

**Emil Constantinescu**

**Lucian Matei**



***Mineralogie  
determinativă***

**1996**



## **Profesor universitar doctor Emil Constantinescu**

**Născut:** 19 noiembrie 1939, Tighina

**Studii:** 1979 - Doctor în Științe Geologice  
1966 - Facultatea de Geologie și Geografie, Universitatea din București  
1960 - Facultatea de Drept, Universitatea din București  
1955 - Liceul Nicolae Bălcescu (fost Brătianu) din Pitești

### **Activitatea profesională:**

1991-prezent - Profesor, Universitatea din București  
1991-1992 - Profesor invitat la Universitatea Duke (S.U.A.)  
1990 - Conferențiar, Universitatea din București  
1980 - Lector, Universitatea din București  
1966 - Asistent, Universitatea din București

### **Funcții:**

1996 - Ales Președinte de onoare al Senatului Universității din București pentru un mandat de patru ani  
1993-prezent - Membru în Comitetul de Conducere al Asociației Universităților Europene  
1992-1996 - Rector al Universității din București  
1992-1996 - Președintele Consiliului Național al Rectorilor din România  
1990-1992 - Prorector al Universității din București

**Autor** a 7 cărți sau manuale universitare și a 67 de studii și articole de specialitate

**Autor** sau coautor la 57 rapoarte, expertize sau hărți geologice

### **Premii și recunoașteri ale activității științifice:**

Premiul "Grigore Cobălcescu" acordat de Academia Română (1980)

Membru al Academiei de Științe din New York, S.U.A. (1995)

Doctor HONORIS CAUSA acordat de Universitatea Internațională din Chișinău, Republica Moldova (1994)

Medalia Jubiliară pentru Educație "KOMENSKY" conferită de Republica Federală Cehă și Slovacă (1992)

### **Prelegeri** la universități din străinătate:

Universitatea Oxford (Marea Britanie), Universitatea Georgetown (Washington D.C., S.U.A.), Universitatea Turku (Finlanda), Institutul de Studii Est Europene Lublin (Polonia), Universitatea din Rio de Janeiro (Brazilia), Universitatea din Cairo (Egipt)

**Membru sau membru de onoare** al Societăților de mineralogie sau geologie din S.U.A., Marea Britanie, Germania, Africa de Sud și Australia.

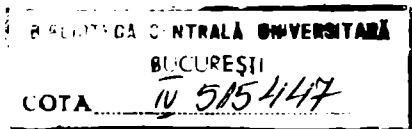
**Participant cu comunicări** sau ca **chairman** la Congrese și Simpozioane Științifice internaționale din Spania, Australia, S.U.A., Italia, Belgia, Polonia, Franța, Germania, Olanda, Austria, Grecia, Israel, Turcia.

EMIL CONSTANTINESCU

LUCIAN MATEI

# MINERALOGIE DETERMINATIVĂ

EDITURA UNIVERSITĂȚII DIN BUCUREȘTI  
- 1996 -



600/97

Referenți științifici: Prof. dr. GHEORGHE C. POPESCU  
Prof. dr. MARIN ȘECLĂMAN

**B.C.U. București**



C 06177 97

© Editura Universității din București  
Șos. Panduri, 90-92, București - 76235; Telefon 410.23.84

ISBN - 973-575-054-6



*EMIL CONSTANTINESCU • LUCIAN MATEI*

---

**MINERALOGIE  
DETERMINATIVĂ**





## PREFAȚĂ

*Dacă această carte stă în fața dumneavoastră, faptul se datorează intersecției mai multor necesități.*

*Una dintre ele, complet subiectivă și reflectând caracterul autorilor - pe care cu sinceritate îl dezvăluim acum - reprezintă o dorință veche și ramasă (până astăzi) neîmplinită, aceea de a pune în mâna mineralogului o carte de perpetuă utilizare, care să îi rezolve rapid și eficient o serie de cerințe interpretative. Acest deziderat intim pornește de la șocul pe care l-am avut la începuturile noastre ca geologi, când lucrând într-un laborator de analize mineralogice, îi observam pe colegii noștri chimiști, fizicieni și ingineri, apelând constant, în fața oricărei necunoscute la handbook-ul Hutte.*

*Această carte ni s-a părut întotdeauna un fel de „Plută a meduzei”, pentru acest gen de specialități, carte de căpătâi și deschizătoare de drumuri ca pânza cu numele amintit. Șocul a fost prelungit - practic fără nici o legătură, excluzând pe cea proprie autorilor - prin apariția romanului psihanalitic al lui Vercos care, capodoperă a genului, paradoxal, purta acest titlu „Pluta meduzei”.*

*Dar mult mai importante decât toate acestea sunt necesitățile obiective.*

*În rândul acestora, prima, și poate cea mai importantă, este aceea că au trecut ani mulți de la apariția ultimilor două cărți de mineralogie complete și competente pentru acea perioadă: G. Mastacan, Iulia Mastacan (1976) și V. Ianovici, Victoria Stiopol și E. Constantinescu (1979) . Și situația nu stă mai bine pe plan mondial, unde după Encyclopedia of Minerals (L. R. Willard, G. R. Rapp jr. și J. Weber, 1974) au apărut numai volume ce tratează individual doar o serie de clase sau familii de minerale. În tot acest timp, multe necunoscute din această nebănuită lume fără viață a mineralelor au fost elucidate, fără a fi reunite într-un volum unic. În acest sens se poate aduce, ca exemplu deosebit de elocvent imensul salt făcut în cunoașterea structurii și chimismului zeoliților, grație cercetărilor laborioase întrprinse de specialiști ca R. A. Sheppard, G. Gottardi, E. Galli, A. Gude, F. A. Mumpton, A. Alberti, R. M. Barrer ș.a.*

*Cea de a doua necesitate apare obiectiv din faptul că, de multă vreme studiile cristalografice și microscopice au devenit insuficiente cel puțin pentru identificarea unor anumite categorii de minerale. Astăzi, în toată lumea, din studiul mineralelor fac parte curent metodele fizice de analiză. Dar datele despre modul în care mineralele răspund la impactul cu diferite tipuri de radiații și energii ( raze X, radiații infraroșii, energie termică, flux electronic ș.a.) sunt cuprinse doar în câteva fișiere și/sau cataloage. această situație necesitând o dotare specială, individuală a laboratoarelor și analiștilor.*

*Ideea autorilor a fost aceea de a cuprinde într-un singur volum, cât mai complet, a tuturor proprietăților mineralelor care să conducă analistul la identificarea lor specifică, ușurându-i astfel munca de documentare necesară interpretării datelor analitice proprii.*

*Desigur că, nu puține au fost dificultățile ce s-au cerut depășite. În primul rând este vorba despre rezultatele destul de diferite, dacă nu contradictorii, publicate de diferiți specialiști în urma analizei prin aceeași metodă a aceleiași specii minerale. Această situație a impus un control strâns al datelor publicate (puritatea mineralului, metoda analitică folosită, tipul instalației de lucru, modul de interpretare ș.a.) și*

verificarea lor prin analize proprii, acolo unde eşantioanele analizate au putut fi paralelizate din punct de vedere al purităţii chimice şi similarităţii structurale.

În mod asemănător au trebuit verificate şi în parte eliminate rezultatele unor analize mai vechi sau efectuate pe probe impure iniţial sau impurificate secundar. De asemenea, a fost necesară stabilirea cu exactitate a noţiunilor de „varietate” şi „sinonimie” pentru mineralele care posedă astfel de categorii chimico - structurale (sau de altă natură) ori de nomenclatură. S-a procedat astfel întrucât sunt numeroase cazurile când, în literatura de specialitate datele analitice al unei specii minerale nu corespund cu cele ale varietăţilor. Un exemplu în acest sens îl constituie ortoza şi adularul care au valori diferite ale reflexelor pe difractogramele de raze X. În mod asemănător sinonimele unei singure specii minerale au rezultate analitice diferite în literatura de specialitate - a se vedea difractogramele de raze X ale procloritului şi ripidolitului.

Dintre metodele fizice de investigare, uzitate în mod curent în laboratoare, s-a făcut apel la acelea care conduc cel mai sigur la identificarea specifică a mineralelor: analize termice diferenţiale (A. T. D. ), spectrometria de absorbţie în infraroşu şi difractometria de raze X. Studiile de microscopie electronică au fost aplicate doar pentru mineralele argiloase şi parţial pentru zeoliţi. În cazul acestora din urmă, aspectele microelectronice au fost introduse la descrierea habitusului, formelor principale ş.a., întrucât, cel puţin pe instalaţiile de tip „ Scanning “, dau imagini clare, cu rezoluţie ridicată pentru morfologia cristalelor. Nu am considerat că sunt necesare explicaţii asupra tehnicilor analitice ale căror rezultate sunt publicate în prezenta lucrare, exclusiv - şi explicativ - pentru motivul că, dacă un cercetător apelează la ele este imperios necesar să le cunoască, dacă nu să le stăpânească. Am considerat suficiente indicaţiile prezentate asupra unor caracteristici de lucru necesare pentru interpretare - de exemplu tipul radiaţiei ( anticatoda ) şi natura filtrului la analizele difractometrice de raze X. De asemenea există o notă explicativă pentru fiecare din abrevierile folosite, în general utilizându-se cele impuse în literatura de specialitate.

Au fost însă introduse scurte explicaţii asupra claselor şi familiilor de minerale, din punct de vedere al structurii, chimismului şi proprietăţilor. Acestea sunt completate cu clasificările speciilor minerale cuprinse în aceste secţiuni, pe de o parte pentru a le adapta celor mai noi descoperiri în domeniul mineralogic, iar pe de altă parte pentru a încadra mineralele necitate încă de literatura din România. Pentru întocmirea clasificărilor au fost luate ca bază de lucru clasificările generale introduse de G. Palake, H. Berman şi C. Frodel (Dana's System of Mineralogy), 1960, completate parţial cu cele prezentate de W. A. Deer, R. A. Howie, J. Zussman (1962-1965) şi P. Ramdohr (1969). Pentru filossilicaţii (minerale argiloase) s-a pornit de la propunerea de clasificare făcută de Nomenclature Committee of A. I. P. E. A. (S. W. Bailey, 1980), precum şi de la clasificarea prezentată de Matei (1983, 1986). Pentru sistematizarea zeoliţilor s-a utilizat în exclusivitate clasificarea publicată de G. Gottardi şi E. Galli (1985). Problemele legate de nomenclatură au fost rezolvate în sensul propunerilor făcute de V. Ianovici, Victoria Stiopol şi E. Constantinescu (1979) care deja s-au încetăţenit în România. Faţă de datele publicate de aceştia au trebuit făcute unele adaptări solicitate mai ales de modificările intervenite în nomenclatura elementelor chimice, în conformitate cu care s-au folosit denumiri noi pentru unele minerale. Este astfel cazul columbitului şi stibiocolumbitului pe care le-am denumit niobit şi stibioniobit, pornind de la realitatea că astăzi se foloseşte curent numele de niobiu în locul celui de columbiu. S-a procedat identic, şi din aceleaşi motive, cu feritungstitul şi thorotungstitul care au primit denumirile de feriwolframit şi respectiv thorowolframit. Pentru toate aceste minerale, vechile denumiri au fost trecute în rândul sinonimelor, prioritar fiind denumirile noi. De asemenea, numele unor minerale, care nu au fost încă citate în literatura de specialitate română, au fost traduse conform cu propunerile autorilor citaţi, situaţie caracteristică mai ales pentru mineralele zeolitice.



*Revenind la gândurile de la începutul acestor rânduri, autorii mărturisesc că, după cunoștința lor, nici o carte - și includem aici chiar și pe cele de beletristică - nu a fost scrisă din experiența proprie, exclusivă a autorului, lucru valabil, desigur, și pentru prezenta „**Mineralogie determinativă** “. Ca urmare ne considerăm datori și onorați să aducem mulțumiri tuturor celor care au binevoit să ne pună la dispoziție, cu competență și mărinimie, date documentare sau analize proprii, precum și celor care au constituit un real sprijin moral în munca asiduă, aparent mărunță și interminabilă, pentru realizarea acestei cărți: ing. geolog Silviu Rădan și dr. geolog Constantin Crăciun. De asemenea suntem îndatorați studenților noștri: Barbara Matei, Lucian Petrescu și Consuela Vulpe pentru munca minuțioasă și obositoare de transcriere și colaționare.*

**Autorii**

## LISTA SIMBOLURILOR ȘI A ABREVIERILOR

<b>a, b, c,</b>	= axele cristalografice ;
<b><math>\alpha, \beta, \gamma</math></b>	= unghiurile dintre axele cristalografice ;
<b>Z</b>	= numărul unităților de formulă în unitatea celulară ;
<b>N // :</b>	= lumină polarizată: un nicol;
<b>N + :</b>	= lumină polarizată: doi nicoli;
<b>R %</b>	= puterea ( capacitatea ) de reflexie a mineralelor opace;
<b><math>\Delta R</math></b>	= bireflexia ( pleocroism de reflexie )
<b>v, o, r, ( asociate )</b>	= puterile de reflexie ale mineralelor opace în lumină verde ( 520 m $\mu$ ), oranj ( 590 m $\mu$ ) și roșie ( 665 m $\mu$ );
<b>n</b>	= indicele de refracție la mineralele cubice și amorf;
<b><math>\epsilon</math></b>	= indicele de refracție în direcția razei extraordinare la mineralele uniaxe;
<b><math>\omega</math></b>	= indicele de refracție în direcția razei ordinare la mineralele uniaxe;
<b><math>\alpha</math></b>	= indicele de refracție minim și direcția de vibrație mai rapidă la mineralele biaxe;
<b><math>\beta</math></b>	= indicele de refracție mediu și direcția de vibrație a razei intermediare la mineralele biaxe;
<b><math>\gamma</math></b>	= indicele de refracție maxim și direcția de vibrație mai lentă la mineralele biaxe;
<b><math>\Delta</math></b>	= valoarea birefringenței maxime;
<b>Li ( după indicele de refracție )</b>	= lumină roșie de litiu ( $\lambda = 671$ m $\mu$ );
<b>Na ( după indicele de refracție )</b>	= lumină galbenă de sodiu ( $\lambda = 589$ m $\mu$ );
<b>Tl ( după indicele de refracție )</b>	= lumină verde de thaliu ( $\lambda = 535$ m $\mu$ );
<b>P. A. O.</b>	= planul axelor optice;
<b>2 V</b>	= valoarea unghiului axelor optice;
<b>2 E</b>	= unghiul axelor optice observat în aer;
<b>C <math>\Delta\gamma(\alpha)</math></b>	= unghiul de extincție maximă față de $\gamma$ sau $\alpha$ ;
<b>2V<sub><math>\gamma</math></sub></b>	= mineral biax cu semn optic pozitiv;
<b>2V<sub><math>\alpha</math></sub></b>	= mineral biax cu semn optic negativ;
<b>Bx<sub>a</sub></b>	= bisectoarea unghiului ascuțit al axelor optice;
<b>Bx<sub>o</sub></b>	= bisectoarea unghiului obtuz al axelor optice: $r < v$ sau $r > v$ = unghiul axelor optice în lumină roșie este mai mic și respectiv mai mare decât în lumină violet;
<b>G</b>	= greutatea specifică;
<b>D</b>	= duritatea după scara Mohs;
<b>F</b>	= fuzibilitatea (punctul de topire);
<b>A.T.D.</b>	= analiza termică diferențială;
<b>T</b>	= temperatura (în ° C);
<b><math>\Delta T</math></b>	= diferența de temperatură (în °C) dintre proba inertă și proba de analizat în cazul A.T.D.;
<b>T<sub>cat</sub></b>	= capacitatea totală de schimb cationic (me/100 g);
<b><math>\lambda</math></b>	= lungimea de undă pentru lumina monocromatică ;
<b>Å(Angström)</b>	= 10 <sup>-10</sup> m;
<b><math>\mu</math> (micron)</b>	= 10 <sup>-6</sup> m;
<b>m<math>\mu</math> (milimicron)</b>	= 10 <sup>-9</sup> m;
<b>°C</b>	= grade Celsius;
<b>K<sub><math>\alpha</math></sub></b> (după simbolul unui element de ex. CuK <sub><math>\alpha</math></sub> )	= radiația K <sub><math>\alpha</math></sub> obținută la un tub de raze X cu anticatod de Cu



## INDICAȚII PENTRU CITIREA DATELOR OBTINUTE PRIN METODE FIZICE DE ANALIZĂ

La rubrica "Proprietăți termice" sunt redate temperaturile de vârf (în °C) ale efectelor endoterme și exoterme ale mineralelor obținute prin analize termice diferențiale (A.T.D.). Alături de acestea, acolo unde a fost posibil, au fost trecute în paranteză valorile  $\Delta T$ , de asemenea în °C. Sunt notate cu asterixuri efectele reversibile și punctele Curie. În cazul în care mineralele, prin constituția lor chimico-structurală, nu pot fi caracterizate prin efecte de vârf punctuale ( $T$  și  $\Delta T$ ) a fost indicat ecartul de variație al temperaturii.

Toate datele numerice privind spectrele de absorbție în infraroșu ale mineralelor sunt redate în numere de undă ( $\bar{\nu}$ , în  $\text{cm}^{-1}$ ), fiind urmărite valorile de vârf (maxime) ale benzilor de absorbție. Prin litere s-au făcut aprecieri asupra formei și dezvoltării benzilor. În funcție de valoarea absorbției au fost utilizate următoarele abrevieri:

- fs = foarte slab (absorbție < 10%);
- s = slab (absorbție 10 - 20%);
- m = mediu (absorbție 20 - 40%);
- p = puternic (absorbție 40 - 80%);
- fp = foarte puternic (absorbție > 80%).

Aprecierile cantitative au fost făcute în funcție de intensitatea absorbției față de linia de bază. S-au notat cu inflexiuni schimbările de pantă (ne) însoțite de modificări ale absorbției mai mici de 1%.

Au mai fost folosite următoarele abrevieri pentru desemnarea formei benzilor de absorbție, a poziției și a asocierii acestora:

- i = inflexiune;
- l = larg;
- a = ascuțit;
- ? = bandă de absorbție incertă;
- (... - ...) = bandă de absorbție al cărui maxim variază între numerele de undă indicate;
- (... + ...) d = dublet;
- (... + ... + ...) t = triplet;
- (... + ... + ... + ...) c = cuartet;
- ~ ... = bandă de absorbție cu valoare aproximativă a numărului de undă.

Valorile benzilor de absorbție în infraroșu ale mineralelor provin de la analize efectuate pe probe de o puritate ridicată și expuse la aparat prin incorporare (pastilare) în KBr. Raportul probă / diluant este de 1/300. Materialul de referință a fost KBr.

Rezultatele analizelor difractometrice de raze X prezentate au urmărit redarea sub formă de tabele a valorilor numerice aparținând reflexelor, intensității acestora și indicii planelor de difracție. Notarea s-a făcut în ordinea:

$$d(\text{Å}) / I : I_i / (hkl)$$

S-a preferat această notare comprimată și originală, deși mai greu lizibilă, pentru a asigura cuprinderea în volum a unui număr cât mai mare de minerale. Atunci când un mineral prezintă reflexe sigur determinate, dar neindexate acestea au fost notate în ordinea:

$$d(\text{Å}) / I : I_i$$

de exemplu reflexul 4,05 / 10 al jadeitului.

Nu au fost trecute indexările pentru valorile foarte mici ale lui  $d$ .

În cazul în care două sau mai multe plane reticulare dau un reflex comun (valoare medie observată) planele au fost notate împreună în dreptul valorii respective, de exemplu la microclin:

$$3,244 / 100 / (\bar{2}\bar{2}0), (002), (040),$$

În cazul dubletelor ale căror reflexe componente nu pot fi atribuite cu siguranță unor plane reticulare, acestea au fost adnotate astfel:

$$2,416 + 2,405 / 4 / (021), (410), (4\bar{1}2)$$

așa cum este exemplul petalitului.

Reflexele aparținând planelor de tip hk au fost notate în maniera:

$$2,562 / 40 / (20-).$$

exemplul fiind preluat de la halloysitul ( $7\text{\AA}$ ).

În cazul simetriilor trigonale și hexagonale notarea planelor s-a făcut utilizând patru indici, de exemplu la kalsilit:  $2,590 / 100 / (1\bar{1}\bar{2}0)$ , deși sunt numeroase cazurile în care indexările mineralelor cristalizate în aceste sisteme au fost făcute prin transpunerea într-un sistem cu trei axe (calcit, magnezit, siderit ș.a.)

Intensitățile au fost apreciate în domeniul 0 - 100 pentru toate mineralele.

Dintre caracteristicile de lucru ale instalației de raze X s-au reținut doar cele esențiale, privitoare la anticatoda tubului și la filtrul de monocromatizare. Nu s-a notat nimic în acest sens la mineralele pentru care nu au existat indicații sau ele erau nesigure.

Ca adnotări suplimentare apar numai semnele de întrebare așezate în dreptul reflexelor controversate de către diferiți autori.

## I. ELEMENTE NATIVE

### *Caractere generale și clasificare*

Aproximativ 0,1% din greutatea scoarței terestre este datorată unui număr de 33 de elemente chimice, care participă sub formă nativă la alcătuirea unui număr de cca 80 specii și varietăți minerale. Din această greutate 0,04 % revine azotului și 0,01-0,02 % oxigenului. Majoritatea acestor elemente apar în stare solidă constituind rețele cristaline variate, legătura dintre atomi fiind de tip metalic și doar rareori având tendințe de a trece spre legături heteropolare sau Van der Waals. O astfel de structură le conferă proprietăți specifice cum sunt: o bună conductibilitate electrică și termică, indici de refracție ridicați, luciu puternic, greutate specifică mare.

Grupa metalelor rare, situate în perioadele 5 și 6, din care fac parte Ru, Rh, Pd, Ag, Os, Ir, Pt și Au formează cu ușurință soluții solide datorită valorilor cvasieegale ale razelor lor atomice. Astfel elementele triadei Ru, Rh, Pd manifestă afinități deosebite față de triada Os, Ir, Pt în comparație cu triada Fe, Co, Ni. Semimetalele As, Sb și Bi deși dovedesc și ele caractere comune formează doar rareori compuși izomorfi de tipul allemontitului (As, Sb), ele păstrându-și moduri deosebite de ocurență. Ele au rețele cubice, parțial deformate, care le controlează aspectele morfologice și direcțiile de clivaj. Datorită unei configurații electronice specifice, cu 2 sau 8 electroni pe nivelul energetic exterior, gazele rare (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) nu formează combinații chimice, ele întâlnindu-se în natură doar în formă liberă. N, O și H apar în cantități mari în atmosferă, ultimul având posibilitatea să apară și în unele tipuri de roci.

Carbonul formează două modificații cu structuri cristaline diferite, iar S este cunoscut sub formele  $\alpha$ ,  $\beta$  și  $\gamma$ .

Explicația numărului relativ ridicat de specii și varietăți minerale pe care le formează elementele native constă în existența modificațiilor polimorfe (carbon, sulf) și a soluțiilor solide (electrum, newjanskit, ș.a.). Nu mai puțin importanți sunt compușii intermetalici (algodonit, stibiopaladinit, discroizit) și cei cu compoziție variabilă (de ex. Pt, Fe sau Pt,Cu).

În funcție de caracteristicile lor chimico-structurale elementele native sunt clasificate astfel:

### 1. METALE

#### 1.1. Grupa aurului

Aur Au

Maldonit  $Au_2 Bi$

Argint Ag

Cupru Cu

Plumb Pb

Mercur Hg

Moschellandsbergit  $Ag_2 Hg_3$

Amalgam de aur  $Au_2 Hg_3$  (?)

Potarit Pd<sub>3</sub> Hg<sub>2</sub>

1.2. Grupa platinei

Platina Pt

Paladium Pd

Platiniridium (Ir, Pt)

Aurosmiridium (Au, Os, Ir)

1.3. Grupa newjanskitului

Newjanskit (Ir, Os)

Sâserskit (Os, Ir)

Alopaladinit

1.4. Grupa fierului și a mineralelelor din meteoriți

Fier Fe

Nichel - fier (Ni, Fe)

.....

Cohenit Fe<sub>3</sub> C

Moissanit SiC

Osbornit TiN

Schreibersit (Fe, Ni)<sub>3</sub> P

Siderazot Fe<sub>5</sub> N<sub>2</sub>

.....

Tantalcarbit TaC

Staniu Sn

Zinc Zn

## 2. SEMIMETALE ȘI NEMETALE

2.1. Grupa arseniului

Arsen As

Arsenolamprit As

Allemontit AsSb

Antimoniu Sb

Bismut Bi

2.2. Grupa telurului

Seleniu Se

Selen - telur (Se, Te)

Teluriu Te

2.3. Grupa sulfurului

α - sulf S

β - sulf S

γ - sulf S

2.4. Grupa carbonului

Diamant C

Grafit C

## 1. METALE

A U R : Au

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clase:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială :** F m 3 m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 4,0699 Å.

**Celula conține:** 4 Au.

**Habitus:** cristale octaedrice, cubice, dodecaedrice.

**Alungire** [111] cu turtire [111]. Dendrite arborescente, filiforme, agregate paralele.

**Culoare:** galben de aur, alb-argintiu; impur este roșu - oranj.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), e(012), m(113).

**Macle:** (111) comune.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** așchioasă, colțuroasă. Maleabil și ductil.

**H** = 2 1/2 - 3; **G** = 15,3 - 19,3; **F** = 1062, 4°C.

**Compoziție chimică:** Au = 74,33 - 99,91%; Ag = 0 - 20%; Cu = 0 - 20%; Fe = 0 - 0,07% ; urme de Bi, Sn, Pb, Zn.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer: galben de aur variind în funcție de conținutul de Ag și Cu.

R în aer : v = 47,0% , o = 82,5% , r = 86,0%.

N + : Izotrop.

**Difracția de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 2,35/100/(111); 2,03/90/(200); 1,437/80/(220); 1,173/50/(222); 1,016/30/(400); 0,933/70/(331); 0,909/70/(420); 0,830/40/(422); 0,783/40/(511, 333).

M A L D O N I T : Au<sub>2</sub>Bi

**Sistemul de cristalizare :** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 7.942 Å.

**Celula conține:** Au<sub>16</sub>Bi<sub>8</sub>.

**Habitus:** granular masiv, cruste subțiri. Cristale octaedrice.

**Culoare:** alb-argintiu.

**Luciu:** metalic. Maleabil și ductil.

**H** = 1 1/2 - 2; **G** = 15,70; **F** = 373°C.

**Compoziție chimică:** Au = 64,50 - 65,36%. Bi = 34,64 - 35,50%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer: alb - argintiu.

R în aer: 50 - 60%.

N + : Izotrop.

**Difracția de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,60/20/(111); 2,82/40/(220); 2,41/100/(311); 2,30/50/(222); 1,994/20/(400); 1,831/10/(331); 1,629/30/(422); 1,537/60/(511, 333); 1,412/50/(440); 1,347/5/(531); 1,264/20/(620); 1,217/20/(533); 1,201/30/(622); 1,150/5/(444); 1,066/20/(642); 1,038/40/(731, 553); 0,996/10/(800); 0,940/5/(822, 660); 0,922/20/20/(751, 555); 0,915/10/(662); 0,849/5/(664); 0,835/20/(931); 0,814/30/(844).

A R G I N T : Ag

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** Fm 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 4,0772 Å.

**Celula conține:** 4 Ag.

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, dodecaedrice. Formează grupări paralele de indivizi cubici sau



octaedrici. Masiv, în cruste; forme arborescente, reticulare.

**Culoare:** alb - argintiu.

**Luciu :** metalic.

**Forme cristalografice:** a(001), d(011), o(111), h(014), e(012), m(113).

**Macle:** (111) comune, alungite [111].

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** colțuroasă. Maleabil și ductil.

$H = 2\ 1/2 - 3$ ;  $G = 9,6 - 12$ ;  $F = 960,6^\circ\text{C}$ .

**Compoziție chimică:** Ag = 94,94 - 98,45%; Hg = 1,13 - 5,06%; Sb = 0,000 - 0,581%; Fe = 0,000 - 0,024%;  
Cu = 0,000 - 0,011%; Au = 0,000 - 0,004%.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N// : Culoare în aer: alb - argintiu.

R în aer: v = 95,5%, o = 94,0%, r = 93,0%.

R în imersie (ulei) : v = 94,0%, o = 94,0%, r = 94,0%.

$n_{\text{Na}} = 0,181$ .

N+ : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiația MoK $_{\alpha}$ , filtru ZrO $_2$ ): 2,37/100/(111); 2,05/80/(200); 1,436/80/(220); 1,232/90/(311); 1,178/50/(222); 1,020/20/(400); 0,936/60/(331); 0,912/60/(420); 0,833/40/(422); 0,786/40/(511, 333); 0,721/10/(440); 0,689/30/(531); 0,680/30/(600,442); 0,645/20/20/(620); 0,622/10/(533).

## C U P R U : Cu

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** Fm 3 m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,6077 \pm 0,0002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 4 Cu.

**Habitus:** cuburi, dodecaedri, tetrahexaedru (012), (035), octaedri; forme neregulate, vermiforme, filiforme, arborescente, în benzi, masiv.

**Culoare:** roz, roșu de cupru.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), o(111), h(014), f(013), k(025), e(012), l(035), m(113), n(112), y(5.10.18).

**Macle:** (111) comune, de penetrație sau complexe.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** colțuroasă. Maleabil și ductil.

$H = 2\ 1/2 - 3$ ;  $G = 8,93$ ;  $F = 1083^\circ\text{C}$ .

**Compoziție chimică:** Cu = 87,80 - 99,98%; Au = 0,0 - 12,0%; urme de Ag, Bi, Fe, Ge, Hg, Sb.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N//: Culoarea în aer: roz - alb.

R în aer: v = 61%, o = 83%, r = 89%.

R în imersie (ulei): v = 46%, o = 80%, r = 86%.

$n_{\text{Na}} = 0,64$ .

N+ : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK $_{\alpha}$ ): 2,3012/40/(111)  $\beta$ ; 2,0851/90/(111); 1,9924/30/(200)  $\beta$ ; 1,8060/80/(200); 1,4071/40/(220)  $\beta$ ; 1,2762/100/(220); 1,2001/40/(311)  $\beta$ ; 1,482/20/(222)  $\beta$ ; 1,0887/90/(311); 1,0419/50/(222).

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** Fm 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,9396 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 4 Pb.

**Habitus:** octaedri, dodecaedri, cuburi; dendrite vermiculare; frecvent formează agregate cu cristale plate.

**Culoare:** cenușiu de plumb, alb - argintiu.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), o(111), h(014), m(113), n(112), ε(155).

**Macle:** (111) comune.

**Clivaj:** absent. Maleabil, slab ductil.

**H** = 1 1/2; **G** = 11,4; **F** = 327,3°C.

**Compoziția chimică:** Pb = 99,99%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoare în aer: alb - cenușiu.

**R în aer:** v = 82%, o = 74%, r = 74%.

**N + :** Izotrop.

**Difracțometria de raze X** (radiație FeK, nefiltrată): 3,158/30/(111) β; 2,860/90/(111); 2,738/30/(200) β; 2,480/80/(200); 1,933/30/(220) β; 1,753/90/(220); 1,648/40/(311) β; 1,580/20/(222) β; 1,498/100/(311); 1,430/50/(222); 1,366/10/(400) β; 1,256/40/(331) β; 1,238/40/(400); 1,222/40/(420) β; 1,37/100/(331); 1,117/20/(422) β; 1,108/100/(420); 1,011/100/(422).

#### M O S C H E L L A N D S B E R G I T : $\text{Ag}_2\text{Hg}_3$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** I m 3 m .

**Z** = 10.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,1 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_{20}\text{Hg}_{30}$ .

**Habitus:** dodecaedrii, mase granulare.

**Culoare:** alb- argintiu.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), f(013), e(012) n(112), p(122), s(123).

**Clivaj:** (011) și (001) distinct.

**Spărtura :** concoidală. Casant.

**H** = 3 1/2; **G** = 13,48 - 13,71.

**Compoziție chimică:** Hg = 72,5 - 73,6%; Ag = 26,4 - 27,5%.

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal, cubic.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m; 23.

**Grupa spațială:** P4/mmm; P2, 3.

**Z** = 1 (tetragonal); **Z** = 4 (cubic).

**Dimensiunea celulei elementare:**

tetragonal:  $a_0 = 3,020 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,706 \text{ \AA}$ ; cubic:  $a_0 = 5,21 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** fin granular, fibre subțiri divergente, structuri columnare.

**Culoare:** cenușiu - alb, alb - argintiu.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent. Casant.

**H** = 3 1/2; **G** = 14,88 - 15,09.

**Compoziția chimică:** Pd = 44,4%; Hg = 55,6%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //** : Culoare în aer: alb pur.

**R** în aer: foarte mare.

**N +** : Izotrop.

**Difracțometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Al): 2,99/20/(111); 2,55/50/(200); 2,31/100/(210); 2,11/70/(211); 1,83/50/(220); 1,502/60/(222); 1,391/70/(321); 1,265/100/(410),(322); 1,166/50/(420); 1,137/80/(421); 1,069/50/(422); 1,028/20/(510), (431); 1,008/20/(511), (333).

P L A T I N A : Pt

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** Fm 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,9158 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 4 Pt.

**Habitus:** cristale cubice, granule slab rotunjite.

**Culoare:** albă cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), o(111), f(013), e(012), l(035), g(023).

**Macle:** (111).

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** colțuroasă. Maleabil și ductil. Nemagnetic cu excepția varietăților bogate în fier.

**H** = 4 - 41/2 ; **G** = 14 - 19 ; **F** = 1769°C.

**Compoziție chimică:** Pt = 80,30 - 90,16%; Fe = 2,63 - 6,26%; Ir = 0,33 - 5,26%; Cu = 0,38 - 2,05%; Rh = 0,50 - 1,32%; Pd = 0,30 - 1,18%; Os = 0,00 - 0,48%; Ni = 0,00 - 0,10%; Au = 0,00 - 0,02%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //** : Culoarea în aer : alb.

**R** în aer : v = 70%, o = 73%, r = 70%.

$n_{Na}$  = 4,28 .

**N +** : Izotrop.

**Difracțometria de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 2,27/90/(111); 1,956/80/(200); 1,384/80/(220); 1,180/100/(311); 1,130/60/(222); 0,976/40/(400); 0,898/70/(331); 0,875/70/(420); 0,799/60/(422); 0,753/50/(511 : 333).

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :**  $4m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** Fm 3 m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,8824 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 4 Pd.

**Habitus:** granular, fibre dispuse radiar; octaedric.

**Culoare:** alb, cenușiu - strălucitor.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent. Maleabil și ductil.

**H = 4 1/2 - 5 ; G = 11,5 ; F = 1556°C.**

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb cu reflexe alb-cenușii.

**R în aer:** v = 69%, o = 70%, r = 71,5%.

**ΔR în aer = slabă.**

**R în imersie (ulei) :** v = 66%, o = 66%, r = 67%.

**N ⊥ :** Izotrop.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $MoK_{\alpha}$ , filtru  $ZrO_2$ ): 2,21/90/(111); 1,923/90/(200); 1,362/80/(220); 1,162/100/(311); 1,114/30/(222); 0,965/30/(400); 0,885/70/(331); 0,863/70/(420); 0,788/50/(422); 0,743/60/(511), (333); 0,683/20/(440); 0,654/50/(531); 0,645/50/(600), (442); 0,612/30/(620).

F I E R : Fe

**Varietăți:** - Kamacit: meteoric, conține 2(Fe, Ni);

- Awarnit: compus intermetalic, cu Fe : Ni = 3 : 1

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Z = 2 (fier); Z = 54 (Kamacit).**

**Dimensiunea celulei elementare:** Fier  $a_0 = 2,8607 \pm 0,0002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 2 Fe.

Kamacit:  $a_0 = 2,865 \text{ \AA}$  (faza dezordonată);  $a_0 \approx 8,60 \text{ \AA}$  (faza ordonată).

**Celula conține:** 2 (Fe, Ni).

Awarnit:  $a_0 = 3,59 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** fierul teluric apare rar în cristale și des în masc largi. Fierul meteoric are cristale plate, lamelare.

**H = 4 - 5; G = 7,3 - 7,8.**

**Culoare:** cenușiu strălucitor, negru de fier.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (001) slab, (112) foarte slab.

**Spărtura:** așchioasă. Maleabil, magnetic.

**Compoziția chimică:**

Fier (teluric) : Fe = 97,79 - 99,16%; Ni = 0,00 - 0,11%; Co = 0,00 - 0,23%; Cu = 0,00 - 0,10%; Mn = 0,00 - 0,57%; C = 0,00 - 0,065%; P = 0,207 - 1,07%; S = 0,00 - 0,13%;  $SiO_2 = 0,00 - 0,37\%$ .

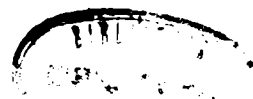
Kamacit: Fe = 93,09 - 93,75%; Ni = 5,43 - 6,69%

Co = 0,25 - 0,58%; C = 0,00 - 0,02%;

P = 0,00 - 0,19%; S = 0,00 - 0,08%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoare în aer: albă.



R în aer:  $v = 64\%$ ,  $o = 59\%$ ,  $r = 58$ .

R în imersie (ulei) :  $v = 50\%$ ,  $o = 51\%$ ,  $r = 47\%$ .

N + : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație  $FeK_{\alpha}$ ): 2,233/30/(110)  $\beta$ ; 2,022/90/(110); 1,578/30/(200) $\beta$ ; 1,430/70/(200); 1,289/40/(211)  $\beta$ ; 1,168/100/(211); 1,117/20/(220)  $\beta$ ; 1,012/70/(220).

NICHEL - FIER (KAMACIT)

**Difractometria de raze X**(radiație  $FeK_{\alpha}$ ): 2,237/60/(110)  $\beta$ ; 2,028/100/(110); 1,432/40/(200); 1,170/100/(211).

NICHEL - FIER : (Ni, Fe)

**Sinonim**: awarnit, josephinit, sonesit, bobrovkit.

**Varietate**: taenit (meteoritic)

**Sistemul de cristalizare**: cubic.

**Clasa**:  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială**:  $Fm \bar{3} m$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 3,590 \text{ \AA}$ .

**Celula conține**: 4 (Fe, Ni).

**Habitus**: varietatea terestră apare în granule neregulate. Taenitul asociat cu kamacitul prezintă concreșteri regulate sau borduri fine.

**H** = 5; **G** = 7,8 - 8,22.

**Culoare**: argintie, alb - cenușie.

**Luciu**: metalic.

**Clivaj**: absent. Maleabil, flexibil. Magnetism ridicat.

**Compoziția chimică**:

Nichel - Fier : Fe = 21,45 - 22,30%; Ni = 76,16 - 76,60%; Co = 0,00 - 1,37%; Cu = 0,49 - 1,22%;  
P = 0,00 - 0,08%; S = 0,00 - 0,06%.

Taenit: Fe = 61,89 - 68,13%; Ni = 30,85 - 36,95%; Co = 0,36 - 0,69; 0,00 - 0,33%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată**:

N // : Culoarea în aer: alb-argintiu, alb-cenușiu .

R (în aer) = 75 - 80%.

N + : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație  $FeK_{\alpha}$ , filtru Mn): 2,06/100/(111); 1,783/30/(002); 1,259/20/(022); 1,073/40/(113); 1,027/10/(222).

COHENIT :  $Fe_3C$

**Sinonim**: cementit

**Sistemul de cristalizare**: rombic.

**Clasa**:  $2/m 2/m 2/m$ .

**Grupa spațială**:  $Pnma$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 5,06 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,73 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,51 \text{ \AA}$ .

**Celula conține**:  $Fe_{12}C_4$ .

**Habitus**: cristale tabulare, cu fețe rare.

**Culoare:** alb de staniu cu reflexe indigo, bronz, galben de aur.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (100), (010) și (001). Casant. Puternic magnetic.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6$ ;  $G = 7,20 - 7,65$ .

**Compoziția chimică:**

Fe = 82,70 - 93,30%; Ni = 0,00 - 9,90%; Co = 0,00 - 2,21%;

C = 5,10 - 6,70%.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N//: Culoarea în aer: alb, alb-gălbui.

R (în aer) = 57%.

Bireflexie vizibilă în imersie, pe marginea cristalelor.

N+ : Anizotropie slabă vizibilă pe marginea cristalelor .

**Difractometria de raze X:** (cele mai intense linii): 2,38/100; 2,10/90; 2,02/90; 1,97/90.

S T A N I U: Sn

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/amd.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare :**  $a_0 = 5,8194 \pm 0,0003 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,1753 \pm 0,0009 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,5456$ .

**Celula conține:** 4 Sn.

**Culoare:** alb de staniu.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** colțuroasă. Maleabil și ductil.

$H = 2$ ;  $G = 6,98$ ;  $F = 231,8^\circ\text{C}$ .

**Difractometria de raze X :** 2,91/100/(200); 2,79/90/(101); 2,05/70/(220); 2,01/100/(211) 1,65/70/(301); 1,480/70/(112); 1,450/60/(400), (231); 1,298/60/(420); 1,200/70/(312); 1,092/50/(501), (431); 1,043/40/(103), (332); 1,022/30/(440); 0,980/20/(441); 0,927/30/(601), (512); 0,885/10/(323); 0,847/20/(413); 0,805/20/(640).

Z I N C : Zn

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $C_6/mmc$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 2,6591 \text{ \AA} \pm 0,0005 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 4,9353 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,8560 \pm 0,0005$ .

**Celula conține:** 2 Zn.

**Habitus:** agregate formate din granule plate sau ovoidale cu dimensiuni sub 2  $\mu\text{m}$ .

**Culoare:** alb-cenușiu.

**Urmă:** alb-cenușie.

**Luciu:** metalic. Casant.

**Clivaj:** (0001) perfect.

$H = 2$ ;  $G = 6,9 - 7,2$ ;  $F = 420^\circ\text{C}$ .



**Proprietăți optice în lumină reflectată:** N // : Culoare în aer: gri-albăstrui, alb-cenușiu.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK<sub>α</sub>): 2,74/20/(0002) β; 2,552/10/(10 $\bar{1}$ 0) β; 2,473/40/(0002); 2,311/50/(10 $\bar{1}$ 0),(10 $\bar{1}$ 1) β; 2,092/100/(10 $\bar{1}$ 1); 1,858/30/(10 $\bar{1}$ 2)β; 1,683/80/(10 $\bar{1}$ 2); 1,476/50/(11 $\bar{2}$ 0) β; 1,357/10/(10 $\bar{1}$ 3); 1,330/90/(11 $\bar{2}$ 0); 1,292/30/(20 $\bar{2}$ 0) β; 1,235/40/(0004); 1,199/10/(10 $\bar{1}$ 4) β; 1,173/90/(20 $\bar{2}$ 0); 1,154/30/(20 $\bar{2}$ 2) β; 1,128/60/(20 $\bar{2}$ 1); 1,090/50/(10 $\bar{1}$ 4); 1046/50/(20 $\bar{2}$ 2); 1,017/20/(10 $\bar{1}$ 5) β.

## 2. SEMIMETALE ȘI NEMETALE

A R S E N : As

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} m$ .

Z = 6.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>o</sub> = 3,768 Å, c<sub>o</sub> = 10,574 Å.

**Relația axială:** a<sub>o</sub> : c<sub>o</sub> = 1 : 2,8061 α = 54°07', λ = 111°41'.

**Celula conține:** 6 As.

**Habitus:** granule mici, aciculare sau pseudocubice (01 $\bar{1}$ 2), de obicei apare ca masc granulare, reticulare, reniforme sau stalactitice; rareori cristale columnare.

**Culoare:** alb de staniu, cenușiu închis.

**Urmă:** albă-cenușie.

**Luciu:** aproape metalic.

**Forme cristalografice:** c(0001), e(10 $\bar{1}$ 4), h(30 $\bar{3}$ 4), z(01 $\bar{1}$ 8), p(01 $\bar{1}$ 2), f(02 $\bar{2}$ 1).

**Macles:** (10 $\bar{1}$ 4) rare.

**Clivaj:** (0001) perfect, (10 $\bar{1}$ 4) bun.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

H = 3 1/2; G = 5,72 - 5,73.

**Compoziția chimică:** urme de Sb, Fe, Ag, S, Bi, V.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N//: Culoare în aer: albă; în imersie (ulei): alb-cenușiu.

R (aer): v = 61,5%, o = 50,5%, r = 50%.

R imersie (ulei) = 45%.

Δ R (aer) moderată, mai vizibilă pe marginea cristalelor în tonuri de alb (ω), alb-cenușiu (ε).

Δ R (imersie) - mai vizibilă: alb, gri-gălbui.

N + : Anizotropie foarte distinctă în aer, puternică în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 6,50/10; 6,17/70; 345/70/(0003); 3,14/80/(10 $\bar{1}$ 1); 2,81/30; 2,74/100/(10 $\bar{1}$ 2); 2,52/70; 2,25/30; 2,12/30; 2,04/90/(10 $\bar{1}$ 4); 1,95/50; 1,867/100/(11 $\bar{2}$ 0); 1,837/30/(11 $\bar{2}$ 1); 1,76/80/(11 $\bar{2}$ 2); 1,65/80/(11 $\bar{2}$ 3); 1,59/30; 1,53/100/(11 $\bar{2}$ 4); 1,433/30; 1,388/70/(02 $\bar{2}$ 4); 1,363/50/(10 $\bar{1}$ 7); 1,345/50; 1,299/30; 1,283/80; 1,195/80/(0009); 1,112/70; 1,102/50; 1,083/70/(30 $\bar{3}$ 0); 1,068/50; 1,061/50; 0,993/70; 0,964/30; 0,952/50; 0,938/80; 0,921/50; 0,897/30; 0,889/30; 0,862/20; 0,853/50; 0,827/50.

A L L E M O N T I T : AsSb

**Sinonim:** stibarsen

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,044 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 10,961 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,7104$ ,  $\alpha = 55^\circ 36'$ .

**Celula conține:** AsSb.

**Habitus :** masiv sau fin granular; mase reniforme, mamelonare; mai rar în cristale fibroase sau lamelare, cu muchiiile curbate.

**Culoare:** alb de staniu, cenușiu-roșcat, brun-negru.

**Urma:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** perfect după o direcție.

$H = 3 - 4$  ;  $G = 5,8 - 6,2$ .

**Compoziție chimică:**

Sb = 37,85 - 61,90%; As = 35,00 - 62,15%; Fe = 0,00 - 0,85%; Si = 0,00 - 0,02%; S = 0,00 - 0,20%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:** asemănătoare cu cele ale arsenului; se observă concreșterile între cei doi constituenți.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,60/30/(003); 3,20/10/(101); 2,92/100/(012); 2,13/60/(104); 2,01/70/(110); 1,838/10/(015); 1,801/10/(006); 1,762/10/(113); 1,722/5/(021); 1,661/40/(202); 1,467/20/(024); 1,415/10/(107); 1,346/20/(116); 1,282/40/(212); 1,265/5/(018); 1,206/10/(009); 1,185/10/(214); 1,163/10/(300); 1,125/5/(125); 1,108/5/(303); 1,072/5/(208); 1,034/10/(119); 1,006/20/(220); 0,981/5/(306); 0,952/20/(312); 0,929/5/; 0,913/10; 0,883/10; 0,860/10; 0,838/10; 0,822/5; 0,810/5; 0,789/5.

ANTIMONIU : Sb

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m$

$Z = 6$

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,301 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,26 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,618$ ;  $\alpha = 57^\circ 05'$ ,  $\lambda = 110^\circ 37'$ .

**Celula conține:** 6 Sb.

**Habitus:** cristale pseudocubice ( $01\bar{1}2$ ), sau tabulare (0001); de obicei masiv, granular sau lamelar cu dispoziție radiară.

**Culoare:** alb de staniu.

**Urmă :** cenușie.

**Luciu :** metalic.

**Forme cristalografice:**  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $c(10\bar{1}4)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $z(01\bar{1}8)$ ,  $p(01\bar{1}2)$ ,  $x(3.2.\bar{5}.16)$ .

**Macles:** ( $10\bar{1}4$ ) comune; grupe complexe polisintetice.

**Clivaj:** (0001) perfect, ( $10\bar{1}1$ ) distinct, ( $10\bar{1}4$ ) imperfect ( $11\bar{2}0$ ) foarte slab.

**Spărtura:** neregulată. Foarte casant.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,61 - 6,72$ ;  $F = 630,5^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb strălucitor.

R în aer:  $v = 67,5\%$ ,  $o = 58\%$ ,  $r = 55\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 60\%$ ,  $o = 57\%$ ,  $r = 55\%$ .

$\Delta R$  foarte slabă în aer, slabă în imersie.

$N +$  : Anizotropie distinctă în aer, clară în imersie. Complet întunecat în extincție.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 3,753/10/( $10\bar{1}0$ ); 3,588/10/( $10\bar{1}1$ ); 3,439/60/; 2,471/20/( $10\bar{1}4$ ) $\beta$ ; 2,370/20/( $11\bar{2}0$ ) $\beta$ ; 2,249/100/( $10\bar{1}4$ ), (0005); 2,151/100/( $11\bar{2}0$ ); 2,050/10/( $20\bar{2}0$ ) $\beta$ ; 1,951/10/( $20\bar{2}2$ ) $\beta$ ; 1,921/20; 1,869/40/( $20\bar{2}0$ ), (0006); 1,765/80/( $20\bar{2}2$ ); 1,710/10/( $11\bar{2}5$ ) $\beta$ , ( $20\bar{2}4$ ) $\beta$ ; 1,552/

80/(2024),(11 $\bar{2}$ 5); 1,504/20/(21 $\bar{3}$ 2) $\beta$ ; 1,477/20/(10 $\bar{1}$ 7); 1,443/10/(20 $\bar{2}$ 6) $\beta$ , (10 $\bar{1}$ 8); 1,366/100/(21 $\bar{3}$ 2); 1,316/30/(20 $\bar{2}$ 6), (1018); 1,242/30/(30 $\bar{3}$ 0); 1,217/20/(30 $\bar{3}$ 2),(2027); 1,195/30/(21 $\bar{3}$ 5); 1,186/10/(20 $\bar{2}$ 8), (30 $\bar{3}$ 3); 1,166/10/(22 $\bar{4}$ 2) $\beta$ ; 1,159/10; 1,141/10; 1,122/20/(31 $\bar{4}$ 2) $\beta$ ; 1,102/10; 1,076/40; 1,059/30/(22 $\bar{4}$ 2); 1,017/40/(31 $\bar{4}$ 2).

## B I S M U T: Bi

**Sistemul de cristalizare** : trigonal.

**Clasa**:  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială**: R  $\bar{3} m$ .

**Z** = 6.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 4.55 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11.85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : c_0 = 1 : 2.6073$ ;  $\alpha = 57^\circ 16'$ ;  $\lambda = 110^\circ 33'$ .

**Celula conține**: 6 Bi.

**Habitus**: dezvoltări arborescente, masiv, granular, mase foioase; rareori cristale individuale, grupate paralel, mozaicat sau în trepte.

**Culoare**: alb de argint, alb - roșietic.

**Urmă**: alb de argint.

**Luciu**: metalic.

**Forme principale**: r(10 $\bar{1}$ 1), c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0).

**Macle**: (10 $\bar{1}$ 4), frecvent polisintetice, produse prin presiuni mecanice.

**Clivaj**: (0001) perfect, (10 $\bar{1}$ 1) bun, (10 $\bar{1}$ 4) imperfect. Casant. Puțin ductil.

**H** = 2 - 2 1/2; **G** = 9,70 - 9,83; **F** = 271,3°C.

**Proprietăți optice în lumină reflectată**:

**N //** : Culoare în aer: alb-crem, ușor gălbui.

R în aer:  $v = 67,5\%$ ,  $o = 62\%$ ,  $r = 65\%$ .

R în imersie (ulci) :  $v = 52,5\%$ ,  $o = 51\%$ ,  $r = 48\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă.

$\Delta R$  în imersie (ulci): ușor mai bine exprimată:

$\omega$  - alb-crem;  $\epsilon$  - crem, cu tente gri.

**N +** : Anizotropie clară în aer, puternică în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,21/100/(10 $\bar{1}$ 2); 2,34/70/(10 $\bar{1}$ 4); 2,245/90/(11 $\bar{2}$ 0); 2,015/40 (10 $\bar{1}$ 5); 1,955/40/(20 $\bar{2}$ 0); 1,850/70/(20 $\bar{2}$ 2); 1,625/70/(02 $\bar{2}$ 4); 1,545/40/(10 $\bar{1}$ 7); 1,480/90/(20 $\bar{2}$ 5); 1,435/100/(21 $\bar{3}$ 0); 1,378/40/(12 $\bar{3}$ 2); 1,325/90/(0009); 1,304/70/(3030); 1,278/40/(02 $\bar{2}$ 7); 1,254/40/(12 $\bar{3}$ 5); 1,240/30/(30 $\bar{3}$ 3); 1,180/40/(20 $\bar{3}$ 8); 1,132/90/(22 $\bar{4}$ 0); 1,112/70/(21 $\bar{3}$ 7); 1,088/90/(31 $\bar{4}$ 0); 1,069/90/(31 $\bar{4}$ 2); 1,047/40; 1,035/40; 0,915/40; 0,891/70; 0,878/30; 0,872/70; 0,862/70; 0,858/70; 0,827/70; 0,819/40.

## S E L E N I U: Se

**Sistemul de cristalizare**: trigonal.

**Clasa**: 32.

**Grupa spațială**: C 3 $_1$ 2 sau C 3 $_2$ .

**Z** = 3.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 4,34 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,95 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : c_0 : 1 : 1,14$ .

**Celula conține**: 3 Se.

Există și o varietate monoclinică cu:  $a_0 = 12,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,1 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,3 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93^\circ$ .

**Habitus:** cristale aciculare [0001], tabulare: forme scobite sau tubulare, agregate globulare sau cu formă de plăci.

**Culoare:** cenușiu.

**Urmă:** roșie.

**Luciu:** metalic.

**Forme cristalografice:**  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $h'(3\bar{1}\bar{2}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $f(2\bar{1}\bar{4}3)$ .

**Clivaj:**  $(01\bar{1}2)$  distinct. Cristale foarte flexibile.

$H = 2$ ;  $G = 4,80$ ;  $F = 222^\circ$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb-crem.

R în aer:  $\epsilon = 36\%$  (alb-crem),  $\omega = 25\%$  cenușiu-brun.

R în imersie (ulei):  $\epsilon = 21\%$  (alb, gri-bleu)  $\omega = 11\%$  (maron).

$\Delta R$  distinctă în aer, clară în imersie.

$N +$  : Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 485  $\mu\text{m}$ ; 740  $\mu\text{m}$ ; 1150  $\mu\text{m}$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ ): 2,975/100/( $10\bar{1}1$ ); 2,167/60/( $11\bar{2}0$ ); 2,06/100/( $01\bar{1}2$ ); 1,966/80/( $11\bar{2}1$ ); 1,886/40/( $20\bar{2}0$ ); 1,755/100/( $02\bar{2}1$ ); 1,642/80/(0003); 1,634/80/( $11\bar{2}2$ ); 1,51/70/( $10\bar{1}3$ ); 1,499/70/( $20\bar{2}2$ ); 1,424/80/( $21\bar{3}0$ ); 1,37/60/( $21\bar{3}1$ ); 1,317/80/( $11\bar{2}3$ ); 1,242/50/(0004); 1,205/60/( $30\bar{3}1$ ); 1,178/80/( $10\bar{1}4$ ); 1,124/60/( $30\bar{3}2$ ); 1,08/80/( $22\bar{4}0$ ); 1,037/60/( $31\bar{4}0$ ); 1,029/60; 0,96/60; 0,946/60; 0,903/60; 0,878/60.

## TELURIU: Te

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 32.

**Grupa spațială:**  $C_{3,2}$  sau  $C_{3,2}$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,447 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,915 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,3298$ .

**Celula conține:** 3 Te.

**Habitus:** prismatic sau acicular [0001], cu  $(10\bar{1}1)$  și  $(01\bar{1}1)$ , bine dezvoltate. Cristalele sunt mici, cu margini rotunjite. De obicei masiv, columnar sau fin granular.

**Culoare:** alb de staniu.

**Urmă:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**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.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,1 - 6,3$ .

**Compoziția chimică:**

Te = 92,29-97,92%, Au = 0,15-3,40%, Ag = 0,00-1,69%, Fe = 0,12-0,53%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb.

R în aer:  $v = 62,5\%$ ,  $o = 63\%$ ,  $r = 55\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 60\%$ ,  $o = 54\%$ ,  $r = 51\%$ .

$\Delta R$  în aer slabă, mai evidentă la marginea cristalelor;  $\omega$  - alb,  $\epsilon$  - ușor brun.

$\Delta R$  în imersie (ulei) mai distinctă.

$N +$  : Anizotropie puternică.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,85/50/( $10\bar{1}0$ ); 3,22/100/( $10\bar{1}1$ ); 2,33/80/( $01\bar{1}2$ ); 2,22/

70/(11 $\bar{2}$ 0); 2,07/50/(11 $\bar{2}$ 1); 1,965/50/(20 $\bar{2}$ 0), (0003); 1,82/60/(10 $\bar{1}$ 3); 1,77/30/(11 $\bar{2}$ 2); 1,61/60/(20 $\bar{2}$ 2); 1,47/50/(21 $\bar{3}$ 0), (0004); 1,445/50/(21 $\bar{3}$ 1); 1,410/50/(20 $\bar{2}$ 3); 1,375/50/(10 $\bar{1}$ 4); 1,300/30/(30 $\bar{3}$ 0); 1,252/20; 1,230/20; 1,170/70; 1,125/20; 1,048/20; 1,037/10; 1,005/10; 0,888/10; 1,864/10.

$\alpha$  S U L F :  $\alpha$  S

*Trimorf cu  $\beta$  - sulfur și rosickyitul ( $\gamma$  - sulf)*

*Varietate: selenosulf (conține Se)*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Fddd.

**Z** = 128.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 1045 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 24,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,831 : 1 : 1,897$ .

**Celula conține:** 128 S.

**Habitus:** cristale bipiramidale (111), tabulare (001) bisfenoidale (111); masiv, forme stalactitice, reniforme, mase pulverulente.

**Culoare:** galben de sulf, galben pai, galben-portocaliu, galben-brun.

**Urmă:** alb-gălbui.

**Luciu:** rășinos sau gras pe spărtură, adamantin pe fețe de clivaj.

**Forme caracteristice:** c(001), b(010), s(100), m(110), v(013), n(011), u(103), e(101),  $\psi$ (119), t(115), o(114), S(113), y(112), p(111),  $\delta$ (221),  $\gamma$ (331), z(135), x(133),  $\beta$ (315),  $\alpha$ (313), q(131), r(311).

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

**Clivaj:** (001), (110), (111) imperfect și (111) foarte slab.

**Spărtura:** concoidală și neregulată. Casant. Rău conducător de căldură și electricitate. Prin frecare se încarcă cu electricitate negativă. Transparent sau translucid.

**H** = 1 1/2 - 2; **G** = 2,0-2,1; **F** = 112,8°C.

**Compoziție chimică:** Conține până la 1% Se (varietatea selenosulf); impurificat cu argile, bitumine ș.a.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, slab gălbui. Ușor pleocroic.

