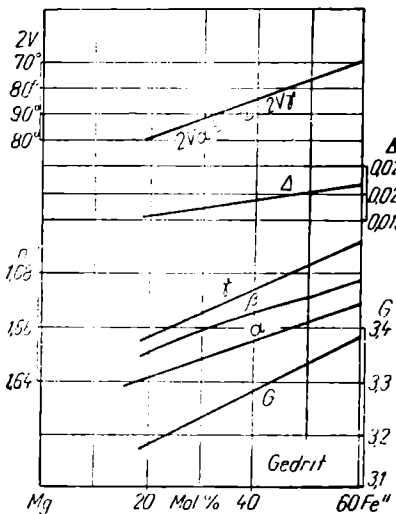


Fig. 378. Variația proprietăților optice la gedrit.

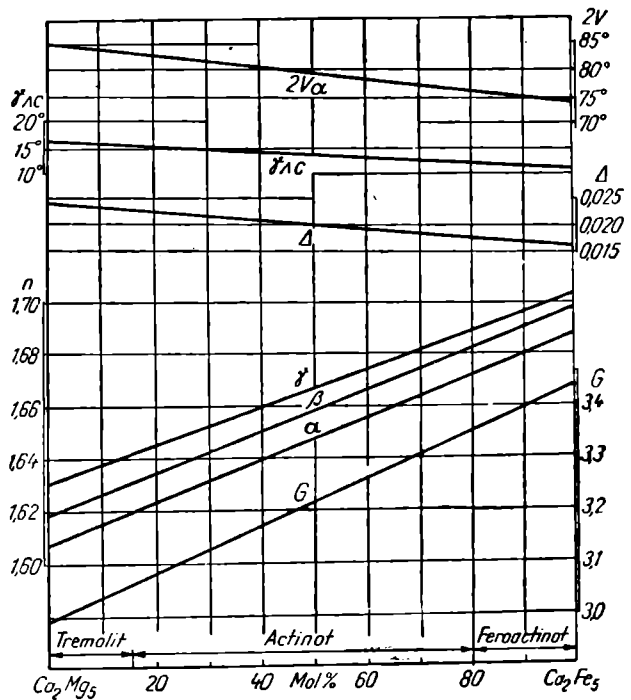


Fig. 379. Variația proprietăților optice în seria tremolit-feroactinot.

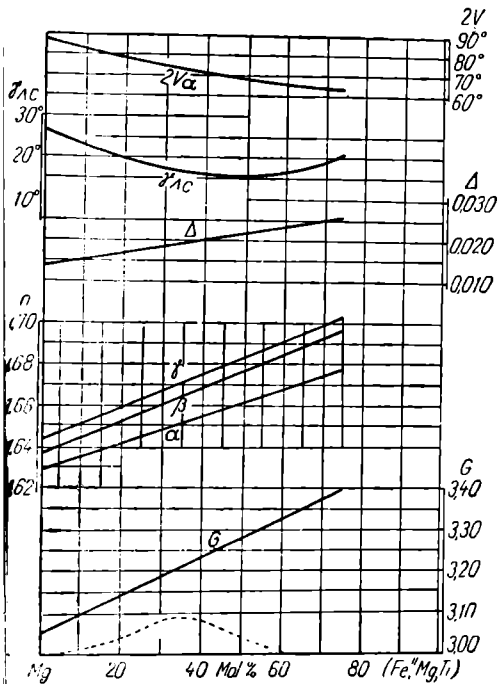


Fig. 380. Variația proprietăților optice în seria hornblendei.

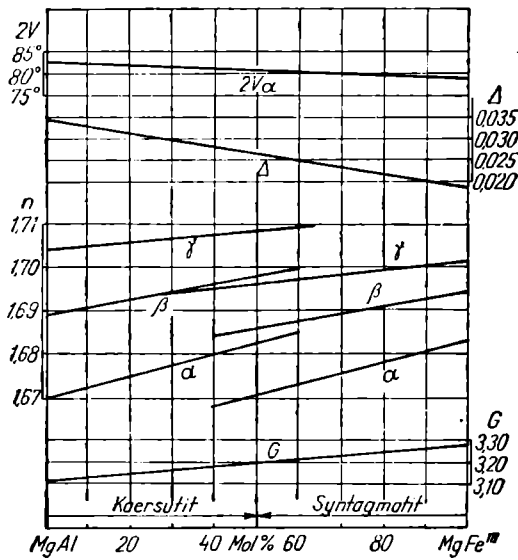


Fig. 381. Variația proprietăților optice în seria kaersutit-syntagmatit.

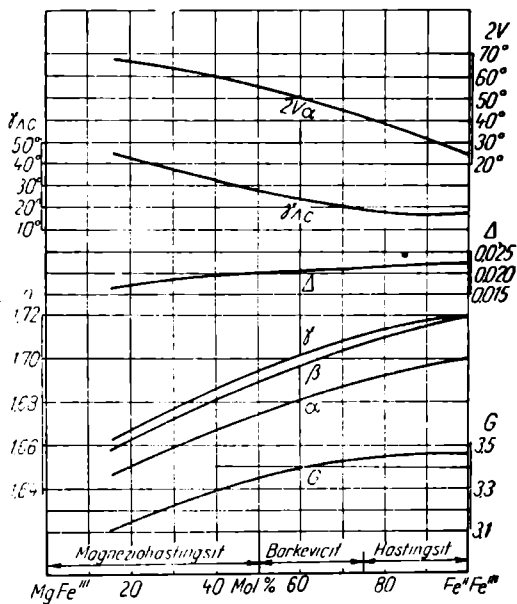


Fig. 382. Variația proprietăților optice în seria magnesiohastingsit-hastingsit.

# Filosilicați

## Mice — Proprietăți optice

Tabelul 310

712

Denumire	Formula chimică	Refringență			Culoare Pleocroism	$\Delta$	Unghi maxim. de ext.	2V/U	Observații
		$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Flogopit	$K(FeMg)_3[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,56— 1,60	$\approx \gamma$	1,52— 1,56	$\gamma, \beta$ : galben-auriu, brun; $\alpha$ : incolor, gălbui-pal	0,030— 0,040	2—4°	0—15°	
Blotit	$K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}](OH, F)_2$	1,60— 1,65	—	1,56— 1,60	$\gamma, \beta$ : brun-roșcat, brun-verzui, brun-închis $\alpha$ : brun-galben, incolor	0,040—  0,055	0°	0—25°	
Lepidome- lan	$KFe_3[Si_3(Al, Fe)O_{10}](OH)_2$	1,65— 1,67	—	1,60— 1,61	$\gamma, \beta$ : brun-închis, opac $\alpha$ : brun-gălbui, galben	0,055— 0,060	0°	0—35°	
Muscovit	$KAl_2[Si_3AlO_{10}](OH, F)_2$	1,588	1,582	1,552	incolor	0,035	0—2°	30—50°	
Fengit	$K_2(Mg, Fe)Al_3[Si_3AlO_{10}](OH)_2$	—	1,50—1,61	—	incolor, galben-pal, brun	0,04		15—25°	
Paragonit	$NaAl_2[Si_3AlO_{10}](OH)_2$	1,600— 1,609	1,590— 1,605	1,564— 1,577	incolor	0,028— 0,038	0°	40°	
Fuchsit	Muscovit + crom	1,595— 1,562	1,595— 1,604	1,559— 1,572	incolor, verde-gălbui, verde	0,038— 0,043	0°	54—60°	
Lepidolit	$KLi_{1,6}Al_{1,5}[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,55	$\sim \gamma$	1,53	incolor, roz-violaceu	0,020	1—7°	20—50°	
Zinnwaldit	$KLiFeAl[Si_3AlO_{10}](F, OH)_2$	1,57— 1,59		1,54— 1,56	cenușiu, verzui, violaceu	0,030— 0,032	0—2°	10—37°	
Clintonit	$Ca_2(Mg_{4,6}Al_{1,1})[Si_{2,5}Al_{5,5}O_{20}](OH)_4$	1,655— 1,663	1,655— 1,662	1,643— 1,648	incolor, galben, portocaliu, verde, brun	0,012	5	32°	PAO ⊥ 010
Xantofilit	$Ca_2(Mg_{4,6}Al_{1,4})[Si_{2,5}Al_{5,5}O_{20}](OH)_4$	1,655 1,663	1,655 1,662	1,643— 1,648	incolor, galben, portocaliu, verde, brun	0,012	10	0—23°	PAO    010
Stilpnome- lan	$(K, Na, Ca)_{0-1,4}(Fe^3Fe^2Mg, Al, Mn)_{5,9-8,2}[Si_3O_{20}](OH)_4$	1,576— 1,745	1,576— 1,745	1,543— 1,634	galben-auriu, roșu-brun-	0,030— 0,110	7	0°	

## Principalele proprietăți optice ale cloritelor

Mineral	Formula	Culoare – Pleocroism			Refrin- gența β	Δ	2V	Alte proprietăți comune
		α	β	γ				
Pennin	$Mg_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-des- chis	verde	verde	1,57– 1,59	0,000– 0,004	mic (±)	Habitus lamelar sau prisma- tic Clivaj perfect    (001)  Extincție dreaptă Birefrin- gență a- nomală: maro și violet
Clinoclor	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-des- chis	verde-des- chis	verde-des- chis, găl- bui	1,57– 1,59	0,004– 0,010	(+) 0– – 40°	
Corundofi- lit	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde, al- bastru- închis	verde, al- bastru- în- chis	verde-cafe- ni- des- chis	1,57– 1,61	0,004– 0,010	(+) 30°	
Amesit	$Fe_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde-albăstrui			1,58– 1,61	0,010– 0,025	mic (+)	
Delessit	$(Mg, Fe^{2+})_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot nH_2O$	verde-des- chis sau galben	verde sau roz	verde sau roz	1,59– 1,61	0,000– 0,004	(–) 0°	
Proclorit	$(Mg, Fe)_{10}Al_2[(Al, Si)_8O_{20}](OH)_{16}$	verde sau verde-găl- bui	verde sau verde-găl- bui	incolor sau galben-ca- feniu	1,59– 1,62	0,004– 0,010	(+) 20°	
Ripidolit	$Mg_{8,1}Al_1[(Al_{1,4}Si_{2,6})O_{10}](OH)_8$	verde, rareori cafeniu			1,61– 1,63	0,000– 0,004	(+) 0°	
Thuringit	$Fe_{3,5}(Al, Fe)_{1,6}[Al_{1,5}Si_{2,5}O_{10}](OH)_{16} \cdot 4H_2O$	aproape incolor	verde-închis	verde-închis	1,65– 1,68	0,004– 0,010	(–) mic	
Dafnit	$Fe_2Al_2[Al_2Si_2O_{10}](OH)_8$	galben-des- chis	verde	verde-măs- liniu	1,65– 1,67	0,000– 0,004	(–) mic	
Chamosit	$Fe_4Al[AlSi_3O_{10}](OH)_6 \cdot nH_2O$	verde, cafeniu, incolor			1,62– 1,66	0,004– 0,010	(–) mic	

## Principalele proprietăți optice ale serpentinelor

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Clivaj	Culoare, pleocroism		Refringență			$\Delta$	$2V$	Semn optice
				$\gamma$	$\alpha$	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$			
Antigorit	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	M(11)	bun (001)	incolor la verde-pal	incolor		1,55— —1,58		0,001— —0,009	25—60°	—
Jenkinsit	$(Mg, Fe)_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	—	bun (001)	verzui	galben verzui		1,57— —1,61		0,005— 0,010—	mic	—
Nepouit	Antigorit + Ni	—	bun (001)	verde-gălbui la verde-oliv	incolor la verde-pal	1,57— —1,64		1,55— —1,62	0,018— —0,022	0—12°	—
Greenalit	$(Fe^{2+}, Fe^{3+})[Si_4O_{10}]$	—	—	verde, galben, brun			1,65— —1,69			izotrop	
Crisotil $\alpha$	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	M(R)	bun (110)	incolor		1,545— —1,567		1,532— —1,558	0,007— —0,013	30—35°	—
Crisotil $\gamma$	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$	—	bun (110)	incolor		—	—	—	—	10—80°	+
Garnierit	$Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8 + Ni$	—	—	gălbui la verde-închis		1,57— —1,62		1,57— —1,62	0,008— —0,010	0—10°	+
Serpophit	$2 SiO_2 \cdot 3 MgO \cdot 2 H_2O$	amorf	—	incolor la verde-pal			$n=1,50$ —1,57		—	—	
Sepiolit	$Mg_3[Si_6O_{15}](OH)_2 \cdot 6 H_2O$	M	—	incolor la gălbui	incolor	1,525— —1,529	—	1,506— —1,520	0,009— —0,020	0—60°	—

## Principalele proprietăți optice ale smectitelor

Denumirea mineralului	Sistem	Compoziția chimică	Refringență		$\Delta$	2V	Semn optic
			$\alpha$	$\gamma$			
Montmorillonit	M	$(1,2 \text{ Ca, Na})_{0,7}(\text{Al}_{0,3}\text{Mg}_{0,7})(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$	1,492 – 1,494	1,513 – 1,525	0,021 – 0,031	mic	
Beldelit	M	$(1/2 \text{ Ca, Na})_{0,7}\text{Al}_4(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$	1,480 – 1,570	1,500 – 1,600	0,02 – 0,03	0° – 30°	—
Nontronit	M	$(1/2 \text{ Ca, Na})_0 \cdot \text{Fe}^{3+}(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}$	1,560 – 1,610	1,570 – 1,610	0,03 – 0,045	25° – 70°	—
Saponit	M	$\text{Na}_{0,33}\text{Mg}_3(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$	1,48 – 1,53	1,500 – 1,590	0,01 – 0,036	mediu	—
Hectorit	M	$\text{Na}_{0,33}(\text{Mg, Li})_3(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH, F})_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_4$	1,49	1,52	0,03	mic	—
Sauconit	M	$\text{Na}_{0,33}(\text{Mg, Zn})_3(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$	1,55 – 1,58	1,590 – 1,620	0,03 – 0,04	mic	

Tabelul 314

## Principalele proprietăți optice ale illitelor și vermiculitelor

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență			$\Delta$	2V	Semn optic
			$\alpha$	$\beta$	$\gamma$			
Illit	$\text{K}_{1-1,5} \cdot \text{Al}_4(\text{Al}_{1-1,5}\text{Si}_{7-6,5})\text{O}_{20}(\text{OH})_4$	M	1,54 – 1,57	1,57 – 1,61	1,57 – 1,61	0,03	10°	—
Vermiculit	$(\text{Mg, Ca})_{0,7}(\text{Mg, Fe}^{3+}, \text{Al})_{6,0}(\text{Al, Si})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$	M	1,525 – 1,564	1,545 – 1,583	1,545 – 1,583	0,02 – 0,03	0 – 8°	—

# FILOSILICAȚI-ORIENTĂRI OPTICE

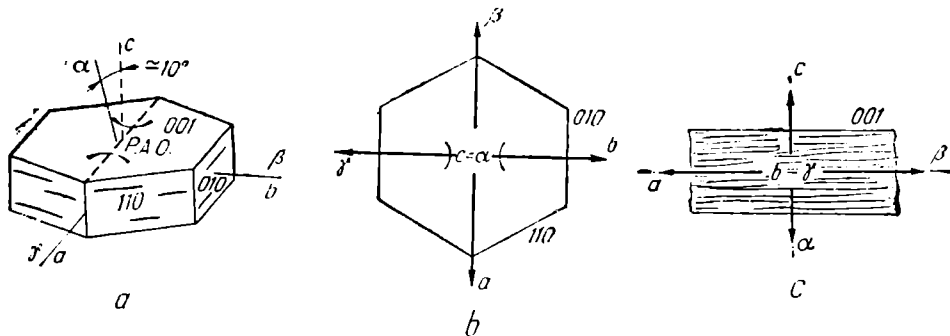


Fig. 383. Talc:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

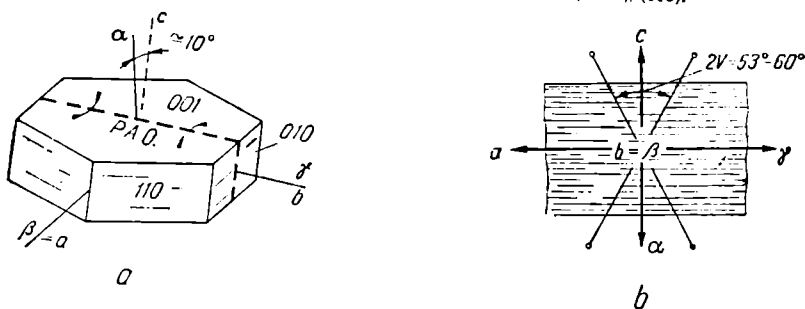


Fig. 384. Pirofilit:

a - orientare optică; b - secțiune || (010).

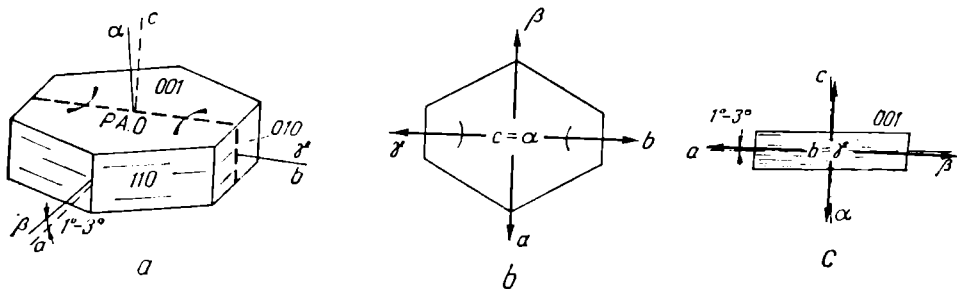


Fig. 385. Muscovit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

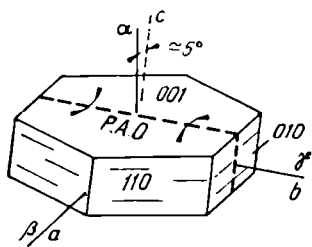


Fig. 386. Paragonit: orientare optică.

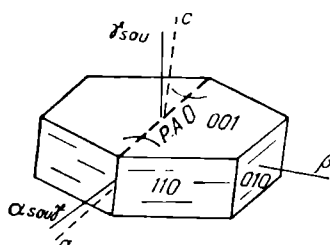


Fig. 387. Zinnwaldit: orientare optică.



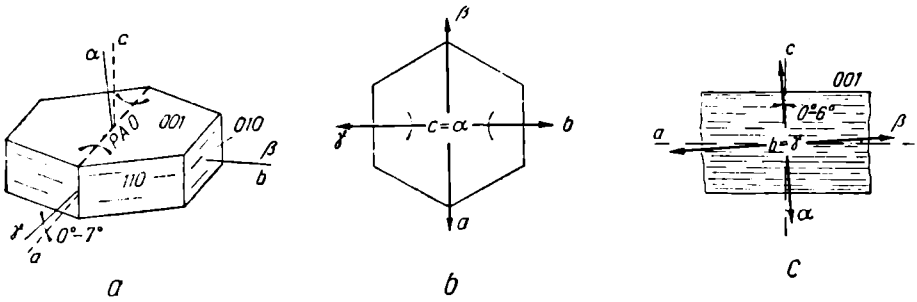


Fig. 388. Lepidolit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

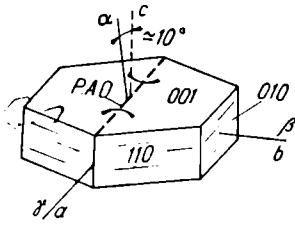


Fig. 389. Glauconit: orientare optică.

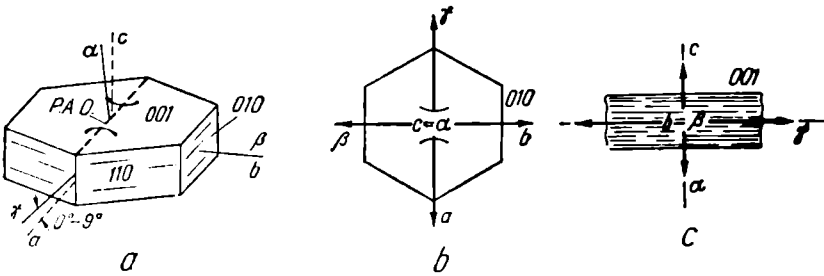


Fig. 390. Biotit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

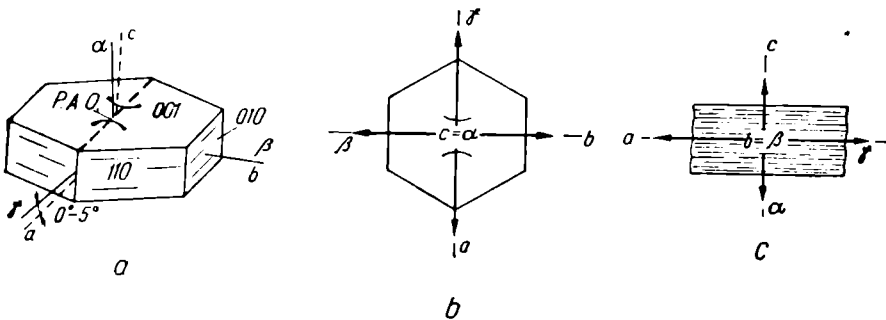


Fig. 391. Flogopit:

a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

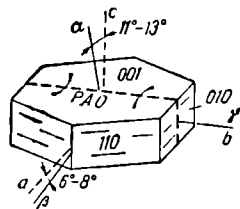


Fig. 392. Margarit: orientare optică.

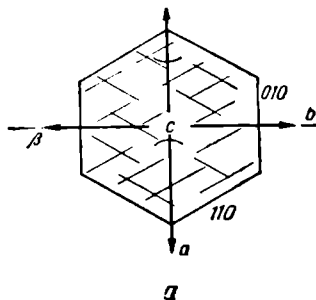


Fig. 393. Cloritoid:  
a - secțiune || (001); b - secțiune || (010).

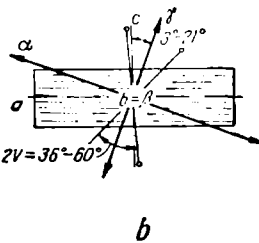


Fig. 394. Stilpnomelan: orientare optică.

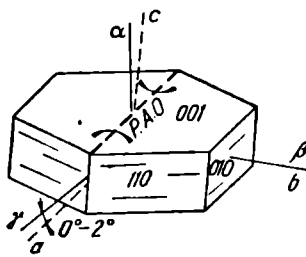


Fig. 395. Clorit: orientare optică.

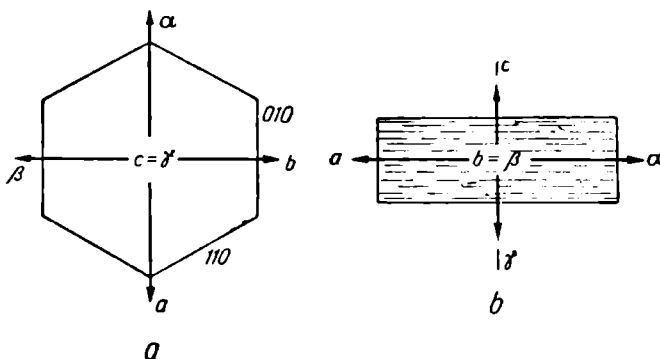


Fig. 396. Pennin:  
u - secțiune || (001); b - secțiune || (010).

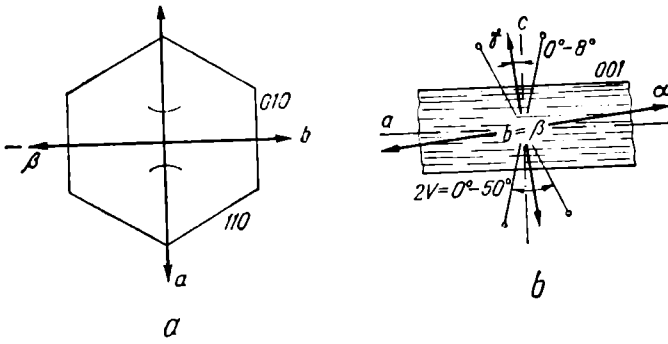


Fig. 397. Clinoclor:  
 a - secțiune || (001); b - secțiune || (010).

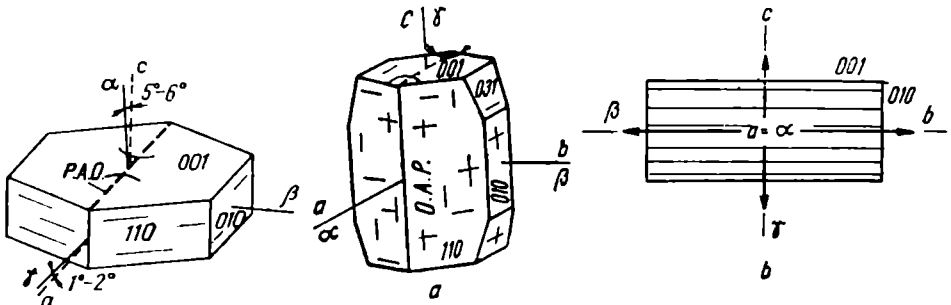


Fig. 398. Vermiculit: orientare optică.

Fig. 399. Prehnit:  
 a - orientare optică; b - secțiune || (010).

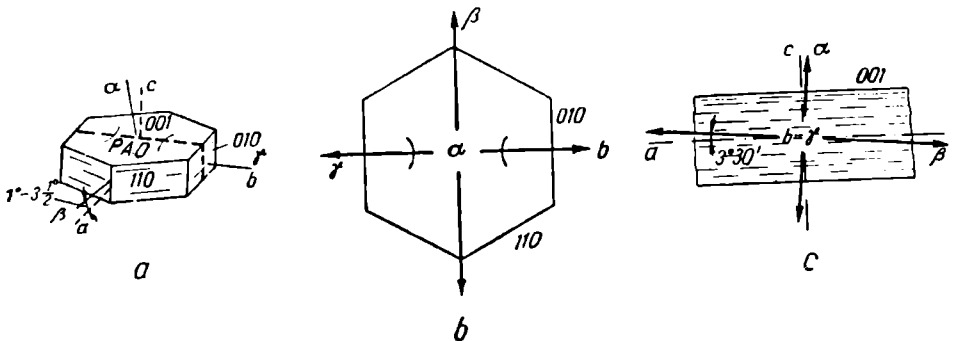


Fig. 400. Caolinit:  
 a - orientare optică; b - secțiune || (001); c - secțiune || (010).

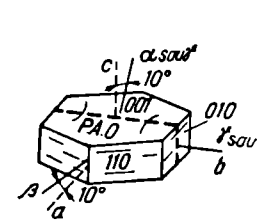
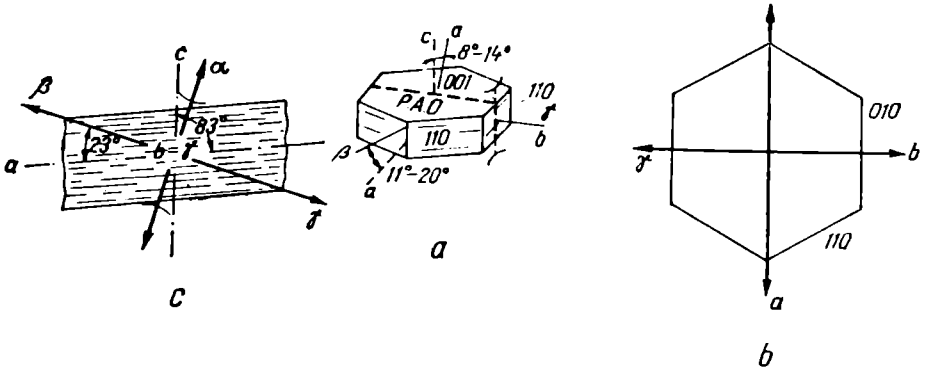


Fig. 402. Nacrit: orientare optică.

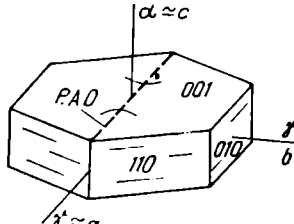


Fig. 403. Montmorillonit, beidlit, nontronit: orientare optică.

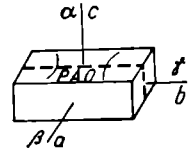


Fig. 404. Antigorit: orientare optică.

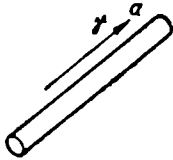


Fig. 405. Crisolit: orientare optică.

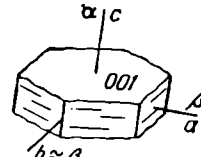


Fig. 406. Lizardit: orientare optică.

### FILOSILICAȚI-DIAGrame

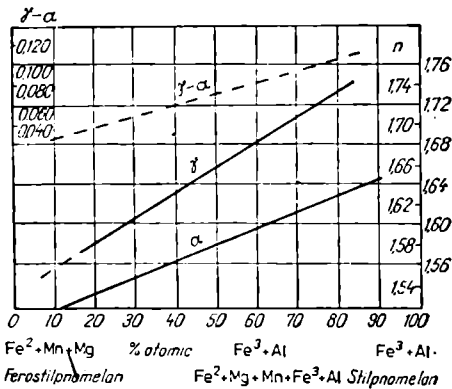


Fig. 407. Variația proprietăților optice la stilpnomelan.

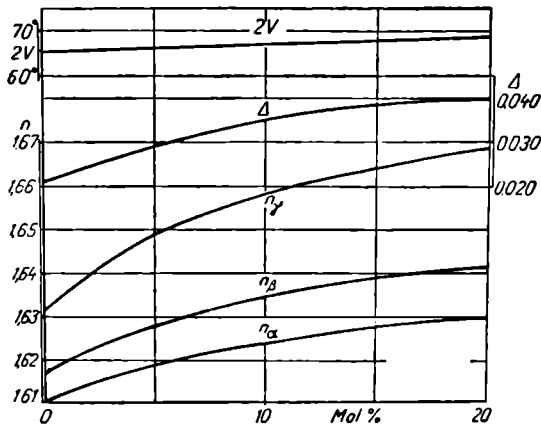


Fig. 408. Variația proprietăților optice la prehnit.

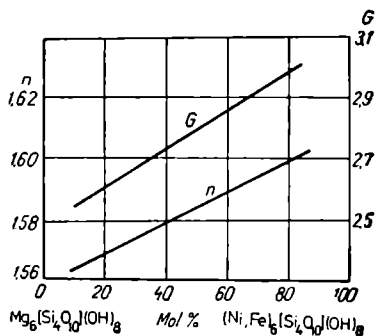


Fig. 409. Variația proprietăților optice în seria crisotil-garnierit.

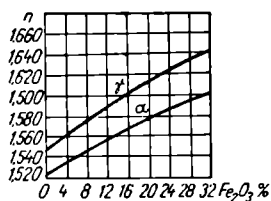


Fig. 410. Variația proprietăților optice la montmorillonit.

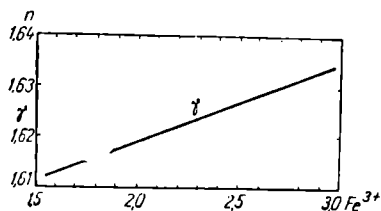


Fig. 411. Variația proprietăților optice la glauconit.

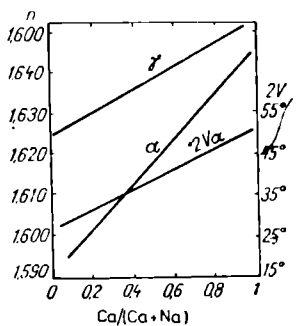


Fig. 412. Variația proprietăților optice la margarit.

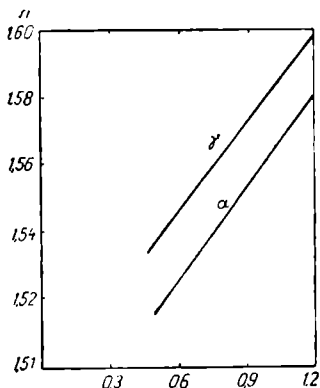


Fig. 413. Variația proprietăților optice la vermiculit.

## Tectosilicați

### Feldspați

Tabelul 315

Principalele proprietăți optice ale feldspaților plagioclazi

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			$\gamma$	$\beta$	$\alpha$						
Albit	$\text{Na}[\text{Si}_3\text{AlO}_8]$	Trig.	1,538–1,542	1,531–1,537	1,527–1,533	0,009–0,011	–18 la –10°	–	75–83°	+	incolori, clivaj perfect (001) și bun (010), macle, structuri zonare, alterații: sericit, zoizit.
Oligoclaz	$\text{Ab}_{80-70}\text{An}_{10-30}$	Trig.	1,542–1,550	1,537–1,547	1,533–1,543	0,007–0,009	–10 la +15°	–	83–90°	±	
Andezin	$\text{Ab}_{70-50}\text{An}_{50-30}$	Trig.	1,550–1,561	1,547–1,558	1,543–1,553	0,007–0,008	+15 la +27°	–	75–90°	±	
Labradorit	$\text{Ab}_{60-30}\text{An}_{30-50}$	Trig.	1,561–1,573	1,558–1,568	1,553–1,564	0,008–0,009	+27 la +40°	–	75–90°	+	
Bytownit	$\text{An}_{30-10}\text{An}_{70-90}$	Trig.	1,573–1,585	1,568–1,579	1,564–1,573	0,009–0,012	> +40	±	77–90°	–	
Anortit	$\text{Ca}[\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8]$	Trig.	1,585–1,590	1,579–1,585	1,573–1,577	0,012–0,013	–32° la –40°	+	74–77°	–	

**Principalele proprietăți optice ale feldspaților ortoclazi**

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringentă			$\Delta$	Extincție	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			$\gamma$	$\beta$	$\alpha$					
Microclin	Or <sub>100-80</sub> Ab <sub>0-40</sub>	Tric.	1,521—1,530	1,518—1,526	1,514—1,523	0,007	5—16°	80—85° (40—90°)	—	incolori clivaj perfect (001) bun (010) alungire negativă semn optic negativ alterații: caolinit
Ortoză	Or <sub>100-60</sub> Ab <sub>0-50</sub>	M	1,524—1,535	1,522—1,533	1,518—1,528	0,006—0,008	0—5°	30—80°	—	
Sanidină	Or <sub>90-30</sub> Ab <sub>10-70</sub>	M	1,526—1,531	1,525—1,530	1,519—1,525	0,006—0,007	0—9°	0—40°	—	
Anortoză	Or <sub>0-40</sub> Ab <sub>100-60</sub>	Tric. (M)	1,530—1,549	1,529—1,548	1,523—1,536	0,007—0,013	4—12°	32—62°	—	

**Principalele proprietăți optice ale feldspaților grei (hialofani)**

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringentă			$\Delta$	Extincție	Alun-gire	2V	Semn optic	Proprietăți comune
			$\gamma$	$\beta$	$\alpha$						
Celsian	Cs <sub>100-80</sub> Or <sub>0-20</sub>	M	1,588—1,596	1,583—1,589	1,579—1,584	0,009—0,012	27—30°	+	88°(83—94°)	+	Incolori
Hialofan	Cs <sub>40-10</sub> Or <sub>60-90</sub>	M	1,534—1,547	1,531—1,545	1,528—1,542	0,005—0,006	0—20°	—	74—79°	—	clivaj perfect (001) și bun (010)

FELDSPAȚI

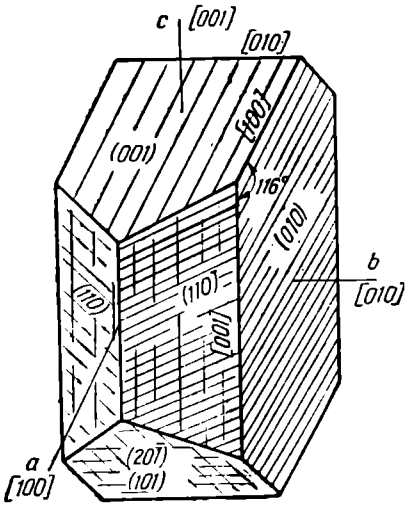


Fig. 414. Elementele cristalografice ale feldspaților.

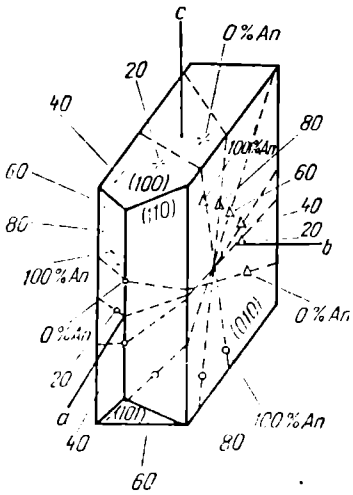


Fig. 415. a. Poziția indicatricei la feldspații plagioclazi.

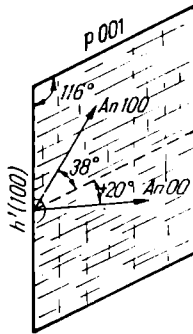


Fig. 415. b. Plagioclazi: secțiune || (010).

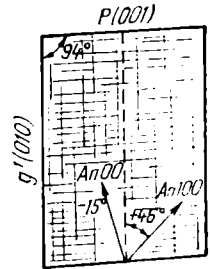


Fig. 415. c. Plagioclazi: secțiune  $\perp$  (100).



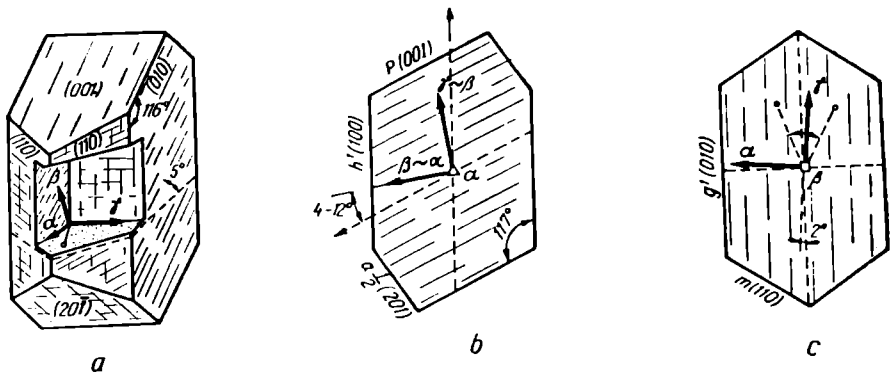


Fig. 416. Ortoză:  
 a - orientare optică; b - secțiune || (010); c - secțiune || (001).

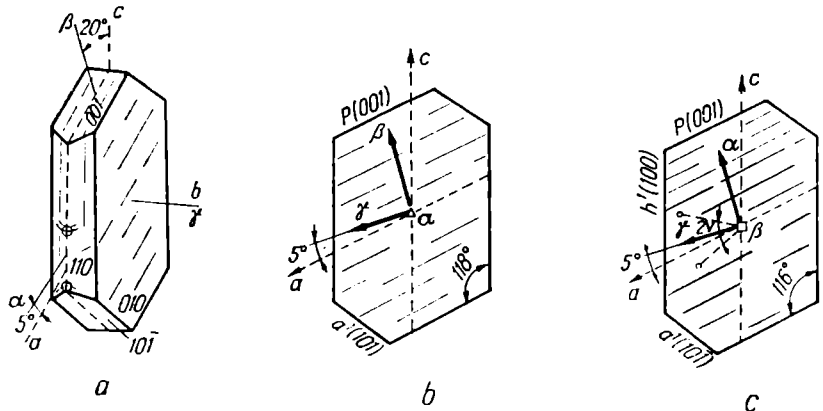


Fig. 417. Sanidină:  
 a - orientare optică; b - secțiune P.A.O. ⊥ (010); c - secțiune P.A.O. || (010).

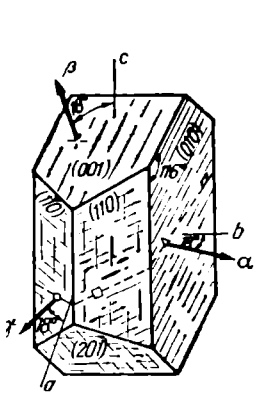


Fig. 418. Microclin:  
 orientare optică.

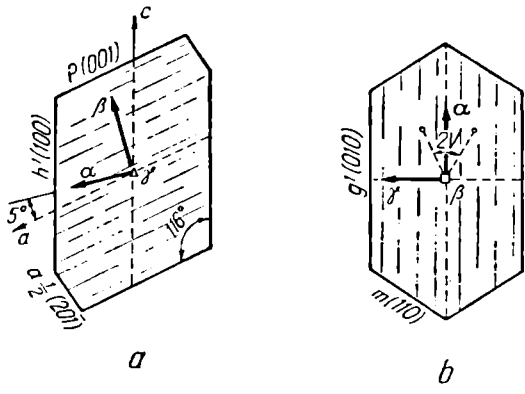


Fig. 419. Anortoză:  
 a - secțiune || (010); b - secțiune || P.A.O.

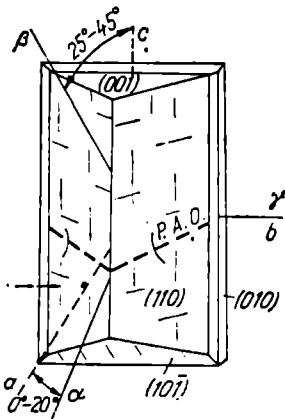


Fig. 420. Hialofan: orientare optică.

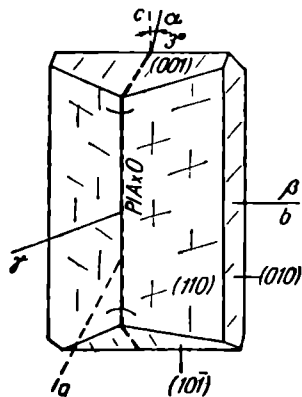


Fig. 421. Celsian: orientare optică.

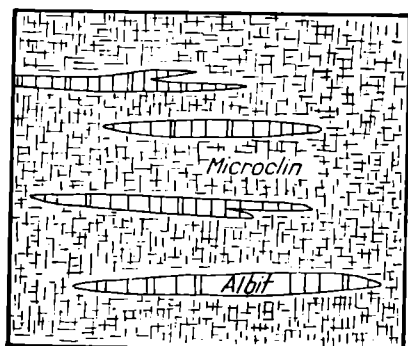


Fig. 422. Pertit (albit cristalizat într-o masă de feldspat potasic - microclin).