$\Delta \approx 0,287$ ;  $2V_\gamma = 69^\circ$ . Culori de polarizație: galben de lămâie

PAO // (010).  $\gamma$  este bisectoarea ascuțită.

### Indicii de refracție și orientarea

	$n_{Li}$	$n_{Na}$	$n_{Te}$
$\alpha = a$	1,9398	1,9579	1,9764
$\beta = b$	2,0171	2,0377	2,0568
$\gamma = c$	2,2158	2,2452	2,2754
2V	-	68° 58'	68°48'

**Proprietăți termice (A T D):** 130  $\heartsuit$  ; 380  $\heartsuit$ .

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 680 m; 710 S; 845 fp; 870 i; 905 i; 935 m; 990 s; 1050 s; 1310 m; 1525 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Al): 5,57/60; 4,38/50; 4,14/60; 9,94/70; 3,74/100; 3,54/50; 3,38/60; 3,26/20; 3,15/90; 3,04/70; 2,79/60; 2,67/20; 2,59/50; 2,46/20; 2,40/20; 2,34/20; 2,26/20; 2,19/20; 2,06/70; 1,871/70; 1,814/50; 1,763/70; 1,707/60; 1,677/50; 1,638/50; 1,595/60; 1,508/20; 1,429/50; 1,410/60; 1,384/20; 1,349/70; 1,294/20.

$\beta$  - S U L F :  $\beta$  - S

*Trimorf cu  $\alpha$ -sulfur și rosickyitul ( $\gamma$ -sulf)*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / c$ .

$Z = 48$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,96 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0055 : 1 : 0,9945$ ,  $\beta = 95^\circ 45'$

**Habitus:** cristale tabulare sau pseudoizometrice; adesea cu aspect scheletic.

**Culoarea:** galben de sulf, galben pai, galben-portocaliu.

**Urma:** galben deschis.

**Luciu:** gras pe spărtură, adamantin pe fețe de clivaj.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), n(210), w(012), q(011), x(021), e(101), p(111),  $\omega$ (111).

**Macle:** (011), (012), (100).

**Clivaj:** (001), (110) imperfect.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,958-1,982$ .

Transparent sau translucid.

**Compoziția chimică:** S pur.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Incolor, galben pal; uneori brun datorită substanțelor organice. Orientarea:  $\alpha = b$  pe (110);  $\alpha \wedge c = 44^\circ$ .

Birefrință mică. Biax negativ  $2 V_\alpha = 58^\circ$ .

**Analize termice** (A.T. D.):  $130 \curvearrowright$ ;  $380 \curvearrowleft$ .

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 465 fs; 690 fs; 1110 sl; 1150 i; 1175 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,29/100; 6,65/25; 3,74/20.

D I A M A N T : C

**Varietăți:** - carbonado; masiv, negru

- bort (granular sau criptocristalin; cenușiu, negru)

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,5595 \pm 0,001 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** 8 C.

**Habitus:** octaedric, rar dodecaedric, cubic și tetraedric. Fețele sunt corodate sau striate. Forme sferice cu structură radiară. Rareori masiv.



**Culoare:** incolor, galben - deschis sau închis, brun, alb albastru, mov, verde, roșu, negru, oranj.

**Luciu:** adamantin, pe spărtură gras.

**Forme principale:** c(001), o(111), d(011).

**Macle** (111) comune, simple și multiple, de penetrație și ciclice: (001) și axul [001] de întrepătrundere tetraedrice

**Clivaj:** (111) perfect.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Transparent sau translucid.

**Fluorescență:** ridicată în ultraviolet.

**H** = 10; **G** = 3,50-3,53.

**Compoziția chimică** : până la 20% impurități de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ; urme de Ba, Sr, Cr; incluziuni de grafit, magnetit, ilmenit, biotit, zircon, olivină, flogopit, cuarț.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Incolor sau cu nuanțe ale culorilor macroscopice.

Izotrop. Birefringența se datorește incluziunilor. Dispersie ridicată.

Indicii de refracție:  $\lambda$  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.

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 328 s; 480 s; 780 s; 1003 s; 1093 i; 1171 i; 1203 fp; 1282 i; 1332 fp; 1372 i; 1426 p; 1520 m; 1540 i.

**Diffractometria de raze X:** 2,05/10/(111); 1,26/80/(220); 1,072/72/(311); 0,885/40/(400); 0,813/60/(331); 0,721/90/(422); 0,680/60/(333), (511); 0,625/40/(440); 0,597/60/(531); 0,558/50/(620); 0,538/30/(533); 0,507/20/(440); 0,496/40/(711), (551); 0,473/70/(642); 0,462/60/(731), (553); 0,442/10/(800); 0,432/10/(733); 0,417/50/(822), (660); 0,409/40/(751), (555); 0,397/30/(840); 0,389/40/(911), (753); 0,378/20/(664); 0,372/20/(931); 0,363/20/(884); 0,358/70/(933), (771), (755).

## G R A F I T: C

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 6_3 / m m c$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 2,455 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,69 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,727$ .

**Celula conține:** 4 C.

Există două varietăți: una cu simetrie hexagonală, mai frecventă, cu plane care se succed în ordinea 12.12.12. și una cu simetrie romboedrică, cu plane care se succed în ordinea 123.123. Se întâlnesc curent concreșteri după ambele tipuri de structuri.

**Habitus:** cristale tabulare hexagonale (0001), uneori columnare. De obicei apare în mase foioase sau pământoase granule radiare, agregate cu structuri radiale.

**Culoare:** negru de fier, cenușiu strălucitor

**Urmă:** neagră, cenușiu - strălucitoare

**Luciu:** metalic, mat la varietățile pământoase.

**Forme principale:** c(0001), r(1013), o(1012), p(1011), p(1123),  $\phi$ (1122).

**Macle:** de ordinul doi (1121), după [0001] rotiri 30° (90°).

**Clivaj:** (0001) perfect. Foițele subțiri sunt transparente, flexibile, dar nu elastice. Bun conducător de electricitate și căldură. Termoelectric negativ.

**H** = 1-2; **G** = 2,09-2,23.

**Compoziția chimică:** grafitul este impurificat mecanic cu minerale argiloase, oxizi de fier ș.a.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer și în imersie (ulei): galben brun.

R în aer:  $\omega$  : v = 22,5%, o = 23,5%, r = 23%.

$\epsilon$  : v = 5%, o = 5%, r = 5,5%.

N + : Puternic anizotrop.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastrii, intens pleocroic;  $\omega$  = 1,93-2,07; în lumină roșie uniax negativ.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 400-600  $\text{Å}$ .

**Spectroscopie de absorbție în infraroșu:** 1110 S; 1150 i; 1165 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_{\alpha}$ ): 3,692/80/(0002)  $\beta$ ; 3,352/100(0002); 2,242/30/(10 $\bar{1}$ 1) $\beta$ ; 2,134/50/(10 $\bar{1}$ 0); 2,036/50/(10 $\bar{1}$ 1); 1,848/40/(0004) $\beta$ ; 1,801/30/(10 $\bar{1}$ 2); 1,700/20/(10 $\bar{1}$ 3) $\beta$ ; 1,675/80/(0004); 1,541/60/(10 $\bar{1}$ 3); 1,358/40/(11 $\bar{2}$ 0) $\beta$ ; 1,274/50/(11 $\bar{2}$ 2) $\beta$ ; 1,230/90/(11 $\bar{2}$ 0); 1,1543/90/(11 $\bar{2}$ 2); 1,1174/60/(0006); 1,0927/40/(11 $\bar{2}$ 4) $\beta$ , (10 $\bar{1}$ 6) $\beta$ ; 1,0143/30/(20 $\bar{2}$ 2); 0,9913/80/(11 $\bar{2}$ 4); 0,9879/60/(10 $\bar{1}$ 6).

## II. SULFURI SI SULFOSĂRURI

### *Caractere generale și clasificare*

Formulele generale ale celor două tipuri principale de minereuri sunt  $A_m X_n$  și respectiv  $A_m B_n X_p$ .

În sulfuri pozițiile A sunt ocupate în principal de elemente metalice așa cum sunt : Ag, Cu, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Pb, Hg, As și în secundar de Tl, Au, Mn, Ca, Sb, Bi, Pt, Ru, Sn, Mo, W, H, V, Ge, Pd, In, Re, Os, Ir. Pozițiile X sunt ocupate de S, As, Se, Te și mult mai rar de Sb și Bi.

În sulfosăruri repartiția este următoarea:

A = Cu, Ag, Pb și Sn; B = As, Sb, Bi, Sn; X = S, Se, Te.

Există multe afinități structurale între sulfurile care au A : X = n : n și cele la care A + B + X = m : n.

De asemenea, elementele din poziția B a sulfosărurilor pot juca același rol cu elementele din poziția A a sulfurilor. În acest sens, exemplul clasic este cel al enargitului ( $Cu_3AsS_3$ ) și al würtzitului ( $ZnS$ ). În structura primului, 3 atomi de Cu ocupă pozițiile echivalente a 3 atomi de Zn din würtzit, în timp ce As ocupă de asemenea o poziție echivalentă cu a unui alt atom, al patrulea, de Zn, din același würtzit.

În ceea ce privește Se, Te, As și Sb, acestea formează combinații cu un număr redus de elemente metalice. Principalele seleniuri sunt cele de Cu, Ag, Hg, Pb, Bi, uneori remarcându-se și participarea H. Te se combină direct cu Cu, Ag, Au, Hg, Pb, Bi, Ni, Pt pentru a forma telururi, iar As cu Fe, Ni, Co și Pt alcătuind arseniurile. Totuși, cele mai răspândite minerale ale As sunt cele care reprezintă combinații complexe ai S și As cu elemente metalice Cu, Ag și Pb. Sb se combină direct numai cu Ni, dar împreună cu S poate forma combinații complexe cu Cu, Ag și Pb. Bi se comportă în mod asemănător cu diferența că nu formează compuși simpli.

Aceste minerale formează în mod curent soluții solide cunoscându-se atât serii continue cât și discontinue (de exemplu  $CoAs_2$  -  $NiAs_2$  -  $FeAs_2$ ). De asemenea există și modificări polimorfe (blendă-würtzit, pirită-marcasită, argentit-acantit ș.a.). Sulfurile, telururile și seleniurile sunt derivate ale  $H_2S$ ,  $H_2Te$  și  $H_2Se$ , deosebindu-se de arseniuri și antimoniuri datorită caracterului As și Sb care de altfel, nu înlocuiesc S în diferite combinații. Unele sulfuri simple, precum și unii compuși similari pot fi considerați drept compuși ionici, deși unele proprietăți fizice le apropie mai mult de elementele native, cel puțin dacă le comparăm cu oxizii și oxisărurile. Astfel de proprietăți sunt: luciul metalic, buna conductibilitate electrică și termică, deficitul de atomi metalici în comparație cu cei metaloizi (pirotine, digenitul ș.a.). Explicația trebuie căutată în razele ionice mari și în marea capacitate de a se polariza a elementelor cu care se combină, ceea ce conduce la apariția unor slabe legături homeopolare.

Proprietățile metalice sunt influențate foarte mult de natura elementului din poziția X. Astfel ele cresc în seria S, Se, Te și respectiv As, Sb, Bi, devenind mai puternice cu cât ne deplasăm spre partea dreaptă a celor două serii.

Mineralele cuprinse în această clasă reprezintă aproximativ 0,15% din greutatea scoarței terestre și au o deosebită importanță economică. Clasificarea lor se face în funcție de descreșterea raportului A : X pentru sulfuri și a celui de tip (A + B) : X pentru sulfuri complexe și sulfosăruri, astfel:

### 1. Sulfuri simple și compuși similari

#### 1.1. Tipul $A_m X_n$ ( $n : n > 3 : 1$ )

##### 1.1.1. Grupa tetradimitului

Telurobismutina	$Bi_2 Te_3$
Tetradimit	$Bi_2 Te_2 S$
Grünlungit	$Bi_4 TeS_3$
Joseit	$Bi_3 TeS$
Wehrlit	$Bi_3 Te_2 (?)$
Nagyagit	$Pb_5 Au (Te, Sb)_4$

##### 1.1.2. Grupa arseniurilor de cupru

Algodonit	$Cu_6 As$
Domcykit	$Cu_3 As$
Ilorsfordit	$Cu_3 Sb$
Cocinerit	$Cu_4 AgS$

#### 1.2. Tipul $A_3 X$

Dyscrasit	$Ag_3 Sb$
Stibiopaladinit	$Pd_3 Sb$

#### 1.3. Tipul $A_2 X$

##### 1.3.1. Grupa argentitului

Argentit	$Ag_2 S$
Aguilarit	$Ag_2 (S, Se)$
Naumannit	$Ag_2 Se$
Digenit	$Cu_{2-x} S$
Berzelianit	$Cu_2 Se$
Crookesit	$(Cu, Tl, Ag)_2 Se$
Eucarit	$CuAgSe$
Hessit	$Ag_2 Te$
Petzit	$Ag_3 AuTe_2$

##### 1.3.2. Grupa calcozinei

Calcozina	$Cu_2 S$
Stromeyerit	$AgCuS$
Acantit	$Ag_2 S$

#### 1.4. Tipul $A_3 X_2$

Maucherit	$N_{11} As_8$
Umangit	$Cu_3 Se_2$
Bomit	$Cu_5 FeS_4$

#### 1.5. Tipul $A_4 X_3$

Dimorfit	$As_4 S_3$
Rickardit	$Cu_4 Te_3$
Weissit	$Cu_5 Te_3$

#### 1.6. Tipul A X

##### 1.6.1. Grupa galenei

Galena	PbS
Clausthalit	PbSe
Altait	PbTe
Alabandina	MnS
Oldhamit	CaS

##### 1.6.2. Grupa blendei

Blenda	ZnS
Metacinabaritul	HgS
Tiemannit	HgSe
Coloradoit	HgTe

##### 1.6.3. Grupa calcopiritei

Calcopirită	$CuFeS_2$
Stannin	$Cu_2 FeSnS_4$

##### 1.6.4. Grupa würtzitului

Würtzit	ZnS
Greenockit	CdS
Voltzit	$Zn_5 Sn_4 O$

##### 1.6.5. Grupa nichelinei

Pirotina	$Fe_{1-x} S$
Valleriit	$Cu_2 Fe_4 S_7 (?)$
Nichelina	NiAs
Breithauptit	NiSb
Millerit	NiS
Pentlandit	$(Fe, Ni)_9 S_8$
Cubanit	$CuFe_2 S_3$
Stembergite	$AgFe_2 S_3$
Argentopirită	$AgFe_3 S_4$
Argiropirită	$Ag_3 Fe_7 S_{11}$
Frieserit	$Ag_2 Fe_3 S_8$

##### 1.6.6. Grupa covelinei

Covelina	CuS
Klockmannit	CuSe
Cinabru	HgS
Realgar	AsS

Cooperit	PtS
Braggit	(Pt, Pd, Ni)S
Herzenbergit	SnS
Empressit	AgTe
Muthmannit	(Ag, Au)Te

### 1.7. Tipul $A_3X_4$

#### 1.7.1. Seria linnaeitului

Linnaeit	$Co_3S_4$
Siegenit	$(Co, Ni)_3S_4$
Carrollit	$(Co, Cu)_3S_4$
Violarit	$Ni_2FeS_4$
Polidimit	$Ni_3S_4$
Daubreelit	$Cr_3FeS_4$
Badenit	$(Co, Ni, Fe)_3(As, Bi)_4$

### 1.8. Tipul $A_2X_3$

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

#### 1.8.1. Grupa stibinei

Stibina	$Sb_2S_3$
Bismutina	$Bi_2S_3$
Guanajualit	$Bi_2Se_3$
Kermesit	$Sb_2S_2O$

### 1.9. Tipul $AX_2$

#### 1.9.1. Grupa piritei

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

### 1.9.2. Grupa cobaltinei

Cobaltina	CoAsS
Gersdorfit	NiAsS
Ullmannit	NiSbS

### 1.9.3. Grupa löllingitului

Löllingit	$FeAs_2$
Safflorit	$(Co, Fe)As_2$
Rammelsbergit	$NiAs_2$
Pararammelsbergit	$NiAs_2$
Marcasita	$FeS_2$

### 1.9.4. Grupa mispichelului

Mispichel	$FeAsS$
Glasucodot	$(Co, Fe)AsS$
Gudmundit	$FeSbS$
Wolfachit	$Ni(As, Sb)S ?$
Lautit	$CuAsS$

### 1.9.5. Grupa molibdenului

Molibdenit	$MoS_2$
Tungstenit	$WS_2$

### 1.9.6. Grupa krennentului

Krennerit	$AuTe_2$
Calaverit	$AuTe_2$
Silvanit	$(Au, Ag)Te_2$
Melonit	$NiTe_2$
Parkerit	$NiS_2 ?$

### 1.10. Tipul $AX_3$

#### 1.10.1. Seria skutteruditului

Skutterudit	$(Co, Ni)As_3$
Smaltină	$(Co, Ni)As_{3-x}$
Nichelskutterudit	$(Ni, Co)As_3$
Cloantit	$(Ni, Co)As_{3-x}$
Niggliit	$PtTe_3$

## 2. Sulfosăruri și compuși similari

### 2.1. Tipul $A_m B_n X_p$ ( $m + n : p > 4 : 3$ )

#### 2.1.1. Grupa polibazitului

Polibazitul	$(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$
Pearceit	$(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$
Poliargint	$Ag_{24}Sb_2S_{15}$

#### 2.1.2. Seria argiroditului

Argirodit	$Ag_8GeS_6$
Canfieldit	$Ag_8SnS_6$
Stefanit	$Ag_3SbS_4$
Epigenit	$(Cu, Fe)_5AsS_6$

### 2.2. Tipul $A_3 BX_3$

#### 2.2.1. Grupa sulfosărurilor cu argint

Pirargirit	$Ag_3SbS_3$
Prousttit	$Ag_3AsS_3$
Pirostipnit	$Ag_3SbS_3$
Stilotipit	$(Ag, Cu, Fe)_3SbS_3$

Xantoconit	$Ag_3AsS_3$
Wittichenit	$Cu_3BiS_3 ?$

#### 2.2.2. Grupa tetraedritului

Tetraedrit	$(Cu, Fe)_{12}Sb_4S_{13}$
Tennantit	$(Cu, Fe)_{12}As_4S_{13}$
Goldenfieldit	$Cu_{12}Te_3Sb_4S_{16} ?$

### 2.3. Tipul $A_3 BX_4$

#### 2.3.1. Grupa sulvanitului

Sulvanit	$Cu_3VS_4$
Germanit	$Cu_3(Ge, Ga, Fe, Zn)(S, As)_4$
Colusit	$Cu_3(As, Sn, V, Te, Fe)S_4$

#### 2.3.2. Grupa enargitului

Famatinit	$Cu_3SbS_4$
Enargit	$Cu_3AsS_4$
Beegent	$Pb_6Bi_2S_9$

Samsonit	$Ag_4MnSb_2S_6$
Geocronit	$Pb_5(Sb,As)_2S_8$
Gratonit	$Pb_2As_4S_{15}$
Langenbachit	$Pb_6(Ag,Cu)_2As_4S_{13}$
Jordanit	$Pb_{14}As_7S_{24}$
Guitermanit	$Pb_{10}As_6S_{19}$
Goongarrit	
Warhait	
Meneghinit	$Pb_{13}Sb_7S_{23}$
Lillianit	$Pb_3Bi_2S_6$

#### 2.4. Tipul $A_2 B X_3$

##### 2.4.1. Grupa bourmonitului

Bourmonit	$PbCuSbS_3$
Seligmannit	$PbCuAsS_3$
Aikinit	$PbCuBiS_3$
Berthonit	$Pb_2Cu_7Sb_5S_{13}$
Diaforit	$Pb_2Ag_3Sb_3S_8$
Freieslebenit	$Pb_3Ag_5Sb_5S_{12}$

#### 2.5. Tipul $A B X_2$ ( $A : B = 1 : 1$ )

##### 2.5.1. Grupa boulangeritului

Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$
Owyhecit	$Pb_5Ag_2Sb_6S_{14}$
Schirmerit	$PbAg_4Bi_4S_9$
Miargirit	$AgSbS_2$
Aramayoit	$As(Sb, Bi)S_2$
Matildit	$AgBiS_2$
Smithit	$AgAsS_2$

##### Trechmannit

##### 2.5.2. Grupa calcostibitului

Calcostibit	$CuSbS_2$
Emplectit	$CuBiS_2$
Lorandit	$TlAsS_2$
Teallit	$PbSnS_2$
Benjaminit	$Pb(Cu, Ag)Bi_2S_4$
Hammarit	$Pb_2Cu_2Bi_4S_9$ (?)

#### 2.6. Tipul $A_2 B_2 X_5$ ( $A : B \approx 1 : 1$ )

Dufrenoyisit	$Pb_2As_2S_5$
Cosalit	$Pb_2Bi_2S_5$
Kobellit	$Pb_2(Si, Sb)_2S_5$
Franckeit	$Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$
Fizelyit	$Pb_5Ag_2Sb_8S_{18}$
Ramdohrit	$Pb_3Ag_2Sb_6S_{13}$
Wittit	$Pb_5Bi_6(S, Se)_{14}$
Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$
Rathit	$Pb_{13}As_{18}S_{40}$

#### 2.7. Tipul $A_2 B_3 X_6$ ( $A + B : X \approx 5 : 6$ )

##### 2.7.1. Grupa andoritului

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

##### 2.7.2. Grupa plagionitului

Fülöppit	$Pb_3Sb_8S_{15}$
Plagionit	$Pb_5Sb_8S_{17}$
Heteromorfit	$Pb_7Sb_8S_{19}$
Semseyit	$Pb_9Sb_8S_{21}$

#### 2.8. Tipul $A B_2 X_4$ ( $A : B = 1 : 2$ )

Hutchinsonit	$(Pb, Tl)_2(Cu, Ag)As_5S_{10}$
Rezbanyit	$Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$
Galenobismutină	$PbBi_2S_4$
Weibullit	$PbBi_2(S, Se)_4$
Platynit	$PbBi_2(Se, S)_3$
Chivialit	$Pb_3Bi_8S_{15}$
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	$TlAs_2SbS_5$

#### 2.9. Tipul $A B_4 X_7$

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

## 1. SULFURI SIMPLE ȘI COMPUȘI SIMILARI

### TELUROBISMUTINA : $Bi_2Te_3$

*Sistemul de cristalizare:* trigonal.

*Clasa:* R.

*Grupa spațială:*  $R \bar{3} m$ .

$Z = 3$  (hexagonal), 1 (trigonal).

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 4,375 \pm 0,01$ ;  $c_0 = 30,39 \pm 0,010$ .



**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 6,946$ .

**Habitus:** mase foioase, lamele neregulate.

**Culoare:** cenușiu - gri.

**Urmă:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (0001) perfect. Lamele flexibile, dar fără elasticitate.

$H = 1\ 1/2 - 2$ ;  $G = 7,815$ .

**Compoziția chimică:** compus intermetalic  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  cu participarea: Bi = 51,46 - 53,15%, Te = 45,33 - 48,26%, S = 0,00 - 0,71%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N// : Culoare în aer: alb cu tente gălbui.

R în aer: v = 48,5%, o = 48,0%, r = 44%.

N+ : Anizotropie clară.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , Filtru Ni) : 5,05/20; 3,77/10; 3,21/100; 2,69/10; 2,37/80; 2,23/20; 2,19/50; 2,03/50; 1,996/10; 1,809/40; 1,696/20; 1,608/40; 1,568/10; 1,486/50; 1,450/10/30; 1,394/30; 1,339/20; 1,297/30; 1,267/20; 1,247/20; 1,207/20; 1,186/20; 1,157/40; 1,118/20; 1,092/10; 1,072/30; 1,045/40; 1,038/10; 1,025/10; 1,016/10; 0,995/30; 0,964/10; 0,95/10; 0,928/10; 0,920/30.

T E T R A D I M I T :  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** R.

**Grupa spațială:**  $R\ \bar{3}\ m$ , R sau 32

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

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 6,952$ ,  $\alpha = 24^\circ 10'$ . Conține  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** rar sub formă de cristale piramidale (10 $\bar{1}$ 1), (01 $\bar{1}$ 2) și piramidale trigonale cu fețele striate orizontal.

De obicei apare masiv, granular până la foios.

**Culoare:** cenușie.

**Urmă:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Macle:** planul de maclă (01 $\bar{1}$ 8) sau (01 $\bar{1}$ 5).

**Clivaj:** (0001) perfect. Lamele flexibile, dar fără elasticitate.

$H = 1\ 1/2 - 2$ ;  $G = 7,1 - 7,5$ .

**Compoziția chimică:** compus intermetalic cu următoarea participare a elementelor: Bi = 56,35 - 62,23%; Te = 33,16 - 36,19%, S = 4,98 - 4,20%; Se = 0,00 - 1,48%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N// : Culoare: alb cu tentă gălbuie.

R în aer: v = 48,5%, o = 48,0%, e = 47,5%.

R în imersie (ulci): v = 44%, o = 37%, r = 38%.

N+ : Anizotropie clară în tonuri brune.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ) : 5,06/60/(222); 3,71/50/(100); 3,57/30/(11); 3,36/20/(333), (211); 3,20/100/(221); 2,84/30/(322); 2,65/40/(332); 2,52/20/(444); 2,35/60/(433); 2,21/20/(443); 2,16/80/(011); 1,99/50/(555), (231), (544); 1,86/20/(554), (11 $\bar{1}$ ), (200); 1,79/40/(220), (342), (311); 1,72/10/(331); 1,68/20/(655), (666), (422); 1,63/20/(453); 1,59/30/(665), (442); 1,54/10/(533).

J O S E I T :  $\text{Bi}_3\text{Te}_5\text{S}$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3.

**Grupa spațială:**  $R\ \bar{3}\ m$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** joseit A -  $a_0 = 4,25 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 39,77 \text{ \AA}$ ; joseit B -  $a_0 = 4,38 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 40,83 \text{ \AA}$

**Relația axială:** joseit A  $a_0 : c_0 = 1 : 9,3576$ ;

joseit B  $a_0 : c_0 = 1 : 9,4078$ .

**Habitus:** mase lamelare neregulate.

**Culoare:** alb, cenușiu - metalic.

**Luciu** metalic.

**Clivaj:** perfect pe o singură direcție. Flexibil.

$H = 2$ ;  $G = 8,18$ .

**Compoziție chimică:** Bi = 78,40 - 91,23%, Te = 14,67 - 16,21%; S = 1,46 - 4,08%, Se = 0,00 - 2,48%

**Structura corespunde formulei:**

$\text{Bi}_{4-x} \text{Te}_{1-x}$  sau  $\text{Bi}_{4-x}(\text{Te}, \text{e})_{2-x}$  unde:  $x = 0 - 0,3$

S poate fi substituit de Se.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoare în aer: alb, mai strălucitor decât galena.

$N +$  : Secțiunile bazale sunt izotrope. Celelalte sunt anizotrope cu tonuri gri - verzui în poziții diagonale.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,40/20/(009); 3,62/20/(012); 3,31/10/(00.12); 3,08/100/(107); 2,58/20/(01.11); 2,24/50/(01.14); 2,11/50/(110); 2,06/10/(10.16); 1,973/10/(01.17); 1,899/20/(00.21); 1,824/5/(10.10); 1,784/5/(11.12); 1,749/30/(027); 1,658/10/(00.24); 1,621/5/(10.22); 1,542/30/(20.14); 1,413/20/(11.21); 1,349/30/(217); 1,305/10/(11.24); 1,249/20/(12.14); 1,225/5/(300); 1,213/20/(21.16); 1,180/5/(303); 1,047/5/(11.33); 1,029/10/(3021); 1,008/20/(137); 0,985/5/(11.36); 0,959/10/(31.14); 0,946/10/(30.27),(21.31); 0,916/5/(407); 0,838/20/(327); 0,818/20/(11.45).

N A G Y A G I T :  $\text{Pb}_5\text{Au}(\text{Te}, \text{Sb})_4\text{S}_{5-8}$

**Sinonim:** săcărimbit

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

**Clasa:**  $\bar{4}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4}$ .

$Z = 1$ .

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

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,420$ ,  $\beta = 90^\circ 00'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_{50}\text{Au}_{10}(\text{Te}, \text{Sb})_{40}\text{S}_{50-80}$ .

**Habitus:** cristale ușor tabulare, paralele cu (010), striații pe față (010) paralele cu [100] și [001]. Deseori în agregate granulare.

**Culoare:** cenușiu de plumb, negru.

**Luciu:** metalic.

**Macle:** ax de maclă [201], plan de maclă (010).

**Clivaj:** (010) perfect. Lamele flexibile.

$H = 1 - 1 \frac{1}{2}$ ;  $G = 7,41$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 56,11 - 57,16%, Te = 16,54 - 17,87%, S = 10,01 - 11,87%, Sb = 6,99 - 8,16%, Au = 7,41 - 7,57%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb - cenușie.

Culoarea în imersie (ulei) : ușor mai închisă.

R în aer:  $v = 43\%$ ,  $o = 35\%$ ,  $r = 34\%$ .

R în imersie (ulei) :  $v = 27,5\%$ ,  $o = 24\%$ ,  $r = 24\%$ .

Ușoară bireflexie atât în aer cât și în imersie .

N + : Anizotropie ușoară, dar distinctă.

**Difractometria de raze X:** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,65/5/(014); 3,37/5/(015); 3,02/100/(00.10); 2,92/5/(110), (111); 2,81/80/(113); 2,65/20/(115); 2,43/70/(01.10), (117); 2,31/5(118); 2,07/50/(020),(0,22); 2,01/5/(11.11), (024); 1,91/10/(01.14).(11,12); 1,82/50/(028), (1113); 1,70/50/(02.10); 1,65/10/(11.15); 1,505/90/(00.20); 1,463/20/(220); 1,386/5 : 1,344/10; 1,293/20; 1,220/20; 1,197/20; 1,141/10; 1,116/10; 1,102/10; 1,077/10; 1,046/10; 1,031/10; 1,006/20; 0,980/10; 0,927/10; 0,908/5; 0,874/5.

### 1.1.2. GRUPA ARSENIURILOR DE CUPRU

DOMEYKIT :  $\text{Cu}_3\text{As}$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$

**Grupa spațială:**  $I\bar{4}3d$ .

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 19,19 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\approx 500$  atomi (Cu, As) în raportul Cu : As = 3 : 1 .

**Habitus** : masiv sau în mase reniforme, botrioidale .

**Culoare** : alb de staniu, cenușiu - strălucitor.

**Luciu** : metalic.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 3 - 3 1/2; **G** = 7,92 - 8,10.

**Compoziția chimică** : Cu = 70,56 - 71,90%, As = 27,98 - 29,50%. Sunt raportate și mici cantități de Ni și Co

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N//** : Culoarea în aer : alb gălbui, strălucitor.

**R în aer** : 55,7%, crește în imersie.

**N +** : Izotrop.

**Analize termice:** la 225°C  $\alpha$  - domeykitul trece în  $\beta$  - domeykit (hexagonal).

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni) : 3,95/40/(112); 3,41/20/(022); 3,05/40/(013); 2,57/30/(123); 2,42/20/(004); 2,15/40/(024); 2,05/100/(233); 1,965/50/(224); 1,888/70/(015), (134); 1,558/20/(116).(235); 1,519/10/(026); 1,486/20/(145); 1,415/5/(136); 1,361/20/(017).(345) ; 1,308/50 (127).(255); 1,264/10/(037)); 1,218/40/(156),(237); 1,185/30/(147); 1,166/10/(028); 1,135/10/(228),(066); 1,119/30/(057), (138); 1,090/20/(257); 1,063/10/(019); 1,039/10/(129).(167); 1,026/10/; 1,015/30; 0,933/20; 0,982/5; 0,972/10; 0,918/20; 0,902/10; 0,887/20; 0,858/20; 0,845/10; 0,832/30; 0,819/10; 0,815/10; 0,802/10; 0,797/40; 0,780/30.

ARGENTIT :  $\text{Ag}_2\text{S}$

*Dimorf cu acantitul. Stabil sub 179°C*

*Varietate: jalpait, conține Cu*

**Sistemul de cristalizare** : cubic.

**Clasa** :  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $I m \bar{3} m$ .

**Z** = 2.

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

**Celula conține:**  $\text{Ag}_4\text{S}_2$ .

**Habitus:** Cristale cubice, octaedrice și dodecaedrice, de obicei imperfecte. Adesea este masiv, arborescent,

filiform, fin granular.

**Culoare** : cenușiu de plumb.

**Urmă**: cenușie, semimetalică.

**Luciu**: metalic în spărtură proaspătă.

**Macle**: cu planul (111); sunt frecvente maclele de penetrație.

**Clivaj**: (001), (011) imperfect. **Spărtura**: subconcoidală.

$H = 2 - 2\frac{1}{2}$ ;  $G = 7,2 - 7,4$ .

**Compoziția chimică**: Ag = 71,65 - 87,06%, Cu = 0,00 - 13,97% (jalpait), S = 12,94 - 16,17%

**Proprietăți optice în lumină reflectată**:

N // : Culoarea în aer: alb- cenușie, tentă albastrui - verzuic în comparație cu galena. Culoarea se diminuează în imersie.

R în aer: v = 37%, o = 33%, r = 30%.

R în imersie (ulei): v = 21%, o = 18%, r = 15%.

Bireflexia: nu se observă în aer, slabă în imersie .

N + : Anizotropia clară, mai vizibilă în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,46/70/(110); 2,44/100/(200); 2,00/85/(211); 1,73/50(220).

A G U I L A R I T :  $\text{Ag}_4(\text{S}, \text{Se})$

**Sistemul de cristalizare**: probabil rombic la  $T < 133^\circ\text{C}$ , și cubic la  $T > 133^\circ\text{C}$ .

**Habitus**: cristale dodecaedrice și octaedrice cu margini rotunjite; uncori masiv sau scheletiform.

**Culoare**: alb, cenușiu metalic pe suprafețele expuse .

**Luciu** : metalic, strălucitor.

**Clivaj**: lipsește.

**Spărtura**: neregulată. Fragil.

$H = 2\frac{1}{2}$ ;  $G = 7,40 - 7,53$ .

**Compoziția chimică**: Ag = 79,07 - 84,40%, Cu = 0,00 - 0,50%, Fe = 0,00 - 0,26%, S = 5,86 - 11,36%,  
Se = 12,73 - 14,82%, Sb = 0,00 - 0,41%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată**:

N // : Culoare în aer: cenușiu deschis cu tente verzui .

R în aer  $\approx$  30%.

N + : Izotrop sau slab anizotrop.

**Difractometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , Filtru Ni): 4,10/50; 3,71/10; 2,84/20; 2,63/20; 2,59/20; 2,42/100;  
2,19/60; 2,07/20; 1,975/20; 1,887/10; 1,723/10; 1,581/10, 1,584/10, 1,473/10; 1,428/10; 1,356/10; 1,308/  
101,289/10; 1,244/10; 1,222/10; 1,092/5; 1,040/5; 1,032/5; 0,961/5; 0,857/5.

D I G E N I T :  $\text{Cu}_{2-x}\text{S}$

**Sistemul de cristalizare**: cubic.

**Clasa**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială**:  $Fm\bar{3}m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 5,56 \pm 0,01\text{Å}$ .

**Celula conține**:  $\text{Cu}_{8-4x}\text{S}_4$  având  $x = 0,12 - 0,45$ .

**Habitus**: rareori cristale octaedrice; de obicei masiv .

**Culoare**: albastru închis.

**Luciu**: semimetalic.

**Forme principale**: d(011), o(111).

**Spărtura**: concoidală. Artificial se poate obține un clivaj după (111). Casant.

$H = 2 \frac{1}{3} - 3$ ;  $G = 5 - 6$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 75,30 - 78,96%, Fe = 0,00 - 0,26%, S = 20,62 - 24,54%. Corespunde formulei  $Cu_{2-x}S$  în care  $x = 0,12 - 0,45$ .

Cantități mici de Fe se datorează asocierii cu bornitul.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: albastru.

Culoarea în imersie (ulei) : albastru.

R în aer : v - 24,5%, o - 18,0%, r - 15,5%.

R în imersie (ulei): v - 9%, o - 7%, r - 5%.

$N +$  : Anizotropie slabă. Extincția poziționează cristalul paralel cu (001).

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni) : 3,210/30/(111); 2,780/40/(200); 1,966/100/(220); 1,677/20/(311); 1,390/10/(400); 1,244/10/(420); 1,135/20/(422); 1,070/10/(511).(333); 0,983/10/(440); 0,940/1(531).

B E R Z E L I A N I T :  $Cu_2Se$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**  $a_0 = 5,731 \pm 0,008 \text{ \AA}$ .

**Celula cuprinde:**  $Cu_8Se_4$ .

**Habitus:** cruste dendritice și arborescente subțiri granule diseminate.

**Culoare:** alb - argintiu, cu tentă cenușie sau albăstrui.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent. Casant.

$H = 2$ ;  $G = 6,65$ .

**Compoziție chimică:** Cu - 61,6%, Se - 38,4%. Urme de Fe și Ti. Apar și mici cantități de Ag care se datoresc amestecului cu eucairit

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb - gri - albăstrui.

R în aer : v - 29%, o - 25%, r - 18,5%.

R în imersie (ulei): v - 17%, o - 9%, r - 7,5%.

$N +$  : izotrop sau cu o anizotropie foarte slabă.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,52/5; 3,33/90/(111); 2,88/10/(002); 2,02/100/(220); 1,722/80/(113); 1,434/30/(004); 1,317/20/(133); 1,171/40/(234); 1,105/20/(115).(233); 1,014/10(044); 0,967/10/(135); 0,908/20/(026); 0,876/10/(235); 0,829/5/(444); 0,804/10/(117).(155).

H E S S I T :  $Ag_2Te$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic; cubic la 149,5°C.

**Clasa :**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 2_1/C$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,57 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,070 : 1 : 0,993$ ;  $\beta = 61^\circ 15'$ .

**Celula conține:**  $Ag_6Te_3$ .

**Habitus :** Cristale pseudocubice, tabulare, distorsionate, neregulate. Apare în mase granulare, compacte.

**Culoare:** cenușiu de plumb, cenușiu strălucitor.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), m(113), n(112).

**Macle:** lamelare, vizibile la microscop.

**Clivaj:** (100) slab.

**Spărtura** netedă. Fragil.

**H** = 2 - 3; **G** = 8,24 - 8,45.

**Compoziția chimică:** apar mici cantități de Au și Pb, datorită impurificării cu petzit; Ag - 61,16 - 62,86%;  
Te - 36,11-37,77%; Au - 0,00-1,01%; Pb - 0,00 - 1,90%.

Proprietăți optice în lumină reflectată:

N // : Culoarea în aer: cenușiu de plumb sau de oțel.

R în aer: v - 43%, o- 40%, r - 42%.

R în imersie (ulci): v - 29%, o- 27%, r - 26%.

Bireflexie evidentă (cu nuanțe de brun și albastrui).

N+ : Anizotropie distinctă în aer, puternică în imersie.

**Analize termice:** la 149°C hessitul monoclinic trece în varietatea cubică.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 7,14/5/( $\bar{1}01$ ); 4,53/10/(101); 3,74/5/(1002),( $\bar{1}11$ ); 3,40/5/  
( $\bar{2}02$ ); 3,19/20/(111); 3,01/60/( $\bar{2}11$ ),( $\bar{1}12$ ); 2,87/80/(210),(012); 2,80/5; 2,69/5/( $\bar{2}12$ ); 2,45/10/(211),(112);  
2,31/100/( $\bar{3}11$ ),( $\bar{1}13$ ); 2,25/70/ (202),(020); 2,20/20/(310),(013); 2,14/60/(301),(120); 2,01/10/( $\bar{2}04$ ),( $\bar{4}02$ );  
1,957/5/( $\bar{1}22$ ); 1,926/5/(113); 1,845/5/(400),( $\bar{4}11$ ); 1,824/5/( $\bar{1}14$ ); 1,771/10/(221),(122); 1,735/5/(014);  
1,695/10/( $\bar{4}04$ ),( $\bar{2}23$ ); 1,600/5/( $\bar{3}23$ ); 1,585/5/(222),( $\bar{1}05$ ); 1,544/5/(321),(123); 1,447/20/( $\bar{3}24$ ); 1,389/40/  
(322),(214); 1,341/5; 1,305/20; 1,278/10; 1,247/10; 1,192/5.

P E T Z I T :  $\text{Ag}_3\text{AuTe}_2$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 432.

**Grupa spațială:** I 4,32.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_c = 10,38 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** De obicei masiv, fin granular sau compact. Rareori apar cristale diseminate în roca gazdă, de cele  
mai multe ori concrescute cu hessitul.

**Culoare:** cenușiu strălucitor, cenușiu de fier.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (001) imperfect.

**Spărtura** :subconcoidală. Fragil până la casant.

**H** = 2 1/2 - 3; **G** = 8,7 - 9,4.

**Compoziția chimică:** Ag = 42,14 - 46,76%, Au = 18,26-25,63%, Te = 32,23 - 34,98%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: cenușic, albă-cenușic.

R în aer (fotocelulă) pentru  $\lambda = 465 \text{ m } \mu$  este 42,2%, pentru  $\lambda = 527 \text{ m } \mu$  este 39,8%, iar pentru  $\lambda = 589 \text{ m } \mu$  este 38,2%.

N+ : Anizotropia slabă. Asocierea cristalelor izotrope cu cele anizotrope l-a condus pe Helke la separarea a  
două modifiții: una  $\alpha$  - de temperatură ridicată și una  $\beta$  - de temperatură scăzută.

**Difractometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 7,5/20/(110); 3,67/20/(220); 3,27/5/(310); 2,99/10/(222);  
2,77/10/(321); 2,59/5/(400); 2,44/30/(330); 2,31/30/(420); 2,11/50/(422); 2,02/40/(510); 1,897/30/(521);  
1,826/20/(440); 1,558/10/(622); 1,525/ 10/(631); 1,492/10/(444); 1,458/10/(710),(550), (543); 1,434/10/  
(640); 1,405/10/(721),(633),(552); 1,380/20/(642); 1,312/30/(732),(651); 1,292/10/(800); 1,271/10/

(811),(741),(554); 1,200/10/(730),(661); 1,170/10/(752); 1,142/5/(910),(833); 1,126/5/(842); 1,114/5/(921),(761),(655); 1,101/5/(664); 1,069/10/(932),(763); 1,043/5/(941),(853),(770); 1,004/5/(950),(943); 0,988/10/(10.3.1),(952); 0,961/5/(871),(855),(774); 0,920/5/(10.5.1), (11.2.1), (963); 0,894/5/(11.3.2),(10.5.3), (972),(776); 0,880/10/(11.4.1),(875),(965).

### CALCOZINA: $\text{Cu}_2\text{S}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m sau mm2.

**Grupa spațială:** C m m a sau C m a 2.

**Z** = 96.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 27,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 22,7 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $b_0/4 : a_0 : c_0/2 = 0,576 : 1 : 0,963$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_{320}\text{S}_{160}$ .

**Habitus:** cristale prismatice, pseudohexagonale formate prin maclare pe planul (110); cristale prismatice scurte sau tabulare, striate pe (001). Frecvent apare masiv.

**Culoare:** cenușiu-strălucitor.

**Luciu:** metalic.

**Macle:** cu planul (110) sau mai rar (112) sau (032).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală sau subconcoidală. Casant, uneori fragil.

**H** = 2 1/2 - 3 ; **G** = 5,5 - 5,8.

**Compoziția chimică:** Cu = 79,30-79,86%; Fe = 0,00 - 0,18%; S = 20,02 - 20,16%;  $\text{SiO}_2$  = 0,00 - 0,09%.

Conținutul în  $\text{SiO}_2$  este datorat impurificării cu minerale de gangă. Prin încălzire la 103°C varietatea rombică trece într-una hexagonală având  $a_0 = 3,89 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,68 \text{ \AA}$  și **Z** = 8.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb-albăstruie.

Culoarea în imersie (ulei): albăstruie.

R în aer: v - 22,5%, o - 16,0%, r = 15,0%.

R în imersie (ulei): v - 12%, o - 7%, r = 5%.

Bireflexie slabă în aer, clară în imersie, se manifestă mai ales pe marginea cristalelor.

**N + :** Anizotropie clară în tonuri de albastru și violet.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 95(0,4)↘, 103(1,0)↘, 510(3,5)↗.

**Difractometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,93/5/(300); 3,77/10/(133),(320),(062); 3,60/10/(200); 3,39/30/(340),(080); 3,31/10/(233),(150); 3,21/20/(180); 3,05/20/(342),(082); 2,97/5/(400); 2,88/20/(420); 2,84/5/(191); 2,73/10/(362),(440),(402); 2,67/10/(282); 2,58/5/(380); 2,54/10/(304); 2,47/(460); 2,40/70/(382),(344),(084); 2,34/5/(520),(274); 2,22/20/(006); 2,14/10/(0.12.2); 2,06/10/(275); 1,969/80/(600); 1,937/5/(580),(504); 1,870/100/(0.12.2),(0.12.4),(346),(066); 1,787/5/(356),(395),(406); 1,695/40/(604),(0.16.0); 1,645/20/(682),(644),(0.16.2.); 1,585/5/(0.12.6); 1,514/20/(684),(3.16.3.),(0.15.4); 1,471/5/(3.12.6); 1,351/10; 1,278/30; 1,119/10; 1,074/10; 0,974/10.

### ACANTIT: $\text{Ag}_2\text{S}$

*Dimorf cu argentitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> / n.

**Z** = 4.



**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,91 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,23 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1389 : 1 : 0,6122$ ,  $\beta = 99^\circ 36'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_8\text{S}_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice.

**Culoare:** cenușiu de fier.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** lipsește.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 7,22$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Ag} = 87,06\%$ ,  $\text{S} = 12,94\%$ . Corespunde formulei  $\text{Ag}_2\text{S}$ , asemănător argentinului.

**Analize termice** (A.T.D.): 180(1,1) ; 640(3,5) .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,91/10/(200),(20 $\bar{2}$ ); 3,40/70/(002),(210),(21 $\bar{2}$ ); 3,07/80/(012); 2,81/80/(31 $\bar{1}$ ); 2,66/60/(121); 2,58/100/(220),(22 $\bar{2}$ ); 2,44/100/(11 $\bar{3}$ ), (022),(31 $\bar{3}$ ); 2,37/90/(40 $\bar{2}$ ); 2,205/70/(13 $\bar{1}$ ); 2,08/80/(12 $\bar{3}$ ),(202); 2,05/40/(32 $\bar{3}$ ),(20 $\bar{4}$ ); 1,99/40/(230),(212),(23 $\bar{2}$ ); 1,96/50/(21 $\bar{4}$ ),(400); 1,905/40; 1,865/40; 1,72/70; 1,58/50; 1,54/40; 1,51/40/(34 $\bar{1}$ ); 1,475/30/(133); 1,46/50/(11 $\bar{5}$ ); 1,44/40/(14 $\bar{3}$ ),(34 $\bar{3}$ ); 1,41/5/(62 $\bar{2}$ ); 1,38/5/(034); 1,353/20; 1,30/10; 1,265/10; 1,23/30; 1,15/5; 1,155/5; 1,13/5; 1,09/5; 1,04/5; 1,01/5; 0,965/5; 0,94/5.

B O R N I T :  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d \bar{3} m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,97 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_{40}\text{Fe}_8\text{S}_{32}$  sau  $8\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ .

La temperatura camerei trece în varietatea rombică cu  $a_0 = 21,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 21,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,79 \text{ \AA}$  și  $Z = 32$ .

**Habitus:** apare masiv, compact sau granular. Cristalele individuale apar rar și sunt cubice, octaedrice sau dodecaedrice.

**Culoare:** proaspăt este roșu-arămiu închis; în timp se acoperă cu o peliculă irizantă, cu tente predominante violet-albăstrui.

**Urma:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Macle:** plan de maclă (111).

**Clivaj:** (111) întrerupt. **Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 3$ ;  $G = 5,079$ .

**Compoziția chimică:** reprezintă un amestec de  $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$  și  $\text{Cu}_5\text{FeS}_6$ . Există varietăți cu conținut ridicat de  $\text{CuFeS}_2$  sau  $\text{Cu}_2\text{S}$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: roz, cu tente violacee. În imersie culoarea se diminuează.

R în aer: v - 18,5%, o - 19%, r - 21%.

R în imersie (ulei): v - 7%, o - 8%, r - 11%.

Bireflexie slabă.

$N +$  : Anizotropie slabă în aer, clară în imersie.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 101(0,3)  $\curvearrowright$  (efect datorat impurificării cu  $\text{Cu}_2\text{S}$ ), 429(4,7)  $\curvearrowright$  496(6,7)  $\curvearrowright$ , 581(0,5)  $\curvearrowright$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,32/30/(311); 3,16/30/(222); 2,83/5; 2,75/30/(400); 2,52/30/(331); 2,12/5/(533),(511); 1,94/100/(440); 1,65/10/622; 1,58/2,5/(444); 1,54/2,5/(711),(551); 1,47/2,5; 1,43/5; 1,37/5; 1,27/5; 1,12/30; 0,969/5; 0,927/5.

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,936 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Pb_4S_4$ .

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, cub - octaedrice, dodecaedric - romboidale; forme tabulare, scheletice, fibroase sau reticulare. Frecvent apare masiv cu granule fine sau mari.

**Culoare:** cenușie de plumb.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $a(100)$ ,  $o(111)$ ,  $d(011)$ ,  $f(013)$ ,  $p(122)$ .

**Macle:** lamelare cu planul (111), (114) sau (144), ultimele datorate deformării.

**Clivaj:** (001) perfect; varietățile cu Bi au un clivaj după (111) care dispare prin încălzire, apărând clivajul normal după fața de cub.

**Spărtura:** subconcoidală.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 7,58$ .

**Compoziția chimică:** posedă elemente minore (As, Sb, Bi, Se, Sn, Mn, Mo, Co, Ni) ca urmare a concreșterilor intime cu mispichelul, tetraedritul ș.a.

Pb = 84,86 - 86,50%; Ag = 0,00 - 0,12%, Cu = 0,00 - 0,35%, Fe = 0,00 = 0,52%, As = 0,00 - 1,07%, Bi = 0,003 - 0,06%, Sb = 0,00 - 0,45%, S = 13,04 - 13,96%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb pur (etalon).

R în aer: v - 43,4%, o - 41,6%, r - 40,1%.

R în imersie (ulei): v - 28,8%, o - 27,1%, r - 25,9%.

$N \perp$ : Izotrop. Apariția unei anizotropii foarte slabe se datorează impurificării cu  $AgBiS_2$  sau unor deformări mecanice.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 854(4,6)⚡, 874(4,5)⚡, 885(4,6)⚡, 910(4,8)⚡.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1100 S; 1160 i; 1175 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,429/85/(111); 2,969/100/(200); 2,099/57/(220); 1,790/35/(311); 1,714/16/(222); 1,484/10/(400); 1,362 10/(331); 1,327/17/(420); 1,212/10/(422); 1,142/6/(511); 1,049/3/(440); 1,003/5/(531); 0,989/6/(600); 0,939/4/(620); 0,905/2/(533); 0,895/4/(622); 0,856/1/(444); 0,831/3/(711); 0,823/3/(640).

A L T A I T : PbTe

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,439 \pm 0,006 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Pb_4Te_4$ .

**Habitus:** Cristale rare, cubice sau octaedrice. De obicei apare masiv.

**Culoare:** alb de staniu, ușor gălbui.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $o(111)$ ,  $\beta(223)$ .

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

$H = 2 - 3$ ;  $G = 8,19$ .

**Compoziție chimică:** Pb : 60,71 - 61,33, Te = 37,31 - 38,43%, Ag = 0,43 - 1,17%, Au = 0,02 - 0,26%, Cu = 0,00 - 0,01%, Fe = 0,00 - 0,13%, Se = 0,00 - 0,08%; Ag, Au, Cu și Fe sunt datorate probabil impurităților.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb pur.

Culoarea în imersie (ulei): alb strălucitor.

R în aer:  $v = 61\%$ ,  $o = 55\%$ ,  $r = 52\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 56\%$ ,  $o = 51\%$ ,  $r = 48\%$ .

N + : Izotrop. Apariția anizotropiei se datorează slefuirii.

**Difractometria de raze X** (radiației  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,74/10/(111); 3,23/100/(200); 2,28/80/(220); 1,932/10/(311); 1,858/30/(222); 1,609/20/(400); 1,442/50/(420); 1,314/40/(422); 1,138/10/(440); 1,072/20/(600), (244); 1,019/20/(620); 0,970/20/(622); 0,896/10/(640); 0,862/20/(642).

A L A B A N D I N A : MnS

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :** F m 3 m.

**Grupa spațială:** F m 3m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,215 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Mn}_4\text{S}$ .

**Habitus:** cristale cubice sau octaedrice. De obicei apare masiv, granular.

**Culoare:** negru de fier.

**Urmă:** verde.

**Luciu:** semimetalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), o(111), n(112).

**Macle:** simple sau complexe cu planul (111).

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 3,95 - 4,04$ .

**Compoziția chimică:** Mn = 63,03 - 63,14%, S = 36,86 - 36,91%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb - cenușiu.

R în aer:  $v = 24\%$ ,  $o = 21\%$ ,  $r = 20\%$ .

R în imersie (ulei);  $v = 12,5\%$ ,  $o = 8,5\%$ ,  $r = 8\%$ .

N + : Izotrop, complet întunecat. În imersie se văd reflexe interne verde - închis.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,015/13/(111); 2,613/100/(200); 1,847/48/(220); 1,575/6/(311); 1,509/19/(222); 1,306/8/(400); 1,168/19/(420); 1,066/15/(422); 0,923/1/(440); 0,870/7/(600); 0,826/8/(620); 0,787/3/(622).

B L E N D A : ZnS

**Sinonim:** sphalerit

Trimorf cu würtzitul și matraitul

**Varietăți:** cleiofan (incolor, transparent) și marmatit (negru, bogat în fier)

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:** F 4 3m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**  $a_0 = 5,400 \pm 0,008 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Zn_4S_4$ .

**Habitus:** cristale tetraedrice, cu forme pozitive și negative ceea ce conduce la un aspect octaedric; cristale dodecaedrice; apare masiv, granular, stalactitic, concreționar.

**Culoare:** brun, galben - brun, negru (marmatit), mai rar galben, roșu, verzui; incolor și transparent (clciofan).

**Urmă:** albă sau gălbuie, brună.

**Luciu:** rășinos sau adamantin.

**Forme cristalografice:**  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $O(111)$ ,  $-O(\bar{1}11)$ ,  $n(112)$ ,  $-n(\bar{1}12)$ ,  $\beta(223)$ .

**Macles:** comune sau lamelare cu axul de maclă  $[111]$  sau  $[211]$ .

**Clivaj:**  $(011)$  perfect.

**Spărtura:** concoidală. Rău conducător de electricitate și cu proprietăți termoelectrice. Prin frecare sau sfărâmare unele varietăți devin fosforescente.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 3,9 - 4,1$ .

**Compoziția chimică:** sub formă de amestecuri izomorfe alături de Zn apar și alți cationi: Zn = 50,65 - 67,46%, Fe = 0,00 - 14,25%; Cd = 0,00 - 0,55%, Mn = 0,00 - 0,09%, S = 30,89 - 34,11%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: cenușie (etalon).

R în aer: v - 18,5%, o - 18,5%, r - 18%.

R în imersie (ulci): v - 6,5%, o - 5,5%, r - 5,5%.

$N +$ : Izotrop cu reflexe interne albe până la galbene, care devin brun - roșiatice la varietățile ferifere.

Mineralul este semitransparent cu indicele de refracție variind în funcție de conținutul în Fe

**Proprietăți termice:**  $420(0,5) \wedge$ ;  $505(0,5) \wedge$ ;  $820(5,5) \wedge$ .

Prin încălzire la  $1020^\circ\text{C}$  blenda trece în würtzit.

**Variația indicelui de refracție ( $n_{Na}$ ) la blendă**

% Fe	$n_{Na}$
5,47	2,400
10,80	2,430
17,06	2,470

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 310 fpl; 417 fsl; 472 fsl; 532 fsl; 770 i; 1110 s; 1175 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,123/100/(111); 2,705/10/(200); 1,912/51/(220); 1,633/30/(311); 1,561/2/(222); 1,351/6/(400); 1,240/9/(331); 1,209/2/(420); 1,103/9/(422); 1,040/5/(511); 0,955/3(440); 0,914/5/(531); 0,855/3/(620); 0,824/2/533.

**CALCOPIRITA :  $\text{CuFeS}_2$**

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4}2m$ .

**Grupa spațială:**  $I \bar{4}2s$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,24 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,30 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,966$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{Fe}_4\text{S}_8$ .

**Habitus:** frecvent apar mase compacte, granule diseminate, formațiuni neniforme, colomorfe, în ciorchini.

Cristalele idiomorfe sunt octaedrice, tetraedrice și mai rar scalenoedrice. Fețele tetraedrului pozitiv sunt mate sau striate, iar ale celui negativ sunt lise.

**Culoare:** galben de alamă cu reflexe galben închis sau multicolore: uneori cu o slabă tentă verzuie.

**Urma:** neagră cu nuanță verzuie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), g(013), e(012), z(011), p(112), p(112), t(111), y(136), x(124).

**Macle:** lamelare cu plane (112), (012) și (110); de penetrație după (110) și (012).

**Clivaj:** (011) bun și (111) imperfect.

**Spărtura:** neregulată .

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 4,2 - 4,3$ .

**Compoziția chimică:** Fe sau Cu sunt substituite de mici cantități de Ag, Au, Pt, Pb, Co, Ni, Mn, Sn, Zn, iar S este substituit de As sau Se. Elementele majore: Cu = 31,5 - 34,36%; Fe = 30,46 - 32,4%; S = 35,01 - 36,5%.

**Proprietăți oprice în lumină reflectată:**

N// : Culoarea în aer: galben strălucitor (etalon).

R în aer: v - 41,5%, o- 40,5%, r - 40%.

R în imersie: v - 33,5, o- 32%, r - 29,5%.

$\Delta R$  slabă sau inexistentă .

N+ : Anizotropie slabă. Varietățile bogat ferifere (pirometasomatice) au însă anizotropia clară.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 290(0,4)  $\wedge$ ; 408(5,)  $\wedge$ ; 493(1,0)  $\wedge$ ; 578(4,5)  $\wedge$  .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1110 s, 1: 1135 i; 1175 i.

**Difractometria de raze X:** 3,03/100/(112); 2,61/60/(200),(004); 1,855/100/(220); 1,586/100/(312); 1,515/60/(224); 1,320/60/(400); 1,294/60/(008); 1,205/80/(332); 1,074/80/(424); 1,010/20/(336).(512); 0,930/40/(440); 0,892/40/(531); 0,882/40; 0,834/60; 0,802/20; 0,799/20; 0,759/20; 0,739/20; 0,706/20; 0,698/20; 0,682/20; 0,647/20; 0,622/20; 0,614/20; 0,606/20.

W U R T Z I T : ZnS

Trimorf cu blenda și matraitul

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 mm.