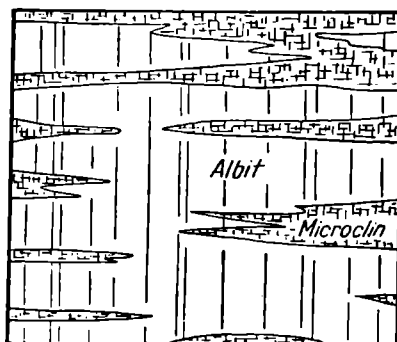


Fig. 423. Antipertit (microclin cristalizat într-o masă de feldspat sodic-albit).

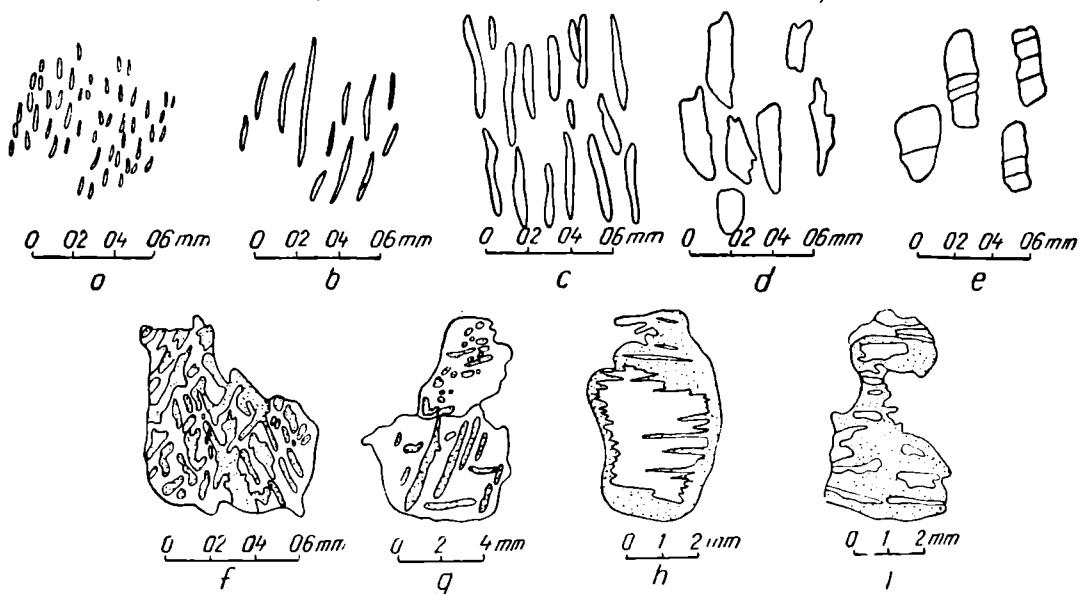


Fig. 424. Tipuri de pertite:

a - microfilariforme (stringlets); b - filiforme (strings); c - lentiliforme (rods); d - plaje (beads); e - plaje fracturate (fractured beads); f - rețea (rinterlocking); g - întrepătrundere (interpenetration); h și i - substituție (replacement).

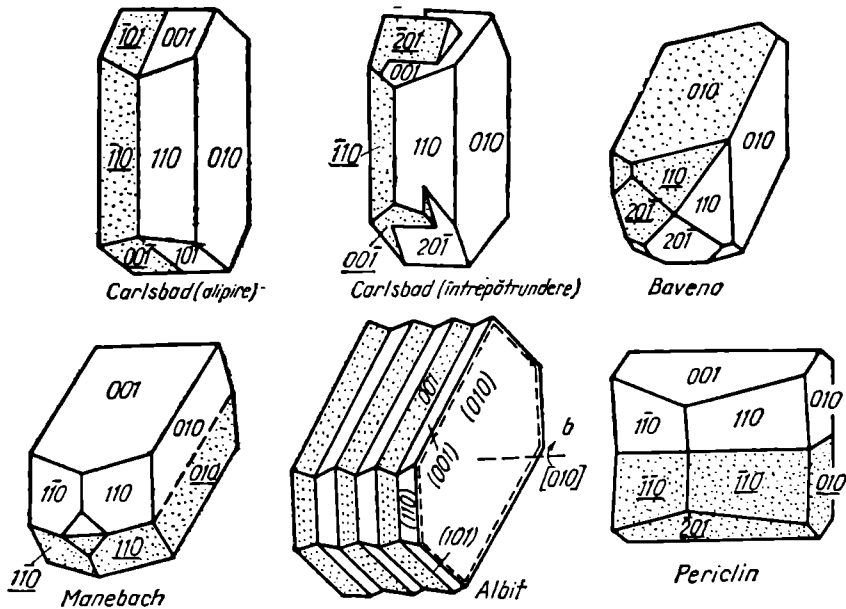


Fig. 425. Macle.

FELDSPĂȚI PLAGIOCLAZI — DIAGrame

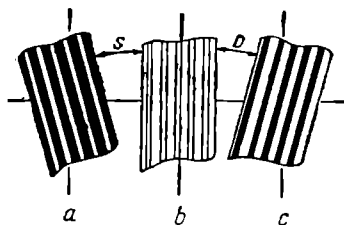
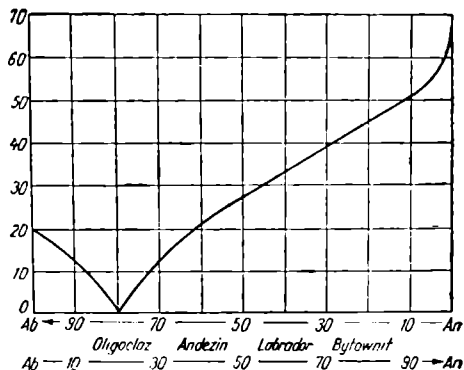


Fig. 426 Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al plagioclazilor maciați după legea albit în secțiuni  $\perp$  (010) — metoda Michel Lévy. Sus: a) poziția de extincție a indivizilor impari; b) poziția de iluminare uniformă; c) poziția de extincție a indivizilor pari. Jos: curba variației unghiului de extincție în secțiuni  $\perp$  (010).



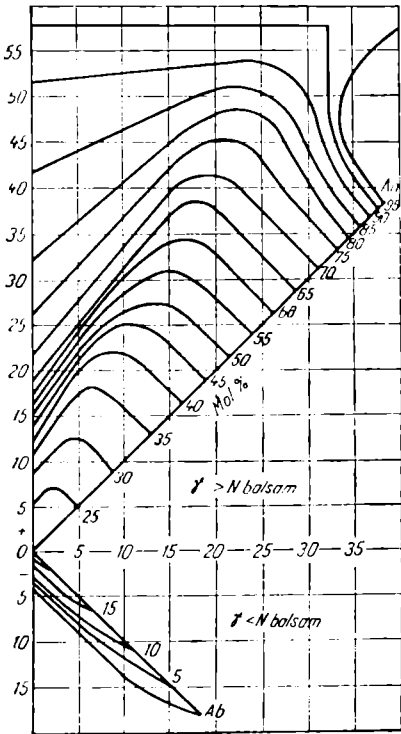
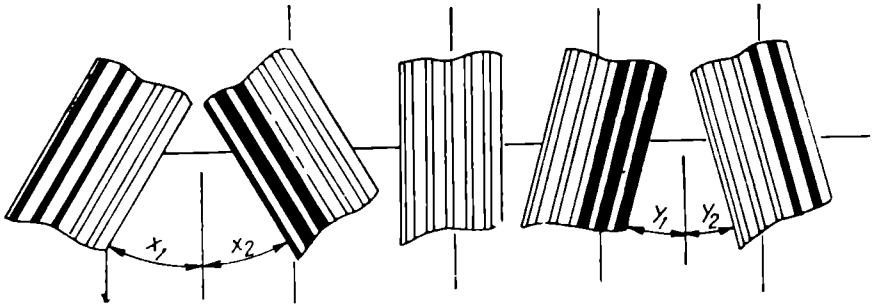


Fig. 427. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspaților plagioclazi maclați după legile albit-carlsbad în secțiuni  $\perp$  (010) — metoda Wright. Sus: pozițiile de extincție ( $x$  și  $y$ ). Jos: curba variației unghiului de extincție în secțiuni  $\perp$  (010).

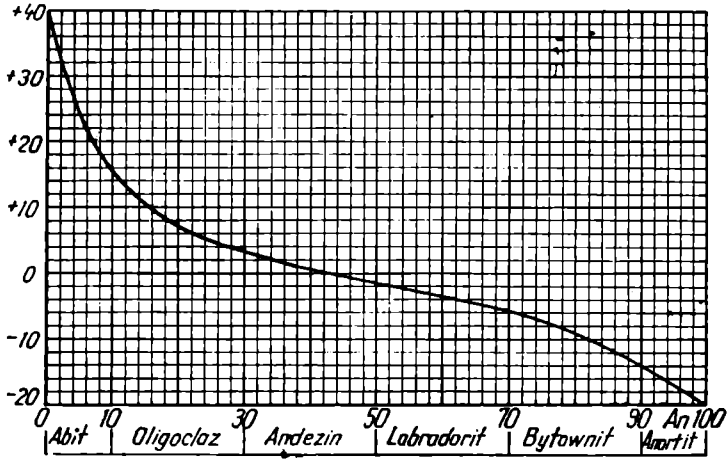
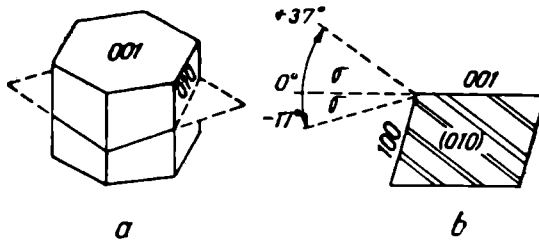


Fig. 428. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspărilor plagioclazi funcție de înclinarea planului de maclă după legea periclin — metoda Schimdt. Sus: a) planul de maclă după legea periclin în secțiune rombică; b) planul de maclă  $\parallel (010)$  unghiul  $\delta$ , cu  $(001)$  în domeniul cuprins între  $+37^\circ$  și  $-17^\circ$ . Jos: curba de variație a unghiului format de planul de maclă după legea periclin.

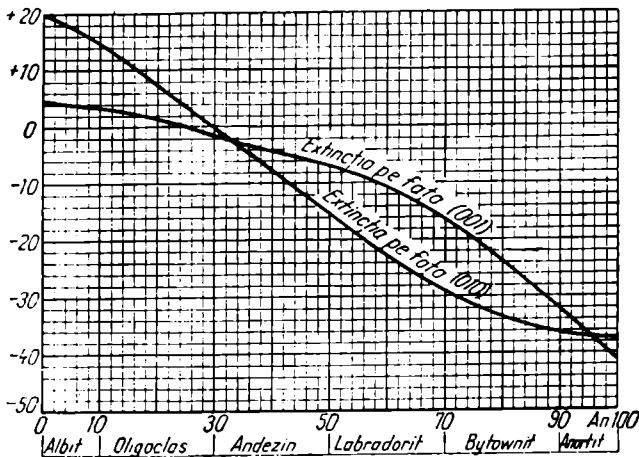


Fig. 429. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspărilor plagioclazi pe baza valorii unghiului de extincție măsurat în raport cu clivajul după  $(001)$  și  $(010)$ , metoda Schuster.

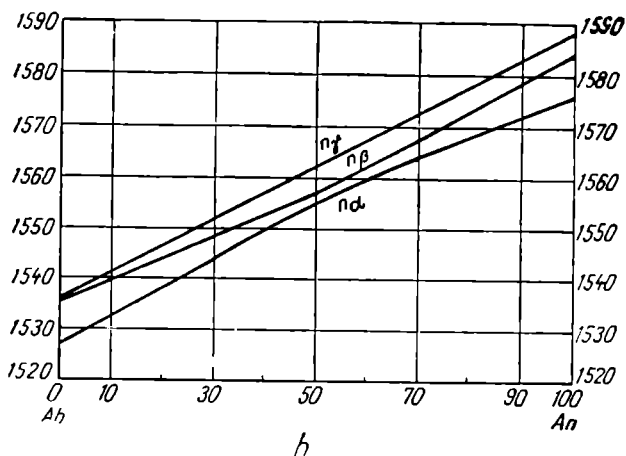
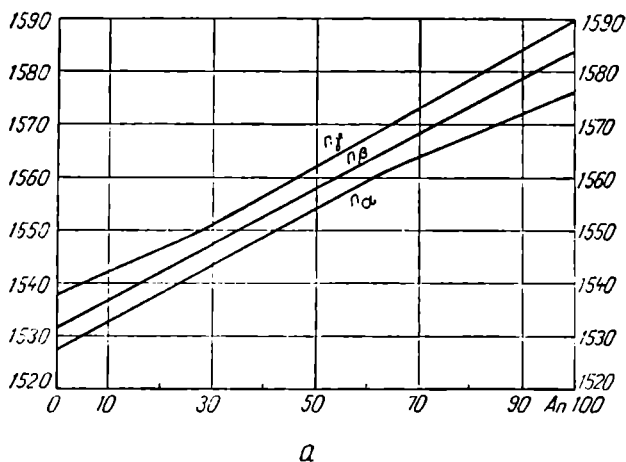


Fig. 430. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspatilor plagioclazi pe baza variației valorii indicilor de refracție:

a - indicii de refracție ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) la plagioclazi normali (după Chayes, 1952);  
 b - indicii de refracție ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) la modificările de temperatură înaltă obținute prin încălzire (după Smith, 1957).

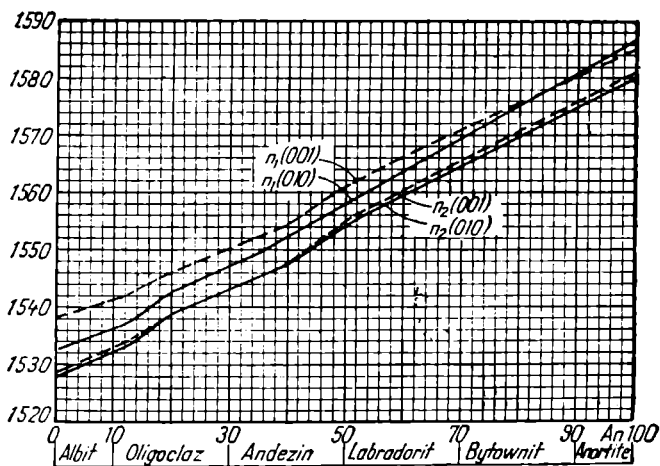


Fig. 431. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspatilor plagioclazi după valorile medii ale indicilor de refracție  $n_1$  și  $n_2$  determinate în secțiunile care prezintă clivaje după (001) și (010) (după Tsuboi, în Kerr, 1959).

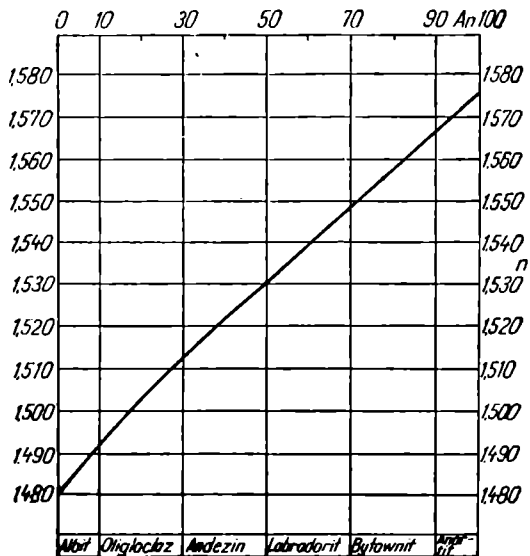


Fig. 432. Diagramă pentru determinarea conținutului în anortit al feldspatilor plagioclazi pe baza valorii indicelui de refracție al sticlei obținute prin topirea plagioclazului — metoda Foster.

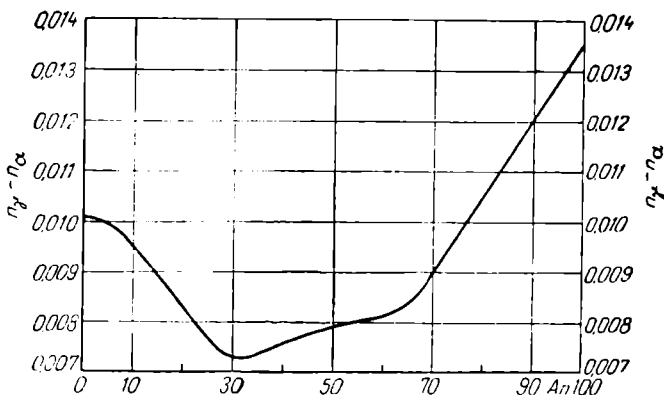


Fig. 433. Diagrama de variație a birefrinței la feldspatii plagioclazi (după C h a y e s, modificată de K e r r, 1959).

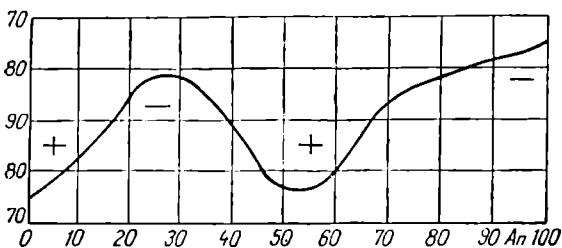


Fig. 434. Diagrama variației unghiului 2V la feldspatii plagioclazi (după R e i n h a r d, 1931).

FELDSPĂȚI ALCALINI — DIAGrame

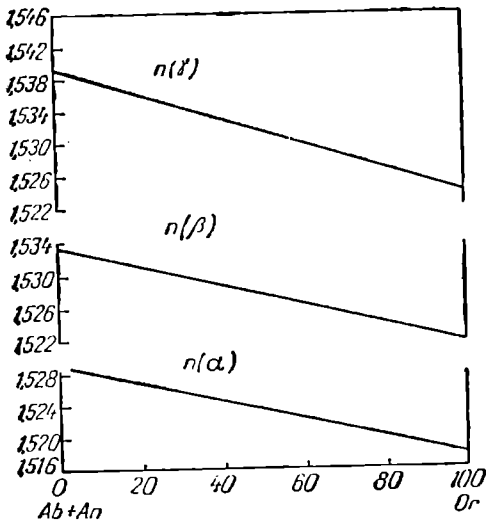


Fig. 435. Variația indicilor de refracție la feldspații alcalini cu creșterea conținutului în ortoză (Tuttle, 1952).

Fig. 436. Variația proprietăților optice și greutateii specifice în seria adular-albit.

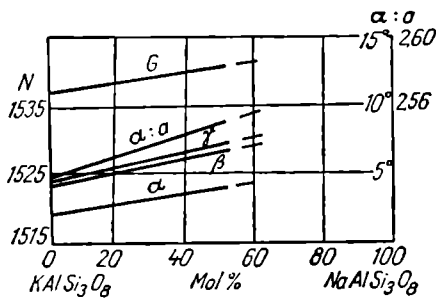
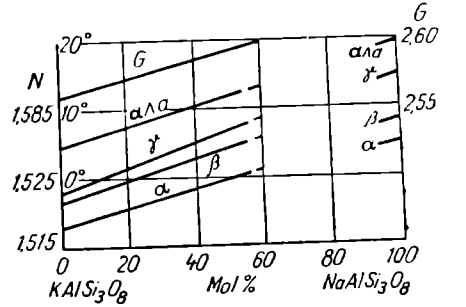


Fig. 437. Variația proprietăților optice și greutateii specifice în seria sanidin-barbierit

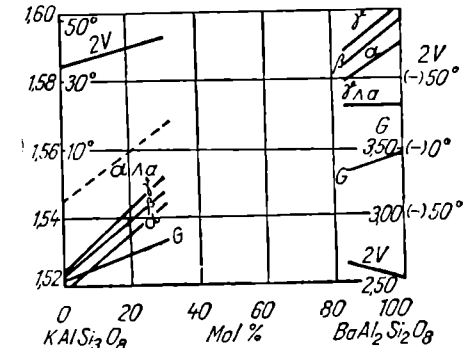


Fig. 438. Variația proprietăților optice și greutateii specifice în seria adular-celsian.

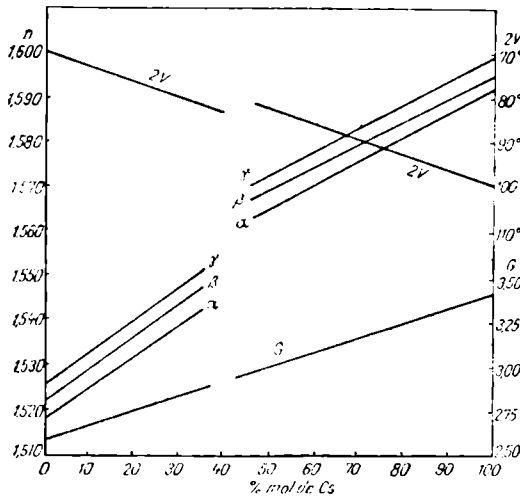


Fig. 439. Variația proprietăților optice și greutateii specifice la feldspații de bariu.



## Feldspatoizi

**Principalele proprietăți optice ale feldspatoizilor**

Tabelul 318

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Refringență		$\Delta$	2V/U	Semn. optic	Alte proprietăți
			$\epsilon$	$\omega$				
Leucit	$K[Si_2AlO_6]$	Tetr. (C)	1,509	1,508	0,000 – –0,001	U	+	incolor, macle polisintetice fine
Nefelin	$(Na, K)[SiAlO_4]$	H	1,532 – –1,547	1,529 – –1,542	0,003 – –0,005	U	–	incolor, prin alterație aspect turbure
Haüyyn	$(Na_2Ca)_{3-4}[SiAlO_4](SO_4)_{2-1}$	C	1,496 – 1,504		0,000	–	–	culoare albastrule; incluziuni frecvente
Sodalit	$Na_8[SiAlO_4]Cl_2$	C	1,483 – (1,487)		0,000	–	–	
Nosean	$Na_8[SiAlO_4](SO_4)$	C	1,495			–	–	culoare albastrule; incluziuni frecvente
Cancrin	$Na_3Ca[SiAlO_4](CO_3)$	H	1,524	1,498	0,026	U	–	
Vișnevit	$Na_3K_2[SiAlO_4](SO_4)$	H	1,489	1,488	0,000 – –0,003	U	–	clivaj perfect după (1010) clivaj bun după (0001)
Davin	$Ca(Na, K)[SiAlO_4](SO_4)$	H	1,518 – –1,527	1,517 – –1,522	0,000 – –0,005	U	–	
Kaliofil	$K[SiAlO_4]$	H	1,532 – –1,537	1,527 – –1,533	0,004 – –0,005	U	–	
Pollucit	$(Cs, Na)[Si_2AlO_4] \cdot H_2O$	Tetr. (C)	1,507 – 1,537		0,000	U		

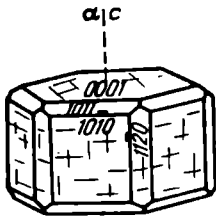


Fig. 440. Nefelin: orientare optică.

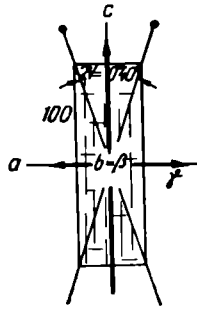


Fig. 441. Dumortierit: secțiune ||(010).

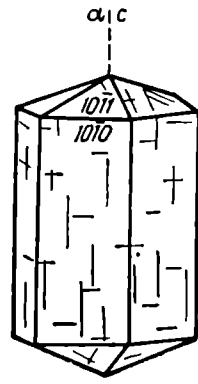


Fig. 442. Cancrin: orientare optică.

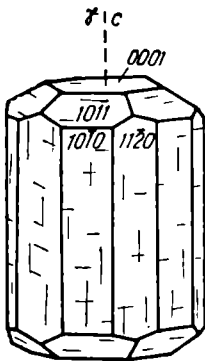


Fig. 443. Davin: orientare optică.

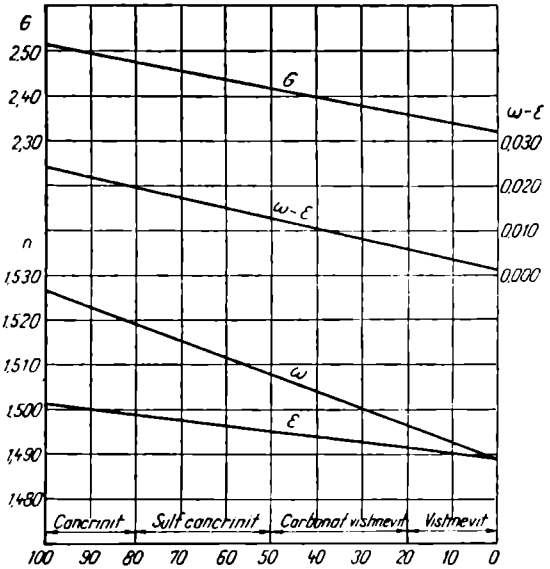


Fig. 444. Variația proprietăților optice în seria cancrinit-vișnevit.

# Scapolite

Tabelul 319

## Scapolite — Proprietăți optice

Denumirea mineralului	Compoziția chimică	Sistem	Refringență		$\Delta$	U/2V	Semn optic	Proprietăți comune
			$\omega$	$\epsilon$				
Mariallit	$\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{Cl}$	Tetr.	1,546—1,550	1,540—1,541	0,006—0,009	U	— (+)	Incolori Incluziuni frecvente de cuarț, mîce, granați, amfiboli, turmalină. Prin alterare trec în mîce, clorite, calcit, zeoliți.
Dipir	$\text{Ma}_{80}\text{Me}_{20}$ la $\text{Ma}_{50}\text{Me}_{50}$	Tetr.	1,550—1,558	1,541—1,545	0,009—0,013	U	—	
Mizzonit	$\text{Ma}_{60}\text{Me}_{60}$ la $\text{Ma}_{20}\text{Me}_{80}$	Tetr.	1,558—1,590	1,545—1,556	0,013—0,044	U	—	
Meionit	$\text{Ca}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{CO}_3$	Tetr.	1,590—1,600	1,556—1,562	0,034—0,038	U	—	

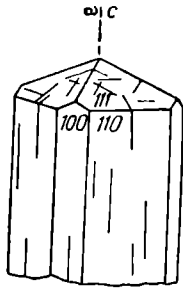


Fig. 445. Scapolit: orientare optică.

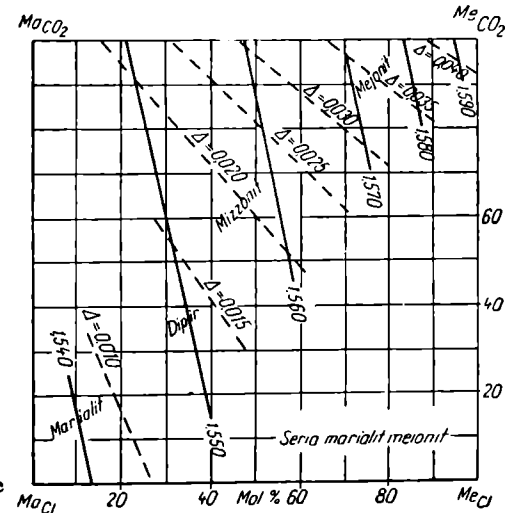


Fig. 446. Variația proprietăților optice în seria mariallit-meionit.

## Principalele proprietăți

Denumirea mineralului	Formula chimică	Sistem	Clivaj	Culoare
Natrolit	$\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	R	bun (110)	incolor
Scolectit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	M	bun (110)	"
Thomsonit	$\text{NaCa}_2[(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	R	perfect (010) bun (100)	"
Laumontit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{18}] \cdot 4 - 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	M	perfect (110), (010)	"
Mezolit	$\text{Na}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	M	perfect (110) slab (001)	"
Heulandit	$\text{Ca}, \text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	M	perfect (110)	"
Stilbit	$(\text{Ca}, \text{Na}_2\text{K}_2)[\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}] \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	M	perfect (010)	"
Epistilbit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	M	perfect (010)	"
Brewsterit	$\text{Na}(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_6[\text{Al}_{11}\text{Si}_{29}\text{O}_{60}] \cdot 25 \text{H}_2\text{O}$	M	perfect (110)	"
Harmotom	$\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	M	slab (010), (001)	"
Phillipsit	$(\frac{1}{2}\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_3[\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	M	slab (010)	"
Gismondit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	R	distinct (10 $\bar{1}$ )	"
Chabazit	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Trig.	distinct (10 $\bar{1}$ 1)	"
Gmelinit	$(\text{Na}_2\text{Ca})[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Trig.	distinct (10 $\bar{1}$ 0)	"
Analcit	$\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	C	slab (100)	"
Faujasit	$(\text{Na}_2\text{Ca})_{1,75}[\text{Al}_{3,5}\text{Si}_{8,5}\text{O}_{24}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$	C	distinct (111)	"

## Optice ale zeoliților

Refringență			$\Delta$	Extincție	Alungire	2V/U	Semn optice
$\gamma$	$\beta$ n	$\alpha$					
1,485–1,501	1,476–1,491	1,473–1,489	0,011–0,013	0	+	58–64°	+
1,517–1,521	1,516–1,520	1,510–1,513	0,007–0,008	15–18	–	36–56°	–
1,516–1,545	1,529–1,532	1,507–1,530	0,007–0,015	0	+(-)	47–75°	+
1,514–1,521	1,522–1,524	1,502–1,513	0,012	20–36	+	24–38°	–
1,505–1,506	1,505–1,508	1,505–1,508	0,000	8	–	variabil	variab.
1,488–1,508	1,499–1,508	1,487–1,498	0,001–0,007	0–32	+(-)	34°	+
1,493–1,511	–	1,482–1,498	0,009–0,013	3–12	+(-)	30–50°	–
1,512–1,520	–	1,502–1,505	0,010–0,014	10	+(-)	44°	–
1,523	1,512	1,510	0,013	22	+(-)	65°	+
1,508–1,516	–	1,503–1,506	0,005–0,008	28–32	+(-)	79°	+
1,486–1,514	–	1,483–1,504	0,003–0,010	11–30	+	60–80°	+
1,538–1,548	1,538–1,543	1,530–1,538	0,008–0,017	0	+(-)	82–86°	–
1,480–1,490	–	1,478–1,485	0,002–0,005	0	-(+)	U	–
1,465–1,480	–	1,464–1,479	0,001–0,009	0	+(-)	U	–
–	1,480–1,490	–	–	–	–	–	–
–	1,480	–	–	–	–	–	–

ZEOLIȚI — ORIENTĂRI OPTICE

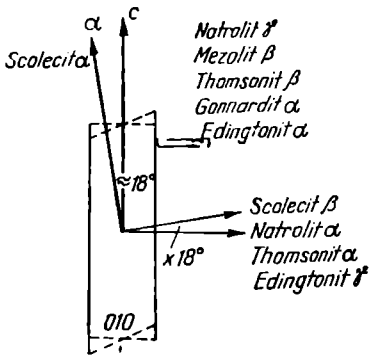


Fig. 447. Orientarea optică la zeoliții fibroși.

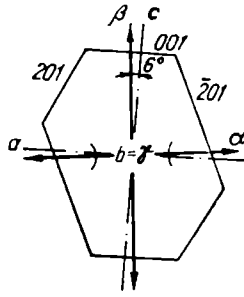


Fig. 448. Heulandit: secțiune || (010).

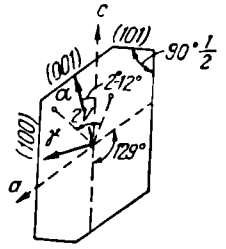


Fig. 449. Stilbit: secțiune || (010), plan maclă (001).

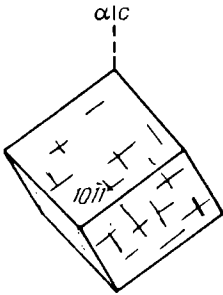


Fig. 450. Chabasit: orientare optică.

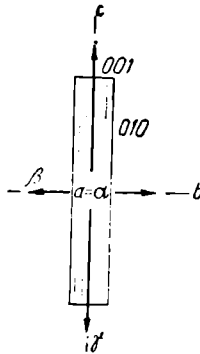


Fig. 451. Natrolit: secțiune || (100).

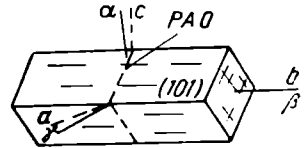


Fig. 452. Mezolit: orientare optică.

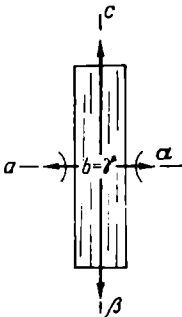


Fig. 453. Thomsonit: secțiune || (010).

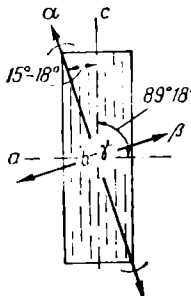


Fig. 454. Scolecit: secțiune || (010).

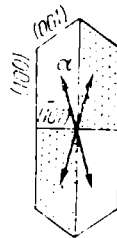


Fig. 455. Macle quadruple de zeoliți.

GRUPA SILICEI

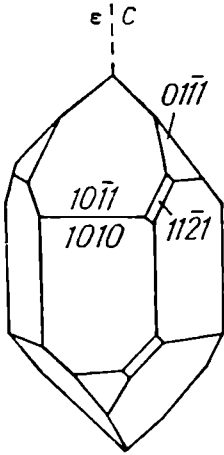


Fig. 456. Cuarț; orientare optică.



Fig. 457. Cuarțină; orientare optică.

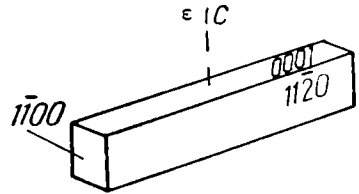


Fig. 458. Calcedoniț; orientare optică.

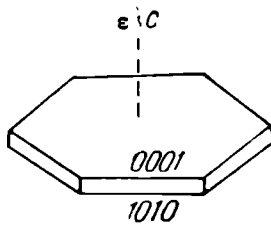
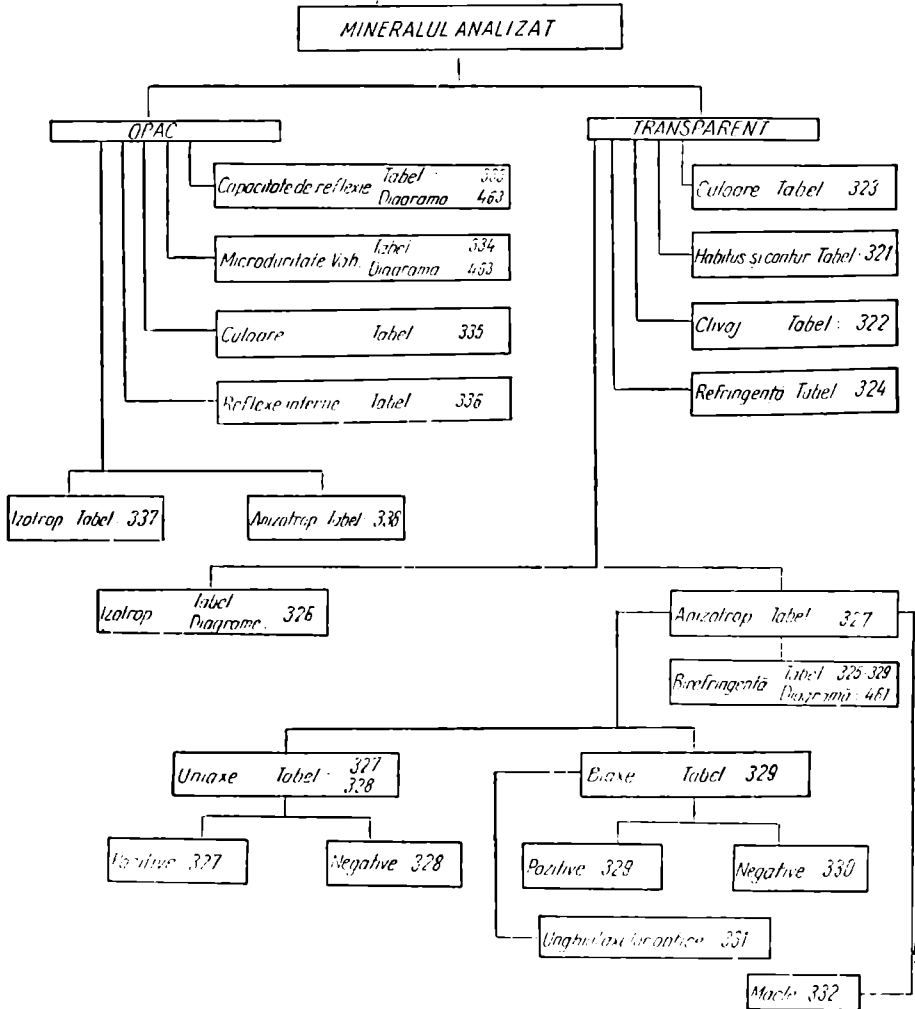


Fig. 459. Tridimit; orientare optică.

## 4. Identificarea mineralele în funcție de variația proprietăților optice microscopice (mineralogie optică determinativă)

CHEIA UTILIZĂRII TABELOR PENTRU IDENTIFICAREA MINERALELOR PE BAZA PROPRIETĂȚILOR OPTICE MICROSCOPICE





A. PROPRIETĂȚI OPTICE MICROSCOPICE EXAMINATE  
ÎN LUMINĂ TRANSPARENTĂ

Conturul și habitusul mineralelor

Tabelul 321



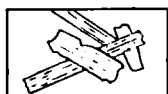
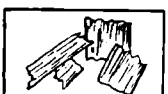
Conturul și habitusul mineralelor în secțiuni subțiri

A. Minerale cu contur euhedral

f.d.=foarte des; d=des; r=rar; f.r.=foarte rar





Cubic	Trigonal	Tetragonal	Hexagonal	Rombic	Monoclinic	Triclinic
Pirită d	Cuarț f. r	Rutil d	Corindon d	Celestină r	Gibbsit r	Microclin r
Fluorină r	Calcit r	Casiterit d	Jarosit f. r	Forsterit d	Monazit r	Plagioclazi d
Magnetit d	Dolomit r	Melilit d	Alunit f. r	Olivină d	Lazulit f. r	
Spinel r	Turmalină r	Vezuvian d	Apalit f. d	Fayalit d	Ortoză d	
Perovskit d		Zircon d	Dahlit d	Monticellit d	Sanidină f. d	
Leucit f. d		Scapolit r	Cancrină r	Topaz r	Adular d	
Sodalit d			Chabazit d	Andaluzit r	Augit egirinic d	
Haŭyn d			Nefelin r	Staurolit d	Spodumen d	
Granat f. d				Lawsonit r	Jadeit f. r	
Analcit r				Dumortierit r	Sfen d	
				Zoizit r	Epidot d	
					Piroxenit d	
					Amfiboli d	





B. Habitusul cristalelor izolate





Echigranular	Acicular	Prismatic	Columnar
			
<p>Fluorină</p> <p>Cuarț</p> <p>Periclaz</p> <p>Rutil</p> <p>Casiterit</p> <p>Spinel</p> <p>Magnetit</p> <p>Cromit</p> <p>Anhidrit</p> <p>Apatit</p> <p>Leucit</p> <p>Sodalit</p> <p>Haüy</p> <p>Melilit</p> <p>Forsterit</p> <p>Olivină</p> <p>Fayalit</p> <p>Chondrodit</p> <p>Granat</p> <p>Zircon</p> <p>Topaz</p> <p>Andaluzit</p> <p>Axinit</p> <p>Allanit</p> <p>Cordierit</p> <p>Sfen</p> <p>Lawsonit</p> <p>Glaucolit</p> <p>Analcit</p>	<p>Rutil</p> <p>Aragonit</p> <p>Sillimanit</p> <p>Dumortierit</p> <p>Turmalină</p> <p>Stilbit</p> <p>Natrolit</p>	<p>Ilmenit</p> <p>Aragonit</p> <p>Baritină</p> <p>Celestină</p> <p>Gips</p> <p>Egirin</p> <p>Mullit</p> <p>Dumortierit</p> <p>Turmalină</p> <p>Epidot</p> <p>Piemontit</p> <p>Prehnit</p> <p>Pirofilit</p> <p>Disten</p>	<p>Cuarț</p> <p>Corindon</p> <p>Ortoză</p> <p>Sanidină</p> <p>Microclin</p> <p>Anortoză</p> <p>Plagioclazi</p> <p>Nefelin</p> <p>Cancrinit</p> <p>Piroxeni</p> <p>Wollastonit</p> <p>Amfiboli</p> <p>Beril</p> <p>Scapolit</p> <p>Vezuvian</p> <p>Topaz</p> <p>Disten</p> <p>Zoizit</p> <p>Clinozoizit</p> <p>Staurolit</p> <p>Mice</p> <p>Clorite</p> <p>Baritină</p>



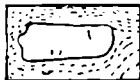
C. Habitusul in agregate cristaline

Tabelul 321 (continuare)

Granular	Fibros	Acicular	Prismatic
			
<p>Cuarț Calcedonie Gibbsit Calcit Dolomit Magnezit Siderit Baritină Celestină Anhidrit Gips Polihalit Alunit Jarosit Dahlit Olivină Epidot Caolinit Halloysit Montmorillonit Analcit</p>	<p>Brucit Gips Polihalit Jadeit Wollastonit Antofilit Tremolit Actinot Cunningtonit Grünerit Nefrit Riebeckit Sillimanit Prehnit Sepiolit Antigorit Crisotil Pirofillit</p>	<p>Aragonit Dumortierit Turmalină Stilbit Natrolit Thomsonit Scolecit</p>	<p>Feldspat Hedenbergit Jadeit Wollastonit Tremolit Actinot Grünerit Glaucofan Beril Scapolit Topaz Andaluzit Turmalină Zoizit Clinozoizit Epidot Piemontit Staurolit Biotit Thomsonit Scolecit Vezuvian Scapolit Dumortierit Aragonit</p>

Foios	Radiar	Sferulitic	Cimentat
			
Grafit Hematit Brucit Muscovit Biotit Stilpnomelan Flogopit Lepidolit Proclorit Clinoclor Antofilit Talc Pirofilit Caolinit Montmorillonit Dickit Hidromuscovit Pennin Cloritoid Iddingsit	Dahlit Cummingtonit Schorlit Proclorit Pirofilit Natrolit Calcedonie Gibbsit Thomsonit Aragonit Stilbit Dumortierit	Calcedonie Cristobalit Calcit Siderit Dahlit Ortoză Prehnit	Gibbsit Antigorit

Concreșteri grafice	Microлите	Spărturi concoidale	Spărturi
			
Cuarț-feldspat Cuarț-staurolit Cuarț-actinot Nefelin-feldspat Corindon-andaluzit Sticlă-leucit	Cristobalit in sticlă	Sticlă Halloysit Opal	Sticlă Montmorillonit

Spărturi perlitice	Lithophisae	Curgere (cu fenocristale)
		
Sticlă	Tridimit	Lechatelierit Sticlă

# Clivajul mineralelor

Tablul 322

## Clivajul mineralelor. Indicii Miller ai planelor de clivaj

<b>O direcție de clivaj</b>		
Muscovit 001	Thomsonit 010	Staurolit 010
Lepidolit 001	Mordenit 010	Topaz 001
Flogopit 001	Stilbit 010	Monazit 001
Biotit 001	Epistilbit 010	Corindon 0001
Stilpnomelan 001	Apofilit 001	Diaspor 010
Fayalit 010	Prehnit 001	Gibbsit 001
Talc 001	Zoizit 010	Brucit 0001
Pirofilit 001	Clinozoizit 001	Alunit 0001
Minerale argiloase 001	Epidot 001	Hematit 0001
Heulandit 010	Axinit 100	Goethit 010
Clorit 001	Sillimanit 010	
<b>Două direcții de clivaj (prismatic) la/sau aproape 90°</b>		
Piroxeni 110	Mezolit 301, 301	Scapolit 100
Spodumen 110	Scolecit 110	Andaluzit 110
Natrolit 110		
<b>Două direcții de clivaj (pinacoidal) la/sau aproape 90°</b>		
Toți feldspatii 001, 010	Pectolit 001, 010	
Philipsit 001, 010	Wollastonit 100, 001	
Harmotom 001, 010	Disten 100, 010 (de asemenea parțial), 001	
<b>Două direcții de clivaj la 56° și 124°</b>		
Toți amfibolii		
<b>Trei direcții de clivaj (cubic)</b>		
Analcit	Periclaz	
<b>Trei direcții de clivaj (prismatic hexagonal)</b>		
Cancrin	Gmelinit	
<b>Trei direcții de clivaj (romboedric)</b>		
Chabazit	Calcit	Hematit
Corindon	Dolomit	
<b>Trei direcții de clivaj (prismatic și pinacoidal)</b>		
Laumontit 110, 010	Stronțianit 110, 010	Baritină 110, 001
Aragonit 110, 010	Celestină 110, 001	Anglezit 110, 001
<b>Trei direcții de clivaj (toate pinacoidale)</b>		
Wollastonit 100, 001, 102	Anhidrit 100, 010, 001	
Disten 100, 010, 001	Gips 010, 100, 101	
<b>Patru direcții de clivaj (octaedric)</b>		
Spinel	Fluorină	
<b>Patru direcții de clivaj (două prismatice, două pinacoidale)</b>		
Lawsonit 010, 001, 110		
<b>Șase direcții de clivaj (dodecaedric)</b>		
Sodalit	Blendă	

**Observații:** în secțiuni subțiri, numărul direcțiilor de clivaj vizibile în diferite granule este adesea mai mic decât numărul direcțiilor de clivaj caracteristic mineralului. Majoritatea granulelor de piroxeni și amfiboli evidențiază numai o direcție de clivaj. Cele mai multe granule de carbonați numai două. Fluorina prezintă rar mai mult de trei direcții de clivaj.

## Culoarea mineralelor

## Culoarea mineralelor în secțiuni subțiri

Tabelul 323

Brun	Galben	Verde	Albastru	Violaceu	Roz	Roșu	Cenușiu spre opac
<b>Minerale izotrope</b>							
ALLANIT Granați (Andradit) SPINEL BLENDĂ CROMIT	Colofan Granați (Grossular) Perovskit BLENDĂ	SPINEL	Sodalit SPINEL Fluorină	Fluorină	Analcit Granați (Piroop)	BLENDĂ	Sodalit GRANAȚI (Schorlomit)
<b>Minerale anizotrope</b>							
Augit Titanaugit Pigeonit Anlofilit Cummingtonit Grünerit HORNBLENDĂ HASTINGSIT HORNBLENDĂ BAZALTICĂ ARFVEDSONIT Lepidolit BIOTIT THURINGIT STILPNOMELAN Chondrodit Staurolit TURMALINĂ Sfen RUTIL Gibbsit	Antofilit Gedrit HORN- BLENDĂ RIEBECKIT Lepidolit Flogopit Biotit Olivină (Fayalit) Clorit STILPNOME- LAN Epidot PIEMONTIT Chondrodit Staurolit TURMALINĂ Monazit Sfen RUTIL	Hipersten Diopsid Hedenbergit ACMIT AUGIT-EGI- RINIC ACTINOT HORN- BLENDĂ Pargasit HASTINGSIT RIEBECKIT ARFVEDSO- NIT BIOTIT CLORIT STILPNOME- LAN GLAUCONIT TURMALINĂ Epidot Olivină Cloritoid	Hipersten GLAUCOFAN RIEBECKIT ARFVEDSO- NIT DUMORTIE- RIT TURMALINĂ	GLAUCOFAN RIEBECKIT Lepidolit DUMORTIE- RIT TURMALINĂ	Hipersten ACMIT Zoizit (var. Thulit) PIEMONTIT Andaluzit DUMORTIE- RIT TURMALINĂ	HORNBLEN- DĂ BAZAL- TICĂ BIOTIT PIEMONTIT RUTIL HEMATIT	HASTINGSIT RIEBECKIT LEPIDOME- LAN PIEMONTIT Cloritoid TURMALINĂ Sfen
<p>Observație: Folosirea culorii ca indiciu primordial în indentificarea mineralelor nu este recomandabilă. Tabelul poate fi utilizat drept cheie de control. Mineralele notate cu litere mari prezintă, în mod obișnuit, culori închise, iar cele notate cu litere mici, culori deschise.</p>							

## Indicii de refracție ai mineralelelor

Tabelul 324

### Mineralele așezate în ordinea creșterii valorii indicilor de refracție

Indice de refracție	Mineral	Indice de refracție	Mineral
1,400—1,460	Opal	1,574—1,638	Biotit
1,434	Fluorină	1,575—1,582	Pennin
1,458—1,462	Lechatelierit	1,575—1,590	Talc
1,469	Tridimit	1,525—1,530	Microclin
1,470—1,630	Palagonit	1,525—1,532	Albit
1,473—1,480	Natrolit	1,526	Ortoză
1,473	Tridimit	1,527—1,543	Nefelin
1,478—1,485	Chabazit	1,527—1,451	Anortoză
1,480—1,610	Sticlă vulcanică	1,529	Gips
1,480—1,490	Chabazit	1,530	Aragonit
1,483—1,487	Sodalit	1,530—1,547	Nefelin
1,484	Cristobalit	1,531	Calcedonie
1,485—1,493	Natrolit	1,532—1,545	Oligoclaz
1,486	Calcit	1,532—1,552	Cordierit
1,487	Analcit	1,533	Paligorskit
1,487	Cristobalit	1,535—1,570	Hidromuscovit
1,490—1,506	Sepiolit	1,536—1,541	Albit
1,492	Montmorillonit	1,538—1,545	Talc
1,493—1,546	Crisotil	1,539	Calcedonie
1,494—1,500	Stilbit	1,539—1,570	Cordierit
1,496—1,499	Heulandit	1,540—1,571	Scapolit
1,496—1,500	Cancrinit	1,541—1,552	Oligoclaz
1,496—1,510	Haüyn	1,541—1,579	Biotit
1,500—1,508	Stilbit	1,544	Halit
1,500—1,526	Dolomit	1,5442	Cuarț
1,500—1,570	Antigorit	1,545—1,555	Andezin
1,501—1,505	Heulandit	1,548	Polihalit
1,505	Mezolit	1,549—1,561	Halloysit
1,505—1,526	Sepiolit	1,550—1,507	Scapolit
1,506	Mezolit	1,551—1,562	Flogopit
1,507—1,524	Cancrinit	1,552	Andezin
1,508	Leucit	1,552—1,562	Cuarț
1,509	Leucit	1,5533	Gibbsit
1,509—1,527	Magnezit	1,554—1,567	Labradorit
1,510	Palygorskit	1,555—1,563	Antigorit
1,512	Scolecit	1,555—1,564	Muscovit
1,512—1,530	Thomsonit	1,556—1,570	Lepidolit
1,513	Montmorillonit	1,560	Dickit
1,517—1,520	Sanidină	1,560	Caolinit
1,517—1,557	Crisotil	1,561	Labradorit
1,518	Ortoză	1,562—1,571	Antigorit
1,518—1,522	Microclin	1,562—1,573	Bytownit
1,518—1,542	Thomsonit	1,563—1,571	Beril
1,519	Scolecit	1,564—1,590	Hidromuscovit
1,520	Gips	1,566	Bruclit
1,522—1,536	Anortoză	1,566	Dickit
1,542—1,526	Sanidină	1,566	Caolinit
1,570	Anhidrit	1,567	Polihalit
1,570—1,610	Cliacit	1,568—1,598	Beril
1,570—1,620	Colofan	1,576—1,538	Pennin
1,571—1,575	Anortit	1,576—1,589	Gibbsit
1,571—1,582	Bytownit	1,576—1,597	Clinoclor
1,571—1,588	Clinoclor	1,582—1,588	Anortit
1,572	Alunit		

Indice de refracție	Mineral	Indice de refracție	Mineral
1,585	Brucit	1,650—1,665	Enstatit
1,588—1,658	Proclorit	1,650—1,698	Diopsid
1,590—1,612	Glauconit	1,651—1,668	Spodumen
1,592	Alunit	1,651—1,681	Olivină
1,592—1,643	Chondrodit	1,652—1,698	Turmalină
1,593—1,611	Muscovit	1,654—1,668	Mullit
1,596—1,633	Siderit	1,655—1,666	Jadeit
1,598—1,606	Flogopit	1,655—1,669	Monticellit
1,598—1,652	Antofilit	1,657—1,661	Sillimanit
1,599—1,667	Proclorit	1,657—1,663	Grünerit
1,600	Pirofilit	1,658	Calcit
1,600—1,628	Nefrit	1,658—1,674	Enstatit
1,600—1,628	Tremolit-actinot	1,659—1,678	Dumortierit
1,603—1,604	Lazulit	1,66 —1,80	Allanit
1,605	Lepidolit	1,664—1,686	Cummingtonit
1,607—1,629	Topaz	1,665	Lawsonit
1,610 1,644	Glauconit	1,667—1,688	Jadcit
1,612—1,634	Stilpnomelan	1,670—1,680	Forsterit
1,613—1,628	Turmalină	1,670—1,692	Hornblendă
1,614	Anhidrit	1,673—1,715	Hipersten
1,614—1,675	Hornblendă	1,674—1,730	Iddingsit
1,615—1,629	Turmalină	1,677—1,681	Spodumen
1,615—1,635	Prehnit	1,677 ≈ 1,684	Sillimanit
1,617—1,638	Topaz	1,678—1,684	Axinit
1,619—1,626	Dahlit	1,680—1,716	Dolomit
1,620	Wollastonit	1,680—1,718	Pigeonit
1,621—1,655	Glaucofan	1,680—1,745	Augit-egirinic
1,621—1,670	Chondrodit	1,681—1,727	Diopsid
1,622	Celestină	1,683—1,731	Hipersten
1,623—1,635	Dahlit	1,684	Lawsonit
1,623—1,676	Antofilit	1,686	Aragonit
1,625—1,655	Nefrit	1,686—1,692	Dumortierit
1,625—1,655	Tremolit-actinot	1,688—1,696	Axinit
1,626—1,629	Meliilit	1,688—1,712	Augit
1,628—1,658	Turmalină	1,689—1,718	Olivină
1,629—1,640	Andaluzit	1,693	Riebeckit
1,630—1,651	Apatit	1,693—1,760	Hornblendă
1,631	Celestină	1,696—1,700	Zoizit
1,632—1,634	Meliilit	1,697	Riebeckit
1,632—1,655	Turmalină	1,699—1,717	Grünerit
1,633—1,655	Apatit	1,700—1,726	Magnezit
1,633—1,701	Hornblendă	1,700—1,745	Stilpnomelan
1,634	Wollastonit	1,701—1,726	Vezuvian
1,635	Chamosit	1,702	Diaspor
1,635—1,640	Forsterit	1,702—1,718	Zoizit
1,635—1,655	Turmalină	1,705—1,732	Vezuvian
1,636	Baritină	1,709—1,782	Augit-egirinic
1,639—1,642	Lazulit	1,710—1,723	Clinozoit
1,639—1,647	Andaluzit	1,712	Disten
1,639—1,657	Cummingtonit	1,713—1,737	Augit
1,639—1,668	Glaucofan	1,715	Jarosit
1,64 —1,77	Allanit	1,715—1,724	Cloritoid
1,641—1,651	Monticellit	1,718—1,768	Iddingsit
1,642	Mullit	1,719—1,734	Clinozoit
1,645—1,665	Prehnit	1,719—1,744	Pigeonit
1,648	Baritină	1,72 —1,78	Spinel



Indice de refracție	Mineral	Indice de refracție	Mineral
1,720—1,734	Epidot	1,806—1,832	Piemontit
1,728	Disten	1,820	Jarosit
1,731—1,737	Cloritoid	1,830—1,875	Siderit
1,732—1,739	Hedenbergit	1,837—1,849	Monazit
1,734—1,779	Epidot	1,838—1,870	Uvarovit
1,736—1,747	Staurolit	1,847—1,886	Fayalit
1,736—1,763	Grossular	1,857—1,887	Andradit
1,738—1,760	Periclaz	1,887—1,913	Sfen
1,741—1,760	Pirop	1,925—1,931	Zircon
1,745—1,758	Piemontit	1,979—1,045	Sfen
1,745—1,777	Egirin	1,985—1,993	Zircon
1,746—1,762	Staurolit	1,996	Casiterit
1,750	Diaspor	2,00—2,10	Limonit
1,751—1,757	Hedenbergit	2,07—2,16	Cromit
1,759—1,763	Corindon	2,093	Casiterit
1,767—1,773	Corindon	2,34—2,38	Perovskit
1,778—1,815	Almandin	2,37—2,47	Blendă
1,782—1,836	Egirin	2,603—2,616	Rutil
1,786—1,800	Monazit	2,889—2,903	Rutil
1,792—1,820	Spessartin	2,94	Hematit
1,805—1,836	Fayalit	3,22	Hematit

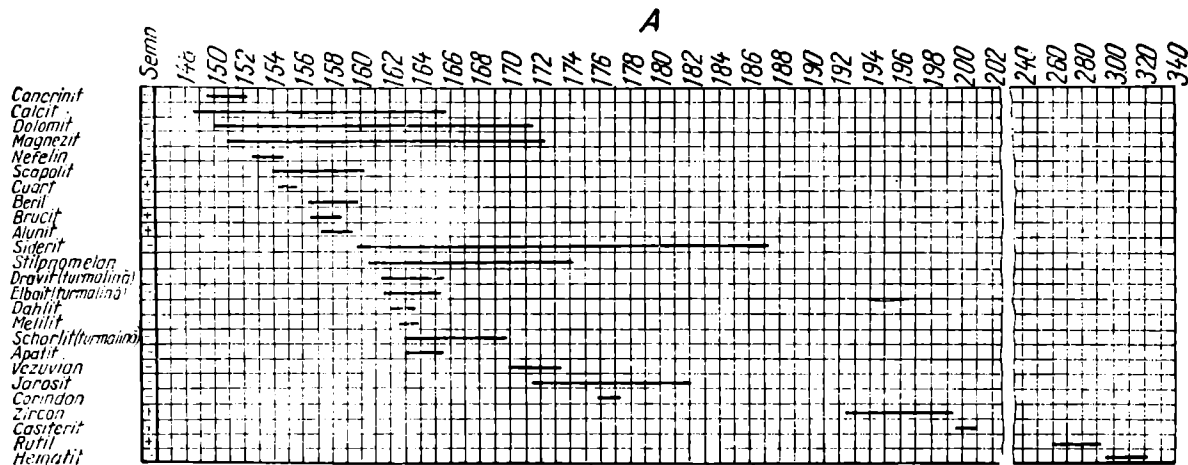
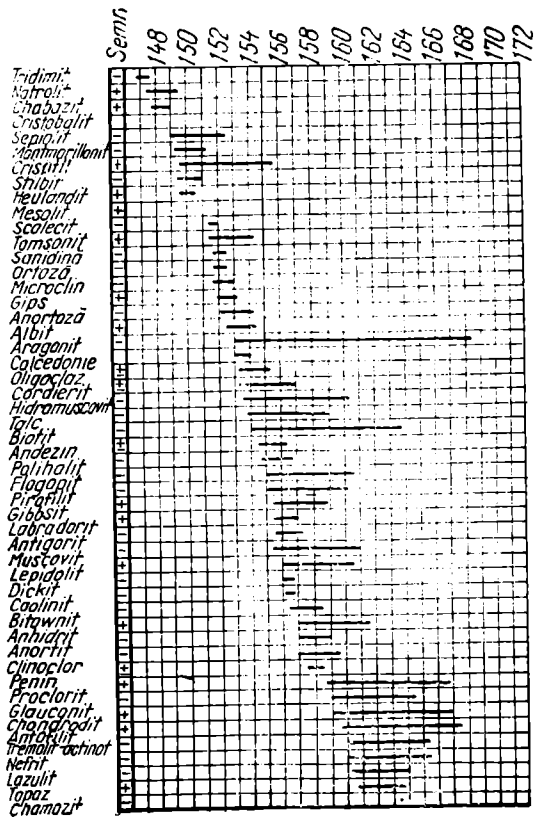
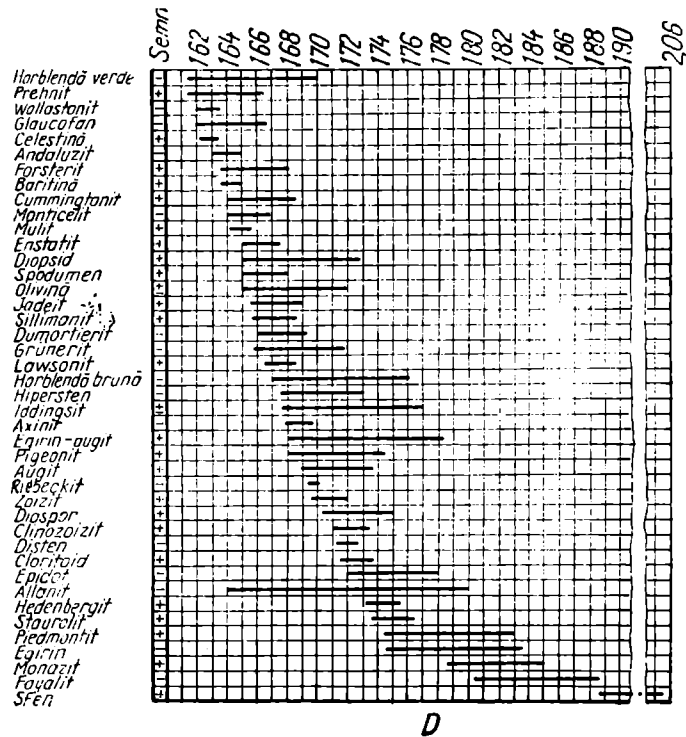


Fig. 160. Diagrame cu domeniile de variație a indicilor de refracție ai mineralelor:

A – minerale izotrope; B – minerale uniaxe.



C



D

C și D - minerale biaxe.

## Mineralele aranjate în ordinea creșterii valorii birefrinței maxime

0,000—0,012	Melilit	0,010	Epistilbit
0,001	Leucit	0,010	Gips
0,001	Mezolit	0,010—0,015	Staurolit
0,001—0,004	Gmelinit	0,010—0,020	Hipersten
0,001—0,009	Ripidolit		
		0,024	Crisotil
0,002	Chabazit		
0,002	Apopilit	0,012	Anortit
0,002—0,015	Thuringit	0,012	Baritină
		0,012	Laumontit
0,003	Cristobalit	0,012—0,027	Dumortierit
0,003	Pennin		
0,003—0,005	Nefelin	0,013	Jadeit
0,003—0,008	Riebeckit	0,013	Natrolit
0,003—0,013	Apatit	0,013—0,025	Antofilit
		0,013—0,028	Gedrit
0,004	Tridimit	0,013—0,030	Glauconit
0,004—0,005	Vezuvian		
0,004—0,008	Beril	0,014—0,017	Wollastonit
0,004—0,010	Clinozoizit	0,014—0,026	Spodumen
0,004—0,011	Dahlit		
		0,015—0,045	Lepidolit
0,005	Harmotom		
0,005—0,007	Heulandit	0,016	Disten
0,005—0,008	Sanidină	0,016—0,025	Hornblendă
0,005—0,009	Arfvedsonit	0,016—0,028	Hastingsit
0,005—0,010	Clinoclor		
		0,017	Anglezit
0,006—0,007	Caolin	0,017—0,024	Pargasit
0,006—0,010	Thomsonit		
0,006—0,015	Cordierit	0,019	Lawsonit
0,006—0,018	Zolzit	0,019—0,021	Brucit
0,006—0,002	Cloritoid	0,019—0,029	Cummingtonit
		0,019—0,069	Hornblendă bazaltică
0,007	Ortoză		
0,007	Philipsit	0,020	Alunit
0,007	Scolecit	0,020—0,030	Montmorillonit
0,007—0,013	Axinit	0,020—0,038	Scapolit
0,007—0,051	Epidot		
		0,021	Sillimanit
0,008	Calcedonie	0,021—0,033	Tremolit
0,008	Microclin		Actinot
0,008	Anortoză		
0,008	Andezin	0,023—0,029	Cancrinit
0,008	Corindon	0,023—0,051	Epidot
0,008—0,009	Oligoclaz	0,024—0,030	Pigeonit
0,008—0,009	Labradorit	0,024—0,031	Diopsid-Hedenbergit
0,008—0,010	Topaz		
0,008—0,011	Stilbit	0,025—0,036	Chondroit
0,008—0,015	Proclorit	0,025—0,043	Augit
0,008—0,038	Scapolit		
0,009	Cuarț	0,026—0,033	Prehnit
0,009	Celestină	0,026—0,045	Lepidolit
0,009—0,010	Enstatit		
0,009—0,011	Albit	0,027—0,060	Egirin
0,009—0,011	Andaluzit		
0,009—0,012	Bytownit	0,029—0,043	Grünerit

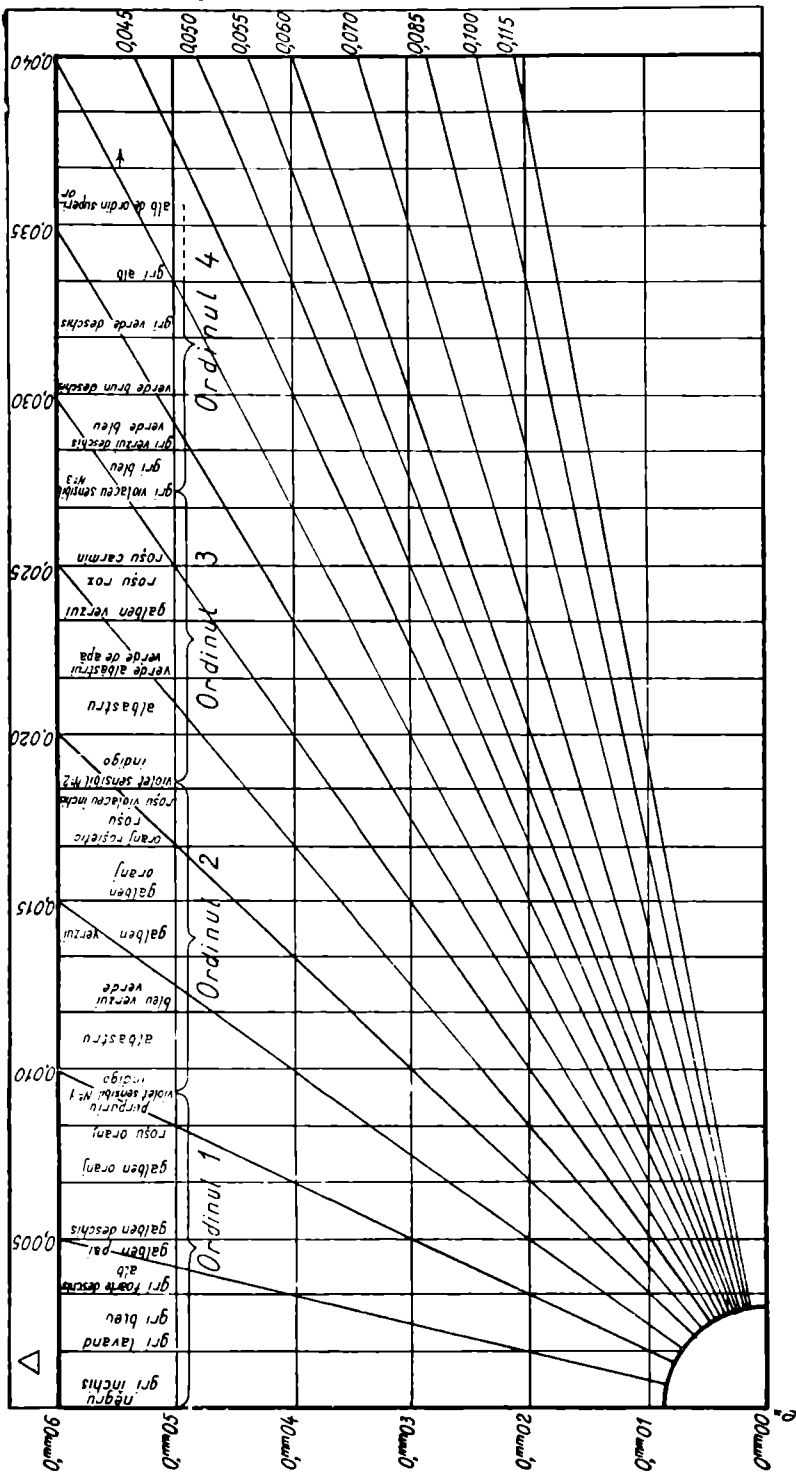


Fig. 461. Tabelul lui Michel Levy.

0,030—0,047	Flogopit	0,05—0,06	Biotit
0,03—0,05	Talc	0,09—0,18	Sfen
0,03—0,05	Illit	0,147	Stronțianit
0,03—0,13	Stilpnomelan	0,148	Witherit
		0,155	Aragonit
0,035—0,050	Olivină	0,172	Calcit
0,038—0,046	Muscovit	0,181	Dolomit
0,04—0,06	Zircon	0,191	Magnetit
0,043	Anhidrit	0,210	Ankerit
0,044	Datolit	0,220	Rodocrozit
0,045—0,055	Monazit	0,228	Smithsonit
		0,273	Siderit
0,048	Pirofillit	0,273	Ceruzit
0,048	Diaspor	0,286—0,287	Rutil

**Caracterul optic al mineralelor**  
(izotrop, uniax, biax)

Tabelul 326

**Minerale izotrope**

Mineral	Indice de refracție	Relief
Opal	1,40—1,46	Negativ moderat
Fluorină	1,434	
Lechatelierit	1,458—1,462	
Sodalit	1,483—1,487	
Analcit	1,487	
Häuyt	1,496—1,510	
	Balsam 1,537	
Hallt	1,544	Slab pozitiv
Halloysit	1,549—1,561	
Antigorit (Serpophit)	1,500—1,570	
Cliaclit	1,570—1,610	
Colofan	1,570—1,620	
Periclaz	1,738—1,760	Pozitiv ridicat
Grossular	1,736—1,763	
Pirop	1,741—1,760	
Alman din	1,778—1,815	
Spessartin	1,792—1,820	
Uvarovit	1,838—1,870	
Andradit	1,857—1,887	
Spinel	1,720—1,780	Pozitiv foarte ridicat
Cromit	2,070—2,160	
Perovskit	2,340—2,380	
Blendă	2,370—2,470	
Sticlă vulcanică (Mineraloid)	1,480—1,610	Variabil pozitiv-negativ
Palagonit (Mineraloid)	1,470—1,630	

## Minerale uniaxe pozitive

Tabelul 327

Mineralul	Refringența		Birefringența ( $\Delta$ )
	$\omega$	$\epsilon$	
Cuarț	1,544	1,553	0,009
Bruцит	1,566	1,585	0,019
Alunit	1,572	1,592	0,020
Zircon	1,925—1,931	1,985—1,993	0,060—0,062
Casiterit	1,996	2,093	0,097
Rutil	2,603—2,616	2,889—2,903	0,286—0,287

## Minerale uniaxe negative

Tabelul 328

Mineralul	Refringența		Birefringența ( $\Delta$ )
	$\omega$	$\epsilon$	
Calcit	1,486	1,658	0,172
Cancrinit	1,496—1,500	1,507—1,524	0,007—0,028
Dolomit	1,500—1,526	1,680—1,716	0,180—0,190
Magnezit	1,509—1,527	1,700—1,726	0,191—0,199
Nefelin	1,527—1,543	1,530—1,547	0,003—0,004
Scapolit	1,540—1,571	1,550—1,607	0,011—0,036
Beril	1,564—1,590	1,568—1,598	0,004—0,008
Siderit	1,596—1,633	1,830—1,875	0,234—0,242
Stilpnomelan	1,612—1,634	1,700—1,745	0,030—0,119
Dravit (Turmalina)	1,613—1,628	1,632—1,655	0,019—0,025
Elbait (Turmalina)	1,615—1,629	1,635—1,655	0,015—0,023
Dahlit	1,619—1,626	1,623—1,635	0,004—0,009
Mellitit	1,626—1,629	1,632—1,634	0,005—0,006
Schorlit (Turmalina)	1,628—1,658	1,652—1,698	0,002—0,040
Apatit	1,630—1,651	1,633—1,655	0,003—0,004
Vezuvian	1,701—1,726	1,705—1,732	0,004—0,006
Jarosit	1,715	1,820	0,105
Corindon	1,759—1,763	1,767—1,772	0,008—0,009
Hematit	2,940	3,220	0,280

## Minerale biaxe pozitive

Tabelul 329

Mineralul	Refringența			Birefringența ( $\Delta$ )
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Tridimit	1,469	1,469	1,473	0,004
Natrolit	1,473—1,480	1,476—1,482	1,485—1,493	0,012—0,013
Chabazit	1,478—1,485		1,480—1,490	0,002—0,010
Crisotil	1,493—1,546	1,504—1,550	1,517—1,557	0,011—0,014
Heulandit	1,496—1,499	1,497—1,501	1,501—1,505	0,007
Mezolit	1,505	1,505	1,506	0,001
Thomsonit	1,512—1,530	1,513—1,532	1,518—1,542	0,006—0,012
Gips	1,520	1,522	1,529	0,009
Albit	1,525—1,523	1,529—1,536	1,536—1,541	0,009—0,011
Oligoclaz	1,532—1,545	1,536—1,548	1,541—1,552	0,007—0,009
Cordierit	1,532—1,552	1,536—1,562	1,539—1,570	0,007—0,011
Andezin	1,545—1,555	1,548—1,558	1,552—1,562	0,007
Gibbsit	1,554—1,567	1,554—1,567	1,576—1,589	0,022
Labradorit	1,555—1,563	1,558—1,567	1,562—1,571	0,007—0,008
Dickit	1,560	1,562	1,566	0,006
Anhidrit	1,570	1,576	1,614	0,044
Clinoclor	1,571—1,588	1,571—1,588	1,576—1,597	0,004—0,011
Pennin	1,575—1,582	1,576—1,582	1,576—1,583	0,001—0,004

Mineralul	Refringenta			Birefringenta ( $\Delta$ )
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Proclorit	1,588—1,658	1,589—1,667	1,599—1,667	0,001—0,011
Chondrodit	1,592—1,643	1,602—1,655	1,621—1,670	0,027—0,035
Antofilit	1,598—1,652	1,615—1,662	1,623—1,676	0,016—0,025
Topaz	1,607—1,629	1,610—1,631	1,617—1,638	0,009—0,010
Prehnit	1,615—1,635	1,624—1,642	1,645—1,665	0,020—0,033
Celestină	1,622	1,624	1,631	0,009
Forsterit	1,635—1,640	1,651—1,660	1,670—1,680	0,035—0,040
Baritină	1,636	1,637	1,648	0,012
Cummingtonit	1,639—1,657	1,545—1,669	1,664—1,686	0,025—0,029
Mullit	1,642	1,644	1,654	0,012
Enstatit	1,650—1,665	1,653—1,670	1,658—1,674	0,008—0,009
Diopsid	1,650—1,698	1,657—1,706	1,681—1,727	0,029—0,031
Spodumen	1,651—1,668	1,665—1,675	1,677—1,681	0,013—0,027
Olivină	1,651—1,681	1,670—1,706	1,689—1,718	0,037—0,041
Jadeit	1,655—1,666	1,659—1,674	1,667—1,688	0,012—0,023
Sillimanit	1,657—1,661	1,658—1,670	1,677—1,684	0,020—0,023
Lawsonit	1,665	1,674	1,684	0,019
Inddingsit	1,674—1,730	1,715—1,763	1,718—1,768	0,038—0,044
Augit-egirinic	1,680—1,745	1,687—1,770	1,709—1,782	0,029—0,037
Pigeonit	1,680—1,718	1,698—1,725	1,719—1,744	0,021—0,033
Augit	1,688—1,712	1,701—1,717	1,712—1,737	0,021—0,025
Zoizit	1,696—1,700	1,696—1,703	1,702—1,718	0,006—0,018
Diopso	1,702	1,722	1,750	0,048
Clinozoizit	1,710—1,723	1,715—1,739	1,719—1,734	0,005—0,011
Cloritoid	1,715—1,724	1,719—1,726	1,731—1,737	0,013—0,016
Hedenbergit	1,732—1,739	1,737—1,745	1,751—1,757	0,018—0,019
Staurolit	1,736—1,747	1,741—1,754	1,746—1,762	0,010—0,015
Piemontit	1,754—1,758	1,764—1,789	1,806—1,832	0,061—0,082
Monazit	1,786—1,800	1,788—1,801	1,837—1,849	0,049—0,051
Sfen	1,887—1,913	1,894—1,991	1,979—2,054	0,092—0,141

## Minerale biaxe negative

Tabelul 330

Mineralul	Refringenta			Birefringenta
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Sepiolit	1,490—1,506		1,505—1,526	0,015—0,026
Montmorillonit	1,492	1,513	1,513	0,021
Stilbit	1,494—1,500	1,498—1,504	1,500—1,508	0,006—0,008
Scolecit	1,512	1,519	1,519	0,007
Sanidină	1,517—1,520	1,523—1,525	1,524—1,526	0,007—0,006
Ortoză	1,518	1,524	1,526	0,008
Microclin	1,518—1,522	1,522—1,526	1,525—1,530	0,007—0,008
Anortoză	1,522—1,536	1,526—1,539	1,527—1,541	0,005—0,007
Aragonit	1,530	1,682	1,686	0,156
Oligoclaz	1,532—1,545	1,536—1,548	1,541—1,552	0,007—0,009
Cordierit	1,532—1,552	1,536—1,562	1,539—1,570	0,007—0,011
Hidromuscovit	1,535—1,570		1,565—1,605	0,030—0,035
Talc	1,538—1,545	1,575—1,590	1,575—1,590	0,030—0,050
Biotit	1,541—1,579	1,574—1,638	1,574—1,638	0,033—0,059
Andezin	1,545—1,555	1,548—1,588	1,552—1,562	0,007
Polihalit	1,548	1,562	1,567	0,019
Flogopit	1,551—1,562	1,598—1,606	1,598—1,606	0,044—0,047
Pirofilit	1,552	1,588	1,600	0,048



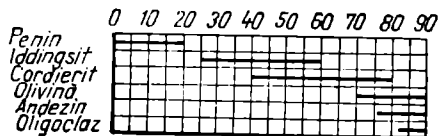
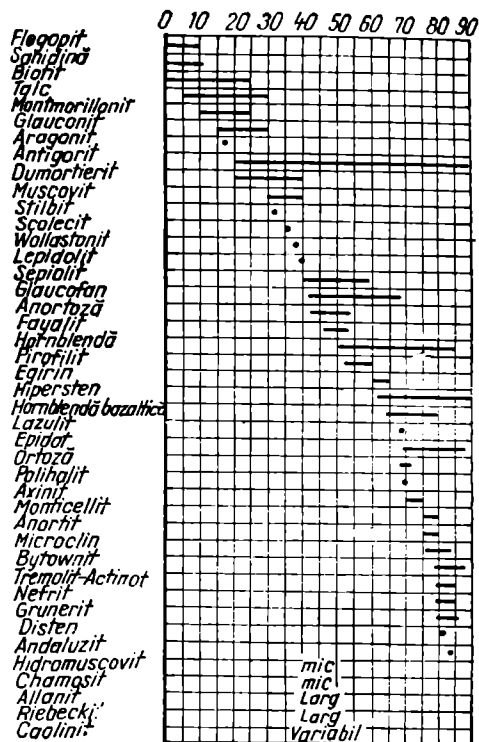
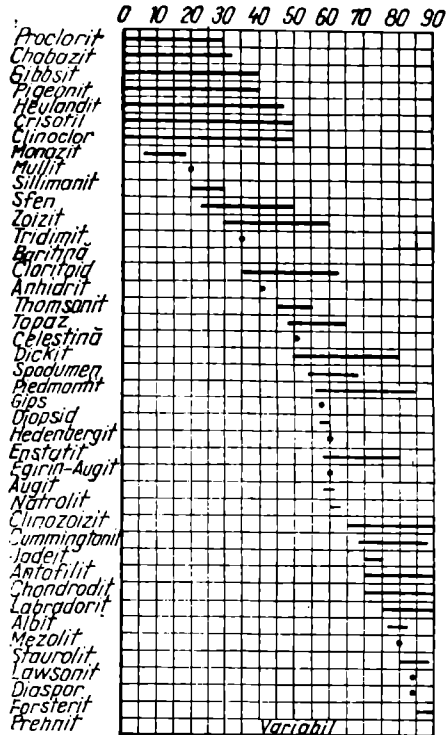
Mineralul	Refringența			Birefringența
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Antigorit	1,555—1,564	1,562—1,573	1,562—1,573	0,007—0,009
Muscovit	1,556—1,570	1,587—1,607	1,593—1,611	0,037—0,041
Lepidolit	1,560	1,598	1,605	0,045
Caolinit	1,561	1,565	1,566	0,005
Bytownit	1,563—1,571	1,567—1,577	1,571—1,582	0,008—0,011
Anortit	1,571—1,575	1,577—1,583	1,582—1,588	0,011—0,013
Pennin	1,575—1,582	1,576—1,582	1,576—1,583	0,001—0,004
Glaucolit	1,590—1,612	1,609—1,643	1,610—1,644	0,020—0,032
Tremolit-actinot	1,600—1,628	1,613—1,644	1,625—1,655	0,022—0,027
Nefrit	1,600—1,628	1,613—1,644	1,625—1,655	0,022—0,027
Lazurit	1,603—1,604	1,632—1,633	1,639—1,642	0,036—0,038
Hornblendă verde	1,614—1,675	1,618—1,691	1,633—1,701	0,019—0,026
Wollastonit	1,620	1,632	1,634	0,014
Chamosit		1,635		0,007—0,008
Glaucofan	1,621—1,655	1,638—1,664	1,639—1,668	0,0013—0,018
Andaluzit	1,629—1,640	1,633—1,644	1,639—1,647	0,007—0,011
Allanit	1,640—1,770	1,650—1,770	1,660—1,800	0,010—0,030
Monticellit	1,641—1,651	1,646—1,662	1,655—1,663	0,014—0,018
Olivină	1,651—1,681	1,670—1,706	1,689—1,718	0,037—0,041
Grünerit	1,657—1,663	1,684—1,697	1,699—1,717	0,042—0,054
Dumortierit	1,659—1,678	1,684—1,691	1,686—1,692	0,011—0,020
Hornblendă brună	1,670—1,692	1,683—1,730	1,693—1,760	0,026—0,072
Hipersten	1,673—1,715	1,678—1,728	1,683—1,731	0,010—0,016
Iddingsit	1,674—1,730	1,715—1,763	1,718—1,768	0,038—0,044
Axinit	1,678—1,684	1,685—1,692	1,688—1,696	0,010—0,012
Riebeckit	1,693	1,695	1,697	0,004
Disten	1,712	1,720	1,728	0,016
Epidot	1,720—1,734	1,724—1,763	1,734—1,779	0,014—0,045
Egirin	1,720—1,734	1,724—1,763	1,734—1,779	0,014—0,045
Fayalit	1,805—1,835	1,838—1,877	1,847—1,886	0,042—0,051

# Unghiul axelor optice

Tabelul 331

## Unghiul axelor optice

2V	Pozitiv	2V	Negativ
0°—mic	Clorit	0°	Stilpnomelan
0°—32°	Pigeonit	0°	Biotit
0°—00°	Zoizit	0°—mic	Clorit
6°—19°	Monazit	0°	Lepidolit
19°—29°	Proclorit	0°—20°	Sanidină
		0°—10°	Flogopit
20°—30°	Sillimanit	0°—33°	Montmorillonit
20°—50°	Sfen	mic	Illit
		6°—30°	Talc
34°	Heulandit	7°	Stronțianit
36°—68°	Cloritoid	8°	Ceruzit
37 1/2°	Baritnă	16°	Witherit
		18°	Aragonit
42°	Anhidrit		
40°—70°	Augit	20°—55°	Caolinit
47°—75°	Thomsonit	25°—35°	Laumontit
48°—67°	Topaz	25°—46°	Lepidolit
		29°—47°	Muscovit (in general 40°—45°)
50°—60°	Pectolit		
51°	Celestină	30°—49°	Stilbit
53°—70°	Pargasit	35°—40°	Wollastonit
54°—66°	Spodumen	36°	Scolecit
56°—62°	Diopsid-Hedenbergit	39°—90°	Cordierit
58°	Gips	40°—45°	Muscovit
58°—90°	Enstatit	41°—69°	Glaucofan
59°—90°	Antofilit-Gedrit	43°—83°	Hornblendă bazaltică
60°—70°	Angleziț	45°	Anortoză
60°—90°	Clinozoizit	47°—90°	Olivină (peste 13% Fayalit)
60°—80°	Philipsit		
63°	Natrolit	51°—90°	Hipersten
64°—69°	Prehnit	50°—85°	Ortoză
65°—90°	Cummingtonit	57°	Pirofilit
70° plus	Chondrodit		
79°	Harmotom	60°—90°	Egirin (Acmit)
		66°—90°	Pargasit
80° (var.)	Mezolit	69°—90°	Epidot
81°—90°	Cordierit		
84°	Lawsonit	70°—83°	Axinit
84°	Diaspor	70° plus	Chondrodit
85°—90°	Olivină (bogată în Mg)	74°	Datolit
		75°—86°	Andaluzit
		79°—90°	Grünerit
		80°—88°	Tremolit—Actinot
		80°—90°	Staurolit
		82°	Disten
		83°	Microclin
		larg	Riebeckit
		variabil	Tridimit



c

Fig. 462. Diagrame cu domeniile de variație a unghiului axelor optice la mineralele biaxe:  
a - minerale biaxe pozitive; b - minerale biaxe negative; c - minerale biaxe pozitive/negative.