**Grupa spațială:** P 6<sub>3</sub> mc.

$Z = 2(2H), 4(4H), 6(6H), 8(8H), 10(10H)$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**

	2H	4H	6H	8H	10H
$a_0$ (Å)	3,811	3,814	3,821	3,82	3,824
$c_0$ (Å)	6,234	12,46	18,73	24,96	31,20

**Relația axială** :(2H):  $a_0 : c_0 = 1 : 1,6358$ .

**Celula conține:** Zn<sub>2</sub>S<sub>2</sub>.

**Habitus:** cristale piramidale (50 $\bar{5}2$ ) și (10 $\bar{1}1$ ), prismatică sau tabulare (0001) cu striații pe (10 $\bar{1}0$ ) și (10 $\bar{1}1$ ); apare și în cruste, columnar sau fibros.

**Culoare:** brun - neagră în funcție de conținutul în Fe.

**Urmă:** brună.

**Luciul** : rășinos, adamantin .

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}0$ ), a(11 $\bar{2}0$ ), x(20 $\bar{2}5$ ),  $\bar{p}$ (10 $\bar{1}2$ ), t(50 $\bar{5}6$ ), g(70 $\bar{7}8$ ), r(10 $\bar{1}1$ ), l(50 $\bar{5}2$ ), u(40 $\bar{4}1$ ).

**Clivaj:** (1120) distinct, (0001) imperfect. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 3,98 - 4,08$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei ZnS ca și blenda. Conține mici cantități de Fe (maximum 8%) și Cd (maximum 3,66%).

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: cenușiu - deschis.

Culoarea în imersie (ulei) : cenușiu.

R în aer: v - 18,5%, o- 18,5%, r - 18%.

R în imersie (ulei): v - 6,5%, o- 5,5%, r - 5,5%.

N + : Practic izotrop; în imersie se observă o anizotropie slabă care trădează structura concentrică sau separațiile zonale ale cristalelor.

Reflexe interne galben - brune.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Indicii de refracție  $\epsilon = 2,378$ ,  $\omega = 2,356$  în lumină de Na ( $\lambda = 589$ ); în lumină de Li ( $\lambda = 670$ ),  $\epsilon = 2,350$ ,  $\omega = 2,330$  :  $\Delta = 0,022$ . Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 688(3,3)  $\wedge$ , 722(3,5)  $\wedge$ , 744(3,5)  $\wedge$ , 815(3,8) .

**Diffractometria de raze X** (radiatie  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru N)i: 3,309/100/(100); 3,128/86/(002); 2,925/84/(101); 2,273/29/(102); 1,911/74/(110); 1,764/54/(103); 1,654/10/(200); 1,630/45/(112); 1,599/12/(201); 1,564/2/(004); 1,462/5/(202); 1,414/1/(104); 1,296/14/(203); 1,251/6/(210); 1,226/3/(211); 1,210/10/(114); 1,170/4/(105); 1,161/8/(212); 1,136/<1/(204); 1,103/13/(300); 1,072/6/(213); 1,040/5/(302); 0,998/6/(205); 0,977/<1/(214); 0,955/6/(220); 0,917/5/(310); 0,915/7/(116); 0,908/2/(311); 0,884/8/(215); 0,840/9/(313).

GREENOCKIT : CdS

Dimorf cu hawleyitul (cubic)

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 mm.

**Grupa spațială:** C 6<sub>3</sub> mc.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,142 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,724 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,6218$ .

**Celula conține:** Cd<sub>2</sub>S<sub>2</sub>.

**Habitus:** cristale piramidale, tabulare și prismatic: striații orizontale sau în combinații oscilatorii.

**Culoarea:** galben - verzui, oranj, roșu.

**Luciu:** adamantin, rășinos.

**Forme principale:**  $\bar{c}$  și c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0),  $\bar{x}$  și x(10 $\bar{1}$ 2), p(20 $\bar{2}$ 3), O(50 $\bar{5}$ 6), y(7078), r(10 $\bar{1}$ 1), w(50 $\bar{5}$ 3), v(20 $\bar{2}$ 1), z(50 $\bar{5}$ 2), s(11 $\bar{2}$ 2).

**Macle:** rare cu planul (0001) sau (11 $\bar{2}$ 2); macle ciclice (Llallagua).

**Clivaj :** (11 $\bar{2}$ 2) distinct și (0001) imperfect.

H = 3 - 3 1/2; G = 4,820.

**Compoziția chimică :** Cd = 77,81%, S = 22,19%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N//: Culoarea în aer: alb - cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu - albăstrui - verzui.

R în aer: v - 18,5%, o - 17%, r - 16%.

R în imersie (ulei): v - 8,0, o - 6,5%, r - 6,5%.

R nu se observă .

N + : Anizotropie slabă în aer, vizibilă în imersie.

Reflexe interne: galben de lămâie, brune, roșii, vizibile în aer, clare în imersie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicii de refracție  $\epsilon = 2,529$ ,  $\omega = 2,506$  în lumină de Na ( $\lambda = 589$ ); în lumină de Li ( $\lambda = 670$ ),  $\epsilon = 2,456$ ,  $\omega = 2,431$ .

Pleocroism slab. Uniax pozitiv pentru roșu - verde albastrui, negativ pentru verdele albastrui - albastru.

Absorbție foarte puternică pentru  $\lambda = 500 \text{ m}\mu$  - violet.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3,583/75/(100); 3,357/59/(002); 3,160/100/(101); 2,450/25/(102); 2,068/57/(110); 1,898/42/(103); 1,791/17/(200); 1,761/45/(112); 1,731/18/(201); 1,679/4/(004); 1,581/7/(202); 1,520/2/(104); 1,398/15/(203); 1,3536/6/(210); 1,3271/11/(211); 1,3032/7/(114); 1,2572/11/(105); 1,2247/1/(204); 1,1940/8/(300); 1,1585/12/(213); 1,1249/8/(302); 1,0743/6/(205); 1,0540/1/(214); 1,0340/4/(220); 0,9934/4/(310); 0,9881/5/(222); 0,9842/6/(116); 0,9827/5/(311); 0,9729/2/(304); 0,9533/9/(215); 0,9265/2/(107); 0,9081/7/(313); 0,8956/1/(400); 0,8878/1/(401); 0,8804/3/(224); 0,8653/<1/(402); 0,8624/<1/(216); 0,8315/3/(403); 0,8166/4/(306); 0,8158/4/(321).

### PIROTINA : $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal sau monoclinic, varietatea de origine meteoritică ce stoechiometric corespunde formulei FeS (troilit) este hexagonală.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Dimensiunile celulei elementare:**  $a_0 = 3,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,68 \text{ \AA}$ .

$Z = 2$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,66$ .

**Celula conține:**  $2(\text{Fe}_{1-x}\text{S})$ .

Pirotina cu deficit de fier este monoclinică având  $a_0 = 5,95 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 3,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,69 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 90^\circ 04'$ ,  $Z = 3$ .

**Habitus:** rareori formează cristale bine dezvoltate care sunt tabulare, plate (0001), piramidale cu striatii orizontale. Apare în mase compacte sau xenomorfe; impregnații neregulate.

**Culoare:** galben de bronz - închis, cu reflexe brune.

**Urma:** neagră - cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $t(10\bar{1}4)$ ,  $s(10\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $u(20\bar{2}1)$ .  $A(50\bar{5}2)$ ,  $v(11\bar{2}2)$ .

**Macle:** rare cu planul  $(10\bar{1}2)$

**Clivaj:**  $(10\bar{1}0)$  și  $(0001)$  imperfect.

**Spărtura:** subconcoidală. Varietățile bogate în sulf sunt magnetice. Bună conducătoare de electricitate.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4 \frac{1}{1}$ ;  $G = 4,58 - 4,65$ .

**Compoziție chimică:** S = 35,71 - 39,69%, Fe = 57,49 - 61,49%, Ni = 0,39 - 4,30%, Co = 0,00 - 1,50%, Cu = 0,00 - 0,06%, Mn = 0,00 - 0,05%,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 2,42\%$ , ultimul datorat impurităților

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

N // : Culoarea în acr: crem deschis, galben de bronz .

R în acr:  $v = 37\%$ ,  $o = 37\%$ ,  $r = 36\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 28\%$ ,  $o = 29\%$ ,  $r = 29\%$ .

$\Delta R$  : în aer este slabă și se manifestă pe marginea granulelor; în imersie este evidentă.

N + : Puternic anizotropă. În aer, la  $45^\circ$ , apar culori cenușiu - gălbui, cenușiu - brune, cu tente verzui .

În imersie: cenușiu albastrui până la gălbui - roșietice.

**Proprietăți termice** (A.T.D.)  $370(0,9) \curvearrowright$ ;  $490(1,0) \curvearrowleft$ ;  $570(5,0) \curvearrowright$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 424; 480; 528; 628; 805; 850; 895; 1010; 1090; 1140; 1200; 1410;

**Difractometria de raze X** (radiație Cu):  $2,97/60/(11\bar{2}0)$ ;  $2,63/80/(11\bar{2}2)$ ;  $2,45/10/(10\bar{1}4)$ ;  $2,26/10/(11\bar{2}4)$   $\beta$ ;  $2,062/100/(11\bar{2}4)$ ;  $1,88/10/(30\bar{3}0)$   $\beta$ ;  $1,718/70/(30\bar{3}0)$ ,  $(20\bar{2}5)$ ;  $1,612/40/(11\bar{2}6)$ ,  $(21\bar{3}4)$ ;  $1,428/50/(0008)$ ;  $1,315/60/(22\bar{4}4)$ ;  $1,170/30/(22\bar{4}6)$ ,  $(40\bar{4}4)$ ;  $1,10/90/(30\bar{3}8)$ ;  $1,067/30/(1.1.\bar{2}.10)$ ;  $1,045/80/(41\bar{5}4)$ ;  $0,990/50/(33\bar{6}6)$ ;  $0,968/50/(42\bar{6}1)$ ;  $0,908/70/(33\bar{6}5)$ .

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m$ .

**Z** = 3/2.

**Dimensiunea celulei elementare :**  $a_0 = 3,792 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 34,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0/4 = 1 : 2,482$ .

**Habitus:** apare masiv sau în cruste; extrem de rar în cristale fine.

**Culoare:** galben deschis, galben de bronz.

**Luciu:** metalic .

**Clivaj și translații** foarte bine dezvoltate după (0001)

**Duritatea** foarte mică, sub cea a grafitului; **G** = 3,09 - 3,14 .

**Compoziția chimică:** stoechiometric valleriitul are formula  $\text{CuFeS}_2$ , dar în structura sa pot să apară și interstraturi de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , mai rar de  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  și  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  dispuse // cu (0001). După Evans et all. (1964) mineralul este o structură interstratificată de tipul  $1,5 [(\text{Fe}, \text{Cu})_{2-x} \text{S}_2]$  și  $1,0 [(\text{Mg}_7\text{Al}_3)(\text{OH})_2]$

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoare în aer: alb - crem.

**R în aer:** pentru  $\epsilon$  :  $v = 47,6\%$ ,  $o = 46\%$ ,  $r = 45\%$  pentru  $\omega$  :  $v = 19\%$ ,  $o = 16\%$ ,  $r = 18\%$ .

$\Delta R$  accentuată: alb gălbui - roz - cenușiu.

**N+:** Anizotropie puternică în aer: în imerisie (ulei) anizotropia este foarte puternică având la  $45^\circ$  culoare violet - cenușiu, roz.

**Difracție de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 11,5/100/(001); 5,75/100/(002); 383/80/(003); 3,29/100/(030), 3,23/80/(103); 3,08/20/(200),(113); 2,87/80/(004); 2,48/20/(024); 2,37/80/(222); 2,29/80/(140),(005); 2,05/60/(300),(214); 1,91/100/(006); 1,90/100; 1,87/100; 1,80/80; 1,64/40; 1,59/60; 1,54/60; 1,52/20; 1,50/20; 1,47/20; 1,23/20; 1,22/20; 1,14/40; 1,09/40; 1,06/60; 1,04/100; 1,03/100; 1,01/100.

#### NICHELINA : $\text{NiAs}$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $6/m 2/m 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 6_3 / m m c$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,602 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,009 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,3906$ .

**Celula conține:**  $\text{Ni}_2\text{As}_2$  .

**Habitus:** rareori cristale idiomorfe în care predomină fața (10 $\bar{1}$ 0). De obicei formează mase compacte reniforme, columnare; uneori apar structuri reticulare, arborescente.

**Culoare:** roșu de cupru sau alb-cenușiu.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $e(10\bar{1}3)$ ,  $x(10\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $w(30\bar{3}2)$ ,  $t(20\bar{2}1)$ ,  $\gamma(50\bar{5}2)$ ,  $y(30\bar{3}1)$ ,  $s(11\bar{2}3)$ ,  $p(11\bar{2}2)$ .

**Macle:** plan de maclă (10 $\bar{1}1$ ) rar (31 $\bar{4}1$ ).

**Clivaj:** lipsește.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 5-5,1/2; **G** = 7,784.

**Compoziția chimică:**  $\text{As} = 50,78-56,08\%$ ,  $\text{S} = 0,001-1,47\%$ ,  $\text{Ni} = 40,64-43,92\%$ ,  $\text{Co} = 0,00-2,04\%$ ,



Sb = 0,00-4,95%, Fe = 0,00-0,05%. Sb este prezent datorită concreșterilor cu breithauptitul.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cu tentă roz: variază cu orientarea.

Culoarea în imersie (Ulei): ușor mai închisă; variază mai mult cu orientarea.

$R_f$  în aer:  $v = 48,9\%$ ,  $o = 57,1\%$ ,  $r = 59,5\%$ .

$R_\omega$  în aer:  $v = 42,8\%$ ,  $o = 55,2\%$ ,  $r = 58,5\%$ .

$R_f$  în imersie (ulei):  $v = 37,7\%$ ,  $o = 44,7\%$ ,  $r = 50,1\%$ .

$R_\omega$  în imersie (ulei):  $v = 32,4\%$ ,  $o = 43,2\%$ ,  $r = 49,8\%$ .

$\Delta R$ : clară în aer, crește în imersie.

N + : Anizotropie puternică. Extincție dreaptă.

În poziție diagonală, în aer prezintă culori: galben-deschis, verzui până la cenușiu deschis, iar în imersie galben-verzui până la portocaliu roșietic.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 3,135/10/(10 $\bar{1}$ 0); 2,942/10/(10 $\bar{1}$ 1) $\beta$ ; 2,652/100(10 $\bar{1}$ 1); 2,160/10/(10 $\bar{1}$ 2) $\beta$ ; 1,958/100/(10 $\bar{1}$ 2); 1,806/80/(11 $\bar{2}$ 0); 1,497/40/(20 $\bar{2}$ 1); 1,480/50/(10 $\bar{1}$ 3); 1,329/50/(20 $\bar{2}$ 2); 1,255/20/(0004); 1,152/30/(21 $\bar{3}$ 1); 1,143/20/(20 $\bar{2}$ 3); 1,072/50/(21 $\bar{3}$ 2); 1,044/10/(30 $\bar{3}$ 0); 1,034/40/(11 $\bar{2}$ 4); 0,968/30/(21 $\bar{3}$ 3); 0,905/20/(22 $\bar{4}$ 0); 0,856/10/(31 $\bar{4}$ 1); 0,823/20/(31 $\bar{4}$ 2); 0,807/20/(10 $\bar{1}$ 6).

MILLERIT : NiS

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} m$ .

Z = 9 (hexagonal), 3 (trigonal).

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_o = 9,591 \text{ \AA}$ ,  $c_o = 3,145 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_o : c_o = 1 : 0,3274$ ,  $\alpha = 116^\circ 37'$ .

**Celula conține:** Ni<sub>9</sub>S<sub>9</sub>.

**Habitus:** cristale capilare alungite în direcția axei C sau aciculare cu striații longitudinale; agregate radiare, capilare; forme masive.

**Culoare:** galben, galben de bronz, uneori cu irizații.

**Urmă:** neagră, verzuie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** m(10 $\bar{1}$ 0), a(11 $\bar{2}$ 0), k(21 $\bar{3}$ 0), d(72 $\bar{9}$ 0), x(41 $\bar{5}$ 0), r(10 $\bar{1}$ 1), p(02 $\bar{2}$ 1),  $\mu$ (14 $\bar{5}$ 3)

**Macle:** (01 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (01 $\bar{1}$ 2) și (10 $\bar{1}$ 1) perfect. Cristalele capilare sunt elastice. Bun conducător de electricitate.

**H** = 3-3 1/2 ; **G** = 5,41-5,42.

**Compoziția chimică:** Ni = 64,67%, S = 35,33%. Ni poate fi substituit în mici cantități de Co, Fe și Cu.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: galben deschis sau cu o tentă crem.

R în aer:  $v = 53\%$ ,  $o = 54\%$ ,  $r = 54\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 48,5\%$ ,  $o = 47\%$ ,  $r = 42,5\%$ .

$\Delta R$ : slabă în aer, perceptibilă pe marginea cristalelor:  $\omega$  - galben-crem,  $\epsilon$  - galben - deschis. În imersie  $\Delta R$  se accentuează.

N + : Anizotropie clară; se amplifică în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 4,81/60/(110); 2,946/40/(101); 2,777/100/(300); 2,513/65/(021); 2,406/12/(220); 2,228/55/(211); 1,8631/35/(131); 1,8178/45/(410); 1,7378/40/(401); 1,6340/10/(321); 1,6037/35/(330); 1,5470/25/(012); 1,3884/5/(600); 1,1168/4/(520); 1,3008/100/(312); 1,2566/5/(042); 1,2023/6/(440); 1,736/5/(161); 1,1447/5/(502); 1,1139/15/(422), (701); 1,1037/3/(710); 1,0346/6/(152), (621); 1,0322/2/(342); 1,0104/6/(541); 0,9888/6/(612), (081).

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

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m,  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F m 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,91 \text{ \AA}$  pentru Fe<sub>18</sub>Ni<sub>18</sub>S<sub>32</sub> și  $a_0 = 10,04 \text{ \AA}$  pentru Fe<sub>24</sub>Ni<sub>12</sub>S<sub>32</sub>.

**Habitus:** masiv, granular; impregnații neregulate în acumulările de pirotină de origine magmatică.

**Culoare:** galben de bronz.

**Urmă:** neagră-verzuie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent sau slab după (111).

**Spărtura:** concoidală, friabil. Fără proprietăți magnetice și bun conducător de electricitate.

**H** = 3 1/2-4; **G** = 4,6-5,0. Varietățile cu raportul Fe : Ni = 2 : 1 ( $a_0 = 10,04 \text{ \AA}$ ) au  $G_{\text{calc}} = 5,185$ , iar cele cu raportul Fe : Ni = 1 : 1 ( $a_0 = 9,91 \text{ \AA}$ ) au  $G_{\text{calc}} = 4,956$ .

**Compoziția chimică:** raportul Ni  $\gtrsim$  Fe este frecvent; au fost descrise varietăți ce conțin Co, unele cu nomenclatura C - pentlandit. Fe = 30,00-32,55%, Ni = 34,22-34,98%, Co = 0,00-1,28%, S = 32,74-33,40%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: galben deschis. Co - pentlanditul este aproape alb.

**R în aer:** v = 51%, o = 51%, r = 51%.

**N // :** **R în imersie (ulei):** v = 41%, o = 47%, r = 43%.

$\Delta R$  în aer: slabă, se manifestă la marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei).

**N + :** Izotrop.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 5,78/30/(111); 5,01/5/(002); 3,55/5/(022); 3,03/80/(113); 2,90/40/(222); 2,51/5/(004); 2,30/30/(133); 2,25/5/(024); 1,931/50/(115), (333); 1,775/100/(044); 1,697/5/(135); 1,530/10/(335); 1,514/10/(226); 1,307/20/(355), (731); 1,255/20/(008); 1,160/5/(157), (555); 1,105/5/(119), (357); 1,052/5/(139); 1,025/20/(448); 0,9704/5/(159), (377); 0,8878/5/(088); 0,8068/5/(579); 0,7941/10/(0.4.12).

## CUBANIT: CuFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

**Varietate:** chalmersit, cu habitus acicular

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c m m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,43 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,19 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,582 : 1 : 0,561$ .

**Celula conține:** Cu<sub>4</sub>Fe<sub>8</sub>S<sub>12</sub>.

**Habitus:** cristale tabulare (001) și având striaiții paralele cu axul c. De obicei apare masiv.

**Culoare:** galben de bronz.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), l(130), m(110), y(011), g(101), w(111), o(122), r(121), p(131)

**Macle:** plan de maclă (110), mai rar ( $\bar{1}\bar{3}0$ ).

**Clivaj:** absent sau slab după (110) sau ( $\bar{1}\bar{3}0$ ).

**Spărtura:** concoidală.

Mineralul are susceptibilitatea magnetică foarte ridicată // cu axa b și se manifestă diamagnetic // cu axele a și c.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,03-4,18$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 22,27-24,32%, Fe = 41,15-43,13%, S = 34,37-36,00.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: galben deschis sau galben de bronz cu tente roz sau albe. În imersie culoarea este mai deschisă.

R în aer:  $v = 41\%$ ,  $o = 41\%$ ,  $r = 39\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 32,5\%$ ,  $o = 28,5\%$ ,  $r = 32\%$ .

$\Delta R$  slabă în aer.

N + : anizotropie distinctă în aer, puternică în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,46/20/(101); 3,49/40/(121); 3,22/100/(130); 3,12/30/(002); 3,00/40/(012); 2,79/40/(220), (040), (213); 2,51/20/(122); 2,37/30/(141); 2,24/20/(202); 2,20/10/(212); 1,979/20/(142); 1,867/80/(123), (330); 1,810/10/(052); 1,750/70/(312), (242); 1,728/10/(213); 1,693/20/(322); 1,617/20/(400); 1,600/20/(332); 1,586/5/(233); 1,556/10/(004), (261); 1,501/20/(351), (224); 1,435/5; 1,418/5; 1,392/10; 1,377/10; 1,318/5; 1,276/40; 1,237/5; 1,221/20; 1,198/5; 1,178/5; 1,165/50; 1,155/10; 1,139/10; 1,117/5; 1,110/5; 1,080/40; 1,075/40; 1,054/50.

C O V E L I N A : CuS

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C 6/m m c.

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,802 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 16,43 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,321$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_6\text{S}_6$ .

**Habitus:** cristale tabulare hexagonale (0001) cu striații orizontale, forme piramidale; de obicei apare masiv sau în masc sferoidale.

**Culoare:** albastru-indigo.

**Urmă:** cenușie, neagră.

**Luciu:** semimetalic sau perlat pe suprafețele de clivaj.

**Forme principale:** c(0001), x(10 $\bar{1}$ 4), l(10 $\bar{1}$ 3), d(30 $\bar{3}$ 8), n(10 $\bar{1}$ 2), h(9.0.9.16), i(50 $\bar{5}$ 8), r(10 $\bar{1}$ 1), w(20 $\bar{2}$ 1).

**Clivaj:** (0001) perfect. Casant. Lamellele subțiri sunt flexibile.

**Compoziția chimică:** analizele chimice și proprietățile fizice (forma, clivajul, proprietățile microscopice, sublimarea parțială a sulfurului prin încălzire) conduc la o formulă de tipul  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{CuS}$ . Studiile röntgenometrice au arătat coexistența perechilor de ioni dubli:  $\text{S}^{2-}$  și  $\text{S}_2^{2-}$  și respectiv  $\text{Cu}^+$  și  $\text{Cu}^{2+}$ .  
Participarea: Cu = 65,49-66,48%, Fe = 0,00-0,25%, S = 33,28-33,87%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: diferite nuanțe de albastru:  $\epsilon$  - albastru intens;  $\omega$  - albastru deschis.

Culoarea în imersie (ulei):  $\omega$  - violet-roșu,  $\epsilon$  - cenușiu deschis.

$R_\epsilon$  în aer:  $v = 18,5\%$ ,  $o = 15\%$ ,  $r = 10\%$ .

$R_\omega$  în aer:  $v = 27\%$ ,  $o = 24\%$ ,  $r = 22\%$

$R_\epsilon$  în imersie (ulei):  $v = 3\%$ ,  $o = 4\%$ ,  $r = 10\%$ .

$R_\omega$  în imersie (ulei):  $v = 14\%$ ,  $o = 10\%$ ,  $r = 9\%$ .

$\Delta R$  foarte pronunțată. Nu se observă în secțiunile bazale.

N + : Anizotropia foarte pronunțată în culori oranj-brune.

În imersie pot apare reflexe interne pe urmele de clivaj.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 375  $\hat{\wedge}$ ; 425  $\hat{\wedge}$ ; 450  $\checkmark$ ; 590 $\checkmark$ ; 820  $\checkmark$ ; 980  $\checkmark$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație Cu): 8,18/7/(002); 3,285/14/(100); 3,220/28/(101); 3,048/67/(102); 2,813/100/(103); 2,724/56/(006); 2,317/10/(105); 2,097/6/(106); 2,043/7/(008); 1,902/25/(107); 1,896/75/(110); 1,735/34/(108); 1,634/3/(201); 1,609/8/(202); 1,572/15/(203); 1,556/37/(116); 1,463/6/(1.0.10); 1,390/6/(118); 1,354/7/(1.0.11); 1,343/5/(207); 1,280/9/(208); 1,227/5/(212); 1,210/9/(213); 1,0998/8/(1.0.14); 1,0946/10/(300); 1,0607/9/(218); 1,0155/7/(306).

C I N A B R U: HgS

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 32.

**Grupa spațială:** C 3<sub>2</sub> sau C 3<sub>2</sub>.

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,160 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,540 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,293$ .

**Celula conține:** Hg<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

**Habitus:** masiv, fin granular sau cruste pulverulente; cristale diseminate sau eflorescențe. Formele cristalizate sunt romboedrice, tabulare sau în plăci groase după (0001).

**Culoare:** roșu, brun-roșcat, negru până la cenușiu de plumb.

**Urma:** roșic.

**Luciu:** adamantin spre metalic.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), f(10 $\bar{1}$ 5),-f(01 $\bar{1}$ 5), g(10 $\bar{1}$ 4),-g(01 $\bar{1}$ 4), h(10 $\bar{1}$ 3), -h(01 $\bar{1}$ 3), i(2025),  $\Delta$ (1012), - $\Delta$ (01 $\bar{1}$ 2), r(10 $\bar{1}$ 1), -r(01 $\bar{1}$ 1), o(30 $\bar{3}$ 2), -q(0221), u'(1124), 'y(2 $\bar{1}$  $\bar{1}$ 3), -'D(1.2. $\bar{3}$ .14), -D'(1. $\bar{3}$ .2.14), R'(31 $\bar{4}$ 4), 'R(4 $\bar{1}$  $\bar{3}$ 4).

**Macle:** comune cu planul (0001) și axul [0001]; macle de contact simple pe (0001).

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0) perfect.

**Spărtura:** subconcoidală. Spre deosebire de metacinnabarit, nu este bun conducător de electricitate. Casant, uneori sfărâmișos.

**H = 2-2 1/2; G = 8,090.**

**Compoziția chimică:** Hg = 86,2%, S = 13,8%. Poate fi impurificat cu argile, oxizi de fier, bitumenc.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în acr: cenușiu deschis - albă.

R în acr: v = 30%, o = 25,5%, r = 26%.

R în imersie (ulei): v = 13%, o = 10,5%, r = 10,5%.

$\Delta$  R în aer (slab manifestată):  $\omega$  - cenușiu cu o tentă roz,  $\epsilon$  - cenușiu cu o tentă gălbuie.

$\Delta$  R în imersie (ulei):  $\omega$  - cenușiu-marونی,  $\epsilon$  - cenușiu gălbui deschis.

**N + :** Anizotropie clară care este ușor mascată de reflexele interne strălucitoare și persistente.

**Proprietăți optice în lumină transmisă** pentru:  $\lambda = 598,5 \text{ m}\mu$ ;  $\epsilon = 2,905$ ,  $\omega = 3,256$ ; pentru  $\lambda = 612,7 \text{ m}\mu$ ;  $\epsilon = 2,876$ ,  $\omega = 3,224$ ; pentru  $\lambda = 762,0 \text{ m}\mu$ ;  $\epsilon = 2,756$ ,  $\omega = 3,065$ .

Birefrigența și dispersia sunt ridicate.  $\Delta = 0,359$  (în Na). Uni-ax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 400  $\hat{\wedge}$  (efect datorat sublimării).

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 38 s; 89 m; 130 m; 280 m; 345 p.

**Difracțometria de raze X** (radiație Fe, fereastră Al): 3,70/30/(10 $\bar{1}$ 1) $\beta$ ; 3,372/100/(10 $\bar{1}$ 1), 3,163/80/(0003); 2,869/100/(10 $\bar{1}$ 2); 2,380/10/(10 $\bar{1}$ 3); 2,294/10/(11 $\bar{2}$ 0) $\beta$ ; 2,189/10/(10 $\bar{1}$ 4) $\beta$ ; 2,074/80/(11 $\bar{2}$ 0); 2,028/20/(11 $\bar{2}$ 1); 1,980/80/(10 $\bar{1}$ 3); 1,908/20/(11 $\bar{2}$ 2) $\beta$ ; (11 $\bar{2}$ 3) $\beta$ ; 1,852/20/(20 $\bar{2}$ 2) $\beta$ ; (10 $\bar{1}$ 5) $\beta$ ; 1,765/80/(20 $\bar{2}$ 1); 1,732/80/(11 $\bar{2}$ 3); 1,678/80/(20 $\bar{2}$ 2), (10 $\bar{1}$ 5); 1,582/30/(0006); 1,561/30/(11 $\bar{2}$ 4), (20 $\bar{2}$ 3); 1,481/10/(21 $\bar{3}$ 1); 1,305/50/(21 $\bar{3}$ 2); 1,255/40/(21 $\bar{3}$ 3); 1,178/20/(21 $\bar{3}$ 4); 1,126/30/(10 $\bar{1}$ 8), (30 $\bar{3}$ 3); 1,104/30/(21 $\bar{3}$ 5); 1,082/20/(20 $\bar{2}$ 7); 1,069/20/(30 $\bar{3}$ 4); 1,031/30/(11 $\bar{2}$ 8), (21 $\bar{3}$ 6).

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 /n$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_o = 9,29 \text{ \AA}$ ,  $b_o = 13,53 \text{ \AA}$ ,  $c_o = 6,57 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_o : b_o : c_o = 0,6879 : 1 : 0,4858$ ;  $\beta = 106^\circ 32'$ .

**Celula conține:**  $As_{16}S_{16}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic striate în lungul axei c. De obicei apare masiv, compact, grăunțos, până la fin granular. Formează cruste și efloriscente pulverulente.

**Culoare:** roșu-portocaliu; în pulbere este galben-portocaliu.

**Luciu:** rășinos sau gras în spărtură; adamantin pe fețele de clivaj.

**Forme principale:** c(001), W(160),  $\delta$ (150), A(270), j(380),  $\zeta$ (250), h(370),  $\Gamma$ (490),  $\theta$ (6.13.0), B(580),  $\beta$ (340), C(450).

**Macle** de alipire după (100).

**Clivaj:** (010) bun și (100), (120),  $(\bar{1}01)$  slab.

**Spărtura:** concoidală. Transparent sau translucid.

$H = 1 \frac{1}{2} - 2$ ;  $G = 3,56 - 3,59$ .

**Compoziție chimică:** corespunde formulei AsS. Limitele de participare sunt: As = 69,54 - 70,00%; S = 29,82 - 30,55%.

**Proprietăți optice: în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: cenușiu-albicioasă.

R în aer:  $v = 20,5\%$ ,  $o = 26\%$ ,  $r = 26,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 9,5\%$ ,  $o = 7,5\%$ ,  $r = 6\%$ .

$\Delta R$  slabă, mai vizibilă la marginea granulelor: culoarea cenușiu-albicioasă capătă tente roz sau albastri deschis.

$N +$ : Anizotropie puternică, mascată deseori de reflexele interne de culoare galben-roșietică.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

$\alpha = 2,486$ ;  $\beta = 2,684$ ;  $\gamma = 2,707$  ( $\lambda = 590$ ).

Pleocroic:  $\alpha$  - slab colorat,  $\beta = \gamma$  = auriu - gălbui.

$\alpha \wedge C = - 11^\circ$ ,  $2 V_\alpha = 40^\circ 34'$ .

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 37 fs; 47 S; (109)S; 141 i; 172 p; 194 m; 205 m; 211 m; 225 p; 258i; 269 i; 284 i; 337 p; 362 i; 373 p; 183 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,11/20/( $\bar{1}01$ ); 5,40/100/( $\bar{1}11$ ), (120); 4,65/30/(021), (101); 4,08/20/( $\bar{2}11$ ), (130); 3,71/10/(220), (031); 3,19/90/(131), ( $\bar{1}12$ ), (230); 3,08/20/(231), (012); 2,94/80/( $\bar{1}22$ ), ( $\bar{1}41$ ), ( $\bar{2}12$ ); 2,73/80/( $\bar{2}22$ ), (320), (141); 2,60/20/(150), (032); 2,49/50/( $\bar{2}32$ ), (051), (330); 2,40 5/(311); 2,26/30; 2,20/40; 2,14/50; 2,04/10; 2,02/10; 1,998/10; 1,929/5; 1,859/60; 1,807/20; 1,710/10/; 1,684/40; 1,639/30; 1,588/20; 1,551/5; 1,512/30; 1,469/20; 1,438/5; 1,373/10; 1,331/10; 1,191/5; 1,181/5; 1,105/5; 1,094/5.

## C O O P E R I T : PtS

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 4/m m c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,47 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 610 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,758$ .

**Celula conține:**  $\text{Pt}_2\text{S}_2$ .

**Habitus:** granule neregulate, fragmente cristaline deformate; rareori cristale alungite după [101].

**Culoare:** cenușiu-strălucitor.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (011).

**Spărtura:** concoidală.

$H = 4 - 5$ ;  $G = 9,5$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei PtS având uneori mici cantități de Pd și urme de Ni. Participarea:

Pt = 80,26 - 85,89%, Pd = 0,00 - 4,31%, Rb, Ir etc. = 0,00 - 0,63%, Ni = 0,00 - 0,10%, S = 14,11 - 17,50%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: cafeniu - cenușie.

Culoarea în imersie (ulei) - se accentuează tenta cafenie.

R în aer:  $v = 41\%$ ,  $o = 34\%$ ,  $r = 34\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 28,5\%$ ,  $o = 25\%$ ,  $r = 21\%$ .

$\Delta R$  în aer: practic nu se observă.

$\Delta R$  în imersie (ulei): se manifestă slab la marginea granulelor.

N + : Anizotropie foarte slabă în aer, ușor mai accentuată în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3,46/20/(100); 3,02/100/(101); 2,92/40; 2,46/60/(110); 1,91/80/(112);

1,75/70/(103); 1,73/70/(200); 1,531/40/(004); 1,505/80/(211); 1,302/50/(114); 1,240/60/(213); 1,233/40/

(220); 1,157/60/(105); 1,152/60/(204); 1,140/60/(222), (301); 1,102/40/(310); 1,037/60/(312); 1,024/20/

(006); 1,009/50/(303).

E M P R E S S I T : AgTe

**Sistemul de cristalizare:** rombic; au fost descrise și forme hexagonale.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \ m \ m \ m$  sau  $P \ m \ n \ 2$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 20,07 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,62 \text{ \AA}$ .

**Relație axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4434 : 1 : 0,2302$ .

**Habitus:** masiv, granular, compact.

**Culoarea:** bronz pal.

**Urmă:** gri-negricioasă, neagră.

**Luciu:** metalic.

Nu are clivaj.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 3,5$ ;  $G = 7,61$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 43,70 - 45,81%; Fe = 0,00 - 2,16%; Te = 53,84 - 54,75%

Proba de Săcărâmb (România) are Ag = 77,5%, Te = 22,5%.

La creșterea cantității de Ag de formează hessitul.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer : cenușiu-crem.

$\Delta R$  foarte puternică în aer, se amplifică în imersie (ulei).

N + : Anizotropie foarte puternică.

**Difractometria de raze X:** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,38/5; 3,96/5; 3,55/10; 3,39/5; 3,22/5; 3,03/20; 2,82/5; 2,63/10; 2,54/50; 2,24/10; 2,16/100; 2,12/20; 2,03/10; 1,928/10; 1,905/5; 1,868/5; 1,659/5; 1,542/5; 1,459/5; 1,44/5; 1,425/5; 1,347/20; 1,314/5; 1,289/5; 1,277/5.

L I N N A E I T :  $\text{Co}_3\text{S}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** F d 3 m.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,398 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Co}_{24}\text{S}_{32}$ .

**Habitus:** cristalele izolate sunt octaedrice; de obicei apare masiv, compact sau granular.

**Culoare:** cenușiu, cenușiu-violet, roșu de cupru.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), m(113), z(234).

**Macle:** plan de maclă (111).

**Clivaj :** (001) imperfect.

**Spărtura:** subconcoidală.

**H = 4 1/2 - 5 1/2 ; G = 4,8 - 5,0.**

**Compoziție chimică:** mineralul conține Cu, Ni, Co și Fe. El face parte dintr-o serie cu formula de bază asemănătoare spinelilor:  $\text{A}_2\text{BX}_3$  în care A = Co, Ni; B = Co, Ni, Fe, Cu. Termenii seriei sunt: linnaeit, siegenit, carrolit, violarit și polidimit.

Participarea: Cu = 0,00 - 8,79%, Fe = 0,00 - 2,36%, Co = 40,71 - 57,96; Ni = 0,00 - 7,35, S = 41,43 - 42,04%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer îi în imersie (ulei): albă cu tentă roz sau crem.

R în aer: v = 46,5%, o = 44%, r = 46%.

R în imersie (ulei): v = 31,5%, o = 35%, r = 38%.

**N + :** Izotrop.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,35/40(220), 2,82/90(311); 2,38/70/(400); 1,91/30/(422); 1,82/80/(511),(333); 1,68/100/(440); 1,44/40/(533); 1,37/50/(444); 1,23/60/(731),(553); 1,17/50/(800); 1,085/40/(662); 1,055/40/(840); 0,985.30/(931); 0,960/70/(844); 0,908/50/(10.2.2.), (666); 0,831/50/(880); 0,797/40/(10.6.2.); 0,784/50/(12.0.0.), (884).

C A R R O L L I T :  $\text{Co}_2\text{CuS}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** F d 3 m.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,458 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Co}_{16}\text{Cu}_8\text{S}_{32}$ .

**Habitus:** masiv, compact sau granular. Cristalele sunt octaedrice.

**Culoarea:** cenușiu, cenușiu-violet, uneori roșu de cupru.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), m(113), n(112).

**Macle:** (111) comune.

**Clivaj:** (001) imperfect.

**Spărtura:** subconcoidală.

$H = 4 \frac{1}{2} - 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,3 - 4,8$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 18,98 - 20,42%, Fe = 0,93 - 2,33%, Co = 35,30 - 35,79%, Ni = 1,76 - 3,66%,  
S = 39,47 - 40,64%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:** asemănătoare linnaeit-ului.

R în aer:  $v = 45\%$ ,  $o = 44\%$ ,  $r = 43\%$ .

N + : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 5,47/20(111); 3,35/40(022); 2,86/100(113); 2,37/50(004); 1,934/20(224); 1,825/60(115)(333); 1,674/80(044); 1,600/5(135); 1,501/10(026); 1,446/20(335); 1,369/20(444); 1,327/10(117),(155); 1,267/20(246); 1,234/30(137),(355); 1,185/30(008); 0,994/50(139).

#### DAUBREELIT : $\text{Cr}_2\text{FeS}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,966 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** mase neregulate; uneori cristale plate sau lamelare.

**Culoarea:** cenușiu-verzui.

**Luciu:** metalic.

**Spărtura:** neregulată. Casant. Fără proprietăți magnetice .

$H = 5$  ;  $G = 3,81$ .

**Compoziția chimică:** Cr = 35,91 - 36,10%, Fe = 19,38 - 20,10%, S = 42,69 - 44,52%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: verzui.

Culoarea în imersie (ulei): verzui-oliv.

R mediu.

N + : Izotrop, fără reflexe interne.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_{\alpha}$ ) : 3,54/40(220); 3,35/40; 3,02/80(311); 2,91/20(222); 2,76/20; 2,51/60(400); 2,12/20; 2,05/20(422); 1,95/40; 1,93/60(511),(333); 1,77/100(440); 1,53/20(533); 1,45/40(444); 1,31/40(731),(553); 1,26/40(800); 1,16/40(751),(555); 1,12/40(840); 1,05/40(931); 1,02/100(10.0.0).(860).

#### AURIPIGMENT : $\text{As}_2\text{S}_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, parțial pseudorombic.

**Clasa**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 2_1 /n$ .

$Z = 4$ .

**Dimensionarea celulei elementare:**  $a_0 = 11,46 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 9,59 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,24 \text{ \AA}$

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1950 : 1 : 0,4421$ ,  $\beta = 90^\circ 27'$ .

**Celula conține:**  $\text{As}_8\text{S}_{12}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic, alungite după axa sa, frecvent apar forme columnare sau agregate reniforme, baccilare, sferice, radiare, pulverulente.

**Culoare:** galben de lămâie, galben - orange; impurificat cu pirită este galben murdar, galben - verzui.

**Urma:** culori identice, dar mai vii.

**Luciu:** pe suprafețele de clivaj este perlat, adamantin, semimetalic în lunție de dimensiunea cristalelor.

**Forme principale:**  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $g(230)$ ,  $m(110)$ ,  $U(210)$ ,  $s(310)$ ,  $e(101)$ ,  $0(301)$ ,  $v(\bar{3}31)$ ,  $x(\bar{3}11)$ ,  $v(\bar{3}21)$ .



**Unghiuri caracteristice** între principalele forme:

$$\begin{array}{ll} (010) \wedge (110) = 30^{\circ}56' & (100) \wedge (101) = 69^{\circ}18' \\ (100) \wedge (001) = 89^{\circ}33' & (010) \wedge (311) = 73^{\circ}27' \end{array}$$

**Macie:** plan de maclă (100).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) distinct. Foițe flexibile, dar fără elasticitate. Rău conducător de electricitate.

$H = 1 \frac{1}{2} - 2$ ;  $G = 3,49$ .

**Compoziția chimică:** As = 60,91%, S = 39,09%. Corespunde formulei  $As_2S_3$

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea: variază cu direcția de la alb-cenușiu la cenușiu.

R în aer pentru [100] :  $v = 32\%$ ,  $o = 26\%$ ,  $r = 26\%$  pentru [010] :  $v = 27\%$ ,  $o = 18\%$ ,  $r = 20\%$ .

R în imersie pentru [100] :  $v = 13\%$ ,  $o = 15\%$ ,  $r = 14\%$ ; pentru [010] :  $v = 7\%$ ,  $o = 7\%$ ,  $r = 7\%$ .

R foarte puternică: // [100] - alb, // [010] - alb.

$\Delta$  cenușiu cu tentă roz, // [001] - alb cenușiu.

N + : anizotrop. Reflexe interne foarte puternice albe până la galben de lămâie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**  $\alpha = 2,4$ ;  $\beta = 2,81$ ;  $\gamma = 3,02$ ;  $\Delta = 0,62$ ;  $\gamma ? C = 1 \frac{1}{2}^{\circ} - 3^{\circ}$

Pleocroic:  $\beta$  - galben;  $\gamma$  - verde-gălbui.  $2 V_{\alpha} = 76^{\circ}$ .

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 52 S; 139 f p.1; 160 S; 184 p; 202 m; (295)i; 310 pl; 345 m; 350 m; 361 m; 380 m; 393 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $MoK_{\alpha}$ , filtru  $ZrO_2$ ): 4,82/100/(020); 4,42/7/(120); 4,00/47/(\bar{1}01); 3,70/47/(\bar{1}11),(220); 3,19/20/(211); 3,05/13/(\bar{1}21),(121); 2,85/47/(400); 2,70/53/(\bar{3}11),(311); 2,55/7/(031); 2,45/47/(420); 2,31/13/(\bar{4}11),(411); 2,12/13/(421),(331); 2,07/13/(012),(520); 2,02/7/(\bar{1}12),(112); 1,91/13/(\bar{4}31),(431); 1,85/13; 1,74/13; 1,68/27; 1,64/7.

STIBINA :  $Sb_2S_3$

**Sinonim:** antimonit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pbnm.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,20 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,28 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,82 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9926 : 1 : 0,3395$ .

**Celula conține:**  $Sb_8S_{12}$ .

**Habitus:** cristale prismatice, aciculare, cu strițiuni verticale. Frecvent cristalele sunt rotite sau răsucite. Formează și agregate columnare și mase compacte sau granulare.

**Culoare:** cenușiu de plumb, cenușiu - strălucitor.

**Urma:** cenușie de plumb.

**Luciu :** metalic.

**Forme principale:** b(010), o(120), d(230), m(110), n(210), h(310), N(021), s(111),  $\zeta$ (221),  $\psi$ (124), e(121),  $\sigma$ (211),  $\sigma$ :(261), r(341).

**Unghiuri caracteristice** între principalele forme:

$$\begin{array}{ll} (010) \wedge (110) = 45^{\circ}12' & (010) \wedge (111) = 72^{\circ}12' \\ (010) \wedge (120) = 26^{\circ}44' & (110) \wedge (111) = 64^{\circ}17' \end{array}$$

**Macie:** rare cu plane (130), (120) sau (310).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) și (110) imperfect. Cristalele sunt flexibile, fără a fi elastice.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**Tranșlații** cu T (010) și t [001].

$H = 2$ ;  $G = 4,63 \pm 0,02$ ;  $F = 546 - 551^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , având mici cantități de Fe, Pb, Cu și urme de Zn, Co, Ag, Au repartizate astfel: Pb = 0,00 - 0,23%, Cu = 0,00 - 0,09%, Fe = 0,00 - 0,12%, Sb = 71,45 - 71,84%, S = 26,90 - 28,66%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** ( $\lambda = 760 \text{ m}\mu$ ).

Mineral transparent pentru radiațiile infraroșii.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$   $n_{760}(\pm 0,01)$  :  $\alpha = 3,194$ ,  $\beta = 4,046$ ,  $\gamma = 4,303$ ;  $2V_\alpha = 25^\circ 45'$ .

Biax negativ. Dispersia foarte puternică.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoare în aer: alb, alb-cenușiu.

$R\alpha$  (în aer):  $v = 38,6\%$ ,  $o = 34,2\%$ ,  $r = 32,0\%$ .

$R\beta$  (în aer):  $v = 30,5\%$ ,  $o = 26,4\%$ ,  $r = 24,9\%$ .

$R\gamma$  (în aer):  $v = 43,9\%$ ,  $o = 37,8\%$ ,  $r = 35,4\%$ .

Bireflexie vizibilă.

$N +$  : Anizotropie puternică, care evidențiază uneori structuri zonare.

Reflexe interne de culoare roșu - închis.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 7,99/16/(110); 5,654/35/(020); 5,052/57(120); 3,987/28/(220); 3,632/20/(101); 3,573/67/(130); 3,556/72/(310); 3,458/25/(111); 3,178/18/(021); 3,128/37/(230); 3,053/95/(211); 2,764/100/(221); 2,680/52/(301); 2,609/25/(311); 2,525/46/(240); 2,426/22/(231); 2,277/24/(041); 2,252/14/(430); 2,233/25/(141); 2,202/7/(510); 2,185/6/(331); 2,101/21/(421); 2,088/12/(520); 1,992/10/(440); 1,940/46/(431); 1,920/36/(002), (151); 1,885/9/(060); 1,871/9/(600); 1,858/5/(160); 1,846/9/(610); 1,729/19/(351); 1,725/20/(531); 1,6906/34/(132); 1,6358/8/(232), (322); 1,5431/10/(720); 1,5280/16/(242); 1,4837/5/(370); 1,4617/5/(432), (342); 1,4441/7/(560); 1,4397/5/(271).

B I S M U T I N A :  $\text{Bi}_2\text{S}_3$

*Varietate: horobetsuit, cristale mixte cu stibină*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pbnm.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,13 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,27 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,97 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9874 : 1 : 0,3523$ .

**Celula conține:**  $\text{Bi}_8\text{S}_{12}$ .

**Habitus:** cristale prismatice sau aciculare în care predomină fețele de prismă (110), (120), (130) și pinacoizii (100), (010), (001); fețele de prismă au striățiuni verticale fine. Formează cruste, mase granulare, agregate lamelare și/sau radiare.

**Culoare:** alb, uncori cu reflexe cenușii.

**Urma:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), N(021), L(101), Z(301),  $\sigma$ (211),  $\lambda$  (311).

**Clivaj:** (001) distinct, (100), (110) imperfect. Foițele sunt flexibile, dar fără elasticitate. Nu conduce electricitatea.

$H = 2$ ;  $G = 6,8 - 7,2$ .

**Compoziția chimică:** foarte rar formează cristale mixte cu  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (horobetsuit). Pb = 0,00 - 1,68%, Cu = 0,00 - 0,57%, Fe = 0,00 - 0,74%, Bi = 76,51 - 81,30%, Sb = 0,00 - 3,58%, Te = 0,00 - 0,94%, Se = 0,00 - 8,80%, S = 14,15 - 20,07%. Se apare ca substituent al S în raportul Se : S = 1 : 4.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb, cu o slabă tentă gălbuie.

Culoarea în imersie (ulei): albă, tenta gălbuie dispare.

$R_{\alpha}$  (în aer):  $v = 41,46\%$ ,  $o = 40,86\%$ ,  $r = 39,60\%$ .

$R_{\beta}$  (în aer):  $v = 48,45\%$ ,  $o = 48,17\%$ ,  $r = 40,86\%$ .

$R_{\gamma}$  (în aer):  $v = 54,51\%$ ,  $o = 53,00\%$ ,  $r = 49,18\%$ .

$R_{\alpha}$  (în imersie):  $v = 29,67\%$ ,  $o = 28,74\%$ ,  $r = 28,24\%$ .

$R_{\beta}$  (în imersie):  $v = 39,87\%$ ,  $o = 37,89\%$ ,  $r = 35,55\%$ .

$R_{\gamma}$  (în imersie):  $v = 42,63\%$ ,  $o = 38,53\%$ ,  $r = 36,81\%$ .

$\Delta R$  slabă în aer; // [100] - alb - cenușiu // [010] - cenușiu - albicios, // [001], alb-gălbui.

$\Delta R$  în imersie (ulei): // [100] - alb cenușiu, cu tentă albăstruie, // [010], alb cenușiu, // [001] - alb - crem.

N + : Anizotropie puternică în aer, foarte puternică în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 5,65/20/(020); 5,04/10/(120); 3,97/39/(220); 3,75/20/(101); 3,56/94/(130); 3,53/60/(310); 3,256/18/(021); 3,119/100/(230), (211); 2,811/63/(221); 2,176/34/(301); 2,611/24/(311); 2,520/35/(240); 2,456/15/(231); 2,409/13/(420); 2,304/24/(041); 2,256/36/(141); 2,129/9/(241); 2,118/15/(421); 2,096/11/(250); 2,074/10/(520); 1,990/33/(002); 1,953/55/(431); 1,935/20/(151); 1,919/20/(530); 1,884/14/(060); 1,854/17/(251); 1,834/7/(610); 1,779/13/(220); 1,765/5/(620); 1,737/7/(351); 1,734/35/(312); 1,703/10/(061); 1,682/7/(161); 1,679/8/(360); 1,665/2/(611); 1,604/4/(412); 1,562/15/(242); 1,552/11/(640); 1,533/8/(720); 1,490/6/(342).

**P I R I T A : FeS<sub>2</sub>**

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2/m  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** P a 3.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,405 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** Fe<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale idiomorfe cu forme de cub (100), piritoedru (210), octaedru (111) sau diploedru (213).

Prezintă striatiuni paralele pe fețele de cub și de piritoedru (// [100], [210]). Apare ca cristale diseminate, masiv, granular. Mai rar poate fi aciculară sau în formațiuni reniforme, stalactitice, botrioidale, agregate radiare.

**Culoare:** galben de alamă, cu reflexe gălbui - brune sau cu iritații.

**Urma:** brună sau verzui - neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Macles:** ax de macle [001], plan de macle (011) sau (320).

**Clivaj:** (001) slab, (011) și (111) slab și întrerupt.

**Spărtura:** concoidală. Termoelectrică, dar slab conducător de electricitate.

**H** = 6 - 6 1/2; **G** = 5,00 - 5,28.

**Compoziție chimică:** Fe poate fi substituit de Ni și Co până la raporturi Ni : Fe = 1 : 1,84 și Co : Fe = 1 : 2,5, ceea ce presupune o compoziție de tipul (Fe, Ni, Co)S<sub>2</sub>. Substituția Fe prin Ni poate merge până la raportul Fe: Ni = 1 : 1 corespunzător bravoitului. Fe mai poate fi substituit prin V, Cr, Tl, Mo. Sub formă de „amestecuri mecanice” mai pot apare Cu, Zn, Ag, Au, etc. Limitele de concentrație sunt: Fe = 29,30 - 46,55%, Ni = 00 - 16,69%, Co = 0,00 - 13,90%, S = 52,45 - 53,45%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,03%. Ca urmare a substituției Fe prin Ni se admite o serie continuă de tipul: pirită - pirită nicheliferă - bravoit.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea (în aer și în imersie): galben deschis (etalon).

R în aer :  $v = 54,0\%$ ,  $o = 53,5\%$ ,  $r = 42,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 46\%$ ,  $o = 47\%$ ,  $r = 46\%$ .

N + : Izotropă: o anizotropie slabă poate fi legată de prezența As în structură.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 468(3,5)  $\hat{\wedge}$ ; 515(1,0)  $\hat{\wedge}$ ; 570(1,0)  $\hat{\wedge}$ ; 580(1,5);  $\checkmark$  639(1,7)  $\checkmark$ .

Spectroscopia de absorbție în infraroșu: 412 i; 418 p; 1110 s, l; 1125 i; 1150 i; 1190 i.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3,128/36/(111); 2,709/84/(200); 2,423/66/(210); 2,2118/52/(211); 1,9155/40/(220); 1,6332/100/(311); 1,5640/14/(222); 1,5025/20/(230); 1,4448/24/(321); 1,242/12/(331); 1,2113/14/(420); 1,1823/7/(421); 1,1548/6/(332); 1,1057/6/(422); 1,0427/27/(511); 1,0060/8/(432); 0,9892/6/(521); 0,9577/12/(440); 0,9030/15/(600); 0,8788/8/(611); 0,8565/7/(620); 0,8261/4/(533); 0,8166/4/(622); 0,7981/5/(631).

### B R A V O I T: (Ni, Fe)S<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2/m  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** P a 3 .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,57 \text{ \AA} - 5,74 \text{ \AA}$ ;  $a_0$  descrește paralel cu creșterea substituției Fe prin Ni.

**Celula conține:** (Ni, Fe)<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice sau pirotoedrice. Frecvent apare în mase nodulare sau cruste cu structură columnară sau radiar fibroasă.

**Culoare:** alb - argintiu, cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (001).

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H** = 5 1/2 - 6; **G** = 4,62 pentru Fe : (Ni, Co) = 1 : 1,53 și 4,66 pentru Fe : Ni = 1 : 1.

**Compoziția chimică:** reprezintă un termen final al scriei pirită - bravoit - FeS<sub>2</sub> - (Ni, Fe)S<sub>2</sub> - și un termen intermediar în serie pirită - vaesit - FeS<sub>2</sub> - NiS<sub>2</sub>. Poată să conțină și mici cantități de CoS<sub>2</sub> (cattierit).

Limite de participare: Fe = 17,08 - 23,00%, Ni = 17,50 - 24,81%, Co = 0,00 - 6,61%, Cu = 0,00 - 0,47%, S = 51,15 - 54,51%.

**Proprietățile optice în lumină reflectată:** depind foarte mult de compoziția chimică:

N // : Culoarea în aer: alb - cenușiu până la galben intens R medie.

N + : Izotrop, fără reflexe interne.

**Difractometria de raze X** (radiația Cu): 3,22/10/(111); 3,09/10; 2,78/100/(002); 2,49/50/(021); 2,27/27/25(112); 2,18/5; 2,04/5; 1,97/25/(022); 1,86/7/(122); 1,68/75/(113); 1,61/7/(222); 1,55/7/(023); 1,49/10/(123); 1,28/7/(133); 1,25/7/(024); 1,22/5/(124); 1,18/5; 1,14/5; 1,07/10; 1,04/7; 0,984/5; 0,929/5; 0,904/5; 0,880/5.

### L A U R I T : RuS<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2/m  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** P a 3.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,59 \pm 0,01 \text{ \AA}$  .

**Celula conține:** Ru<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice sau pirotoedrice. Frecvent apare ca cristale mici, rotunjite

**Culoare:** neagră de fier.

**Urma:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (111) perfect.

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

**Compoziția chimică:** Ru = 61,1 - 67,0%, Os = 0,00 - 3,03%, S = 31,79 - 38,9%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă.

Culoarea în imersie (ulei): cenușie - albăstruie.

Puterea de reflexie mare.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,25/80/(111); 2,81/70/(200); 2,51/10/(210); 2,30/10/(211); 1,989/50/(220); 1,695/100/(311); 1,623/30/(222); 1,563/5/(320); 1,503/10/(321); 1,406/20/(400); 1,290/30/(331); 1,256/40/(420); 1,226/5/(421); 1,1199/5/(332); 1,148/30/(422); 1,082/50/(511), (333); 1,044/5/(520), (432); 1,027/5/(521); 0,993/30/(440); 0,950/40/(531); 0,937/30/(660), (442); 0,926/5/(610); 0,913/5/(611), (532); 0,889/20/(620); 0,858/30/(533); 0,848/30/(622); 0,841/5/(630), (542); 0,812/5/(144); 0,787/70/(711), (551); 0,779/70/(640).

### C O B A L T I N A : CoAsS

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa** 2 3.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>3.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,58 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Co}_4\text{As}_4\text{S}_4$ .

**Habitus:** cuburi, octaedrii, piritoedrii sau combinații de cuburi și piritoedrii. Striațiuni pe fețe asemănătoare cu cele ale piritei. Apare frecvent masivă, granulară sau compactă.

**Culoare:** alb - argintie, alb - violet, alb - cenușiu, cenușiu de plumb. Cenușiu-negru când conține cantități mari de Fe. Varietățile deschise la culoare prezintă o tentă roz.

**Urmă:** cenușiu deschis.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), o(111), <sup>1</sup>h(104), <sup>1</sup>c(102), p(122), <sup>1</sup>s(213), <sup>1</sup>z(324).

**Macle:** rare cu planul (011) sau (111).

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant. Slab conducătoare de electricitate.

**H** = 5 1/2; **G** = 6,33.

**Compoziție chimică:** gruparea ionică  $\text{S}_2^{2-}$  a piritei este înlocuită în cobaltină cu gruparea  $\text{AsS}_2^-$ , sarcinile negative fiind satisfăcute de  $\text{Co}^{2+}$ . Acest cation este substituit parțial de Ni, Fe; rare ori apar Bi, Sb, Cu și Pb ca impurități. Limitele de variație citate sunt: Co = 28,64 - 35,53%; Fe = 0,00 - 4,55%; Ni = 0,00 - 3,06%; As = 44,55 - 45,15%, S = 19,32 - 20,37%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cu tentă roz.