# Macle

Tabelul 332

## Maclele mineralele transparente în secțiuni subțiri

Cubice	Duble	Polisintetice		Ciclice	
		După o direcție	După una sau mai multe direcții		
		Perovskit	Leucit		
Uniaxe	Pozitive (+)	Rutil Casiterit		Apofilit Rutil	
	Negative (-)	Corindon Calcit Dolomit	Cristobalit	Jarosit Apatit	
Biaxe	Pozitive	Forsterit Chondrodit Diopsid Augit Augit-egirinic Cummingtonit Edenit Staurolit Cordierit Sfen	Carnalit Gips Baritină Clinohumit Zolzit Pumpellyt Diopsid Hedenbergit Augit Pigeonit Augit-egirinic Jadeit Rodonit Pseudowollastonit Larnit Cummingtonit Cordierit Sfen Clinoclor Albit Oligoclaz Andezin Labradorit Bytownit	Gibbsit Anhidrit Tridimit Chondrodit Lawsonit Cordierit Labradorit Bytownit	Tridimit Staurolit Cordierit Prehnit Chabazit
	Negative (-)	Fayalit Spurrit Cordierit Disten Actinot Hornblendă Hastingsit Arfvedsonit Ortoză Sanidină	Baddeleyit Polihalit Stronțianit Lazulit Epidot Egirin Rodonit Spurrit Disten Cordierit Grünerit Tremolit Actinot Hornblendă Margarit Oligoclaz Andezin Bytownit Anortit	Baddeleyit Polihalit Spurrit Cordierit Microclin Anortoză Bytownit Anortit	Aragonit Stronțianit Monticellit Cordierit Dumortierit Stilbit Adular

## B. Proprietăți optice examinate în lumină reflectată

### Capacitatea de reflexie a mineralelelor

Tabelul 333

Mineralele aranjate în ordinea creșterii valorii reflectivității  
(Valorile sint date pentru lumină albă plan polarizată (3050 K) în aer  
cu standard de pirită - 54,5)

Denumirea mineralului	Valoarea medie	Domeniu de variație	Diferență datorită în principal bireflexiei
1	2	3	4
Coffinit	9,9	—	—
Scheelit	10,0	—	—
Zincit	11,2	—	—
Casiterit	12,0	11,2—42,8	1,6
Cromit	12,1	—	—
Grafit	12,5	6,0—17,0	11,0
Piroclor	13,4	13,0—13,8	0,8
Covelină	14,5	7,0—22,0	15,0
Betafit	14,5	14,0—14,9	0,9
Thorianit	14,6	14,0—15,3	1,3
Brannerit	14,8	13,7—16,0	2,3
Euxenit	15,0	—	—
Pehblendă	16,0	—	—
Uraninit	16,8	—	—
Manganit	17,0	14,0—20,0	6,0
Columbo-tantalit	17,1	16,3—18,0	1,7
Goethit	17,3	16,1—18,5	2,4
Wolframit	17,3	16,2—18,5	2,3
Blendă	17,5	—	—
Hausmanit	17,5	16,0—19,0	3,0
Davidit	17,8	—	—
Calcofanit	18,1	10,2—26,0	15,8
Realgar	18,5	—	—
Jacobsit	18,5	—	—
Braunit	18,8	17,8—19,8	2,0
Ilmenit	19,4	17,8—21,1	3,3
Rutil	20,2	—	—
Lepidocrocit	20,4	15,8—25,0	9,2
Magnetit	21,1	—	—
Bornit	21,9	—	—
Digenit	22,0	—	—
Auripigment	22,6	20,3—25,0	4,7
Bixbyit	23,0	—	—
Alabandină	23,4	—	—
Tenorit	23,4	20,0—26,9	6,9
Psilomelan	23,5	23,0—24,0	1,0
Maghemit	25,0	—	—
Molibdenit	26,0	15,0—37,0	22,0
Proustite	26,4	25,0—27,7	2,7
Enargit	26,5	25,0—28,1	3,1
Famatinit	26,9	25,1—28,7	3,6
Cuprit	27,1	—	—
Stromeyerit	27,1	25,5—28,7	3,2
Hematit	27,5	25,0—30,0	5,0
Stannin	28,0	—	—
Tetraedrit	28,9	—	—
Argentit	29,0	—	—
Coronadit	29,0	26,0—32,0	6,0
Hollandit	29,2	26,0—32,5	6,5
Pirargirit	29,6	28,4—30,8	2,4

1	2	3	4
Freibergit	29,8	—	—
Pearceit	30,1	—	—
Tetraedrit	30,7	—	—
Calcozină	32,2	—	—
Zinkenit	32,3	—	—
Naumanit	32,6	31,0—34,2	3,2
Miargirit	33,9	31,8—36,0	4,2
Beaorthderit	35,0	30,0—40,0	10,0
Antimonit (stibină)	35,1	30,2—40,0	9,8
Piroluzit	35,8	30,0—41,5	11,5
Bournonit	37,1	36,0—38,2	2,2
Plumozit	38,0	36,0—40,0	4,0
Hessit	38,5	—	—
Emplectit	38,5	36,0—41,0	5,0
Calcostibit	40,0	37,1—43,0	5,9
Boulangerit	40,6	37,0—44,1	7,1
Cubanit	41,2	40,0—42,5	2,5
Pirotină	41,6	38,0—45,2	7,2
Kobellit	42,1	40,9—43,2	2,3
Galenă	43,2	—	—
Carrollit	44,0	—	—
Calcopirită	44,0	42,0—46,1	4,1
Bismutină	45,4	42,8—48,7	6,7
Bravoit	45,5	—	—
Gersdorfit	47,5	—	—
Ullmannit	47,5	—	—
Siegenit	48,6	47,3—49,8	2,5
Arsen	49,5	48,0—51,0	3,0
Breithauptit	49,9	45,3—54,6	9,3
Maucherit	51,2	—	—
Pentlandit	52,0	—	—
Marcasită	52,2	48,9—55,5	6,6
Glaucodot	52,5	—	—
Cobaltină	52,7	—	—
Arsenopirită	53,7	51,7—55,7	4,0
Löllingit	53,8	53,0—54,7	1,7
Silvanit	54,0	48,0—60,0	12,0
Pirită	54,5	—	—
Nichelină	55,1	52,0—58,3	6,3
Skutterudit	55,8	—	—
Millerit	57,0	54,0—60,0	6,0
Rammelsbergit	59,0	58,0—60,0	2,0
Pararamelsbergit	61,0	60,5—62,0	1,5
Tetradimit	61,5	60,5—62,5	2,0
Discrasit	63,2	62,0—61,5	2,5
Altait	65,5	—	—
Bismut	67,9	—	—
Platină	70,0	—	—
Aur	74,0	—	—
Antimoniu	74,5	72,0—77,1	5,1
Cupru	81,2	—	—
Electrum	83,0	—	—
Argint	95,0	—	—

Microdunitatea mineralelor (Vnh)

Mineralele aranjate în ordinea creșterii valorii cifrelor microdunității Vickers (Vnh)

Denumirea mineralului	Val. medie	Domeniul de variație	Calitatea amprentei	Observații
1	2	3	4	5
Grafit	12	12	p.	
Molibdenit	{17	16-19	p.	⊥ Față de clivaj
Molibdenit	{23	21-28		Față de clivaj
Bismut	18	16-19	p.cv.	
Telradinit	21	20-21	sf.cv.	
Argentit	24	20-30	p.cv.	
Hessit	33	28-41	p.cc.	
Auripigment	38	23-52	sf.cc.	
Electrum	40	34-44	p.cc.	
Stromeyerit	41	38-44	p.	
Altait	51	48-57	p.	
Aur	51	50-52	p.cv.	
Argint	53	48-63	p.cv.	
Realgar	56	53-60	p.	
Digenit	61	56-67	p.cc.	
Arsen	63	57-69	p.	
Pirargirit	{71	{50-97		⊥ Față de clivaj
Covelină	{106	{98-126	sf.cc.	Față de clivaj
Galenă	72	69-78	sf.cc.cv.	
	76	71-84	p.	
	{76	{76	durit. medie	⊥ Față de fibre
	{252	{252	"	"
	{279	{256-346	sf.cc.	Secțiune izotropă
Piroluzit	{292	{256-405		Microcristalin
Antimonit (Sti- bină)	77	42-109	p.	
	{81	{71-85		⊥ Față de clivaj
Calcofanit	{124	{103-165	sf.	Față de clivaj
Calcozină	{133	{110-178		Secțiune izotropă
Antimoniu	84	68-90	p.cc.cv.	
	89	83-99	p.	
Plumozit (Jamesonit)	{99	{96-105	p.cc.	Secțiuni granulare alotriomorfe
	{113	{105-121		Secțiuni prismatice
Bornit	103	97-105	p.cc.	
Bismutit	107	92-119	p.	
Miargirit	110	104-123	sf.cc.	
Silvanit	110	102-125	p.	
Kobellit	116	69-173	p.	
Proustit	123	109-135	p.	
Platină	126	125-127		
Cupru	134	120-143	p.cv.	
Naumanit	148	115-185	p.cc.	
	{151	{150-157		Față de clivaj
Zincit	{301	{295-318		Față de clivaj
Pearceit	160	153-164	sf.cv.	
	{160	{133-185	sf.	Față de clivaj
Enargit	{272	{245-346		Față de clivaj
Boulangerit	166	157-183	p.	
Discrasit	167	162-178	p.	
Bertierit	171	155-185	sf.	
Zinkenit	178	162-207	sf.	

1	2	3	4	5
Emplectit	{191 222	{168-213 197-238	p.cc.	Față de alungire
Bournonit	192	185-199	sf.	Față de alungire
Calcopirită	194	186-219	p.	
Blendă	198	186-209	p.cc.	
Cuprit	199	192-218	p.	
Stannin	210	197-221	sf.	
Cubanit	213	199-218	sf.	
Pentlandit	215	202-230	p.cc.	
Tenorit	236	209-254	p.cc.	
	{236	{225-256		Secțiune izotropă
	{254	{235-280	p.	Față de alungire
Millerit	{348	{318-376		Față de alungire
	{248	{230-259	p.	Secțiuni anizotrope
Pirotină	{303	{280-318		Secțiuni anizotrope
Alabandină	251	240-266	p.cc.	
Coffinit	258	236-333	p.	
Calcostibit	276	264-285	sf.	
	{336	{328-348		Secțiuni anizotrope
Nichelină	{446	{433-455	p.	Secțiuni izotrope
Tennantit	338	320-361	p.	
Freibergit	345	317-375	sf.	
Scheelit	348	285-429	f.	
Tetraedrit	351	328-367	sf.	
Famatinit	363	333-397	sf.	
Wolframit	373	357-394	p.cc.	
Manganit	410	367-459	p.	
Carrollit	463	351-566	p.	
	{486	{421-556		⊥ Față de alungire
Löllingit	{825	{739-920	p.	Față de alungire
Siegenit	524	503-533	sf.	
Ullmannit	525	498-542	sf.	
Betafit	525	503-560	p.	
	{536	{519-533	sf.cc.cv.	Diferențe posibile
Ilmenit	{681	{659-703		in compoziție
	{554	{525-620	sf.	Microcristalin
Goethit	{803	{772-824		Cristalin grosier
Magnetit	560	530-599	p.	
Breithauptit	563	542-584	p.	
Psilomelan	572	503-627	p.cc.	
Hausmanit	587	541-613	sf.cc.cv.	
Braunit	595	584-605	p.	
Piroclor	613	572-665	sf.	
Hollandit	620	560-724	p.	
Skutterudit	653	589-724	p.	
Gersdorfit	698	665-743	sf.	
Maucherit	704	605-724	p.	
Euxenit	707	599-782	p.	
Rammelsbergit	712	687-778	sf.	
Brannerit	720	710-730	p.	
Pehblendă	720	673-803	f.	Probe proaspete,
				oxidarea produce o
				creștere marcată a
				durității
Lepidocrocit	724	690-782	sf.	
Jacobsit	734	724-745	p.	



1	2	3	4	5
Davidit	745	707-803	p.	Microcristalin Cristalin grosier
Hemait	{ 755 1,009	{ 739-822 920-1,062	sf.	
Pararammelsbergit	772	762-803	sf.	
Coronadit	784	767-813	f.	
Columbotantalit	803	724-882	p.	
Uraninit	808	782-839	f.	
Maghemit	946	894-988	p.	
Bixbyit	1,018	1,003-1,033	p.	
Thorianit	1,918	988-1,115	f.	
Casiterit	1,053	1,027-1,075	p.	
Arsenopirită (mispichel)	1,094	1,048-1,127	sf.	
Bravoit	1,097	1,003-1,288	f.	
Marcasită	1,113	941-1,288	sf.	
Glaucodot	1,124	1,071-1,166	sf.	
Rutil	1,139	1,074-1,210	p.	
Pirită	1,165	1,027-1,240	f.	
Cobaltină	1,200	1,176-1,226	sf.	
Cromit	1,206	1.195-1,210	p.	

\* p = perfect, sf = fracturat ușor, f = fracturat, cc = concav, cv = convex. Se referă al forma marginilor amprentelor a căror curbură este marcată.

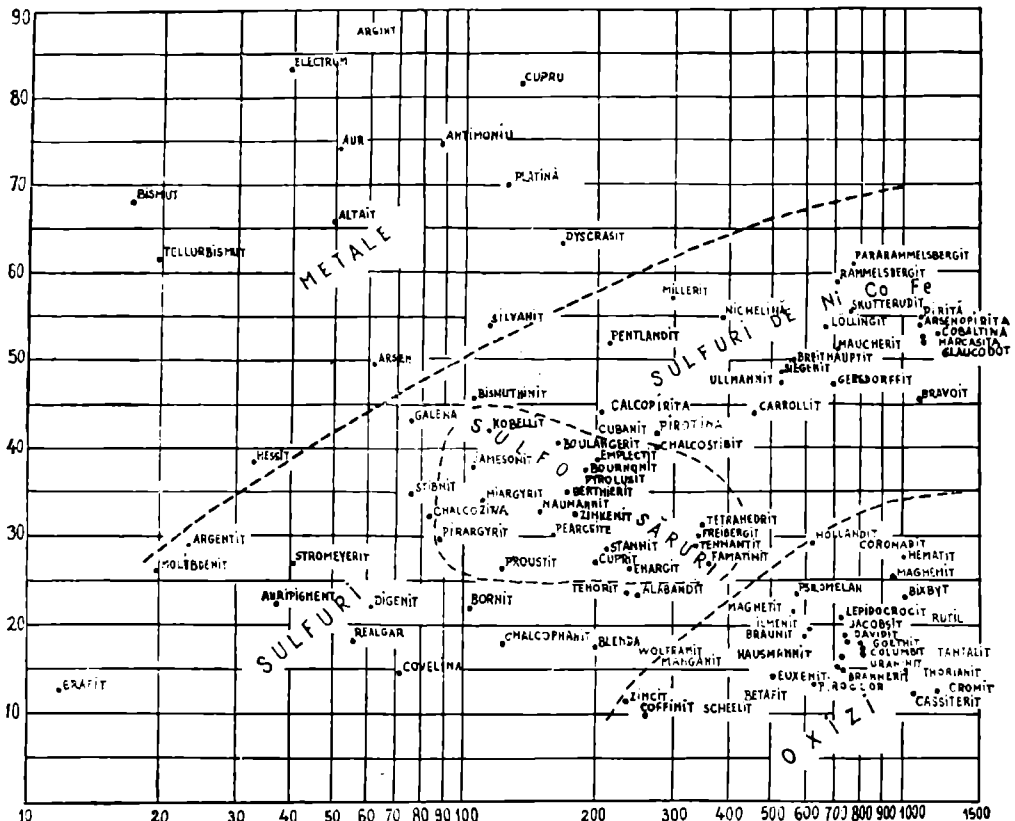


Fig. 463. Diagrama de identificare a mineralelor opace pe baza valorilor capacității de reflexie (R%) și a microdurității Vickers (Vnh) — după Bowie, Taylor.

## Culoarea mineralelor opace

## Culoarea mineralelor opace în secțiuni lustruite

Tabelul 335

Alb	Crem	Cenușiu	Brun sau brun-roșcat	Galben	Roz	Albastru	Verde
Argenlit	Arsenopirită	Alabandină	Bornit	Aur	Bornit	Berzelianit	Tennantit
Argint	Bismutină	Argentit	Bravoit	Bismut	Breithauptit	Calcozină	Tetraedrit
Arsen	Bravoit	Auripigment	Calcopirită	Bravoit	Cobaltină	Covelină	Stannin
Arsenopirită	Cubanit	Berzelianit	Geikielit	Calaverit	Cupru nativ	Cuprit	
Bertherit	Linneit	Blendă	Germanit	Calcopirită	Delafossit	Digenit	
Bismut	Löllingit	Bournonit	Ilmenit	Cubanit	Enargit	Ludwigit	
Bismutină	Maucherit	Brannerit	Pirofanit	Electrum	Germanit	Pirargirit	
Calaverit	Metacinarbarit	Casiterit	Renierit	Gersdorfit	Ilvait	Proustite	
Calcozină	Nichelină	Cinabru	Zincit	Maucherit	Linneit		
Cobaltină	Pentlandit	Cromit		Marcasită	Maucherit		
Delafossit	Pirotină	Cupru		Melnicovit	Nichelină		
Discrasit	Vallerit	Davidit		Millerit	Petzit		
Enargit	Wolframit	Franklinit		Nichelină	Pirotină		
Galenă		Geikielit		Pentlandit	Stefanit		
Glaucodot		Goelit		Pirită	Vallerit		
Grafit		Greenockit		Tenorit			
Hematit		Hematit					
Jamesonit		Hübnerit					
Linneit		Ilmenit					
Löllingit		Lepidocrocit					
Maghemit		Maghemit					
Molibdenit		Magnetit					
Petzit		Metacinarbarit					
Platină		Molibdenit					
Rammelsbergit		Perovskit					
Rutil		Piroclor					
Safflorit		Pirofanit					
Skutterudit		Realgar					
Stibină		Rutil					
Tenorit		Scheelit					
Tungstenit		Stannin					
		Stefanit					
		Sulf					
		Tenorit					
		Tetraedrit					
		Uraninit					
		Zincit					
		Wolframit					

# Reflexele interne ale mineralelelor opace

Tabelul 336

## Reflexele interne ale mineralelelor opace

Roșu	Brun-roșcat	Brun-gălbui portocaliu	Galben	Verde	Alb
Blendă Boulangerit Casiterit Cinabru Columbit Cuprit Franklinit Freieslebenit Greenockit* Hauerit Ilmenit Ilvait Kermesit Lepidocrocit Manganit Pearceit Pirargirit Plattnerit Polibazit Prousit Rutil Samsonit Tantalit Tennantit Tetraedrit Vrbait Wolframit Zincit	Blendă Casiterit Cromit Goethit Greenockit* Hauerit Hausmanit Hübnerit Ilmenit Jacobsit Lepidocrocit Perovskit Piroclor Plattnerit Pseudobrookit Psilomelan Realgar Rutil Scheelit Wurtzit	Piroclor Pseudo- brookit Realgar Xantococonit Zincit	Auripigment Blendă Casiterit Goethit Greenockit* Hübnerit Kerargirit Piroclor Prousit Rutil Scheelit Wurtzit Xantococonit Zincit	Alabandină Malachit Rutil	Auripigment Perovskit Scheelit

\* Observabile mai ales în imersie.

Minerale opace izotrope

Capacitatea de reflexie		
Mare (R>41%)	Medie(R=41% - 18%)	Mică (R<18%)
Altait	Alabandină	Brannerit
Argint	Berzelianit	Bromirit
Aur	Blendă	Cromit
Bravoit	Bornit	Davidit
Carrollit	Bravoit	Franklinit
Clausthalit	Calcozină	Kerargirit
Cupru	Coloradoit	Perovskit
Fier	Coulsonit	Piroclor
Galenă	Germanit	Titanomagnetit
Gersdorfite	Greenockit	Uraninit
Iridosmiu	Hauerit	
Linneit	Jacobsit	
Maldonit	Maghemit	
Pentlandit	Magnetit	
Pirită	Petzit	
Platină	Sulvanit	
Siegenit	Tennantit	
Skutterudit	Tetraedit	
Sperylit	Tiemannit	
Ullmannit		

Tabelul 338

Minerale opace anizotrope

Gradul de anizotropie		
Puternic	Distinct	Slab
Algodonit	Aikinit	Argirodit
Arsenopirită	Argentit	Calcopirită
Auripigment	Bournonit	Calcozină
Berthierit	Braunit	Cobaltină
Bismut	Bursait	Cosalit
Bismutină	Calaverit	Diserasit
Boulangerit	Casiterit	Maucherit
Breithauptit	Columbit	Wittichenit
Cinabru	Csiklovait	Wurtzit
Covelină	Cuprit	
Cubanit	Delafossit	
Emplectit	Emplectit	
Enargit	Filöppit	
Freieslebenit	Glaucodot	
Galenobismutină	Goethit	
Geikielit	Hessit	
Grafit	Hutchinsonit	
Hausmanit	Jordanit	
Hematit	Lillianit	

Gradul de anizotropie		
Puternic	Distinct	Slab
Ilmenit	Matildit	
Ilvait	Nagyagit	
Jordanit	Pearcett	
Kermesit	Plaglonit	
Klockmannit	Plattnerit	
Krennerit	Polibazit	
Lepidocrocit	Proustit	
Löllingit	Psilomelan	
Ludwigit	Rammelsbergit	
Luzonit	Renlerit	
Mackinawit	Stannin	
Manganit	Tantalit	
Marcasită	Tenorit	
Millerit	Tetradimit	
Molibdenit	Wolframit	
Nichelină		
Pirargirit		
Piroluzit		
Pirotină		
Realgar		
Rutil		
Safflorit		
Semseyit		
Silvanit		
Stefanit		
Sternbergit		
Stibină		
Stromeyerit		
Tapiolit		
Tennantit		
Tungstenit		
Valleriit		

## II. PROPRIETĂȚILE FIZICE (MACROSCOPICE) ALE MINERALELOR

### Greutatea specifică a mineralelor

Tabelul 339

#### Greutatea specifică a mineralelor

G	Denumirea mineralului	G	Denumirea mineralului
1,71	Borax	3,89—4,19	Willemit
1,99—2,25	Opal	3,9—4,1	Blendă
2,05—2,15	Chabazit	3,94—4,71	Zircon
2,07	Sulf	3,95—4,32	Almandin
2,1—2,2	Stilbit	3,96—3,98	Celestină
2,1—2,2	Grafit	3,98	Wurtzit
2,17	Halit	4,0—4,1	Corindon
2,2	Heulandit	4,0—4,5	Smithsonit
2,25	Natrolit	4,1—4,3	Calcopirită
2,28—2,30	Sodalit	4,12—4,20	Spessartin
2,3	Analcit	4,20—4,25	Rutil
2,32	Gips	4,29	Witherit
2,3—2,4	Apoilit	4,3	Manganit
2,36	Wavellit	4,3—4,6	Baritină
2,39	Brucit	4,4—4,5	Enargit
2,4—2,5	Lazurit	4,4—5,0	Piroluzit
2,45—2,50	Leucit	4,6—4,65	Pirotină
2,42	Colemenit	4,6—4,7	Molibdenit
2,44—2,50	Harmoton	4,6—4,76	Covelină
2,5—2,6	Serpentină	4,6—4,9	Tennantit
2,55—2,65	Nefelin	4,6—5,1	Monazit
2,55—2,75	Cordierit	4,63	Stibină
2,56—2,59	Microclin	4,7	Ilmenit
2,56—2,59	Ortoză	4,89	Marcasită
2,6—2,8	Scapolit	4,7—5,1	Tetraedrit
2,62	Albit	5,02	Pirită
2,65	Cuarț	5,07	Bornit
2,65	Oligoclaz	5,15—6,57	Columbit
2,67—2,90	Beril	5,18	Magnetit
2,68	Vivianit	5,3	Hematit
2,7—2,9	Clorit	5,5	Millerit
2,71	Calcit	5,5—5,8	Calcozină
2,71	Labradorit	5,55	Prousttit
2,73	Bytownit	5,83	Bournonit
2,76	Anortit	5,85	Pirargirit
2,8—2,9	Muscovit	5,9—6,1	Scheelit
2,8—2,9	Lepidolit	6,0	Crocoit
2,80—2,95	Prehnit	6,07	Arsenopirită
2,8—3,0	Dalolit	6,1—6,9	Skutterudit
2,8—3,0	Dolomit	6,14	Cuprit
3,65—3,80	Pirop	6,33	Cobaltină
3,7—3,8	Staurolit	6,36—6,39	Anglezit
3,71—3,75	Crisoberil	6,5—7,0	Wulfenit
3,72—3,76	Stronțianit	6,5—7,1	Vanadirit
3,77	Azurit	6,5—9,7	Uraninit
3,8—3,9	Siderit	6,55	Ceruzit
3,80—4,39	Fayalit	6,57—8,00	Tantalit
3,82—3,90	Andradit	6,7	Stibiū

G	Denumirea mineralului	G	Denumirea mineralului
6,8—7,1	Casiterit	7,58	Galenă
7,04	Piromorfit	8,1	Cinabru
7,1	Hübnerit	8,95	Cupru
7,2—7,4	Argentit	9,7—9,8	Bismut
7,3	Wolframit	10—11	Argint
7,4	Löllingit	14—19	Platină
7,5	Ferberit	15—19	Aur

## Duritatea (Mohs) mineralelor

Tabelul 340

## Mineralele aranjate în ordinea creșterii durității prin zgîriere (Mohs)

Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului	Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului
1	Talc	$2\frac{1}{2}-4$	Muscovit
1—2	Grafit	$2\frac{1}{2}-5$	Serpentină
1— $1\frac{1}{2}$	Molibdenit	3	Enargit
$1\frac{1}{2}-2$	Covelină	3	Bornit
$1\frac{1}{2}-2$	Realgar	3	Ceruzit
$1\frac{1}{2}-2$	Auripigment	3	Olivină
$1\frac{1}{2}-2$	Vivianit	$3-3\frac{1}{4}$	Calcit
$1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}$	Sulf	$3-3\frac{1}{3}$	Stibină
$1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}$	Eritrină	$3-3\frac{1}{3}$	Millerit
2	Stibină	$3-3\frac{1}{2}$	Witherit
2	Gips	$3-3\frac{1}{2}$	Baritină
$2-2\frac{1}{2}$	Prousttit	$3-3\frac{1}{2}$	Celestină
$2-2\frac{1}{3}$	Cinabru	3—4	Heulandit
$2-2\frac{1}{3}$	Argentit	$3-4\frac{1}{2}$	Tetraedrit
$2-2\frac{1}{2}$	Bismut	$3\frac{1}{2}$	Arsen
$2-2\frac{1}{3}$	Autunit	$3\frac{1}{2}$	Stronțianit
$2-2\frac{1}{3}$	Torbernit	$3\frac{1}{2}-4$	Blendă
$2-2\frac{1}{2}$	Clorit	$3\frac{1}{2}-4$	Calcopirită
$2\frac{1}{2}$	Galenă	$3\frac{1}{2}-4$	Wurtzit
$2\frac{1}{2}$	Pirargirit	$3\frac{1}{2}-4$	Cuprit
$2\frac{1}{2}$	Halit	$3\frac{1}{2}-4$	Siderit
$2\frac{1}{2}$	Brucit	$3\frac{1}{2}-4$	Rodocrozit
$2\frac{1}{2}-3$	Aur	$3\frac{1}{2}-4$	Dolomit
$2\frac{1}{2}-3$	Argint	$3\frac{1}{2}-4$	Malachit
$2\frac{1}{2}-3$	Cupru	$3\frac{1}{2}-4$	Azurit
$2\frac{1}{2}-3$	Bournonit	$3\frac{1}{2}-4$	Wavellit
$2\frac{1}{2}-3$	Calcozină	$3\frac{1}{3}-4$	Piromorfit
$2\frac{1}{2}-3$	Anglezit	$3\frac{1}{2}-4\frac{1}{2}$	Pirotină
$2\frac{1}{2}-3$	Crocoit	4	Manganit
$2\frac{1}{2}-3$	Vanadinit	4	Fluorină
$2\frac{1}{2}-3$	Wulfenit	4	Aragonit
$2\frac{1}{2}-3$	Biotit	4	Chabazit
$2\frac{1}{2}-3$	Lepidolit	4	Stibină

Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului	Duritatea (Mohs)	Denumirea mineralului
4-4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Platină	6	Sfen
4-4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Smithsonit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Marcasită
4-4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Wolframit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Pirită
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Colemanit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Columbit
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Hemimorfit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Tantalit
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Harmoton	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Rutil
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5	Scheeliit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Piroluzit
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -5	Apofilit	6-6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Benitoit
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Disten	6-7	Casiterit
5	Apatit	6-7	Zircon
5	Diopfaz	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Hematit
5	Analcit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Microclin
5-5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Goethit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Jadeit
5-5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Monazit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Vezuvian
5-5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Lazurit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Andradit
5-6	Ilmenit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Prehnit
5-6	Uraninit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -7	Diaspor
5-6	Actinot	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -7	Axinit
5-6	Tremolit	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Spodumen
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Cobaltină	7	Cuarț
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Löllingit	7	Cordierit
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Datolit	7	Danburit
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Willemit	7	Epidot
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6	Arsenopirită	7	Clinozoizit
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6	Skutterudit	7	Staurolit
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6	Lazulit	7	Grossular
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6	Natrolit	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	Pirop
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6	Leucit	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	Spessartin
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Opal	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Andaluzit
6	Magnetit	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Turmalină
6	Ortoză	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Almandin
6	Albit	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -8	Fenacit
6	Nefelin	8	Spinel
6	Sodalit	8	Topaz
6	Scapolit	8	Beril
6	Hornblendă	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Crisoberil
6	Diopsid	9	Corindon
6	Rodonit	10	Diamant
6	Olivină		



**Gruparea mineralelor pe baza proprietăților magnetice  
(după W. H. Twenhofel și S. H. Tyler)**

Puternic magnetice	Moderat magnetice	Slab magnetice	Nemagnetice
magnetit hematit magnetic ilmenit magnetic pirotină	amfibol (bogat în Fe) biotit cromit granat glauconit hematit ilmenit piroxen (bogat Fe) siderit	amfibol (sărac în fier) biotit epidot granat monazit olivină piroxen rutil spinel staurolit turmalină	anatas andaluzit anhidrit baritină brookit calcit caolin casiterit cordierit corindon cuarț disten gips grafit leucosen muscovit pirită rutil sillimanit spinel zircon

Tabelul 342

**Susceptibilitățile magnetice ale principalelor minerale diamagnetice,  
paramagnetice și feromagnetice  
(din Parfenoff, 1970)**

Mineralul	Susceptibilitate magnetică x. 10 <sup>-6</sup> uem	Mineralul	Susceptibilitate magnetică x. 10 <sup>-6</sup> uem
Apatit	-2,64	Sfen	10-22
Gips	-1,0	Pleonast (var. spinel)	10-25
Cuarț	-0,46	Grossular Fe	13-47
Topaz	-0,42	Hedenbergit	15-25
Aragonit	-0,41	Actinot	15-25
Calcit	-0,38	Olivină	15-35
Ortoză	-0,37	Monazit	18,9
Corindon	-0,34	Hornblendă	19-23
Clestină	-0,34	Goethit	21-25
Baritină	-0,31	Pirop	21-50

Mineralul	Susceptibilitate magnetică $\times 10^{-4}$ uem	Mineralul	Susceptibilitate magnetică $\times 10^{-4}$ uem
Fluorină	-0,28	Epidot	23,9
Casiterit	-0,08	Schorlomit (var. granat)	25-31
		Piroluzit	25-32
Disten	-0,01	Piroxenii Fe	26-130
Zircon	-0,13	Biotit	28-45
Pirită	-0,21	Melanit	36
Spinel	-0,62	Hornblendă Fe	38-130
Beril	-0,68	Andradit	51-93
Dolomit	-0,92	Almandin	51-120
Marcasită	1,0-4,0	Cromit	53-125
Muscovit	1,0-4,0	Siderit	56-64
Rutil	2,0-15,0	Ilmenit	113-271
Pirop ferifer	10-20	Hematit	172-290
Grossular	10-20		
Schorlit (var. turmalină)	10-22	Pirotină	1 500-6 100
		Magnetit	20 000-80 000

## Luciul și culoarea macroscopică a mineralelor

Tabelul 313

### Luciul și culoarea macroscopică a mineralelor

#### LUCIU METALIC

**Alb de staniu sau argintiu:** argint, stibiu, arsen, allemontit, mercur, arsenopirită, löllingit, bismut, cobaltină, skutterudit, smaltină.

**Alb-argintiu-cenușu:** galenă, stibină.

**Cenușu de oțel:** platină, bournonit.

**Cenușu-albăstru:** galenă, molibdenit, stibină.

**Cenușu-închis:** platină, enargit, grafit, calcozină, covelină, bornit.

**Roșu de cupru:** cupru.

**Roșu-cenușu:** bornit.

**Galben-bronzu:** calcopirită, pirită, marcasită, pirotină, millerit.

**Galben-auru:** aur, calcopirită.

#### LUCIU SEMMETALIC

**Negru:** hematit, ilmenit, rutil, uraninit, manganit, wolframit, goethit, magnetit, grafit, enargit, tantalit, columbit, piroluzit, calcozină.

**Negru-roșeat sau cafeniu:** rutil, goethit, tantalit, hiibnerit.

**Roșu-negriceș:** rutil pirargirit.

#### LUCIU ADAMANTIN

**Negru:** casiterit, rutil, zircon, blendă, diamant.

**Alb sau incolor:** diamant, ceruzit, zircon, casiterit, scheelit, anglezit.

**Cafeniu:** sfen, monazit, zircon, vanadinit, wulfenit, casiterit, blendă, rutil, diamant, ceruzit, scheelit.

**Roșu-cafeniu:** rutil, monazit, blendă, zircon, vanadinit, cuprit.  
**Roșu:** realgar, cinabru, cuprit, rutil, vanadinit.  
**Portocaliu:** crocoit, zircon, wulfenit, scheelit, mimetit, auripigment.  
**Galben:** sfen, wulfenit, blendă, auripigment, rutil.  
**Verde:** zircon, andradit, vanadinit, sfen, blendă.

#### LUCIU GRAS

**Alb sau incolor:** apatit, nefelin, witherit, halit, gips.  
**Negru-cafeniu:** wurtzit.  
**Cafeniu:** axinit, willemmit, serpentină, piromorfit.  
**Portocaliu sau galben:** sulf, auripigment, blendă, willemmit, serpentină.  
**Verde:** willemmit, apatit, piromorfit, serpentină.  
**Albastru:** sodalit.

#### LUCIU STICLOS

**Negru:** spinel, cuarț, opal, hornblendă, turmalină, olivină, andradit, fayalit.  
**Cenușu:** corindon, smithsonit, stronțianit, kernit, wavelit, cuarț, grossular.  
**Alb sau incolor:** corindon, diaspor, fluorină, calcit, dolomit, smithsonit, hemimorfit, aragonit, stronțianit, kernit, ulexit, colemanit, baritină, celestină, gips, leucit, albit, opal, cuarț, microclin, scapolit, stilbit, analcit, natrolit, tremolit, jadeit, beril, forsterit, topaz, grossular.  
**Cenușiu:** corindon, diaspor, crisoberil, calcit, siderit, smithsonit, andradit, dolomit, baritină, cuarț, opal, stilbit, axinit, turmalină, epidot, clinozozit, fayalit, andaluzit, topaz, staurolit, almandin, grossular.  
**Roșu:** corindon, diaspor, spinel, fluorină, turmalină, rodocrozit, opal, andaluzit, almandin, spessartin, grossular, microclin, scapolit, chabazit, beril.  
**Portocaliu:** corindon, calcit, stilbit, topaz, spessartin.  
**Galben:** corindon, crisoberil, fluorină, calcit, smithsonit, aragonit, colemanit, baritină, apatit, cuarț, opal, ortoclaz, scapolit, spodumen, beril, topaz, andradit, datolit.  
**Verde:** corindon, spinel, crisoberil, fluorină, smithsonit, vivianit, beril, olivenit, adamit, apatit, wavelit, opal, microclin, tremolit, actinot, fayalit, olivină, epidot, vezuvian, turmalină, diopfaz, jadeit, spodumen, grossular, andaluzit, datolit, andradit.  
**Albastru:** corindon, spinel, fluorină, smithsonit, azurit, baritină, celestină, vivianit, apatit, lazulit, scorzalit, sodalit, benitoit, beril, turmalină, disten, topaz.  
**Purpuriu și violet:** corindon, diaspor, spinel, fluorină, vivianit, strengit, apatit, cuarț, spodumen, cordierit, disten.

#### LUCIU SIFEFOS

**Alb sau incolor:** brucit, gips, apofilit, stilbit, heulandit, muscovit, albit.  
**Cafeniu:** stilbit, muscovit, biotit.  
**Roșu:** eritrină.  
**Galben-verzui:** torbernit, autunit.  
**Albastru:** disten.  
**Purpuriu:** vivianit.

#### LUCIU MĂTĂSOS

**Albastru:** goethit, hematit.  
**Alb:** ulexit, gips, scapolit, tremolit, pectolit, aragonit, calcit, ceruzit, kernit, apatit.  
**Cafeniu:** baritină, calcit.

**Roz:** scapolit, gips.

**Galben:** cuarț (ochi de tigru), serpentină (crisotil), gips.

**Verde:** malachit, actinot, prehnit, wavellit, serpentină, turmalină, diopsid.

**Albastru:** cuarț (substituind crocidolitul).

#### LUCIU DE CEARĂ

**Albastru:** turcoază.

**Verde:** turcoază, variscit, opal.

#### LUCIU PĂMÎNTOS

**Negru:** grafit, piroluzit, uraninit, magnetit, goethit.

**Alb:** minerale argiloase, anglezit (asociat cu galena).

**Galben:** goethit, descloizit, staurolit, andaluzit (chiastolit).

**Roșu:** hematit.

**Verde:** variscit, turcoază, annabergit, clorit.

**Albastru:** lazurit.

## Habitusul mineralelor

Tabelul 344

### Habitusul cristalelor

#### SISTEMUL CUBIC

**Cub:** galenă, pirită, argentit, cuprit, uraninit, hialit, fluorină, diamant.

**Octaedru:** diamant, aur, cuprit, spinel, magnetit, franklinit, fluorină.

**Dodecaedru:** cupru, magnetit, lazurit, granat, diamant.

**Piritoedru:** pirită, cobaltină.

**Trapezoedru:** analcit, granat.

**Forme compacte, pepite, dendritice:** aur, argint, cupru, platină, argentit, bornit, skutterudit, smaltină, cloantit, uraninit, sodalit, lazurit.

#### SISTEMUL TETRAGONAL

**Dipiramidă pătrată:** casiterit, scheelit, wulfenit, apofilit, zircon, .

**Prisme pătrate:** apofilit, scapolit, vezuvian, zircon.

**Tetraedru:** calcopirită.

**Prismă tabulară:** torbernit, autunit, wulfenit.

**Pseudotrapezoedru:** leucit.

**Pseudocub:** apofilit.

**Forme compacte:** piroluzit, casiterit.

#### SISTEMUL HEXAGONAL

**Prismă hexagonală:** pirargirit, proustit, corindon, apatit, piromorfite, mimelit, vanadinit, cuarț, beril, calcit, millerit.

**Dipiramidă hexagonală:** corindon.

**Hexagonal tabular:** molibdenit, pirotină, covelină, corindon, hematit, beril, ilmenit, apatit.

**Prisme hexagonale:** wurtzit.

## SISTEMUL TRIGONAL

**Romboedru:** cinabru, hematit, calcit, siderit, dolomit, chabazit.

**Sealenoedru:** calcit, rodocrozit, smithsonit.

**Prismă trigonală:** diopiaz, turmalină, willemit.

**Trigonal tabular:** benitoit, fenacit.

**Masiv:** arsen, allemontit, bismut, stibiū, brucit.

## SISTEMUL ROMBIC

**Prismă:** löllingit, enargit, bournonit, crisoberil, aragonit, ceruzit, baritină, anglezit, adomit, wavellit, danburit, natrolit, stibină.

**Prismatic bipiramidal:** sulf, olivină, andaluzit, topaz, staurolit.

**Tabular:** sulf, calcozină, marcasită, enargit, hemimorfite, columbit, tantalit, stronțianit, baritină, celestină, anglezit.

**Lamelar:** diaspor, goethit, stronțianit.

**Pseudohexagonal tabular:** calcozină, crisoberil, ceruzit, witherit, aragonit.

**Tabular dințat:** bournonit.

**Acicular:** descloizit, mottramit.

**Masiv:** goethit, variscit, wavellit, cordierit, olivină, prehnit.

## SISTEMUL MONOCLINIC

**Prismă:** realgar, manganit, azurit, kernit, gips, vivianit, tremolit, actinot, spodumen, epidot, clinozoizit.

**Columnar:** wolframit, ortoză, hornblendă, diopsid.

**Lamelar:** vivianit, eritrină, hübnerit, tremolit, sfen.

**Aseușit:** auripigment, azurit, gips, monazit, wolframit, sfen.

**Acicular:** tremolit, actinot, crocoit.

**Pseudoromboedric:** mispichel, colemanit, datolite.

**Pseudobipiramidal:** lazulit.

**Pseudohexagonal tabular:** muscovit, flogopit, biotit, lepidolit, clorit.

**Masiv:** malachit, annabergit, scorzalit, serpentină, actinot, jadeit.

## SISTEMUL TRICLINIC

**Columnar:** microclin, rodonit.

**Lamelar:** albit, disten.

**Aseușit:** axinit.

**Masiv:** ulexit, pectolit, turcoază, rodonit.

### III. CONSTANTELE TERMICE ALE MINERALELOR

#### Punctele de topire ale mineralelor

Tabelul 345

#### Punctele de topire ale mineralelor

Mineral	Compoziție	Punct de topire °C	Observații
Kerargirit	AgCl	455	
Bromirit	AgBr	422	
Fluorină	CaF <sub>2</sub>	1 378	
Hidroflit	KClCaCl <sub>2</sub>	754	
Criolit	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>	1 020	
Calcit	CaCO <sub>3</sub>	1 339	(la 1 025 atm CO <sub>2</sub> )
Witherit	BaCO <sub>3</sub>	1 740	(la 90 atm CO <sub>2</sub> )
Stronțianit	SrCO <sub>3</sub>	1 479	(la 60 atm CO <sub>2</sub> )
Sassolit	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	171	(incongruent, HBO <sub>2</sub> + lichid)
Thenardit	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	885	
Baritină	BaSO <sub>4</sub>	1 580	cu descompunere
Celestină	SrSO <sub>4</sub>	1 605	cu descompunere
Anhidrit	CaSO <sub>4</sub>	1 450	cu descompunere
Langheinit	K <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	930	
Apatit	Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> ClF	1 270	
Fluorapatit	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> F	1 660	
Clorapatit	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl	1 580	
Wulfenit	PbMoO <sub>4</sub>	1 065	
Cristobalit	SiO <sub>2</sub>	1 710	
Willemitt	Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	1 512	
Forsterit	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	1 890	
Fayalit	Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	1 205	
Tefroit	Mn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	1 340	incongruent, MnO + lichid
Monticellit	CaMgSiO <sub>4</sub>	1 503	incongruent, periclaz + lichid
Larnit	Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	2 130	
Spurrit	CaCO <sub>3</sub> · 2Ca <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	1 380	(122 atm CO <sub>2</sub> )
Zircon	ZrSiO <sub>4</sub>	2 430	
Sfen	CaSiTiO <sub>5</sub>	1 382	
Rodonit	Mn[Si <sub>5</sub> O <sub>11</sub> ]	2 197	incongruent, tridimit + lichid
Pseudowollastonit	Ca[Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	1 510	
Beril	Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> ]	1 420	
Cordierit	Al <sub>3</sub> (Mg, Fe)[AlSi <sub>5</sub> O <sub>18</sub> ]	1 470	incongruent, mullit + lichid
Mullit	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>	1 810	incongruent, corindon + lichid
Clinocstatit	MgSiO <sub>3</sub>	1 557	incongruent, forsterit + lichid 60,9% SiO <sub>2</sub>
Diopsid	CaMg(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1 391	
Spodumen	LiAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	1 420	
Gelenit	Ca <sub>3</sub> AlSi <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1 590	
Akermanit	Ca <sub>2</sub> MgSi <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1 458	
Kaliofililit	K[AlSi <sub>4</sub> O <sub>8</sub> ]	1 755	
Petalit	Li[AlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ]	680	incongruent, — spodumen + sticlă
Leucit	K[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	1 689	
Ortoză	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	1 170	incongruent, leucit + lichid

Mineralul	Compoziție	Punct de topire °C	Observații
Ortoză	$K[AlSi_3O_8]$	1 000	$pH_2O=2\ 000\ kg/cm^2$
Celsian	$Ba[Al_2Si_2O_8]$	1 700	
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	1 118	
Albit	$Na[AlSi_3O_8]$	840	$pH_2O=2\ 000\ kg/cm^2$
Anortit	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	1 550	
Cancrinit	$CaCO_3 \cdot 6NaAlSiO_4$	1 190	incongruent, (107 atm $CO_2$ ), nefelin + lichid

**Temperaturile de disociere și descompunere ale mineralelor**

Tabelul 346

**Temperaturi de disociere și descompunere ale mineralelor**

Mineral	Compoziție	T°C	Condiții	Produce
Cubanit	$CuFeS_2$	235		calcopirită + calcopirotină
Pirită	$FeS_2$	dis. 690	1 atm S	FeSr + S
Lollingit	$FeAs_2$	desc. 735	1 atm	FeAs + As vapori
Erucit	$Mg(OH)_2$	900	$pH_2O=17,500\ pse$	$MgO + H_2O$
Goethit	$HFeO_2$	125; 165		$Fe_2O_3 + H_2O$
Calcit	$CaCO_3$	dis. 885	1 atm $CO_2$	$Fe_2O_3 + H_2O$
Magnezit	$MgCO_3$	dis. 373	1 atm $CO_2$	$CaO + CO_2$
Siderit	$FeCO_3$	dis. 282	1 atm $CO_2$	$MgO + CO_2$
Rodocrozit	$MnCO_3$	dis. 400	1 atm $CO_2$	$MnO + CO_3$
Smithsonit	$ZnCO_3$	dis. 296	1 atm $CO_2$	$ZnO + CO_2$
Witherit	$BaCO_3$	dis. 1 352	1 atm $CO_2$	$BaO + CO_2$
Stronțianit	$SrCO_3$	dis. 1 289	1 atm $CO_2$	$SrO + CO_2$
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	dis. 500 890	1 atm $CO_2$	$MgO + CO_2 + CaCO_3$
Ankerit	Ca, Mg, Fe, $Mn(CO_3)_2$	dis. 610—710 900	1 atm $CO_2$	$CaO + CO_2 + MgO$ $CO_2 + oxizi$
Malachit	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	desc. 200		
Azurit	$2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	desc. 200		
Baritină	$BaSO_4$	dis. 1 510	1 atm	$BaO + SO_3$
Anglezit	$PbSO_4$	dis. 1 000		
Anhidrit	$CaSO_4$	dis. 1 230	0,0127 atm	$CaO + SO_3$
Polihalit	$Ca_2K_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$	dis. 298	1 atm	
Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	dehidr. 128		$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O + H_2O$
Calcanit	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	dehidr. 163 114 250	1 atm	$CaSO_4 + H_2O$ $CuSO_4 \cdot 3H_2O$ $CuSO_4 \cdot H_2O$ $CuSO_4$

Mineral	Compoziție	T°C)	Condiții	Produse
Melanterit	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	dehidr. 57 100 300	1 atm	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{FeSO}_4$
Epsomit	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	dehidr. 51 68	1 atm	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (kieserit)
Kainit	$\text{MgSO}_4\text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	desc. 158 178 225	1 atm 1 980 atm 10,950 atm	
Antofilit	$\text{Mg}_7(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	desc. 900		$\text{MgSiO}_3 + \text{SiO}_2$
Serpentină	$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_6$	desc. 500		forsterit + talc
Talc	$\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$	desc. 900		$\text{MgSiO}_3 + \text{SiO}_2$
Talc	$\text{MgSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	desc. 820	$\text{pH}_2\text{O} = 30\ 000$	$\text{MgSiO}_3 + \text{SiO}_2$
Danburit	$\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	desc. 1 000 ±		2 lichide

### Temperaturile de dezamestec ale mineralelor

Tabelul 347

#### Temperaturile de dezamestec

Minerale	T°C
Discrasit-Argint	300
Digenit	78
Calcozină-Stromeyerit	300
Bornit-Calcozină	225
Bornit-Calcopirită	300; 475
Bornit-Tetraedrit	275
Galenă-Matildit	210
Blendă-Calcopirită	650, 350—400, 550, 350—400 (după dif. autori)
Calcopirită-Calcozină	480
Calcopirită-Bornit	500
Calcopirită-Calcopirotină	255—450
Calcopirită-Saflerit	350—400
Calcopirită-Stannin	500 ±
Calcopirită-Pirotină	250 ±; 225; 600 ±
Calcopirită-Valleriit	225
Calcopirotină-Pirotină	550
Calcopirită-Cubanit	450, 235, 400
Calcopirită-Tetraedrit	500
Pirotină-Calcopirotină	350—550
Pirotină-Pentlandit	600 ± 425
Hematit-Magnetit	1 200
Ilmenit-Hematit	600—700, 700, 500—600
Spinel-Corindon	800 ±



Minerale	T°C
Magnetit-Ilmenit	600—700, 800
Magnetit-Spinel	800, 1 000
Magnetit-Titanomagnetit (ulvospinel)	750
Pigeonit (9,5% ± CaO)	1 100 ±
Feldspat potasic-Feldspat sodic	660 ±

## Punctele de inversiune a mineralelor

Tabelul 348

## Punctele de inversiune a mineralelor

Mineral	Compoziție	Inversie	T°C
Bismut	Bi		75
Naumanit	Ag <sub>2</sub> Se (monoclinic)	izomorf	133
Hessit	Ag <sub>2</sub> Te (monoclinic)	izomorf	150
Calaverit	AuTe <sub>2</sub> (monoclinic)	modificație	184
Calcozină	Cu <sub>2</sub> S		91
Calcozină	Cu <sub>2</sub> S (rombic)	forma hexagonală	105
Acantit	Ag <sub>2</sub> S (rombic)	argentit (cubic)	175
Blendă	ZnS (izomorf)	wurtzit (hexagonal)	1 020
Marmatit	83% ZnS 17% FeS		
Calcopirită	CuFeS <sub>2</sub> (tetragonal)	forma hexagonală	880
Realgar	AsS	izomorf	500
Auripigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	polimorfă neagră	267
Cobaltină	CoAsS (rombic)	polimorfă roșie	170
Matildit	AgBiS <sub>2</sub> (rombic)	izomorf	850 ±
Maghemit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (izomorf)	izomorf	210
Valentinit	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (rombic)	hematit	500
Anatas	TiO <sub>2</sub>	senarmontit (cubic)	557
Anatas	TiO <sub>2</sub>	rutil	800
Criolit	TiO <sub>2</sub>	forma de temp. înaltă	642
Witherit	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (monoclinic)	forma cubică	560
Arcanit	BaCO <sub>3</sub>	forma polimorfă	811, 982
Thenardit	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (romboedric)	forma hexagonală	588
Baritină	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	polimorf	185, 235
Celestină	BaSO <sub>4</sub>	polimorf	1 178
Anglezit	SrSO <sub>4</sub>	polimorf	1 166
Anhidrit	PbSO <sub>4</sub> (rombic)	forma monoclinică	865
Cuarț de temperatură scăzută	CaSO <sub>4</sub>	modif. monoclinică	1 193
Cuarț de temperatură ridicată	SiO <sub>2</sub>	cuarț de temp. ridicată	573
Tridimit	SiO <sub>2</sub>	tridimit	870
Wollastonit	SiO <sub>2</sub>	crystalit	1 470
Spodumen	Ca <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ]	pseudowollastonit	1 150
Enstatit	LiAl(SiO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	spodumen	900, 1 000
	Mg[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ] (rombic)	clinoenstatit	1 140

Mineral	Compoziție	Inversie	T°C
Enstatit	90 % FeSiO <sub>3</sub>	clinoenstatit	955
Nefelin	10 % MgSiO <sub>3</sub>	carnegit	1 248
Kaliofilit	KNa <sub>3</sub> [Al <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>16</sub> ]	kaliofilit	1 550
Petalit	K[AlSiO <sub>4</sub> ]	modif. cubică	1 150
Leucit	Li[AlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ] (monocl.)	izomorf	560, 714
Microclin	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	sanidină (monocl.)	700 ±
Microclin	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ] (triclinic)	sanidină	525
Albit	Na[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	— („Analbit“)	(hidrotermal) 700
Anortit	Ca[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	reflexele cu domenii difuze RX	1 000 ±

### Temperaturile la care mineralele prezintă termoluminescență

Tabelul 349

### Temperaturi la care mineralele prezintă termoluminescență

Mineral	Compoziție	T° Observații
Diamant	C	150–270
Halit	NaCl	300 (galben) 235 (irad. gamma)
Silvină	KCl	165 (irad. gamma); 245 125 (irad. gamma); 225 290–310; 400; 80–120 (irad. gamma)
Calcit	CaCO <sub>3</sub>	120 (incoloră) 250 (verde) 290 (fumurie) 320 (albastră) 400 (violetă)
Thenardit	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60–180 (galben); 215 (galben)
Herderit	CaBe(PO <sub>4</sub> )(F, OH)	315 (albastru); 300–400 (galben) (alt peak al probei cu 60–180)
Cuarț	SiO <sub>2</sub>	Aproape de încălzire la roșu 350 320 (ametist); 180 (fumuriu la RX)
Topaz	Al <sub>2</sub> [SiO <sub>4</sub> ](F <sub>3</sub> OH) <sub>2</sub>	180 (activare gamma)
Spodumen	LiAl[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	200–300 (fumuriu) 215 (activare gamma)
Feldspat (din granit)	KAl[Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	220–240 (verde); 440–460 (roz) 550 330; 270

# Temperaturile de recrystalizare a mineralelor metamictice

Tabelul 350

## Temperaturile de recrystalizare a mineralelor metamictice

Mineral	T°	Observații
Davidit	675, 800	Peak-uri, DTA; la raze X recrystalizarea apare doar peste 830
Uraninit	690	Peak DTA
Microtit	540, 550	Peak DTA
	960	Peak DTA
	975	Peak DTA
Fergusonit	400	RX, linii slabe
	800—900	RX, linii mai puternice
	450, 670, 700, 940	Peak-uri DTA
	940	Peak DTA
	700	Peak DTA
	460	Peak-uri DTA joase
	450	Cristalizează ortorombic
	850—1 050	Cristalizează tetragonal
	430	Recrystalizează în 6 ore
Euxenit	750	Peak DTA
Policraz	775, 925	Peak-uri DTA
Eschlnit	775	Peak DTA
Priorit	475	Peak DTA
Samarskit	700	Peak DTA
Betafit	670	Peak DTA
Zircon	880	Peak DTA, RX
	890—910	Peak DTA dublu, RX

Diagrame pentru identificarea mineralelelor pe baza valorii efectelor termice înregistrate pe curbele D.T.A.

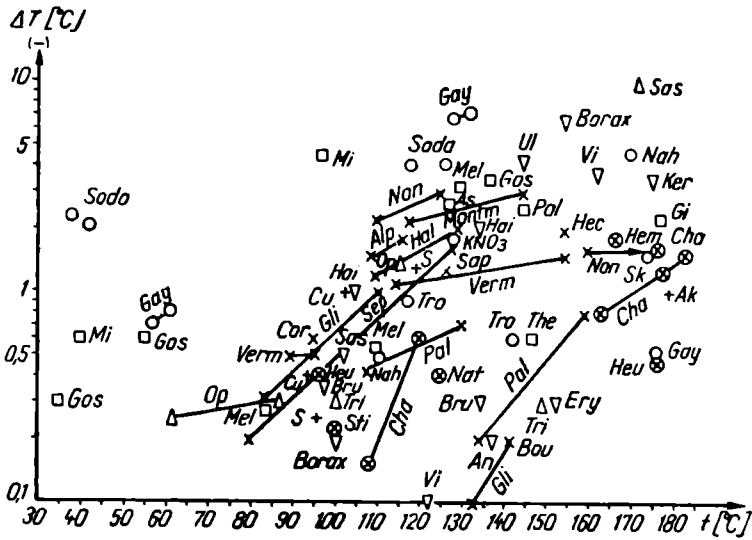


Fig. 464. Valorile efectelor exotermice în domeniul 30–180°C:

Ak — acantit; Al Ch — Al clorit; Al G — Al goethit; Alp — alofan; Alu — alunite; Am — amfibol; Amb — ambigonit; An — anabergit; Ank — ankerit; Ar — aragonit; Art — artinit; As — astrakanit; Au — auricalcit; Az — azurit; Bas — bastnașit; Bay — bayerit; Bio — biotit; Bô — bôhmite; Bor — bornit; Borax — borax; Bou — boulangerit; Bre — breunergit; Brg — brugnatellit; Bru — brucit; C — grafit; Cc — calcit; Ch — clorit; Chal — calcopirită; Chr — crisocol; Chry — crisotil; Col — colemanit; Cor — corrensit; Cr — cristobalit; Cu — calcozină; Di — dickit; Dlo — diaspor; Dol — dolomit; Ery — eritrină; F — fluorină; Fe Ch — Fe clorit; G — goethit; Gay — gaylussit; Gb — gibbsit; Ger — germanit; Gi — gips; Gis — glsmondit; Gla — glauconit; Gli — mică; Gos — goslarit; Hä — hematit; Hal — haidingerit; Hal — halloysit; Hau — hausmannit; Hec — hectorit; Hem — hemimorfite; Heu — heulandit; Hum — humite; Hym — hidromagnezit; Hyt — hidrocalcit; Hyz — hidrozincit; Il — illit; Kao — caolin; KCl — silvină; Ker — kernit; KNO<sub>3</sub> — soda; Kry — kriolit; Lau — laumontit; Le — lepidocrocit; Li — limonit; Ma — malachit; Mag — magnetit; Mar — marcasită; Mel — melanterit; Mg — magnezit; Mg Ch — Mg clorit; (Mg, Fe)Ch — Mg Fe clorit; Mi — mirabilit; Mn — manganit; Mn C — Mn calcit; Montm — montmorillonit; MoS<sub>2</sub> — molibdenit; Ms — muscovit; NaCl — halit; Nah — nahcolit; Nat — natrolit; Nes — nesquehonit; Non — nontronit; Nor — norsethit; Op — opal; Pal — palygorschit; attapulgit; Par — parisit; Pb Cc — plumbocalcit; PbS — galenă; Pho — fosgenit; Pir — pirssonit; Pol — polihalit; Py — pirită; Pyl — pirolusit; Pyo — pirotină; Pyp — pirofillit; Q — cuarț; Q(f) — cuarț dezordonat; S — sulf; Sap — saponit; Sas — sassolite; Ser — serpentină; Sep — sepiolit; Si — siderit; Sk — schrockingerit; Sko — scolecit; Sm — smithsonit; Soda — sodă; SrCo<sub>3</sub> — stronțianit; St — stephanit; Sti — stibit; Str — struvit; Ta — talc; Ten — tennantit; Th — thomsonit; The — thenardit; Tri — tridimit; Tro — trona; Turm — turmalină; Ul — ulexit; Verm — vermiculit; Vi — vivianit; Vo — voglit; Wi — witerit; Wu — wurtzit; Za — zarait; Zb — blendă; Zi — zinnwaldit.

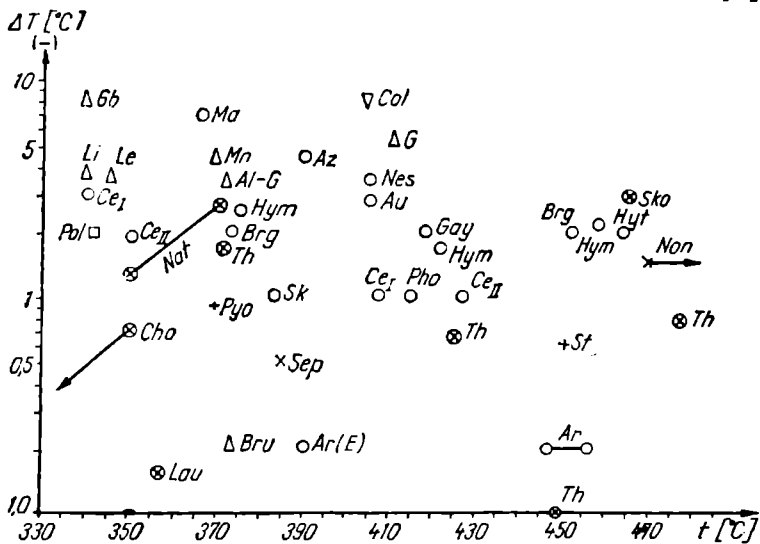
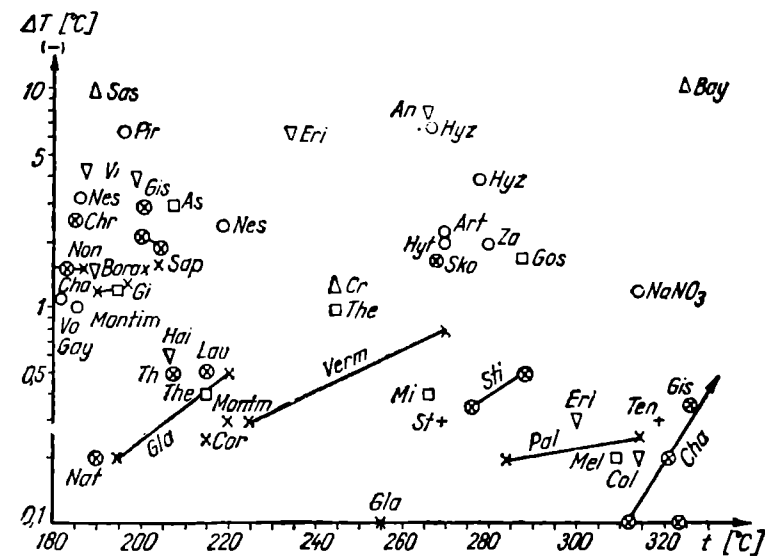


Fig. 465. Valorile efectelor exotermice în domeniile 180–330°C și 330–480°C.



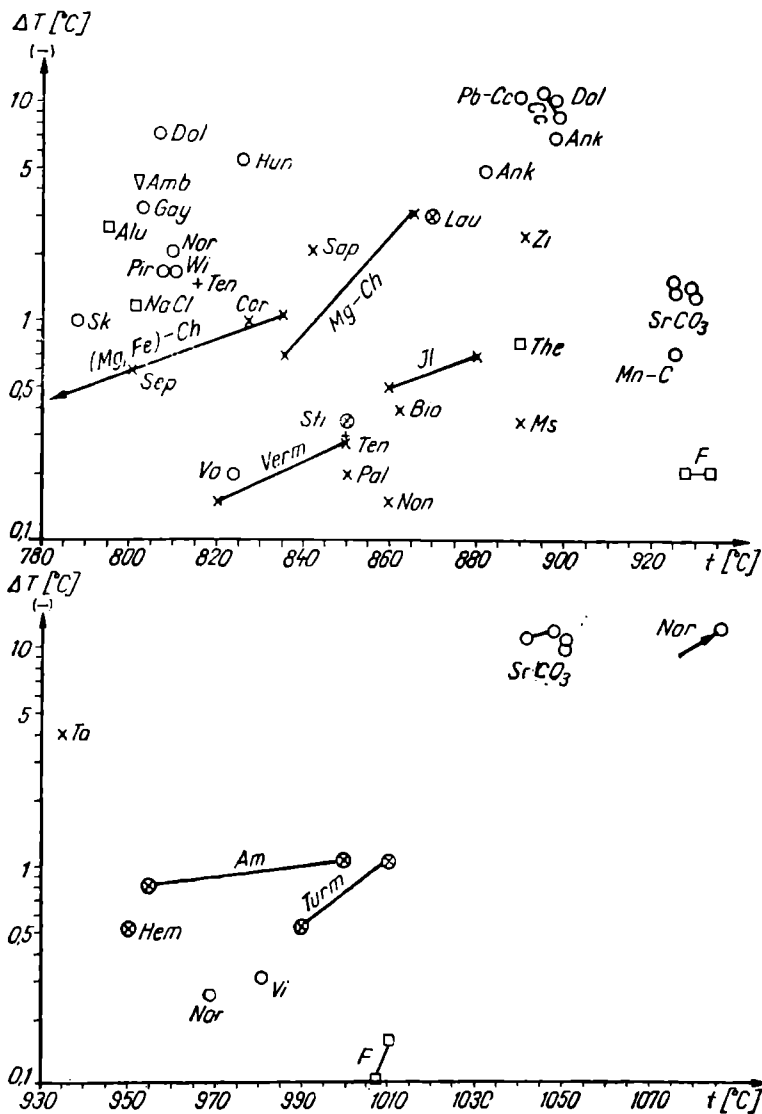


Fig. 467. Valorile efectelor exotermice în domeniile 780-930°C și 930-1080°C.





## IV. CONSTANTELE STRUCTURALE ALE MINERALELOR

**Valorile parametrilor „d” și „I” calculate pe baza analizelor prin difracția razelor X**

Tabelul 351

**Valorile parametrilor „d” și „I” ale principalelor minerale determinate prin difracția razelor X**

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
1	Actinot	2,705	10	1,432	10	1,046	10	3,14	9	1,507	9
2	Adular	3,313	10	3,227	8	1,792	8	4,21	6	2,560	6
3	Akermanit	2,874	10	1,763	8	3,088	7	2,480	7	1,398	7
4	Alunit	2,970	10	1,891	10	1,738	10	1,283	10	1,206	10
5	Albit	3,21	10	4,11	6	2,955	6	1,347	6	1,224	6
6	Almandin	2,589	10	1,539	10	1,071	10	1,595	9	1,259	9
7	Amesit	3,469	10	6,93	8	1,920	7	2,467	6	1,529	5
8	Andaluzit	4,53	10	2,17	10	1,46	10	2,76	9	2,26	9
9	Anatas	3,508	10	1,887	9	1,696	7	1,662	7	1,447	7
10	Andradit	2,707	10	1,611	10	0,819	9	3,026	8	0,978	8
11	Analcit	3,45	10	2,929	10	1,735	10	1,408	9	1,215	9
12	Anhidrit	3,49	10	2,85	8	1,64	8	1,86	7	2,32	6
13	Anortit	3,20	10	2,509	6	2,135	6	1,836	5	1,762	5
14	Antigorit	3,588	10	7,16	9	2,521	8	1,562	7	3,96	6
15	Antofilit	8,25	10	3,23	10	2,84	10	9,1	9	9,4	8
16	Apatit cu fluor	2,798	10	2,702	6	1,838	6	2,769	4	3,060	3
17	Apatit cu clor	2,764	10	1,954	6	1,840	6	2,308	4	3,426	3
18	Aragonit	3,40	10	1,98	10	2,70	9	1,88	9	3,29	7
19	Attapulgit	10,50	10	3,23	10	4,49	8	2,61	8	6,44	6
20	Azurit	5,20	10	3,67	10	3,53	10	2,54	10	2,28	8
21	Baritină	2,106	10	3,058	7	3,456	6	2,322	6	1,526	6
22	Beidelit	15,1	10	4,45	10	3,02	10	2,49	10	1,488	10
23	Beril	3,238	10	2,874	10	0,806	10	4,576	8	3,974	8
24	Biotit	10,00	10	2,63	8	1,541	8	2,44	8	1,672	6
25	Böhmit	2,344	10	1,849	10	1,306	10	3,16	8	1,452	8
26	Brucit	2,361	10	1,793	10	1,189	10	4,75	8	0,9506	8
27	Brookit	3,22	10	1,681	10	2,45	8	1,356	8	2,87	6
28	Calcit	3,029	7	1,081	10	1,861	9	1,019	9	1,592	8
29	Caolinit	7,14	10	3,57	10	1,487	10	2,338	8	1,126	8
30	Celestină	2,042	10	1,999	10	1,595	8	1,472	8	1,202	8
31	Chabasit	9,3	10	2,93	10	4,35	8	1,81	8	5,6	6
32	Chamosit	6,98	9	3,51	7	1,55	6	4,535	5	2,48	5
33	Clorit	13,85	10	1,537	9	7,01	8	4,69	8	3,533	8
34	Clinoclor	3,530	10	1,535	10	1,393	10	1,998	9	1,564	9
35	Cloritoid	4,466	10	2,96	5	2,36	5	2,30	5	2,62	4
36	Cordierit	3,00	10	3,34	9	8,29	8	3,11	7	1,685	7
37	Corindon	1,599	10	2,081	9	1,374	7	2,543	6	1,401	6
38	Criolit	2,984	10	2,105	8	2,435	6	1,719	6	1,450	6
39	Cristolil	3,603	10	7,21	8	1,520	8	4,457	6	2,577	6
40	Cristobalită	4,03	10	2,481	8	2,834	7	3,13	6	1,924	6
41	Cristobalită	4,15	10	2,53	9	1,641	7	1,460	6	2,07	5
42	Cuarț	3,34	10	1,813	9	1,539	9	1,372	9	1,380	8
43	Desmin	9,05	10	4,03	10	3,00	9	4,64	7	3,44	5
44	Diaspor	1,630	10	2,130	8	2,072	8	1,477	8	3,588	6
45	Dickit	3,592	10	2,345	10	1,666	10	1,988	8	2,589	7

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I
46	Diopsid	3,00	10	1,622	7	2,519	6	1,415	6	1,326	4
47	Disten	1,373	10	3,32	8	3,17	8	1,93	8	2,97	4
48	Dolomit	2,883	10	1,785	6	2,191	5	1,110	5	2,015	4
49	Egirin	3,012	10	2,545	10	2,916	7	2,483	6	6,54	4
50	Enstatit	3,158	10	2,864	7	2,526	6	2,472	6	2,105	6
51	Epidot	2,90	10	2,40	8	1,64	8	1,88	7	2,82	6
52	Epsomit	4,22	10	2,66	7	5,91	3	5,3	3	2,96	3
53	Fayalit	2,850	10	1,755	4	3,707	3	3,006	3	2,449	2
54	Ferihaloisit	1,488	10	4,45	10	3,68	7	7,17	5	1,237	4
55	Flogopit	10,0	10	3,35	10	1,533	9	2,62	8	2,435	8
56	Forsterit	2,49	10	2,441	10	1,741	10	2,753	9	2,250	9
57	Gips	3,074	10	2,075	9	1,890	9	4,35	8	2,690	8
58	Glauconit	2,58	10	1,516	10	3,31	7	4,5	5	3,67	5
59	Goethit	4,18	10	2,45	9	2,69	8	1,720	7	2,18	5
60	Grafit	3,352	10	1,230	10	1,154	9	1,675	8	0,991	8
61	Grossular	2,622	10	1,581	10	1,101	10	1,639	9	1,291	9
62	Hausmanit	2,73	10	2,45	10	1,53	9	3,07	8	1,56	8
63	Hematit	2,696	10	2,518	10	1,834	10	1,688	10	1,483	9
64	Heulandit	3,98	10	9,8	8	8,5	8	2,95	8	5,2	6
65	Hidrargilit	4,9	10	4,41	8	2,48	7	2,40	7	2,07	7
66	Hidromuscovit	2,59	10	1,994	10	9,08	8	5,02	8	2,62	8
67	Hipersten	3,20	10	2,890	8	1,486	8	1,599	6	1,389	6
68	Hornblendă	2,711	10	1,436	10	1,049	10	3,15	9	1,504	9
69	Illit	9,98	8	4,47	8	2,56	8	1,50	8	3,31	6
70	Ilmenit	2,74	10	2,53	9	1,720	8	1,504	7	1,465	7
71	Kieserit	3,38	10	2,55	7	4,82	4	2,05	4	1,67	4
72	Labradorit	3,22	10	2,534	6	1,824	6	1,766	6	1,451	6
73	Laumontit	10	10	9	10	4,07	8	3,56	8	4,29	7
74	Lepidolit	3,36	10	2,58	10	2,012	10	1,492	10	10,1	8
75	Lepidomelan	3,36	10	10,1	10	2,65	8	2,452	8	2,186	8
76	Magnezit	2,737	10	1,697	10	0,912	10	2,101	9	1,065	8
77	Malachit	2,82	10	1,509	9	3,63	8	2,49	8	5,77	6
78	Manganit	3,40	10	2,65	8	2,41	8	1,77	8	1,655	8
79	Melanterit	4,90	10	3,78	7	3,23	4	2,63	3	2,01	3
80	Melitit	2,858	10	1,762	8	1,758	8	2,457	7	1,513	7
81	Metahaloisit	1,486	10	3,57	9	7,17	8	1,236	8	4,47	7
82	Microclin	3,22	10	1,80	8	2,16	7	4,18	6	1,99	6
83	Mirabilit	5,5	10	3,22	7	3,10	7	4,80	5	2,80	4
84	Monticellit	2,65	10	1,811	9	1,590	9	2,86	7	1,386	6
85	Montmorillonit	11,5	10	1,495	10	4,45	8	2,576	7	1,697	5
86	Mullit	3,356	10	2,916	10	1,527	9	1,273	9	1,261	9
87	Muscovit	10,03	10	2,568	10	1,498	10	3,342	9	1,297	8
88	Nacrit	7,15	10	3,59	10	2,416	10	4,42	8	1,48	8
89	Nefelin	1,553	10	3,001	10	2,338	10	4,157	9	3,832	9
90	Nefrit	9	10	2,66	10	1,494	10	2,49	9	1,426	9
91	Nosean	3,69	10	2,61	6	2,13	6	2,86	5	1,600	5
92	Nontronit	16,6	10	1,519	10	4,52	7	1,310	7	3,066	6
93	Olivină	2,49	10	2,73	8	2,41	8	1,734	8	2,21	7
94	Oligoclaz	3,18	10	4,07	8	3,67	8	1,451	7	1,325	7
95	Ortit	2,94	10	2,74	8	3,57	6	2,65	6	1,65	6
96	Ortoză	3,183	10	4,02	9	3,80	8	1,454	8	3,331	7
97	Paragonit	4,39	10	2,521	10	1,473	10	3,74	7	3,141	7
98	Pectolit	2,89	10	3,08	9	3,28	7	2,31	7	2,28	7
99	Pennin	4,795	10	3,585	10	2,538	10	2,445	10	2,008	10
100	Periclaz	2,108	10	1,485	10	2,431	9	1,213	8	0,939	8

Nr. crt.	Mineral	d/n	I	d/n	I	d/n	I	u/p	I	d/n	I
101	Perovskit	2,69	10	1,903	8	1,552	8	1,017	7	1,345	6
102	Piroluzit	3,118	10	1,622	10	2,404	9	1,555	8	1,302	8
103	Piromorfit	2,92	10	1,520	9	1,486	9	1,292	9	1,268	9
104	Pirop	1,542	10	0,7835	10	2,583	9	1,568	9	2,886	8
105	Pirofilit	3,015	10	1,489	9	1,381	9	1,365	9	2,403	8
106	Prehnit	3,49	10	3,28	10	3,05	10	2,54	10	2,81	7
107	Psilomelan	2,43	10	4,08	10	2,66	10	1,72	10	2,17	9
108	Riebekit	8,42	10	3,13	10	2,72	9	4,51	8	3,27	6
109	Rodonit	2,938	10	2,968	9	2,755	8	2,595	8	1,554	6
110	Rodocrozit	2,850	10	1,762	8	3,65	7	1,990	5	0,985	5
111	Rutil	1,689	10	3,242	9	2,488	8	1,624	8	2,189	7
112	Saponit	14,9	10	1,528	10	3,034	7	2,639	7	1,315	6
113	Seladonit	2,57	10	10,00	8	4,52	8	3,62	8	3,31	8
114	Sericit	9,96	10	4,47	10	3,32	10	2,56	10	4,97	8
115	Serpentină	3,695	10	1,528	10	7,38	9	2,463	9	4,604	7
116	Siderit	2,791	10	1,733	9	2,135	7	3,592	6	2,348	6
117	Sillimanit	3,385	10	2,537	5	2,18	5	1,517	5	1,272	5
118	Silvină	1,403	10	1,045	10	2,225	9	1,282	9	3,158	8
119	Scapolit	3,215	10	1,797	10	3,304	9	2,565	9	2,988	7
120	Smithsonit	2,748	10	1,707	10	1,076	9	1,413	8	1,186	8
121	Sodalit	3,68	10	2,60	9	6,38	8	2,13	8	9,16	7
122	Spodumen	2,921	10	2,790	10	1,604	9	1,665	9	1,461	9
123	Spessartin	2,603	10	1,553	10	1,610	9	1,070	9	1,866	9
124	Spinel	1,427	10	1,053	10	2,441	9	2,020	9	1,552	9
125	Steatit	3,11	10	9,3	7	1,52	7	4,60	6	2,48	6
126	Stronțianit	3,51	10	2,450	10	2,042	9	3,42	8	1,815	8
127	Sfen	3,20	10	2,59	10	2,98	9	1,410	9	2,36	7
128	Talc	9,25	10	3,104	10	1,525	10	4,64	6	2,471	6
129	Thomsonit	2,85	10	4,67	8	3,48	8	3,30	8	2,66	8
130	Topaz	2,96	10	1,403	10	1,384	10	3,20	9	2,07	9
131	Tremolit	1,438	10	1,047	9	2,710	8	1,503	8	3,120	6
132	Tridimit	4,39	10	4,12	10	3,73	9	2,49	7	1,69	7
133	Turmalină	2,59	10	6,5	8	3,48	8	2,98	8	1,66	8
134	Uvarovit	1,604	10	3,020	9	2,691	9	0,972	9	0,829	9
135	Vezuvian	2,74	10	2,59	8	1,63	8	2,45	7	1,66	7
136	Vermiculit	13,4	8	3,537	5	2,366	5	1,526	5	2,838	4
137	Wollastonit	2,963	10	3,30	8	1,705	7	2,165	6	1,594	6
138	Zeolit	8,11	10	7,16	10	3,18	10	6,43	6	4,07	6
139	Zinnwaldit	10,00	10	3,34	10	2,62	8	2,432	8	2,181	8
140	Zircon	3,298	10	2,525	8	1,713	8	2,063	6	1,655	6

# V. CONSTANTELE TERMODINAMICE ALE MINERALELOR

## Entalpiile de formare (Hf) ale mineralelor

Tabelul 352

Entalpiile de formare (Hf) ale mineralelor (la T=298,15°K și P=1 atm)  
— după Robie și Waldbrum (1968)

Denumirea	Formula	Starea de agregare	Hf cal/mol
1	2	3	4
<b>ELEMENTE</b>			
Aur	Au	solid cristalin	0
Argint	Ag	solid cristalin	0
Cupru	Cu	solid cristalin	0
Grafit	C	solid	0
Diamant	C	solid	453
Mercur	Hg	lichid	0
Sulf rombic	S	solid	0
Sulf monoclinic	S	solid	80
<b>SULFURI</b>			
Hidrogen sulfurat	H <sub>2</sub> S	gaz ideal	— 4 900
Realgar	AsS	solid cristalin	— 17 000
Auripigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	solid cristalin	— 40 000
Covelină	CuS	solid cristalin	— 116 000
Pirită	FeS <sub>2</sub>	solid cristalin	— 41 000
Galenă	PbS	solid cristalin	— 23 300
Blendă	ZnS	solid cristalin	— 49 700
Wurtzit	ZnS	solid cristalin	— 46 000
<b>OXIZI</b>			
Corindon	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	solid cristalin	— 100 000
Oxid de carbon	CO	gaz ideal	— 26 400
Bioxid de carbon	CO <sub>2</sub>	gaz ideal	— 94 000
Oxid feros (ipotetic)	FeO	solid	— 65 000
Hematit	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	solid	— 197 300
Magnetit	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	solid	— 276 000
Apă	H <sub>2</sub> O	lichid	— 68 300
Vapori de apă	H <sub>2</sub> O	gaz ideal	— 57 790
Gheață	H <sub>2</sub> O	solid	— 66 870
Periclaz	MgO	solid	— 143 800
Oxid de sodiu	Na <sub>2</sub> O	solid	— 99 000
Limit	CaO		— 151 000
Oxid de potasiu	K <sub>2</sub> O	solid	— 86 800

1	2	3	4
Cuarț	SiO <sub>2</sub>	solid	— 217 650
Cristobalit	SiO <sub>2</sub>	solid	— 204 075
Tridimit	SiO <sub>2</sub>	solid	
Coesit	SiO <sub>2</sub>	solid	— 204 076
Stishovit	SiO <sub>2</sub>	solid	— 203 400
Sticlă de silice	SiO <sub>2</sub>	solid	— 203 300
Spinel	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	solid	— 552 800
<b>HALOGENURI</b>			
Silvină	KCl	solid	— 104 400
Halit	NaCl	solid	— 98 300
Fluorină	CaF <sub>2</sub>	solid	— 290 900
<b>CARBONAȚI</b>			
Aragonit	CaCO <sub>3</sub>	solid	— 288 650
Calcit	CaCO <sub>3</sub>	solid	— 288 600
Dolomit	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	solid	— 557 600
Siderit	FeCO <sub>3</sub>	solid	— 177 800
Magnezit	MgCO <sub>3</sub>	solid	— 266 100
<b>SULFAȚI</b>			
Anhidrit	CaSO <sub>4</sub>	solid	— 313 000
Gips	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	solid	— 483 000
Celestină	SrSO <sub>4</sub>	solid	— 316 000
<b>SILICAȚI</b>			
Tremolit	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ](OH) <sub>2</sub>	solid	— 2 952 000
Anortit	Ca[Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	solid	— 1 008 000
Microclin	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	solid	— 916 000
Sanidină temp. ridicată	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	solid	— 944 000
Adular	K[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	solid	— 945 000
Kaliophililit	K[AlSiO <sub>4</sub> ]	solid	— 504 000
Leucit	K[AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	solid	— 721 600
Albit temp. scăzută	Na[AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	solid	— 937 000
Albit temp. ridicată			— 934 000
Nefelin	K, Na <sub>3</sub> [Al <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>16</sub> ]		— 497 000
Muscovit	KAl <sub>2</sub> [Al, Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ](OH) <sub>2</sub>	solid	— 1 421 000
Flogopit	KMg <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> AlO <sub>10</sub> ](F, OH) <sub>2</sub>	solid	— 1 522 000
Talc	Mg <sub>3</sub> [Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ](OH) <sub>2</sub>	solid	— 1 415 000
Crisotil	3MgO · 2SiO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	solid	— 10 430 000
Disten	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	solid	— 619 900
Andaluzit	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	solid	— 619 400
Sillimanit	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	solid	— 618 600
Grossular	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	solid	— 1 588 400
Fayalit	2FeO · SiO <sub>2</sub>	solid	— 353 500
Forsterit	2MgOSiO <sub>2</sub>	solid	— 520 400
Wollastonit	CaO · SiO <sub>2</sub>	solid	— 390 600
Diopsid	8CaO · 8(MgFeO) · 16SiO <sub>2</sub>	solid	— 767 000
Clinoenstatit	(Mg, Fe)O · SiO <sub>2</sub>	solid	— 370 000