R în aer: v = 52%, o = 52,5%, r = 48%.

R în imersie (ulei): v = 37%, o = 41,5%, r = 40,5%.

$\Delta R$  se observă numai în imersie, la marginea granulelor.

N + : Anizotropia vizibilă în aer, se accentuează în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ , filtru MnO): 5,58/10/(100); 3,91/5/(011); 3,22/5/(111); 2,78/50/(200); 2,48/100/(021); 2,27/70/(112); 1,967/30/(022); 1,851/20/(122); 1,676/90/(113); 1,610/10/(222); 1,546/30/(023); 1,488/50/(123); 1,389/5/(004); 1,349/5/(014),(223); 1,310/5/(114),(033); 1,276/5/(133); 1,245/20/(024); 1,216/30/(124); 1,187/20/(233); 1,137/20/(224); 1,072/70/(115),(333); 1,036/40/(025),(234); 1,019/30/(125); 0,985/70/(044); 0,935/5/(006),(244); 0,922/5/(061); 0,910/20/(116),(235); 0,855/5(335); 0,835/10/(063).(245); 0,827/10/(136).

### G E R S D O R F I T : NiAsS

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2 3.

**Grupa spațială:** P 2 $_1$ 3.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a $_c$  = 5,719 Å .

**Celula conține:** (Ni, Fe) $_4$ As $_4$ S $_4$ .

**Habitus:** cristale cubice, cub - octaedrice sau piritodrice. Fețele de cuburi sunt situate în mod asemănător piritului. Poate să apară masiv, granular sau lamelar .

**Culoare:** alb argintiu, cenușiu strălucitor, negru - cenușiu.

**Urmă:** neagră cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** c(001), d(011), o(111),  $^2$ e(102), m(113) .

**Macle:** rare cu planul (111).

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H = 5 1/2; G = 5,9.**

**Compoziția chimică:** poate conține cantități mari de Sb, Fe și Co trecând într-un termen intermediar al seriei gersdorfit - ullamannit denumit corynit. Concreșterile cu calcopirita conduc la impurificări prin Cu. Concentrațiile în elemente: Ni = 23,48 - 35,42%, Fe = 0,00 - 16,64%, Co = 0,00 - 14,12%, Cu = 0,00 - 4,20%, Sb = 0,00 - 13,45%, As = 37,83 - 45,23%, S = 13,84 - 19,35%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer și în imersie (ulei): alb pur.

R în aer: v = 49,5%, o = 42,5%, r = 42%.

R în imersie (ulci): v = 38,5%, o = 34%, r = 33%.

**N + :** izotrop, fără reflexe interne.

**Difractometria de raze X** (radiația CuK $\alpha$ , filtru Ni): 4,06/4/(011); 3,285/6/(111); 2,848/60/(002); 2,545/100/(021); 2,325/90/(112); 2,013/35/(022); 1,7163/80/(113); 1,6436/10/(222); 1,5786/10/(023); 1,5214/35/(123); 1,4232/5/(004); 1,3057/4/(133); 1,2730/6/(024); 1,2422/16/(124); 1,2138/8/(233); 1,1616/6/(224); 1,0955/20/(115); 1,0571/14/(025); 1,0393/8/(125); 1,0063/20/(044); 0,9485/2/(006); 0,9357/2/(061); 0,9233/18/(115); 0,8998/4/(026); 0,888/4/(126); 0,8680/8/(235); 0,8580/4/(226); 0,8485/10/(063); 0,8393/8/(136); 0,8215/2/(444); 0,8131/4/(236); 0,7970/2/(117); 0,7893/8/(046); 0,7819/14/(146).

### U L L M A N N I T : NiSbS

**Varietăți:** willyamit (conține Co), kallilit (conține Bi)

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 23.

**Grupa spațială:** P 2 $_1$ 3.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,881 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Ni}_4\text{Sb}_4\text{S}_4$ .

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, piritoedrice sau tetraedrice. Fețele de cub sunt striate ca cele ale piritei.  
Frecvent apare masiv, granular.

**Culoare:** alb - argintiu, cenușiu - strălucitor.

**Urmă:** cenușie - negricioasă.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $e(102)$ ,  $x(112)$ .

**Macle:** axul  $[110]$  și planul  $(001)$ .

**Clivaj:**  $(001)$  perfect.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,65$ .

**Compoziție chimică:** varietate care conține Co se numește willyamit, iar cea cu Bi kallilit

Limite de participare: Fe = 0,00 - 0,40%, Ni = 13,41 - 28,91%, Co = 0,00 - 13,88%, Sb = 42,93 - 57,43%,  
As = 0,00 - 10,28%, Bi = 0,00 - 11,76%, S = 14,02 - 16,22%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: alb strălucitor.

Culoarea în imersie (ulei): alb cu tente cenușii - albăstrui.

R în aer :  $v = 49\%$ ,  $o = 42\%$ ,  $r = 42\%$ .

$N +$  : Izotrop. O slabă anizotropie se manifestă doar la varietățile lamelare.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,17/15/(110); 3,42/3/(111); 2,96/15/(200); 2,66/100/(210); 2,41/40/(211); 2,08/6/(220); 1,98/6/(221); 1,87/6/(310); 1,78/40/(311); 1,707/3/(222); 1,646/15/(320); 1,586/6/(321); 1,481/3/(400); 1,436/4/(410); 1,396/4/(411); 1,321/3/(420); 1,296/6/(421); 1,266/4/(332); 1,163/4/(510); 1,139/4/(511); 1,124/3; 1,103/6/(520); 1,084/4/(521); 1,049/6/(440); 1,019/3/(530); 0,992/3/(600); 0,975/3/(610); 0,962/4/(611); 0,902/3/(533); 0,892/3/(622); 0,884/4/(630); 0,815/4/(720).

## L Ö L L I N G I T $\text{FeAs}_2$

**Varietăți:** geyerit (conține S), glaucopirită (conține Co)

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \ n \ n \ m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,25 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,92 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8850 : 1 : 0,4812$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_{2+x}\text{As}_{4-x}$ .

**Habitus:** cristale prismatice, piramidale sau bipiramidale. Uneori apare masiv.

**Culoare:** alb-argintiu, cenușiu-strălucitor.

**Urmă:** cenușie-neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:**  $b(010)$ ,  $s(100)$ ,  $u(140)$ ,  $q(130)$ ,  $s(120)$ ,  $m(110)$ ,  $l(011)$ ,  $e(101)$ ,  $r(111)$ ,  $\alpha(121)$ .

**Macle:**  $(011)$ .

**Clivaj:** distinct după  $(010)$  și  $(101)$ .

**Spărtura:** neregulată.

$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 7,43$ .

**Compoziție chimică:** substituția Fe prin Co și Ni și a As prin Sb și S complică formula chimico-structurală până la exprimarea  $(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni})_{2+x}(\text{As}, \text{Sb}, \text{S})_{4-x}$  unde  $x = 0,2\%$ . Varietatea cu S poartă denumirea de geyerit, iar cea cu Co de glaucopirită.

Limite de participare: Fe = 23,75-31,20%, Co = 0,00-6,44%, Ni = 0,00-0,21%, Bi = 0,00-0,08%, Sb = 0,00-5,61%, As = 61,40-72,85%, S = 0,00-6,73%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer și în imersie (ulei) - alb-strălucitor.

R în aer: v = 57%, o = 32,5%, r = 48%.

R în imersie (ulei): v = 43,5%, o = 43,5%, r = 40,5%.

R foarte slabă: // [001] - alb pur, // [010] alb gălbui, // [100] - alb gălbui.

N + : Anizotropie puternică în tonuri alb-albăstrui, mai clară în aer decât în imersie (ulei).

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, nefiltrată): 2,975/10/(020); 2,589/100/(120); 2,535/90/(101); 2,398/60/(210); 2,332/90/(111); 2,218/5; 2,083/5/(021); 1,962/40/(220); 1,924/30/(121); 1,846/100/(211), (130); 1,738/10/(300); 1,673/50/(310); 1,628/100/(221); 1,587/10/(230); 1,559/40/(131); 1,494/40/(301); 1,448/40/(002), (311); 1,334/40/(321); 1,310/30/(330); 1,290/50/(240); 1,263/70/(122); 1,242/50/(212); 1,169/30/(222); 1,163/30/(150); 1,142/40/(132); 1,109/90/(421); 1,097/100/(430), (312); 1,077/60/(151); 1,056/100/(341); 1,0397/30/(042); 1,0195/20/(142).

S A F F L O R I T : (Co, Fe)As<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m, 2/m, 2/m.

**Grupa spațială:** P 2/m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 6,35 Å, b<sub>0</sub> = 4,86 Å, c<sub>0</sub> = 5,80 Å.

**Relația axială:** b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> : a<sub>0</sub>/2 = 0,8379 : 1 : 0,5474.

**Celula conține:** Co<sub>4</sub>As<sub>8</sub>.

**Habitus:** De obicei apare masiv. Cu structură radier - fibroasă. Cristalele prismatice au lungimi variabile în care domină fețele c(101), (310).

**Culoare:** alb de staniu sau cenușiu.

**Urma:** cenușie negricioasă.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** c(001), b(010), n(120), m(110), f(011), e(101).

**Macle:** (011) comune sau (101) în formă de cruce .

**Clivaj:** (100) distinct.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H** = 4 1/2-5; **G** = 7,2.

**Compoziția chimică:** prezența Fe nu implică existența unci serii de tipul safflorit - löllingit. Ni și Bi substituie Fe și Co în cantități mici.

Limite de participare: Fe = 0,00-15,26; Co = 12,99-28,23; Ni = 0,00-0,20%; Cu = 0,00-0,62%,

As = 70,36- 71,77%, S = 0,00-0,90%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb curat.

R în aer: v = 58%, o = 52%, r = 51,5%.

R în imersie (ulei): v = 47,5%, o = 47%, r = 43%.

R este slabă în aer, vizibilă doar pe marginea cristalelor; se amplifică în imersie: // [100] - alb cenușiu; // [010] - alb-gălbui; // [001] - alb cenușiu.

N + : Anizotropie foarte puternică mai ales în secțiunile // (001). La creșterea conținutului în Fe anizotropia devine mai clară.



**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_{\alpha}$ , filtru Fe): 3,932/7/(110); 2,975/7/(020); 2,648/20/(011); 2,586/100/(120); 2,573/95/(101); 2,394/40/(210); 2,361/90/(111); 1,9648/15/(220); 1,9475/10/(121); 1,8614/50/(211); 1,8555/40/(130); 1,6739/25/(310); 1,6476/40/(031); 1,6361/35/(221); 1,5804/6/(230); 1,5716/15/(131); 1,5023/10/(301); 1,4876/7/(040); 1,4784/15/(002); 1,3944/3/(231); 1,3409/6/(321); 1,3100/4/(330); 1,2932/10/(240); 1,2837/20/(122); 1,2773/7/(410); 1,2582/8/(212); 1,1605/4/(150); 1,1562/9/(132); 1,1100/20/(421); 1,1080/20/(312); 1,1045/5/(051); 1,0834/5/(250); 1,0803/15/(151), (232); 1,0570/20/(341); 1,0488/5/(042); 0,9867/9/(520), (501); 0,9804/6/(332); 0,9733/15/(242), (511); 0,9667/10/(412).

**R A M M E L S B E R G I T :  $\text{NiAs}_2$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n n m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,78 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,53 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8269 : 1 : 0,6107$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice fețele dominante fiind (001), (100), (230), (011), (101); frecvent apare masiv, fin granular, prismatic sau cu structură radiar fibroasă.

**Culoare:** alb cu reflexe roz.

**Urmă:** cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (101) distinct.

**Spărtura:** neregulată.

**H = 5 1/2 - 6; G = 6,97.**

**Compoziția chimică:** Co și Fe substituie în cantități mici Ni, iar S, și mai rar Bi, substituie As.

Limite de participare: Ni = 26,47-28,15%, Co = 0,00-2,61%, Fe = 0,00-0,66%; As = 66,12-71,85%, S = 0,00-2,45%, Sb = 0,00-0,83%, SiO<sub>2</sub> = 0,00-0,25%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb curat.

**R în aer:** 0,60%.

$\Delta R$  în aer este slabă: crește la studiul în imersie.

**N + :** anizotropia puternică atât în aer cât și în imersie.

**Difractometria de raze X:** 3,60/40/(110) 2,90/40/(011); 2,76/80/(101); 2,485/90/(111); 2,415/70/(120); 2,32/20/(200); 2,17/50/(210); 1,985/50/(121); 1,833/100/(211); 1,730/50/(002); 1,670/70/(031); 1,610/50/(221); 1,578/60/(131), (112); 1,515/60/(310); 1,422/80/(122); 1,347/50/(212); 1,280/30; 1,265/30; 1,241/30/(222); 1,228/80/(420), (240); 1,157/90/(331), (312); 1,132/10; 1,112/60/(113); (1,092/60/(322); 1,066/80/(151), (340); 1,046/80/(421); 1,030/50/(213); 1,020/80/(341); 1,008/90/(242), (332); 0,999/5; 0,987/50/(402); 0,972/90/(412); 0,947/90/(303); 0,934/30; 0,920/80/(501), (440); 0,879/40/(004), (432), (521); 0,867/20/(261); 0,832/40/(162), (531), (512); (124), (450); 0,811/20/(170), (153); 0,803/40/(423), (071), (361); 0,791/40/(171), (343), (134).

**M A R C A S I T A :  $\text{FeS}_2$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n n m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,436 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,414 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,381 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_o : b_o : c_o = 0,8194 : 1 : 0,6245$ .

**Celula conține:**  $Fe_2S_4$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010), piramidale, prismatică după [001] sau capilare; mai rar apare columnar sau în formă de lance. Frecvent apare masiv, fin granular. Se întâlnește și sub forme stalactitice, reniforme, globulare sau cu structuri radiare.

**Culoare:** galben de alamă, cu tente cenușiu-verzui.

**Urma:** cenușiu - închisă, verde.

**Luciu:** metalic

**Forme caracteristice:** c(001); b(010); a(100); q(290); r(140); n(270); v(130); y(250); z(120); w(450); m(110); l(011), e(101); s(111); x(122).

**Macle:** comune cu axul [101] sau cu plan (011).

**Clivaj:** (101) distinct și (110) imperfect.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 6-6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,92$ .

**Compoziția chimică:** foarte apropiată de formula  $FeS_2$  cu variații mici ale componentelor: Fe = 46,53-47,22%, S = 52,61-53,45%.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N // : Culoarea în aer: galben deschis cu tentă verzuie.

R în aer: v = 52%, o = 45,5%, r = 44,5%.

R în imersie (ulei); v = 42%, o = 39%, r = 39%.

$\Delta R$  în aer este distinctă: [100] - alb până la roz cafeniu; [010] - galben; [001] - alb cu o tentă crem.

$\Delta R$  în imersie (ulei): [100] - alb până la castaniu; [010] galben-verzui; [001] galben cu o tentă verzuie.

N + : Anizotropie puternică atât în aer, cât și în imersie.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 280(0,2)  $\hat{\wedge}$ ; 335(0,2)  $\hat{\wedge}$ ; 415(6,0)  $\hat{\wedge}$ ; 480(1,0)  $\hat{\wedge}$ ; 540(3,5)  $\hat{\wedge}$ ; 600(3,3)  $\hat{\wedge}$ ; 645(0,5)  $\hat{\wedge}$ , 657(3,0)  $\hat{\wedge}$ .

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 422 p; 480 i; 1110 s,l; 1175 p.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $MoK_{\alpha}$ : filtru  $ZrO_2$ ): 3,44/40/(110); 2,71/100/(020), (101); 2,41/25/(111); 2,32/25/(120); 2,05/2/(210); 1,91/30/(121); 1,76/63/(211); 1,72/4/(220); 1,69/15/(002); 1,67/10/(130); 1,59/20/(031); 1,52/6/(112); 1,50/5/(131); 1,47/1/(022); 1,43/13/(310); 1,40/1/(230); 1,37/7/(122); 1,32/2/(311); 1,30/2/(320), (140); 1,21/6/(321); 1,19/5/(132); 1,16/6/(240); 1,09/8/(103), (312), (410); 1,07/1/(113); 1,06/1/(150); 1,04/5/(411); 1,02/1/(123); 1,10/1/(151); 0,993/4/(213); 0,987/4/(421).

## M I S P I C H E L : $FeAsS$

**Sinonim:** arsenopirita

**Varietăți:** - danait, cobaltiferă (  $\approx 12\%$  Co)

- glaucodot, raportul Co: Fe  $\approx 1 : 6$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $B 2_1/d$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_o = 9,51 \text{ \AA}$ ,  $b_o = 5,65 \text{ \AA}$ ,  $c_o = 6,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_o : b_o : c_o = 1,684 : 1 : 1,136$ ;  $\beta = 90^\circ$ .

**Celula conține:**  $Fe_8As_8S_8$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatică [001] sau tabulare [001]. Apare masiv, granular compact; forme columnare, baccilare sau aciculare.

**Culoare:** alb de argint, cenușiu - strălucitor.

**Urmă:** cenușie - neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001); b(010); a(100); r(140);  $\beta$ (130); u(120); m(110); q(210); e(012); n(101); o(111).

**Macle:** în formă de cruce (012) sau prin întrepătrunderea a trei indivizi după fețele (101), (100) sau (001), ceea ce conduce la un aspect pseudorombic.

**Clivaj:** (101) distinct, (010) imperfect.

**Spărtura:** neregulată .

**H** = 5 1/2-6; **G** = 6,07 ± 0,15 în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** Fe poate fi substituit prin Co în proporții variate. Când raportul Fe : Co = 2 : 1 ( $\approx$  12%Co) este creată varietatea danait. La un raport Co : Fe = 1 : 6 este prezent glaucodotul. Există astfel o serie continuă de tipul mispichel-danait - glaucodot care cuprinde toți termenii intermediari posibili între aceste limite de substituție ale Fe prin Co.

Limitele de compoziție: Fe = 27,26-35,63%; Co = 0,00-8,71%; Ni = 0,00-0,73%; Bi = 0,00-4,13%; Sb = 0,00-1,90%; As = 39,96-49,41%; S = 16,27-22,59%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb cu o slabă tentă gălbuie.

$R_\gamma$  în aer: v = 51,00%, o = 51,55%, r = 50,74%.

$R_\alpha$  în aer: v = 47,94%, o = 51,15%, r = 50,04%.

$R_\beta$  în aer: v = 47,02%, o = 50,47%, r = 49,88%.

$R_\gamma$  în imersie (ulei): v = 40,44%, o = 39,80%, r = 38,63%.

$R_\alpha$  în imersie (ulei): v = 36,70%, o = 39,65%, r = 37,87%.

$R_\beta$  în imersie (ulei): v = 36,17%, o = 38,89%, r = 37,37%.

$\Delta R$  în aer: slab vizibilă; se manifestă mai ales la marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): distinctă, cu nuanțele // [001]: alb, cu tentă albastrui, // [100] și [010]; galben cu tentă roz.

**N + :** Anizotropie puternică în tonuri de roșu - violaceu.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 490(3,5)  $\hat{\wedge}$  ; 540(4,0)  $\hat{\wedge}$  .

**Spectroscopie de absorbție în infraroșu:** 435 s; 1110 s.

**Difractometria de raze X** (radiația Fe, nefiltrată): 3,669/30/(210); 2,843/30/(020); 2,783/10/(310), (012); 2,662/100/(202); 2,559/20/(311); 2,443/90/(220); 2,412/90/(212); 2,206/50/(410); 2,078/40/(122); 2,001/50/(013), (321), 1,943/60/(222); 1,817/100/(510), (412); 1,758/70/(230), (421); 1,698/50/(313); 1,629/80/(032); 1,594/70/(422); 1,541/70/(014), (610); 1,508/20/(323); 1,477/40/(214); 1,429/20; 1,391/40; 1,338/80; 1,300/40; 1,276/40; 1,224/70; 1,184/30; 1,155/30; 1,135/30; 1,113/50; 1,107/60; 1,088/10; 1,073/60; 1,049/80; 1,046/80; 1,027/60.

L A U T I T : CuAsS

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pb n<sub>2</sub> .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,78 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 5,47 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,47 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,691 : 1 : 2,097$ .

**Celula conține:** Cu<sub>4</sub>As<sub>4</sub>S<sub>4</sub> .

**Habitus:** cristale tabulare sau scurt prismatic striate pe (001). Apare masiv, compact până la fin granular.

Se întâlnesc și structuri radiare sau forme columnare și fibroase.

**Culoare:** neagră cenușie.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** semimetalic.

**Forme principale:** c(001), f(3.0.10), e(102), w(124), g(234), A(322).

**Macle:** (110).

**Clivaj:** (001). Casant.

$H = 3-31/2$ ;  $G = 4,9$ .

**Compoziția chimică:** Cu poate fi substituit de Ag. Limite de participare: Cu = 36,10-37,28;  
As = 43,92-45,66%, S = 17,88-18,80.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: cenușiu albicios cu tentă castanie sau violetă.

R în aer:  $v = 32\%$ ,  $o = 28\%$ ,  $r = 27\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 17\%$ ,  $o = 17\%$ ,  $r = 17\%$ .

$\Delta R$  foarte slabă în aer.

$\Delta R$  în imersie: mai clar exprimată pe marginea granulelor. Pe două direcții arată o tentă ușor castanie, iar pe a treia albastru deschis.

N + : Anizotropie slabă manifestată mai ales în imersie și la marginea granulelor.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,68/30/(002); 4,96/10/(011); 3,95/5/(012); 3,10/100/(013), (110); 2,99/10/(111); 2,85/20/(004); 2,72/20/(112), (020); 2,53/10/(014); 2,46/30/(022); 2,40/5/(113); 2,30/5/(104); 2,22/10/(023), (120); 2,17/30/(121); 2,10/5/(015), (114); 2,06/30/(122); 1,965/5/(024), (105); 1,903/80/(006), (200); 1,838/10/(115); 1,797/40/(202), (016); 1,745/40/(025), (124); 1,698/5/(106), (203); 1,642/40/(033), (130); 1,610/60/(213), (131); 1,537/10/(221), (034); 1,497/5/(133), (222); 1,423/20/(008), (035); 1,393/5; 1,368/5; 1,354/30; 1,327/40; 1,298/10; 1,274/20; 1,257/5; 1,232/50; 1,211/5; 1,191/5; 1,167/20; 1,149/30; 1,131/5.

## M O L I B D E N I T : $\text{MoS}_2$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C 6/mmc.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,30 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,905$ .

**Celula conține:**  $\text{MoS}_4$

**Habitus:** cristale diseminate tabulare cu aspect hexagonal sau, cu frecvență mai mică, cristale scurt prismatice.

Comune sunt masele foioase sau radiare.

**Culoare:** cenușiu de plumb.

**Urmă:** cenușie cu tente verzui (lasă urmă pe hârtie).

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), s(10 $\bar{1}$ 5), t(10 $\bar{1}$ 3), o(10 $\bar{1}$ 2); p(10 $\bar{1}$ 1), q(30 $\bar{3}$ 2).

**Macle:** (0001).

**Clivaj:** (0001) perfect. Lamele foarte flexibile, dar fără elasticitate. Gras la pipăit.

$H = 1-1 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,62-5,06$ .

**Compoziția chimică:** deși substituțiile sunt mici se citează existența unei serii izomorfe de tipul molibdenit ( $\text{MoS}_2$ ) - tungstenit ( $\text{WS}_2$ ) având practic aceeași structură stratificată. Cu toate acestea W nu a fost identificat ca substituent al Mo. În schimb poate fi prezent Re.

Compoziția: Mo = 59,94%, S = 40,06%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb.

$R_e$  în aer:  $v = 36\%$ ,  $o = 31,5\%$ ,  $r = 30,5\%$ .

$R_o$  în aer:  $v = 15,5\%$ ,  $o = 18\%$ ,  $r = 15\%$ .

$R_e$  în imersie (ulei):  $v = 29\%$ ,  $o = 23,5\%$ ,  $r = 24\%$ .

$R_o$  în imersie (ulei):  $v = 8\%$ ,  $o = 6\%$ ,  $r = 4\%$ .

$\Delta R$  foarte puternică: în aer  $R_e$  - alb pur.

$R_o$  - alb cenușiu: în imersie (ulei):  $R_e$  - alb.

$R_o$  - cenușiu cu tentă albastruie.

N + : Anizotropie foarte puternică atât în aer, cât și în imersie; uneori se apreciază ca având extincție ondulatorie.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 345 (3,0)  $\hat{\wedge}$ ; 570 (2,5)  $\hat{\wedge}$

**Difracțiometria de raze X** (radiație Cu): 6,15/100/(002); 3,075/4/(004); ,737/16/(100); 2,674/9/(101); 2,501/8/(102); 2,277/45/(103); 2,049/14/(006); 1,830/25/(105); 1,641/4/(106); 1,581/11/(110); 1,538/12/(008); 1,4784/2/(107); 1,3688/2/(200); 1,3401/4/(108); 1,2983/5/(203); 1,2513/4/(116); 1,2295/2/(0.0.10); 1,2224/1/(109); 1,1960/4/(205); 1,1015/6/(118); 1,0347/6/(210); 1,0215/1/(208); 1,0029/5/(213); 0,9704/2. (1.1.10); 0,9534/3/(215); 0,9124/2/(300); 0,9024/1/(302); 0,8939/3/(1.0.13); 0,8783/2/(0.0.14); (0,8658/1/(2.0.11); 0,8362/ <1/(1.0.14).

## TUNGSTENIT : WS<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C 6/mmc.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,184 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,50 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,93$ .

**Celula conține:** W<sub>2</sub>S<sub>4</sub>.

**Habitus:** apare masiv sau în agregate foioase.

**Culoare:** cenușie de plumb.

**Clivaj:** (0001). Fragil.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 7,75.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer : alb.

R în aer puternică.

**N + :** Anizotropie evidentă.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>) : 6,18/100/(002); 3,089/13/(004); 2,731/24/(100); 2,667/27/(101); 2,498/7/(102); 2,2772/36/(103); 2,0606/12/(006); 1,8335/17/(105); 1,6455/2/(106); 1,5783/18/(110); 1,5458/8/(008); 1,5288/14/(112); 1,4832/3/(107); 1,4052/5/(114); 1,3658/3/(200); 1,3575/3/(201); 1,3448/4/(108); 1,2524/7/(116); 1,2362/1/(0.0.10); 1,2274/1/(109); 1,1954/4/(205); 1,1271/<1/(1.0.10); 1,037/8/(118); 1,0392/2/(1.0.11); 1,0300/4/(0.0.12); 1,0012/4/(213); 0,9726/3/(1.1.10); 0,9524/47/(215); 0,9117/1/(300); 0,9021/1/(302); 0,8991/3/(1.0.12); 0,8830/<1/(0.0.14); 0,8630/1/(2.0.11); 0,8626/1/(1.1.12).

## CALAVERIT : AuTe<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m sau C<sub>2</sub>.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare** ( $\pm 0,03$ ) :  $a_0 = 7,18 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,07 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,632 : 1 : 1,152$ ,  $\beta = 90^\circ \pm 30'$ .

**Celula conține:** Au<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale prismatice scurte [010] cu striații pe direcția de alungire. Apare masiv, granular.

**Culoare:** alb - argintiu, galben de aur.

**Urma:** cenușie cu reflexe gălbui - verzui.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001); b(010); a(100); m(110); A(304); E(801); f(112); p(111); w( $\bar{1}$ 11).

**Macle:** (101) - axele paralele, (310) - axele fac unghiuri de 122°58' sau (111) - axele fac unghiuri de 93°43'.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** subconcoidală sau neregulată.

$H = 2\ 1/2 - 3$ ;  $G = 9,10 - 9,40$ .

**Compoziție chimică:** Au (cu participare medie de 42%) poate fi substituit de Ag (până la 4%).

Limite de participare: Au = 39,17 - 43,59%; Ag = 0,00 - 3,23%; Te = 56,41 - 57,87%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cu tentă galbenă - castanie.

R în aer:  $v = 56,5\%$ ,  $o = 54,0\%$ ,  $r = 52,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 54,0\%$ ,  $o = 51,0\%$ ,  $r = 48,5\%$ .

$\Delta R$  în aer și în imersie (ulei): foarte pronunțată .

N+ : Anizotropie distinctă atât în aer cât și în imersie .

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,02/10; 3,76/50; 3,01/100; 2,92/30; 2,19/40; 2,09/80; 2,06/20; 2,01/10; 1,936/20; 1,840/5; 1,786/5; 1,754/30; 1,685/30; 1,537/10; 1,501/30; 1,459/10; 1,431/5; 1,378/20; 1,337/30; 1,311/30; 1,247/20; 1,227/5; 1,211/5; 1,195/40; 1,160/5; 1,094/5; 1,081/10; 1,070/10; 1,048/20; 1,028/20; 1,002/20; 0,974/30; 0,949/20; 0,934/5; 0,920/5; 0,888/40; 0,857/10; 0,843/10; 0,819/10; 0,812/10; 0,808/10; 0,770/10; 0,776/10.

SILVANIT : (Au, Ag)Te<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2/c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare** ( $\pm 0,02$ ) :  $a_0 = 8,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,48 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,995 : 1 : 3,257 = 145^{\circ}26' \pm 20'$  .

**Celula conține:** Au<sub>2</sub>Ag<sub>2</sub>Te<sub>8</sub> .

**Habitus:** scurt prismatic [001], tabular a (100) sau b(010), columnar, mase granulare.

**Culoare:** alb - argintiu până la gălbui, cenușiu strălucitor.

**Urmă:** cenușiu - strălucitoare.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** c(001), b(010); s(100), m(110), r(210), t(310), p(012),  $\sigma$ (011), J(101), N( $\bar{1}03$ ), j( $\bar{1}01$ );  $v$ ( $\bar{3}01$ ), Y(112), d(111); M( $\bar{1}11$ ); y(211);  $\bar{3}$ ( $\bar{2}11$ ), D( $\bar{3}21$ ),  $\Delta$ ( $\bar{1}23$ ), K(121), f(212).

**Macles:** (100) comune; macles de penetrație care conduc la forme arborescente.

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată.

**Compoziția chimică:** Au este în ușor exces față de Ag.

Limite de participare: Au = 24,19 - 29,85%; Ag = 9,18 - 13,94%, Te = 60,45 - 62,59%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb - crem.

R în aer:  $v = 57\%$ ,  $o = 48\%$ ,  $r = 46\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 40\%$ ;  $o = 40\%$ ,  $r = 43\%$ .

$\Delta R$  în aer: slab distinctă.

$\Delta R$  în imersie (ulei): distinctă mai ales în zonele marginale ale indivizilor macleți .

N+ : Anizotropie identică în aer și în imersie (ulei): culori roz - albicioase și cenușiu - albicioase; în poziții intermediare: galben - brun, albastrui .

**Difractometrie de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 7,35/5; 3,08/10; 4,52/5; 3,97/10; 3,82/10; 3,16/5; 3,04/100; 2,97/20; 2,47/5; 2,39/5; 2,25/30; 2,14/50; 2,12/10; 2,08/10; 1,984/30; 1,836/10; 1,792/20; 1,750/5; 1,714/10; 1,643/5; 1,571/5; 1,519/20; 1,493/5; 1,467/5; 1,415/10; 1,411/10; 1,361/10; 1,344/10; 1,319/5; 1,272/5; 1,233/5; 1,219/10; 1,190/10; 1,136/5; 1,084/5; 1,049/5; 1,020/10; 0,999/5.

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** C  $\bar{3} m$ .

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,842 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,266 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,3705$ .

**Habitus:** lamele hexagonale sau particule parțial laminate .

**Culoare:** alb - roz, cu tentă cafenie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (0001) perfect. Casant.

**H** = 1 - 1 1/2; **G** = 7,22.

**Compoziția chimică:** este termen final al soluție solide NiTe - NiTe<sub>2</sub>; substituțiile și impuritățile sunt foarte rare.

Limite de participare: Ni = 16,73 - 18,70%, Co = 0,00 - 0,75%, Te = 80,17 - 80,75%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //** : Culoarea în acr: alb.

**R în aer** : ≈ 60%.

$\Delta R$  - foarte mică în aer, distinctă în imersie unde se dezvoltă în culori alb strălucitor - alb crem.

**N +** : Anizotropie slabă în aer; se amplifică în imersie (Pulbere imersată în ulei de cedru).

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 5,28/10/(001); 3,33/10/(100); 2,82/100/(101); 2,64/30/(002); 2,06/50/(102); 1,918/50/(110); 1,590/20/(201); 1,549/60/(112); 1,408/10/(202); 1,315/10/(004); 1,227/(107),(211); 1,204/10/(203); 1,139/5/(212); 1,112/5/(300); 1,084/20/(114),(301); 1,025/10/(213),(302); 1,004/10/(105).

### S K U T T E R U D I T : (Co, Ni)As<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $2/m \bar{3}$ .

**Grupa spațială:** I m  $\bar{3}$ .

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,19 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** (Co, Ni)<sub>8</sub>As<sub>24</sub> .

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, cub - octaedrice; mai rar dodecaedrice și piritoedrice sau prismatice.

De obicei este masiv, fin granular sau în agregate radiare.

**Culoare:** alb, cu reflexe cenușii sau cu irizații.

**Luciu:** metalic

**Forme caracteristice:** a(001), d(011), O(111),<sup>2</sup>f(103), n(112),<sup>3</sup>S(213).

**Macle:** (011).

**Clivaj:** (001) și (111) bun; (011) distinct, variază cu direcția.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

**H** = 5 1/2 - 6; **G** = 6,8.

**Compoziția chimică:** o formulă mai adecvată este (Co, Ni)As<sub>3,x</sub>, în care x = 0,0 - 0,5 Substituția Co prin Ni nu depășește 12%, iar cea a As prin S nu depășește 2%. Excluzând prezența constantă a Fe (până la 5%) datorită impurităților mecanice (concreșterii) în compoziția chimică mai apar Cu, Zn, Pb, Au, fără a depăși proporția maximă de 4%. Limitele de concentrație citate sunt: Co = 10,88 - 20,77%, Ni = 0,00- 9,41%, Fe = 0,00 - 5,82%, As = 72,97 - 79,23%, S = 0,00 - 1,70%, Bi = 0,00 - 1,31%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cu tentă gălbui.

R în aer:  $v = 60,0\%$ ,  $o = 53,5\%$ ,  $r = 51,0\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 47\%$ ,  $o = 47\%$ ,  $r = 44\%$ .

N + : izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, nefiltrată): 5,79/20/(110); 4,07/10/(200); 3,346/30/(211); 3,032/10/(220); 2,871/50/(310); 2,585/100/(310); 2,520/10; 2,184/80/(321); 2,140/10; 1,926/40/(411),(330); 1,828/90/(420); 1,741/40/(332); 1,668/90/(422); 1,607/100/(510),(431); 1,585/5/(333),(511); 1,429/5/(522),(441); 1,404/90/(530),(433); 1,367/20/(660),(442); 1,331/30/(611),(532); 1,207/30/(620); 1,286/5/(543); 1,210/90/(631); 1,185/80/(444); 1,162/70/(710),(550),(543); 1,139/70/(840); 1,117/80/(721),(633),(552); 1,097/10/(642); 1,078/100/(730); 1,066/30/(731),(533); 1,051/40/(650),(643); 1,041/100/(732),(651); 1,025/50/(800).

S M A L T I N A : (Co, Ni) As<sub>3-x</sub>

unde:  $x \approx 0,5 - 1,0$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2/m  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** I m  $\bar{3}$ .

Z = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $c_0 = 8,24 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** (Co, Ni)<sub>8</sub>As<sub>24</sub>.

**Habitus:** cristale cubice, octaedrice, cuboctaedrice; mai rar dodecaedrice și piritoedrice; agregate cristaline reticulare sau deformatate. Frecvent apare masiv, fin granular.

**Culoare:** cenușiu strălucitor până la alb strălucitor.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), f(103), n(112).

**Clivaj:** (001), (111) distinct; (011) imperfect.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală.

H = 5 1/2 - 6; G = 6,1.

**Compoziție chimică:** Co = 13,81 - 24,13%; Ni = 1,23 - 15,07%, Fe = 1,21 - 7,31%; As = 63,42 - 71,61%, S = 0,00 - 1,38%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă.

R în aer:  $v = 58,5\%$ ;  $o = 57,5\%$ ;  $r = 50\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 49,5\%$ ;  $o = 46,5\%$ ;  $r = 46\%$ .

N + : Izotropă.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 5,778/10/(110); 4,105/20/(200); 3,341/20/(211); 2,876/30/(220); 2,595/100/(310); 2,369/10/(222); 2,193/60/(321); 1,934/30/(330),(411); 1,837/80/(420); 1,749/30/(332); 1,674/50/(422); 1,609/80/(510),(431); 1,498/50/(530),(433); 1,368/30/(600),(442); 1,293/10/(620); 1,234/30/(622); 1,208/50/(631); 1,182/30/(444); 1,160/20/(710),(550),(543); 1,135/20/(640); 1,117/20/(712),(633),(552); 1,077/40/(722),(544); 1,056/10/(730); 1,043/30/(732),(651); 0,996/20/(811),(741),(554); 0,981/20/(820),(644); 0,968/30/(822),(660); 0,954/40/(831),(750),(743); 0,909/20/(910),(833); 0,885/10/(921),(761),(655); 0,850/10/(852).

C L O A N T I T : (Ni, Co)As<sub>3-x</sub>

**Sinonim:** nichel - skutterudit

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 2/m  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** I m  $\bar{3}$ .



$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,2 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cuburi, octaedri, cub - octaedri, uneori dodecaedri sau piritoedri. Frecvent apare masiv, fin granular; mai rar ca agregate cu forme reticulare sau deformate.

**Culoare:** cenușiu - argintiu până la alb; uneori are irizații.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), f(103), n(112).

**Clivaj:** (001), (111) distinct, (011) imperfect. **Spărtura:** neregulată sau concoidală.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6$ ;  $G = 6,5 \pm 0,4$ .

**Compoziția chimică:** Co = 3,62%, Ni = 21,18%, Fe = 2,83%, As = 71,47%, S = 0,58%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer: alb.

R în aer  $\approx 55\%$ .

N + : Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, fereastră Al) : 6,4/100/(111); 3,54/20; 3,17/100/(222); 1,82/70/(400)?; 2,75/20/(400); 2,53/100/(331); 2,46/20/(420); 2,32/50; 2,13/20/(330), (511); 1,97/20/(440); 1,91/60; 1,78/20/(661), (442); 1,72/70/(620); 1,71/50; 1,67/50/(533); 1,555/50; 1,524/50/(640); 1,449/60.

## 2. SULFOSĂRURI ȘI COMPUȘI SIMILARI

POLIBAZIT :  $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 26,12 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,08 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 23,89 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7321 : 1 : 1,5842$ ,  $\beta = 90^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri după (001) cu contur pseudohexagonal și cu striații de formă triunghiulară; apare masiv și compact.

**Culoare:** neagră de fier.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001); m(110); l(310);  $\Delta(\bar{2}03)$ ,  $N(\bar{1}01)$ ; n(101);  $\pi(403)$ ; t(201); O(114); r(112); p(111); S(221);  $O(\bar{1}14)$ ;  $R(\bar{1}12)$ ; P(111).

**Macle:** repetate cu planul (110) sau (001);

**Clivaj:** (001) imperfect. **Spărtura:** neregulată.

$H = 2 - 3$ ;  $G = 6,30$ .

**Compoziție chimică:** există o serie continuă între polibazit  $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$  și pearceit  $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{As}_2\text{S}_{11}$ .

În polibazit Cu poate substitui Ag până la limita maximă de 30%. Ca impurități pot să apară Pb, Fe, Zn.

Limite de compoziție determinate: Ag = 57,96 - 74,32%; Cu = 0,00 - 12,52%, Sb = 5,15 - 10,49%; As = 0,00 - 4,60%; S = 15,10 - 17,45%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb, alb - cenușiu, cenușiu - verzui.

Culoarea în imersie (ulei) = cenușiu - verzui; cenușiu - albăstrui.

R în aer:  $v = 29,5\%$ ,  $o = 25,5\%$ ,  $r = 25,5\%$ .

R în imersie (ulei);  $v = 19\%$ ,  $o = 14,5\%$ ,  $r = 13\%$ .  $\Delta R$  slabă, vizibilă pe marginea granulelor.

N + : Anizotropia vizibilă în aer, puternică în imersie (ulei); este mai puternică la eșantioanele bogate în Cu și As. Reflexe interne: roșu închis, mai clare în imersie, intensitatea lor depinde de conținutul în Cu.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,62/10/(310),(222); 3,48/5/(312); 3,28/5/(400); 3,19/90/(224); 3,00/100/(320),(008); 2,88/80/(404),(410); 2,77/5/(118); 2,70/50/(316),(324); 2,53/60/(406),(330); 2,42/40/(422); 2,33/20/(228); 2,20/20/(408); 2,14/5/(2.1.10),(430),(602); 2,10/20/(432),(328),(426); 2,06/10/(522),(418); 2,02/30/(516),(434),(2.2.10); 1,975/5/(524),(612); 1,932/10/(4.0.10),(338),(1.1.12); 1,890/60/(436),(614),(440); 1,858/5/(526); 1,789/10/(622),(543),(616); 1,741/10/(438),(624),(3.2.12); 1,705/30/(446),(0.0.14),(4.0.12); 1,657/20/(3.2.12),(618),(542); 1,619/10/(802); 1,593/20/(4.3.10), (448),(634),(716); 1,552/10/(2.2.14),(628),(4.2.12).

### ARGIRODIT : $\text{Ag}_8\text{GeS}_6$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $I m \bar{3} m$ .

**Z = 32.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 21,11 \pm 0,05 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_{256}(\text{Ge}, \text{Sn})_{32}\text{S}_{192}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice, dodecaedrice sau combinații ale acestora, agregate radiare, cruste cristaline, masiv.

**Culoare:** cenușiu - negru. În spărtură proaspătă este cenușiu strălucitor cu tentă roșcată.

**Urma:** cenușie - negricioasă.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Macle:** comună tip spinel (111) sau (011).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală până la neregulată. Casant.

**H = 2 1/2; G = 6,26 - 6,29**

**Compoziție chimică:** soluție solidă între  $\text{Ag}_8\text{GeS}_8$  (argirodit) și  $\text{Ag}_8\text{SnS}_6$  (canfieldit)

Limite de participare: Ag = 74,20 - 76,51%; Ge = 3,65 - 6,93%, Sn = 0,00 - 3,60%, S = 16,45 - 17,50%,

Fe = 0,00 - 0,03%; Zn = 0,00 - 0,22%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoare în aer: alb - cenușiu cu tentă violacee.

R în aer: v = 24,5%, o = 21,0%, r = 18,5%.

R în imersie (ulei): v = 10,5%, o = 9,5%, r = 9%.

$\Delta R$ : foarte slabă în aer, vizibilă în imersie (ulei) la marginea granulelor.

**N + :** Anizotropie vizibilă în aer, mai accentuată în imersie (ulei): în ambele cazuri se manifestă doar la marginea granulelor.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,2/30; 3,06/100; 2,83/30; 2,69/60; 2,45/30; 2,18/5; 2,04/30; 1,95/10; 1,87/30; 1,79/20; 1,70/5; 1,59/5; 1,52/5; 1,48/5; 1,41/5; 1,38/5; 1,22/5; 1,16/5

### STEFANIT : $\text{Ag}_5\text{SbS}_4$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $m m 2$ .

**Grupa spațială:**  $C m c 2_1$ .

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,625 : 1 : 0,688$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_{20}\text{Sb}_4\text{S}_{16}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic sau tabulare [001], alungite după [100] sau [110] fețele de prismă au striții oblice [1 $\bar{1}$ 4]. Masiv, compact sau cristale diseminate.

**Culoarea:** neagră de fier.

**Luciu:** metalic.

**Forme caracteristice:** c(001); b(010); a(100);  $\pi$ (130); m(110);  $\lambda$ (310); t(023), d(021); e(041);  $\beta$ (101); M(113); h(112); P(111); r(221);  $\omega$ (134); f(133); v(132).

**Macle:** (110) multiple, cu aspect pseudohexagonal; rareori cu plane (010), (100) sau (130).

**Clivaj:** (010) și (021) imperfect. **Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

$H = 2-2.1/2$ ;  $G = 6,25$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 68,21-68,65%; Sb = 15,00-15,86%; S = 15,95-16,70%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb-cenușie.

Culoarea în imersie (ulei): cenușie.

R în aer: v = 29%; o = 27,5%; r = 24,5%.

R în imersie (ulei): v = 17%; o = 13,5%; r = 10%.

$\Delta R$  în aer: slabă, vizibilă pe marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară, în tonuri de alb // [100], alb crem // [010], gălbui cu tentă verzuie // [001].

N + : Anizotropie puternică în aer și în imersie.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 270(0,3)  $\nabla$ , 451(0,6)  $\nabla$ ; 597(0,8)  $\wedge$ ; 693(2,5)  $\wedge$ , 843(0,3)  $\wedge$ .

**Difractometria de raze X:** 3,42/20; 3,32/30; 3,03/100; 2,86/70; 2,74/50; 2,55/90; 2,48/40; 2,41/50; 2,32/30; 2,18/60; 2,11/60/(004); 2,00/30; 1,936/20; 1,86/40; 1,834/50; 1,764/40; 1,638/50; 1,517/30; 1,457/30; 1,416/20; 1,388/30; 1,344/30; 1,299/20; 1,257/20; 1,196/50.

PIRARGIRIT : Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 c.

Z = 6.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 11,03 Å, c<sub>0</sub> = 8,72 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 0,7906,  $\alpha = 103^{\circ}58'$ .

**Celula conține:** Ag<sub>18</sub>Sb<sub>6</sub>S<sub>18</sub> în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale prismatice [0001], scalenoedrice, forme hemimorfe, cristalele au striățiuni după (11 $\bar{2}$ 0)// (1 $\bar{1}$ 05). Frecvent apare masiv, compact. Cristale diseminate, cruste.

**Culoare:** roșu, mai rar cenușiu, albastru, negru.

**Urmă:** roșie - purpurie.

**Luciu:** adamantin până la semimetalic.

**Forme principale:** m(10 $\bar{1}$ 0), -m(01 $\bar{1}$ 0), a(11 $\bar{2}$ 0),  $\beta$ (21 $\bar{3}$ 0), u(10 $\bar{1}$ 4), e(01 $\bar{1}$ 2), s(02 $\bar{2}$ 1), t(21 $\bar{3}$ 4), v(21 $\bar{3}$ 1).

**Macle:** (10 $\bar{1}$ 4) complexe în lamele fine. (10 $\bar{1}$ 1) comune, (11 $\bar{2}$ 0) cu aspectul simetriei holocedrice, (01 $\bar{1}$ 2) rare.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) slab și (01 $\bar{1}$ 2) imperfect.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

$H = 2 1/2$ ;  $G = 2,85$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 59,52-60,85%; Sb = 18,36-22,48; As = 0,00-2,60%; S = 17,65-18,28% miscibilitate limitată cu Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cu tente cenușii-albăstrui.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu-albăstruie.

R în aer: v = 32,5%, o = 27%, r = 24%.

R în imersie (ulei): v = 19,5%, o = 16,5%, r = 15%.

$\Delta R$  vizibilă în aer și puternică în imersie (ulei).

N + : Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie (ulei) în tonuri alb-gălbui și verzui-albăstru.

Reflexe interne: roșu-carmin, foarte numeroase; în imersie sunt mai intense.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,37/30/(211); 3,22/70/(202), (300); 2,81/100/(122); 2,57/90/(113); 2,26/15/(312); 2,12/15/(321), (104); 2,00/15/(223); 1,968/15/(232); 1,873/15/(051), (214);

1,758/15/(502); 1,686/15/(511), (134); 1,606/15/(152); 1,536/10/(520); 1,464/(315); 1,408/10/(116); 1,356/10/(351), (701), (514); 1,268/15/(710); 1,214/10/(541), (164).

**P R O U S T I T :  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$**

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 c.

**Z = 6.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,77 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,67 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,805$ ,  $\alpha = 103^\circ 30,5'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_6\text{As}_2\text{S}_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale prismatice, romboedrice sau scalenoedrice. Frecvent apare masiv, compact, diseminat, în cruste sau benzi.

**Culoare:** roșu aprins.

**Urmă:** roșie.

**Luciu:** adamantin.

**Forme principale:**  $m(10\bar{1}0)$ ,  $-m(01\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $h(31\bar{4}0)$ ,  $r(41\bar{5}0)$ ,  $u(10\bar{1}4)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $z(10.0.\bar{1}0.1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $s(02\bar{2}1)$ ,  $p(11\bar{2}3)$ ,  $\psi(43\bar{7}7)$ ;  $\rho(43\bar{7}1)$ ,  $\gamma(32\bar{5}1)$ ,  $f(53\bar{8}8)$ ,  $\gamma(53\bar{8}2)$ ,  $t(21\bar{3}4)$ ,  $v(21\bar{3}1)$ ,  $\omega(31\bar{4}5)$ ,  $N(41\bar{5}3)$ ,  $M(35\bar{8}7)$ ,  $d(12\bar{3}2)$ ,  $S(3.7.\bar{1}0.4)$ ,  $\alpha(25\bar{7}3)$ ,  $R(5.14.\bar{1}9.9)$ ,  $E(13\bar{4}1)$ ,  $P(15\bar{6}2)$ .

**Macle:** comune  $(10\bar{1}4)$  și  $(10\bar{1}1)$ ; rare  $(0001)$  și  $(01\bar{1}2)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$ .

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

**H = 2-2 1/2 ; G = 5,55-5,64.**

**Compoziția chimică:** As poate fi substituit cu Sb, existând o miscibilitate scăzută între  $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$  și  $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$  la o temperatură scăzută. Limite de compoziție determinate: Ag = 64,12-65,42%, Sb = 0,00-3,6%, As = 12,54-15,90%, S = 19,09-19,64%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb-cenușiu cu tentă albăstrui.

Culoarea în imersie (ulei): cenușie.

R în acr:  $v = 28\%$ ,  $o = 21,5\%$ ,  $r = 20,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 15\%$ ,  $o = 11,5\%$ ,  $r = 10\%$ .

$\Delta R$  în aer - distinctă:  $\epsilon$  - alb, alb-gălbui,  $\omega$  - cenușiu.

$\Delta R$  în imersie (ulei) - puternică;  $\epsilon$  - cenușiu-albăstrui cu tentă cafenie,  $\omega$  - cenușiu albăstrui.

**N + :** Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie (ulei).

Reflexe interne roșii-sângerii sau galben-roșietice numeroase

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**  $\lambda = 671(\text{Li})$ :  $\epsilon = 2,9789$ ,  $\omega = 2,7113$ ;  $\lambda = 589(\text{Na})$ :  $\epsilon = 3,0877$ ,  $\omega = 2,7924$ . Pleocroism de la roșu-aprins la roșu. Uniax negativ.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 450(0,5)  $\nearrow$ , 490(3,5)  $\nearrow$ , 830(3,0)  $\nearrow$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 5,40/40/(110); 3,92/5/(012); 3,27/80/(211); 3,17/70/(202); 3,11/70/(300); 2,74/100/(122), (131) $\beta$ ; 2,55/80/(133), (312) $\beta$ ; 2,48/90/(131); 2,22/40/(312); 2,13/5/(104); 2,08/5/(321); 2,05/10/(042); 1,971/40/(223), (024); 1,925/40/(232); 1,850/30/(214); 1,718/20/(241), (502); 1,665/30/(413), (134); 1,638/10/(122), (511); 1,585/30/(404); 1,559/20/(152), (600); 1,527/5/(333); 1,515/5/(324); 1,498/10/(431), (520); 1,446/10/(006), (342); 1,397/5/(161), (116).

**TETRAEDRIT :  $(\text{Cu, Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$**

**Sinonim:** fahlerz

**Varietăți:** tetraedrit zincifer ( $\text{Zn} = 8-9\%$ ), tetraedrit ferifer ( $\text{Fe} = 9-13\%$ ), tetraedrit argentifer - sinonim freibergit - ( $\text{Ag} = 5-18\%$ ), tetraedrit hidrargifer ( $\text{Hg} < 17\%$ ), tetraedrit plumbifer ( $\text{Pb} < 16\%$ ), tetraedrit bismutifer ( $\text{Bi} < 2\%$ ), tetraedrit nichelifer ( $\text{Ni} < 4\%$ ), tetraedrit cobaltifer ( $\text{Co} < 4\%$ ).

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3$  m.

**Grupa spațială:**  $I \bar{4} 3$  m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,33 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ag})_{24}(\text{Sb}, \text{As})_8\text{S}_{26}$ .

**Habitus:** tetraedrii pozitivi (111) cu fețe striate paralel cu muchiile sau negativi ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ); fețe de dodecaedru romboidal (110), de cub (100) sau de trapezocedru (211). Apare masiv, larg granular până la compact.

**Culoare:** cenușiu-strălucitor, negru de fier.

**Urmă:** ncagră-brună.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $o(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ ,  $f(013)$ ,  $e(012)$ ,  $\sigma(116)$ ,  $-\sigma(\bar{1}\bar{1}\bar{6})$ ,  $\omega(115)$ ,  $\mu(114)$ ,  $-\mu(\bar{1}\bar{1}\bar{4})$ ,  $m(113)$ ,  $n(112)$ ,  $-n(\bar{1}\bar{1}\bar{2})$ ,  $\beta(223)$ ,  $\Gamma(255)$ ,  $p(112)$ ,  $\Delta(477)$ ,  $r(233)$ ,  $-r(\bar{2}\bar{3}\bar{3})$ ,  $s(123)$ ,  $-s(\bar{1}\bar{2}\bar{3})$ .

**Macles:** de penetrație cu axul [111], fața de maclare fiind II sau  $\perp(111)$ ; repetările sunt frecvente.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H** = 3-4 1/2; **G** = 4,6-5,1 în funcție de chimism: tetraedritul pur = 4,97, Ag - tetraedrit = 5,05%, Hg - tetraedrit = 5,10, G crește concomitent cu sporirea conținutului de Ag sau Sb.

**Compoziția chimică:** în cadrul seriei tetraedrit:  $(\text{Cu}, \text{Fe}_{12})\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  - tennantit  $(\text{Cu}, \text{Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$  - formula generală a termenilor intermediari este:  $(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ag})_{12}(\text{Sb}, \text{As})_4\text{S}_{13}$  în care Cu este componentul principal, iar definirea speciilor se face în funcție de raportul Sb : As. În tetraedrit Cu poate fi înlocuit de Ag, Hg, Pb, Fe, Zn, Co.

**Limite de compoziție determinate:** Cu = 32,76-45,77%; Fe = 0,00-6,62%; Zn = 0,00-6,59%; Ag = 0,00-5,94%; Hg = 0,00-13,71%; Pb = 0,00-0,33%; Ni = 0,00-0,23%; Sb = 24,98%-29,22%; As = 0,00-2,25%; S = 20,60-25,70%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer și în imersie (ulei): cenușiu deschis cu tentă brună sau oliv. Culoarea este controlată de chimism: tetraedritul pur  $(\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13})$  - oliv-brun; Ag - tetraedritul - oliv-galben-brun; Hg - tetraedritul: crem; Bi - tetraedritul: crem, brun, alb; Fe - tetraedritul: cenușiu cu tentă brun-oliv; tetraedritul cu Sn, V și Te: gălbui.

**R în aer (tetraedrit):**  $v = 27\%$ ,  $o = 24\%$ ,  $r = 20,5\%$ ; (freibergit):  $v = 29\%$ ,  $o = 23\%$ ,  $r = 21\%$ .

**R în imersie (ulei):** tetraedrit:  $v = 15\%$ ,  $o = 14,5\%$ ,  $r = 12,5\%$ ; freibergit:  $v = 12\%$ ,  $o = 16\%$ ,  $r = 14\%$ .

**N + :** Izotrop. Reflexe interne brun-roșietice.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}\alpha$ , filtru Ni): 5,2/5/(002); 3,69/10/(022); 3,00/100/(222); 2,78/5/(123); 2,61/20/(004); 2,46/10/(033), (114); 2,33/5/(024); 2,12/10/(224); 2,04/10/(015), (134); 1,895/10/(125); 1,831/60/(044); 1,784/5/(035), (334); 1,722/5/(006), (244); 1,687/10/(116), (235); 1,647/5/(026); 1,563/30/(226); 1,501/5/(444); 1,467/5/(055), (345); 1,410/5/(127), (255); 1,386/5/(246); 1,299/5/(008); 1,277/5/(118), (147); 1,258/5/(028), (446); 1,244/5/(356); 1,204/5/(057), (138); 1,189/10/(266); 1,157/5/(048); 1,116/5/(129), (167); 1,095/5/(039), (158); 1,056/20/(448); 0,996/5/; 0,988/5; 0,953/5; 0,937/5; 0,922/5; 0,875/5.

TENNANTIT:  $(\text{Cu}, \text{Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$

**Varietăți:** tennantit zincifer ( $\text{Zn} \geq 9\%$ ), tenantit ferifer ( $\text{Fe} < 11\%$ ), tennantit argentifer - binnit - ( $\text{Ag} = 6\text{-}14\%$ ); tennantit bismutifer ( $\text{Bi} < 13\%$ )

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3$  m.

**Grupa spațială:**  $I \bar{4} 3$  m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,19 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn}, \text{Ag})_{24}(\text{Sb}, \text{As})_8\text{S}_{26}$ .

**Habitus:** cristale tetraedrice: masiv, larg granular sau compact.

**Culoare:** cenușiu strălucitor până la negru de fier.

**Urmă:** neagră-maronie, uneori roșu-închis.

**Luciu:** metalic.

**Habitus:** cristale scurt prismatic sau tabulare [001], alungite după [100] sau [110] fețele de prisnă au striaiții oblice [114]. Masiv, compact sau cristale diseminate.

**Culoare:** neagră de fier.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111);  $-o(\bar{1}11)$ , f(013), e(012),  $\sigma(116)$ ,  $-o(\bar{1}16)$ ,  $\omega(115)$ ,  $\mu(114)$ ,  $-\mu(\bar{1}14)$ , m(113), n(112),  $-n(\bar{1}12)$ ,  $\beta(223)$ ,  $\Gamma(255)$ , p(122),  $\Delta(477)$ , r(233),  $-r(\bar{2}33)$ , s(123),  $-s(\bar{1}23)$ .

**Macle:** de contact sau de interpătrundere; ax de maclă [111].

$H = 3-4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,59-4,75$ , în funcție de chimism.

**Compoziția chimică:** în tennantit cationii de Cu și Fe pot fi substituiți de Zn, Ag, Bi iar raportul As : Sb este supraunitar.

Limite de compoziție determinate: Cu = 42,05-51,57%, Fe = 0,00-10,90%; Zn = 0,00-7,76%; Ag = 0,00-1,24%, Sb = 0,00-10,87%; As = 12,57-20,26%; S = 27,12-29,09%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer și în imersie: cenușiu deschis cu tentă verzuie.

R în aer: v = 29,5%, o = 24%, r = 21,5%.

R în imersie (ulei): v = 14%, o = 13,5%, r = 10,5%.