# Entropiile și volumele molare ale mineralelelor

Tabelul 353

**Entropiile și volumele molare ale mineralelelor (la temperatura de 298°K și presiunea de 1 atmosferă) — după Robie și Waldbrun, (1968):**

Denumirea mineralului	Formula	Entropia (in u.e.)	Volum molar (in cmc)	Sistemul de simetrie
1	2	3	4	5
Argint nativ	Ag	10,20	10,270	cubic
Aur nativ	Au	11,31	10,215	cubic
Grafit	C	1,372	5,298	hexagonal
Diamant	C	0,568	3,4166	cubic
Cupru nativ	Cu	9,97	7,113	cubic
Fier nativ	Fe	6,52	7,092	cubic
Mercur nativ	Hg	18,17	14,820	
Oxigen (gaz)	O <sub>2</sub>	48,990	24 465,0	
Plumb	Pb	15,55	18,267	
Platină	Pt	9,95	9,09	cubic
Sulf rombic	S	7,60	15,511	rombic
Sulf monocl.	S	7,78	16,49	monoclinic
Siliciu	Si	4,50	2,056	
Zinc	Zn	9,95	9,160	
Covelină	CuS	15,93	20,42	hexagonal
Calcozină	CuS <sub>2</sub>	28,86	27,475	
Troilit	FeS	14,42	18,20	hexagonal
Cinabru	HgS	19,72	28,416	trigonal
Metacinabarit	HgS	23,0	30,169	cubic
Galenă	PbS	23,0	30,169	cubic
Blendă	ZnS	13,77	23,83	cubic
Wurtzit	ZnS	16,56	23,846	hexagonal
Diopsid	CaMg[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	66,09	66,09	monoclinic
Clinoenstatit	Mg[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	16,22	31,47	monoclinic
Jadeit	NaAl[Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	31,90	60,40	monoclinic
Tremolit	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> [Si <sub>6</sub> O <sub>22</sub> ](OH) <sub>2</sub>	131,19	272,92	monoclinic
Anortit	CaAl <sub>2</sub> [Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ]	48,45	100,79	triclinic
Microclin	KAl[Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	52,47	108,72	triclinic
Sanidină	KAl[Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	56,84	109,05	monoclinic
Sticlă	KAl[Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ]	63,28	116,5	

## VI. ALTE PROPRIETĂȚI ALE MINERALELOR

### Solubilitatea mineralelor în acid clorhidric

#### Solubilitatea mineralelor în HCl

Tabelul 354

Luciu metalic		
Solubile în HCl	Solubile în HCl cu degajare de clor	Solubile în HCl cu degajare de H <sub>2</sub> S
Goethit (limonit) solubil în HCl cu dificultate Hematit Ilmenit Magnetit	Piroluzit  Psilomelan Manganit Hausmanit Braunit	Stibină  Galenă Pirotină Blendă
Luciu nemetalic		
Solubile în HCl	Solubile în HCl cu formare de gel silicios	Descompuse de HCl cu depunere de reziduu silicios
Criolit Zincit Brucit Colemanit Gips Jarosit Apatit Turcoază Carnotit Tyuyamunit Crocoit	Amontit Nefelin Sodalit Cancrinit Olivină Willemmit Hemimorfit Datolit Analcit Natrolit Laumontit	Leucit Rodonit Wollastonit Pectolit Scapolit Cordierit Biotit Serpentină Crisocol Stilbit Chabazit Heulandit Garnierit
Solubile în HCl cu degajare de CO <sub>2</sub>		
Toți carbonații		

### Conținutul în metal al principalelor minerale

Tabelul 355

#### Conținutul în metal al principalelor minerale comerciale

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
1	Aluminiu	Diaspor Böhmit Hidrargilit Nefelin	HAlO <sub>2</sub> AlOOH Al(OH) <sub>3</sub> K, Na <sub>3</sub> (Al <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>16</sub> )	47,2 47,2 36,2 18,9		3,3—3,5 3 2,35 2,6

795

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
		Leucit Alunit Caolinit Sillimanit	$K[AlSi_3O_6]$ $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ $Al(AlSiO_6)$	13,0 20,5 22 35,0		2,4—2,5 2,6—2,8 2,6 3,2
2	Anti- moniu (Stibiu)	Stibină Berthierit Tetraedrit	$Sb_2S_3$ $FeSb_2S_4$ $(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$	71,4 29,2	70,2 — 71,5 pînă la 15—30	4,5—4,6 4,5—4,6 4,4—5,6
		Boulangerit Jamesonit	$Pb_5Sb_4S_{11}$ $Pb_4FeSb_6S_{14}$	25,7 35,39	25,4 — 25,7 32 — 34,7	6,2 5,6
	Zona de oxida- ție	Oxizi și hi- droxizi de stibiu (Valenti- nit, Stibio- conit)			pînă la 75	4,6
3	Arsen	Mispichel Löllingit Realgar Auripigment Tennantit	$FeAsS$ $FeAs_2$ $AsS$ $As_2S_3$ $(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$	46,0 72,8 70,0 61,0 pînă la 21	39,4 — 48,7 66,69—70,09 69,5 — 70,0 57,67—60,87 9,0 — 20,0	5,9—6,2 7 — 7,4 3,4—3,6 3,5—3,5 4,4—5,4
		Scorodit	$Fe(AsO_4)2H_2O$	30,0		31 — 3,33
4	Argint	Argint na- tiv Argentit Proustit Pirargirit Stefanit Polibazit Pearceit Kerargirit	$Ag$ $Ag_2S$ $Ag_3AsS_3$ $Ag_3SbS_3$ $Ag_5SbS_4$ $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$ $(Ag, Cu)_{16}As_4S_{11}$ $AgCl$	100 87 65,4 59,8 68,3 75,5 78,4 75,0	96,78—98,45 77,58—86,71 64,5 — 65,37 59,8 67,8 — 68,6 64,3 — 71 51,17—72,43	10 7 5,6 5,8 6,2 6 6,1 5,5—5,5
5	Aur	Aur nativ Electrum Calaverit Silvanit Nagyagit	$(Au, Ag)$ $(Ag, Au)$ $(Au, Te_2)$ $(AuAg)Te_2$ $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$	43,7 24,2	80—90 50—80 41,3 — 42,8 25,4 — 29,8 6—13	15—19 12—15 9 8 6,8—7,5
6	Bariu	Baritină Witherit	$BaSO_4$ $BaCO_3$	58 69,5		4,3 4,5



Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
7	Beriliu	Beril	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	5,07	2,8—5,4	2,7
		Bertrandit	$\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$	56,95		2,6
		Crisoberil	$\text{BeAl}_2\text{O}_4$	7,15		3,7
		Helvit	$(\text{Mn}, \text{Fe})[\text{BeSiO}_4]_6\text{S}_2$			3,1—3,4
8	Bismut	Bismut nativ	Bi	100	95—99	9,8
		Bismutină	$\text{Bi}_2\text{S}_3$	81,3	72,9—82,3	6,5
		Bismutit	$\text{Bi}_2\text{CO}_3\text{O}_2$	87		7,0—7,4
9	Bor	Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11,4		1,7
		Hidroboracit	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	15,4		2,2
		Ascharit	$\text{Mg}(\text{BO}_2)(\text{OH})$	12,4		2,6
		Ludwigit	$(\text{MgFe}^{2+})_2\text{Fe}^{3+}\text{BO}_3\text{O}_3$	până la 5		4,0
		Kotoit	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$	11,4		3,1
	Datolit	$\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$	6,8	2,9—3,0		
10	Cadmium	Blendă	$(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cd})\text{S}$		0,05—3,2	3,5—4,2
		Smithsonit	$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{CO}_3$		0,02—0,8	4,1—4,5
11	Cesiu	Lepidolit	$\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{FOH})_2$	42,8	0,075—0,68	2,8—2,9
	Pollucit	$(\text{Cs}, \text{Na})[\text{AlSi}_2\text{O}_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$	2,9			
12	Ceriu și alte pământuri rare	Monazit	$(\text{Ce}, \text{La})\text{PO}_4$	59,7	17—35 până la 63 până la 34 până la 23	4,9—5,5
		Xenotim	$\text{Y}(\text{PO}_4)$			4,5—4,6
		Loparit	$(\text{Na}, \text{Ce}, \text{Ca})(\text{Nb}, \text{Ti})\text{O}_3$			4,7—4,9
		Orlit	$(\text{Ca}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Th})_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg})$			4,1
	Parisit	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4][\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O}, \text{OH})$				
	Bastnăsit	$\text{Ca}(\text{Ce}, \text{La})_2(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$	48—53	4,3		
		$(\text{Ce}, \text{La}, \text{Pr})(\text{CO}_3)\text{F}$	65,4	4,5—5,2		
13	Cobalt	Smaltină	$(\text{Ni}, \text{Co})\text{As}_{3-x}$	28,23	13,8—24,1	6,4—6,8
		Safflorit	$(\text{FeCo})\text{As}_2$	28,23	6,7—23,4	7,2—7,4
		Cobaltină	$\text{CoAsS}$	35,4	26—34	6,0—6,5
		Siegenit	$(\text{Co}, \text{Ni})_3\text{S}_4$	57,97	40—53	4,8—5,8
14	Crom	Cromit	$\text{FeCr}_2\text{O}_4$	46,4	12—45	4—4,8
15	Cupru	Cupru nativ	Cu	100		8,5—9
		Calcozină	$\text{Cu}_2\text{S}$	79,8		79,67
		Covelină	$\text{CuS}$	66,5		66,43
		Calcopirită	$\text{CuFeS}_2$	34,6		4,2

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementui în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
	Zona de oxidație	Bornit	$Cu_5FeS_4$	pină la 63,3	23-45 30-53 12,0-15,12	4,9-5,5 4,4-5,5
		Enargit	$Cu_7AsS_4$	48,3		4,4-5,4 5,8 5,8-6,15 4 3,8 2,0-2,3 3,8-3,9
		Tetraedrit	$(Fe,Cu)_{12}Sb_4S_{13}$	45,77		
		Tennantit	$(Fe,Cu)_{12}As_4S_{13}$	51,57		
		Bournonit	$PbCuSbS_3$	13,0		
		Cuprit	$Cu_2O$	88,8		
		Malachit	$Cu_2CO_3(OH)_2$	57,5		
		Azurit	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	55,3		
		Crisocolit	$CuSiO_3 \cdot nH_2O$	40,4		
		Brochantit	$Cu_4(SO_4)(OH)_6$	56,2		
16	Fier	Magnetit	$FeFe_2O_4$	72,35	28,5-37,3	5,2
		Hematit	$Fe_2O_3$	70,0		5,2
		Limonit	$HFeO_2 - nH_2O$	48-63		pină la 4
		Siderit	$FeCO_3$	48-21		3,0-3,8
		Chamosit Ilmenit	$Fe_4AlAlSi_3O_{10}(OH)_6 \cdot nH_2O$ $FeTiO_3$	36,8		3-3,4 4,5
17	Fluor	Fluorină	$CaF_2$	48,8		3,2
18	Fosfor	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl)$	41-42	34-35	3,2
19	Galiu	Germanit Blendă	$Cu_3(Fe, Ge, Ga)S_4$ $ZnS$		0,8 la 1,99	4,3
20	Germaniu	Germanit Renierit	$Cu_3(Fe, Ge, Ga)S_4$ $(Cu, Fe)_3(Fe, Ge)S_4$		6,2-10,19 6-7,75	4,3 4,3-4,5
21	Indiu	Blendă	$ZnS$			
22	Litiu	Spodumen	$LiAl[Si_2O_6]$	3,73	1,34-3,43 3,3-4,67	3,1-3,2
		Ambligonit	$(Na, Li)Al(PO_4)(F, OH)$	4,7		3
		Trifilit	$LiFe(PO_4)$	4,4		3,5
		Litiofilit	$LiMn(PO_4)$	4,4		3,5
Lepidolit	$KLi_{15}Al_{15}[AlSi_3O_{10}] \cdot (OH, F)_2$	3,5-3,69				
Zinnwaldit	$KLiFeAl[AlSi_3O_{10}] \cdot (OH, F)_2$	pină la 2,61-2,76		2,4		
Petalit	$LiAlSi_4O_{10}$	2,2				

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitate
				Teoretic	După analize	
23	Magneziu	Magnezit	MgCO <sub>3</sub>	28,8		3,0
		Dolomit	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	13,2		2,9
		Carnalit	KCl·MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	8,7		1,6
		Kieserit	MgSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	17,6		2,6
		Bischofit	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	12,0		1,6
		Olivină	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	34,4		3,3
24	Mangan	Piroluzit	MnO <sub>2</sub>	63,2	55-63	4,7-5
		Manganit	MnOOH	62,5	50-62	4,2-4,3
		Psilomelan	mMnO·MnO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O		40-60	4,4-4,7
		Braunite	(Mn, Si) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,3	60-69	4,7-5
		Hausmanit	MnMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	72,0	65-72	4,7-4,9
		Rodocrozit	MnCO <sub>3</sub>	47,8	40-50	3,5-3,7
Rodonit	(Mn, Ca)SiO <sub>3</sub>	41,9	33-40	3,4-3,75		
25	Mercur	Cinabru	HgS	86,2		8-8,2
		Schwartzit	(Cu, Hg) <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>		pină la 17	5
26	Nichel	Nichelină	NiAs	43,92	40,6-44,98	8
		Cloantit	(Co, Ni)As <sub>3-4</sub>	28,14		6,7-7,2
		Pentlandit	(Fe, Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>	34,22	10-40	4,5-5
		Garnierit	(Ni, Mg) <sub>4</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O		4,3-36,1	2,3-2,8
27	Niobiu	Columbit	(Fe, Mn)(Nb, Ta) <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		22-54,5	5,3-7,3
		Fergusonit	Y(Nb, Ta)O <sub>4</sub>		20-32	4,3-6,2
		Loparit	(Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O <sub>3</sub>		pină la 8	4,7-4,9
		Piroclor	(Na, Ca) <sub>2</sub> (Nb, Ta, Ti) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH, F)		pină la 44	4-4,4
28	Platina și grupa platiniei	Paladium	Pd	44-47		11-12
		Newjanskit	(Ir, Os)			17-21
		Siserskit	(Os, Ir)			
		Ruteniu	(Ir, Os, Ru)			17-20
		Sperrylit	PtAs <sub>2</sub>	56,6	52,57-56,4	10,5
		Cooperit	PtS	86,29	82,2-85,6	9,4
29	Plumb	Galenă	PbS	86,6	82-86,6	7,5
		Bournonit	Pb·CuSbS <sub>3</sub>	42,5	40,2-43,85	5,8
		Boulangerit	Pb <sub>5</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>11</sub>	55,4	54,7-55,6	6,2
		Jamesonit	Pb <sub>4</sub> FeSb <sub>6</sub> S <sub>14</sub>	40,16	39-40	5,6
		Ceruzit	PbCO <sub>3</sub>	77,55		6,5
		Anglezit	PbSO <sub>4</sub>	68,3		6,1-6,4
		Piromorfit	Pb <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (Cl)	76,38		6,7-7,1
30	Reniu	Molibdenit	MoS <sub>2</sub>		pină la 0,33	
31	Rubidiu	Carnalit	KCl·MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O		0,015-0,037	
		Leptodolit	KLi <sub>1,5</sub> Al <sub>1,5</sub> [AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ](F, OH) <sub>2</sub>		1,19-3,46	

Nr crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
32	Seleniu	Galenă Pirită	PbS FeS <sub>2</sub>		pină la 1,23 urme	
33	Sodiu	Halit	NaCl	39,3		2,2
34	Staniu	Casiterit Stannin Cilindrit Tillit	SnO <sub>2</sub> Cu <sub>2</sub> FeSnS <sub>4</sub> Pb <sub>3</sub> Sb <sub>4</sub> Sb <sub>3</sub> S <sub>14</sub>	78,7 27,6 24,8 30,51	69-78 25,3-27,8 25,38 30,02-43,4	6,8-7,1 4,3-4,5 5,5 6,4
35	Stronțiu	Stronțianit Celestină	SrCO <sub>3</sub> SrSO <sub>4</sub>	59,3 47,7		3,7 3,9
36	Sulf	Sulf nativ Pirită Pirotină Gips	S FeS <sub>2</sub> Fe <sub>1-x</sub> S CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	100 53,4 36,5 232	50,7-53,3 38,2-39,5	2 52 4,6 2,3
37	Taliu	Pirită Vrbait	FeS <sub>2</sub> TlAs <sub>2</sub> SbS <sub>5</sub>	32,16	pină la 60,1-1 29,52	5,3
38	Tantal	Tantalit Fergusonit Loparit Piroclor	(Fe, Mn)(Ta, Nb) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> Y(Nb, Ta)O <sub>4</sub> (Na, Ce, Ca)(Nb, Ti)O <sub>3</sub> (Na, Ca) <sub>2</sub> (Nb, Ta, Ti) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> (OH, F)		43-68 1,6-22 pină la 1 pină la 77	6,5-8,2 4,3-6,2 4,7-4,9
39	Teluriu	Calaverit Silvanit Nagyagit Petzit Hessit Altait	AuTe <sub>2</sub> (AuAg)Te <sub>2</sub> Pb <sub>5</sub> Au(Te, Sb) <sub>4</sub> S <sub>5-8</sub> Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub> Ag <sub>2</sub> Te PbTe	56,4 62,6 32,87 37,1 38,0	56,9-57,87 60,4-62,4 18-30 33-31,9 36,8-38,4	9,0-9,4 7,9-8,3 6,8-7,5 8,7-9,0 8,1-8,2
40	Titan	Rutil Ilmenit	TiO <sub>2</sub> FeTiO <sub>3</sub>	60,0 31,6		4,2 4,7
41	Toriu	Thorit Monazit	TRSiO <sub>4</sub> (Ce, Th, La)PO <sub>4</sub>	71,7	2,02-24,1	4,6
42	Uraniu	Pehblendă	UO <sub>2</sub>	33,3	pină la 76,7	9,5

Nr. crt.	Element	Mineral	Formula	Conținutul elementului în mineral %		Densitatea
				Teoretic	După analize	
		Carnotit	$(K, Na, Ca, Pb)_2(UO_3)_2 \cdot VO_{42} \cdot 3H_2O$	52,7	54,6	4,5
		Uranofan	$Ca(UO_3)_2SiO_{43}(OH)_2 \cdot 3H_2O$	55,6	52,4–55,7	3,8–3,9
		Brannerit	$(U, Ca, Fe, Y, T) (Th, Fe)O_6$		7,5–27,5	4,5–5,4
13	Vanadiu	Patronit	$VS_4$	28,4	28–39	
		Descloizit	$ZnPb(VO_4)(OH)$	11,6	9,8–13,7	
		Vanadinit	$Pb_5(VO_4)_3(Cl)$	10,8	11,3–12,8	
		Carnotit	$(K, Na, Ca, Cu, Pb)(VO_3)_3 \cdot (VO_4)_2 \cdot 3H_2O$		4,38–16,1	2,9–3
		Roscoelit	$KV_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$		0,1–0,4	
		Titano-magnetit				
		vanadifer				
14	Wolfram	Wolframit	$(Fe, Mn)WO_4$	60,5		6,7–7,5
		Ferberit	$FeWO_4$	60,5		7,5
		Hübnerit	$MnWO_4$	60,7		7,1
		Scheelit	$CaWO_4$	63,8		6,0
15	Zinc	Blendă	$ZnS$	67,1	43,6–67	3,5–4,2
		Franklinit	$ZnFe_2O_4$		7–20,5	5–5,2
		Smithsonit	$ZnCO_3$	52,1		4,1–2,5
		Willemit	$Zn_2SiO_4$	58,6		3,9–4,2
		Hemimorfit	$Zn_4[SiO_7](OH)_2 \cdot 11_2O$	54,3		3,4–3,5
16	Zirconiu	Zircon	$ZrSiO_4$	49,7		4,5
		Baddeleyit	$ZrO_2$		până la 670	4,9–5,4
		Eudialit	$(Na, Ca)_6Zr[Si_6O_{12}](OH, Cl)$		până la 11	2,8–3,0

## BIBLIOGRAFIE

- A d a m s F. D., *The Birth and Development of the Geological Sciences*. New York, Dover Publ., 1938.
- A g r i c o l a G., *De natura Fossilium* (traducerea în limba engleză a ediției originale în limba latină din 1546, de I. A. Bandy). Geol. Soc. Amer. Spec. Pa, New York, 1955.
- A g r i c o l a G., *De Re Metalica* (trad. în limba engleză a ediției originale în limba latină din 1556, de L. H. Hoover), New York, 1950.
- A m s t u t z G. C., *A geometric classification of basic intergrowth patterns of minerals*. Am. Geol. Inst., 21.
- A n a s t a s i u N., *Corpurile de roci sienitice din Cristalinelul Seriet de Neamșu (Carpații Meridionali)*. Anal. Univ. București, 1973.
- A n a s t a s i u N., *Feldspații potasici din rocile grantitoide ale Masivului Ogradena*, St. Cerc. Geol. Geof., Geogr., ser. geol., 1, tom 16, București, 1971.
- A n a s t a s i u N., *Masivul granitoid Ogradena. Studiul petrografic și geochimic*. An. Inst. Geol., Geof., vol. XLIX, București, 1976.
- A n a s t a s i u N., *Minerale și roci sedimentare*, Ed. Tehnică, București, 1977.
- A n a s t a s i u N., Constantinescu E., *Obsevații mineralogice în rocile sienitice din Masivul alcalin de la Ditrău*, vol. comunicări, Geologie, Tipogr. Univ., București, 1975.
- A n a s t a s i u N., Constantinescu E., *Feldspații potasici din masivul alcalin de la Ditrău*. D.d.S., vol. LXIV, 14-36 (1976-1977).
- A n a s t a s i u N., Grigorescu D., *Authigenic feldspar in the carbonate rocks of the Black Schists formation (Eastern Carpathians)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.
- B a l l i n t o n i I., *Date și idet noi în legătură cu geneza zăcămintului de sulf nativ din M-ții Căлт-mant și cu fenomenele geologice din terenurile adiacente zăcămintului*, D.d.S., vol. LV, (1967-1968).
- B ä l a n M., *Contribuții la studiul mineralogic al zăcămintelor manganifere de la Jacobeni: Kutna-horitul din mina Argeștruf*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 1, tom 17, București, 1972.
- B e c k e F., *Akmit aus dem Elaeolithsyenit von Diträ.*, Siebenbürgen, T.M.P.M., 1, 1878.
- B e c k e F., *Ueber den Hesseit von Boteș, Siebenbürgen*, T.M.P. M., 3, 1881.
- B e r b e l e a c I., *Contribuțiuni privind cunoașterea aparatului vulcanic de la Uroi (M. Metalifer)*. D.d.S., XLVIII, 1962.
- B e r b e l e a c I., *Studiul petrografic și metalogenetic al regiunii Vălișoara*, An. Inst. Geol., 56, 1975.
- B e r b e l e a c I., *Alunții de la Vota*. D.d.S., LVII, 1970.
- B e r b e l e a c I., *Adularizarea andezitului cuarțifer din regiunile Vălișoara și Cordurea (Munții Metalifer)*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22, București, 1977.
- B e r b e l e a c I., David Margareta, *The augite from Poitana augite basalt (the Metalifer Mountains, Romania)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.

- Bercia I., Bercia Elvira, *Contribuții la studiul serpentinitelor din Banatul de sud*, An. Inst. Geol., Geof., 32, 1962.
- Berza T., Medeșan Alexandrina, Gheorghitescu D., *Calcamphiboles from skarns in the Tismana valley (Southern Carpathians)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., 1, tome 15, 1971.
- Betehtin A. G., *Curs de mineralogie* (traducere din limba rusă), Editura tehnică, București, 1953.
- Bolocan Gh., *Despre redarea numelor proprii dintr-o limbă în alta*, Lb. rom., X, 6, 582—587, (1961).
- Bowen N., *The evolution of igneous rocks*, Princeton, 1927.
- Brana V., *Zăcămintele metalifere ale subsolului românesc*, Editura științifică, București, 1958.
- Brana V., *Zăcămintele nemetalifere din România*, Editura tehnică, București, 1968.
- Breithaupt A., *Die paragenesis der Mineralien*, Freiberg, 1849.
- Buerger N. W., *The calcocite problem*, Scon. Geol., 26, 19—41, Lancaster, Pa., 1941.
- Buerger J. J., Buerger N. W., *Distribution of atoms in high chalcocite*, Science, 141, 276—277, New York, 1963.
- Buluceanu N., Bonea L., Botnarencu A., Stoicescu Gh., Stoicescu E., *Mineralizația cu telururi auro-argentifere din zăcămintul Băița-Niștru (Baia Mare)*, Rev. Min., 14, 5, 1963.
- Buțureanu V. C., *Curs de mineralogie*, p. III, Institutul de arte grafice, Iași, 1929.
- Buțureanu V. C., *Sur la composition chimique de la Riebeckite*, Anal. Univ. Iași, 2, 3—4, 1903.
- Cantunari St., *Notă preliminară asupra granitului cu riebeckit și egrin de la Muntele Carol (Iacod-Deal) și Piatra Roșie (jud. Tulcea)*, An. Inst. Geol., 4, 1911.
- Castel M., *Mémoire sur les mines et usines métalliques du Banat*, Annales des mines, tome XVI, Paris, 1869.
- Cădere D. M., *Fapte pentru a servi la descrierea mineralogică a României*, Mem. Acad. Rom. III, 3, 5; 4, 2, 4; 6 (1925, 1926, 1927, 1928).
- Ciofllica G., *Contribuții la cunoașterea fenomenelor de contact de la Măgureana Vafei (Munții Drocea)*, Stud. Cerc., ser. geol., 5, 3, 1960.
- Ciofllica G., *Studiul petrografic al formațiunilor eruptive din regiunea Căzănești-Ciungani (Munții Drocea)*, An. Inst. Geol., 32, 1962.
- Ciofllica G., Lazăr C., Udubașa Gh., *Unele particularități structurale ale complexului filonian de la Stănița (Munții Metalliferi)*, Stud. Cerc. Geol., 7, 2, 1962.
- Ciofllica G. et al., *Granații din skarnele de la Băița Bihorului*, Stud. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 12, 1, 1967.
- Ciofllica G., Istrate Gh., Ștefan A., Vlad Ș., *Contact metamorphism relates to Laramian magmatism in Romania*, Congresul Carpato-Balcanic, Kiev (în presa), 1977.
- Ciofllica G., Vlad Ș., *Outline on the present state of skarn knowledge in Romania*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.
- Ciofllica G., Vlad Ș., Volanschi Ernestina, Stoici S., *Skarnele magnezitene cu mineralizații asociate de la Băița Bihorului*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22, București, 1977.
- Codarcea Al., *Studiul geologic și petrografic al regiunii Ocna de Fier-Bocșa Montană (jud. Caraș, Banat)*, An. Inst. Geol., 15, (1931).
- Codarcea Al., *Mineralogie* (vol. I), *Cristalografie*, Editura Academiei, București, 1965.
- Codarcea Al., Codarcea M., Ianovici V., *Structura geologică a masivului de roce alcaline de la Ditrău*, Bul. șt. geol. geogr., 2, 3—4, 1957.
- Codarcea Al., Ianovici V., Petruțian N., *Asupra mineralizațiilor metalifere din unele roce ultrabazice din Carpații Meridionali*, Bul. șt. geol., geogr., 4, 2, 1952.

- Codarcea Al., Kissling Al., Kissling M., *Asupra ludwigitului de la Ocna de Fier*, Bul. št. geol. geogr., 2, 3—4, 1957.
- Constantinescu E., *Îdocrase de skarns de la Sasca Montană*, Anal. Univ. București, 1970.
- Constantinescu E., *Observații asupra skarnelor și mineralizației cuprifere laramice de la Sasca Montană*, Anal. Univ. București, 1971.
- Constantinescu E., *Tourmaline de la zone de Cioaca Înaltă (SO du Banat)*, Revue Roum. Géol., Géophys., Géogr., 20, 1, 1976.
- Constantinescu E., *Granații din skarnele de la Sasca Montană*, Anal. Univ. București, Științele naturii, 1976.
- Constantinescu E., *Mineralogia și petrologia magmatitelor laramice dintre Valea Nerei și Valea Radimniței*, Stud. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., nr. 1, 1977.
- Constantinescu E., *Studiul mineralogic al alterațiilor hidrotermale ale banatitelor de la Sasca Montană*, Anal. Univ. București, ser. geol., an. XXVI, 1978.
- Constantinescu E., *Determinarea microscopică a mineralelor*, Tipogr. Univ. București, 1979.
- Constantinescu E., *Atlas de curbe termice etalon*, Tipogr. Univ. București, 1979.
- Constantinescu E., *Metode fizice moderne de analiză a mineralelor*, Editura tehnică, București, 1979.
- Constantinescu E., *Phyllosilicates magnésiens de la zone d'altération hydrothermale des skarns de Stîndăpart*, St. tehn. ec., Inst. geol., ser. I., București, 1978.
- Constantinescu E., Anastasiu N., *Néphéline du massif alcalin de Ditrău*, Anal. Univ. Buc., XXVIII, 7, 1979.
- Constantinescu E., Anastasiu N., *Chemical-mineralogical investigations on the triassic lower cretaceous sedimentary rocks between the Nera and the Radimna Valleys*, Rev. roum. géol., géophys., géogr., ser. géol., 22, p. 121—127, București, 1978.
- Constantinescu E., Popescu Gh. C., *Clintonite des skarns d'Oravița — particularités de la composition chimique et de la structure cristalline*, St. tehn. ec., Inst. Geol., București, 1978.
- Correns C. W., *Einführung in die Mineralogie*, Berlin, Springer Verlag 1949.
- Cotta B., *Erzlagerstätten in Banat und Serbien*, Viena, 1864.
- Dana E. S., *Mineralogy*, New York, 1892.
- Dana S. A., *Textbook of Mineralog*, Fourth Edition, revised and enlarged by William E. Ford, New York, John Wiley & Soc. Inc., 1960.
- Deer, Howie, Zussman, *Rock-Forming Minerals*, vol. I—IV, London, 1960—1963.
- Dimitrescu R., *Observații asupra geologiei regiunii Cîrjelart (Dobrogea de N.)*, D.d.S., 42, 1959.
- Dimitrescu R., *Studiul geologic și petrografic al regiunii Arada-Muntele Mare*, D.d.S., 47, 1962.
- Dimitrescu R., Ioachim Gr., *Contribuții la cunoașterea granaților din partea de sud—vest a Masivului Muntele Mare*, D.d.S., LVIII, 1971.
- Dimofte C., *Observații geologice și petrografice în cristalinul versantului nordic al munților Făgăraș între Valea Oltului și Vîrfurile Surul*, Anal. Univ. București, 12, 37, 1963.
- Dobra Gh., Popescu Gh. C., *Nickel bearing serpentines of Musongati (Burundi)*, Rev. Roum. Géol., 23, 1, 63—68, București, 1979.
- Duparc L., Mrazec L., *Sur un schiste chloritoïde des Carpathes Arch. Sci., phys. nat.*, 116, Ref. Z. K., 1896, 25, 1893.
- Erdély J., *Hidrohalloysit (Hidroendellit) a halloysit csoport új ásványa Nagybányáról (Baia Mare, România), és a Mátrából*, Földt. Évl., Jel, 1959, 1962.
- Fleischer M., *Minor elements in some sulphide minerals*, Ec. Geol., part. II, 1965.
- Franzeanau A., *Anglesit von Felső Vissó, T-rajzt*, Fuz., 8, Z. K., 1885, 10, 1884.



- Frenzel G., *Ein neues Mineral: Idait*, Neues Jahrb. Min. Monat, 42, 1959.
- Gheorghiiță Ioana, *Studiul mineralogic și petrografic al regiunii Moldova Nouă (zona Sovorov — Valea Mare)*, St. tehn. ec., Inst. Geol., ser. I, II, București, 1975.
- Gheorghiițescu D., *Considerații privind mineralogia skarnelor cu mineralizații cuprifere de la Varad*, St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., seria geol., 17, 1, 49—66, București, 1972.
- Gheorghiițescu D., *Studiul mineralogic și geochimic al formațiunilor de contact termice și metasomatic de la Oravița (Sosovița)*, D.d.S. Inst. Geol., LXI, 1975.
- Găță Gh., *Contribuții la studiul metodelor de determinare a structurii și compoziției chimice a minereurilor argiloase din soluri și sedimente*, Com. Ses., 1963.
- Gherasi N., Dimitrescu R., Kasper U., Vulpescu G., *Contributions au problème des éclogites. Les éclogites des monts Ezer et Leaota (Carpathes Méridionales, Roumanie)*, T.M.P.M., Verlag, 1971.
- Ghica-Budești Șt., *Les plagioclases des banatites étudiés par la méthode Fédoroff*, Schw. Min. Petr., Mitt., 11, 1931.
- Ghika-Budești Șt., *Les Carpathes méridionales centrales (Recherches pétrographiques et géologiques entre le Partog et le Negoi)*, An. Inst. Geol., 20, 1940.
- Ghițulescu T. P., *Comunicare asupra zăcămintelor de minereuri de la Rodna Veche*, D.d.S., 18 (1929—1930), 1931.
- Ghițulescu T. P., *Note préliminaire sur les gisements métallifères de la région de courbure des Carpathes Orientales*, Bull. Acad. Roum., 21, 3—4, 1939.
- Ghițulescu T. P., Socolescu M., *Étude géologique et minière des Monts Métallifères (Quadrilatère aurifère et régions environnantes)*, An. Inst. Geol., 21, 1941.
- Ghițulescu T. P., Giușcă D., *Contribution à l'étude de la minéralisation des gisements de Bucium (distr. Alba)*, Bull. Acad. Roum., 20, 7, 1938.
- Giușcă D., *Sur quelques minéraux de Transylvanie*, Bull. Acad. Roum., 12, 6, 1929.
- Giușcă D., *Cristalochimie des silicates simples à terres rares*, Bull. Lab. Min., vol. I, 1934.
- Giușcă D., *La genèse du gisement aurifère de Săcărtmb*, C. R. Acad. Sci., 1, 3, 1963 a.
- Giușcă D., *Le chimisme de nagyagite*, Bul. Soc. Rom. Geol., 3, 1937 a.
- Giușcă D., *Les phénomènes des métamorphisme hydrothermal des roches paléozoïques des Monts du Bihor (Transylvanie)*, Bul. Lab. Min., 2, 1937 b.
- Giușcă D., *Un nouveau gisement des zéolithes dans les Monts du Bihor*, C. R. Acad. Sci., 8, 1945.
- Giușcă D., *Contribution à la connaissance des cornéennes du Bihor*, An. Inst. Geol., 23, 1950 b.
- Giușcă D., *Observații asupra mineralizațiilor cuprifere din masivul Highțș — Reg. Arad*, Anal. Univ. București, 16, 1957.
- Giușcă D., *Adularizarea vulcanitelor din regiunea Baia-Mare*, St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., 3, tom V, București, 1960.
- Giușcă D., *Observații asupra formațiunilor cristaline și metamorfismul de contact al granitelor din masivul Highțș*, St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., 2, tom VII, București, 1962.
- Giușcă D., *Contribuții la studiul mineralogic al zăcămintelor de mangan de la Răzoare și Deli-nești*, Stud. Cerc., 7, 3—4, 1962 b.
- Giușcă D., *Le xylotite dans la formation ferrugineuse de Palazu Mare (Dobrogea)*, Rev. Roum. Géol., Géogr., Géophys., 2, tome 15, 1971.
- Giușcă D., *La saponite ferrifère dans la formation ferrugineuse de Palazu Mare (Dobrodja)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., 1, tome 16, 1972.
- Giușcă D., *Ludovic Mrazec — profesor și petrograf*, Bul. Soc. Șt. Geol. R.S.R., vol. XIII, 1971.
- Giușcă D., *Petrologia rocilor endogene*, Editura tehnică, București, 1974.
- Giușcă D., Bacalu V., Popescu I. C., *Studiul mineralogic al zonei de oxidare a zăcămintului de sulfuri polimetalice de la Somova*, Anal. Univ. Buc., vol. XVI, nr. 1, 1967.

- Giuşcă D., Berbeleac I., Ionescu Olga, Volanschî E., *Considerații mineralogice și geochimice asupra zăcămintului de sulfuri polimetalice de la Brusturi (Munții Bihor)*, St. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr., ser. geol., 1, tom 18, 1973.
- Giuşcă D., Cioflîca G., Udubaşa G., *Metallogenesis associated to neogene volcanism in the Romantian Carpathians*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., ser. géol., 1, Tome 13, 1969.
- Giuşcă D., Manliici V., Ştiopol V., *Contributions à l'étude du gisement de Baia Sprte.*, Asoc. Geol. Carp. — Balc, Congr. V (1961), Com. şt., 2, Bucureşti, 1963.
- Giuşcă D., Pavelescu L., *Contribuții la studiul masivelor granitice de Suşța și Tismana*, Com. Acad., 3, tom V, 1955.
- Giuşcă D., Pavelescu L., *Contribuții la studiul cristalografic al mineralelor din zăcămintul de la Muşca*, Com. Acad. 4, 11—12, 1954.
- Giuşcă D., Bîloiu M., Ştiopol V., Rădulescu D., Dimitrescu R., *Studiul petrografic al masivului Poiana Ruscă de sud—vest*, D.d.S., 40 (1952—1953), 1956.
- Goldschmidt V., *Atlas der Crystallformen*, vol. 4, Universiät buchhandlung, Heidelberg, 1918.
- Goldschmidt V., *Pyrit von Porkura, Kts — Almas, Csetras*, Z. K. 38, 1904.
- Goldschmidt V., Philipp H., *Pyrit von Csetras*, Z. K., 36, 1902.
- Grigorescu D., *The petrography of the glauconitic quartzarenite in the Black Schists, nappe (The section of the Covasna valley)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., 2, tome 14, 1970.
- Grim E. R., *Clay Mineralogy*, New York, McGraw-Hill Book Company inc., 1953.
- Gurău A., Vişoiu I., Scarlat L., *Prezența fuchsitului în gabbrourele de Plavişvişa, Munții Almaşului, Banatul de Sud*, D.d.S., vol. LXIII, 1976.
- Gurău A., Gridan T., Samoilă I., *Asupra prezenței unor sulfosăruri de argint și germantu, în zăcămintul Roşta — Poient, jud. Alba*, D.d.S., vol. LXIII, 1976.
- Haidinger M. W., *Über den Felsöbánya, eine neue Mineralspezies*, Sitzungsber. Akad. Wien, 12, 1854.
- Haidinger M. W., *Der Kenngottht, eine neue Mineralspezies von Felsöbánya*, Sitzungsber. Akad. Wien, 22, 1856.
- Haidinger M. W., *Über den Häufnfeld von Ditrö*, Jb. R. A., 12, 1862.
- Iley M. H., *Au index of mineral species and variettes orranged chemically*, Brit. Museum (Nat. Hist.), London, 1955 (2nd Edition).
- Hirtopanu Paulina, Hirtopanu I., *Tephroite in the Sebeş — Cibin Mountains (the South Carpathians)*, Anal. Univ. Bucureşti, 1978.
- Howie R. A., *Current trends in mineralogy*, Earth Sc. Rev., vol. 3, p. 31—46, 1967.
- Iuică I., Pieptea Vasiliica, Neacşu Gh., *Date noi asupra clortoidului din formaţiunea de Schela (Carpaii Meridional Centrali)*, D.d.S., vol. LXI (1973—1974).
- Ianovici V., *Gabbro à olivine provenant de Pirtul Jolotca, Ditrău, district Ciuc*, Anal. Univ. Iaşi, 18, 1933 b.
- Ianovici V., *Étude sur le massif syénitique de Ditrău, région Jolotca, distr. Ciuc (Transilvanie)*, Rev. Muz. Cluj, 4, 2, 1934 a.
- Ianovici V., *Étude minéralogique sur les micas de la région de Voineasa*, Anal. Univ. Iaşi, 25, 2, 1939.
- Ianovici V., Giuşcă D., Ştiopol V., Bacalu V., *Studiul mineralizărilor din zăcămintele de baritită și sulfuri metalice în regiunea Somova*, Anal. Univ. Bucureşti, 15, 1957 a.
- Ianovici V., Giuşcă D., Ştiopol V., Mînzăraru L., *Studiul fizicografic al zăcămintului de sulfuri polimetalice de la Gemenea*, Anal. Univ. Bucureşti, 16, 1957 b.