N + : Izotrop. Reflexe interne brun-roșietice.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 319(0,3)  $\searrow$ , 437(3,4)  $\wedge$ , 555(3,8)  $\wedge$ , 600(3,5)  $\wedge$ , 753(0,8)  $\searrow$ .

**Difracție de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,15/10/(112); 3,60/5/(022); 3,23/5/(013); 2,94/100/(222); 2,71/10/(123); 2,55/30/(004); 2,40/20/(114), (033); 2,17/5/(233); 2,07/5/(224); 1,994/20/(015), (134); 1,855/20/(125); 1,801/89/(044); 1,746/5/(035), (334); 1,695/5/(006), (244); 1,653/20/(116), (235); 1,608/5/(026); 1,568/5/(145); 1,535/50/(226); 1,467/10/(444); 1,439/10/(055), (345); 1,386/5/(127), (330); 1,358/5/(246); 1,296/5/(237), (156); 1,274/20/(008); 1,254/5/(118), (147); 1,217/10/(356); 1,185/20/(138), (347); 1,169/30/(266); 1,139/5/(048); 1,126/5/(019), (338); 1,100/10/(129), (167); 1,086/5/(466); 1,074/5/(039), (158); 1,052/5/(239), (367); 1,041/30/(448); 0,980/20/; 0,970/10/; 0,954/5; 0,937/5; 0,922/5.

S U L V A N I T :  $\text{Cu}_3\text{VS}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4}3m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,3912 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_3\text{VS}_4$ .

**Habitus:** cristale cubice; frecvent apare masiv.

**Culoare:** galben de bronz.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Clivaj:** (001) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,86$ .

**Compoziția chimică:** uneori V poate fi substituit prin As.

Limite de compoziție: Cu = 47,97-52,27%, V = 12,15-14,20%, S = 31,66-34,68%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: galben-crem, auriu.

Culoarea în imersie (ulei): crem-brun.

R în aer: v = 28%, o = 25,5%, r = 25,5%.

R în imersie (ulei): v = 15%, o = 15%, r = 14,5%.

N + : Izotrop, slab anizotrop.

**Difracrometria de raze X:** 3,39/80/(310); 3,11/80/(222); 2,88/40/(321); 2,70/60/(400); 2,41/70/(420); 2,11/60/(510); 1,910/100/(440); 1,795/60/(600); 1,625/70/(622); 1,496/60/(640); 1,351/60/(800); 1,306/50/(820), (644); 1,238/50/(662); 1,221/20/(752); 1,203/20/(840); 1,175/40/(842); 1,101/80/(844) 1,038/40/(10.2.2), (666); 1,000/40/(10.4.0), (864).

G E R M A N I T :  $\text{Cu}_3(\text{Ge, Ga, Fe, Zn})(\text{S, As})_4(?)$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P\bar{4}3n$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,299 \pm 0,005 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $(\text{Cu, Ge, Fe, Zn, Ga})_4(\text{S, As})_4$ .

**Habitus:** masiv, microgranular; rare ori sub formă de cristale.

**Culoare:** cenușiu cu tonuri roșii.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent.

$H = 4$ ;  $G = 4,46-4,59$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 0,26-0,96%, Cu = 39,44-45,40%, Ge = 6,20-10,19%, Ga = 0,00-1,85%, Fe = 4,56-10,70%, Zn = 2,58-3,93%, As = 1,37-5,03%, S = 30,65-31,44%,  $\text{SiO}_2 = 0,00-1,68\%$ .

Unele elemente provin din impurificările cu sulfatați și/sau arseniați. Raportul între elemente:

$\text{Cu}:(\text{Ge} + \text{Fe} + \text{Zn} + \text{Ga}) = 3 : 1$ . Substituția S prin As nu este importantă.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: cenușiu, roz, brun cu tentă violet.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu-brun cu tentă violet.

R în aer:  $v = 22\%$ ,  $o = 21,5\%$ ,  $r = 21,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 10,5\%$ ,  $o = 13\%$ ,  $r = 11\%$ .

N $\perp$ : Izotrop.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 101(0,4)  $\searrow$  (efect datorat impurificării cu  $\text{Cu}_2\text{S}$ ), 448(3,8)  $\nearrow$ , 477-493(6,2)  $\nearrow$ , 570(3,5)  $\nearrow$ .

**Difracrometria de raze X** (radiație Fe): 3,028/70/(111); 2,970/10; 2,612/20/(200); 2,359/10/(210); 1,861/90/(220); 1,790/20; 1,592/80/(311); 1,525/10/(222); 1,321/30/(400); 1,211/60/(331); 1,188/30/(422), (420); 1,081/100/(422); 1,044/20; 1,034/10/(510), (431); 1,019/90/(511), (333).

C O L U S I T :  $\text{Cu}_3(\text{As, Sn, V, Te, Fe})\text{S}_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $I\bar{4}3m?$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,629 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_{24}(\text{As, Sn, V, Fe, Te})_8\text{S}_{32}$ .

**Habitus:** cristale tetraedrice cu modifiții după (012), frecvent apare masiv.

**Culoare:** galben de bronz.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** d(001), e(012), o(111), n(112).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3-4$ ;  $G = 4,50$ .

**Compoziție chimică:** Cu = 46,90-47,99%; Fe = 1,05-3,60%; Sn = 5,80-6,71%; V = 0,00-2,28%, Te = 0,40-1,26%; Sb = 0,19-0,64%; As = 8,40-9,54%; S = 29,20-32,05%. Apariția Fe și Te în rețea poate conduce la formule generale  $Cu_3(As, Sn, V, Fe, Te)S_4$ . As este substituit în principal de V, Sn și Te.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

N // : Culoarea în aer: crem.

N + : Izotrop.

**Difractometria de raze X:** 3,06/100/(222); 2,82/30/(321); 2,66/40/(400); 1,873/100/(440); 1,598/100/(622); 1,529/20/(444); 1,324/60/(800); 1,218/80/(662); 1,185/20/(840); 1,109/80/(931); 1,019/80/(10.2.2.); 0,982/20; 0,939/40/(880); 0,897/60; 0,838/40; 0,808/20; 0,743/20.

F A M A T I N I T :  $Cu_3SbS_4$

**Sinonim:** stibioenargit

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4} 2 m$ .

**Grupa spațială:**  $I \bar{4} 2 m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,38 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,76 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,00$ .

**Habitus:** cristale distincte apar foarte rar; formează mase granulare sau microcristaline, cruste sau agregate reniforme.

**Culoare:** alb-cenușiu, brun, roșu de cupru.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Macles:** polisintetice, vizibile în secțiuni lustruite.

**Clivaj:** (101) bun, (100) distinct.

**Spărtura:** neregulată, până la concoidală.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,635$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 43,27-47,93%; Fe = 0,00-3,20%, Sb = 11,30-27,63%, As = 0,00-10,20%, S = 29,10-31,90%.

As apare ca substituent pentru Sb. Formează o serie izomorfă cu enargitul.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb-crem.

R în aer:  $v = 25-26\%$ ,  $o = 23,5\%$ ,  $r = 25\%$ .

$\Delta R$ : foarte slabă.

N + : anizotropie slabă.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,77/20/(101); 4,35/5; 3,08/100/(112); 2,96/5/(103); 2,67/30/(200), (004); 2,33/5/(211); 2,18/5/(114); 1,973/5/(105), (213); 1,888/70/(220); 1,610/50/(312); 1,542/10/(224); 1,473/5/(206); 1,336/30/(400), (008); 1,226/40/(332); 1,197/10/(420); 1,167/5/(422); 1,090/40/(424); 1,028/30/(512), (336); 0,943/10/(408); 0,902/30/(516); 0,845/20/(620); 0,813/10/(536).



**E N A R G I T :  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$**   
*Dimorf cu luzonitul*  
**Varietate: schulzit, conține Sb**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Grupa spațială:** P n m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,46 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,18 \text{ \AA}$ .

**Relație axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,869 : 1 : 0,832$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_6\text{As}_2\text{S}_8$ .

**Habitus:** cristale prismatice alungite și striate, paralele cu axa C, terminate prin pinacoizi bazali; apare și tabular (001). De obicei apare masiv, granular și prismatic

**Culoare:** cenușiu de fier, cenușiu de plumb, cenușiu albastrui.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), h(120), m(110), E(012), s(011), n(102), k(101), (201), p(112), o(111), v(131).

**Macle:** (110).

**Clivaj:** (110) perfect; (100), (010) distinct, (001) slab.

**Spărtura:** neregulată. Friabil.

**H = 3 ; G = 4,45.**

**Compoziția chimică:** Cu = 45,70 - 48,67%; Fe = 0,00 - 2,49%, Zn = 0,00 - 0,57%, Sb = 0,00 - 5,04%; As = 14,02 - 19,02%; S = 31,44 - 33,23%. Spectroscopic a depășit și Ge. As poate fi substituit cu Sb (în general sub 7%). Varietatea cu raportul As : Sb = 1 : 1 se numește schulzit.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoare în aer: cenușiu deschis cu tentă roz sau brună

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu albastrui

R variază cu direcția atât în aer cât și în imersie (ulei) astfel:

Radiația	A E R			IMERSIE (ULEI)		
	$R_\alpha$	$R_\beta$	$R_\gamma$	$R_\alpha$	$R_\beta$	$R_\gamma$
v	24,28%	26,16%	28,50%	13,28%	13,43%	13,15%
o	23,11%	24,74%	25,99%	11,94%	12,44%	13,34%
r	22,25 %	23,30%	24,66%	11,08%	11,30%	13,28%

$\Delta R$ : slabă în aer și manifestată la marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): foarte clară.

**N + :** Anizotropie foarte clară atât în aer cât și în imersie în tonuri de oliv - verzui sau violet - roșu. Reflexe interne: roșu închis.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,46/5/(100); 4,87/5(110); (3,22/100/(120),(200); 3,08/40/(002); 2,97/5/(210); 2,87/80/(121),(201); 2,22/30/(122),(202); 2,06/5/(310); 1,910/5/(222); 1,859/90/(040),(320); 1,731/60/(123),(203); 1,608/40/(240),(400); 1,590/50/(042),(322); 1,556/40/(241),(401); 1,425/10/(242),(402),(024); 1,349/5/(250),(430); 1,266/40/(243),(510),(403); 1,221/40; 1,197/40; 1,155/10; 1,134/10; 1,075/50; 1,049/50; 1,030/5; 1,015/30; 0,980/10; 0,932/40; 0,900/4; 0,893/20; 0,886/5; 0,868/20; 0,858/5; 0,819/50; 0,804/5; 0,797/5.

## GEOCRONIT : $\text{Pb}_5(\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_8$

*Sinonim: kilbrickenit. Structură identică cu cea a jordanitului*

**Sistemul de cristalizare :** monoclinic.

**Clasa:** 2 / m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / m$ .

**Z =** 6.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,0 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 31,9 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,5 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,2821 : 1 : 0,2665$ ;  $\beta = 118^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010): de obicei masiv, granular; mase pământoase.

**Culoare:** cenușiu albăstrui, cenușiu de plumb.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), m(110), h(058), i(067), g(011), j(032), d(021), k(225), l(112).

**Macles:** (101) comune, lamelare.

**Clivaj:** (011) imperfect, (112) slab.

**Spărtura:** neregulată.

**H =** 2 1/2 ; **G =** 6,40 - 6,51.

**Compoziția chimică:** Raportul Sb : As = 1 : 1; uneori predomină Sb. Cu poate substitui Pb în cantități mici.

Prezența As arată existența unei legături cu schulzitul.

Limite de compoziție: Pb = 64,89 - 70,02%, Co = 0,00 - 5,93%; Sb = 7,78 - 17,33%; As = 0,00 - 5,05%;

S = 16,73 - 17,57%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb pur sau cu tente foarte slabe galben - verzui.

Culoarea în imersie (ulei): verzui-albăstrui.

R în aer:  $v = 37,0\%$ ,  $o = 30,5\%$ ,  $r = 29,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 26,0\%$ ,  $o = 22,0\%$ ,  $r = 19,5\%$ .

$\Delta R$  foarte slabă în aer când se manifestă la marginea zonelor de macles .

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară în tonuri de alb - gălbui, alb - verzui.

**N + :** Anizotropia este distinctă atât în aer cât și în ulei permițând separarea granulelor și a maclelor.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 3,70/50; 3,51/75; 3,35/75; 3,16/75; 3,04/50; 2,98/50; 2,86/50; 2,79/25; 2,72/25; 2,47/25; 2,22/100; 2,10/75; 2,02/50; 1,94/50; 1,83/100; 1,76/75; 1,73/25; 1,68/25; 1,59/25; 1,48/50; 1,44/25; 1,33/50; 1,30/50; 1,25/50; 1,21/50; 1,19/25; 1,17/50; 1,14/25; 1,11/50; 1,02/25.

## SAMSONIT : $\text{Ag}_4\text{MnSb}_2\text{S}_6$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / n$ .

**Z =** 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,29 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,05 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,61 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,2783 : 1 : 0,8211$ ;  $\beta = 92^\circ 41'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_8\text{Mn}_2\text{Sb}_4\text{S}_{12}$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001] cu striții // [001].

**Culoare:** negru strălucitor.

**Urmă:** roșu : închis.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), l(210), f(103), d(101),  $e(\bar{1}01)$ ,  $g(\bar{3}01)$ , p(111),  $\pi(\bar{1}11)$ .

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală. Foarte casant.

$H = 2\ 1/2$  ;  $G = 5,51$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 45,95 - 46,79%; Mn = 5,86 - 5,96%; Sb = 26,33 - 26,40%; S = 20,55 - 20,85%,  
Cu = 0,00 - 0,18%; Fe = 0,00 - 0,22%,  $\text{CaCO}_3 = 0,00 - 0,40\%$ ;  $\text{MgCO}_3 = 0,00 - 0,46\%$

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb albăstrui.

Culoarea în imersie (ulei); cenușiu - albăstrui.

R în aer:  $v = 32,5\%$ ,  $o = 23,5\%$ ,  $r = 23\%$ .

R în imersie (ulei);  $v = 17\%$ ,  $o = 12,5\%$ ,  $r = 11,5\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă.

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară în tonuri de oliv - verde cenușiu până la cenușiu verzui.

N + : Anizotropie slabă și se observă numai pe marginea granulelor. Reflexe interne: roșu închis.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,4/30/(110); 5,54/30/(101); 4,40/10/(020); 3,75/10/(120); 3,30/20/(002),  $(\bar{1}21)$ ; 3,20/100/(220); 3,01/90/(301); 2,91/20/(112),  $(\bar{3}11)$ ; 2,86/50/(221); 2,75/20/(202); 2,71/20/( $\bar{2}12$ ); 2,59/60/(130), (212); 2,51/40/( $\bar{1}22$ ), (031); 2,43/50/( $\bar{1}31$ ); 2,35/10/( $\bar{4}11$ ); 2,25/10/( $\bar{2}31$ ), (312); 2,19/10/( $\bar{1}03$ ), (420); 2,08/20/(032),  $(\bar{4}21)$ ; 2,05/20/( $\bar{1}32$ ),  $(\bar{1}32)$ , (421); 2,00/20; 1,949/20; 1,926/10; 1,852/20; 1,824/30; 1,797/10; 1,762/20; 1,634/5; 1,554/10; 1,455/10; 1,412/30; 1,307/5; 1,262/10; 1,238/10; 1,209/10.

J O R D A N I T :  $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{24}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2 / m.

**Grupa spațială:**  $P\ 2_1$  m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \approx 8,89 \pm 0,03$  Å;  $b_0 = 31,65 \pm 0,03$  Å,  $c_0 = 8,40 \pm 0,02$  Å.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,2794$  ;  $1 : 0,2655$ ,  $\beta = 118^\circ 21' \pm 0^\circ 30'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_{27}\text{As}_{14}\text{S}_{48}$  .

**Habitus:** cristale tabulare cu aspect pseudohexagonal având dezvoltarea:  $c(001)$ ;  $a(100)$ ;  $s(101)$ . Rare ori apare reniform.

**Culoare:** cenușiu de plumb.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $\tau(160)$ ,  $\rho(150)$ ,  $\nu(140)$ ,  $\lambda(130)$ ,  $i(120)$ ,  $\epsilon(110)$ ,  $S(021)$ ,  $Q(021)$ ,  $M(051)$ ,  $L(061)$ ,  $J(081)$ ,  $s(101)$ ,  $n(\bar{1}01)$ ,  $W(\bar{3}32)$ ;  $p(\bar{2}12)$ ;  $i(\bar{1}21)$ ,  $l(\bar{1}31)$ ,  $n(\bar{1}41)$ ,  $t(\bar{1}61)$ ,  $U(\bar{3}12)$ .

**Macle:** (001) comune, lamelare,  $(\bar{2}01)$  comune,  $(\bar{1}01)$  rare și (101) foarte rare.

$H = 3$ ;  $G = 6,44$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 68,67 - 70,80%, As = 9,90 - 12,46%, S = 17,06 - 19,44%.

Pb poate fi substituit de Tl.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cu tentă cenușie sau roz.

Culoarea în imersie (ulei): alb cu tentă maron - roșietică.

R în aer:  $v = 39,0\%$ ,  $o = 32,5\%$ ,  $r = 29,5\%$ .

R în imersie (ulei) :  $v = 25,5\%$ ,  $o = 18,5\%$ ,  $r = 18,5\%$ .

$\Delta R$  slabă în aer, distinctă în imersie în tonuri de alb - cenușiu gălbui sau alb - cenușiu roz .

N + : Anizotropia este slabă până la moderată în aer și moderată în imersie (ulei) în tonuri de albăstrui - violet roz.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,49/70; 3,31/70; 3,15/70; 3,01/70; 2,87/70; 2,75/40; 2,48/30; 2,36/30; 2,22/100; 2,10/90; 1,01/40; 1,93/40; 1,815/90; 1,745/80.

**Sistemul de cristalizare:** nedeterminat; posibil rombic.

**Habitus:** masiv, compact.

**Culoare:** cenușiu - albăstrui.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent. Fractură concoidală la varietatea guitermanit I și neregulată la varietatea guitermanit II.

$H = 3$ ;  $G = 5,94$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 64,32 - 65,99%; Cu = 0,00 - 0,19%, Fe = 0,00 - 1,61%, As = 13,85 - 14,33%; S = 19,46 - 19,49%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă la ambele varietăți.

Culoarea în imersie (ulei): alb - roz (guitermanit I) și cenușiu (guitermanit II).

$\Delta R$  apreciabilă în imersie (ulei) la ambele varietăți. Reflexele interne sunt rare și incerte la guitermanit I și numeroase, de culoare roșie la guitermanit II.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,8/20; 4,4/20; 4,2/20; 3,69/20; 3,53/30; 3,37/50; 3,19/100; 3,05/30; 2,89/30; 2,79/20; 2,71/20; 2,58/5; 2,37/5; 2,22/70; 2,11/30; 2,02/20; 1,93/30; 1,87/20; 1,82/70; 1,75/30; 1,72/10; 1,68/10; 1,60/5; 1,59/5; 1,48/5; 1,46/10; 1,44/10; 1,40/10; 1,36/10; 1,34/10; 1,32/10; 1,29/10; 1,27/20; 1,25/20; 1,23/20; 1,21/20; 1,18/20; 1,16/20; 1,12/10.

B O U R N O N I T :  $PbCuSbS_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m m.

$Z = 4$

**Dimensiunea celulei elementare** ( $\pm 0,05$ ):  $a_0 = 8,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,65 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,75 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,936 : 1 : 0,896$ .

**Celula conține:**  $Pb_4Cu_4Sb_4S_{12}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic sau tabulare (001). Fețele de tip (h k o) au striații după [001], (h o l) au striații după [010], (100) cu luciu și striații după [010], iar (010) au luciu. Formează agregate subparalele, mase granulare compacte.

**Culoare:** cenușiu strălucitor, cenușiu de plumb sau negru de fier.

**Urmă:** cenușie, neagră.

**Luciu:** metalic.

**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), y(111), s(212), p(121).

**Macle:** (110) de întrepătrundere sau justapunere în formă de cruce.

**Clivaj:** (010) imperfect, (100) și (001) bun.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 5,83$ .

**Compoziția chimică:** As poate substitui Sb până la raportul Sb : As = 4 : 1 când se definește varietatea bourmonit arsenifer. Ca elemente minore apar: Ag, Fe, Zn, Mn, Ni, dar care nu intră în structura reticulară. Se citează următoarele limite de concentrație: Pb = 39,37 - 43,85%; Fe = 0,00 - 0,74%, Ag = 0,00 - 1,69%; Zn = 0,00 - 0,20%; Cu = 12,87 - 13,52%; Sb = 18,42 - 24,91%; As = 0,00 - 3,18%, S = 19,68 - 20,40%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cu tentă albăstrui - verzui.

Culoarea în imersie (ulei): ușor mai închisă.

R în aer: v = 33,5%, o = 30,0%, r = 29,0%

R în imersie (ulei): v = 19,5%, o = 18,0%, r = 17,0%.

$\Delta R$  este slabă în aer și distinctă în imersie, manifestându-se mai mult la marginea granulelor în tonuri de alb - verzui - albastrui .

N + : Anizotropie slabă în aer, vizibilă la marginea cristalelor, dar se intensifică în imersie (ulei).

Reflexele interne apar rar și de obicei la granulele bogate în As.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 137(0,2)✂; 288(0,1)✂; 327(1,2)✂; 432(0,3)✂; 490(2,7)✂; 578(2,4)✂; 644(1,7)✂.

**Spectroscopie de absorbție în infraroșu:** 620 a; 1110 s,l.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru monocromatic): 5,97/3/(110); 5,81/13/(011); 5,64/7/(101); 4,735/5/(111); 4,351/15/(020); 4,081/20/(200); 3,905/30/(002); 3,840/35/(120); 3,694/20/(210); 3,344/5/(211); 3,268/20/(112); 2,998/25/(220); 2,909/20/(022); 2,824/25/(202); 2,785/13/(221); 2,740/100/(122),(130); 2,725/9(031),(300); 2,685/45/(212); 2,598/25/(310); 2,584/9/(131); 2,572/7/(301); 2,388/3/(113); 2,369/13/(222),(230); 2,308/7/(320); 2,269/3/(231); 2,242/9/(132); 2,234/5/(302); 2,178/5/(040); 2,163/5/(312); 2,105/13/(140); 2,032/5/(441); 1,986/30/(410),(322); 1,960/15/(223); 1,953/30/(004); 1,938/5/(033); 1,922/5/(411),(331); 1,901/5/(042),(104); 1,884/5/(133),(303); 1,851/30/(142),(420).

A I K I N I T :  $\text{PbCuBiS}_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $\text{Pb n m}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare** ( $\pm 0,03$ ):  $a_0 = 11,30 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,64 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,00 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9708 : 1 : 0,3436$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4\text{Cu}_4\text{Bi}_4\text{S}_{12}$ .

**Habitus:** cristale prismatice până la aciculare cu striații paralele cu alungirea; unele cristale sunt îndoite transversal. Frecvent apare masiv .

**Culoare:** cenușiu deschis, maron - roșu de cupru.

**Urma:** neagră - cenușie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** b(010), i(130), f(120), m(110), l(210).

**Clivaj:** (010) slab.

**Spărtura:** neregulată.

**Compoziția chimică:** Pb = 35,15 - 36,01%; Cu = 10,90 - 11,11%, Bi = 36,20 - 36,29%; S = 16,56 - 16,70%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cu tentă crem.

Culoarea în imersie (ulei): crem până la roz.

R în aer:  $v = 44,0\%$ ;  $o = 37,5\%$ ;  $r = 38,0\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 33,5\%$ ,  $o = 29,0\%$ ,  $r = 26,5\%$ .

$\Delta R$  este distinctă în aer cu nuanțe alb pur perpendicular pe [001].

$\Delta R$  în imersie (ulei) este foarte puternică în tonuri de crem - maron .

N + : Anizotropie distinctă în aer, clară în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,08/30/(220); 3,79/5/(011); 3,68/100/(130); 3,59/60/(111), (310); 3,19/80/(121); 2,88/70/(040),(221); 2,75/10/(410); 2,69/20; 2,59/50/(240); 2,56/5/(420); 2,52/5/(231); 2,27/20/(150); 2,18/10/(241); 2,16/20/(250),(421); 2,03/20/(440),(051); 1,98/40/(431),(151); 1,95/30/(530),(112); 1,89/20/(202),(600); 1,810/5/(441); 1,771/30/(531),(132); 1,653/5/(042),(170); 1,600/30/(270); 1,528/30/(370); 1,492/5; 1,480/10; 1,410/30; 1,384/10; 1,358/10; 1,334/20; 1,305/5; 1,275/10; 1,220/10; 1,177/10; 1,161/10; 1,126/10; 1,086/10; 1,023/10.

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială** C m m a.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,83 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 32,23 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,89 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,491 : 1 : 0,183$ .

**Celula conține:**  $Pb_{16}Ag_{24}Sb_{24}S_{64}$ .

**Habitus:** cristale prismatice, alungite și striate // [001].

**Culoare:** cenușiu strălucitor.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100),  $\pi$ (130), n(120), m(110), u(021), r(041), w(081),  $\psi$ (201), x(401), i(111), y(221), O(171),  $\theta$ (261), c(531).

**Macle:** (120) și (241).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

**H** = 2 1/2 - 3; **G** = 5,97.

**Compoziția chimică:** Pb = 28,67 - 31,06%, Ag = 23,36 - 23,78%, Sb = 25,92 - 26,87%; S = 18,51 - 20,18%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb până la alb cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei): verzuic cu tentă brună.

R în aer: v = 37,5%, o = 38,0%, r = 43,8%.

$\Delta R$  slab în aer, în imersie  $\Delta R$  este vizibilă mai ales pe marginea granulelor.

**N + :** Anizotropie ridicată atât în aer cât și în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,60/5/(240); 4,48/5/(221); 3,296/100/(401); 2,945/40/(002); 2,885/20/(022); 2,809/80/(480),(461); 2,289/10/(372); 2,080/5/(4.12.1),(731); 2,032/40/(482),(5.11.1); 2,000/20/(751),(0.2.12); 1,977/20/(800),(602); 1,950/5; 1,916/5; 1,873/5; 1,836/10; 1,789/5; 1,758/30; 1,704/30; 1,653/20; 1,639/20; 1,580/5; 1,465/5; 1,406/10; 1,354/5; 1,317/20; 1,301/5; 1,285/5; 1,267/10; 1,249/5; 1,162/5; 1,152/5; 1,084/5.

B O U L A N G E R I T :  $Pb_5Sb_4S_{11}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** ( $\pm 0,03$ ):  $a_0 = 21,56 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 23,51 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,09 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9171 : 1 : 0,3441$ ,  $b = 100^\circ 48'$ . Celula conține  $Pb_{40}Sb_{32}S_{88}$ .

**Habitus:** cristale prismatice până la aciculare, cu striții // [001]. De obicei formează mase compacte fibroase.

**Culoarea:** cenușiu de plumb cu reflexe albăstrui; când se oxidează prezintă o peliculă gălbuie.

**Urmă:** cenușie - brună până la brună.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** a(100), q(130), m(110), n(210), f(031), g(041), D(441),  $\alpha$ ( $\bar{2}21$ ), E(121), G(141), M(211), R(251),  $\epsilon$ ( $\bar{1}21$ ),  $\phi$ ( $\bar{1}31$ ),  $\rho$ ( $\bar{2}51$ ),  $\tau$ ( $\bar{3}21$ ),  $\Delta$ ( $\bar{4}21$ ),  $\Lambda$ ( $\bar{6}51$ ).

**Clivaj:** (100) bun. Casant; Fibrele sunt flexibile.

**H** = 2 1/2 - 3; **G** = 6,23.

**Compoziția chimică:** Pb = 50,57 - 59,01%, Sb = 22,67 - 29,49%, S = 18,11 - 19,91%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: albă cenușiu cu tentă albăstruie.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu - verzui .

R în aer:  $v = 38,0\%$ ,  $o = 84,5\%$ ,  $r = 33,0\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 25,5\%$ ,  $o = 22,0\%$ ,  $r = 19,0\%$ .

$\Delta R$  în aer este slab; mai vizibilă în agregate .

$\Delta R$  în imersie este distinctă: // cu c și b - alb cenușiu cu tentă albăstruie, // cu a - cenușiu - verzui.

N + : Anizotropia distinctă în aer, clară în imersie. Reflexe interne foarte slabe.

**Difractometria în raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,93/20/(012), ( $\bar{2}$ 12); 3,72/100/(112), ( $\bar{3}$ 12); 3,44/10/(340); 3,30/20/(170); 3,21/40/(630), (132); 3,01/40/(052), ( $\bar{2}$ 52); 2,81/90/(342), ( $\bar{5}$ 42); 2,68/30/(352), ( $\bar{5}$ 52); 2,59/5; 2,51/5/(532), ( $\bar{7}$ 32); 2,33/20/(490); 2,14/30/(4.10.0); 2,05/10/(5.10.0); 1,957/10/(024), ( $\bar{4}$ 24); 1,910/30; 1,859/30; 1,752/50; 1,716/20; 1,647/10; 1,538/10; 1,526/5; 1,463/20; 1,404/20; 1,357/10; 1,293/10; 1,236/10; 1,209/5; 1,070/20.

**MIARGIRIT:  $\text{AgSbS}_2$** 

*Varietatea arsenmiargirit posedă peste 1% As*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,17 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,93 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 3,00 : 1 : 2,923$ ;  $\beta = 98^\circ 37' 5''$ .

**Celula conține:** :  $\text{Ag}_8\text{Sb}_8\text{S}_{16}$  .

**Habitus:** cristale tabulare (001), (100), ( $\bar{1}$ 01) striatii în zonele [010], [ $\bar{0}$ 11]. Formează mase granulare.

**Culoare:** cenușiu strălucitor până la negru de fier. Fragmentele subțiri sunt translucide și de culoare roșie.

**Urma:** roșie.

**Luciu:** metalic, adamantin.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100),  $\beta$ (013),  $\omega$ (011), m(101), o( $\bar{1}$ 01), h(113), t(111), A( $\bar{1}$ 11), k(124),  $g$ (211), d(311),  $\sigma$ (411), f(922), x( $\bar{1}$ 22),  $\gamma$ ( $\bar{2}$ 13),  $\chi$ ( $\bar{4}$ 14),  $\rho$ ( $\bar{3}$ 13),  $\chi$ ( $\bar{2}$ 12),  $\delta$ ( $\bar{2}$ 11), i( $\bar{3}$ 11).

**Clivaj:** (010) imperfect; (100) și (101) foarte slab.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 5,25.

**Compoziție chimică:** Ag este substituit de Cu și mai rar de Pb în cantități < 1%; As substituie Sb în cantitate de < 1%. Arsenmiargiritul (As > 1%) reprezintă probabil o soluție solidă Cu AgAsS<sub>2</sub>

Limite de compoziție: Fe = 0,00 - 1,00%, Cu = 0,00 - 2,60%, Pb = 0,00 - 4,01%, Ag = 32,77 - 37,06%, Sb = 40,00 - 42,46; As = 0,00 - 0,79%, S = 19,27 - 21,90%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb.

Culoarea în imersie : alb, ușor mai închis decât în aer.

R în aer:  $v = 33\%$ ;  $o = 29\%$ ,  $r = 28\%$ .

R în imersie (ulei) :  $v = 22\%$ ,  $o = 17\%$ ,  $r = 15\%$ .

$\Delta R$  în aer : slabă în tonuri de alb-cenușiu.

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară în tonuri de alb-crem-roz-cenușiu.

N + : Anizotropie clară atât în aer cât și în imersie. Reflexe interne de culoare roșie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în roșu cu  $n_{\text{L}}$  > 2,72; birefrigență ridicată: 2 V mediu.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3,45/90/(211); 3,19/20/(004); 3,10/20/(40 $\bar{2}$ ); 2,89/100/(21 $\bar{3}$ ); 2,75/80/(402); 2,21/5/(020); 2,01/40/(215); 1,96/40/(6 $\bar{1}$ 1); 1,91/30/(40 $\bar{6}$ ); 1,80/10/(024); 1,79/20/(42 $\bar{2}$ ); 1,71/5/(422); 1,68/30/(613), ( $\bar{2}$ 17); 1,66/10/(406), (61 $\bar{5}$ ); 1,62/5/(800); 1,59/20/(008); 1,54/20/(80 $\bar{4}$ ); 1,49/5; 1,45/5/(42 $\bar{6}$ ); 1,42/5/(231); 1,37/10/(804).

## MATILDIT : AgBiS<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic; la 225°C trece în modifiacția cubică, identic cu schapbachitul.

**Dimensiunea celulei elementare:**

modifiacția rombică:  $a_0 = 3,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,08 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,70 \text{ \AA}$ .

modifiacția cubică:  $a_0 = 5,65 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:** a modifiacției rombică:  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,030 : 1 : 0,723$ .

**Celula conține:** Ag<sub>4</sub>Bi<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale prismatice cu striații [001]. Frecvent apare masiv, granular.

**Culoarea:** cenușiu până la negru de fier.

**Urma:** cenușie închisă.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată. Foarte casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,99$ .

**Compoziția chimică:** mixtura cristalină a matilditului (AgBiS<sub>2</sub>) cu galena (PbS) este definită cu schapbachit, care la  $T < 225^\circ\text{C}$  este rombic cu  $a_0 = 8,14 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 7,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,69 \text{ \AA}$ ;  $Z = 4$ .

La  $T > 225^\circ\text{C}$  schapbachitul este cubic cu  $a_0 = 5,64 \text{ \AA}$  (asemănător cu galena la care  $a_0 = 5,936 \text{ \AA}$ ),  $Z = 2$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 21,86 - 28,76%; Bi = 52,89 - 54,84%; S = 16,28 - 17,24%.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

$N //$  : Culoarea în aer: albă.

Culoarea în imersie (ulei): albă cu tentă gălbuie.

R (mediu) în aer : 44,0%.

$\Delta R$  în aer este foarte slabă și se manifestă doar pe marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei) : slabă în tonuri de alb-gălbui la alb-verzui.

$N +$  : Anizotropie distinctă atât în aer cât și în imersie (ulei).

**Difractometrie de raze X** (radiație Cu): 3,33/60(011); 3,19/20/(101); 3,84/100/(002),(110); 2,03/30/(020); 1,96/50/(200); 1,71/30/(121),(013); 1,67/5/(211); 1,65/10/(022); 1,58/20/(202); 1,40/30/(004),(220); 1,32/40/(031); 1,29/5/(130); 1,25/20/(310); 1,16/5/(024).

## CALCOSTIBIT : CuSbS<sub>2</sub>

**Sinonim:** wolfsabergit, guejarit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,008 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,456 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,784 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4156 : 1 : 0,2618$ .

**Celula conține:** Cu<sub>4</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale prismatice cu strășii [001], aplatizate (010), tabulare (001); apare masiv, granular sau compact.

**Culoare:** cenușiu de plumb cu reflexe albastru-verzui.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), y(160), Z(150), j(140), h(130), d(120), m(110), u(011), t(031), s(051), l(101),  $\tau$ (111),  $\gamma$ (221),  $\rho$ (131),  $\pi$ (151),  $\nu$ (161), p(372), g(392), r(251).

**Macles:** (104), plan de maclă.

**Clivaj:** (010) perfect, (001) și (100) imperfect.

**Spărtura:** subconcoidală. Friabil.

$H = 3 - 4$ ;  $G = 4,8 - 5,0$ .



**Compoziția chimică:** Cu = 24,72 - 26,20%; Sb = 48,45 - 48,81%; S = 25,20 - 26,20%.

Au fost raportate și mici cantități de Fe și Pb, care se datoresc însă impurităților.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb.

Culoarea în imersie: alb-crem.

R în aer: v = 42%, o = 35%, r = 34%.

R în imersie (ulei): v = 29%, o = 23%, r = 20%.

$\Delta R$  în aer: foarte slabă; se manifestă la limita cristalelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): vizibilă în tonuri de alb-crem, maron.

N + : Anizotropia slabă în aer, vizibilă în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,38/20/(020); 4,67/10/(120); 3,65/10/(011),(040); 3,13/100/(111),(140); 3,00/90/(200),(031); 2,79/5/(220); 2,56/10/(230); 2,31/40/(240),(051); 2,24/20/(160),(221); 2,12/30/(231); 1,895/30/(002); 1,831/40/(022),(251); 1,817/5/(071),(080); 1,762/50/(311),(340); 1,743/5/(171); 1,687/10/(261); 1,621/20/(142); 1,603/10/(202); 1,554/10/(190),(271); 1,441/30/(370),(191); 1,372/5; 1,344/10; 1,308/10; 1,287/20; 1,258/10; 1,199/20; 1,192/5; 1,160/10; 1,143/20; 1,133/10; 1,079/10; 1,068/10; 1,006/20; 0,980/20; 0,960/5; 0,948/10.

### EMPLICTIT $\text{CuBiS}_2$

*Izotip cu calcostibitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială :**  $\text{Pn a m}$ .

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,125 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,512 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,890 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4221 : 1 : 0,2681$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{Bi}_4\text{S}_8$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice, turtite (010) și striate vertical. Formează mase compacte.

**Culoarea:** cenușiu până la alb de staniu.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), k(011), l(021), d(031), s(051), h(201), n(601), u(111), y(221), x(121).

**Macle:** de alipire.

**Clivaj:** (010) perfect, (001) imperfect.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

**H = 2 ; G = 6,3 - 6,5.**

**Compoziția chimică:** Cu = 18,80 - 18,88%; Bi = 61,95 - 62,08%; S = 19,04 - 19,16%.

Bi poate fi înlocuit de Sb.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoare în aer: alb, alb-gălbui.

Culoare în imersie (ulei): alb crem cu tentă oliv.

R în aer: v = 37,5%, o = 35%, r = 35%.

R în imersie (ulei): v = 25%, o = 22,5%, r = 22%.

$\Delta R$  în aer: foarte slabă, vizibilă la limita granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): vizibilă - // [001] verzui - crem,  $\perp$  (001) verzui albăstrui.

N + : Anizotropie distinctă atât în aer, cât și în imersie.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,7/10/(110); 3,20/90/(111); 3,10/100/(140),(200); 3,02/100/(031),(210); 2,81/5/(220); 2,72/5/(131); 2,34/40/(240),(051), 2,24/5/(160); 2,16/40/(231); 1,96/10; 1,86/30; 1,80/30; 1,78/5; 1,76/5; 1,66/30; 1,56/10; 1,48/5; 1,45/10; 1,37/5; 1,32/10; 1,26/5; 1,23/10; 1,21/10; 1,19/10; 1,17/30; 1,11/5; 1,10/5; 1,09/5; 1,06/5; 1,04/5; 1,02/5; 1,00/5; 0,971/5; 0,948/5; 0,928/5; 0,918/5; 0,908/5; 0,899/5; 0,871/5.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 46,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,62 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,28 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 4,0275 : 1 : 1,4871$ ,  $\beta = 85^\circ 12'$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010) sau alungite [100]. Striații pe (010) // [001]. Frecvent apare masiv, în agregate granulare, sferice sau foioase.

**Culoare:** negru-cenușiu.

**Urmă:** cenușie-neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), j(150), m(110), y(012), f(011), S(041), D(051), M(101), N(201), o(111), R(232).

**Macle:** complexe.

**Clivaj:** (010) perfect; maleabil. Lamellele sunt flexibile, dar fără elasticitate.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 5,90$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 46,11 - 50,57%, Fe = 0,00 - 2,74%; Zn = 0,00 - 1,22%; Ag = 0,00 - 0,99%  
Sn = 12,34 - 17,35%, Sb = 10,51 - 11,87% S = 19,20 - 21,51%,

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu deschis.

R în aer:  $v = 37,5\%$ ,  $o = 32,5\%$ ,  $r = 31,0$ .

R în imersie (ulei);  $v = 23,0\%$ ,  $o = 20,5\%$ ,  $r = 20,0\%$ .

$\Delta R$  foarte slabă în aer și manifestată pe marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): distinctă cu tentă gălbui-albăstrui.

N + : Anizotropie slabă, vizibilă marginal.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 4,35/40; 3,49/80; 3,18/10; 2,91/100; 2,46/5; 2,36/5; 2,25/5; 2,07/30; 1,926/10; 1,841/30; 1,737/5; 1,575/10; 1,455/20; 1,321/10.

### JAMESONIT : $Pb_4FeSb_6S_{14}$

*Varietatea neferiferă poartă denumirea de plumozit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 a$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,68 \text{ \AA} \pm 0,05 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 19,01 \pm 0,05 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,03 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8247 : 1 : 0,2120$ ;  $\beta = 91^\circ 48' \pm 0^\circ 31'$ .

**Celula conține:**  $Pb_8Fe_2Sb_{12}S_{28}$ .

**Habitus:** cristale aciculare sau fibroase [001] cu striatii // [001]; agregate fibroase sau columnare cu cristale prismatice grupate radiar sau paralel. Apare și masiv sau în mase baccilare.

**Culoarea:** cenușiu-negru.

**Urmă:** cenușie-neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), n(120), m(110), l(210), f(011), e(021), d( $\bar{2}$ 01), t(111), o(221), r( $\bar{1}$ 11), v( $\bar{1}$ 31), z( $\bar{3}$ 52), q( $\bar{2}$ 11), s( $\bar{2}$ 31).

**Macle:** (100).

**Clivaj:** (001) bun; (010) și (120) slab. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 5,63$ .

**Compoziție chimică:** Pb = 39,05 - 42,79%, Fe = 2,00 - 3,63% Cu = 0,00 - 3,45%; Sb = 31,94 - 35,39%; S = 20,86 - 21,78%. Raportul Fe:S variază de la 1 : 5 la 1 : 15. Mai conține cantități mici de Zn, Ag, Bi

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb; depinde de direcție.

Culoarea în imersie (ulei); ușor mai închisă; variază cu direcția.

R în aer: v = 39,0%, o = 32,0%, r = 29,5%.

R în imersie (ulei): v = 24,0%, o = 20,0%, r = 17,0%.

$\Delta R$  în aer: distinctă în aer, clară în imersie.

N + : Anizotropie atât în aer cât și în imersie (ulei).

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,03/5/(220); 5,10/5/(310); 4,10/30/(240); 3,87/40/(400); 3,72/20/(021),(150); 3,59/30/(121); 3,44/100/(250); 3,34/10/(430),(131); 3,18/50/(060); 3,09/50/(510),(231), (350), ( $\bar{3}21$ ); 2,95/20/(260); 2,84/90/( $\bar{4}11$ ),(311); 2,75/80/(411),(450); 2,63/10/(341),(540); 2,36/10/(521),(261),(180); 2,30/30/(640); 2,24/40; 2,16/10; 2,11/5; 2,06/50; 2,02/40; 1,965/10; 1,907/10; 1,866/10; 1,831/30; 1,797/10; 1,768/10; 1,752/10; 1,725/10; 1,661/10; 1,521/5; 1,457/10; 1,415/10; 1,216/5; 1,169/5; 1,120/10.

B A U M H A U E R I T :  $\text{Pb}_4\text{As}_6\text{S}_{13}$

**Sistemul de cristalizare** : monoclinic.

**Clasa**: 2/m.

**Grupa spațială**:  $P 2_1/m$ .

Z = 3.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 22,68 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,92 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,7263 : 1 : 0,9524$ ,  $\beta = 97^\circ 17'$ .

**Celula conține**:  $\text{Pb}_{12}\text{As}_{18}\text{S}_{39}$ .

**Habitus**: cristalele scurt prismatic sau tabulare, de obicei cu strițiuni și uneori rotunjite.

**Culoare**: cenușiu de oțel, cenușiu de plumb, uneori cu irizații întunecate.

**Urmă**: maron - ciocolatie.

**Luciu**: metalic.

**Forme principale**: c(001), b(010), a(100), H(410), K(310), O(210), m(110), k(011),  $\Delta(101)$ ,  $\psi(201)$ ,  $\rho(301)$ , q( $\bar{2}01$ ), Z ( $\bar{4}01$ ), n(111), o( $\bar{2}11$ ).

**Macle**: (100) polisintetice.

**Clivaj**: (100) perfect.

**Spărtura**: concoidală.

H = 3; G = 5,33.

**Compoziția chimică**: Pb = 48,86 - 48,90%, As = 26,42 - 26,51%, S = 24,39 - 24,59%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb.

Culoarea în imersie: alb, cu tentă cenușie.

$\Delta R$  distinctă atât în aer cât și în imersie (ulei).

N + : Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie în nuanțe de verde, violet, verde - albăstrui sau galben, în funcție de direcție. Reflexe interne: roșu - închis.

**Difractometrie de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 11,5/20/(200); 7,69/10/( $\bar{1}01$ ); 7,22/10/(101); 6,78/10/ ( $\bar{2}01$ ); 6,15/10/(201); 5,82/10/( $\bar{3}01$ ); 5,64/10/(400); 5,17/10/(301); 4,924/10/( $\bar{4}01$ ); 4,716/10; 4,548/10/(500); 4,360/10/(401); 4,140/100/(620), ( $\bar{5}01$ ); 3,982/10/( $\bar{1}02$ ); 3,872/20/(220). ( $\bar{2}02$ ); 3,806/20/(102); 3,743/10/(600); 3,682/20/(601),(011); 3,594/80/(121); 3,420/30/(331). ( $\bar{4}03$ ); 3,398/20/( $\bar{3}21$ ); 3,258/60/(321); 3,184/30/( $\bar{4}21$ ),(502); 3,061/10/(520); 3,020/60/(402); 2,957/90/( $\bar{5}21$ ); 2,873/40/(121); 2,799/20/(122),(800); 2,773/80/( $\bar{9}01$ ),(574); 2,724/60/(222); 2,661/20; 2,619/5; 2,579/10; 2,508/10; 2,354/50; 2,259/5; 2,233/30; 2,085/10; 2,056/10.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,69 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,39 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,4457 : 1 : 1,1454$ ;  $\beta = 94^\circ 42'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatiche cu fețe terminale piramidale [201], cu striuri  $(\bar{1}12) // [110]$ , (100) // [010].

Rareori apar cristale tabulare [001] subțiri. Unele cristale sunt curbate.

**Culoare:** cenușiu de plumb cu reflexe albastrii; uneori are nuanță de bronz sau oțel.

**Urma:** cenușie, roșietică.

**Luciu:** metalic.

**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.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 2 1/2; **G** = 5,22 - 5,23.

**Compoziția chimică:** Pb = 28,29 - 29,93%, Sb = 46,91 - 49,90%, S = 23,16 - 24,10%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb.

$R_\alpha$  în aer: v = 34,7%, o = 32,85%, r = 29,2%.

$R_\beta$  în aer: v = 35,6%, o = 33,2%, r = 20,1%.

N + : anizotropie medie în nuanțe verzui - albastrii până la brun - roșcat.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,87/100; 3,22/70; 2,96/40.

### PLAGIONIT : $\text{Pb}_5\text{Sb}_8\text{S}_{17}$

**Sistem de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,45 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,81 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,94 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1389 : 1 : 1,6884$ ,  $\beta = 107^\circ 11'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_{20}\text{Sb}_{32}\text{S}_{68}$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri (001) sau rar scurt prismatiche  $(20\bar{1})$  cu striuri  $[\bar{1}10]$ . Frecvent apare masiv, compact sau granular.

**Culoare:** cenușiu închis, negru.

**Urma:** cenușie - neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), m(110),  $\gamma(310)$ , d(021),  $g(\bar{1}01)$ , j(115), e(114), l(113), n(112), x(111),  $k(\bar{1}12)$ .

**Clivaj:** (112) distinct.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

**H** = 2 1/2; **G** = 5,54.

**Compoziția chimică:** Pb = 40,28 - 44,20%, Sb = 34,40 - 38,12%, S = 20,70 - 21,43%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cu tentă crem.

Culoarea în imersie (ulei): alb.

$R_\alpha$  în aer: v = 36,07%, o = 33,67%, r = 30,35%.

$R_\beta$  în aer: v = 37,19%, o = 34,36%, r = 31,13%.

$R_{\alpha}$  în imersie (ulei):  $v = 16,16\%$ ,  $o = 17,78\%$ ,  $r = 15,39\%$ .

$R_{\beta}$  în imersie (ulei):  $v = 16,66\%$ ,  $o = 18,03\%$ ,  $r = 16,26\%$ .

$\Delta R$  în aer: distinct cu nuanțe de alb pur // [001] și alb cenușiu perpendicular pe [001].

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară în culori de alb pur până la cenușiu cu tentă roz - brună.

Uneori secțiunile // (001) nu au nici pleocroism de reflexie și nici anizotropie.

N + : Anizotropie distinctă în aer și clară în imersie (ulei) arătând culori roz pal, cafeniu deschis, albastrui, cenușiu. Reflexe interne rare, mai vizibile în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 5,87/20/(112); 3,85/60/(114); 3,78 /5/( $\bar{1}15$ ), (130), ( $\bar{1}31$ ); 3,63/10/(131), ( $\bar{3}14$ ), ( $\bar{1}32$ ); 3,38/5; 3,29/100/(223); 3,23/100/(400); 2,92/90/( $\bar{4}22$ ), (316), (041), ( $\bar{4}21$ ); 2,79/30/(402), (026), (331); 2,67/5/(043), ( $\bar{2}42$ ); 2,63/80; 2,49/20/( $\bar{2}44$ ); 2,38/10/(008), (243); 2,36/10; 2,22/10; 2,14/60; 2,08/5; 2,04/10; 2,00/30; 1,94/30; 1,89/30(353), (261); 1,86/30; 1,81/20/( $\bar{1}57$ ), (0.2.10); 1,78/20/( $\bar{2}49$ ), ( $\bar{6}44$ ); 1,76/5/( $\bar{2}65$ ), (065); 1,70/30.

### S E M S E Y I T : $Pb_9Sb_8S_{21}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,48 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,87 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 24,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1356 : 1 : 2,0623$ ,  $\beta = 105^\circ 45'$ .

**Celula conține:**  $Pb_{36}Sb_{32}S_{84}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001) sau prismatice [010]; mase compacte, agregate granulare sau agregate fibroase cu cristale dispuse subparalel.

**Culoare:** cenușiu de plumb până la negru.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), a(100),  $\gamma$ (310), g(101), G( $\bar{1}01$ ),  $\rho$ (011), e(114), n(112), x(111), k( $\bar{1}12$ ), ~~X~~( $\bar{1}11$ ),  $\delta$ ( $\bar{3}12$ ).

**Clivaj:** (112) perfect. Friabil.

**H = 2 1/2; G = 6,08.**

**Compoziția chimică:** Pb = 51,88 - 54,27%, Sb = 25,49 - 28,62%, S = 18,70 - 19,90%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cu tentă verzui; variază cu orientarea.

Culoarea în imersie: ușor mai închisă; variază cu orientarea.

$R_{\alpha}$  în aer:  $v = 41,13\%$ ,  $o = 35,63\%$ ,  $r = 32,80\%$ .

$R_{\beta}$  în aer:  $v = 42,01\%$ ;  $o = 36,44\%$ ,  $r = 33,25\%$ .

$R_{\alpha}$  în imersie (ulei):  $v = 26,72\%$ ,  $o = 24,56\%$ ,  $r = 22,46\%$ .

$R_{\beta}$  în imersie (ulei):  $v = 27,67\%$ ,  $o = 25,08\%$ ,  $r = 22,92\%$ .

$\Delta R$  este foarte slabă în aer, vizibilă în imersie (ulei). Se manifestă numai pe marginea granulelor în culori de alb, alb - verzui, cenușiu - verzui.

N + : Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 6,61/5/(200); 5,47/5/(113); 4,57/5/(114), ( $\bar{1}15$ ); 4,23/5; 3,85/50/( $\bar{3}14$ ), (130); 3,75/5/(131), ( $\bar{1}32$ ); 3,59/20/( $\bar{3}15$ ), ( $\bar{2}25$ ); 3,38/80/(116), ( $\bar{1}17$ ); 3,27/100; 3,98/90; 2,87/40; 2,78/10; 2,71/40/(226), ( $\bar{2}28$ ); 2,49/10; 2,38/5; 2,25/30; 2,16/30; 2,11/5; 2,06/10; 2,01/5; 1,98/5; 1,92/20; 1,90/ 5; 1,86/10; 1,81/10; 1,77/5; 1,72/10; 1,69/10; 1,48/10; 1,34/5; 1,28/5; 1,26/5; 1,24/5; 1,21/5.

## GALENOBISMUTINA : $\text{PbBi}_2\text{S}_4$

*Sinonime: bismutoplacionit, cannizzarit*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $p\ n\ a\ m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,75\ \text{Å}$ ,  $b_0 = 14,47\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 4,076\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8106 : 1 : 0,2817$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4\text{Bi}_8\text{S}_{16}$ .

**Habitus:** cristale prismatice sau aciculare [001]; cu striații // [001]. De obicei masiv; compact, fibros sau columnar.

**Culoare:** cenușiu de plumb până la alb, uneori cu irizații sau cu o tentă gălbuie.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $a(100)$ ,  $h(140)$ ,  $m(110)$ ,  $Q(210)$ ,  $S(410)$ ,  $y(810)$ ,  $w(011)$ ,  $x(031)$ ,  $d(201)$ ,  $p(111)$ ,  $g(211)$ .

**Clivaj:** (110) bun. Cristalele sunt flexibile.

$H = 2\ 1/2 - 3\ 1/2$ ;  $G = 7,04$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Pb} = 23,93 - 33,02\%$ ,  $\text{Fe} = 0,00 - 0,39\%$ ,  $\text{Cu} = 0,00 - 1,73\%$ ,  $\text{Sb} = 0,00 - 3,05\%$ ;  
 $\text{Bi} = 46,83 - 55,48\%$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb.

Culoarea în imersie (ulei): alb, ușor gălbui.

$R$  în aer: 26,8%.

$\Delta R$ : puternică în aer, foarte puternică în imersie (ulei) în culori: alb - gălbui, alb - cenușiu cu o tentă cafenie - roz, cenușiu - albăstrui.

$N +$ : Anizotropie puternică atât în aer, cât și în imersie (ulei).

**Difractometrie de raze X** (radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,55/10/(220); 3,93/5/(011); 3,65/30/(040); 3,45/100/(140),(320); 3,36/5/(201); 3,27/5/(211); 3,03/40/(221),(131); 2,76/30/(311); 2,65/20/(141),(321); 2,46/40/(241); 2,39/20/(401),(051); 2,24/10/(421),(260); 2,20/10/(251); 2,05/40/(360),(170); 2,01/5/(311); 1,961/50/(261),(521); 1,881/20/(531),(460); 1,848/5; 1,784/5; 1,762/30; 1,734/10; 1,704/5; 1,642/5; 1,566/5; 1,514/10; 1,455/20; 1,415/10; 1,382/10; 1,357/10; 1,334/5; 1,321/5; 1,305/5; 1,247/20; 1,208/10; 1,166/10; 1,102/10; 1,090/5; 1,058/20; 1,044/10; 0,996/5.

## ZINKENIT : $\text{Pb}_6\text{Sb}_{14}\text{S}_{27}$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 sau  $6/m$ .

**Grupa spațială:**  $C\ 6_3$  sau  $6_3/m$ .

$Z = 12$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 44,06\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 8,60\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,195$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_{72}\text{Sb}_{168}\text{S}_{324}$  (= 12  $\text{Pb}_6\text{Sb}_{14}\text{S}_{27}$ ) sau  $\text{Pb}_{81}\text{Sb}_{162}\text{S}_{324}$  (= 81  $\text{PbSb}_2\text{S}_4$ ).

**Habitus:** cristale prismatice subțiri cu fețe striate [0001]. De obicei apare masiv sau în agregate columnare și fibroase radiare.

**Culoare:** cenușiu de oțel, uneori cu irizații.

**Urma:** cenușie strălucitoare.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:**  $m(10\bar{1}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ .

**Clivaj:**  $(11\bar{2}0)$  imperfect.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 - 3\frac{1}{2}$ ;  $G = 5,36$ .

**Compoziția chimică:** Pb = 29,33 - 34,33%; Cu = 0,00 - 1,20%, Fe = 0,00 - 0,84%; Sb = 35,00 - 46,17%, As = 0,00 - 5,64%, S = 22,50 - 23,10%. As apare ca substituent pentru Sb. Cantitățile mici de Fe, Cu și Ag sunt datorate impurităților.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei): aproape cenușiu.

R în aer:  $v = 37,5\%$ ,  $o = 33,0\%$ ,  $r = 31,0\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 31,0\%$ ,  $o = 23,0\%$ ,  $r = 23,0\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă; mai clară pe marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): clară.

N + : anizotropie distinctă atât în aer cât și în imersie.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$  filtru Ni): 5,50/5/(110); 4,80/5/(080); 4,42/5/(460); 3,95/10/(042); 3,56/10/(062); 3,45/100/(2.10.0); 3,38/10/(442); 3,08/10/(462),(4.10.0); 3,02/20/(282)(2.12.0); 2,80/40/(662); 2,70/5/(2.10.2); 2,54/5; 2,42/10/(3.12.2),(6.12.0); 2,30/5; 2,25/10; 2,18/10/(004); 2,13/10; 2,06/20; 1,99/30; 1,88/10; 1,83/30; 1,77/3; 1,72/10; 1,692/5; 1,658/10; 1,583/5; 1,463/10; 1,449/5; 1,412/5; 1,393/10; 1,370/5; 1,344/10; 1,316/5.

B E R T H I E R I T :  $\text{FeSb}_2\text{S}_4$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,44 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,76 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8102 : 1 : 0,2663$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_4\text{Sb}_8\text{S}_{16}$ .

**Habitus:** cristale prismatice cu striații [001]. Apare masiv, prismatic până la fibros, uncori cu dispoziție radiară.

**Culoare:** cenușiu strălucitor.

**Urma:** cenușie - cafenie.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** (010) imperfect. Friabil.

$H = 2 - 3$ ;  $G = 4,64$ .

**Compoziție chimică:** Fe = 10,09 - 13,54%, Mn = 0,00 - 3,56%, Sb = 55,96 - 57,44%, S = 29,12 - 30,24%. Mn substituie Fe în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer = alb cu tentă cenușiu - cafenie.

Culoarea în imersie : mai închisă.

R în aer: // [100] -  $v = 27,5\%$ ,  $o = 26,5\%$ ,  $r = 26,5\%$ ; // [001] -  $v = 39,0\%$ ,  $o = 34,5\%$ ,  $r = 34\%$ .

R în imersie // [100] -  $v = 15,5\%$ ,  $o = 16,0\%$ ,  $r = 15,0\%$ ; // [001] -  $v = 28,0\%$ ,  $o = 24,0\%$ ,  $r = 22,0\%$ .

N + : anizotropie puternică în aer și în imersie (ulei).