- Ianovici V., Ştiopol Victoria, Măldărescu I., Popescu C. Gh., *Metalo-  
geneza chimică din Dobrogea de Nord*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 22,  
Bucureşti, 1977.
- Ianovici V., Neacşu Gh., *Asupra prezenţei nacritului în argilele llastice inferioare din  
Pădurea Craiului*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 13, 2 (1968).
- Ianovici V., Neacşu Gh., *La murgocite un nouveau minéral du groupe des hydrosilicates  
magnésienés*, Rev. Roum., sér. géol., 14, 1 (1970).
- Imreh J., *Noua ocurenţă de celestină de la Dumbrava şi Cluj*, Bul. Univ. Babeş-Bolyai, 1,  
1-2, 1957 b.
- Ionescu Bujor, *Über die kristallstruktur des Epidots I*, Zeitschrift für Kristallographie,  
Bd. 78, Heft 5/6, 1931.
- Ionescu Jana, *Studiul valorificării sientţelor alcaline nefeltnice de la Ditrău ca înlocuitor  
al feldspatului în industria ceramică*, St. Cerc., Geol., Geof., Geogr., ser. geol., vol. 8, 4,  
Bucureşti, 1963.
- Ionescu J., Popescu M., Întorsureanu I., *Prezenţa ludwigitului în skarnele  
de la Băişoara — Munţii Apuşeni*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 2, tom 16,  
Bucureşti, 1971.
- Istrate G., Medeşan Alexandrina, *Zeolites from the Vlădeasa Massif*, Rev. Roum.  
Géol., Géophys., sér. géol., tome 21, Bucureşti, 1977.
- Istrate G., Ştefan A., *Spurrite şi tilleyte în dealul Cornetu*, St. Cerc., ser. geol., 1978.
- Kerr P., *Optical Mineralogy*, Mc. Graw-Hill Co., 1977.
- Kenngott A., *Der Hörnest, ein neues Mineral aus dem Banat*, N. Jb. Min., 11, 1860.
- Kissling Al., *Studii mineralogice şi petrografice în zona de exoskarn de la Ocna de Fier (Banat)*.  
Editura Academiei, Bucureşti, 1967.
- Kittel Ch., *Introducere în fizica corpului solid* (trad. din limba engleză), Editura tehnică,  
Bucureşti, 1972.
- Kleinfeldt E., *Studien am Eisenglanz von Dognacska*, N. Jb. Min., B. B. 24, Ref. Z. K.,  
1910, 47, 1907.
- Koch Al., *Landorite de Felsöbánya*, Ann. Mus. Hung., 29, Ref. N. Jb. Min., partea I, 1928, 1926 b.
- Koch S., *Ludwigite from Ocna de Fier (Vaské, Banat, Romanta)*, Acta. Szeged. 13, 1960.
- Koch S., Grasselly G., *Altaït from Stăniţa (Sztantzsa, Romanta)*, Acta. Szeged, 4, 1950.
- Kraus E. Z., Goldberry J. P., *The chemical composition of bornite and its relation to  
other sulphosalts*, Am. J. Sci., 37, 539-553, 1914.
- Krautner H., *Azbestul crisoitite din serpentinitele Banatului de SE*, Stud. Cerc. Geol., 7,  
3-4, 1962.
- Krenner J. S. (A), *Tellursilber von Botes, in Siebenburgen*, T.-t. Kozl., 11, Ref. Z. K.,  
1880, 4, 1879.
- Krenner J. S. (A), *Bismutin von Moravicza*, T.-t. Közl., 14, Ref. Z. K., 1884, 8, 1882.
- Krenner J. S. (A), *Emplektit und der sogenannte Tremolit von Rézbánya*, F. K., 14, Ref.  
Z. K., 1886, 11, Ref. Verh. R. A. 1885, 1884.
- Krenner J. S. (A), *Miargyrit und Kenngottit von Felsöbánya*, Z. K. 32, 1894.
- Krenner J., *Berthiertit Felsöbányáról*, Math. t.-t. Ért. 45, 1928.
- Kullerud G., Yund R., *Cu-S system*, Geol. Soc. Am. Bull. 71, 1911-1912., 1960.
- Lacroix A., *Mineralogie de la France*, Paris, 1893.
- Laney A., *Metallic and Industrial Mineral Deposits*, McGraw-Hill Book Company, New  
York, 1966.
- Latiu V., *Contribuţiuni la studiul calcografic al minereurilor din filoanele metalifere ale Transil-  
vaniei. Asociaţiile paragenetice de la Rodna Veche*, Rev. Muz. Cluj, 3, 2, 1930.
- Latiu V., *Contribuţiuni la studiul petrogenetic al andezitului cu pseudobrookit şi cu incluziuni  
exogene de la Uroi (jud. Hunedoara)*, Rev. Muz. Cluj, 6, 1937.

- Latiu V., *Contribuții la studiul micrografic și negativ al minereurilor de mangan din masa zăcămintului de la Răzoare (Someș)*, Bul. Comunicări științifice și tehnice, 2, Inst. polit. Timișoara, 1956.
- Laves F., Hofner S., *Infrared spectra of feldspars*, Zeltsch. Krist., 108, p. 56—63, 1956.
- Laves F., Vishawansthan R., *Relation between the Axial Angle and Triclinicity of K-Feldspars and Their Significance for Definition of „Stable“ and „Unstable“ States of Alkali Feldspar Schw.*, Miner. Petr. Mitt, 47, 1., p. 147—162, Berna, 1967.
- Lazăr C., Întorsoreanu I., Popescu M., *Studiul petrografic al rocilor banatitice din zona Mașca — Băișoara (Munții Apuseni)*, D.d.S., vol. LVIII, 1971.
- Lerz H., *Über eine hydrothermale Paragenese von Anatas, Brookit und Rutil von Dorfer Keesfleck, Pragaten Osttirol*, N. Jb. Min. v. 11, 414—419, 1968.
- Lévy C., *Contribution à la minéralogie des sulfures de cuivre du type  $Cu_3XS_4$* , Mem. Bur. Rech. Geol. Min., 54, 1967.
- Lindgreen W., *The copper deposits of Clifton Morenci, district. Arizona*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 43, 370, Washington, 1905.
- Loczka J., *Chemische Analyse de Plumosits von Felsöbánya*, Ann. Mus. Hung., 6, Ref. Z. K., 1911, 48, 1908.
- Löw M., *Miargyrit von Nagybánya, F. K.*, 40, Ref. Z. K., 1914, 53, 1910.
- Lucca V., *Regiunea auriferă de la Someșul Rece, jud. Cluj*, Rev. Muz. Cluj, 6, 1—2, 1937.
- Lupel N., *Stineză geologică și de geologie minieră a munților Metaliferi*, Asoc. Geol. Carp. — Balc., Congr. (1961), Comunic. șt., 5, București, 1963.
- Mac Kenzie W. S., *The orthoclase-microcline inversion*, Mineralogical Mag., v. 30, 1954;
- Maler W. O., *Stilpnomelangeite des Locva-Kristallins (Rumänien)*, N. Jb. Miner. Abh., 110, 2, Stuttgart, 1969.
- Manilici V., *Contribuțiuni la studiul rocilor efuzive din zona Baia Sprie — Dănești — Trestia — Bloaja (Reg. Bata Mare)*, D.d.S., 46 (1958—1959), 1962.
- Manilici V., Roșca L., Apostolescu R., *Contribuții la studiul feldspaților plagioclazi ai rocilor efuzive din sectorul Baia Sprie — Cavnic — Bloaja (Baia Mare)*, Stud. Cerc., 6, 1, 1961.
- Mareș I., Mareș Ioana, Popescu Gh., Șeclăman M., *Asupra transformărilor care au loc în glauconitele sub acțiunea variațiilor de temperatură*, Com. Geol. III, 281—286, București, 1965.
- Marfunin S. A., *The relation between structure and optical orientation in potash-soda feldspars*, Inst. L. Mallada Curs. Y. Conf., fasc. 8, Madrid, 1962.
- Marka G., *Eintge Notizen über das Banater — Gebirge. Der Bergbau Moravica*, Jb. R. A., 14, 1869.
- Mastacan Gh., *Observațiuni asupra mineralizației de la Șotmuș — Hightș, reg. Arad*, Lucr. I.P.G.G., 4, 1958.
- Mastacan Gh., Mastacan Iulia, *Mineralogie*, Ed. Tehnică, București, 1976.
- Maucher A., Rehwald G., *Card index of Ore Photomicrographs*, Verlag., Frankfurt. 1962.
- Mauritz B., *Der Caneritit von Ditró*, Math. t.t. Ért. 30, ref. Z. K. 1920—1921, 55, 1912 &
- Măldărescu I. C., *Relations entre l'augite l'hypersthène dans certaines andesites de Bata Mare*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.
- Măldărescu I. C., *Studiul mineralogic și geochimic al mineralizațiilor de la Șuitor*, Univ. Buc., 1970.
- Măldărescu I., Măldărescu A., *Asupra unor probleme privind alterările hidrotermale din regiunea Bata Mare*, Anal. Univ. București, Geol., 1, 27—39, 1965.
- Măldărescu I. C., *Asupra limitelor de aplicabilitate ale metodei omogentzării incluziunilor fluide*, Mine, Petrol și Gaze, 27, 3, 140—143, 1967.

- Minzăraru Lidia, *Amfibolii și piroxenii din erupțiunile munților Bîrgău*, Anal. Univ. București, 11, 32, 1962.
- Mirza I., *Date asupra prezenței metahalloysitului în filonul Mihai de la Tarna Mare (jud. Satu Mare)*, Stud. Univ. Babeș-Bolyai, 1974.
- Mirza I., *Studiul calcografic preliminar al minereului cuprifer de pe valea Cloara (Baia de Arieș)*, Stud. Univ. Babeș-Bolyai, fasc. 2, 1972.
- Mirza I., Egri E., *Considerații genetice asupra nodurilor peridotice din bazaltale alcaline de la Muncelu Mic — Muncelu Mare (M-ții Poiana Ruscă)*, St. Cerc., Geol., Geogr., Geofiz., ser. geol., 1, tom 16, București, 1971.
- Mirza I., Ghergariu L., *Bentonitul de la Valea Chioarului (reg. Maramureș)*, Rev. Min., 14, 1, 1963.
- Mrazec L., *Note préliminaire sur un granite à riebeckite et aegyrtne des environs de Turcoala (Dobrogea)*, Bul. Soc. št., 8, 1899.
- Mrazec L., *Curs general de minerale și roci*, București, 1938.
- Mrazec L., *Progresul științei mineralogice în cei 40 de ani din urmă*, Bul. Lab. Min., vol. II, 1937.
- Mrazec L., *Programul analitic al cursurilor și lucrărilor practice pe lângă catedra de Mineralogie Generală a Universității din București*, Bul. Lab. Min., 1937.
- Mrazec L., Giușcă D., *Contributions à la connaissance de l'origine de l'épidote dans le granite (protogine) du Mont Blanc*, Bul. Lab. Min., vol. I, 1934.
- Mrazec L., Giușcă D., *Consideration sur l'origine de l'épidote et en particulier dans les roches magmatiques*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1, 1934.
- Mrazec L., Giușcă D., *Substanțe constitutive ale scoarței Pământului*, Tabele rezumative, București, 1943.
- Mureșan I., *Geologia și petrografia părții de NV a Munților Gilău*, Editura Academiei, București 1979.
- Mureșan M., *Contribuții la studiul mineralizației de lamprite a filonului 10 Antoniu (Valca Morii, Brad)*, D.d.S., 47 (1959—1960), 1962.
- Neacșu G., *Contribuțiuni la cunoașterea bentonitelor de la Pirova (Banat)*, D.d.S., 46, (1958—1959), 1962.
- Neacșu G., *La mrazécite un nouveau montmorillonite magnésien*, Rev. Roum., sér. géol., 14, 1, (1970).
- Neacșu Gh., Urcan T., 10,50 Å *Hydromica, a principal component of „Kaolin“ from the Harghita area*, Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, București, 1978.
- Neacșu Gh., Urcan T., Serghie Rodica, *Mg-Hydrothermal argillization in the Sasca Montană area*, Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, București, 1978.
- Neff O., *Über Antlmonit von Felsöbánya*, Beitr. zur Krystall. u. Mineral., 1 (1914—1918), Heidelberg, 1918.
- Nichita O., *L'augite des monts Cătlănt*, Anal. Univ. Iași, 23, 2, 1937.
- Nicolau Th., *L'étude cristalographique de l'oligiste trouvé par M. P. Pont près du village Crucca*, Anal. Univ. Iași, 3, 4, 1906.
- Nicolae Th., *La manganite d'Arșchitz*, Anal. Univ. Iași, 10, 1920.
- Oelsenr O. Habil., *Atlas der wichtigsten Mineralparagenesen im Mikroskopischen Bild Bergakademie, Freiberg*, 1961.
- Palache Ch., Berman H., Frondel C., *The System of Mineralogy*, vol. 1—2, ed. a VII-a, John Wiley, New York, 1963.
- Pascu R., *Zăcămintele de minereuri manganifere din regiunea Broșteni, jud. Neamțu*, An. Inst. Geol., 11, 1926.
- Pavelescu L., *Cercetări geologice în Munții Retezat*, D.d.S., 37, (1949—1950), 1953 c.

- Pavelescu L., *Contribuții la studiul petrografic al rocilor bazice și ultrabazice din D. Ursulut, Mastoul Lotrului*, Bul. șt., 7, 4, 1955 a.
- Pavelescu L., *Considerații mineralogice asupra unor șturturi cu silicați de mangan și fier din Munții Sebeș*, Com. Acad., 5, 2, 1955 b.
- Pavelescu L., *Cercetări geologice și petrografice în Munții Sebeș*, An. Inst. Geol., 28, 1955 c.
- Pavelescu L., *Petrografia rocilor sedimentare*, Editura didactică și pedagogică, București, 1966.
- Pavelescu L., *Contribuții la studiul amfibolilor din cristallnul getic*, St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., tom 19, București, 1974.
- Pavelescu L., *Geologia și petrografia regiunii Rușchița*, An. Inst. Geol., 31, 1958.
- Pavelescu L., Pavelescu Maria, *Contributions to the chemical and optical properties of cordierite from the Căpățina — Lotru Mts*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 19, București, 1975.
- Petrulian N., *Étude chalcographique du gisement de plomb et de zinc de Herja (Transilvanie, Roumanie)*, An. Inst. Geol., 16, 1934 a.
- Petrulian N., *Étude chalcographique du gisement aurifère de Roșia Montană (Transilvanie, Roumanie)*, An. Inst. Geol., 16, 1934 b.
- Petrulian N., *Étude chalcographique des chromites du Banat*, Bul. Soc. Rom. Geol., 2, 1935.
- Petrulian N., *Les minerais de cobalt de la Valea lui Neguleț (Bădeni — Ungureni)*, An. Inst. Geol., 17, 1936 a.
- Petrulian N., *Le gisement aurifère de la Valea lui Stan*, An. Inst. Geol., 17, 1936 b.
- Petrulian N., *La minéralisation aurifère de Vitrul Negrii*, Bull. Acad. Rom., 24, 1, 1942.
- Petrulian N., *La pyrrhotine nickélifère de Ciungani, Monts de Drocea, Transilvanie*, Bull. Acad. Roum., 25, 1943.
- Petrulian N., Brana V., *Asupra mineralizației cuprifere de la Mușca (Patrolaterul aurifer)*, Com. Acad., 2, 11—12, 1952.
- Petruș I., Kasper U. H., *Surface structures of sphalerite crystals from Rodna Veche ore deposit (Romania)*, N. Jb. Miner. Mh., Stuttgart, 1970.
- Petruș I., *The divided structure of crystals. Secondary structures and habits*, N. Jb. Miner. Abh., Stuttgart, 1974.
- Petruș I., *Studiul cristalografic și mineralogic al piritei sedimentare*, Univ. București, 1974.
- Pieptea V., Neacșu G. h., *Macrocristals of a well-ordered triclinic kaolinite from Moldova Nouă (Banat)*, Stud. tehn. ec., seria I, nr. 14, București, 1978.
- Pitulea G., Tănăsescu Fl., Minzăraru Lidia, *Asupra prezenței witheritului în zăcămintul de barită de la Ostra*, St. Cerc., 8, 3, 1963.
- Pomirleanu V., *Cercetări experimentale cu privire la temperatura de formare a cristalelor de cuarț din zăcămintul hidrotermal de la Herja (reg. Baia Mare)*, Bul. șt., 2, 3—4, 1957.
- Poni P., *Mineralele de la Bădenii-Ungureni*, An. Blr. geol., 2, 1, 1884.
- Poni P., *Étude sur les minéraux de la Roumanie*, Anal. Univ. Iași, 1, 1, 1900.
- Popescu G. h. G., *The role of epitaxy in the oriented disposition of pyrite and magnetite in the copper-bearing ore of Bălan*, Rev. Roum., Géol., Géophys., Géogr., sér. Géol. 2, tome 15, 1971.
- Popescu G. h. G., *Studiul formațiunilor cristaline cu sulfuri metalice din zona Bălan, Munții Hăghimaș, Ciuc, MMFG, ODPT, Studiul de sinteză*, București, 1974.
- Popescu G. h. C., *Asupra prezenței maucheritului în mineralizația de nichel de la Bădeni (M. Leaota)*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., 13, 2, 431—435, București, 1968.
- Popescu G. h. C., *Observații asupra citorva aspecte morfologice ale unor cristale din zăcămintul Herja (Baia Mare)*, Anal. Univ. Buc., 1964.
- Popescu G. h. C., *Asupra constituțiilor de Ni și Co din unele pirite din cadrul seriei metamorfice a Carpaților Orientali*, Anal. Univ. București, 1970.

- Popescu Gh. C., *Relația dintre compoziția cloritelor și mineralele asociate în zăcămintele de sulfuri din șisturile cristaline de la Altin Tepe și Bălan*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr. 20, 2, 171–178, București, 1978.
- Popescu Gh. C., Constantinescu E., *Observații mineralogice asupra skarnelor și mineralizațiilor din regiunea Oravița*, Anal. Univ. București, geol., an XXVI, 1977.
- Popescu I., *Contribuții la studiul calcitelor din R.P.R.*, Anal. Univ. București, 20, 1958.
- Rafaleț Angela, *Notă asupra rocilor din aureola de contact a masivelor granodioritice de la Pietroasa și Budureasa (M-ții Bihor)*, Asoc. geol. Carpato-balcanică, Congr. al V-lea (1961), Comunic. șt., 2, 1963.
- Ramdohr P., *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*, Akad. Verlag, Berlin, 3-e Auflage, 1960.
- Ramdohr P., Udubașa Gh., *Frohbergit – Vorkommen in den Golderzlagertstätten von Săcărlimb und Fața Băii (Rumänien)*, Mineral. Deposita, Springer – Verlag, 1973.
- Ramdohr P., Strunz H., *Klockman's Lehrbuch der Mineralogie*, ediția a 12-a prelucrată, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1967.
- Rankama K., Sahama T., *Geochemistry* (traducere din limba engleză), Editura tehnică, București, 1970.
- Rădulescu D., *Petrografia rocilor sedimentare*, Editura didactică și pedagogică, București, 1965.
- Rădulescu D., *Observații asupra variației compoziției feldspaților plagioclazi zonați*, Bul. șt., 4, 2, 1952.
- Rădulescu D., *Contribuții la studiul mineralogic al depozitelor saline din R.P.R.*, Rev. Min. Buc., 4–5, 1954.
- Rădulescu D., *Einge auf rumänischen Salzlagertstätten erstmalig festgestellte Minerale*, N. Jb. Min. Mh., 10, 1958 a.
- Rădulescu D., *Studiul petrografic al formațiunilor eruptive din regiunea Setni – Îlba – Nistru (Baia-Mare)*, An. Inst. Geol., 31, 1958 b.
- Rădulescu D., *Cercetări mineralogice în zăcămintul de săruri de potasiu și magneziu de la Tg. Ocna-Găleanu*, St. Cerc., 5, 3, 1960.
- Rădulescu D., *Contribuții la cunoașterea lotritelor din R.P.R.*, Com. Acad., 11, 1, 1961.
- Rădulescu D., *Contribuții la cunoașterea mineralelor din zăcămintele de mangan din Moldova de Nord*, D.d.S., 43 (1955–1956), 1962.
- Rădulescu D., Anastasiu N., *Originea, dinamica și diagenesa sedimentelor*, Tip. Univ., București, 1979.
- Rădulescu D., Dumitrescu R., *Mineralogia tipografică a României*, Ed. Acad., București, 1966.
- Rădulescu D., Ignat V., *Neotokit in den Mangan-Erzen von Jakobeny (Rumänien)*, N. Jb. Min., Mh. 2–3, 1958.
- Roman D., *Masivul eruptiv de la Greci (jud. Tulcea, Dobrogea)*, An. Inst. Geol., 7, 1817.
- Russo Dolina, *Contribuții la cunoașterea feldspaților plagioclazi din vulcanitele neogene din regiunea Bata Mare*, St. Cerc. Geol., Geof., ser. geol., 1, tom 17, București, 1972.
- Sandru R. D., *Contribuții la studiul oxidurilor de mangan*, Lucr. I.P.G.G., 6, 1960.
- Savu H., *Cercetări petrografice în cristalinul Masivului Drocea*, D.d.S., 44 (1956–1957), 1962 c.
- Savu H., *Contribuțiuni la cunoașterea zăcămintelor de mangan din regiunea Delinești (M. Semeinic)*, D.d.S., 46 (1958–1959), 1962 d.
- Savu H., Colios Elena, *Manganiferous ferromuscovites from the southern carpathians (Romania)*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 21, București, 1977.
- Savu M., *Une dannemorite asbestiforme de Șarul Dornet*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1932, 1, 1932 b.
- Saulea-Bocea E., *La constitution minéralogique du sable alluvial de Planul de Sus (dist. Alba, Roumanie)*, Anal. Univ. Iași, 21 (1935).

- Schmidt A., *Über den Bournonit von Nagybánya*, *T-raizi Füz*, 14, Z. K. 1892, 20, 1891.
- Schneiderhöhn II., *Erzmikroskopisches Practikum*, Stuttgart, 1952.
- Schneiderhöhn II., *Die Erzlagerstätten*, Jena, 1958.
- Schouten C., *Determination tables for ore microscopy*, Elsevier, Amsterdam, 1962.
- Seki Y., *Relation between chemical composition and lattice constants of enidole*, *Am. Min.*, 44, 1959.
- Slavik Fr., *Note sur l'antophyllite manganésifère des mines de Jacobeni — Arșița*, *Anal. Univ. Iași*, 15, 1928.
- Smith V. J., *Feldspar Minerals* (2 vol.), Springer Verlag, Berlin, 1974.
- Smykatz Kloss, *Differential thermal analysis.*, New York, 1975.
- Socolescu M., *Les gisements de fer et de manganèse dans la parti supérieure du bassin de l'Arieș*, *C.R.d.S.*, 26, (1937—1938), 1941.
- Socolescu M., *Les affleurements de minerai de la région de Vatra — Șoimu — Buceava — Săvrșin — Zam (départ. de Hunedoara et d'Arad)*, *C.R.d.S.*, 28 (1939—1940), 1944.
- Socolescu M., *Asupra geologiei regiunii Băile Borșei*, *D.d.S.*, 36 (1948—1949), 1952.
- Socolescu M., Andronescu A., Duma N., *Not observații mineralogice privind mineralizația polmetalică din zăcămintul Ilba — Hondal*, *Rev. Min.*, 13, 10, 1962.
- Socolescu M., Bonea L., Haiduc P., *Contribuții la cunoașterea mineralizației cuprifere de la Pitrul lui Avram (M. Apuseni)*, *Rev. Min.*, 14, 9, 1963.
- Socolescu M., Butucescu N., Popescu Th., Samoilă I., Teodorescu D., Dragila N., *Contribuții la cunoașterea mineralizației stanifere din minereul de la Baia Borșa — Burloaia*, *Rev. Min.*, 13, 11, 1962.
- Socolescu M., Diaconu F., Kissling M., *Contribuții la cunoașterea genezei mineralizației din Valea Blaznel*, *Rev. Min.*, 12, 6, 1961.
- Socolescu M., Ghițulescu T. P., *Les gisements sédimentaires d'or d'âge tertiaire dans les Monts Apuseni*, *C.R.d.S.*, 23 (1934—1935), 1940.
- Socolescu M., Superceanu C., *Nol mineralizații cuprifere cu domeykit și algodonit în Munții Metalici*, *Rev. Min.*, 11, 10, 1960.
- Sorensen H., *The Alkaline Rocks*, John Willey, London, 1974.
- Stanciu V., *Talcul de la Certșor*, *Rev. Muz. Cluj*, 1, 1, 1925 a.
- Stanciu V., *Formele cristaline ale ceruzitelor de la Dognecea și Roșia Montană*, *Rev. Muz. Cluj*, 1, 1, 1925 b.
- Stiopol Victoria, *Geochimie*, Editura didactică și pedagogică, București, 1963.
- Stiopol Victoria, *Studiul mineralogic al mineralizațiilor complexe din zăcămintele filonieniene din Munții Țibleș*, *Anal. Univ. București*, 10, 1956.
- Stiopol Victoria, *Studiul mineralogic și geochimic al complexului filonian din Munții Țibleșului*, Ed Acad. R.P.R București, 1962.
- Stiopol Victoria, Măldărescu I., Popescu Gh., Martinof Gh., *Cerțelu ore deposits (North Dobrogea) — a new model on its formation*, *Rev. Roum. Géol., Géoph., Géogr.*, sér. géol., 20, 2, 184, 1976.
- Stoicovici E., *Contribuții la cunoașterea nisipurilor aluvionare din Munții Apuseni*, *Rev. Muz., Cluj*, 6, 1—2, 1937.
- Stoicovici E., *Nouvelle occurrences de barytine dans la NW de la Roumanie*, *An. Inst. Geol.*, 23, 1950.
- Stoicovici E., *Contribuții la cunoașterea mineralelor cu titan. I. Nisipurile titanifere*, *Bil. Univ. Babeș-Bolyai*, 1—2, 1957.
- Stoicovici E., Ghergariu L., Mirza I., *Studiul unor iviri de fosforit diagenetic din R.P.R.*, *Stud. Cerc.*, 7, 3—4, 1962.
- Stoicovici E., Moțiu A., *Caracterul mineralogic și structural al cromitelor din Band*, *Stud. Univ. Babeș-Bolyai*, 1960.



- Stoicovici E., Mureşan I., *Zăcămintele de minereuri de fier și modul de formare a acestora*, Rev. Min., 13, 3, 1962.
- Streckeisen A., *Das Nephelinsyenit Massiv von Ditrö*, Schw. Miner. Petr., Mitt., 54., 1, Berna (1952—1954).
- Streckeisen A., *Das Nephelinsyenit-Massiv von Ditrö (Siebenbürgen)*, I, II, Schw., Min. Petr. Mitt., 32, 34, 1952, 1954.
- Streckeisen A., Giuşcă D., *Der Nephelin-Cancrint-Syenit von Orşova (Rumänien)*, Bul. Soc. Rom. Geol., 1, 1932.
- Strunz N., *Mineralogische Tabellen*, ed. a 3-a, Leipzig, 1957.
- Sundius N., *The classification of the hornblendes and the solid solution relation in the amphibole group Sverig*, geol. Unders. Arbok, 40, 4, 1, 1946.
- Superceanu C., *Noi aparițiuni de scheelit în zăcămintele de contact din provincia geochimică a banatitelor*, Rev. Min., 7, 4; 5; 7,6; 1956 b.
- Superceanu C., *Studiu calcografic asupra mineralizației cuprifere de la Deva, Transilvania*, Rev. Min., 9, 3, 1958 a.
- Superceanu C., *Skarne vesuvianice și granatice cu conținut de beriliu și bor în zăcămintul de contact de la Ciclova — Banatul de sud-vest*, Rev. Min., 9, 12, 1958 b.
- Şeclăman M., *Two types of myrmekite and their genesis*, Rev. Roum. Géol., Géophys., Géogr., sér. géol., tome 20, nr. 1, 1976.
- Şeclăman M., *Contribuții la cunoașterea myrmekitelor*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., tom 16, 1971.
- Şeclăman M., *Contribuții la cunoașterea structurilor grafice*, Stud. Cerc. Geol., 1, 16, 133—146, 1971.
- Şeclăman M., Constantinescu E., *Metasomatic origin of some micrographic intergrowths*, Amer. Min., vol. 57, no. 5—6, 1972.
- Ştefan A., *Studiul petrografic al părții de est a Masivului eruptiv Vlădeasa*, Univ. București, 1977.
- Ştefan A., Istrate G., *Gehlenit în skarnele de la Măgureaua Vajet*, St., Cerc. Geol., 1978.
- Thorez J., *Phyllosilicates and clay minerals*, Ed. G. Lelotte. B., 4 820 Dison Belgique, 1975.
- Tokody L., *Violantit von Kisbánya*, Schw. Min. Petr. Mitt., 29, 1949 b.
- Tokody L., *Elaterit von Borpatak — Valea Borcutului, Rumänien*, N. Jb. Min. Mh., 12, 1963.
- Tokody L., Vavrınecz G., *A vasköt ankerit és cosalit*, F. K., 65, 1935.
- Treiber I., *Hematita din Munții Călmăni*, Stud. Cerc. Geol. Geogr., Cluj, 7, 1—4, 1956.
- Trif A., *Sitimanitul de pe valea Ierii*, Stud. Cerc., Cluj, 3, 1—2, 1952.
- Trifulescu M., Mureşan M., *Azbestul crizolitic din Banat și vestul Olteniului*, D.d.S., 47, (1959—1960), 1962.
- Tröger B. W. E., *Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*, Stuttgart, 1952.
- Turner J. Fr., Verhoogen L., *Petrologie magmatică și metaforică* (traducere din limba engleză), Editura tehnică, București, 1967.
- Udubaşa G., *Mackinawit și calcoprotină în minereurile eptgenetice de la Rodna, Carpații Orientali*, D.d.S., vol. LXII (1974—1975), 45—57.
- Udubaşa G., *Listvenitele din Banatul de sud (Regiunea Eibenthal — Bala Nouă)*, St. Cerc. Geol., Geof., Geogr., ser. geol., 2, tom 15, 1970.
- Udubaşa G., Medeşan Alexandrina, Ottemann J., *Über Geochemie und Einfluss von Fe, Mn, Cd und Cu auf die Gitterkonstante natürlicher Zinkblendes*, N. Jb. Miner. Abh. 121, Stuttgart, 1974.
- Udubaşa G., Istrate G., Dafin E., Braun A., *Mineralizațiile polimetalice de la Bocea (N. de Săcărmb, Munții Metaliferi)*, D.d.S., vol. LXII, 97—124, 1976.

- Udubaşa G., *Hydrothermal rutile in the Barza-Carpen gold bearing ore deposit, Metaliferi Mountains, D.d.S., LXIV, 1978.*
- Uytenbogaardt W., Burke J. A. E., *Tables for microscopic identification of ore minerals, (Ed. II) Elsevier., Amsterdam, 1971.*
- Vendl M., *Kalkspat von Vaskö, Antimonit von Handal, F. K., 51—52, 1922.*
- Vlăd N. Ş., Vasiliu Cecilia, *Some chemical characteristics of the pyroæntic skarns from Dognecea, Banat, Romania, Norsk, Geol. Tidsskrift, vol. 49, nr. 4, 1969.*
- Vlăd Ş., *Mineralogeneza skarnelor de la Dognecea, Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1974.*
- Wahlstrom E., *Igneous Minerals and Rocks, Departament of Geological Sciences, University Colorado, 1969.*
- Watanabe T., *Kotoll, ein neues gesteinsbildendes Magnesiumborat, T.M.P.M., 50, 1939.*
- Weinschenk E., *Über etnen eigenartn ausgebildeten Diopsid von Morawleza (Vaskö), T.P.P.M. 23, Ref. Z. K. 1906, 41, 1903.*
- Willar L. R., Rapp G. R., Weber J. R., *Encyclopedia of minerals, Van Nostrand RT Reinhold, New York, 1974.*
- Winchell H., *The composition and physical properties of garnet, Am. Min., 43, 1958.*
- Winchell A. N., Winchell H., *Elements of Optical Mineralogy, New York, 1957.*
- Wright T., *X-ray and Optical Study of Alkali Feldspar, Amer. Miner., 53, Washington, 1968.*
- Zimanyi K., *Über den rosenrothen Aragonit von Dognácska im Comitate Krasso — Szörény, Z. K., 31, 1899.*
- Zimanyi K., *Über den Tetraedrit vom Botes — Berge, Z. K., 34, 1901.*
- Zsivny V., *Über das Vorkommen des Semseyits unde Fizelyits in Nagybánya, K. F., 73, 1943.*
- Zussman J., *Physical Methods in Determinative Mineralogy, Academic Press. London, 1969.*
- \* \* \* *International Tables for the Determination of Crystal Structures, New York, 1935.*
- \* \* \* *Istoria ştiinţelor în România: geologia, geofizica, geodezia, geografia, Ed. Acad. R.S.R., Bucureşti, 1977.*

## INDEX DE MINERALE<sup>1</sup>

### A

- Acantit* 781, 784  
*Acmit* sin. *egirin*  
*Acrochordit* 409  
*Actinot* 521, 524, 789  
*Adamit* 408  
*Adelit* 407  
*Aderpertite* 590  
*Adular* 587, 599, 789, 793  
*Afrosiderit* sin. *brunsvigit*  
*Agalmatolit* var. *pirofililit* 561  
*Agat* var. *calcedonie* 639  
*Aguilarit* 58, 67  
*Aikinit* 61, 137  
*Akermanit* 469, 496, 778, 789  
*Alabandină* 58, 77, 763  
*Alascait* 63  
*Alaun de amoniu* 347, 366  
*Alaun de potasiu* 347, 365  
*Alaun de sodiu* 347, 365  
*Albit* 587, 599, 604, 779, 782, 789, 793  
*Alexandrit* var. *crisoberil* 232  
*Algodonit* 57, 65  
*Allactit* 407  
*Allanit* 469, 493, 790, 797  
*Allemontit* 29, 44  
*Alluaudit* 404  
*Almandin* 468, 477, 789  
*Alofan* 539, 546, 784  
*Alstonit* 276, 303  
*Altait* 58, 76, 762, 800  
*Aluminit* 349  
*Alumohidrocalcit* 277  
*Alunit* 348, 378, 789, 796, 784  
*Alunogen* 348, 376  
*Amarantit* 349  
*Amarillit* 347  
*Amazonit* var. *microclin* 598  
*Ambligonit* 407, 432, 673, 798, 784  
*Amesit* 541, 789  
*Ametist* 636  
*Amfiboli* 521, 773, 784  
*Amfigen* sin. *leucit*  
*Amiant* var. *tremolit* 524  
*Amonioborit* 328  
*Amoniojarosit* 348  
*Ampangabeit* 158
- Analbit* 589  
*Analcit* 587, 617, 789  
*Anapait* 406  
*Anatas* 155, 188, 773, 781, 789  
*Anauxit* 539, 545  
*Ancilit* 277, 321  
*Andaluzit* 468, 482, 773, 789, 793  
*Andersonit* 276  
*Andeztn* 587, 604  
*Andorit* 62, 145  
*Andradit* 468, 477, 789  
*Andrewsit* 407  
*Anglezit* 346, 358, 779, 781, 799  
*Anhidrit* 346, 359, 773, 778, 779, 781, 789, 793  
*Ankerit* 276, 299, 779, 784  
*Annabergit* 406, 425, 673  
*Annit* 540, 576  
*Anortit* 587, 604, 779, 782, 789, 793, 794  
*Anortoză* 587, 599  
*Anthoinit* 391  
*Antigorit* 540, 552, 789  
*Antimonit* sin. *stibină*  
*Antimoniu* 29, 45, 762, 796  
*Antipertite* 603  
*Antlerit* 348, 377  
*Antofilit* 521, 522, 780, 789  
*Apatit* 408, 438, 778, 789, 798  
*Aphthitalit* 346, 351  
*Apjohnit* 348  
*Apofilit* 541, 585  
*Aragonit* 276, 293, 784, 789, 793  
*Aramayoit* 62, 140  
*Arcanit* 346, 351, 781  
*Ardealit* 350, 411  
*Arfvedsonit* 521, 535  
*Argentit* 58, 67, 762, 796  
*Argentopirita* 59, 93  
*Argentojarosit* 348  
*Argent* 29, 32, 762, 780, 792, 794, 796  
*Argirodit* 61, 123  
*Argiropirita* 59, 93  
*Arizonit* 158, 245  
*Arrojadit* 405  
*Arsen* 29, 43, 762  
*Arseniopleit* 408  
*Arseniosiderit* 410  
*Arsenobismit* 408

<sup>1</sup> Numărul paginii la care este descris mineralul apare specificat prin caractere aldine.

Arsenoclasit 407  
*Arsenolamprit* 29, 44  
*Arsenolit* 154, 175  
 Arsenopirită sin. mispichel  
 Artinit 277, 784  
 Arzrunit 262  
 Asbolan var. wad **185**  
*Ascharit* 328, **339**, 797  
 Aschroftin 588  
*Astrofilit* 469, **489**  
*Atacamit* 261, **271**  
 Atelestit 407  
 Attapulgit 789, 784  
 Augelit 408  
*Augit* 506, **513**  
*Aur* 29, **30**, 762, 792, 794, 796  
*Auricalcit* 277, **311**, 784  
*Auripigment* 59, **98**, 762, 781, 792, 796  
 Aurosmiridiu 29  
 Austinit 407  
*Autunit* 410, 672  
 Aventurin var. cuarț **636**  
 Avogadrit 261  
*Axinit* 469, 496  
*Azurit*, 277, **315**, 779, 789, 798, 784

## B

*Badenit* 59, **98**  
*Baddeleyit* 155, **193**, 801  
 Bakerit 328  
*Banalsit* 587, **610**  
 Bandyilit 328  
 Bararit 262  
*Barbertonit* 156, **210**  
 Barbierit 599  
*Baritină* 346, **353**, 773, 778, 779, 781, 789, 796  
*Baritocalcit* 276, **303**  
 Baritofilit var. cloritoid **578**  
*Barkevikit* 521, **528**  
 Basaluminit 349  
 Bassanit 347  
 Bassetit 410  
 Bastit **509**  
*Bastnăsit* 277, **320**, 797, 784  
 Baumhauerit 62  
*Baurit* 156  
 Bavalit sin. dafnit  
 Bayldonit 409  
 Bayleyt 276  
 Beaverit 348  
*Becquerelit* 155, **198**  
 Beegerit 61  
*Beidelit* 539, **552**, 789  
*Bellingerit* 341, **342**  
*Benitoit* 469, **505**  
 Benjaminit 62  
 Beraunit 410  
 Berezovit 387  
*Beril* 469, 497, 778, 789, 797  
 Berilonit 405  
 Berlinit 405

Bermanit 410  
*Berthierit* 63, **149**, 762, 796  
 Berthonit 61  
 Bertrandit 797  
*Berzelianit* 58, **68**  
*Berzeliit* 405, **414**  
*Betafit* 158, **255**, 763, 783  
 Beudantit 411  
*Beyerit* 277, **318**  
 Bianchit 347  
 Bieberit 347  
 Bilinit 348  
*Biotit* 540, **573**, 773, 789, 784  
*Bischofit* 260, **269**, 799  
*Bismit* 155, **192**  
 Bismoclit 261  
*Bismut* 29, 45, 762, 781, 797  
*Bismutină* 59, **100**, 797  
 Bismutit 277, 762, 797  
*Bismutotantalit* 157, **241**  
*Bixbyit* 154, **178**, 764  
 Bjelkit var. cosalit **143**  
*Blendă* 58, **77**, 763, 780, 781, 792, 794, 797, 798, 801, 784  
 Blödit 346  
 Bobierit 406  
*Böhmrit* 155, **206**, 789, 795, 784  
 Bolcit 261  
 Boothit 347  
*Boracit* 328, **340**  
*Borax* 328, **334**, 797, 784  
 Borickit 409  
*Bornit* 58, **73**, 762, 780, 798, 784  
 Bort var. diamant **52**  
 Botallackit 261  
 Botriogen 349  
*Boulangierit* 62, **139**, 762, 796, 799, 784  
*Bournonit* 61, **135**, 763, 798, 799  
 Boussingaultit 346  
 Bradleyit 277  
 Braggit 59  
 Brandtit 406  
*Brannerit* 158, **246**, 763, 801  
*Braunit* 154, **178**, 763, 799  
*Bravoit* 60, **106**, 764  
 Brazilianit 408  
*Breithauptit* 59, **90**, 763  
*Brewsterit* 633  
*Brochantit* 348, 376, 798  
*Bromellit* 154, **165**  
*Bromirit* 260, **266**, 778  
*Bronzit* 506, **507**  
*Brookit* 155, **189**, 773, 789  
*Brucit* 155, **201**, 779, 789, 784  
*Brugnatellit* 156, **211**, 784  
 Brunsvigit var. clorit **582**  
 Brushit 405  
 Buetschliit 276  
 Bunsenit 154  
 Burkeit 350  
 Bursait 768  
 Bustamit 469

utlerit 349, 383  
uttgenbachit 349  
ytownit 587, 604

## C

acoxenit 411  
adwaladerit 261  
ahnit 329  
alamină sin. hemimorfit  
alaverit 60, 119, 781, 796, 800  
alcantit 347, 369, 779  
alcedonie 639  
alcedonit var. calcedonie 639, 739  
alcioferit 410  
alcioancilit 321  
alciovolborthit 407  
alcit 275, 279, 773, 778, 779, 782, 789,  
793, 784  
alcoalunit 349, 380  
alcoamplit var. piroclor 239  
alcocianit 346  
alcofanit 157, 762  
alcofilit 411  
alcopirită 58, 81, 763, 780, 781, 797,  
784  
alcopirotină 780  
alcosiderit 410, 451  
alcostibit 62, 141, 763  
alcozină 58, 70, 762, 780, 781, 794,  
797, 784  
aledonit 350, 386  
alomel 260  
amselit sin. ascharit  
ancrinit 587, 621, 779  
anjeldit 61, 123  
apolinit 539, 541, 789, 796, 784  
aracolit 348  
arbonat apatit 408, 438  
arbonado var. diamant 52  
arminit 409  
arnalit 261, 272, 799  
arneol var. calcedonie 639  
arnotit 410, 456, 801  
arrollit 59, 97, 762  
arfosiderit 348  
aryinit 405  
asiterit 155, 185, 764, 773, 800  
elestină 346, 356, 778, 781, 789, 793, 800  
elsian 587, 608, 779  
eruleit 409  
eruzit 276, 297, 799  
ervantit 155, 191  
esarolit 157, 237  
habazit 588, 630, 789  
hamosit 541, 789, 798  
henevixit 408  
hessylit sin. azurit  
hildrenit 409, 449  
iolit 262  
iviatit 63  
ondrodit 676, 681  
urchit 406  
lindrit 63, 800

Cinabru 59, 95, 794, 799  
Citrin var. cuarț 636  
Clarkeit 155, 198  
Claudetit 154, 176  
Clausthalit 58, 76  
Cleavelantit var. albit 589  
Cleveit var. uraninit 194  
Cliachit var. bauxită (mineraloid) 754  
Clinoclaz 407  
Clinoclor 541, 789  
Clinoenstatit 506, 509, 778, 793, 794  
Clinoferosilit 693  
Clinohipersten 506, 509  
Clinohumit 676, 681  
Clinoungemachit 349  
Clinozoizit 469, 491  
Clintonit 540, 576  
Cloantit 60, 119, 799  
Cloraluminit 260  
Clorapatit 408, 438, 778  
Clorite 541, 581, 789, 784  
Cloritoid 540, 577, 789  
Clorocalcit 261  
Clorofenicit 406  
Cloromagnezit 260  
Cloromanganokalit 262  
Cloromelanit var. diopsid 511, 519  
Clorotionit 348  
Cloroxifit 261  
Cobaltină 60, 107, 764, 781, 797  
Cobaltocalcit 276, 289  
Coccinit 260  
Cocinerit 57, 66  
Codazzit var. ankerit 302  
Coeruleolactit 410  
Coesit 640, 793  
Coffinit 763  
Cohenit 29, 40  
Colemanit 328, 336, 784  
Collinsit 406  
Colofan 746, 747, 753  
Coloradoit 58, 81  
Columbit 158, 250, 799  
Columbicrolit var. piroclor 239  
Columbantalit 764  
Colusit 61, 131  
Conicalcit 407  
Connelit 349  
Cooperit 59, 96, 799  
Copiapit 350, 384  
Coquimbbit 348  
Cordierit 469, 498, 773, 778, 789  
Cordilit 277, 320  
Corindon 154, 168, 773, 780, 789, 792  
Corkit 411  
Cornetit 407  
Cornwallit 407  
Coronadit 157, 236, 764  
Corundofilit 541  
Corvusit 155  
Cosalit 62, 143  
Cotunnit 260  
Coulsonit 768

*Covelină* 59, 93, 762, 792, 794, 797  
*Crandallit* 407  
*Crennerit* 156  
*Creedit* 262  
*Criolit* 262, 273, 778, 781, 789, 784  
*Criolitionit* 261  
*Criphalit* 261  
*Crisoberil* 156, 232, 797  
*Crisocol* 469, 502, 798, 784  
*Crisolit* 468  
*Crisotil* 540, 552, 789, 793, 784  
*Cristal de stincă* var. cuarț 636  
*Cristobalit* 640, 778, 789, 793, 784  
*Crizopraz* var. calcedonie 639  
*Crocidolit* var. riebeckit 533  
*Crocoit* 387, 388  
*Cromdiopsid* var. diopsid 511  
*Cromit* 156, 228, 764, 773, 797  
*Crookesit* 58, 68  
*Crossit* var. glaucofan 708  
*Csiklovait* 768  
*Cuarț* 635, 773, 781, 782, 789, 793, 784  
*Cuarțină* 639, 739  
*Cubanit* 59, 92, 763, 779, 780  
*Cumengeit* 261  
*Cummingtonit* 521, 525  
*Cuprit* 154, 158, 763, 798  
*Cuproasbolan* var. wad 185  
*Cuprocopiapit* 350, 384  
*Cuprotungstit* 391, 400  
*Cupru* 29, 33, 762, 792, 794, 797  
*Curit* 155, 199  
*Cyanocroit* 346  
*Cyanotrichit* 349, 389

## D

*Dachiardit* 588, 633  
*Dafnit* 653, 713  
*Dahlit* var. apatit 741, 748  
*Damourit* sin. sericit  
*Danalit* 620  
*Danburit* 587, 611, 780  
*Dannemorit* var. cummingtonit 526  
*Darapskit* 323  
*Datolit* 468, 797  
*Daubrécit* 261  
*Daubreelit* 59  
*Davidit* 764, 783  
*Daviesit* 260  
*Davisonit* 409  
*Dawsonit* 277, 317  
*Dehrnit* 408  
*Delafossit* 156, 215  
*Delessit* 713  
*Delorenzit* 158  
*Deltait* 408  
*Delvauxit* 409  
*Descloizit* 407, 801  
*Desmin* sin. stilbit  
*Devillit* 349  
*Deweylit* var. serpentină 552  
*Dewindtit* 408, 437  
*Diabantit* 582

*Diaboleit* 261  
*Diadochit* 411  
*Diaforit* 61, 138  
*Dialag* var. augit 694  
*Dialogit* sin. rodocrozit  
*Diamant* 29, 51, 782, 792, 794  
*Diaspor* 156, 216, 789, 795, 784  
*Dickinsonit* 405, 421  
*Dickit* 539, 544, 789, 784  
*Dietrichit* 348, 376  
*Dietzeit* 341, 343  
*Digenit* 58, 68, 762, 780  
*Dimorfit* 58, 73  
*Diopsid* 506, 510, 778, 790, 793, 794  
*Diopsid-jadeit* var. diopsid 511  
*Dioptaz* 469, 502  
*Disanalýt* var. perovskit 235  
*Discrasit* 57, 66, 762, 780  
*Disten* 468, 484, 773, 790, 793  
*Djalmait* 158, 256  
*Dolerofanit* 348  
*Dolomit* 276, 299, 779, 790, 793, 799, 784  
*Domeykit* 47, 65  
*Douglasit* 261  
*Dravit* var. turmalină 499  
*Dufrenit* 408  
*Dufrenoysit* 62  
*Duftit* 407  
*Dumontit* 409  
*Dumortierit* 734, 741  
*Dundasit* 277  
*Durangit* 407  
*Duserit* 408

## E

*Eastonit* 540  
*Eckermanit* 521, 535  
*Edenit* 521, 527  
*Edingtonit* 588, 628  
*Egrin* 506, 517, 790  
*Eglestonit* 260, 269  
*Eguëit* 410  
*Elatolit* var. calcit 282  
*Elbait* var. turmalină 499  
*Electrum* 762, 796  
*Eleolit* var. nefelin 612  
*Ellestadit* 408  
*Ellsworthit* var. piroclor 239  
*Elpasolit* 262  
*Emplectit* 62, 142, 763  
*Empresst* 59, 97  
*Enargit* 61, 132, 762, 798  
*Englishit* 410  
*Enstatit* 506, 507, 781, 782, 790  
*Eosforit* 409, 449  
*Epidot* 469, 491, 790  
*Epigonit* 61  
*Epistilbit* 588, 629  
*Epsomit* 347, 373, 780, 790  
*Erbit* var. fergusonit 241  
*Erinit* 407  
*Eriocalcit* 260

*Erionit* 588, 633  
*Eritrină* 406, 425, 784  
*Eritrosiderit* 261  
*Eschinit* 158, 252, 783  
*Eschwegeit* 158, 249  
*Ettringit* 349  
*Eucairit* 58, 68  
*Euclorin* 348  
*Eucroit* 409, 449  
*Eudialit* 469, 503, 801  
*Eulyt* 506, 507  
*Euxenit* 158, 248, 763, 783  
*Evansit* 409

## F

*Fairchildit* 276  
*Fairfieldit* 406, 422  
*Fadenpertite* 590  
*Famatinit* 61, 131, 763  
*Farmacolit* 405, 420  
*Farmacosiderit* 411  
*Fassait* 506, 520  
*Faujasit* 588, 632  
*Fayalit* 468, 469, 778, 790, 793  
*Feldspatit* 587, 781, 782  
*Felsöbanyit* 349, 382  
*Fenacit* 468, 477  
*Fengit* 540, 559  
*Ferberit* 391, 392, 801  
*Fergusonit* 157, 241, 783, 799, 800  
*Ferrierit* 588, 633  
*Ferihaloisit* 790  
*Ferimolibdat* 391, 401  
*Ferimuscovit* var. muscovit 563  
*Ferinatrit* 347  
*Ferisicklerit* 404  
*Feristilpnomelan* 578  
*Feritungstit* 391, 401  
*Fermorit* 408  
*Feroactinot* 521, 524  
*Ferodolomit* 301  
*Feroedenit* 521, 527  
*Ferofengit* var. muscovit 563  
*Ferogedrit* 521  
*Ferohastingsit* 521, 527  
*Ferohipersten* 506, 507  
*Ferohortonolit* 468  
*Ferosalit* 510  
*Ferosilit* 506, 507  
*Ferostilpnomelan* 578  
*Ferotschermakit* 521, 527  
*Ferrucit* 261  
*Fibroferit* 349, 384  
*Fiedlerit* 261  
*Fier* 29, 38, 794  
*Fierrodonit* var. rodonit 504  
*Fillowit* 405  
*Filonpertite* 590  
*Fizelyit* 62, 144  
*Fleekenpertite* 590  
*Flinkit* 407  
*Flogopit* 540, 571, 790, 793  
*Florencit* 408

*Fluellit* 262  
*Fluoborit* 328, 338  
*Fluocerit* 260  
*Fluorapatit* 408, 438, 778  
*Fluorină* 260, 266, 778, 793, 798, 784  
*Forbesit* 405  
*Formanit* 157, 241  
*Forsterit* 468, 469, 778, 790, 793  
*Fosfoferit* 406  
*Fosfofilit* 406  
*Fosforrösslerit* 405  
*Fosfuranilit* 408, 437  
*Fosgenit* 277, 784  
*Fourmarierit* 155, 199  
*Fowlerit* var. rodonit 504  
*Franckeit* 62, 144  
*Franklinit* 156, 224, 801  
*Freibergit* 763  
*Freieslebenit* 61, 138  
*Freirinit* 409  
*Friseit* 59, 93  
*Frondelit* 408  
*Fuchsit* var. muscovit 540, 563  
*Fülöppit* 62, 146

## G

*Gagarinit* 260  
*Gahnit* 156, 221  
*Galacit* 156, 221  
*Galenă* 58, 74, 762, 780, 792, 794, 799, 800, 784  
*Galenobismutină* 63, 148  
*Garnierit* 540, 555, 799  
*Gaylussit* 276, 307, 784  
*Gearksutit* 262  
*Gedrit* 521, 522  
*Gehlenit* 469, 496, 778  
*Geikielit* 154, 173  
*Genthelvit* 621  
*Geocronit* 61, 133  
*Georgiadesit* 407  
*Gerhardit* 323, 326  
*Germanit* 61, 131, 798, 784  
*Gersdorfit* 60, 109, 763  
*Gheța* 154, 160, 792  
*Gibbsit* 156, 213, 790, 795, 784  
*Gimnit* sin. deweylit  
*Ginorit* 328  
*Gips* 347, 367, 773, 779, 790, 793, 800, 784  
*Gismondit* 588, 632, 784  
*Gladit* 63  
*Glaskopf* var. hematit 171  
*Glauberit* 346, 361  
*Glaucoocerinit* 349  
*Glaucoocroit* 468, 473  
*Glaucodot* 60, 116, 764  
*Glaucofan* 521, 533  
*Glauconit* 540, 570, 773, 790, 784  
*Glockerit* 349  
*Gmelinit* 588, 631  
*Goethit* 156, 217, 763, 779, 790, 784  
*Goldfieldit* 61

*Gonnardit* 588, 628  
*Gorceixit* 407  
*Gordonit* 410  
*Goslarit* 347, 373, 784  
*Goyazit* 407  
*Grafit* 29, 53, 762, 773, 790, 792, 794, 784  
*Graftonit* 405  
*Granați* 468, 773  
*Grängesit* sin. brunsvigit  
*Gratonit* 61, 134  
*Greenockit* 58, 85  
*Grifit* 408  
*Grossular* 468, 477, 790, 793  
*Grünlingit* 57, 64  
*Grünerit* 521, 525  
*Guanajuatit* 59, 101  
*Gudmundit* 60  
*Guildit* 349  
*Güitermanit* 61  
*Gummit* 155, 197  
*Gunnbjarnit* var. *sepiolit* 555

## H

*Haidingerit* 405, 784  
*Halit* 260, 263, 782, 793, 800, 784  
*Halloysit* 539, 545, 784  
*Halotrichit* 348, 375  
*Hambergit* 328, 338  
*Hammarit* 62  
*Hanksit* 350, 386  
*Hannayit* 405, 419  
*Harmotom* 588, 630  
*Hastingsit* 527, 703  
*Hatchettolit* var. *piroclor* 239  
*Hauerit* 60, 107  
*Hausmanit* 156, 229, 763, 790, 799, 784  
*Häuyt* 587, 619  
*Hectorit* 539, 784  
*Hedenbergit* 506, 512  
*Hedyfan* 408, 443  
*Heliotrop* var. *calcedonie* 639  
*Helvit* 620, 797  
*Hemafibrit* 409  
*Hematit* 154, 170, 764, 773, 780, 790, 792, 798, 784  
*Hematofanit* 157  
*Hematolit* 406  
*Hemimorfit* 469, 488, 801, 784  
*Hercinit* 156, 221  
*Herderit* 407, 782  
*Herzenbergit* 59  
*Hessit* 58, 69, 762, 781, 800  
*Heterolit* 156, 231  
*Heteromorfit* 62, 147  
*Heterosit* 405  
*Heulandit* 588, 628, 790, 784  
*Hexahidrit* 347, 370  
*Hialofan* 587, 608  
*Hialosiderit* 468  
*Hidderit* var. *spodumen* 516  
*Hidrargilit* sin. *gibbsit*  
*Hidrobasaluminit* 349

*Hidroboracit* 328, 337, 797  
*Hidrocalumit* 156, 215  
*Hidroceruzit* 277, 316  
*Hidrofilit* 260, 778  
*Hidrogoethit* 156  
*Hidroheterolit* 156, 231  
*Hidromagnezit* 277, 316, 784  
*Hidromuscovit* 540, 559, 790  
*Hidrotalcit* 155, 208, 784  
*Hidroxitil-apatit* 408, 438  
*Hidrozinclit* 276, 784  
*Hieratit* 261  
*Hilgardit* 328  
*Hinsdalit* 411  
*Hipersten* 506, 507, 790  
*Högbomit* 157  
*Hohmannit* 349  
*Holdenit* 406  
*Hollandit* 157, 236, 763  
*Holmquistit* var. *perovskit* 234, 521  
*Hopeit* 406, 422  
*Hornblendă* 521, 790  
*Hornblendă bazaltică* 521, 528  
*Hornblendă comună* 521, 527  
*Hornblendă titaniferă* var. *hornblendă* 703  
*Hörnosit* 406, 427  
*Horsfordit* 57, 66  
*Hortonolit* 468  
*Howlit* 328  
*Hübnerit* 391, 392, 801  
*Hühnerkobelit* 404  
*Hulsit* 328, 331  
*Humit* 676, 874  
*Hureaulit* 405  
*Hutchinsonit* 63, 147

## I

*Iantinit* 155, 201  
*Iddingsit* 744, 748, 756  
*Idocraz* sin. *Vezuvian*  
*Ilesit* 347  
*Illit* 540, 557, 790, 784  
*Ilmenit* 154, 173, 763, 773, 780, 781, 790, 798, 800  
*Ilsemannit* 155  
*Ilvait* 469, 489  
*Inderborit* 328, 338  
*Inderit* 328  
*Inyoit* 328  
*Iodirit* 260  
*Iridosmiu* sin. *newjanskit*  
*Isikawait* 157  
*Isoclasit* 409

## J

*Jacobsit* 156, 224, 763  
*Jad* var. *actinot* 524  
*Jadeit* 506, 519, 794  
*Jamesonit* 62, 145, 796, 799  
*Jarlit* 262  
*Jarosit* 348, 370  
*Jasp* var. *calcedonie* 639



Jefferisit sin. vermiculit  
Jeffersonit var. hedembergit **512**  
Jeremejevit **328**  
Jezeckit **407**  
Johannit **349**  
Johannsenit **506, 513**  
Jordanit **61, 135**  
Joseit **57, 64**

## K

*Kainit* **349, 382, 780**  
Kaliborit **328**  
Kalicinit **275**  
Kalinit **347**  
*Kaliofilit* **614, 778, 782, 793**  
*Kalkowskit* **158, 246**  
*Kalsilit* **587, 614**  
Kamarezit **349**  
Kammererit var. clorit **582**  
Katoforit **521**  
Kempit **261**  
*Kerargirit* **260, 266, 778, 796**  
Kerit sin. vermiculit  
*Kermesit* **59, 101**  
*Kernit* **328, 334, 784**  
*Kieserit* **347, 366, 790, 799**  
*Kirovit* **347, 370**  
*Klebelsbergit* **349, 381**  
Kleininit **261**  
*Klockmannit* **59, 94**  
*Knebelit* **468, 473**  
Knopit var. perovskit **235**  
*Kobellit* **62, 143, 762**  
*Koehlinit* **391, 400**  
Köttigit **406**  
Koktait **346**  
Kolbeckit **411**  
Koppit var. piroclor **239**  
Kornelit **348**  
Kornische var. casiterit **185**  
*Kotoit* **328, 332, 797**  
*Krausit* **347**  
Kremersit **261**  
*Krennerit* **60, 118**  
Kribergit **411**  
Kröhnkit **346**  
Kunzit var. spodumen **516**  
*Kupfferit* **521, 525**  
Kurnakovit **328**  
*Kutnahorit* **276, 302**  
Kyanit sin. disten

## L

*Labradorit* **587, 604, 790**  
Lamprofilit **468**  
Lanarkit **348**  
Landesit **406**  
*Langbeinit* **346, 362, 778**  
*Langit* **349, 381**  
*Lansfordit* **276, 305**

*Lanthanit* **276, 309**  
Lapislazuli sin. lazurit **620**  
Larderellit **328**  
Larnit **778**  
Laubmannit **407**  
*Laumontit* **588, 631, 790, 784**  
*Laurionit* **261, 270**  
Laurit **60**  
Lausenit **348**  
*Lautarit* **341**  
Lautit **60**  
Lawrencit **260**  
*Lawsonit* **469, 488**  
*Lazulit* **409, 446, 672**  
*Lazurit* **619**  
*Leadhillit* **277, 321**  
*Lechatelierit* **641**  
Lecontit **346**  
Legrandit **410**  
Lehiit **409**  
Leightonit **347**  
*Lengenbachit* **61, 134**  
Leonhardit **631**  
*Leonit* **346, 363**  
*Lepidocrocit* **155, 205, 763, 784**  
*Lepidolit* **540, 567, 790, 797, 798, 799**  
Lepidomelan var. biotit **790**  
*Letovicit* **345**  
Letzperitite **590**  
*Leucit* **587, 615, 778, 782, 793, 796**  
Leucocalcit **409**  
Leucosofit **409**  
Leucoxen **773**  
*Levynit* **588, 631**  
Lewistonit **408**  
*Libethenit* **408, 436**  
Liebigit **276**  
*Lillianit* **61, 135**  
*Limit* **154, 164, 792**  
*Limonit* **156, 219, 798, 784**  
Lindackerit **411**  
*Lindgrenit* **391, 401**  
Lindströmit **62**  
*Linarit* **348, 377**  
*Linneit* **59, 97**  
Liroconit **409**  
Liskeardit **409**  
*Litargä* **154, 167**  
*Litiofilit* **404, 413, 798**  
Liveingit **62**  
Livingstonit **63**  
*Lizardit* **540, 552**  
*Löllingit* **60, 110, 763, 779, 796**  
Locweit **346**  
Loparit var. perovskit **234, 797, 799, 800**  
*Lopezit* **387, 388**  
*Lorandit* **62, 142**  
Loranskit **157**  
Lorettoit **260**  
*Loseyt* **276, 310**  
*Lotrit* **469, 494**  
Ludlamit **410**

Ludwigit 328, 329, 797  
Lüneburgit 328  
Luzonit 769

## M

Macintoshit var. thorit 476  
Mackinawit var. pirotinā 769  
Maghemit 156, 228, 764, 781  
Magnetit 156, 224, 763, 773, 779, 780,  
781, 792, 798, 784  
Magnetoplumbit 157  
Magneziocromit 156, 228  
Magneziocopiapit 350, 384  
Magnezioferit 156, 224  
Magneziokatoforit 521  
Magnezioriebeckit 521  
Magnezit 275, 284, 790, 793, 799, 784  
Magneziumclorofenicit 406  
Malachit 277, 313, 779, 790, 798, 784  
Malacon var. zircon 475  
Maldonit 29, 31  
Malladrit 262  
Mallardit 347, 372  
Manasseit 156, 210  
Manganalluaudit 404  
Manganberzeliit 405  
Manganit 154, 206, 763, 790, 799, 784  
Manganhedenbergit 512  
Manganodolomit var. dolomit 301  
Manganoflogopit var. flogopit 572  
Manganolangbrinit 346  
Manganozit 154, 163  
Manganstilpnomelan 578  
Mansfieldit 406, 429  
Marcasitā 60, 112, 764, 784  
Marialit 623  
Marignacit var. piroclor 239  
Margarit 540, 576  
Marmatit var. blendā 78, 781  
Marshit 260  
Martit var. hematit 172  
Mascagnit 345, 350  
Massicot 154, 167  
Matildit 62, 140, 780, 781  
Matlockit 261  
Maucherit 58, 72, 763  
Meionit 623  
Melaconit sin. tenorit  
Melanit var. andradit 774  
Melanterit 347, 370, 780, 790, 784  
Melilit 469, 496, 790  
Melnicovit var. piritā 105  
Melonit 60  
Menaccamit var. ilmenit 175  
Mendipit 260  
Mendozit 347  
Meneghinit 61  
Mercallit 345, 350  
Mercur 29, 34, 792, 794  
Metaautunit 410  
Metacinabarit 58, 80, 794  
Metahalloysit 539, 790  
Metahohmannit 349

Metasideronatrit 349  
Metastrengit 406  
Metatorbernit 410  
Meta uranopilit 349, 381  
Metavariscit 406  
Metavauxit 410  
Metavoltin 349  
Metazeunerit 410  
Meyerhofferit 328  
Mezolit 587, 626  
Miargirit 62, 139, 762  
Mice 540, 784  
Microclin 587, 597, 782, 790, 793, 794  
Microlit 157, 237, 783  
Miersit 260  
Millerit 59, 90, 763  
Millisit 409  
Mimetit 408, 442  
Minasragrit 346  
Minium 154, 168  
Minyulit 410  
Mirabilit 346, 362, 790, 784  
Misenit 345  
Mispichel 60, 114, 764, 796  
Mitridatit 410  
Mitscherlichit 261  
Mixit 409  
Moissanit 29, 41  
Molibdenit 60, 116, 762, 799, 784  
Molysit 260  
Monalbit sin. barberit  
Monazit 405, 417, 672, 797, 800  
Monetit 404  
Monotermit sin. illit  
Montebrasit 407, 432  
Monteponit 154, 164  
Monticellit 468, 473, 778, 790  
Montgomeryit 410  
Montmorillonit 539, 551, 790, 784  
Montroydit 154, 167  
Mooreit 349  
Mordenit 588, 632  
Morenosit 347, 374  
Morinit 407  
Moschellandsbergit 29, 35  
Mosesit 261  
Mossit 158, 246  
Mottramit 407  
Mrazecit var. montmorillonit 809  
Mullit 778, 790  
Muschetovit var. magnetit 172  
Muscovit 540, 562, 773, 790, 793, 784  
Muthmannit 59, 97

## N

Nacrit 539, 544, 790  
Nagyagit 57, 64, 796, 800  
Nahcolit 276, 277, 784  
Nantokit 260  
Natroalunit 348, 378  
Natrocalcit 349, 383  
Natrofilit 404  
Natrojarosit 348, 379

*Natrolit* 587, 626, 784  
*Natromontebrast* 407, 432  
*Natron* 276, 305, 784  
*Naumanit* 58, 67, 762, 781  
*Nefelin* 587, 612, 782, 790, 793, 795  
*Nefrit* sin. jad. 790  
*Nelsonit* var. *ilmenit* 175  
*Nemalit* var. *brucit* 203  
*Neopermutit* sin. *glauconit*  
*Neotantalit* var. *piroclor* 239  
*Nesquehonit* 276, 784, 304  
*Nevjanskit* 29, 37, 799  
*Newberyit* 405  
*Niccolit* sin. *nichelină*  
*Nichelină* 59, 88, 763, 799  
*Nichel* — *fier* 29, 39  
*Nichel skutterudit* 60  
*Niggliit* 60  
*Nitrobarit* 323, 325  
*Nitrocalcit* 323, 325  
*Nitrokalit* 323, 324  
*Nitrommit* 323, 325  
*Nitronatrit* 323, 324  
*Nitromagnezit* 323, 326  
*Niverut* var. *uraninit* 194  
*Nocerit* 261  
*Nontronit* 539, 552, 790, 784  
*Nordenskiöldin* 328  
*Northuptit* 277  
*Nosean* 587, 619, 790  
*Noumeit* sin. *garnierit*

## O

*Ocru* var. *limonit* 219  
*Oldhamit* 58, 77  
*Oligist* var. *hematit* 170  
*Oligoclaz* 587, 604, 790  
*Oligonit* var. *rodocrozit* 289  
*Oliveirait* 158, 246  
*Olivenit* 408, 435  
*Olivină* 468, 469, 790, 799  
*Omfacit* 506, 520  
*Oxix* var. *calcedonie* 639  
*Onix de marmoră* var. *calcit* 281  
*Opal* 640, 784  
*Orangit* var. *thorit* 476  
*Ortit* sin. *allanit*  
*Ortoză* 587, 594, 778, 779, 790  
*Osbornit* 29, 41  
*Otavit* 276, 291  
*Overit* 410  
*Oxid de cadmiu* sin. *montepontit*  
*Owyheeit* 62

## P

*Pahnolit* 262  
*Paigeit* 328, 329  
*Pagodit* var. *pirofililit* 561  
*Paladium* 29, 36, 799  
*Palagonit* sin. *sticlă vulcanică*  
*Palmierit* 346  
*Palygorskite* 540, 555, 784

*Paraatacamit* 261  
*Parabutlerit* 349, 383  
*Paracelsian* 587  
*Paracoquimbit* 348  
*Paragonit* 540, 566, 790  
*Parahilgardit* 328  
*Parahopeit* 406  
*Paralaurionit* 261  
*Paramelaconit* 154, 166  
*Pararammelsbergit* 60, 112, 764  
*Paravauxit* 410  
*Parawollastonit* 503  
*Parisit* 277, 319, 797, 784  
*Pargasit* 521, 527  
*Parkerit* 60  
*Parsonsit* 409  
*Paternoit* 328  
*Patronit* 801  
*Pearceit* 60, 122, 762, 796  
*Pectolit* 469, 505, 790  
*Penfieldit* 261  
*Pehblendă* 763, 800  
*Pennin* 541, 790  
*Penroseit* 60  
*Pentahidrit* 347  
*Pentahidrocalcit* 276  
*Pentlandit* 59, 91, 763, 780, 799  
*Percylit* 261  
*Periclaz* 154, 162, 790, 792  
*Periclin* 589  
*Perovskit* 157, 234, 791  
*Petalit* 587, 614, 778, 782, 798  
*Petzit* 58, 70, 800  
*Philipsit* 588, 630  
*Phönicochroit* 387, 389  
*Pickeringit* 348, 375  
*Picnoclorit* var. *clorit*  
*Picrofarmacolit* 406  
*Picrofengit* var. *muscovit* 563  
*Picromerit* 346, 364  
*Picrotefroit* 473  
*Piemontit* 469, 492  
*Pigeonit* 506, 516, 781  
*Pilolit* var. *sepiolit* 555  
*Pinakiolit* 328, 330  
*Pinnolit* 328  
*Pirargirit* 61, 124, 762, 796  
*Pirită* 60, 102, 764, 773, 779, 792, 800, 784  
*Piroaurit* 155, 209  
*Piobelonit* 407, 432  
*Piroclor* 157, 237, 763, 799, 800  
*Pirocroit* 155, 203  
*Pirofanit* 154, 173  
*Pirofililit* 540, 560, 791, 784  
*Piroluzit* 154, 183, 762, 791, 799, 784  
*Piromorfit* 408, 442, 673, 791, 799  
*Pirop* 468, 477, 791  
*Pirostilpnit* 61, 126  
*Pirotină* 59, 86, 763, 773, 780, 800, 784  
*Piroxeni* 506, 773  
*Piroxmangit* var. *rodonit* 504  
*Pirssonit* 276, 306, 784  
*Pisanit* 347, 370

Pisantit var. melantherit **372**  
 Pistacit var. epidot **686**  
 Pitticit **411, 457**  
 Plagioclazi **587**  
 Plagionit **62, 146**  
 Platenpertite **590**  
 Platina **29, 35, 762, 794**  
 Platiniroidium **29, 37**  
 Plattnerit **155, 187**  
 Platynit **63**  
 Pleonast var. spinel **658**  
 Plumb **29, 34, 794**  
 Plumbodolomit var. dolomit **301**  
 Plumboferit **157**  
 Plumbogummit **407**  
 Plumbojarosit **348**  
 Plumbozvit var. jamesonit **762**  
 Poliargirit **60, 122**  
 Polibazit **60, 121, 796**  
 Polidimit **59, 97**  
 Policraz **158, 248, 783**  
 Polihalit **347, 364, 779, 784**  
 Polimignit **157, 242**  
 Pollucit **587, 618, 797**  
 Ponit var. rodocrozit **289**  
 Portlandit **155, 204**  
 Potarit **29**  
 Powellit **391, 397**  
 Prehnit **541, 585, 791**  
 Priceit **328**  
 Priorit **158, 252, 783**  
 Probertit **328, 335**  
 Proclorit **541**  
 Prosem var. cuarț **636**  
 Prosopit **262**  
 Prousttit **61, 125, 762, 796**  
 Pahnolit **262**  
 Pseudoboleit **261**  
 Pseudobrookit **157, 235**  
 Pseudocotunnit **261**  
 Pseudomalachit **407, 431**  
 Pseudowollastonit **778**  
 Psilomelan **156, 211, 763, 791, 799**  
 Pumpellyit sin. lotrit  
 Purpurit **405**  
 Pyrrhit var. piroclor **239**

## Q

Quenselit **157, 233**  
 Quenstedtit **348**

## R

Rabdofan **406**  
 Ralstonit **262**  
 Ramdohrit **62, 144**  
 Rammelsbergit **60, 112, 763**  
 Ransomit **348**  
 Raspit **391, 400**  
 Rathit **72**  
 Ratovkit var. fluorină **267**  
 Realgar **59, 96, 762, 781, 792, 796**  
 Reddingit **406**

Redingtonit **348**  
 Renardit **409**  
 Renierit **798**  
 Retgersit **347**  
 Retzian **407**  
 Rezbanyit **63, 148**  
 Richellit **410**  
 Richterit **708**  
 Riekardit **58, 74**  
 Riebeckit **521, 533, 791**  
 Rinneit **262**  
 Ripidolit **582**  
 Risörit var. fergusonit **241**  
 Rittingerit sin. xantocoonit  
 Röblingit var. haüyn **620**  
 Rockbridgeit **408**  
 Rodizit **328, 333**  
 Rodocrom sin. kommererit  
 Rodocrozit **276, 287, 779, 791, 799**  
 Rodonit **469, 504, 778, 791, 799**  
 Romboclaz **346**  
 Römerit **348**  
 Rooseveltit **405**  
 Rosasit **277, 312**  
 Roscherit **410**  
 Roscoelit var. muscovit **563, 801**  
 Roselit **406**  
 Rösslerit **405**  
 Roweit **328, 340**  
 Rubelan var. biotit **575**  
 Rubinglimmer var. lepidocrocit **205**  
 Russellit **155**  
 Ruteniu newjanskite **799**  
 Rutherfordit **277, 317**  
 Rutil **154, 180, 764, 773, 791, 800**

## S

Sacsen var. casiterit **185**  
 Safflorit **60, 111, 797**  
 Safirin var. calcedonie **157, 639**  
 Sagenit var. rutil **180**  
 Sahlinit **406**  
 Saleeit **410**  
 Salesit **341, 342**  
 Salit **510**  
 Salmiac **260**  
 Salmonsit **406**  
 Salpetru de amoniu sin. nitrommit  
 Salpetru de Chile sin. salpetru de sodiu  
 Salpetru de potasiu sin. nitrokaliit  
 Salpetru de sodiu sin. nitronatrit  
 Samarskit **158, 253, 783**  
 Samiresit var. betafit **256**  
 Sampleit **410**  
 Samsonit **61, 133**  
 Sanidină **587, 594, 793, 794**  
 Sanmartinit **391, 395**  
 Saponit **539, 791, 784**  
 Sarcopsit **408**  
 Ratonix var. calcedonie **639**  
 Sarkinit **408**  
 Sarmientit **411**

*Sartorit* 63, 149  
*Sassolit* 156, 212, 778, 784  
*Sauconit* 539  
*Scacchit* 260  
*Scapolit* 622, 791  
*Schairerit* 348  
*Scheelit* 391, 395, 673, 763, 801  
*Schefferit* var. *hedenbergit* 512  
*Schirmerit* 62, 139  
*Schoepit* 155, 198  
*Schorlomit* var. *granat* 477  
*Schorlit* var. *turmalină* 499  
*Schreibersit* 29, 41  
*Schröckingerit* 276, 308, 784  
*Schultenit* 404, 411  
*Schwartzembergite* 341, 343  
*Schwartzit* var. *tetraedrit* 130, 799  
*Scolecit* 587, 627, 784  
*Scolit* var. *glauconit* 570  
*Scorodit* 406, 429  
*Scorzalit* 409, 446  
*Seamanit* 328  
*Seladonit* var. *glauconit* 570, 791  
*Seleniu* 29, 46  
*Selentelur* 29, 46  
*Selenolit* 155, 191  
*Seligmannit* 61, 137  
*Sellait* 260  
*Semseyit* 62, 147  
*Senait* 154, 175  
*Senarmontit* 154, 176  
*Sepiolit* 540, 555, 784  
*Sericit* 791  
*Serpentină* 540, 780, 791, 784  
*Serpierit* 349  
*Serpophit* var. *serpentină* 540  
*Sfalerit* sin. *blendă*  
*Sfen* 468, 487, 677, 778, 791  
*Sharpit* 277, 317  
*Sheridanit*  
*Shortit* 276  
*Sicklerit* 404  
*Siderazot* 29  
*Siderit* 275, 285, 773, 779, 791, 793, 798, 784  
*Siderofilit*  
*Sideronatrit* 349  
*Siderotil* 347  
*Siegenit* 59, 97, 763, 797  
*Silllenit* 155, 192  
*Sillimanit* 468, 482, 773, 791, 793, 796  
*Silvanit* 69, 118, 762, 796, 800  
*Silvină* 260, 264, 782, 791, 793, 784  
*Simpsonit* 157, 245  
*Sinadelfit* 406  
*Sinchisit* 277  
*Siphyt* var. *fergusonit* 241  
*Siserskit* 29, 37, 799  
*Sjögrenit* 156, 210  
*Skutterudit* 60, 119, 763  
*Skogbolit*  
*Slavikit* 350  
*Smaltină* 60, 119, 797  
*Smaragdit* var. *actinot* 525  
*Smithit* 62, 141  
*Smithsonit* 276, 290, 779, 791, 797, 801  
*Soda* sin. *natron*  
*Sodalit* 587, 618, 791  
*Souzalit* 409  
*Spangolit* 349, 380  
*Spat de Islanda* 284  
*Specularit* var. *hematit* 170  
*Spencerit* 409  
*Sperrylit* 60, 106, 799  
*Spessartit* 468, 477, 791  
*Spinel* 156, 221, 773, 780, 781, 791, 793  
*Spodumen* 506, 516, 778, 781, 782, 791, 798  
*Spurrit* 778  
*Stainierit* 155, 208  
*Staniu* 29, 42  
*Stannin* 58, 83, 763, 780, 800  
*Stassfurtit* var. *boracit* 340, 669  
*Staurolit* 468, 486, 773  
*Steatit* var. *talc* 791  
*Stefanit* 61, 123, 796, 784  
*Stercorit* 405  
*Sternbergit* 59, 92  
*Sterrettit* 410, 453  
*Stevensit* var. *montmorillonit*  
*Stewartit* 406  
*Stibiconit* 155, 192  
*Stibină* 59, 99, 762, 796  
*Stibiocolumbit* 157, 243  
*Stibiopalladinit* 57, 66  
*Stibiotantalit* 157, 243  
*Stibiu* sin. *antimoniu*  
*Stichtit* 155, 209  
*Sticlă vulcanică* 794  
*Stilbit* 588, 629, 789, 784  
*Stilotipit* 61, 126  
*Stilpnomelan* 541, 578  
*Stishovit* 641, 793  
*Stolzit* 391, 399  
*Strengit* 406, 428  
*Stromeyerit* 58, 71, 762, 780  
*Strontianit* 276, 296, 778, 779, 791, 800, 784  
*Struvit* 405, 420, 784  
*Sulf* 29, 48, 792, 794, 800, 784  
*Sulfoborit* 328  
*Sulfohalit* 348  
*Sulvanit* 61, 130  
*Susannit* 277  
*Sussexit* var. *ascharit* 328, 339  
*Svabit* 408  
*Svanbergit* 411  
*Swartzit* 276  
*Symplesit* 406, 427  
*Syngentit* 346, 368  
*Syntagmatit* var. *hornblendă*  
*Szabelyit* sin. *ascharit*  
*Szaskait* var. *smithsonit*  
*Szmikit* 347, 367  
*Szomolnokit* 347, 367

## T

*Tagilit* 409, 448  
*Tahihidrit* 261, 273  
*Talc* 540, 559, 780, 791, 793, 784  
*Tamarugit* 347  
*Tantalcarbide* 29  
*Tantalit* 158, 250, 800  
*Tapiolit* 158, 246  
*Tarapacait* 387  
*Taranakit* 411  
*Tarbutt* 408  
*Tauriscit* 347  
*Tavistockit* 408  
*Taylorit* 346  
*Tealit* 62, 142  
*Teepleit* 328  
*Tefroit* 468, 473, 778  
*Teluriu* 29, 47  
*Telurit* 155, 191  
*Telurobismutină* 57  
*Tennantit* 61, 128, 763, 796, 798, 784  
*Tenorit* 154, 165, 763  
*Terlinguit* 260  
*Termonatrit* 275, 304  
*Teschemacherit* 275  
*Tetradimit* 57, 63, 762  
*Tetraedrit* 61, 128, 763, 780, 796, 798  
*Tharohumit* var. *thorit* 476  
*Thenardit* 346, 352, 778, 781, 782, 784  
*Thomsonit* 588, 627, 791, 784  
*Thoreaulit* 158, 255  
*Thomsenolit* 262  
*Thorianit* 155, 196, 764  
*Thorit* 468, 476, 800  
*Thorotungst* 391  
*Thortveitit* 468, 487  
*Thuringit* 541  
*Tiemannit* 58, 81  
*Tihit* 277, 800  
*Tilasit* 407  
*Tincalconit* 328  
*Tinticit* 410  
*Titanaugit* 513  
*Titanit* sin. *sfen*  
*Titanomagnetit* var. *magnetit* 225, 781, 801  
*Todorokit* 155, 185  
*Topaz* 468, 481, 782, 791  
*Torbernit* 410, 453, 672  
*Torreyit* 349  
*Tremolit* 521, 524, 791, 793, 794  
*Trevorit* 156, 224  
*Tricalcit* 406  
*Tridimit* 639, 781, 791, 793, 784  
*Trifilit* 404, 413, 798  
*Trihidrocalcit* 276, 305  
*Triplit* 408  
*Triploidit* 408, 434  
*Trögerit* 410  
*Troilit* 87, 794  
*Trona* 275, 278, 784  
*Trudellit* 262

*Tschermakit* 521, 527  
*Tsumebit* 409  
*Tungstenit* 60, 117  
*Tungst* 155  
*Turanit* 407  
*Turcoază* 410, 451, 673  
*Turmalină* 469, 499, 773, 791, 784  
*Tyrolit* 409  
*Tyuyamunit* 410, 455

## U

*Ulexit* 328, 335, 784  
*Ullmannit* 60, 110, 763  
*Ulvöspinel* 156, 225  
*Umangit* 58, 72  
*Ungemachit* 349  
*Uraninit* 155, 194, 764, 783  
*Uranocircit* 410  
*Uranofan* 801  
*Uranopilit* 349, 381  
*Uranon* var. *thorianit* 196  
*Uranopiroclor* var. *piroclor* 239  
*Uranosferit* 155, 200  
*Uranospinit* 410  
*Uranothorit* var. *thorit* 476  
*Uvarovit* 468, 477, 791

## V

*Valentinit* 154, 177, 781, 796  
*Valit* sin. *vermiculit*  
*Valleriit* 59, 88, 780  
*Vanadinit* 408, 444, 673, 801  
*Vandenbrandit* 155, 200  
*Vanoxit* 155  
*Vanthoffit* 346  
*Variscit* 406, 428  
*Varulit* 404  
*Vashegyit* 411  
*Vaterit* 276, 292  
*Vauquelinit* 387, 389  
*Vauxit* 410  
*Veatchit* 328  
*Vermiculit* 540, 556, 791, 784  
*Vernadskit* 349  
*Veszelyit* 409, 448  
*Vezuvian* 469, 495, 791  
*Villiaumit* 260, 265  
*Violarit* 59, 97  
*Viridin* var. *andaluzit* 482  
*Vishnevit* 587, 622  
*Vivianit* 406, 423, 672, 784  
*Voglit* 276, 784  
*Voigtit* var. *biotit*  
*Volborthit* 407  
*Volkonskoit* var. *montmorillonit* 549  
*Voltait* 347  
*Voltzit* 58, 86  
*Vrbait* 63, 800

## W

*Wad* 155, 184  
*Wagnerit* 408

Waltherit 277  
Walpurgit 407  
Wardit 409  
Warwickit 328, 331  
Washingtonit var. ilmenit  
Watevilleit 346  
Wavellit 410, 452, 673  
Weberit 262  
Weibullit 63  
Weinschenkit 406  
Wehrilit 57, 64  
Weissit 58, 74  
Wherryit 350  
Whitlokit 405, 415  
Wilkeit 408  
Willemit 468, 476, 778, 801  
Wiluit var. vezuvian 495  
Witherit 276, 295, 778, 779, 781, 796, 784  
Wittichenit 61, 127  
Wittit 62  
Wolfachit 60  
Wolfcit 408, 434  
Wolframit 391, 392, 763, 801  
Wollastonit 469, 503, 781, 791, 793  
Woodhouseit 411  
Woodwardit 349  
Wulfenit 391, 398, 778  
Wurtzit 58, 85, 792, 794, 784

## X

Xanthotitan var. sfen  
Xantoconit 61, 126  
Xantofilit 540, 576  
Xantoxenit 410  
  
Xenotim 405, 416, 672, 797

## Y

Ytrocrasit 158, 249  
Ytrotantalit 157, 241

## Z

Zaratit 276, 310, 784  
Zeoliti 587, 624  
Zeunerit 410  
Zinc 29, 42, 794  
Zincaluminit 349  
Zincit 154, 164, 762  
Zinkenit 63, 149, 762  
Zinnwaldit 540, 568, 791, 798, 784  
Zippeit 349  
Zircon 468, 474, 773, 778, 783, 791, 801  
Zirkelit 157  
Zirklerit 261  
Zoizit 469, 490

***Tiraj: 3 050 ex. leg. 1/1. S.P.: 80. Coli de ti-  
par: 51,75. Planșe: 1. Hirtie: Scris I. A 70×100/63.  
Format: 16/70×100. Bun de tipar: 5.XII.1979.  
Nr. plan: 5604. Ediția: 1979.***

---

Tiparul executat sub comanda nr. 221,  
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana“,  
Oradea, str. Moscovei nr. 5.  
Republica Socialistă România











Lei 37,30