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$  filtru Ni): 7,1/50/(020); 5,34/5/(210); 4,37/60/(130); 3,68/100/(310); 3,52/5/(040); 3,39/30/(140); 3,20/30/(121); 3,02/40/(240); 2,88/30/(221),(400); 2,63/80/(311),(231); 2,54/30/(250); 2,28/10/(401),(350); 2,23/10/(510),(440); 2,18/40/(260); 2,05/30/(431); 2,02/30/(450); 1,918/30/(441),(600); 1,888/30/(521),(261); 1,804/10/(531); 1,771/40/(361),(630); 1,701/10/(601),(611); 1,675/10/(312),(232); 1,593/20/(720),(222); 1,561/10/(412); 1,542/5/(281),(422); 1,512/20/(471),(252); 1,457/10; 1,427/10; 1,406/10; 1,377/20; 1,347/10; 1,313/10; 1,298/5; 1,272/5; 1,256/5; 1,226/20; 1,202/10; 1,189/5; 1,177/10; 1,114/10.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> / c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 15,14 Å, b<sub>0</sub> = 3,98 Å, c<sub>0</sub> = 21,60 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 3,80 : 1 : 5,43.

Triclinic: a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,7070 : 1 : 0,3688, α = 99°12'30", β = 102°01', γ = 73°48'.

Monoclinic: a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 7,6005 : 1 : 5,4271, β = 104°10'.

**Habitus:** cristale fibroase, aciculare sau columnare. Formează agregate globulare cu fibre dispuse radier.

**Culoare:** cenușiu închis.

**Urmă:** roșic.

**Luciu:** metalic până la adamantin.

**Forme principale:** c(001); a(100), d(101), e( $\bar{1}$ 01), p( $\bar{1}$ 11), q(122).

**Clivaj:** (010) și (100) perfect, (001) slab. Cristalele flexibile.

**H** = 2 ; **G** = 5,00.

**Compoziția chimică:** Hg = 22,00 - 22,61%; Sb = 52,21 - 53,75%; S = 23,73 - 24,60%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //** : Culoarea în aer: alb aproape pur.

Culoarea în imersie (ulei): alb.

**R** în aer: v = 37,0%, o = 32,5%, r = 30%.

**R** în imersie (ulei): v = 22,0%, o = 19,5%, r = 16,5%.

$\Delta R$  în aer: slabă; mai vizibilă pe marginea granulelor .

$\Delta R$  în imersie (ulei) : clară în culori cenușiu - castaniu - alb.

**N + :** Anizotropie foarte puternică atât în aer cât și în imersie.

Reflexe interne: numeroase de culoare roșu - închis.

**Difractometria de raxe X** (radiație Cu, filtru Ni): 5,15/40/(020); 4,87/10/(120); 3,74/70/(210); 3,48/70/(130); 3,28/10/( $\bar{0}$ 21); 3,00/100/(021); ( $\bar{2}$  $\bar{1}$ 1), (1 $\bar{1}$ 1), 2,87/10/( $\bar{1}$ 30); 2,67/30/(140), ( $\bar{2}$  $\bar{2}$ 0); 2,49/5/(310); 2,42/30/(320), (211), (240), (300); 2,27/60/(041), (330); 2,03/20/(340), (141); 1,98/20/(141); 1,88/30/(321), ( $\bar{2}$  $\bar{4}$ 0), (012); 1,84/30/(421); 1,73/50/( $\bar{1}$ 22); 1,64/5; 1,50/20; 1,42/10; 1,19/5; 1,10/5.



### III. OXIZI ȘI HIDROXIZI

#### *Caractere generale și clasificare*

Combi-națiile oxigenului și hidroxilului cu aproximativ 40 elemente, metale și metaloizi, au determinat formarea unui număr mare de minerale care reprezintă aproximativ 17% din greutatea scoarței terestre. Dintre acestea, oxizii și hidroxizii de fier constituie  $\approx 3,9\%$  din scoarță, proporții însemnate revenind și compușilor de Al, Mn, Ti, Cr precum și  $\text{CO}_2$  și vaporilor de apă, ultimii întâlniți până la 12 km adâncime.

Majoritatea mineralelor cuprinse în aceste clase au structura cristalină caracterizată prin existența legăturilor ionice între particulele componente. Întrucât razele ionice ale  $\text{O}^{2-}$  și  $\text{OH}^-$  sunt aproximativ egale (1,32 Å și respectiv 1,33 Å) variațiile structurale ale diferiților componenți depind în principal de raza cationilor ce le neutralizează, de sarcinile electrice oferite de aceștia și de proprietățile lor de polarizare. Ca urmare, cationii, componenți ai rețelelor cristaline, sunt înconjurați de anioni  $\text{O}^{2-}$  sau  $\text{OH}^-$ , numerele de coordonare ale rețelelor astfel formate devenind o caracteristică primordială a speciilor minerale. Astfel, elementele bivalente formează oxizi cu numere de coordonare 6 (tip NaCl), în timp ce oxizii elementelor trivalente și tetravalente formează rețele cu numere de coordonare mici, datorită razelor cationice mici. Pe măsura deplasării legăturilor ionice spre cele cu caracteristici homeopolare, numerele de coordonare se micșorează până la 4 sau 3.

În cazul rețelelor moleculare aceste numere coboară până la 3 sau chiar 2. La oxizii complecși numerele de coordonare ale fiecărui cation metalic pot fi egale (ilmenit) sau diferite (spinel), ceea ce influențează sensibil proprietățile fizice ale mineralelor. În general oxizii cu legături ionice au o duritate ridicată, o mare stabilitate chimică, fuzibilitate și solubilitate reduce. În literatura de specialitate se menționează că mineralele care au cationi cu configurație asemănătoare gazelor nobile ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) sunt incolore sau colorate allocromatic, în timp ce acelea care posedă cationi cu structură asimetrică (Cr, Mn, Fe) sunt intens colorate.

Oxizii și hidroxizii sunt minerale care se concentrează în partea superioară a scoarței terestre, acolo unde diferitele tipuri de roci pot ajunge în contact cu apa de infiltrație și gazele. Ele devin astfel caracteristice suprafețelor de alterare a rocilor, zonelor de oxidare a zăcămintelor de minereuri și desigur, imenselor areale oferite de domeniul sedimentar. În unele cazuri, hidroxizii sunt stadii intermediare între o rocă proaspătă și una complet alterată. Dacă într-un stadiu intermediar ei pot forma mase criptocristaline și coloidale, în timp își pierd apa formând compuși cu grupe (OH) legate chimic sau chiar compuși anhidrii. Desigur aceasta nu înseamnă că, în procese magmatice, pneumatolitice sau hidrotermale, numeroase elemente să nu poată forma oxizi anhidrii.

Clasificarea mineralelor oxidice și hidroxidice este realizată pe baza compoziției lor chimice și respectiv a structurii lor, după cum conțin sau nu U, Th, Zr, după distribuția  $\text{O}^{2-}$  și  $\text{OH}^-$ , precum și după participarea Nb, Ta și Ti. Pe baza compoziției și a structurii interne, în special a raportului A : X, care variază între 2 : 1 și 1 : 2 s-au putut diferenția mai multe subcategorii, ceea ce se poate urmări în clasificarea prezentată mai jos. Situația este ceva mai complicată în cazul oxizilor și hidroxizilor complecși la care mai trebuiesc definite rapoartele A : B cu valori de la 1 : 1 până la 1 : 2 și  $A + B / X = 1 : 2$ . Principalele elemente chimice pe care le întâlnim în aceste minerale sunt: K, Li, Na, Cs, Rb, Ba, Sr, Ca, Mg, Be, Fe, Al, Te, Se, As, Pb, Sb, Sn, Bi, Mo, Cr, Cu, Zn, Co, U, W, Ti. În cantități reduse apar și Y, Ce, Nb, Th, Er.

## 1. Oxizi simpli

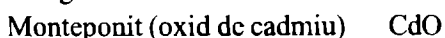
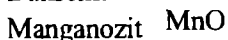
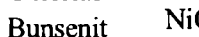
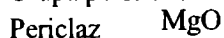
### 1.1. Tipul $A_2X$

#### 1.1.1. Grupa cupritului

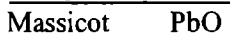
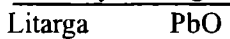
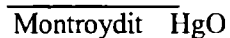
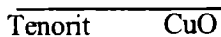
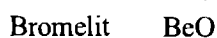


### 1.2. Tipul $AX$

#### 1.2.1. Grupa periclazului



#### 1.2.2. Grupa zincitului

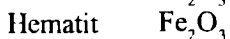
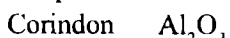


### 1.3. Tipul $A_3X_4$

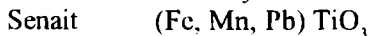
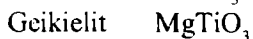


### 1.4. Tipul $A_2X_3$

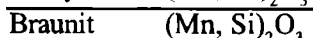
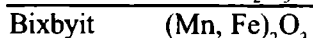
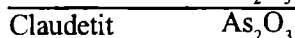
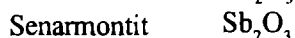
#### 1.4.1. Grupa hematitului



#### 1.4.2. Seria ilmenitului



### 1.4.3. Grupa arsenolitului

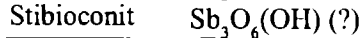
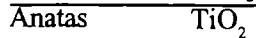
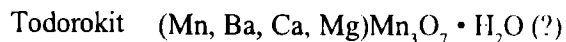


### 1.5. Tipul $AX_2$

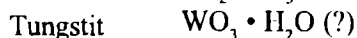
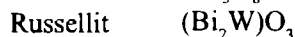
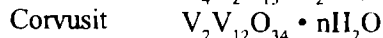
#### 1.5.1. Grupa rutilului



Wad

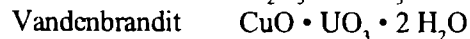
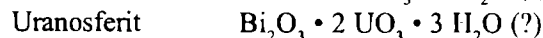
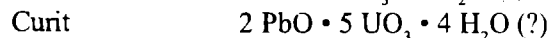
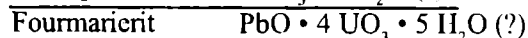
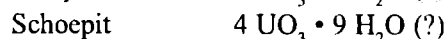
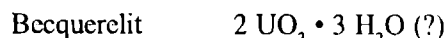
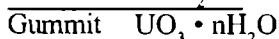
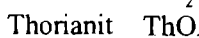
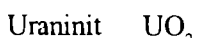
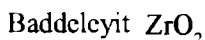


### 1.6. Tipul $A_mX_n$



## 2. Oxizi conținând uraniu, thoriu și zirconiu

### 2.1. Grupa uraninitului



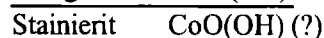
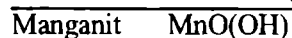
## 3. Hidroxizi și oxizi cu conținut în hidroxil

### 3.1. Tipul $AX_2$

#### 3.1.1. Grupa brucitului



#### 3.1.2. Grupa lepidocrocitului



3.1.3. Grupa hidrotalcitului	
Hidrotalcit	$Mg_6Al_2(OH)_{16} \cdot CO_3 \cdot 4 H_2O$
Stichtit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16} \cdot CO_3 \cdot 4 H_2O$
Piroaurit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16} \cdot CO_3 \cdot 4 H_2O$
3.1.4. Grupa sjögrenitului	
Manasseit	$Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4 H_2O$
Sjögrenit	$Mg_6Fe_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4 H_2O$
Barbertonit	$Mg_6Cr_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4 H_2O$

Brugnatellit	$Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4 H_2O$
Psilomelan	$BaMn^{2+}Mn_8^{4+}O_{16}(OH)_4$
3.2. Tipul A X <sub>3</sub>	
Sassolit	$B(OH)_3$
Gibbsit	$Al(OH)_3$
Bauxit	
Hidrocalumit	$Ca_4Al_2(OH)_{14} \cdot 6 H_2O$

#### 4. Oxizi multipli

4.1. Tipul A B X <sub>2</sub>	
Delafossit	$CuFeO_2$
4.1.1. Grupa goethitului	
Diaspor	$HAIO_2$
Goethit	$HFeO_2$
Limonit (hidrogoethit)	
4.2. Tipul A B <sub>2</sub> X <sub>4</sub>	
4.2.1. Grupa spinelului	
4.2.1.1. Seria spinelului	
Spinel	$MgAl_2O_4$
Hercinit	$FeAl_2O_4$
Gahnit	$ZnAl_2O_4$
Galaxit	$MnAl_2O_4$
4.2.1.2. Seria magnetitului	
Magnezioferit	$MgFe_2O_4$
Magnetit	$FeFe_2O_4$
Franklinit	$ZnFe_2O_4$
Jacobsit	$MnFe_2O_4$
Trevorit	$NiFe_2O_4$
Maghemit	$Fe_2O_3$
4.2.1.3. Seria cromitului	
Magneziocromit	$MgCr_2O_4$
Cromit	$FeCr_2O_4$

4.2.2. Grupa hausmannitului	
Hausmannit	$MnMn_2O_4$
Heterolit	$ZnMn_2O_4$
Hidroheterolit	$Zn_2Mn_4O_8 \cdot H_2O$
Crisoberit	$BeAl_2O_4$
Crednerit	$CuMn_2O_4$
4.3. Tipul A B <sub>4</sub> X <sub>7</sub>	
Högbomit	$Mg(Al, Fe, Ti)_4O_7$
Sapfir	$(Mg, Fe)_{15}(Al, Fe)_{34}Si_7O_{80}$
Plumboferit	$PbFe_4O_7$
Magnetoplumbit	$Pb(Fe, Mn)_6O_{10}$
Hematofanit	$Pb(Cl, OH)_2 \cdot 4 PbO \cdot 2 Fe_2O_3 (?)$
4.4. Tipul A B X <sub>3</sub>	
Quenselit	$PbMnO_2(OH)$
Perovskit	$CaTiO_3$
Uhligit	
4.5. Tipul A <sub>2</sub> B X <sub>5</sub>	
Pseudobrookit	$Fe_2TiO_5$
4.6. Tipul A B <sub>2</sub> X <sub>5</sub>	
Calcofanit	$(Zn, Mn, Fe) Mn_2O_5 \cdot 2 H_2O (?)$
Zirkelit	$(Ca, Fe, Th, U)_2(Ti, Zr)_2O_5$
4.7. Tipul A B <sub>3</sub> X <sub>7</sub>	
Coronadit	$MnPbMn_6O_{14}$
Hollandit	$MnBaMn_6O_{14}$
Cesarolit	$PbMn_3O_7 \cdot H_2O$

#### 5. Oxizi multipli cu niobiu, tantal și titan

5.1. Tipul A B X <sub>4</sub>	
5.1.1. Seria piroclor - microlit	$A_2B_2O_6(O, OH, F)$

A	B	
Piroclor	Nb, Ta, Ti, Sn (?) Fe <sup>3+</sup> , W	
Microlit		Ta, Nb, Ti, Sn (?)
		Fe <sup>3+</sup> , W
Scheteligit		

5.1.2. Seria fergusonitului A B O <sub>4</sub>	
Fergusonit	Nb, Ta, Ti, Sn, W Ta, Nb, Ti, Sn, W
Formanit	

Yttrotantalit	$ABO_4$ Fe <sup>2+</sup> , Y, U, Ca, Mn, Ce, Th	Nb, Ta, Ti, Zr, Sn
Polimignit	$ABO_4$ Ca, Fe <sup>2+</sup> , (Y, Er, Ce), Zr, Th	Nb, Ti, Ta, Fe <sup>3+</sup>
Ishikawait	$ABO_4$ U, Fe <sup>2+</sup> (Y, Er, Ce)	Nb, Ta
Loranskit	Y, Ce, Ca, Zr (?)	Ta, Zr (?)

---

### 5.1.3. Seria stibiotantalitului $ABO_4$

Stibiotantalit	Sb, Bi	Ta, Nb
Stibioniobit	Sb, Bi	Nb, Ta
Bismutotantalit	Bi	Ta, Nb
Simpsonit (?) $ABO_4$	Al	Ta

---

### 5.2. Tipul $A_m B_n X_p$ (m : n între 2 : 3 și 3 : 5)

Arizonit	Fe	Ti
Kalkowskit	Fe	Ti
Oliveirait	Zr	Ti
Brannerit	U, Ca, Fe, Y, Th	Ti

---

### 5.3. Tipul $A B_2 X_6$

#### 5.3.1. Seria tapiolitului $A B_2 O_6$

Tapiolit	Fe, Mn	Ta, Nb
Mossit	Fe, Mn	Nb, Ta

---

#### 5.3.2. Seria niobit - tantalit

Niobit	Fe, Mn, Sn (?)	Nb, Ta, W
Tantalit	Fe, Mn	Ta, Nb

---

#### 5.3.3. Seria euxenit - policraz

Euxenit	Y, Ca, Ce, U, Th	Nb, Ta, Ti
Policraz	Y, Ca, Ce, U, Th	Ti, Nb, Ta, Fe <sup>3+</sup>
Eschwegeit		
Yttrocrasit		

---

#### 5.3.4. Seria eschynit - priorit

Eschynit	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	Nb, Ta, Ti, Sn, W
	Fe, Pb, Th	Zr (?)
Thoreaulit	Sn	Ta

---

### 5.4. Tipul $A_m B_n X_p$ ( $m : n = 1 : 3$ )

#### 5.4.1. Seria betafitului

Betafit	U, Ca, Th, Pb, Ce, Y	Ti, Nb, Ta, Fe, Al (?)
Djalmait		
Ampangabeit	Y, Er, U, Ca, Th	Nb, Ta, Fe <sup>3+</sup> , Ti
Delorenzit		

---

## 1. OXIZI SIMPLI

C U P R I T :  $\text{Cu}_2\text{O}$

*Varietate: calcotrichit*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :** 4 3 2.

**Grupa spațială:** P n 3 m.

**Z =** 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,252 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{O}_2$ .

**Habitus:** cristale octaedrice, mai rar dodecaedrice sau cubice: foarte rar apare plagioedrul. De obicei este masiv, granular sau pământos.

**Culoarea:** diverse nuanțe de roșu; în agregate este cenușiu până la negru.

**Urma:** roșie - brună.

**Luciu:** adamantin sau submetalic pentru cristale, pământos pentru agregate.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Clivaj:** (111) întrerupt; (001) rar.

**Spărtura:** concoidală până la neregulată. Casant.

**H =** 3 1/2 - 4; **G =** 6,14.

**Compoziția chimică:** Cu = 88,82%, O = 11,18%. Unele analize au identificat urme de Se și I care sunt datorate amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N // :** Culoarea în aer: alb - albăstrui sau alb - cenușiu cu tentă verzuie.

Culoarea în imersie (ulei): alb - albăstrui deschis .

R în aer: v = 30%, o = 22,5%, r = 21,5%.

R în imersie (ulei): v = 16%, o = 10,5%, r = 9%.

Plecrocroism de reflexie anomal, dezvoltat mai ales marginal.

**N + :** Anizotropie anormală, în tonuri cenușiu albăstrui - verde - oliv; În imersie este mai clară.

Reflexe interne roșii, numeroase, mai vizibile în imersie (ulei).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roșu sau galben - portocaliu. Indicele de refracție, n = 2,849 .

Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 148 p; 430 i; 518 i; 651fp; 622 i; 699 i; 794 i; 1124 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$  filtru Ni): 3,020/9/(110); 2,465/100/(111); 2,135/37/(200); 1,743/1/(211); 1,510/27/(220); 1,287/17/(311); 1,233/4/(222); 1,0674/2/(400); 0,9795/4/(331); 0,9548/3/(420); 0,8715/3/(422); 0,8216/3/(511).

## M A N G A N O Z I T : $\text{MnO}$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F m 3 m.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,436 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Mn}_4\text{O}_4$ .

**Habitus:** octaedric, mai rar cubic sau dodecaedric. Apare în granule neregulat dispersate sau masiv.

**Culoare:** verde de smaragd în spărtură proaspătă; în timp culoarea se închide până la negru.

**Urma:** brună.

**Luciu:** sticlos. Transparent

**Forme principale:** a(001), d(011); o(111).

**Clivaj:** (001) bun, (111) întrerupt.

$H = 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 5,364$ .

**Compoziția chimică:** pur are Mn = 77,44%, O = 23,56%, Fe, Mg și Zn pot substitui Mn; Zn poate să fie datorat și incluziunilor. Analizele dovedesc următoarea repartiție a oxizilor: MnO = 93,33 - 98,04%, ZnO = 0,00 - 3,89%, FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,23 - 0,42%, MgO = 0,11 - 1,71%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb - cenușiu.

R în aer: 13,4%.

R în imersie (ulei) - scade foarte mult.

N + : Izotrop. Reflexe interne verzi, strălucitoare, numeroase în aer, foarte numeroase în imersie .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde de smaragd cu  $n_{\text{verde}} = 2,19$  și  $n_{\text{roșu}} = 2,16$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 2,568/62/(111); 2,223/100/(200); 1,571/58/(220); 1,340/21/(311); 1,283/13/(222); 1,1112/11(400); 1,0198/10/(351); 0,9938/18/(420); 0,9074/15/(422); 0,8564/13/(511); 0,7857/4/(440).

### Z I N C I T : ZnO

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 m m.

**Grupa spațială:** P 6<sub>3</sub> m c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,242 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,176 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,596 \pm 0,004$ .

**Celula conține:** Zn<sub>2</sub>O<sub>2</sub> .

**Habitus:** cristalele sunt rare: piramide hemimorfe cu baza (000 $\bar{1}$ ) larg dezvoltată. Frecvent apare masiv, foios, compact, granular, mase rotunjite. Cristalele artificiale sunt prismatice [0001].

**Culoare:** galben - oranj până la roșu închis, rare ori galben.

**Urma:** galben - oranj.

**Luciu:** subadamantin. Exemplarele cristaline subțiri sunt transparente. Cristalele artificiale sunt fluorescente în ultraviolet.

**Forme principale:** c(0001); m(10 $\bar{1}$ 0), s(10 $\bar{1}$ 3),  $\alpha$ (4045), p(10 $\bar{1}$ 1),  $\beta$ (59 $\bar{5}$ 4).

**Macles:** pc (0001) cu planul de maclă (0001).

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0) perfect, (0001) distinct..

**Spărtura :**concoidală. Casant

$H = 4$ ;  $G = 5,66 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:** Zn = 80,34%, O = 19,66% când este pur. Frecvent conține și mici cantități de Mn, Fe, precum și elemente urmă.

Compoziția oxidică: ZnO = 91,47 - 99,63%, MnO = 0,00 - 6,20%; FeO = 0,00 - 1,14%.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** colorat în roșu până la galben. Nepleocroic.

### Indicii de refracție

	$n_{\text{Hg}}$	$n_{\text{Na}}$	$n_{\text{Li}}$
$\lambda$	546	589	670
$\omega$	2,032	2,013	1,990
$\epsilon$	2,048	2,029	2,005

Uniax pozitiv. Uneori prezintă incluziuni.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 m; 535 i; 615 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație Cu): 2,792/90/(10 $\bar{1}$ 0); 2,594/80/(0002); 2,459/100/(10 $\bar{1}$ 1); 1,901/80/(10 $\bar{1}$ 2); 1,623/100/(11 $\bar{2}$ 0); 1,491/100/(10 $\bar{1}$ 3); 1,415/40/(20 $\bar{2}$ 0); 1,373/100/(11 $\bar{2}$ 2); 1,357/70/(20 $\bar{2}$ 1); 1,305/40/(0004); 1,239/50/(20 $\bar{2}$ 2); 1,182/30/(10 $\bar{1}$ 4); 1,094/80/(20 $\bar{2}$ 3); 1,066/50/(12 $\bar{3}$ 0); 1,043/70/(12 $\bar{3}$ 1); 1,017/50/(11 $\bar{2}$ 4); 0,987/50/(12 $\bar{3}$ 2); 0,980/80/(10 $\bar{1}$ 5); 0,957/30/(20 $\bar{2}$ 4); 0,940/60/(30 $\bar{3}$ 0); 0,908/100/(12 $\bar{3}$ 3); 0,883/80/(30 $\bar{3}$ 2); 0,870/20/(0006); 0,857/20/(22 $\bar{4}$ 2); 0,839/80/(20 $\bar{2}$ 5); 0,827/50/(12 $\bar{3}$ 5); 0,814/70/(22 $\bar{4}$ 0).

### B R O M E L I T : BeO

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 m m.

**Grupa spațială:** C 6 m c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 2,68 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,36 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,627$ .

**Celula conține:** Be<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Habitus:** prismatic // [0001] cu fețele (000 $\bar{1}$ ) și (10 $\bar{1}$ 0) larg dezvoltate și (10 $\bar{1}$ 1) redusă dimensional.

**Culoare:** alb. Transparent.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), r(10 $\bar{1}$ 1), h(11 $\bar{2}$ 2).

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0) distinct.

**H = 9; G = 3,017.**

**Compoziția chimică:** Be = 36,05%, O = 63,95%. Compoziția chimică oxidică arată și existența altor elemente astfel: BeO = 98,02%, CaO = 1,03%, BaO = 0,55%; MgO = 0,07%, MnO = urme, Sb<sub>2</sub>P<sub>3</sub> = 0,29%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,17%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Uniax pozitiv.

Indici de refracție:  $\epsilon = 1,733$ ,  $\omega = 1,719$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1100 - 1600 fp,l; 1350 i; 1400 fp; 1600 m; ~1700 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 2,337/91/100; 2,189/61/(002); 2,061/100/(101); 1,598/22/(102); 1,349/29/(110); 1,238/24/(103); 1,1682/4/(200); 1,1482/16/(112); 1,1287/5/(201); 1,0958/< 1/(004); 1,0308/3/(202); 0,9920/< 1/(104); 0,9118/10/(203); 0,8832/4/(210); 0,8657/5/(211); 0,8496/2/(114); 0,8199/14/(105); 0,8179/8/(212).

### T E N O R I T : CuO

**Varietăți:** melaconit - varietatea masivă. Melanocalcit - varietatea pământoasă, pulverulentă; poate apare și în cruste sau mase compacte.  $G = 4,0 - 5,0$ . Spărtură concoidală. Frecvent reprezintă amestecuri cu oxizii de Fe, Mn, malachit, silice coloidală ș.a.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,653 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 3,410 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,108 \text{ \AA}$

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,498 : 1 : 1,365$ ;  $\beta = 99,29^\circ$ .

**Celula conține:** Cu<sub>4</sub>O<sub>4</sub>.

**Habitus:** agregate maclate, subțiri, tabulare // (100) și alungite [011]. Pe fețele (100) striată // [010].

Foițe solzoase, uneori curbate; solzi flexibili. Formează grupuri stelate. Apare în mase pământoase sau pulverulente.

**Culoare:** cenușiu de oțel până la negru. Foițele subțiri sunt transparente și de culoare brună.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** c(001), a(100), f(011), x(601), ε(101), p(111), d(111), z(611).

**Macle:** (011) comune și probabil (100). Aspectul maclelor este arborescent, dendritic.

**Clivaj:** în zonele [011] și [011].

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Lamele subțiri sunt elastice și flexibile. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 5,8 - 6,4$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 79,89%, O = 20,11%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N // : Culoarea în aer: alb - cenușiu cu tentă gălbui .

R în aer: în lumină roșie = 20%, în lumină albastră = 27,5%.

ΔR în aer: clară în nuanțe alb, alb - cenușiu .

ΔR în imersie (ulei): alb cu tentă crem, cenușiu, cenușiu închis cu tentă brun - violetă.

N + : Anizotropie distinctă în aer, puternică în imersie (ulei).

Reflexe interne au fost descrise doar în lamelele subțiri provenite de pe Vezuviu.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** culoare brună cu pleocroism în tonuri de brun deschis - brun închis.

Orientarea  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $n_{\text{roșu}} = 2,63$ ,  $n_{\text{albastru}} = 3,17$ . Biax. 2 V mare.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 2,74/40; 2,53/100; 2,32/100; 1,951/10; 1,865/80; 1,710/60; 1,578/40; 1,501/80; 1,410/80; 1,375/80; 1,302/20; 1,260/60; 1,193/30; 1,155/20; 1,112/10; 1,082/70.



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4 / a m d.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,83 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,88 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,695$ .

**Celula conține:**  $(\text{Cu}_{16-2x}^{2+} \text{Cu}_{2x}^{+})16 \text{ O}_{16-x}$ , unde  $x = 1,85$ .

**Habitus:** cristale prismatice // [001] cu fețele (010) striate // [100].

**Culoare:** negru de smoală.

**Urma:** neagră - maronie.

**Luciu:** metalic sau adamantin. Opac.

**Forme principale:** c(001), a(010), d(011).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,04$ .

**Compoziția chimică:** compoziția ideală ar fi CuO dar analizele spectrale au arătat: Al, Mn, Si, Mg, Ba (0,1%); Ca, Pb, Zn, Mo, Ti, Zr (<0,01%), Sn, V (0,001%); a mai fost identificat și Fe. Analizele chimice au raportat următoarea compoziție elementară și oxidică: Cu = 81,80%, O = 18,20%, CuO = 77,94 - 87,66%,  $\text{Cu}_2\text{O} = 11,70 - 21,38\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 2,70\%$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:** foarte asemănătoare cu cele ale tenoșitului

N // : Culoarea în aer: alb, cafeniu - brun.

Culoarea în imersie (ulei): tonuri mai închise.

ΔR - clară atât în aer cât și în imersie: ω - cenușiu - brun, ε - cenușiu închis (negru în imersie).

N + : Anizotropie clară. Fibrele foarte subțiri au reflexe interne galben - brune.



**Diffractometria de raze X** (radiație Cu): 4,04/20/(110); 3,13/20/(112); 2,90/40/(200); 2,50/100/(202); 2,47/40/(004); 2,05/60/(220),(213); 1,88/20/(204); 1,58/80/(224); 1,45/60/(323),(400); 1,43/60/(206); 1,25/80/(404),(325); 1,24/40/(008),(217); 1,06/40/(228),(327); 1,03/20/(440),(523); 1,02/40/(426); 0,951/40; 0,941/40; 0,937/40; 0,918/20; 0,861/40; 0,834/40; 0,823/20.

#### L I T A R G A : PbO

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4 n m m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,986 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,011 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,257$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_2\text{O}_2$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt tabulare (001). În natură formează cruste și borduri de alterare pe suprafața massicotului.

**Culoare:** roșu.

**Luciu:** gras, pământos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), r(011).

**Clivaj:** (110) bun.

**H = 2; G = 9,14.**

**Compoziția chimică:** Pb = 92,83%; O = 7,17% .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în roșu - oranj.  $\omega_{\text{Li}} = 2,665$ ,  $\epsilon_{\text{Li}} = 2,535$ . Uniax negativ

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 p.

**Diffractometria de raze X:** 3,11/100/(101); 2,80/(110); 2,51/20/(002); 1,99/60/(200); 1,87/70/(112); 1,68/80/(211); 1,55/60/(202); 1,443/10; 1,405/30/(220); 1,280/30/(301); 1,255/30/(310),(004); 1,220/40/(222); 1,146/10/(114); 1,124/30/(312); 1,075/30/(321); 1,004/10/(322); 0,995/10/(313); 0,973/10/(401); 0,948/10/(411); 0,921/10/(331),(402).

#### M A S S I C O T : PbO

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C m m m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,459 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,723 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,859 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,156 : 1 : 1,240$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4\text{O}_4$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt tabulare (100). În natură apare masiv sau pământos.

**Culoare:** galben, cu o tentă portocalie - roșcată (între sulf și auripigment).

**Urma:** aproape incoloră.

**Luciu:** gras. Cristalele subțiri sunt transparente.

**Macle:** observate doar la materialele artificiale.

**Clivaj:** (100) și (010) bun; (110) întrerupt. Cristalele sunt flexibile, dar nu sunt elastice.

**H = 2; G = 9,56.**

**Compoziția chimică:** Pb = 92,83, O = 7,17.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau galben pal; pleocroic în limita acestor culori.

Orientarea:  $\beta = a(?)$ . Indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha = 2,51$ ,  $\beta = 2,61$ ,  $\gamma = 2,71$ . Biax pozitiv.  $2V = 90^\circ$ .

Dispersia puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 300 p; 377 p; 505 fp,l.

**Diffractometria de raze X** (radiație Cu): 4,02/20/(101); 3,13/100/(111); 2,94/70/(002); 2,74/70/(200); 2,48/20/(201); 2,37/70/(020); 2,275/30/(112); 2,200/40/(211),(021); 2,005/80/(202); 1,960/30/(003); 1,845/80/(103),(212),(022); 1,794/80/(220); 1,746/20/(301); 1,721/100/(113); 1,640/90/(311); 1,595/20/(203); 1,530/80/(222); 1,510/20/(023); 1,470/100/(004),(131); 1,405/20/(321); 1,371/40/(400); 1,361/50/(114); 1,350/20/(132); 1,336/10/(303),(401); 1,324/40/(223); 1,317/10/(410); 1,311/70/(204); 1,286/80/(313),(411); 1,251/70/(214),(024); 1,240/60/(232),(402); 1,202/80/(412),(133); 1,186/70/(420),(040); 1,176/40/(005); 1,171/70/(331).

### CORINDON : $Al_2O_3$

**Varietăți:** în funcție de culoare se separă: safirul - albastru, rubinul - roșu; smaragdul - verde; topazul oriental - galben, ametistul oriental - violet, leucosafirul - incolor și transparent. Emeri (șmirghel) reprezintă masele granulare amestecate cu ilmenit, magnetit, oligist și cuarț. Corindonul artificial se numește alundum; el poate avea aceleași varietăți semiprețioase ca și mineralul natural

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,751 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,97 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0/2 = 1 : 1,365$ ,  $\alpha = 85^\circ 45'$ .

**Celula conține:**  $Al_4O_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale piramidale cu forme W, Z, E; caracteristice sunt aspectele de butoiăș, cristale scurt prismatice // [0001], mai rar tabulare (0001) sau romboedrice. Fețele (0001) sunt striate // [0110]. Pinacoizii au uneori liniatii în direcția  $(11\bar{2}0)$  care îi împart în 6 sectoare. Fețele de piramidă și de prismă pot fi și ele striate orizontal datorită maclării după fața de pinacoid. Apare masiv, granular sau în cristale rotunjite.

**Culoare:** diferită definind varietățile. Cristalele puțin transparente, semiopace colorate în cenușiu, verzui albastru, roșu poartă denumirea de corindon (corundum).

**Urmă:** incoloră

**Luciu:** adamantin, sticlos; perlat pe (0001). Transparent până la opac.

Forme principale: c(0001); m( $10\bar{1}0$ ), a( $11\bar{2}0$ ), r( $10\bar{1}1$ ), s( $02\bar{2}1$ ); n( $22\bar{4}3$ ), w( $11\bar{2}1$ ), v( $44\bar{8}3$ ), X( $5.5.\bar{1}0.3$ ), z( $22\bar{4}1$ ),  $\lambda(7.7.\bar{1}4.3)$ ,  $\theta(8.8.\bar{1}6.3)$ , E( $33\bar{6}1$ ), v( $44\bar{8}1$ ),  $\omega(14.14.\bar{2}8,3)$ .

**Macle:** ( $10\bar{1}1$ ) comune de obicei lamelare cu striuri pe formele c și r și mai rar de penetrație; (0001) rare.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Apar separații după (0001) și ( $10\bar{1}1$ ), în ultimul caz datorită maclelor lamelare.

$H = 9$ ;  $G = 4,022$ .

**Compoziția chimică:** Al = 52,91%, O = 47,09%. Pot fi prezente și mici cantități de Fe (< 1%) și urme de Ti și Cr. Culoarea roșie a rubinului este datorată prezenței Cr, iar culoarea safirului este datorată Fe sau Ti. Varietatea emeri își datorează culoarea Fe și amestecului de Fe.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor sau slab colorat.

Varietățile colorate au pleocroism cu absorbția  $\omega > \epsilon$ . Indicii de refracție:  $\omega = 1,7653 - 1,7760$ ,  $\epsilon = 1,7573 - 1,7677$ . Uni-ax negativ; datorită maclării poate avea un caracter biaxial anormal cu  $2V = 58^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 375 i; 435 fp; 490 i; 520 fs; 575 - 600 fp; 640 m ;  $\sim$  720 fp; 750 fp; (800) i.

**Diffractometria de raze X** (radiație Fe): 3,435/30/(101); 2,543/60/(112); 2,374/40/(101); 2,081/90/(102); 1,738/50/(202); 1,599/100/(123); 1,513/50/(233); 1,401/60/(103); 1,374/70/( $11\bar{2}$ ); 1,238/40/(234); 1,190/20/( $20\bar{2}$ ); 1,146/30/( $13\bar{1}$ ); 1,125/20/(134); 1,098/20/(244); 1,079/20/(231); 2,043/30/(204); 0,995/50/(225); 0,933/20/

(125); 0,904/40/(115); 0,854/30/(255); 0,843/20/(205); 0,828/30/(105); 0,806/20/(226); 0,796/30/(303); 0,761/20/(242); 0,686/20/(247); 0,662/20/(257); 0,637/20/(166); 0,630/20/(267); 0,616/20/(377); 0,600/10/(248); 0,578/10/(167); 0,564/10/(148).

### HEMATIT : $\text{Fe}_2\text{O}_3$

**Varietăți:** - glaskopf, mase reniforme cu structură radiar - fibroasă;  
- digist (specularit) agregatele foioase sau imbricate de culoare cenușiu-strălucitoare

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,029 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,73 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0/2 = 1 : 1,365$ ;  $\alpha = 85^\circ 45' 1/2$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_4\text{O}_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale tabulare (0001) dezvoltate subparalel sau în rozete, uneori cu striatii //  $[01\bar{1}0]$ . Fețele  $(1\bar{1}04)$  sunt striate și rotunjite producând forme convexe. Romboedrii  $(10\bar{1}1)$  au aspecte pseudocubice. Mai apar cristale prismatice //  $[0001]$  și mai rar scalenoedrice. Se dezvoltă în formațiuni plate, alteori columnare, fibroase sau radiare; mase reniforme, forme stalactitice sau botrioidale. Sunt întâlnite formațiuni granulare, friabile până la compacte, concreționare, oolitice, mase pământoase.

**Culoare:** cristalele sunt cenușii de oțel, având uneori irizații. Lamellele subțiri sunt semitransparente și de culoare cenușiu - brune - roșu închis. Masele pământoase sunt negre-brune.

**Urma:** roșic sângeric, vișinie.

**Luciu:** metallic pe cristale și lamelle; submetalic sau mat (la varietățile impure și respectiv pământoase).

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $\mu(0115)$ ,  $u(10\bar{1}4)$ ,  $\epsilon(01\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $\eta(01\bar{1}1)$ ,  $s(02\bar{2}1)$ ,  $\pi(11\bar{2}3)$ ,  $n(2\bar{2}43)$ ,  $p(24\bar{6}7)$ ,  $i(42\bar{6}5)$ ,  $x(12\bar{3}2)$ ,  $f(62\bar{8}1)$ .

**Macle:**  $(0001)$  de penetrație și  $(10\bar{1}1)$  lamelare.

**Clivaj:** absent. Separații după  $(0001)$  și  $(10\bar{1}1)$  datorate maclării. Cristalele sunt casante. Varietățile pământoase sunt moi. Lamellele subțiri sunt elastice.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată.

$H = 5-6$ ;  $G = 5,26$ ; ambele valori referindu-se la cristale.  $F = 1350-1360^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Fe} = 69,94\%$ ,  $\text{O} = 30,06\%$ . Unele analize au indicat prezența Ti, dar acesta poate să provină din amestecurile cu ilmenit. Varietățile fibroase și pământoase prezintă și un conținut scăzut de  $\text{H}_2\text{O}$ . De asemenea, deficitul în O, raportat uneori este datorat amestecului cu magnetitul sau intervenției alterării.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb cu tentă cenușie - albăstruie.

Culoarea în imersie (ulei): cenușie - albăstruie.

$R$  în aer:  $v = 26\%$ ,  $o = 25\%$ ,  $r = 21\%$ .

$R$  în imersie (ulei):  $v = 15,5\%$ ,  $o = 13,5\%$ ,  $r = 10,5\%$ .

$\Delta R$  slabă, vizibilă mai ales pe marginea granulelor în tonuri de alb, alb - cenușiu - albăstrui. Se amplifică în imersie.

$N +$ : anizotropie vizibilă mai ales în imersie. Reflexele interne, roșii închis, sunt ocazional vizibile în aer, dar sunt abundente la lucrul în imersie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic cu absorbția  $\omega > \epsilon$ . Indicii de refracție variază cu lungimea de undă a radiației:

$\lambda$	759	719	686	656	589	Dicroismul
$\omega$	2,904	2,949	2,988	3,042	3,22	brun-roșcat
$\epsilon$	2,690	2,725	2,759	2,797	2,94	roșu cu tentă gălbui

Uniax negativ. Dispersia puternică.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 675(0,1-0,3) , punct Curie.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 310 fp, l; 350 i; 370 i; 470 p; 532 i; 555 fp, l; 1150 s; 1160 i; 1175 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,68/70/(102); 2,69/100/(104); 2,51/80/(110); 2,20/70/(113); 2,07/10/(202); 1,837/70/(204); 1,691/80/(116); 1,634/10/(121); 1,596/40/(108); 1,484/70/(214); 1,451/80/(300); 1,348/20/(208); 1,309/40/(1.0.10), (119); 1,255/30/(220); 1,224/10/(306); 1,205/10/(223); 1,187/30/(312), (218); 1,160/30/(2.0.10); 1,137/40/(314); 1,100/40; 1,053/50; 1,037/10; 0,988/10.

ILMENIT:  $\text{FeTiO}_3$

**Varietăți:** crichtonit; menaccanit; magneziomenaccanit și manganoilmenit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,083 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,04 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0/2 = 1 : 1,380$ ;  $\alpha = 54^\circ 50'$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_2\text{Ti}_2\text{O}_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale tabulare subțiri (0001) sau romboedrice. Este întâlnit masiv, lamelar, compact sau granular. Se acumulează în aluviunile nisipoase.

**Culoare:** negru de fier.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** metalic sau submetalic. Opac cu excepția lamelarelor subțiri care sunt transparente numai în lumină roșie.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $\delta(21\bar{3}0)$ ,  $u(10\bar{1}4)$ ,  $\zeta(20\bar{2}5)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $l(50\bar{5}2)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $s(02\bar{2}1)$ ,  $P(0551)$ ,  $n'(22\bar{4}3)$ ,  $n(4\bar{2}\bar{2}3)$ ,  $X'(44\bar{8}3)$ ,  $X(8\bar{4}\bar{4}3)$ .

**Macle:** (0001) comune și  $(10\bar{1}1)$  lamelare.

**Clivaj:** absent. Separații după (0001) și  $(10\bar{1}1)$  datorită maclării.

**Spărtură** concoidală sau subconcoidală.

$H = 5-6$ ;  $G = 4,75 \pm 0,04$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{TiO}_2 = 48,64-54,20\%$ ,  $\text{FeO} = 40,80-47,34\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-1,72\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-1,36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-6,82\%$ . Fe poate fi substituit cu ușurință prin Mg și Mn existând serii complete între compușii terminali  $\text{FeTiO}_3$  (ilmenit),  $\text{MgTiO}_3$  (geikielit) și  $\text{MnTiO}_3$  (pirofanit) cu termenul intermediar (Fe, Mg, Mn) $\text{TiO}_3$ . Substituțiile chimice au dus la separarea mai multor varietăți.

Crichtonit - conține mici cantități de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  și proporții minore de Mg și Mn.

Menaccanit - conține  $\approx 6\%$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , probabil datorat amestecurilor cu alte minerale ferifere.

Magneziomenaccanit - conține cantități ridicate de Mg dovedind existența unei serii complete între ilmenit și geikielit.

Manganoilmenit - conține cantități mai mari de Mn și este un termen al seriei ilmenit pirofanit.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb-cenușiu cu nuanțe brune.

Culoarea în imersie (ulei) mai închisă, brună-cenușie.

R în aer:  $v = 18\%$ ,  $o = 18\%$ ,  $r = 18\%$ .

R în imersie (ulci):  $v = 7\%$ ,  $o = 7,5\%$ ,  $r = 6,5\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă, se manifestă la marginea granulelor și în lungul lamelelor maclate.

$\Delta R$  în imersie (ulei): puternică cu  $\omega$  - alb până la roz-brun,  $\epsilon$  - brun.

$N +$ : Anizotropie distinctă în aer, clară în imersie.

Granulele supuse presiunii au extincție ondulatorie. Reflexele interne, brun închise sunt rare ori vizibile.

**Proprietăți optice în lumină transmisă** (exclusiv roșie): culoare roșie; absorbție  $\epsilon > \omega$ .

Indicii de refracție:  $\omega = 2,31$ ,  $\epsilon = 1,95$ . Birefrigență foarte ridicată. Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Fe): 3,73/50/(102); 2,74/100/(104); 2,54/85/(110); 2,23/70/(113); 1,86/85/(204); 1,72/100/(116); 1,63/50/(108); 1,50/85/(214); 1,47/85/(300); 1,34/70/(1.0.10); 1,27/60/(220); 1,20/30/(312); 1,18/60/(2.0.10); 1,15/70/(314); 1,12/70/(226); 1,07/70/(2.1.10); 1,00/30/(318); 0,978/50/(1.0.14); 0,970/70/(2.0.13), (324); 0,960/70/(410); 0,921/85/(3.1.10); 0,913/70/(2.0.14).

A R S E N O L I T:  $\text{As}_2\text{O}_3$

*Dimorf cu claudetitul*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,0457 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $:\text{As}_{32}\text{O}_{48}$ .

**Habitus:** octaedric. Frecvent apare în cristale octaedrice mici, cristale alungite, agregate stelare sau cruste. Apare botrioidal și stalactitic, masc pământoase, pulverulente.

**Culoare:** alb, ocazional albastrui, gălbui, roșcat.

**Urma:** albă, galben pal.

**Luciu:** sticlos, mătăsos. Transparent. Gust astringent.

**Clivaj:** (111) bun.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 1 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,87 \pm 0,01$ .

**Compoziția chimică:** As = 75,74%, O = 24,26%.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $n_{\text{Na}} = 1,755$ ,  $n_{\text{Li}} = 1,748$ . Izotrop, dar asemenea senarmontitului, arată uneori o birefringență anomală.

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 340 p; 355 i; 477 p, l; 495 i; 750 i; 795 p; 830 i; 1020 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,394/63/(111); 3,920/ < 1/(220); 3,195/100(222); 2,768/28/(400); 2,541/38/(331); 2,262/12/(422); 2,132/17/(511); 1,957/27/(440); 1,873/6/(531); 1,846/5/(600); 1,670/21/(622); 1,599/10/(444); 1,551/22/(711); 1,480/2/(642); 1,442/12/(731); 1,385/3/(800); 1,353/10/(733); 1,305/5/(822); 1,278/3/(751); 1,271/1/(662); 1,238/2/(840); 1,216/5/(911); 1,208/6/(842); 1,1812/1/(664); 1,1610/3/(931); 1,0706/6/(951); 1,0294/2/10.4.0); 1,0117/1/(10.4.2.); 0,9976/2/(11.1.1.); 0,9676/4/(11.3.1.); 0,9645/2/(10.4.4.); 0,9496/1/(10.6.0); 0,9392/2/(11.3.3.); 1,8982/3/(12.2.2.); 0,8648/2/(10.8.0); 0,8469/3/(13.1.1.); 0,8278/3/(13.3.1); 0,8098/2/(13.3.3.).

## SENARMONTIT : $Sb_2O_3$

*Dimorf cu valentinitul*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fd\bar{3}m$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,14 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Sb_{32}O_{48}$ .

**Habitus:** octaedric; de asemenea apare granular, masiv sau în cruste.

**Culoare:** incolor sau alb-cenușiu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** rășinos trecând la subadamantin. Transparent.

**Clivaj:** (111) în urmă.

**Spărtură:** neregulată. Casant.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ .

$H = 2-2\frac{1}{2}$ ;  $G = 5,50$ .

**Compoziția chimică:**  $Sb = 83,54\%$ ,  $O = 16,48\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $n_{Na} = 2,087$ ,  $n_{Li} = 2,073$ .

Aată o birefrință anomală dezvoltată în zone sau segmente piramidale. Devine izotrop prin încălzire la  $460^\circ C$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 180 s; 265 p, l; 322 s; 345 s; 383 p; 482 s, l; 550 i; 590 s; 685 i; 740 f, p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,44/13/(111); 3,218/100/(222); 2,788/40/(400); 2,559/11/(331); 2,276/2/(422); 2,145/3/(511); 1,972/42/(440); 1,885/2/(531); 1,681/35/(622); 1,611/11/(444); 1,562/7/(711); 1,452/3/(731); 1,394/4/(800); 1,363/4/(733); 1,279/12/(662); 1,247/8/(840); 1,224/2/(911); 1,1694/1/(931); 1,1384/5/(844); 1,0783/4/(951); 1,0732/6/(10.2.2.); 1,0402/1/(953); 1,0056/1/(11.1.1.); 0,9858/2/(880); 0,9744/3/(11.3.1.); 0,9457/1/(11.3.3.); 0,9425/5/(10.6.2.); 0,9291/3/(12.0.0.); 0,9196/ < 1/(11.5.1.); 0,8956/ < 1/(11.5.3.); 0,8817/2/(12.4.0.); 0,8734/1/(991); 0,8527/3/(13.3.1.); 0,8505/3/(10.6.6.); 0,8406/2/(12.4.4.); 0,8335/3/(13.3.1.); 0,8151/2/(13.3.3.); 0,7986/2/(13.5.1.).

## CLAUDETIT : $As_2O_3$

*Dimorf cu arsenolitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P2_1/n$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,25 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,87 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,54 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,408 : 1 : 0,353$ ;  $\beta = 93^\circ 49'$ .

**Celula conține:**  $As_8O_{12}$ .

**Habitus:** cristale subțiri aplatizate pe (010) și alungite // [001] cu fețele (111) și ( $\bar{1}11$ ) proeminente, asemănătoare gipsului.

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Forme principale:**  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $s(130)$ ,  $r(120)$ ,  $m(110)$ ,  $\gamma(011)$ ,  $\beta(021)$ ,  $d(101)$ ,  $q(\bar{1}01)$ ,  $o(111)$ ,  $g(\bar{1}11)$ .

**Macle:** (100) comune de penetrație sau de contact.

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtură:** fibroasă // (110). Foarte flexibil.

$H = 2\ 1/2$ ;  $G = 4,15$ .

**Compoziția chimică:** As = 75,74-75,99, O = 23,84-24,25%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea  $\alpha \wedge C \approx 84^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge C \approx 6^\circ$ .

Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,871 \pm 0,005$ ,  $\beta = 1,92 \pm 0,02$ ,  $\gamma = 2,01 \pm 0,01$ .

Biax pozitiv. Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 m, l; 553 p, l; 641 f, p, l; 837 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,454/50; 2,245/100; 2,771/35.

V A L E N T I N I T :  $Sb_2O_3$

Dimorf cu senarmontitul

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c c n.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,92 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,46 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,42 \text{ \AA}$

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,395 : 1 : 0,435$

**Celula conține:**  $Sb_8O_{12}$ .

**Habitus:** de obicei prismatic // [001] sau [100] sau tabular (010). Fețele de prismă au striaii // [001], iar brahidomurile sunt striate // [100]. Cristalele se grupează în agregate granulare plate, grupuri stelate sau se dezvoltă în druze. Apare de asemenea, masiv, cu structură lamelară, columnară sau granulară.

**Culoare:** incolor sau alb, ocazional este gălbui, roșcat, cenușiu, brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** adamantin; pe suprafețele de clivaj este perlat.

**Forme principale:** b(010), m(110),  $\mu$ (210),  $\pi$ (310), i(011), X(021), p(031), r(112).

**Clivaj:** (110) perfect, (010) imperfect. Casant.

$H = 2\ 1/2-3$ ;  $G = 5,76$ .

**Compoziția chimică:** Sb = 82,79-83,54%, O = 16,46-17,21%.

Analizele chimice au raportat și urme de As.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: variază în funcție de tipul luminii astfel:

	Lumină albă	$n_{\text{roșu}}$	$n_{\text{verde}}$
$\alpha$	a	a	a
$\beta$	b	c	b
$\gamma$	c	b	c

Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 2,18$ ,  $\beta = 2,35$ ;  $\gamma = 2,35$ . Planul axelor optice este // (001) pentru roșu și galben și // (010) pentru verde și albastru. Prin încălzirea la  $75^\circ\text{C}$  unghiul axelor optice descrește pentru roșu și crește pentru albastru. Biax negativ. 2 V foarte mic. În lumină galbenă se manifestă uniax. Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 180 s; 265 p, l; 322 s; 345 s; 383 p; 550 p, l; 590 i; 690 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 5,40/4/(001); 4,59/25/(110); 3,50/20/(111); 3,14/100/(121); 2,72/8/(002); 2,64/8/(012); 2,45/12/(200); 2,27/3/(037); 2,21/2/(211); 2,09/2/(060); 2,05/12; 1,97/3; 1,93/12; 1,89/3; 1,83/6; 1,80/32; 1,67/16; 1,62/3; 1,57/12; 1,52/12.

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/ a c d.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,44 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 18,93 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,408$ .

**Celula conține:** (Mn, Si)<sub>128</sub>O<sub>192</sub> cu raportul Mn : Si = 7 : 1.

**Habitus:** piramidal (011) și (131). Fețele (001) și (201) au striatii // [010]. Apare deasemenea masiv.

**Culoare:** cenușiu de oțel - negru cu tentă brun.

**Urma:** conformă culorii.

**Luciu:** semimetalic. Opac.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), r(013), e(011), s(021), n(112), p(111), y(133), x(131).

**Macle:** (112).

**Clivaj:** (112) perfect.

**Spărtură:** neregulată până la concoidală. Casant.

**H** = 6 6 1/2; **G** = 4,72-4,83.

**Compoziția chimică:** MnO = 66,89-82,13%, O = 6,27-8,35%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-15,39%, FeO = 0,00-3,81%, CaU = 0,00-1,20%, SiO<sub>2</sub> = 8,15-9,93%. Fe poate substitui Mn, cu raportul maxim Mn : Fe = 5 : 1. Au mai fost întâlnite cantități mici de Ba, Ca și Mg.

**Proprietăți optice în lumina reflectată:**

**N** //: Culoarea în aer: alb-cenușiu, cu tentă brună.

Culoarea în imersie: slabă tentă brună.

**R** în aer:  $v = 18,5\%$ ,  $o = 16,5\%$ ,  $r = 16\%$ .

**R** în imersie (ulei):  $v = 10\%$ ,  $o = 8\%$ ,  $r = 8\%$ .

$\Delta R$  în aer: foarte slabă, manifestată mai mult la marginea granulelor.

$\Delta R$  în imersie (ulei): distinctă.

**N** +: Anizotropie slabă în aer, distinctă în imersie (ulei). Reflexe interne brune, vizibile foarte rar.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 950-1050  $\approx$ ; 1150-1200  $\approx$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 fs; 480 s; 540 m; 555 i; 625 p, l; 712 s; 815 i; 850 i; 953 fp; 1015 fs; 1040 s; 1112 m;

**Difractometria de raze X** (radiație FeK <sub>$\alpha$</sub> , filtru MnO<sub>2</sub>): 5,44/5/(112); 4,70/10/(200), (004); 4,22/10/(202), (114); 3,39/30/(213); 3,33/10/(220); 2,97/20/(116); 2,72/100/(224); 2,50/5/(314); 2,41/5/(323); 2,35/40/(400), (008); 2,25/5/(411), (217); 2,14/50/(332), (310), (413), (325); 1,870/20/(406), (431); 1,83/10/(1.1.10); 1,803/20/(512), (336); 1,732/20/(2.0.10), (521), (417); 1,656/70/(440), (408); 1,533/20; 1,499/10; 1,466/10; 1,420/40; 1,407/30; 1,370/5; 1,355/10; 1,27/5; 1,22/10; 1,176/10; 1,164/20; 1,15/10; 1,10/10; 1,08/20; 1,074/40; 1,068/20; 1,053/50; 1,052/20; 1,051/10; 1,043/10.

## R U T I L : TiO<sub>2</sub>

**Varietăți:** sașenit: concreștere aciculară, reticulară, maclată care apare ca incluziune în biotit, cuarț; străverit:rutilul cu Ta; rutilul niobian; rutilul ferifer; iserit - rutilul feros cu < 10% FeO; nigris când are 10-30% FeO. Trimorf cu anatasul și brookitul. Izotip cu casiteritul .

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal .

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/m n m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,58 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,95 \text{ \AA}$ .



**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,644$ .

**Celula conține:**  $Ti_2O_4$ .

**Habitus:** prismatic până la acicular // [001]. Zonele de prismă dezvoltate vertical sunt striate. Fețele terminale ale prismelor sunt (101), (111) și mai rar (001). Cristale piramidale se întâlnesc rar. Apare masiv granular.

**Culoare:** brun-roșcat, roșu; uneori este gălbui, albastri-violet, negru, rareori verde. Varietățile cu Fe, Nb sau Te sunt negre, iar varietățile cromifere sunt verzi sau negre.

**Urma:** brun pal-gălbui. Varietățile negre cu Nb, Ta au urma cenușie sau neagră - verzui.

**Luciu:** metallic, adamantin. Granulele mici sunt transparente. Varietățile care conțin Fe, Nb sau Ta sunt transparente numai în secțiuni subțiri. Fotosensibil.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), u(170), x(140), l(130), h(120), r(230), e(011), v(031), w(051), s(111), p(221), t(133), L(131), f(233), Z(231).

**Macle:** (011) comune, uneori polisintetice; (031) rare, de contact, cu formă de inimă; (092), plan de alunecare. De obicei maclele rutilului sunt formate din 2-3, până la 8 indivizi. Caracteristică este macla în genunchi cu planul de concreștere (011).

**Clivaj:** (110), distinct, (100) slab, (111) în urme. Separații de alunecare după planele de maclă (092) și (011);

**Spărtură:** variabilă; concoidală, subconcoidală sau neregulată. Casant.

$H = 6-6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,23 \pm 0,02$  pentru  $TiO_2$  pur.

Rutilul cu Fe are  $G = 4,2-4,4$ , iar cel cu Nb sau Ta are  $G = 4,2-5,6$

**Compoziția chimică:**  $FeO = 0,00-12,29\%$ ,  $SnO = 0,00-2,67\%$ ;  $Fe_2O_3 = 0,00-11,03\%$ ,  $TiO_2 = 41,20-98,96\%$ ,  $Nb_2O_5 = 0,00-32,15\%$ ,  $Ta_2O_5 = 0,00-23,48\%$ .

Varietățile pure sunt rare, mineralul având frecvent cantități importante de Nb, Ta,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  și mici cantități de Sn, Cr, V, Sc.

Pentru varietățile cu Fe, Nb și Ta formula chimică este  $Fe^{2+}(Nb, Ta)_{2x}Ti_{1-3x}O_2$  în care  $x \leq 0,2$ ; formula structurală, plasând varietățile între rutil și tapiolit este  $Fe(Ta, Nb)_2O_6$ .

Sagenitul este aproape  $TiO_2$  pur, formează agregate reticulare sau apare în cristale maclate, incluse în biotit sau cuarț.

Rutilul ferifer conține  $Fe \approx 10\%$  ca substituent al Ti, uneori cu mici cantități de Ta și Nb; este negru și are  $G = 4,2-4,4$ .

Strüveritul conține  $Ta > Nb$  și  $Fe^{2+}$ , iar raportul atomic  $Ta + Nb : Fe = 2 : 1$ .

Rutilul niobian (ilmenorutilul ?) conține  $Nb > Ta$  și  $Fe^{2+}$  în raport atomic  $Nb + ta : Fe = 2 : 1$ .

Rutilul feros (iserit) ? = conține probabil  $Fe^{2+}$  și cantități mai mici de Ta și Nb ca substituenți ai Ti.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roșu sau brun-roșcat. Intensitatea culorii crește odată cu conținutul în Fe. Pleocroism distinct în tonuri de roșu, brun, galben, verde. Varietățile cu Fe, Nb sau Ta pot fi opace în poziția de absorbție maximă. Absorbția:  $\epsilon > \omega$ .

Varietățile cu Nb și Ta sunt brun închis, verzi sau opace. Indicii de refracție descresc prin ridicarea temperaturii, scăderile valorice cele mai mari fiind pentru  $\epsilon$ . Concomitent descresce și birefringența:

T(°C)	25	75	110	150	300	450
$\omega$	2,6124	2,6092	2,6087	2,6062	2,5992	2,5953
$\epsilon$	2,8993	2,8943	2,8920	2,8888	2,8770	2,8679

Se remarcă și o importantă descrescere a valorilor indicilor de refracție odată cu creșterea lungimii de undă ( $\lambda$ ) a radiației. Întrucât valoarea lui  $\epsilon$  descresce mult mai rapid, se constată totodată o descrescere a birefringenței:

$\lambda$	546,07	579,07	607,27	623,43	671,63	690,75
$\epsilon$	2,6505	2,6211	2,6001	2,5890	2,5643	2,5555
$\omega$	2,9467	2,9085	2,8842	2,8712	2,8397	2,8294

Uniax pozitiv. Cristalele deformate mecanic pot arăta un caracter biax anomal.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 320 i; 352 p; (390) i; 420 p; 525 p, l; 695 p, l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,245/100/(110); 2,489/41/(101); 2,297/7/(200); 2,188/22/(111); 2,054/9/(210); 1,687/50/(211); 1,624/16/(220); 1,480/8/(002); 1,453/6/(310); 1,360/16/(301); 1,347/7/(112); 1,305/1/(311); 1,243/3/(202); 1,200/1/(212); 1,1700/4/(321); 1,1485/4/(400); 1,1140/1/(410); 1,0933/4/(222); 1,0827/4/(330); 1,0424/5/(411); 1,0361/4/(312); 1,0273/3/(420); 0,9642/2/(322), (103); 0,9071/3/(402); 0,9007/3/(510); 0,8892/5/(213); 0,8773/6/(431); 0,8739/5/(332); 0,8437/5/(422), (223); 0,8290/5/(303); 0,8196/8/(521).

## PIROLUZIT : $\text{MnO}_2$

*Varietatea larg cristalizată se numește polianit*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa :** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4 m n m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,38 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,651$ .

**Celula conține:**  $\text{Mn}_2\text{O}_4$ .

**Habitus:** cristalele larg dezvoltate (polianit) sunt rare, ele sunt prisme // [001]. Apare în cristale mici, mase compacte, grupări subparalele, mase criptocristaline; uneori bordează cristalele de manganit, pseudomorfozele după aceste fiind des întâlnite. Frecvent apare columnar sau fibros; formațiuni reniforme sau concreționare, mase pulverulente. Se cunosc forme dendritice concreșcute pe suprafețele de ruptură sau incluse în calcedonie (agate).

**Culoare:** cristalele sunt cenușii de oțel, cenușii de fier, negre; formele masive sunt albăstrii.

**Urma:** neagră, neagră-albăstruie.

**Luciu:** metalic. Opac.

**Forme principale:** a(010), m(110), h(120), e(011), g(021), s(111), n(221), z(231).

**Macles:** rare, repetate cu plane (031) și (032). Pe secțiuni lustruite au fost observate macles polisintetice.

**Clivaj:** (110) perfect.

**Spărtură:** neregulată. Casant.

**H = 6 - 6 1/2 ; G = 5,06 ± 0,02.**

**Compoziția chimică:** Mn = 63,19%, O = 36,81%. Au fost raportate mici cantități de apă adsorbită,  $\text{PO}_4$ , elemente alcaline. Varietățile masive sunt impurificate cu limonit, argile,  $\text{SiO}_2$  sau alte minerale de Mn. Analizele chimice au depistat:  $\text{MnO}_2 \pm \text{MnO} = 78,20 - 98,72\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,36\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,95\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 0,30\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{SiO} = 0,00 - 0,64\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,52\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,35 - 1,75\%$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //:** Culoarea în aer: alb cu tentă crem-gălbui.

**R în aer:**  $v = 34\%$ ,  $o = 32,5\%$ ,  $r = 27,5\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă în tonuri de alb-cenușiu și crem-gălbui.

$\Delta R$  în imersie : pronunțată, în aceleași nuanțe.

**N +:** Anizotropie clară în aer, puternică în imersie în nuanțe alb și brun.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $690 \approx$  ; reacție reversibilă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 330 m, l; 410 m, l; 340 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru  $\text{MnO}_2$ ): 3,48/10; 3,14/100/(110); 2,41/50/(101); 2,21/10/(200); 2,13/25/(111); 1,98/15/(210); 1,81/5; 1,68/1; 1,63/50/(211); 1,56/25/(220); 1,43/15/(002); 1,40/15/(310); 1,31/20/(301); 1,25/5/(311); 1,20/5/(202); 1,16/5/(222); 1,125/5/(321); 1,10/5/(400); 1,057/15/(222); 1,04/10/(330); 1,0/10/(411).

## T O D O R O K I T : (Mn, Ba, Ca, Mg)Mn<sub>3</sub>O<sub>7</sub> • H<sub>2</sub>O(?)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (?), pseudorombic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,75 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 2,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 3,4331 : 1 : 3,3768$ ,  $\beta = 90^\circ$ .

**Habitus:** cristale turtite pe (010) și alungite // [100]. Formează mase spongioase și agregate reniforme.

**Culoare:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Macle:** de contact având  $C \wedge C' \approx 60^\circ$ .

**Clivaj:** (100) și (010) perfect. Moale. Lasă urmă pe hârtie.

$G = 3,67$ .

**Compoziția chimică:** K<sub>2</sub>O = 0,54%, Na<sub>2</sub>O = 0,21%, MgO = 1,01%, CaO = 3,28%, BaO = 2,05%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,28%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20%, MnO = 65,89%, O = 12,07%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 9,72%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 1,56%, SiO<sub>2</sub> = 0,45%, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,42%, SO<sub>3</sub> = 0,28%; TiO<sub>2</sub> și Co<sub>2</sub> - urme.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic cu absorbție  $\gamma > \alpha$ . Orientarea:  $\beta = b$ . Indicele de refracție  $n > 1,74$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 9,7/100; 7,2/2; 4,80/80; 4,45/5; 3,22/15; 2,46/20; 2,39/40; 2,34/15; 2,22/20; 2,15/5; 1,98/20; 1,92/5; 1,75/10; 1,54/5%; 1,419/30; 1,392/10; 1,331/60.

## C A S I T E R I T : SnO<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4 / m n m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,72 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,672$ .

**Celula conține:** Sn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> .

**Habitus:** cristalele nemaclate sunt scurt prismatic // [001], cu fețele (110) și (100) proeminente; mai rar lung prismatic // [001] sau piramidale. Fețele (001) și (111) sunt de obicei rugoase. Fețele dezvoltate în zonele [101] și [001] sunt striate. Apare masiv, botrioidal, agregate fibroase, radiare, cruste, mase concreționare, granular.

**Culoare:** galben, brun roșcat, brun închis; ocazional poate fi roșu, cenușiu sau alb; foarte rar este incolor.

Culoarea poate fi distribuită în benzi sau pe suprafețe neregulate.

**Urma:** albă, cenușie, brună.

**Luciu:** adamantin sau metalic. Transparent sau semitransparent, în funcție de intensitatea culorii, gras în spărtură.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), h(120), r(230), e(011), s(111), i(552), t(133), z(231).

**Macle:** (001) comună, de contact sau de penetrație; (031), rare. Macla cu planul (011), denumită „bec de staniu. este formată din doi indivizi cu fețele (111) sub forma unui unghi întrând.

Formează cu cristalele de cuarț concreșteri orientate de forma:

Cuarț (10 $\bar{1}$ 0) [0001] // casiterit (111) [ $\bar{1}$ 12].

**Clivaj:** (100) imperfect. (110) slab. Separații după (111) sau (011).

**Spărtură:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

$H = 6 - 7$  ;  $G = 6,99$ .

**Compoziția chimică:**  $Fe_2O_3 = 0,00 - 8,08\%$ ,  $SnO_2 = 88,95 - 94,89\%$ ,  $Ta_2O_5 = 0,00 - 8,78\%$  Fe poate substitui Sn până la limita  $Fe : Sn = 1 : 6$  Ta și Nb sunt prezente în cantități mici, raportul maxim de substituție fiind  $(Ta, Nb) : Sn = 1 : 30$ . Au fost analizate și probe cu conținuturi mici de Zn (datorat amestecurilor), W și Mn. Analizele spectrale au decelat și cantități foarte scăzute de: Ge, Sc, Nb, Ta, Zr, Ga, Be, Hf, In, V.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau brun, roșu, galben oranj, verde. Poate arăta o distribuție neregulată sau zonală a culorii. Dicroic în tonuri de galben, verde, brun etc. cu absorbție  $\epsilon > \omega$ . Indicii de refracție variază cu lungimea de undă a radiației și cu temperatura.

$\lambda$	$\omega$	$\epsilon$
440,0	2,0475	2,1397
496,1	2,0239	2,1189
585,1	2,006	2,0972
653,0	1,8999	2,0874
715,2	1,9836	2,0818

Birefrința crește odată cu creșterea lungimii de undă:

T(°C)	16	324	533	824	1014
$\omega$	2,0007	2,0173	2,0316	2,0545	2,0702
$\epsilon$	2,0980	2,1135	2,1275	2,1489	2,1658

Pentru aceeași lungime de undă, indicii de refracție cresc cu creșterea temperaturii, în timp ce valoarea birefrinței descrește.

Uniax pozitiv. Anomal se comportă biax cu dispersia  $v > r$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: cenușiu deschis.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu închis.

R în aer:  $v = 11\%$ ,  $o = 10\%$ ,  $r = 8,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = \pm 3\%$ ,  $o = \pm 3\%$ , r -nedeterminat.

$\Delta R$  slabă în ser și în imersie (ulei).

N +: Anizotropie foarte clară atât în aer cât și în ulei.

Reflexe interne puternice de culoare: albă, galbenă, galben-brună; ele pot masca anizotropia. Sunt mai clare în imersie (ulei) și la materialele cu o culoare închisă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 fs ; 540 m; 640 p.1; 700 i.

**Difracție în raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,351/100/(110); 2,644/81/(101); 2,369/24/(200); 2,309/5/(111); 2,120/2/(210); 1,765/63/(211); 1,675/63/(220); 1,593/8/(002); 1,498/13/(310); 1,439/17/(112);

1,415/15/(30); 1,322/7/(202); 1,215/11/(321); 1,184/3/(400); 1,155/8/(222); 1,117/3/(330); 1,092/8/(312); 1,081/8/(411); 1,059/3/(420); 1,036/4/(103); 0,9505/8/(402); 0,9291/3/(510); 0,9143/5/(332); 0,9081/8/(501); 0,8849/7/(422); 0,8814/6/(303); 0,8480/6/(521); 0,8375/1/(440); 0,8261/4/(323); 0,8125/2/(530); 0,8026/6/(512).

## A N A T A S : $\text{TiO}_2$

### Trimorf cu rutilul și broekitul

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială** I 4 / a n d.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,73 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,37 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,512$ .

**Celula conține:**  $\text{Ti}_4\text{O}_8$ .

**Habitus:** piramidal (011) și mai rar (017) sau (013). Mai apare tabular (001), prismatic // [001] cu fețe (110) sau mult mai rar (010).

**Culoarea:** brun, brun-roșcat, gălbui, albastru-indigo, negru, verzui, cenușiu; rareori aproape incolor.

**Urmă:** incoloră sau gălbuie.

**Luciu:** adamantin sau metalic-adamantin. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), v(017), z(013), k(012), e(035), p(011), ε(112), q(111).

**Macle:** (112) rare.

**Clivaj:** (001) și (011) perfect.

**Spărtură:** subconcoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6$ ;  $G = 3,90$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,25 - 1,11\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 98,36 - 99,75\%$ ,  $\text{SnO}_2 = 0,00 - 0,20\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în brun, galben-brun, verzui, albastrui. Dicroism slab; creșteri în intensitate la cristalele puternic colorate. Absorbția variază, de obicei fiind  $\epsilon > \omega$  și mai rar  $\omega > \epsilon$ . Indicii de refracție și birefringenta variază în funcție de temperatură și de lungimea de undă a radiației.

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

Când  $\lambda = \text{constant}$ , creșterea temperaturii determină o descreștere mai rapidă a valorii lui  $\omega$  decât cea a lui  $\epsilon$ ; aceasta determină o descreștere a birefringentei.

Când  $T = \text{constant}$ , iar lungimea de undă crește, valoarea lui  $\omega$  descrește mai rapid, astfel încât și birefringenta descrește.

De obicei este uniax negativ. Cristalele intens colorate pot fi însă biaxe cu  $2V$  mic.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 374 m; 460 - 525 fp.1; 700 p.1.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,51/100/(101); 2,435/9/(103); 2,379/22/(004); 2,336/9/(112); 1,891/33/(200); 1,689/21/(105); 1,665/19/(211); 1,494/4/(213); 1,480/13/(204); 1,367/5/(116); 1,337/5/(220); 1,264/10/(215); 1,250/3/(301); 1,171/2/(303); 1,1609/3/(312); 4,0869/3/(118); 1,0433/3/(321); 1,0173/2 (109); 0,0550/4/(316); 0,9461/3/(400); 0,9189/2/(325); 0,8960/3; 0,8677/2/(228); 0,8311/1/(327); 0,8268/3/(415); 0,8100/1/(309); 0,7990/3/(424).

**BROOKIT : TiO<sub>2</sub>**  
*Trimorf cu rutilul și anasasul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c a b.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,436 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,166 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,135 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 : 0,5931 : 1 : 0,5602$ .

**Celula conține:** Ti<sub>8</sub>O<sub>16</sub>.

**Habitus:** apare exclusiv sub formă de cristale individuale. De obicei sunt tabulare (010) și alungite [001] cu fețele (010) și cele de prismă striate // [001]; cristale prismatice // [001] cu fața (120) proeminentă; rarori apare tabular (001) sau pseudohexagonal cu fețele (120) și (111) egal dezvoltate; cristale piramidale (111).

**Culoare:** brun, brun-gălbui, brun-roșcat, brun închis până la negru de fier.

**Urma:** incoloră, cenușie, gălbuie.

**Luciu:** metalic-adamantin sau semimetalic. Transparent în fragmente subțiri. Varietățile puternic colorate sunt transparente doar în lamele subțiri.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), k(180), l(140), M(120), y(012), x(011), d(403), t(201), X(112), e(111), n(221), v(133), z(122), ε(324), Q(344), θ(759), o(121), s(131), i(231).

**Macles:** plan de maclă (120); nu sunt sigure.

**Clivaj:** (120) slab, (001) foarte slab.

**Spărtură** subconcoidală până la neregulată. Casant.

**H = 5 1/2 - 6; G = 4,14 ± 0,06.**

**Compoziția chimică:** TiO<sub>2</sub> = 94,09 - 98,78%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,41 - 4,5. Fe apare ca substituent al Ti. Sub formă de elemente urmă au fost identificate Nb, Ta, W, Ge ș.a.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** colorat în galben-brun, galben de aur, brun, brun-roșcat, brun-închis. Pleocroic în nuanțe gălbui, roșcate, oranj sau brune. Absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$ . Orientarea  $\gamma = b$  pentru toate lungimile de undă. Proprietățile optice variază în funcție de valorile lungimilor de undă ale temperaturii:

T (°C)	25	150	300	450	600
$\alpha$	2,5831	2,5856	2,5880	2,5904	2,5924
$\beta$	2,5843	2,5869	2,5896	2,5942	2,5991
$\gamma$	2,7004	2,6903	2,6752	2,6675	2,6601

Valoarea 2 E variază cu temperatura și cu lungimea de undă. Biax pozitiv. Dispersia este foarte puternică ( $r > v$ ) când  $\lambda > 555 \text{ m}\mu$  și  $r < v$  când  $\lambda < 555 \text{ m}\mu$ .

$\lambda$	2 E					n la 25°C			
	Temperatura (°C)					Planul optic	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
	25°	150°	300°	450°	600°				
480	72°30'					100			
491,61	68°16'	62°39'		56°29'		100	2,6717	2,6770	2,809
500	58°33'					100			
513,20	47°05'		37°58'			100			
520	44°58'					100			
540	29°39'					100			
546,07						100	2,6154	2,6159	2,7402
555,5	0								
570	21°20'					001			
579,07	25°48'	38°33'	44°58'	62°43'	85°48'	001	2,5895	2,5904	2,7091
580	27°48'					001			
589,3						001	2,5831	2,5843	2,7004
600	37°33'					001			
607,27						001	2,5718	2,5739	2,6882
620	44°57'					001			
623,43		58°50'	69°39'	87°20'	109°23'	001	2,5627	2,5642	2,6770
640	50°11'					001			
660	54°58'					001			
671,63						001	2,5404	2,5443	2,6519
680	58°51'					001			
690,73	64°02'	70°50'	84°11'	103°30'	131°22'	001	2,5331	2,5375	2,6429

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 s; 535 p,1; 680 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,47/100/(102),(111); 2,90/85'/(112); 2,48/50/(021); 2,41/25/(210); 2,21/25/(222); 2,11/25/(212),(124); 1,97/50/(023); 1,88/75/(213); 1,84/50/(123); 1,68/50/(311); 1,65/60/(214),(115); 1,59/50/(312),(223); 1,48/25; 1,44/25.

TELURIT:  $\text{TeO}_2$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c a b.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,50 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,75 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,467 : 1 : 0,476$ .

**Celula conține:**  $\text{Te}_8\text{O}_{16}$ .

**Habitus:** acicular // [001]; cristale plate (010) cu striații // [001]. Formează mase sferice cu structură radiară, agregate rotunjite, mase pulverulente.

**Culoare:** alb, alb-gălbui, galben.

**Luciu:** subadamantin. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100),  $\delta$ (140), r(120), m(110), N(430), g(034), d(101), p(111), e(131), i(10.21.6).

**Clivaj:** (010) perfect. Flexibil.

$H = 2$  ;  $G = 5,90 \pm 0,02$ .

**Compoziție chimică:** Te = 78,68 - 79,94%, O = 19,58 - 20,06%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha = 2,00 \pm 0,05$ ,  $\beta = 2,18 \pm 0,02$ ,  $\gamma = 2,35 \pm 0,02$ .

Biax pozitiv. Dispersia:  $r > v$  moderată.  $2V \approx 90^\circ$ .

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,01/5/(020); 4,05/11/(021); 3,723/95/(111); 3,280/100/(121); 3,008/50/(040); 2,800/25/(131),(200); 2,730/45/(002),(210); 2,636/5/(041); 2,453/9/(102); 2,298/25/(221),(230); 2,050/20/(240),(151); 2,023/20/(042); 1,930/25/(212); 1,883/3/(061); 1,826/9/(250); 1,785/17/(161); 1,759/20/(232); 1,750/17/(311); 1,714/9/(113); 1,696/17/(321); 1,666/9/(123); 1,6168/7/(062),(331); 1,5903/7/(133); 1,5734/3/(171); 1,5176/11/(252),(213); 1,5021/3/(080),(143); 1,4662/9/(270); 1,4246/5/(351); 1,4093/1/(173); 1,4026/7/(181); 1,3267/9/(361); 1,3184/7/(082); 1,2946/11/(313),(124); 1,2885/5/(253), (281); 1,2708/7/(440); 1,2650/3/(191); 1,2489/7/(402); 1,2434/5/(044); 1,1504/7/(1.10.1).

### STIBIOCONIT: $\text{Sb}_3\text{O}_6(\text{OH})$ (?)

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fd\bar{3}m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,27 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** masiv, compact; pulverulent și în cruste; agregate rotunjite, botrioidale.

**Culoare:** galben pal, alb gălbui, alb roșcat.

**Luciu:** perlat până la pământos. Transparent.

$H = 4 - 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 5,58$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Sb}_2\text{O}_5 = 46,42 - 58,66$ ;  $\text{Sb}_2\text{O}_3 = 34,96 - 43,44$ %;  $\text{CaO} = 0,00 - 3,71$ %;  $\text{Sb} = 71,23 - 76,37$ %;  $\text{O} = 18,63 - 21,75$ %;  $\text{H}_2\text{O} = 1,88 - 5,75$ %.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție variază:  $n = 1,605 - 1,90$ .

Izotrop.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,93/90/(111); 3,09/70/(311); 2,96/100/(222); 2,57/40/(400); 2,36/10/(331); 1,98/30/(511),(333); 1,81/80/(440); 1,74/30/(531); 1,57/20/(533); 1,55/60/(622); 1,48/30/(444); 1,44/32/(711),(551); 1,34/30/(731),(553); 1,28/20/(800); 1,118/40/(662); 1,15/40/(840); 1,13/10/(753),(911); 1,108/10/(931); 1,05/20/(844); 0,987/20/(666),(10.2.2); 0,908/10/(880); 0,897/10/(955),(971),(11.3.1); 0,868/30/(10.6.2); 0,855/20/(884),(12.0.0); 0,847/10/(777),(11.5.1); 8,24/10/(975),(11.5.3.); 0,811/20/(12.4.0); 0,785/10/(993),(11.5.5),(11.7.1); 0,783/20/(10.6.6); 0,774/20/(12.4.4).

### BISMIT: $\text{Bi}_2\text{O}_3$

*Dimorf cu sillenitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic; pseudorombic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P2_1/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,83 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,716 : 1 : 0,919$ ,  $\beta = 67^\circ 04'$ .

**Celula conține:**  $\text{Bi}_8\text{O}_{12}$ .

**Habitus:** masiv; granular compact până la pământos sau pulverulent.

**Culoare:** verzui-cenușiu, galben-verzui, galben strălucitor.

**Urma:** cenușie până la galbenă.



**Luciu** : subadamantin până la mat, pământos. În fragmente foarte mici este transparent.

**Spărtura** materialului masiv este neregulată până la pămâtoasă.

$H = 4 \frac{1}{2}$  (descrește la materialul pământos);  $G = 8,64 - 9,22$ .

**Compoziția chimică**: majoritatea analizelor arată că materialul este impur.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: indicele de refracție  $n > 2,42$ . Biax, cu dispersia ridicată.

**Difracțiometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,253/100; 2,708/40; 2,693/40.

## 2. OXIZI CONȚINÂND URANIU, THORIU ȘI ZIRCONIU

### URANINIT : $UO_2$

**Varietăți** : bröggerit, conține Th > (Y, Ce etc.); pitchblendă, conține sulfuri și arseniuri metalice; cleveit, conține pământuri rare

**Sistemul de cristalizare**: cubic (cub centrat pe fețe).

**Clasa**: 4/m 3 2/m.

**Grupa spațială**: F m 3 m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 5,47 \text{ \AA}$ .

**Celula conține**:  $U_4O_8$ .

**Habitus**: octaedric, cub - octaedric, cubic. Și mai rar dodecaedric. Apare masiv (pitchblenda); reniform, botrioidal, structură în benzi; columnar sau lamelar curbat. Formează și agregate dendritice din cristale de mici dimensiuni.

**Culoare**: negru, negru brun, cenușiu, verzui,  $UO_2$  artificial este brun verzui, negru brun sau negru.

**Urma**: neagră brună, cenușie, verde oliv.

**Luciu**: semimetalic, gras sau mat. În foițe subțiri este transparent. Transparența descrește odată cu creșterea oxidării  $U^{4+}$  la  $U^{6+}$ , ajungându-se până la materiale opace.

**Forme principale**: a(001), d(011), o(111).

**Macle**: (111) rare.

**Clivaj**: absent.

**Spărtura**: neregulată până la concoidală. Casant

$H = 5 - 6$ ;  $G = 8,00 - 10,00$ . G descrește odată cu creșterea oxidării  $U^{4+}$  la  $U^{6+}$ ; de asemenea descrește pe măsura substituției U prin Th sau pământuri rare.

**Compoziția chimică**: CaO = 0,18 - 1,72%; MnO : 0,00 - 0,16%; PbO = 0,40 - 19,50%; MgO = 0,00 - 0,17%,  $(Y,Er)_2O_3 = 0,00 - 9,99\%$ ;  $(Ce,La)_2O_3 = 0,00 - 3,29\%$ ,  $La_2O_3 = 0,00 - 2,36\%$ ,  $CeO_2 = 0,00 - 0,071\%$ ,  $UO_2 = 46,13 - 72,25\%$ ;  $U_3O_8 = 64,86 - 88,12\%$ ;  $UO_3 = 13,27 - 40,60\%$ ,  $ThO_2 = 0,00 - 13,94\%$ ;  $ZrO_2 = 0,00 - 7,59\%$ ;  $SiO_2 = 0,00 - 2,79\%$ ;  $Al_2O_3 = 0,00 - 0,25\%$ ;  $Fe_2O_3 = 0,00 - 1,02\%$ ;  $CO_2 = 0,00 - 0,24\%$ ,  $H_2O = 0,00 - 3,17\%$ .

Materialul natural are U în diverse grade de alterare,  $U^{4+}$  fiind predominant. Pb este prezent ca produs de dezintegrare al U și Th. Pământurile rare și Th sunt întâlnite frecvent. Este posibil să existe o serie completă între uraninit ( $UO_2$ ) și therianit ( $ThO_2$ ) așa cum a fost produsă artificial. Sunt prezente și o serie de gaze ca He, Ar N ș.a., dintre care He poate proveni din reacțiile de dezintegrare. Ar și N sunt probabil absorbite din atmosferă.

Unele analize au indicat prezența importantă a Zr și Ta. Mici cantități de Tl, Mn, Bi precum și  $P_2O_5$ ,  $As_2O_3$ ,  $SiO_2$ , elemente alcaline și alcalino-pământoase,  $Al_2O_3$  și  $Fe_2O_3$  descrise în analize se datoresc amestecurilor cu alte minerale.

$H_2O$  găsită în principal în pitchblendă este datorată alterării.

În funcție de compoziția chimică și de starea fizică au fost definite mai multe varietăți dintre care unele cristalizate (bröggerit, cleveit) și unele masive, colomorfe (pitchblendă).

Bröggeritul este varietatea care conține Th ca substituent al U. Mai apare  $Fe_2O_3$  și pământuri rare.

Analizele au arătat că Th, nu depășește 13,94%, dar Th (Y, Ce, etc.).

Cleveitul, conține pământuri rare (Ce, y) ca substituenți ai U. Rezultatele existente dovedesc ca Y Ce, (Ce, La)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Y, Er)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Se menționează însă că substituția U prin (Ce, Y) nu depășește 10%.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** verzui, gălbui, brun.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: cenușie cu tentă castanie, brună.

Culoarea în imersie (ulei) cenușie - brună.

R în aer (pitchblendă): v = 15%, o = 12,5%, r = 12,5%.

R în aer (bröggerit): v = 15,5%, o = 14,0%, r = 14,0%.

R în imersie (ulei) - pitchblendă : v = 4%, o = ± 3%, r - nedeterminat.

R în imersie (ulei) - bröggerit : v = 5%, o = 5%, r - nedeterminat.

N +: Izotrop. Reflexe brun - închise.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 3,157/100/(111); 2,735/48/(200); 1,934/49/(220); 1,649/47/(311); 1,579/13/(222); 1,368/9/(400); 1,255/18/(331); 1,223/15/(420); 1,1163/13/(422); 1,0523/15/(511); 0,9666/6/(440); 0,9243/15/(531); 0,9114/8/(600); 0,8646/9/(620); 0,8339/7/(533); 0,8243/7/(622).

S C H O E P I T : 4 UO<sub>3</sub> 9 H<sub>2</sub>O (?)

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b c a.

Z = 32.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 14,40 Å, b<sub>0</sub> = 16,89 Å, c<sub>0</sub> = 14,75 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,852 : 1 : 0,873.

**Celula conține:** U<sub>32</sub>O<sub>96</sub>.72H<sub>2</sub>O (?).

**Habitus:** tabular (001) sau scurt prismatic [001].

**Culoare:** galben de lămâie, galben de sulf.

**Urma:** galbenă.

**Luciu:** adamantin. Transparent.

**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 = 4,8.

**Compoziția chimică:** formula este nesigură. Probe pure nu au putut fi analizate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, slab gălbui. Pleocroic, orientarea: α = c, β = b, γ = a.

Indicii de refracție și pleocroismul: α = 1,690 ± 0,003 (incolor); β = 1,714 ± 0,003 (galben de lămâie);

γ = 1,735 ± 0,003 (galben de lămâie). Biax negativ. 2V = 89°. Dispersia r v.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 7,28/100; 5,08/70; 3,44/25.

### 3. HIDROXIZII ȘI OXIZII CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL

B R U C I T : Mg(OH)<sub>2</sub>

**Varietăți:** nemalit - fibros; ferobrucit - conține Fe<sup>2+</sup>; manganobrucit - conține Mn<sup>2+</sup>

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** C  $\bar{3}$  m

Z = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 3,125 ± 0,005 Å, c<sub>0</sub> = 4,75 ± 0,005 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 1,520.

**Celula conține:**  $Mg(OH)_2$  în unitatea trigonală.

**Habitus:** cristale tabulare (0001) formând agregate subparalele .

Varietățile cu Mn sunt aciculare // [0001]. Formează mase foioase sau fibroase, cu fibre separabile și elastice. rareori este fin granular. Formațiunile metacoloide sunt stalactitice.

Formează agregate orientate cu piroauritul astfel: brucit (0001) [10 $\bar{1}$ 0] // piroaurit (0001) [10 $\bar{1}$ 0].

**Culoare:** alb, verzui, cenușiu sau albastru. Varietățile cu Mn sunt galbene, brun - roșcate, brune.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos: perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Forme principale:** c(0001), m(11 $\bar{2}$ 0), z(01 $\bar{1}$ 3), e(01 $\bar{1}$ 2), r(10 $\bar{1}$ 1), h(07 $\bar{7}$ 5), t(04 $\bar{4}$ 1).

**Clivaj:** (0001) perfect. Foițele ce se pot separa sunt flexibile.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,39 \pm 0,01$ .

Piroelectric; prin răcire extremitățile dispuse pe [0001] devin negative, iar muchiile laterale pozitive.

**Compoziția chimică:**  $MgO = 51,46 - 69,12\%$ ,  $FeO = 0,00 - 9,57\%$ ,  $ZnO = 0,00 - 3,67\%$ ,  $MnO = 0,00 - 18,11\%$ ,  $H_2O = 26,76 - 31,52\%$ . Mg poate fi substituit prin Mn și Fe până la limita maximă  $Mg : Mn = 5 : 1$  și respectiv  $Mg : Fe = 25 : 2$ . Zn poate substitui și el Mg, dar în cantități foarte mici. Existența  $CO_2$  este datorată amestecului cu hidromagnezitul sau cu alte impurități.

Principalele varietăți sunt nemalitul, ferobrucitul și manganobrucitul. Nemalitul este varietatea fibroasă sau foioasă, cu fibre alungite [10 $\bar{1}$ 0] și mai rar [11 $\bar{2}$ 0]. Unele varietăți fibroase posedă o cantitate mai mare de Fe, dar aceasta se poate datora amestecului cu magnetitul. Ferobrucitul conține Fe ca substituent al Mg, iar manganobrucitul are Mg substituit parțial prin Mn.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Are numeroase anomalii optice datorate deformărilor mecanice: așa cum sunt caracterul biax cu 2  $\sqrt{\quad}$  mic, culorile de interferență ș.a.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,559 - 1,590$ ,  $\gamma = 1,580 - 1,600$ . Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 98 (035)  $\sphericalangle$ ; 1,35(0,3)  $\sphericalangle$ ; 3,74(0,2)  $\sphericalangle$ ; 493(7,5)  $\sphericalangle$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 370 p; 445 fp; 560 i; 640 - 690 i.1; 1630 s.1; 2525 e; 2900 s; 3290 m; 3570 a; 3730 p; 4050 m; 4290 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,77/90/(001); 2,725/6/(100); 2,365/100/(101); 1,794/56/(102); 1,573/36/(100); 1,494/18/(111); 1,373/16/(103); 1,363/2/(200); 1,310/11/(201); 1,192/2/(004); 1,183/9/(202); 1,118/1/(113); 1,092/3/(104); 1,034/5/(203); 1,030/1/(210); 1,0067/7/(211); 0,9543/1/(005); 0,9503/5/(114); 0,9455/8/(212); 0,9085/3/(300); 0,9001/<1/(105); 0,9974/1/(204); 0,8923/2/(301); 0,8643/5/(213); 0,8156/3/(115); 0,7856/3/(220).

## PIROCRUIT : $Mn(OH)_2$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{3} m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,34 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,68 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,401$ .

**Celula conține:**  $Mn(OH)_2$  .

**Habitus:** cristale tabulare (0001) sau romboedrice cu fețe (10 $\bar{1}$ 2) sau (10 $\bar{1}$ 1) larg dezvoltate; rareori este prismatic // [0001] cu fețe predominante (11 $\bar{2}$ 0) și (0001). Formează mase foioase, vinișoare.

**Culoare:** incolor, verzui sau albastrui când este proaspăt; cu timpul culoarea devine castanie, ncăgră.

**Luciu:** perlat pe suprafețele de clivaj. În piese subțiri este transparent. Prin alterare devine opac.

Formează figuri de percusiune pe (0001) cu raze // [10 $\bar{1}$ 0].

**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), x(71 $\bar{8}$ 6).

**Clivaj :** (0001) perfect. Lamellele subțiri sunt flexibile.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,25 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:**  $MnO = 66,98-77,30\%$ ,  $MgO = 0,00-6,56\%$ ,  $CaO = 0,00-0,32\%$ ,  $FeO = 0,00-1,39\%$ ,

ZnO = 0,00 - 3,08%, CO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,99%, H<sub>2</sub>O = 18,57 - 20,90%, Mg poate substitui Mn până la limita Mn : Mg = 5 : 1. De asemenea mici cantități de Zn și Fe pot substitui Mn.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor (proaspăt) sau brun (alterat). Dicroic, cu absorbția  $\omega > \epsilon$ . Indicii de refracție și dicroismul:  $\omega = 1,723$  (castaniu),  $\epsilon = 1,681$  castaniu - crem. Uni-ax negativ. Uneori se comportă anomal biax, cu 2V mic.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 4,72/100/(001); 2,87/14/(100); 2,45/35/(101); 2,36/7/(002); 1,82/21/(102); 1,66/12/(110); 1,57/10/(111); 1,54/20/(003); 1,44/4/(200); 1,38/6/(201); 1,18/6/(004).

P O R T L A N D I T : Ca(OH)<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** C  $\bar{3} m$ .

Z = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,585 \pm 0,001 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,895 \pm 0,003 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,365$ .

**Celula conține:** Ca(OH)<sub>2</sub>.

**Habitus:** cristale hexagonale plate. Cristalele artificiale sunt tabulare (0001) cu fețe (10 $\bar{1}$ 0).

**Culoare:** incolor.

**Luciu:** perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Clivaj:** (0001) perfect. Flexibil. Friabil.

H = 2; G = 2,230 ± 0,003.

**Compoziția chimică:** CaO = 75,64% H<sub>2</sub>O = 24,31%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,574$ ,  $\epsilon = 1,547$ .

Uni-ax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 320 s; 370 m; 450 s; 650 m; ~870 s; 1050 - 1090 s.; ~1430 m; 1600 s; ~3400 i; 3530 i; 3640 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,90/74; 2,628/100; 1,927/42.

L E P I D O C R O C I T : FeO(OH)

Trimorf cu göethitul și akaganeitul

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m (?).

**Grupa spațială:** A m a m.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,87 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 12,51 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,06 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,309 : 1 : 0,2455$ .

**Celula conține:** Fe<sub>4</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale aplatizate (010) și alungite [100]. Uneori fața (010) este striată. Mai rar apare fibros // [100].

Apare în cavități sub formă de agregate fibroase sau solzoase fin imbricate; formează mase reniforme pe pereții geodelor; formele lamelare se pot dezvolta în rozete. Este întâlnit și masiv.

**Culoare:** roșu de rubin, brun roșcat.

**Urma:** oranj închis.

**Luciu:** semimetalic. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), w(031), d(201), t(131).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) și (001) bun. Casant.

H = 5; G = 4,09 ± 0,04.

**Compoziția chimică:** Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 82,67 - 89,90%, MnO = 0,00 - 1,24%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,92%, H<sub>2</sub>O = 10,14 - 11,97%. Mn poate substitui Fe în cantități mici. Apariția SiO<sub>2</sub> în analize este datorată impurităților, iar a CO<sub>2</sub> amestecului cu sideritul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roșcat, roșu - oranj, galben în funcție de grosimea secțiunii. Puternic pleocroic cu absorbția  $\alpha < \beta < \gamma$ . Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,94$  (galben),  $\beta = 2,20$  (roșu - oranj).  $\gamma = 2,51$  (roșu oranj închis). Biax negativ.  $2V = 83^\circ$

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: alb cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei): alb cu tentă verzuie.

R în aer :  $v = 20,5\%$ ,  $o = 17\%$ ,  $r = 16\%$ .

R în imersie (ulei) :  $v = 8\%$ ,  $o = 5,5\%$ ,  $r = 5\%$ .

$\Delta R$  în aer: clară.

$\Delta R$  în imersie: foarte puternică: a - alb albăstrui; b - cenușiu închis, c - cenușiu cu tentă verzui.

N + : Anizotropie puternică atât în aer, cât și în imersie .

Reflexe interne: brun roșcate, brune, galben - roșietice.

Ele sunt vizibile în aer prin iluminare laterală; în imersie (ulei) devin mai clare.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 345(4,6)↘; 470(5,2)↗.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 s; 470 fp; 520 i; 745 m; 790 i; 887 s; 1020 p; 1150 s.l; 2857 m,l; 3125 m; 3390 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_{\alpha}$ , filtru Fe): 6,26/100/(020); 3,29/90/(120); 2,79/10/(011); 2,47/80/(031); 2,36/20/(111); 2,09/20/(131),(060); 1,937/70/(051),(200); 1,848/20/(220); 1,732/40/(151); 1,566/20/(080); 1,535/20/(002); 1,524/40/(231); 1,496/10/(022); 1,449/10/(180); 1,433/20/(171); 1,418/10/(260); 1,383/10/(122); 1,367/30/(251); 1,261/10/(091),(320); 1,213/10/(280); 1,196/20/(022)(191); 1,189/20/(1.10.0); 1,10/20; 1,075/40.

**B O H M I T :  $\text{AlO}(\text{OH})$**

**Sinonim:** boehmit. Dimorf cu diasporul

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m (?).

**Grupa spațială:** A m a m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,8 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,320 : 1 : 0,242$ .

**Celula conține:**  $\text{Al}_4\text{O}_4(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001) microscopice. Apare diseminat sau în agregate pisolitice.

**Culoare:** pur este incolor, alb; prin impurificare poate fi gălbui, castaniu.

**Forme principale:** c(001). n(120).

**Clivaj:** (010) bun.

$H = 3$ ;  $G = 3,01 - 3,06$  (cristale artificiale).

**Compoziția chimică:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 84,97\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,03\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,638 - 1,646$ ,  $\beta = 1,645$ ,  $\gamma = 1,651 - 1,661$ ,  $\Delta = 0,013 - 0,015$ . Biax negativ.  $2V_{\gamma} = 80^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 545(6,3)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 325 s; 372 s; 410 m, [520 fp + 620 fp + 745 fp]t; 1075 p; 1045 i; 1630 s; (2780) i; 3040 - 3095 p; 3245 - 3290 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 6,11/100/(020); 3,164/65/(021); 2,345/53/(041),(130); 1,980/6/(131); 1,860/37/(130); 1,850/27/(002); 1,770/6/(022); 1,662/13/(151); 1,527/6/(080); 1,453/16/(132);

1,434/9/(200); 1,412/1/(081); 1,396/2/(220); 1,383/6/(171); 1,369/2/(062); 1,312/15/(152); 1,303/3/(221); 1,224/1/(241); 1,209/2/(023); 1,1782/3/(082); 1,1711/<1/(260); 1,1609/3/(172); 1,1337/5/(202); 1,1152/2/(222); 1,0917/1/(132); 1,0459/2/(280); 1,0281/1/(133); 0,9903/<1/(262); 0,9818/<1/; 0,9506/2/(173); 0,9310/2/(330); 0,9247/2/(004); (223); 0,9105/2/(282); 0,9023/2/(331); 0,8937/<1/(243); 0,8907/1/(350); 0,8660/<1/(351); 0,8607/1/(134); 0,8316/2/(322); 0,8286/3/(154).

### M A N G A N I T : MnO(OH)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, pseudorombic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** B 2<sub>1</sub> /d.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 8,86 Å, b<sub>0</sub> = 5,24 Å, c<sub>0</sub> = 5,70 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub>/2 : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub>/2 = 0,8454 : 1 : 0,5439, α = 90°.

**Celula conține:** Mn<sub>8</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale prismatice [008] striate // [001] terminate cu fețe (001), macrodomuri sau macropiramide.

Fețele terminale (h o l) sau (h k l) sunt striate // cu muchiile de intersecție proprii. Cristalele sunt grupate, uneori având o dispoziție sub paralelă [001]. Apare și granular, stalactitic.

**Culoare:** cenușiu de oțel, negru de fier.

**Urma:** brun roșcată, uneori neagră.

**Luciu:** semimetalic. Transparent numai în lamele subțiri.

**Forme principale:** c(001), b(010), y(130), t(250), l(120), k(230), m(110), i(430), d(210), h(410), l(011), f(021), u(101), p(111), v(221), x(365), X(414), g(313), s(212), n(121).

**Macle:** (011) de contact și de penetrație; prin repetare se ajunge la macle asemănătoare celor ale rutilului; (100) lamelare, cu o simetrie monoclinică.

**Clivaj:** (010) perfect, (110) și (001) bun.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**Traslații de alunecare** cu T(010) și t [001].

**H = 4; G = 4,33 ± 0,01.**

**Compoziția chimică:** MnO = 79,55-80,66%, O = 8,76-9,27%; H<sub>2</sub>O = 10,16-10,32%,

(Fe, Al)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-0,35%, BaO = 0,00-0,15%, PbO, CuO = 0,00-0,10%; CaO = 0,00-0,10%,

(Na, K)<sub>2</sub>O = 0,00-0,22%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun-roșcat.

Pleocroic cu absorbția α, β < γ. Orientarea : α = a, β = b, γ = c.

Indicii de refracție și pleocroismul: α = 2,25 ± 0,02 (brun roșcat), β = 2,25 ± 0,02 brun, γ = 2,53 ± 0,02 (brun-roșu). Extincția înclinată cu γ ^ c ≈ 4°. Biax pozitiv. 2 V mic.

Dispersia r > v, foarte puternică.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //:** Culoarea în aer: alb-cenușiu.

Culoarea în imersie (ulei) // a - cenușiu cu tentă brună.

// b - cenușiu închis cu tentă oliv.

// c - cenușiu brun.

**R în aer:** // a-v = 16,5%, o = 12%, r = 12,5%.

// b-v = 19%, o = 16%, r = 15,5%.

**R în imersie:** // a-v = 5%, o = 3%, r = 3%.

// v-v = 8%, o = 7%, r = 6%.

**Δ R în aer:** vizibilă pe secțiunile // (001), clară pe secțiunile // (010) și (100).

**Δ R în imersie:** se accentuează.

N +: Anizotropie vizibilă în aer, clară în imersie în culori cenușii-albăstrui, cenușii-galbene, cenușii-purpuri.

Reflexe interne roșii închis, mai vizibile în imersie; intense în secțiunile // (010).

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 370(4,4) ✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 s, l; 500 p, l; 600 p, l; 980 s; 1085 fp; 1115 m, l; 1150 p, l; 1630 fs; 2100 f,p,l; 2645 m; 2800 fp; 3550 s.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe nefiltrată): 3,40/100/(210); 2,64/60/(301), (020); 2,53/5/(012); 2,41/20/(202); 2,28/50/(220); 2,23/5/(400); 2,20/5/(212); 1,783/20/(222); 1,708/40/(420); 1,672/30/(412); 1,636/40/(230); 1,502/20/(032); 1,437/30; 1,326/10; 1,297/10; 1,256/5; 1,24/20; 1,21/20; 1,183/10; 1,162/10; 1,139/40; 1,116/20; 1,10/20; 1,08/20; 1,029/30; 0,993/10; 0,932/20; 0,890/20; 0,878/20; 0,867/20; 0,860/20; 0,835/20.

S T A I N I E R I T: CoO(OH) (?)

**Sinonim:** heterogenit, mindigit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} m$ .

**Z** = 3.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 2,849 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,130 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,6232$ .

**Habitus:** cruste mamelonare și botrioidale; agregate cristaline radiare. În secțiuni apar forme hexagonale sau pseudohexagonale.

**Culoare:** negru, cenușiu de oțel.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** metalic, mat. Opac.

**Clivaj:** după o direcție // cu alungirea cristalelor, probabil (0001), și după o direcție înclinată probabil ( $10\bar{1}1$ ).

**Spărtura** (agregate): concoidală până la neregulată. Nemagnetic.

**H** = 4-5 ; **G** = 4,13-4,17.

**Compoziție chimică:**  $\text{Co}_2\text{O}_3 = 68,72-90,20\%$ ,  $\text{CuO} = 0,00-3,46\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-9,45\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00-6,87\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,80-11,97\%$ . Cu poate substitui Co în raportul Cu : Co = 1 : 24. Apa este absorbită.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: alb, uneori cu tentă brună.

Culoarea în imersie (ulei): mai închisă; variază cu orientarea secțiunii.

R în aer (după  $\omega$ ):  $v = 22,5\%$ ,  $o = 20\%$ ,  $r = 18\%$ .

R în aer (după  $\epsilon$ ):  $v = 15,5\%$ ,  $o = 14\%$ ,  $r = 13\%$ .

R în imersie (după  $\omega$ ):  $v = 11\%$ ,  $o = 3,5\%$ ,  $r = 7,5\%$ .

R în imersie (după  $\epsilon$ ):  $v = 4\%$ ,  $o = 3,5\%$ ,  $r = 3,5\%$ .

R - foarte puternică atât în aer cât și în imersie în tonuri alb - (după  $\omega$ ) - alb cu tentă brună-ciocolatie (după  $\epsilon$ ). În imersie culorile sunt mai închise.

N +: Anizotropie foarte puternică atât în aer, cât și în imersie. Culorile în aer sunt alb-albăstrui și alb-gălbui. Nu s-au observat reflexe interne.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 598 fp; 662 m; 1205 il; 1640 m,l; ~ 1960 m,l; 3400 s.l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 5,02/40; 4,55/100; 2,61/20; 2,48/20; 2,36/100; 2,03/40; 1,84/60; 1,60/20; 1,53/40; 1,45/80; 1,38/60; 1,23/40; 1,21/20; 1,20/20; 1,13/20.

**HIDROTALCIT :  $Mg_6Al_2(OH)_{16}CO_3 \cdot 4 H_2O$** *Dimorf cu manasseitul***Sistemul de cristalizare:** trigonal.**Clasa:**  $\bar{3}$ .**Grupa spațială (rețea):** R.**Z = 3.****Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,13 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 46,15 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 7,528$ .**Celula conține:**  $Mg_{18}Al_6(OH)_{48}(CO_3)_3 \cdot 12 H_2O$ .**Habitus:** masiv, cu structură lamelară foioasă (0001) sau contorsionată; lamelar - fibros sau în lamele aplatizate (0001).**Culoare:** alb, uneori cu o tentă brună**Urma:** albă.**Luciu:** perlat, sidefat. Transparent.**Clivaj:** (0001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar fără elasticitate.**H = 2 ; G = 2,06 ± 0,03.****Compoziția chimică:** MgO = 39,52-40,05%,  $Al_2O_3$  = 14,42-16,87%,  $Fe_2O_3$  = 0,00-2,44% $H_2O$  = 35,46-36,28%,  $CO_2$  = 7,28-7,60%. Fe poate substitui Al în cantități mici.**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,511 \pm 0,003$ ,  $\epsilon = 1,495 \pm 0,003$ .

Uniax negativ. Stressul poate să-i imprime un caracter biax cu 2 V mic.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 270↯; 464↯.**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 7,69/100; 3,88/70; 2,58/20.**BRUGNATELLIT :  $Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4 H_2O$** **Sistemul de cristalizare:** hexagonal.**Clasa:**  $\bar{3}$  sau 3.**Grupa spațială:**  $P \bar{3}$  sau  $P 3$ .**Z = 1.****Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,47 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,97 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,92$ .**Celula conține:**  $Mg_6Fe(OH)_{13}CO_3 \cdot 4 H_2O$ .**Habitus:** masiv; mase lamelare sau foioase formate din mici solzi turtiți pe (0001). Lamelele au uneori a 3-a sau a 6-a latură conturată cu striații ce se intersectează după unghiuri de 60°.**Culoare:** alb-brun, galben.**Urmă:** albă.**Luciu:** perlat. Transparent.**Clivaj:** (0001) perfect.**H = 2; G = 2,14.****Compoziția chimică:** MgO = 39,13-43,63%, MnO = 0,00-1,98%,  $Fe_2O_3$  = 12,98-16,12%,  $CO_2$  = 7,54-8,04%. $H_2O$  = 32,42-34,05%.Mici cantități de  $Mn^{2+}$  pot substitui Mg.**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor până la roz. Dicroic. Indicii de refracție și pleocroismul: $\omega = 1,540 \pm 0,003$  (galben roșcat),  $\epsilon = 1,510 \pm 0,003$  (incolor). Uniax negativ.**Proprietăți termice (A.T.D.):** 373↯; 447↯.**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 7,93/100; 3,96/90; 2,00/70.



PSILOMELAN :  $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_8^{4+}\text{O}_{16}(\text{OH})_4$

*Sinonim: romanechit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/n.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 2,846 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,683 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 4,8981 : 1 : 3,4024$ ,  $\beta = 92^\circ 32'$ .

**Celula conține:**  $\text{H}_4\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_8^{4+}\text{O}_{20}$  sau  $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_8^{4+}\text{O}_{16}(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** este întâlnit numai masiv, în cruste botrioidale lamelare și reniforme; mai rar apare stalactitic sau pământos, pulverulent.

**Culoare:** negru de fier, cenușiu de oțel închis.

**Urma:** neagră brună sau neagră.

**Luciu:** semimetalic sau mat. Opac.

**H** = 5-6 cu valoare ce descrește la varietățile pământoase; **G** =  $4,71 \pm 0,01$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{Li}_2\text{O} = 0,00-0,0015\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-1,30\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,60\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-1,55\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,33\%$ ,  $\text{BaO} = 12,38-17,48\%$ ,  $\text{CuO} = 0,00-0,48\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-1,00\%$ ,  $\text{MnO} = 6,14-10,70\%$ ,  $\text{MnO}_2 = 59,65-72,77\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00-0,90\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00-0,73\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-3,27\%$ ,  $\text{WO}_3 = 0,00-0,89\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 3,77-4,38\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-1,88\%$ . Ba și  $\text{Mn}^{2+}$  apar în raportul 1 : 1. Micile cantități de Cu, Co, Ni, Mg, Ca, W și de elemente alcaline sunt adsorbite sau apar prin amestecuri cu alte minerale; unii dintre acești cationi pot fi substituenți pentru (Ba, Mn). Analizele spectrale au depistat și mici cantități de In, Ga, Tl și Rb.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //**: Culoarea în aer: cenușiu-albăstrui.

R variază între 22-30%, cu valori mai scăzute în imersie.

$\Delta R$ : foarte clară atât în aer cât și în imersie.

**N +:** Anizotropie puternică în aer și în imersie.

Fără reflexe interne.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 460 p; 525 fp, l; 585 fp, l; 715 i; 775 s; 800 s.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 3,88/30; 3,46/70; 3,32/30; 3,24/30; 2,88/70; 2,42/70; 2,36/30; 2,26/30; 2,19/100; 2,15/30; 2,02/10; 1,82/70; 1,71/10; 1,64/30; 1,56/70; 1,50/10; 1,42/70; 1,40/70; 1,30/10.

SASSOLIT :  $\text{B}(\text{OH})_3$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,04 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,56 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 1 : 0,932$ ;  $\alpha = 92^\circ 30'$ ,  $\beta = 101^\circ 10'$ ;  $\gamma = 120^\circ$ .

**Celula conține:**  $\text{H}_{12}\text{B}_4\text{O}_{12}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001), pseudohexagonale; mai rar sunt dezvoltate // [001]. Formează cruste, uneori forme stalactitice.

**Culoare:** alb, cenușiu; incluziunile limonitice sau de sulfuri îi dau o tentă galbenă sau brună.

**Luciu:** perlat. Transparent. Gust acidulat, slab salin și amarui.

**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( $\bar{1}$ 11).

**Macle:** comune, cu axul de maclă [001].

**Clivaj:** (001) perfect, asemănător micelor. Cristalele sunt flexibile. La pipăit este neted și unsuros.

$H = 1$ ;  $G = 1,48 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:**  $B_2O_3 = 56,39\%$ ,  $H_2O = 43,61\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,340 \pm 0,005$ ,  $\beta = 1,456 \pm 0,003$ ,  $\gamma = 1,459 \pm 0,003$ ,  $\alpha \perp (001)$ ; P.A.O. // b și  $\perp (001)$ . Biax negativ. 2 V foarte mic. Dispersia imperceptibilă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 102 (0,5)✓; [172 + 190] (10,0)✓.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 6,04/20/(010); 5,91/10/(100); 4,60/ < 10/(\bar{1}11); 4,21/ < 10/(\bar{1}\bar{1}\bar{1}); 4,06/ < 10/(011); 3,52/ < 10/(\bar{1}\bar{2}0), (2\bar{1}0); 3,18/100/(\bar{1}02), (\bar{1}\bar{2}1), (002); 3,03/10/(020); 2,95/ < 10/(200); 2,92/10; 2,95/ < 10; 2,92/10; 2,84/ < 10; 2,72/ < 10; 2,64/10; 2,56/ < 10; 2,53/ < 10; 2,50/ < 10; 2,30/ < 10; 2,23/ < 10; 2,10/ < 10; 2,04/ < 10; 1,949/ < 10; 1,905/ < 10; 1,888/ < 10; 1,670/ < 10; 1,591/20.

G I B B S I T :  $Al(OH)_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/n$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,624 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,060 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,700 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7043 : 1 : 1,9168$ ,  $\beta = 85^\circ 26'$ .

**Celula conține:**  $Al_8(OH)_{24}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001) cu fețele (100) și (110) bine dezvoltate și cu aspect hexagonal. Ocazional apare în lamele dispuse radial care formează concrețiuni sferoidale. Apare ca incrustații, stalactitic, mamelonar mase solzoase fin imbricate sau criptocristaline; formează cruste sau mase pământoase compacte.

**Culoare:** alb, cenușiu, verzui, alb-roșcat; galben roșcat când este impur.

**Luciu:** sticlos; pe suprafața de clivaj este perlat. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), n(870),  $\mu(210)$ , l(410), t(920), d(\bar{1}01), s(\bar{3}12), u(\bar{6}23).

**Macle:** (a) comune, cu axul de maclă [130], formele (001) și (001) fiind în poziție paralelă, iar axul de zonă [010] coincide cu axul de zonă [110];

(b) comune, cu planul de maclă (001);

(c) rare, cu planul de maclă (100) și având  $(001) \wedge (001) = 9^\circ 02'$

(d) rare, cu planul de maclă (110) și având  $(001) \wedge (001) = 4^\circ 34'$

**Clivaj:** (001) perfect. Figuri de percusiune pe (001) cu raze  $\perp$  pe (100) și (110). Figuri de presiune pe (001) cu separații // (100). Expansiune termică  $\perp$  (010), (001), (100), (10\bar{1}) și (101).

$H = 2 \frac{1}{2} - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,40 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:**  $CaO = 0,00-0,20\%$ ,  $MgO = 0,00-0,10\%$ ,  $Al_2O_3 = 62,80-65,35\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00-0,44\%$ ,  $SiO_2 = 0,00-2,78\%$ ,  $H_2O = 33,74-35,13\%$ .

Cantitățile mici de  $Fe_2O_3$  și  $SiO_2$  sunt datorate probabil impurităților. În unele analize a fost depistat  $P_2O_5$  care se presupune a aparține amestecurilor cu minerale fosfatice sau fosfaților absorbiți.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = 69^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = -21^\circ 10'$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,568 \pm 0,001$ ,  $\beta = 1,568 \pm 0,001$ ,  $\gamma = 1,587 \pm 0,001$ . În lumină roșie alungirea este (+) sau (-) la  $56^\circ \frac{1}{2}$  c,  $\beta = b$  și  $\gamma \wedge c = -45^\circ \frac{1}{2}$ . Gibbsitul fibros are alungirea fie (+), fie (-) și extincția înclinată. Biax pozitiv.  $2V = 0^\circ$ ;  $2V = 0^\circ$  în lumină albastră la  $26^\circ \frac{1}{2}$ . Dispersia variază.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 340(8,2)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 196 s; 255 m; 285 m; 370 p; [410 sl + 420 sl] d; 450 m; (476) s; 515 fp; 560 fp, l; 585 m; 665 p; [745 p + 800 p] d; 915 s; 960 m; 1020 fp; 1620 s; 3375 p, l; 3435 fp; 3520 fp; 3617 p; 3685 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,85/100/(002); 4,37/50/(110); 4,32/23/(200); 3,306/15/(112); 3,187/12/(11 $\bar{2}$ ); 3,112/7/(103); 2,454/23/(021); 2,420/20/(004); 2,388/27/(31 $\bar{1}$ ); 2,285/5/(312); 2,244/10/(022), (21 $\bar{3}$ ); 2,168/7/(31 $\bar{2}$ ); 2,085/2/(11 $\bar{4}$ ); 2,043/17/(313); 1,993/11/(023); 1,960/2/(123); 1,921/11/(41 $\bar{1}$ ); 1,799/13/(314); 1,750/16/(024); 1,689/13/(31 $\bar{4}$ ); 1,654/3/(224); 1,638/2/(421); 1,593/3/(22 $\bar{4}$ ), (51 $\bar{4}$ ); 1,584/2/(422), (512); 1,573/3/(230), (503); 1,555/1/(40 $\bar{4}$ ); 1,551/1/(23 $\bar{1}$ ); 1,486/2; 1,477/1; 1,457/9; 1,441/6; 1,409/6; 1,398/6; 1,380/2; 1,361/4; 1,340/1; 1,330/2; 1,320/3; 1,246/2; 1,214/4.

#### 4. OXIZI MULTIPLI

##### DELAFOSSIT : $\text{CuFeO}_2$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m$ .

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 5,56$ .

**Celula conține:**  $\text{CuFeO}_2$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** predomină cristalele tabulare (0001) cu forme principale (0001) și (10 $\bar{1}$ 1). Formează cruste botrioidale.

**Culoare:** ncagră.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic. Opac

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), r(10 $\bar{1}$ 1).

**Macle:** (0001) de contact.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0) imperfect..Casant. Slab magnetic.

**H = 5 1/2 ; G = 5,41.**

**Compoziția chimică:** Cu = 40,68 - 42,14%, Fe = 33,56 - 37,91%, O = 19,74 - 21,41%

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //:** Culoarea în aer: alb până la brun - roz.

R în aer  $\approx$  22%.

$\Delta R$  în aer: distinctă, mai ales pe marginea granulelor; în culori roz - brun și galben - brun.

$\Delta R$  în imersie (ulei): mai clară, dar în nuanțe de culoare mai închise.

**N +:** Anizotropie medie sau puternică, atât în aer cât și în imersie; culorile sunt cenușii - albaștrui.

Secțiunile bazale sunt izotrope.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_{\alpha}$ , filtru Fe): 2,86/35/(006); 2,58/18/(101); 2,508/100/(012); 2,238/25/(104); 2,083/6/(015); 1,902/10/(009); 1,658/35/(018); 1,512/40/(110); 1,434/20/(10,10),(0.0.12); 1,336/16/(116),(0.1.11); 1,295/12/(202); 1,253/10/(024); 1,184/6/(119); 1,119/10/(208); 1,108/6/(0.1.14); 1,040/18/(0.2.10); (1.1.12); 0,984/16/(122); 0,965/10/(214).

# DIASPOR : $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_7$

Dimorf cu böhmitul

Varietatea manganodiaspor, conține Mn ca substituent pentru Al

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pb n m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,468 : 1 : 0,302$ .

**Celula conține:**  $\text{H}_4\text{Al}_4\text{O}_8$ .

**Habitus:** cristale aplatizate (010) și alungite // [001]; uneori acciculare // [001] și rareori tabulare (100). Fețele din zonă [010] sunt striate // [010]; cele din zona [100] sunt striate // [001], iar cele din zona [01̄2] sunt striate // [01̄2]. Apare diseminat sau formează mase foioase, stalactitice.

**Culoare:** alb, alb-cenușiu, incolor, cenușiu - verzui, brun, galben, roz. Unele cristale prezintă variații de culoare cu direcția în tonuri de albastru - violet, roz - roșcat și verde conform celor trei direcții principale.

Varietățile manganifere au culoarea roz - roșcat.

**Luciu:** strălucitor, sticlos în spăr\_tură și perlat pe suprafețele de clivaj.

**Forme principale:** b(010), l(140), k(130), m(110), e(021), s(111), p(121).

**Macles:** rare cu plan de macle (061) sau (021) cu un intrînd de  $\approx 60^\circ$  care conferă agregatelor un aspect pseudohexagonal.

**Clivaj:** (010) perfect, (110) slab, (100) în urme.

**Spărtura:** concoidală. Foarte casant.

**H** = 6 1/2 - 7; **G** = 3,3 - 3,5.

**Compoziția chimică :**  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 77,95 - 84,98\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 6,60\%$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,32\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 0,10\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 1,37\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,67 - 15,02\%$ .  $\text{Mn}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$  pot substitui Al în cantități mici ( $\text{Fe} : \text{Al} = 1 : 19$ ).  $\text{SiO}_2$  și  $\text{P}_2\text{O}_5$ , raportate de unele analize, sunt datorate amestecurilor.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab colorat. Pleocroic cu absorbție  $\alpha < \beta < \gamma$

Orientarea:  $\alpha = c$ ;  $\beta = b$ ;  $\gamma = a$ . Indicii de refracție  $\alpha = 1,702$ ,  $\beta = 1,722$ ,  $\gamma = 1,750$ .

Biax pozitiv.  $2V = 84 - 85^\circ$ . Dispersia  $r < v$ , mică.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 572(6,2)  $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 350 s; 375 s; 520 m; 575 m; 680 pl; 710 p; 756 m; 965 fp,1; 1075 fp,1; 1635 s; 1985 m; 2110 m; 2325 s; 2895 - 2920 fp,1.

**Difractometria de raxe X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,71/13/(020); 3,99/100/(110); 3,214/10/(120); 2,558/30/(130); 2,434/3/(021); 2,386/5/(101); 2,356/8/(040); 2,317/56/(111); 2,131/52/(121); 2,077/49/(140); 1,901/3/(131); 1,815/8/(041); 1,733/3/(150); 1,712/15/(211); 1,678/3/(141); 1,633/43/(221); 1,608/10/(240); 1,570/41/(060); 1,522/6/(231); 1,480/20/(160),(151); 1,431/7/(250); 1,423/12/(002); 1,400/6/(320); 1,376/16/(061); 1,340/5/(112); 1,329/6/(330); 1,304/3/(301); 1,289/6/(311),(170); 1,279/1/(251); 1,256/4/(321); 1,243/5/(340),(132); 1,218/2/(042); 1,204/4/(331); 1,1783/1/(080); 1,1739/7/(149); 1.14.08/2/(341); 1,1003/1/(400); 1,0923/3/(410).

G O E T H I T :  $\text{HFeO}_2$

*Sinonim: nadeleisenerz*

*Trimorf cu lepidocrocitul și alcaganeitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pb n m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,64 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,464 : 1 : 0,303$ .

**Celula conține:**  $\text{H}_4\text{Fe}_4\text{O}_8$ .

**Habitus:** prismatic // [001] și striate // [001]; cristalele turtite pe (010); cristale acciculare // [001] formând grupuri radiare. Frecvent apare masiv, reniform, în mase botrioidale sau stalactitice; în structuri radiar compact; în spărtură concoidală, agregate oolitice și pisolitice; concrețiuni nodulare. Se dezvoltă în geode sau ca pseudomorfoze ale sulfurilor de fier. Impurificat cu argile formează mase pământoase.

**Culoare:** cristalele brun - negricioase, varietățile masive sunt galbene, brun - roșcate; varietățile pământoase sunt galbene - ocru, brune - galbene - oranj.

**Urma:** galben - brună, galben - oranj.

**Luciu:** cristalele au luciu metalic - adamantin; varietățile fibroase mătăsoș, iar cele pământoase mat.

Transparent în fracțiuni subțiri.

**Forme principale:** b(010), a(100), y(120), m(110), e(021), u(101), s(111), p(121).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) slab. **Spărtura** neregulată. Casant.

**H = 5 - 5 1/2 ; G = 3,3 - 4,3** pentru materialul masiv și  $4,28 \pm 0,1$  pentru cristale.

**Compoziția chimică:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 88,24 - 89,86\%$ ;  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 1,25\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,97 - 10,54\%$ . Fe poate fi substituit de mici cantități de mangan.  $\text{SiO}_2$  este datorat amestecurilor. Varietățile masive și pulverulente posedă apă absorbită sau capilară în cantități mai mari.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorant în galben oranj. Pleocroic cu absorbție  $\gamma > \beta > \alpha$  pentru lumină albă. Orientarea și pleocroismul în lumină roșie:  $\alpha = b$ ; (galben clar);  $\beta = a$  (galben brun);  $\gamma = c$  (galben oranj). Orientarea și pleocroismul în lumină galbenă:  $\alpha = b$  (galben clar);  $\beta = c$  (galben brun);  $\gamma = a$  (galben oranj).

Indicii de refracție în lumină de Na :  $\alpha = 2,260$ ,  $\beta = 2,393$ ,  $\gamma = 2,398$ ;  $\Delta = 0,138$ . Biax negativ. 2V mic până la mediu. Analizat în lumină cu  $\lambda = 610 - 620 \text{ m}\mu$  este uniax negativ. Dispersia  $r > v$ , puternică. Unghiul axelor optice variază cu temperatura: mineralul este uniax la  $59^\circ$  pentru  $\lambda = 578 \text{ m}\mu$ .

Varietățile fibroase arată anomalii optice datorită impurităților care apar ca filme subțiri între fibre precum și datorită orientării fibrelor.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:** depind de tipul materialului analitic și de calitatea secțiunii lustruite.

Astfel bireflexia și anizotropia se observă doar la granulele bine dezvoltate.

**N //:** Culoarea în aer: cenușiu cu tentă albăstrui.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu mai închis.

R în aer:  $v = 17,5\%$ ,  $o = 14\%$ ,  $r = 13\%$ .

R în imersie (ulci):  $v = 6,5\%$ ,  $o = 4,5\%$ ,  $r = 4\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă în tonuri de cenușiu - cenușiu cu tentă brună.

$\Delta R$  în imersie : puternică.

**N +:** Anizotropia slabă în aer și în imersie; se observă doar la o iluminare puternică.

Reflexe interne frecvente de culoare galben, roșu - brun; se observă mai bine în imersie.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 411(5,4)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 i; 460 p; 585 p; 672 m; 805 fp; 900 fp; 1040 i; 1105 m,l;  
~1660 s; 2985 - 3095 m.l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $FeK_{\alpha}$ ): 5,00/20/(020); 4,21/100/(110); 3,37/20/(120); 2,69/80/(130); 2,57/20/(021); 2,51/10; 2,48/20/(040); 2,44/20/(120); 2,25/22/(121); 2,18/40/(140); 2,09/5/(220); 2,00/10/(131); 1,920/10/(041); 1,803/20/(211); 1,774/5/(141); 1,719/50/(221); 1,689/30/(240); 1,660/10/(060); 1,602/20/(231); 1,563/30/(151); 1,507/20/(250); 1,468/10; 1,456/5/(061); 1,456/5/(601); 1,452/20/(022); 1,420/5/(112); 1,392/10/(330); 1,360/10/(170); 1,347/5/(251),(260); 1,318/20/(321),(132); 1,293/5/(042); 1,263/10/(202); 1,239/10/(171); 1,197/10/(341); 1,151/10/(081),(400); 1,141/10/(410); 1,125/10/(351),(242); 1,117/5/(062); 1,093/10/(280); 1,071/5/(190).

## L I M O N I T

**Sinonim:** hidrogoethit

*Sub aceste denumiri sunt cuprinse concentrațiile naturale de oxizi și hidroxizi de fier cu conținuturi ridicate de hidroxizi de Al, minerale argiloase, sulfati (jansit) ș.a. Forme de apariție: stalactitic, botrioidal, mamelar; formează cruste, mase pământoase și poroase, având structură internă sticloasă, fibroasă sau subfibroasă.*

**Culoare:** brun, brun închis, negru, galben, ocru, brun roșcat, negru-roșcat, brun-oranj.

**Urma:** brun gălbuie, până la roșie.

**Luciu:** sticios până la mat. Transparent în fragmente subțiri.

**Spărtura:** concoidală, subconcoidală până la neregulată. Formele vitroase sunt casante.

**H** = 4 - 5 1/2 ; **G** = 2,7 - 4,3. H și G variază foarte mult în funcție de compoziție.

**Compoziția chimică** este greu să se stabilească o formulă chimică, cea mai adecvată fiind probabil  $HFeO_2 \cdot n H_2O + Fe_2O_3 \cdot n H_2O$ . Aceștia sunt intim amestecați cu  $SiO_2$  coloidal, minerale argiloase, oxizi de Mn, jarosit, fosfați, acizi humici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în galben, galben brun, brun roșcat, roșu. Indicele de refracție variază între 2,00 - 2,10.

Izotrop: uneori arată o birefringență anomală ( $\Delta = 0,04$ ).

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 340(3,7)✓ ; 423(5,0)✓ ; 475(5,5)✓.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 4,178/100/(110); 3,385/30/(120); 2,690/80/(130); 2,580/30/(021); 2,450/100/(111); 2,253/40/(121); 2,189/60/(140); 2,020/10/(131); 1,923/10/(041); 1,832/20/(201); 1,719/80/(221); 1,692/20/(240); 1,659/10/(060); 1,603/20/(231); 1,564/60/(151); 1,510/40/(310),(002); 1,454/40/(061); 1,423/20/(070),(112); 1,395/20/(330); 1,362/10/(170); 1,319/20/(132),(321); 1,292/10/(042); 1,266/10/(122); 1,245/10/(080); 1,127/10.

## S P I N E L : $MgAl_2O_4$

**Varietăți:** numeroase în funcție de chimism și de culoare

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m 3 2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,086 \pm 0,003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Mg_8Al_{16}O_{32}$  în unitatea celulară.

**Habitus:** frecvent octaedric, rar dodecaedric sau cubic. Apare masiv, larg granular până la compact

Varietăți în funcție de culoare: spinelul rubin (roșu, roz); rubicelle (galben, orange); spinelul almandin (violet), spinelul safir (albastru).

**Urmă:** albă.

**Luciu:** sticlos, rare ori mat.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), m(113), n(112), q(133), p(122).

**Macle:** (111) comun. Planele (111) funcționează ca suprafețe de separație.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7 \frac{1}{2} - 8$ ;  $G = 3,55$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 25,19 - 26,50%, FeO = 0,00 - 0,69%, MnO = 0,00 - 0,18%, ZnO = 0,00 - 1,62%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 66,25 - 70,41%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 5,32%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,44%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,91%.

Spinelii naturali, spre diferență de cei artificiali păstrează raportul Mg : Al = 1 : 2. Celelalte elemente raportate de analizele chimice se datoresc substituțiilor (Fe, Mn, Cr) sau amestecurilor (Si). Au fost separate mai multe varietăți pe baza compoziției chimice:

- Spinelul zincifer (*gahnospinel*): conține Zn ca substituent al Mg;
- Spinelul feros (*ceylonit*): conține Fe<sup>2+</sup> ca substituent al Mg;
- Spinelul ferifer (*clorospinel*): conține Fe<sup>3+</sup> ca substituent al Al;
- Spinelul cromifer: conține Cr ca substituent al Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în culori apropiate celor văzute microscopic. Indicele de refracție  $n = 1,719 - 1,720$ ;  $n$  variază liniar cu substituția Mg / Zn. Cu cât această substituție este mai mare, mineralul prezintă un pleocroism anomal.

Izotrop, rareori cu birefringență anomală.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 510 ml; 583 s; 685 m; 765 i; 1020 sc; 1080 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,67/4/(111); 2,856/40/(220); 2,436/100/(311); 2,333/3/(222); 2,021/58/(400); 1,649/10/(422); 1,555/45/(511); 1,429/58/(440); 1,366/3/(531); 1,278/2/(620); 1,232/9/(533); 1,218/1/(622); 1,1662/7/(444); 1,1312/2/(711); 1,0796/4/(642); 1,0518/12/(731); 1,0100/5/(800); 0,9522/3/(822); 0,9330/10/(751); 0,9034/6/(840); 0,88691/<1/(911); 0,86131/1/(664); 0,8469/10/(931); 0,8247/20/(844).

## HERCINIT : FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

**Varietăți:** hercinitul magnezian, hercinitul ferifer și cromohercinitul

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,119 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** Fe<sub>8</sub>Al<sub>16</sub>O<sub>32</sub>.

**Habitus:** Nu a fost găsit sub formă de cristale. Apare masiv fin granular, încrustații granulare.

**Culoare:** neagră.

**Urma:** verde cenușiu închis, verde închis.

**Luciu:** sticlos.

**Spărtură:** concoidală până la neregulată.

$H = 7 \frac{1}{2} - 8$ ;  $G = 4,39$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 13,36 - 27,49%, FeO = 0,00 - 21,78%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 57,34 - 64,86%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 14,77%; Mg poate să substituie Fe; cantitățile mari de Mg se pot datora și amestecului cu spinelul.

Varietățile separate sunt datorate compoziției chimice. Hercinitul este acel termen al spinelilor în care predomină Fe<sup>2+</sup> și Al. Față de aceasta s-au individualizat:

- hercinitul magnezian: în care Mg substituie Fe<sup>2+</sup>
- hercinitul ferifer: în care Fe<sup>3+</sup> substituie Al, existând probabil o serie parțială între magnetit (aluminos)

și hercinit (ferifer);

- *cromohercinitul*: în care Cr substituie Al; se presupune o serie completă între Cr și Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: colorat în verde închis. Indicele de refracție  $n = 1,800 \pm 0,006$   
Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 510 p.l; 562 p.l; 672 fpl.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,70/50/(111); 2,87/70/(220); 2,45/100/(311); 2,03/70/(400); 1,656/20/(422); 1,562/90/(333); 1,434/90/(440); 1,283/30/(620); 1,238/10/(533); 1,172/10/(444); 1,137/20/(711); 1,085/32/(642); 1,057/20/(731); 1,015/10/(800); 0,956/20/(822); 0,937/10/(662); 0,850/10/(931); 0,827/50/(844); 0,795/20/(10.2.0); 0,784/50/(10.2.2).

G A H N I T :  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$

**Varietăți** : gahnit zincifer, gahnit feros și gahnit ferifer

**Sistemul de cristalizare**: cubic.

**Clasa**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială**: F d 3 m.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 8,062 \pm 0,001 \text{ \AA}$ .

**Celula conține**: :  $\text{Zn}_8\text{Al}_{16}\text{O}_{32}$  .

**Habitus**: cristale octaedrice, uneori modificate; mai rar cubic sau dodecaedric. Apare masiv, larg granular sau compact.

**Culoare**: verde albăstrui închis, albăstrui închis, galben sau brun.

**Urma**: cenușie.

**Luciu**: sticlos.

**Forme principale**: a(001); d(011); 0(111), m(113), n(112), q(133), p(122).

**Macles**: (111) uneori repetate. Separații după [111].

**Spărtura**: concoidală sau neregulată. Casant.

**H** = 7 1/2 - 8; **G** = 4,62.

**Compoziția chimică**:  $\text{MgO} = 0,00 - 10,33\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 14,79\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 1,13\%$ ,  $\text{ZnO} = 23,77 - 41,66\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 48,40 - 60,76\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 8,58\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,09\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 1,50\%$  .

Schimbările în compoziția chimică au dus la separarea următoarelor varietăți:

- *gahnitul magnezian* : Mg apare ca substituent pentru Zn;

- *gahnitul feros*: raportul Zn :  $\text{Fe}^{2+} \approx 1,64 : 1$

- *gahnitul ferifer*: conține  $\text{Fe}^{3+}$  în substituție pentru Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: colorat în galben, verde, albastru. Uneori prezintă un pleocroism anomal. Indicele de refracție  $n = 1,790 \pm 0,002$ ; valoarea lui n depinde de conținutul în Zn și de raportul Zn/Mg.

Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 505 p.l; 560 p.l; 590 i; 650 i; 668 p.l. 690 i; 750 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,65/5/(111); 2,863/90/(220); 2,442/100/(311); 2,326/5/(222); 2,021/20/(400); 1,856/20/(331); 1,649/30/(422); 1,555/40/(511),(333); 1,421/50/(440); 1,362/5/(531); 1,280/20/(620); 1,235/30/(533); 1,2205/5/(622); 1,169/10/(444); 1,134/10/(711),(551); 1,0825/20/(642); 1,0550/30/(731),(553); 1,0125/20/(800); 0,9885/5/(733); 0,9550/20/(822),(660); 0,9360/30/(751),(555); 0,9260/10/(662); 0,9020/5/(840); 0,8895/5/(911),(753); 0,8640/10/(664); 0,8500/20/(931); 0,9270/30/(844); 0,7950/20/(10.2.0),(852); 0,783/20/(951),(773).



**Sistem de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,271 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Mn_8Al_{16}O_{32}$ .

**Habitus:** cristale nu au fost întâlnite. Apare masiv, granular, granule încrustate.

**Culoare:** negru.

**Urma:** brună-roșietică.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

$H = 7 \frac{1}{2} - 8$ ;  $G = 4,03$ .

**Compoziția chimică:** mineralul pur nu a fost găsit în natură.

Unele analize au raportat un conținut ridicat de  $Fe^{2+}$ , separându-se chiar varietatea denumită galaxit feros.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicele de refracție  $n = 1,923$ .

Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 p.l; 485 p.l; 530m; 650 fp.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 2,921/60/(220); 2,492/100/(311); 2,383/10/(222); 2,065/25/(400); 1,6862/20/(422); 1,5896/40/(511); 1,4600/45/(440); 1,3060/8/(620); 1,2596/12/(533); 1,1037/10/(642); 1,0749/25/(731); 1,0322/14/(800); 0,9732/8/(822); 0,9534/20/(751); 0,8656/16/(931); 0,8429/30/(844); 0,8097/12/(10.2.0); 0,7983/18/(951).

### M A G N E Z I O F E R I T : $MgFe_2O_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,366 \pm 0,001 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Mg_8Fe_{16}O_{32}$ .

**Habitus:** rarori apar cristale octaedrice mici; de obicei apare masiv, fin granular.

**Culoare:** negru, negru brun.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** metalic, uneori mat. Opac.

**Forme principale:**  $o(111)$

**Macles:** (111) comune. Separații slab manifestate după (111).

**Spărtură:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,56 - 4,65$ .

**Compoziția chimică:**  $MgO = 9,47 - 20,16\%$ ;  $FeO = 0,00 - 16,82\%$ ;  $MnO = 0,00 - 2,10\%$ ;

$Al_2O_3 = 0,00 - 10,37\%$ ;  $Fe_2O_3 = 59,01 - 86,96\%$ ;  $TiO_2 = 0,00 - 2,40\%$ . Raportul  $Fe^{2+} : Mg$  poate fi uneori 1 : 1 definind varietatea feroasă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, brun-roșcat. Indicele de refracție  $n = 2,38$ . Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 433 p.l.; 582 f p.l.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo, nefiltrată) : 4,83/5/(111); 2,97/50/(220); 2,53/100/(311); 2,09/50/(400); 1,71/30/(400); 1,61/70/(511),(333); 1,48/90/(440); 1,32/10/(620); 1,28/20/(533); 1,12/20/(642); 1,09/40/(731),(553); 1,04/20/(800); 0,98/10/(660),(822); 0,96/3/(662); 0,93/10/(840); 0,89/5; 0,88/20; 0,85/40; 0,82/10; 0,81/10; 0,76/5; 0,75/5.

**Varietăți** :pe baza compoziției chimice: magnezioferit - conține Mg; manganomagnetit - conține Mn; magnetit nichelifer - conține Ni; magnetit aluminos - conține Al; magnetit cromifer - conține Cr; titanomagnetit - conține Ti; vanadomagnetit - conține V.

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fd\bar{3}m$ .

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,374 \pm 0,003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_8\text{Fe}_{16}\text{O}_{32}$ .

**Habitus:** de obicei cristale octaedrice, uneori intens modificate; cristale dodecaedrice striate. Frecvent apare masiv, compact, fin până la larg granular.

**Culoare:** negru de fier, negru cenușiu.

**Urmă:** neagră.

**Luciu:** metalic, uneori mat. Opac.

**Forme principale:** a(001); d(011); o(111); e(012); m(013); n(112), q(133), p(122), v(135).

**Macle:** (111) comune, uneori lamelare.

**Clivaj:** absent. Separatii după (111).

**Spărtură:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

**H** =  $5\frac{1}{2} - 6\frac{1}{2}$ ; **G** = 5,175.

**Compoziția chimică:**  $\text{MgO} = 0,00 - 4,89\%$ ,  $\text{FeO} = 20,50 - 31,03\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 8,46\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,62\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 59,71 - 69,70\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,42\%$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3 = 0,00 - 3,32\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 5,32\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 0,59\%$ .

$\text{Ti}^{4+}$  poate apare în cantități mai mari ( $\approx 7,5\%$ ), făcându-se trecerea spre titanomagnetit.

$\text{SiO}_2$  este datorat amestecurilor. Prezența cationilor metalici conduce la separarea varietăților:

- magnezioferit: conține Mg până la  $\approx 7\%$ ;
- manganomagnetit:  $\text{Mn}^{2+}$  substitue  $\text{Fe}^{2+}$  ( $\approx 4\%$ );
- magnetitul nichelifer: Ni substitue  $\text{Fe}^{2+}$  în cantități mici;
- magnetitul aluminos: conține maximum  $15\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ ;
- magnetitul cromifer: Cr substitue  $\text{Fe}^{3+}$  în cantități mici;
- titanomagnetitul: poate conține  $7,5\% \text{ TiO}_2$ . Ti fiind substituent atât pentru  $\text{Fe}^{2+}$  cât și pentru  $\text{Fe}^{3+}$ ;
- vanadomagnetitul conține mici cantități de V ( $\approx 4,84\%$ ).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Indicele de refracție  $n_{\text{Na}} \approx 2,42$ . Izotrop.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

**N //:** Culoarea în aer: cenușiu cu tentă brună. Conținutul ridicat în Ti accentuează tenta brună, iar cel de Mn îi dă o nuanță verde gălbui.

Culoarea în imersie: cenușiu deschis.

R în aer: v = 21%, o = 21%, r = 21%.

R în imersie (ulei): v = 9,5%, o = 8,5%, r = 9%.

**N +:** Izotrop. În cazuri rare, arată anizotropie marginală, anomală, datorată stressului.

**Proprietăți termice** (A.T.D):  $300 - 450 \approx 450 - 590$  (0,1 - 0,3)%; punct Curie:  $480 - 700 \text{ \AA}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 380 - 410 p.l.; 500 - 575 p.l.

**Difractometria de raze X** (radiație Co, filtru Fe): 4,86/30/(111); 2,97/60/(220); 2,530/100/(311); 2,425/10/(222); 2,097/50/(400); 1,714/40/(422); 1,615/60/(333), (511); 1,484/70/(440); 1,326/10/(620); 1,279/30/(533); 1,266/10/(622); 1,209/20/(444); 1,120/20/(642); 1,091/50/(553), (731); 1,048/20/(800); 0,988/10/(660), (822); 0,968/40/(751), (555), 0,938/30/(840).

## FRANKLINIT : $ZnFe_2O_4$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,403 \pm 0,004 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Zn_8Fe_{16}O_{32}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice, uneori modificate, rotunjite. Formează corpuri masive, compacte, cu granulație variabilă.

**Culoare:** negru de fier.

**Urma:** brun - roșcată sau neagră.

**Luciu:** metalic. Opac; în fragmente foarte subțiri este transparent.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $d(001)$ ,  $o(111)$ ,  $\eta(015)$ ,  $f(013)$ ,  $m(113)$ ,  $n(112)$ ,  $v(135)$ .

**Maclă:**  $(111)$  comune; combinația cu macla spinelului conduce la apariția de striuri pe fața de octaedru  $(111)$ .

**Clivaj:**  $(111)$  bun;  $(001)$ ,  $(011)$ ,  $(138)$  slab. **Spărtură:** neregulată sau subconcoidală. Casant. Slab magnetic.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 5,07 - 5,22$ .

**Compoziția chimică:**  $MgO = 0,00 - 0,34\%$ ;  $MnO = 0,00 - 16,37\%$ ;  $ZnO = 15,91 - 23,30\%$ ,  $Fe_2O_3 = 56,57 - 66,58\%$ ,  $Mn_2O_3 = 0,00 - 14,77\%$ ,  $SiO_2 = 0,00 - 0,72\%$ .  $Mn^{2+}$  poate substitui  $Zn$  și  $Fe$ ;  $Mn^{3+}$  apare uneori ca substituent pentru  $Fe^{3+}$ , iar  $Fe^{2+}$  ca substituent pentru  $Zn$ .

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb.

Culoarea în imersie (ulei): alb cu tentă verzui.

$R$  în aer:  $v = 16,5\%$ ;  $o = 14,5\%$ ,  $r = 11\%$ .

$R$  în imersie (ulei) :  $v = 7\%$ ,  $o = 0,55\%$ ,  $r = 5\%$ .

$N +$ : Izotrop. Reflexe interne roșu închis, vizibile mai ales în imersie (ulei).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicele de refracție  $n_{Li} - 2.36$ . Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 325 n.l.; 380 p.l.; 435 m.l.; 555 p.l.; 670 i.

**Difractometria de raze X:** 3,040/30/; 2940/30/(220); 2,580/30; 2,510/100/(311); 2,085/30/(400); 1,710/30/(422); 1,610/100/(511),(333); 1,480/100/(440); 1,324/30/(620); 1,278/60/(533); 1,124/30/(642); 1,091,60/(553),(731); 1050/30/(800); 0,970/60/(751),(555); 0,881/30/(931); 0,858/30/(844); 0,812/30/(951),(773); 0,758/30; 0,676/30; 0,666/30; 0,644/30; 0,591/30; 0,564/30.

## JACOBSIT : $MnFe_2O_4$

**Sinonim:** manganomagnetit, vredenburgit

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F d 3 m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,457 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Mn_8Fe_{16}O_{32}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice, uneori deformate. De obicei apare masiv, fin sau larg granular.

**Culoare:** neagră.

**Urma:** brună.

**Luciu:** metalic sau mat.

**Forme principale:**  $d(011)$ ,  $o(111)$ .

**Macle:** (111) comună.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** neregulată sau subconcoidală. Casant. Slab magnetic.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,76$  .

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 9,26%, FeO = 0,00 - 2,57%, MnO = 13,94 - 30,76%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 69,24 - 73,96%; TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,09%. Mg poate apărea ca substituent pentru Mn.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: alb - cenușiu; slabă nuanță oliv.

Culoarea în imersie (ulei): mai închisă; se remarcă o zonalitate slabă cu tente diferite de culoare; verzui-oliv sau gălbui-oliv.

R în aer :  $v = 19,5\%$ ,  $o = 17\%$ ,  $r = 16\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 7,5\%$ ,  $o = 7\%$ ,  $r = 7\%$ .

N +: Izotrop. Reflexe interne roșu închis observabile doar în imersie și cu iluminare puternică.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicele de refracție:  $n = 2,3$ . Izotrop.

**Difracție de raze X** (radiație FeK<sub>α</sub>): 4,906/20/(111); 3,005/35/(220); 2,563/100/(311); 2,450/11/(222); 2,124/25/(400); 1,7342/20/(422); 1,6355/35/(511); 1,5031/40/(440); 1,4376/3/(531); 1,3441/3/(620); 1,2962/20/(533); 1,2810/15/(622); 1,2276/9/(444); 1,1898/11/(711); 1,1355/7/(640); 1,1063/30/(731); 1,0623/13/(800); 0,9815/20/(751).

TREVORIT : NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,41 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** Ni<sub>8</sub>Fe<sub>16</sub>O<sub>32</sub>.

**Habitus:** cristale octaedrice, deformatate. De obicei apare masiv.

**Culoarea:** neagră.

**Urma:** brună-castanie.

**Luciu:** metalic.

**Forme principale:** o(111).

**Macle:** (111) plan de maclă.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** neregulată, subconcoidală. Casant. Puternic magnetic.

$H = 5$  ;  $G = 5,164$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 0,24%; FeO = 0,00 - 1,95%; NiO = 29,71 - 31,87%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 66,24 - 68,13%; SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,40%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicele de refracție  $n = 2,3$ . Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 p,1; ~ 530 i; 602 fp,1.

**Difracție de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 4,82/20/(111); 2,948/30/(220); 2,513/100/(311); 2,408/7/(222); 2,085/25/(400); 1,9125/3/(331); 1,7025/7/(422); 1,6051/30/(511); 1,4760/40/(440); 1,4100/1/(531); 1,3187/5/(620); 1,2706/90/(533); 1,2573/30/(622); 1,2036/50/(444); 1,1676/1/(711); 1,1145/5/(642); 1,0857/15/(731); 1,0424/5/(800); 0,9827/1/(822); 0,9630/9/(751).

## MAGHEMIT : Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 23.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> 3.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 8,31 Å.

**Celula conține:** Fe<sub>21 1/2</sub>O<sub>32</sub> în unitatea celulară.

**Culoare:** brun-castaniu.

**Urma:** brună.

**Luciu:** mat.

Puternic magnetic.

**Compoziția chimică:** teoretic este Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dar conține mici cantități de H<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, MgO etc. : FeO = 2,40 - 8,67%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 85,30 - 89,15%; TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,37%; H<sub>2</sub>O = 0,00 - 3,10%.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: alb, cenușiu - albastrui.

Culoarea în imersie (ulei) : cenușiu - albastrui.

R în aer: 18%.

N +: Izotrop. Reflexe interne brun - roșcate, mai vizibile în imersie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** castaniu, brun, galben.

Indicele de refracție: n<sub>Na</sub> > 2,40; n<sub>L</sub> = 2,52 - 2,74.

**Proprietăți termice** (A.T.D.); 640 (0,2)∞, punct Curie.

**Difractometria de raze X:** 2,95/80/(220); 2,51/100/(311); 2,08/80/(400); 1,697/70/(422); 1,605/90/(511),(333); 1,480/90/(440); 1,272/70/(533); 1,205/70/(444); 1,114/80/(642); 1,085/90/(731),(553); 1,042/80/(800).

## MAGNEZIOCROMIT : MgCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

**Sinonim:** picrocromit

**Varietăți:** cromopicotit sau cromspinel; Fe substituie Mg

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa :** 4/m 3 2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

Z = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 8,305 ± 0,001 Å.

**Celula conține:** Mg<sub>8</sub>Cr<sub>16</sub>O<sub>32</sub>.

**Habitus:** cristale sunt foarte rare; octaedrice. Apare masiv, fin granular sau compact.

**Culoare:** neagră.

**Luciu:** metalic. Opac.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

H = 5 1/2 ; G = 4,2 ± 0,1.

**Compoziția chimică:** MgO = 14,77 - 20,96%, FeO = 0,00-19,04%, Mn = 0,00 - 0,58%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 24,58%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 6,93%; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 41,23 - 79,04%; SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,88% Fe<sup>2+</sup> substituie Mg - varietatea crompicotit sau cromspinel cu formula (Mg, Fe)Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Cr poate fi substituit prin Al și Fe<sup>3+</sup>.

**Difractometria de raze X** (radiația FeK<sub>α</sub> filtru Mn): 4,76/20/(111); 2,92/20/(022); 2,49/100/(113); 2,07/50/(004); 1,637/5/(224); 1,593/(115),(333); 1,466/70/(044); 1,265/10/(335); 1,249/5/(226); 1,197/5/(444); 1,108/5/(246); 1,081/60/(137),(355); 1,038/20/(008).

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială**  $Fd\bar{3}m$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,344 \pm 0,003 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_8\text{Cr}_{16}\text{O}_{32}$ .

**Habitus:** cristalele sunt rare, cu modificării după (001). Frecvent apare masiv; fin granular sau compact.

**Culoare:** neagră.

**Urma:** brună.

**Luciu:** metalic. Opac. Transparent doar în fragmente foarte subțiri.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $o(111)$ ,  $f(013)$ ,  $m(113)$ ,  $\rho(144)$ ,  $p(122)$ ,  $d(011)$ ,  $\eta(015)$ ,  $e(012)$ ;  $n(112)$ ,  $q(133)$ ,

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată. Casant. Magnetic

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,5 - 4,8$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{MgO} = 0,00 - 4,00\%$ ,  $\text{FeO} = 25,08 - 33,00\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 12,38\%$ ,  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 25,65\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 43,46 - 67,91\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 0,50\%$  Mg apare ca substituent al Fe, iar Al substituie Cr.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

$N //$ : Culoarea în aer: alb cenușiu cu tentă brună.

Culoarea în imersie (ulei): se reduce puternic.

R în aer:  $v = 15\%$ ,  $o = 12,5\%$ ,  $r = 12,5\%$ .

R în imersie (ulei):  $v = 4,0\%$ ,  $o = 3,5\%$ .

$N +$ : Izotrop, rămânând întunecat. Varietățile cu Zn pot avea anizotropie. Reflexe interne brun roșcate, vizibile mai ales în imersie (ulei).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun sau negru - brun.

Indicele de refracție:  $n = 2,08 - 2,16$ . Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 i; 500 - 524 ml; 618 - 635 ml; 700 i.

**Difractometria de raze X:** 4,65/80/(111); 2,84/90/(220); 2,42/100/(311); 2,32/10/(222); 2,01/90/(400); 1,85/80/(311); 1,64/90/(422); 1,55/90/(511), (333); 1,42/100/(440); 1,22/60/(533); 1,14/40/(711), (551); 1,05/20/(731), (553); 1,00/10/(800); 0,92/10/(662).

## H A U S M A N I T : $\text{MnMn}_2\text{O}_4$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $4/m2/m2/m$ .

**Grupa spațială:**  $I4_1/amd$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,75 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,638$ .

**Celula conține:**  $\text{Mn}_4\text{Mn}_8\text{O}_{16}$ .

**Habitus:** cristale pseudo - octaedrice (011); fețele (013) sunt netede și strălucitoare în timp ce (011) sunt mate și striate // [100]. De asemenea apare masiv, granular.

**Culoare:** negru, castaniu.

**Urma:** brun închis.

**Luciu:** semimetalic. Transparent în foițe extrem de subțiri.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), i(019), s(013),  $\delta$ (012), v(035), u(023), p(011), n(021), e(112), x(169), h(136), r(123), t(358), k(121).

**Macle:** (112), uneori repetate sau lamelare. Formează și macle de alunecare cu  $K_1(112)$  și  $K_2(\bar{1}12)$ .

**Clivaj:** (001) aproape perfect, (112) și (011) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,84 \pm 0,01$ . **Susceptibilitatea magnetică**  $K = 6,1^6$ .

**Compoziția chimică:** MnO = 83,40 - 93,01%, O = 6,52 - 7,78%, ZnO = 0,00 - 8,60%, BaO = 0,00 - 0,26%, CaO = 0,00 - 0,43%, MgO = 0,00 - 1,00%,  $Fe_2O_3$  = 0,00 - 4,30%,  $H_2O$  = 0,00 - 0,73%

Mn poate substitui Zn în raportul maxim Zn : Mn = 1 : 11, existând probabil o serie discontinuă cu heterolitul. Mn poate fi substituit și prin Fe, în limita raportului Fe : Mn = 1 : 23.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în acr: alb cenușiu, cu o slabă tentă brună.

Culoarea în imersie (ulei): cenușiu închis.

$R_{\omega}$  în aer: v = 20%, o = 16,5%, r = 13%.

$R_e$  în aer: cu 3 - 4% mai puțin.

$R_{\omega}$  în imersie (ulei): v = 7%, o = 6%, r = 6%.

$R_e$  în imersie (ulei): valori mai scăzute.

N +: Anizotropie clară, se accentuează în imersie și cu iluminare puternică. Reflexe interne roșu închis brun - roșcate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun - roșcat, brun, închis, fără pleuroism. Indicii de refracție în lumină de Li:  $\omega = 2,45 - 2,46 \pm 0,02$ ,  $\epsilon = 2,15 \pm 0,02$ . Uniax negativ.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 690 $\checkmark$ , reacție reversibilă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 418 p.l, 465 p.l; 522 pl; 602 fp,l; 728 i; 1015 i; 1087 m; 1105 i; 1150 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $FeK_{\alpha}$ ): 4,86/70/(101); 3,05/50/(112); 2,87/20/(200); 2,74/90/(103); 2,47/100/(211); 2,34/50/(004); 2,02/60/(220); 1,812/10/(204); 1,779/50/(105); 1,689/20/(312); 1,629/15/(303); 1,571/60/(321); 1,537/80/(224); 1,462/10/(116); 1,434/50/(314), (400); 1,405/10/(323); 1,378/10/(026), (402); 1,340/20/(305); 1,323/30/(107); 1,238/10/(422); 1,226/30/(404); 1,215/10/(325); 1,189/30/(316); 1,175/30/(008); 1,142/10/(431); 1,128/40/(424); 1,095/10/(512); 1,075/50/(503), (433); 1,053/30/(521), (406).

### CRISOBERIL : $BeAl_2O_4$

**Varietăți:** alexandrit, de culoare verde smaragd; cymophan - opalescent, albastrui, uneori cu asterism

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m n b.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,47 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,853 : 1 : 0,471$ .

**Celula conține:**  $Be_4Al_8O_{16}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001); mai rar apar cristale prismatice scurte [100] sau [001]. Fețele (001) sunt striate // [100]; cristalele turtite după (111) au striatii verticale. Formează agregate stelare alcătuite din 6 indivizi.

**Culoare:** verde în nuanțe foarte variate, brun - verzui; galben verzui, verde smaragd prin transparență (alexandrit); rareori brun - roșcat. Uneori este opalescent, albastrui (cymophan).

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** stielos. Transparent, uneori prezintă asterism.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), M(011), s(021), r(031), x(101), o(111), n(121).

**Macle:** (130) comune, atât de contact cât și de penetrație: se formează agregate pseudohexagonale în raport cu axul [001] având la centrul fețele (001), iar centrifugal dezvoltându-se (111) și (121) alipite formează

unghiuri interioare.

**Clivaj:** (110) distinct, (010) imperfect și (001) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant. **Conductibilitatea electrică:** crește cu temperatura.

$H = 8 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,75 \pm 0,10$ .

**Compoziția chimică:** BeO = 16,87 - 19,71%, FeO = 0,00 - 3,60%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 74,85 - 80,29%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 4,06%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 2,97%.

Prezența Fe<sup>3+</sup> este parțial datorată substituției Al, iar parțial oxidării Fe<sup>2+</sup> care apare ca substituent pentru Be. Ti poate fi explicat prin prezența incluziunilor (exoluții) de obicei sub formă de rutil. Analizele spectrale au dus la identificarea Se. În varietatea alexandrit au fost citate mici cantități de Cr.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab colorat în verde galben sau roșu. Orientarea  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . La temperaturi ridicate  $\beta = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul  $\alpha = 1,746$  (roșu),  $\beta = 1,748$  (galben - oranj),  $\gamma = 1,756$  (verde smaragd). Indicii de refracție variază cu conținutul în Fe. Biax pozitiv.  $2V = 70^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 473 s,l; 515 m; 535 m; 550 i; 571 m; 582 m; 606 i; 641 m; 754 i; 779 i; 796 m; 963 i; 1008 i; 1052 i; 1102 i; 1161 p.

**Difracțometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,71/7/(020); 4,01/50/(011); 3,570/5/(120); 3,441/5/(101); 3,232/85/(111); 2,777/5/(121); 2,737/3/(200); 2,559/50/(031); 2,366/7/(220); 2,317/30/(131); 2,260/40/(211); 2,212/1/(002); 2,159/7/(140); 2,155/3/(012); 2,087/(100)/(221); 2,078/60/(041); 2,006/5/(112); 1,941/3/(141); 1,880/3/(122); 1,870/7/(231); 1,809/1/(032); 1,732/3/(051); 1,661/11/(311); 1,651/7/(151); 1,617/90/(222); 1,613/75/(042); 1,588/1/(321); 1,546/7/(142); 1,507/7/(160); 1,4858/7/(331); 1,4629/15/(251); 1,4415/3/(340); 1,4086/5/(113), 9023; 1,3882/5/(242); 1,3882/5/(242); 1,3686/22/(400); 1,3602/(301)/(260); 1,3349/5/(033); 1,2973/11/(133); 1,2861/13/(231), (071); 1,2556/5/(351).

## PEROVSKIT : CaTiO<sub>3</sub>

**Varietăți:** knopit, conține Ce; dysanalyt (loparit) conține Nb

**Sistemul de cristalizare:** pseudocubic, posibil monoclinic.

**Dimensiunea celulei elementare** (pentru o unitate pseudocubică):  $a_0 = 7,590 - 7,677 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:** (Ca, Na, Ce)<sub>8</sub>(Ti, Nb)<sub>8</sub>O<sub>24</sub>.

**Habitus:** cristale cubice, uneori modificate. Fețele de cub sunt striate // [001] sau [110]. Unele cristale au fețele (001) mai puțin dezvoltate, iar (113) și (449) proeminente. Se întâlnesc și cristale cub - octaedrice sau octaedrice. Formează mase reniforme, mase granulare.

**Culoare:** negru, negru cenușiu, negru - brun, brun - roșcat, galben închis.

**Urma:** incoloră, cenușie.

**Luciu:** adamantin, metalic - adamantin; varietățile negre au luciu metalic; varietățile masive sunt mate.

Materialele interne colorate sunt transparente doar în fragmente foarte subțiri.

**Macle:** (111) de penetrație sau lamelare, ultimele fiind de natură complexă.

**Clivaj:** (001) imperfect.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,01 \pm 0,04$ .

**Compoziția chimică:** Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 8,60%, K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,44%, CaO = 5,08 - 40,69%, Mg = 0,00 - 0,74%, FeO = 0,00 - 9,22%, (Y,Er)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 5,42%, (Ce,La)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 33,17%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 2,21%; TiO<sub>2</sub> = 39,90 - 38,76%, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00 - 25,99%, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00 - 5,08%, H<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,73%.

În varietatea dysanalyt. Nb substituie Ti până la limita Nb : Ti = 2 : 5. Varietatea knopit se definește ca având pământuri rare, în principal Ce ca substituenți pentru Ca (Ce : Ca = 4 : 7). Ca mai poate fi substituit prin Fe<sup>2+</sup> (Ca : Fe = 5 : 1) și prin Na și K (Na + K : Ca = 1 : 1). Au mai fost raportate și mici cantități de Sr, V și Ta.



**Proprietăți optice în lumină reflectată:** culoare cenușiu-albăstrui închis. Anizotropie slabă cu reflexe interne brune.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor până la brun închis. Orientarea în interpretarea rombică:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ . Orientarea în interpretarea monoclinică:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c$  (sau  $a$ ) =  $45^\circ$ . De obicei izotrop. Biax pozitiv,  $2V = 90^\circ$ . Dispersia  $r > v$ . Lamelele maclate paralele cu (001) arată extincție la  $45^\circ$  față de laminație (în accepțiunea rombică).

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,81/40/(004); 3,41/10/(024); 2,98/10/(015),(134); 0,70/100/(044); 2,54/5/(006); 2,41/10/(026); 2,30/30/(226); 2,20/30/(444); 2,12/20/(046); 2,04/5/(246); 1,91/90/(008); 1,85/5/(028),(446); 1,71/10/(048); 1,67/10/(119),(357); 1,55/70/(139),(448); 1,42/5/(359); 1,356/5/(1.2.11),(1.5.10); 1,349/60/(088); 1,32/5/(2.3.11),(279),(677),(3.5.10); 1,30/5/(0.4.11),(1.6.10),(388); 1,29/5/(2.6.10); 1,21/50/(0.4.12); 1,19/5/(199); 1,16/5/(0.2.13).(2.5.12); (3.8.10),(4.6.11); 1,14/5/(1.3.13),(779),(3.7.11); 1,11/10/(3.9.10); 1,10/10/(0.7.12),(6.6.11); 1,08/5/(0.2.14),(0.10.10),(0.6.10); 1,07/5/(1.9.1),(3.5.13); 1,06/5/(1.6.12),(2.3.14),(2.6.13),(3.10.10),(4.7.12),(889); 1,023/10/1.5.14).(1.10.11),(2.7.13); 1,013/40/(4.8.12),(0.0.15),(0.9.12),(2.5.14),(2.10.11),(5.10.10); 0,9554/10/(0.0.16),(2.5.15),(2.9.13),(3.7.14),(6.7.13); 0,9362/5/(0.3.16),(0.11.12),(2.6.15); 0,9312/5; 0,9069/5; 0,9043/6; 0,9011/40; 0,8549/20.

### PSEUDOBROOKIT: $\text{Fe}_2\text{TiO}_5$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** B b m m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,79 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,93 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,725 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,986 : 1 : 0,375$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_3\text{Ti}_4\text{O}_{20}$ .

**Habitus:** tabular (100) sau alungit [001]: mai rar cristalele prismatice lungi [001]. Fetele (100) și (h k o) sunt striate // [001]. Cristalele de pseudobrookit conțin incluziuni orientate de rutil. De asemenea ele formează agregate orientate cu hematitul și magnetitul astfel:

Pseudobrookit (121)  $[2\bar{1}0]$  // hematit (0001)  $[\bar{1}100]$ ;

Pseudobrookit (100) [001] // magnetit (111) [110].

**Culoare:** brun - roșcat închis, negru - brun, negru.

**Urma:** brun roșcată sau galben - ocru.

**Luciu:** metalic sau adamantin pe fețe, gras în spărtură proaspătă. Transparent în fragmente foarte subțiri.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110),  $\mu$ (210), y(031), e(101), l(301), q(111), s(121), p(131).

**Macle:** incerte cu plane (h k o).

**Clivaj:** (010) bun.

**Spărtură:** neregulată sau subconcoidală

**H = 6 ; G = 4,39.**

**Compoziția chimică:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 57,65 - 66,65\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 33,35 - 42,35$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 1,26\%$ .

Excesul de  $\text{TiO}_2$  care apare în multe analize este datorat incluziunilor de rutil. Prezenta  $\text{MgO}$  și  $\text{SiO}_2$  este pusă pe seama amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat în galben sau brun - roșcat. Unele cristale posedă incluziuni numeroase. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ .

Indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha = 2,38 \pm 0,02$ ,  $\beta = 2,39$ ,  $\gamma = 2,42 \pm 0,02$ .  $\Delta = 0,04$ . Biax pozitiv.

$2V \approx 50^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ . Absorbția:  $\alpha < \beta > \gamma$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Cr/Cu, filtrată): 4,903/45/(200); 3,483/100/(220),(101); 2,748/80/(230); 2,454/20/(301); 2,402/25/(131); 2,221/11/(240); 2,198/15/(321); 1,971/25/(331); 1,862/30/(002); 1,744/15/(022); 1,663/15/(060); 1,632/20/(600); 1,54/35/(232); 1,49/11/(042),(402); 1,42/15/(242); 1,37/9/(270); 1,31/5/(701); 1,30/5/(711); 1,26/7/(650); 1,24/5/(062),(103).

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** R ?.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 3,5267.

**Habitus:** cristale tabulare (0001) sau pseudooctaedrice datorită dezvoltării egale a fețelor (0001) și (10 $\bar{1}$ 1).

Formează druze botrioidale, cruste stalactitice; apare masiv, granular, cu cristale plate sau fibroase.

**Culoare:** albastru până la negru de fier.

**Urma:** brună - ciocolatie.

**Luciu:** metalic. Transparent în fragmente foarte subțiri.

**Forme principale:** c(0001), r(10 $\bar{1}$ 1); c  $\wedge$  r = 76°12'.

**Clivaj:** (0001) perfect. Lamellele subțiri sunt flexibile.

H = 2 1/2 ; G = 4,00 ± 0,10.

**Compoziția chimică:** ZnO = 18,25 - 27,94%, MnO = 0,00 - 6,58%, FeO = 0,00 - 10,00%, MnO<sub>2</sub> = 58,48 - 61,57%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,25%, H<sub>2</sub>O = 11,58 - 12,66%. Raporturile între principalele elemente metalice sunt Mn : Zn = 1 : 2,7 și Fe : Zn = 1 : 1,6, Zn fiind substituit prin Mn și/sau Fe<sup>2+</sup>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun - roșcat închis, aproape opac; puternic pleocroic. Indicii de refracție și pleocroismul  $\omega = 2,72$  (aproape opac),  $\epsilon = 2,72$  (roșu închis). Uniax negativ.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoarea în aer: alb pur.

Puterea de reflexie în aer:  $\omega \approx 30\%$ ,  $\epsilon \approx 10,5\%$

$\Delta R$  foarte puternică;  $\omega$  - alb pur,  $\epsilon$  - cenușiu, uncori cu tentă gălbuie.  $\Delta R$  se accentuează în imersie.

N +: Anizotropie puternică în tonuri alb și cenușiu atât în aer cât și în imersie. Reflexe interne numeroase.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe filtrată): 6,88/100; 6,25/9; 4,06/38; 3,50/42; 3,30/10; 3,21/2; 3,09/5; 3,03/21; 2,985/7; 2,760/30; 2,697/32; 2,550/42; 2,451/53; 2,391/23; 2,224/70; 2,115/18; 2,008/6; 1,894/28; 1,836/7; 1,783/18; 1,749/5; 1,705/4; 1,676/4; 1,655/9; 1,586/33; 1,557/12; 1,513/20; 1,497/13; 1,421/33; 1,391/11; 1,316/5; 1,270/8; 1,258/5; 1,197/5; 1,178/2; 1,167/4; 1,113/2; 1,069/7.

HOLLANDIT : MnBaMn<sub>6</sub>O<sub>14</sub>

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2 1 / n.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,02 Å, b<sub>0</sub> = 5,76 Å, c<sub>0</sub> = 9,89 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,7396 : 1 : 1,7170,  $\beta = 90^\circ 36'$ .

**Celula conține:** Mn<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>Mn<sub>12</sub>O<sub>28</sub> .

**Habitus:** scurt prismatic, terminat prin piramide turtite, cristale radiare // [001] sau fibroase. Se întâlnește masiv sau fibros.

**Culoare:** cenușiu de argint, negru cenușiu, negru.

**Urma:** neagră.

**Luciu:** metalic.

**Clivaj:** prismatic, distinct. Casant.

H = 6 pe fețele de cristal și mai mică pe suprafețele de spărtură; G = 4,95.

**Compoziția chimică:** BaO = 17,59 - 20,56%, MnO = 5,12 - 9,51%, MnO<sub>2</sub> = 65,63 - 69,93%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 10,56%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,94%. Majoritatea analizelor chimice au arătat un exces în metale trivalente (în principal Fe<sup>3+</sup>) și un deficit de Mn<sup>2+</sup>.

**Proprietăți optice în lumină reflectată:**

N //: Culoare în aer: și în imersie (ulei): alb, cu o slabă tentă gălbuie.

R în aer: v = 28,5%, o = 22,5%, r = 22,5%.

R în imersie: v = 17%, o = 13%, r = 12%.

$\Delta R$  clară în aer și puternică în imersie deoarece R <sub>$\omega$</sub>  este mai scăzută decât R <sub>$\epsilon$</sub>  .

N +: Anizotropie puternică atât în aer cât și în imersie.

Reflexe interne vizibile uneori în imersie (ulei), dezvoltate mai ales pe marginea granulelor.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_{\alpha}$ ): 6,96/15/(101); 1,494/20/(002); 3,52/40/(211),(11 $\bar{2}$ ); 3,50/40/(112),(202); 3,145/100/(301),(10 $\bar{3}$ ); 3,12/100/103; 3,00/7/(212); 2,88/15/(310),(020); 2,765/30/(311),(021); 2,50/10/(400),(200); 2,460/20/(213),(004); 2,415/60/(221),(122); 2,36/5/(30 $\bar{3}$ ); 2,33/7/(303); 2,295/5/(410); 2,225/40/(402),(222); 2,21/55/(114),(204); 2,18/70/(31 $\bar{3}$ ),(320); 2,165/60/(023),(313); 2,115/5/(123); 2,00/15/(32 $\bar{2}$ ); 1,99/20/(22 $\bar{3}$ ),(322); 1,96/15/(501); 1,935/10/(105); 1,89/5/(510),(420); 1,855/40/(511),(424); 1,84/40/(11 $\bar{5}$ ),(124); 1,815/15/(323); 1,76/10/(22 $\bar{4}$ ),(422); 1,75/10/(404),(215); 1,72/7/(50 $\bar{3}$ ); 1,705/7/(503); 1,695/10/(305); 1,67/25/(600); 1,65/20/(006); 1,63/25/(025),(324); 1,607/5/(125); 1,563/15/(116),(206); 1,555/60/(522),(22 $\bar{5}$ ); 1,547/60/(225); 1,523/5/(612); 1,508/10/(42 $\bar{4}$ ),(216); 1,495/7/(424),(514); 1,46/10/(325); 1,44/30/(040); 1,425/10/(140),(041); 1,415/15/(701),(126); 1,40/10/(10 $\bar{7}$ ),(505); 1,383/10/(40 $\bar{6}$ ),(622); 1,37/30/(406),(241); 1,36/25/(425),(515); 1,31/30/(326),(341); 1,305/25/(30 $\bar{7}$ ); 1,297/10/(307); 1,260/15/(12 $\bar{7}$ ),(525); 1,237/10/(516),(008); 1,226/7/(343); 1,208/7/(24 $\bar{4}$ ),(442); 1,160/10/(50 $\bar{7}$ ); 1,154/20/(705); 1,150/15/(507).

## 5. OXIZI MULTIPLI CU NIOBIU, TANTAL ȘI TITAN

**P I R O C L O R** :  $\text{NaCaNb}_2\text{O}_6\text{F}$

**Sinonim:** hatchettolit

**Varietate:** ellsworthit, conține U

**Sistem de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4 m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** F d 3 m.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,35 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_8\text{Ca}_8\text{Nb}_{16}\text{O}_{48}\text{F}_8$ .

**Habitus:** cristale octaedrice cu modificări ale fețelor (011), (113) sau (001). Formează mase granulare sau incrustații granulare.

**Culoare:** brun gălbui, brun roșcat, brun până la negru.

**Luciu:** sticlos sau rășinos. Translucid până la opac. Lipsit de fluorescență.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), m(113), n(112), p(122).

**Macle:** (111), rare, asemănătoare spinelului.

**Clivaj:** (sau separații ?) octaedric, rare ori distinct.

**Spărtura:** subconcoidală, neregulată sau așchioasă. Casant.

**H** = 5-5 1/2, scade prin alterare; **G** = 4,2-6,4.G crește concomitent cu conținutul în Ta și scade prin hidratare și alterare.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 3,35-8,52\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,87\%$ ,  $\text{CaO} = 9,08-18,13\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-0,44\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-5,53\%$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3 = 0,00-0,56\%$ ,  $\text{Ce}_3\text{O}_3 + \text{Dy}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 = 0,00-3,41\%$ ,  $\text{ZrO}_2 = 0,00-5,7\%$ ,  $\text{ThO}_2 = 0,00-4,96\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00-10,86\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-1,87\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-8,32\%$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5 = 56,01-73,05\%$ , **F** = 2,77-5,22%,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-1,79\%$ .

Elementele din grupa pământurilor rare apar frecvent, dar în cantități mici. Pb apare doar în varietățile uranifere. Au fost citate și mici cantități de Hf. Pe baza compoziției chimice au fost separate următoarele varietăți:

- hatchettolit<sup>1</sup> sau ellsworthit - conține cantități considerabile de U;
- piroclor titanifer conține până la 13,5%  $\text{TiO}_2$ , Ti, fiind substituent pentru Nb-Ta;
- piroclor cu conținut în ceriu: conține Cd ± Dy și La în substituție pentru Ca, Na;
- piroclor feros: conține până la 10% FeO;

<sup>1</sup> Termen utilizat și ca sinonim pentru piroclor.

- *piroclor feric*: conține sub 10% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sup>3+</sup> substituind Nb (Ta)

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor sau galben pal, brun. Indice de refracție:  $n = 1,96-2,01$ . De obicei izotrop; neomogenitățile chimico-structurale îi pot conferi o slabă birefrigență.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 3,2/14/(111); 3,14/21/(311); 3,01/64/(222); 2,60/21/(400); 1,84/100 (440); 1,76/14/(531); 1,59/7/(532); 1,57/100/(622); 1,50/(29), (444); 1,45/14/(551), (711); 1,35/29/(553), (731); 1,30/21/(800); 1,23/4/(660); 1,19/71/(662); 1,157/50/(840); 1,103/10/(664); 1,082/10/(931); 1,056/60/(884); 0,9963/80/(10.2.2), (666); 0,8740/100/(10.6.2.); 0,8622/70/(12.0.0).

M I C R O L I T : (Na, Ca)<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>6</sub>(O, OH, F)

**Sistemul de cristalizare**: cubic.

**Clasa**: 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială**: F d 3 m.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 10,37-10,40$  Å.

**Celula conține**: (Na, Ca)<sub>16</sub>Ta<sub>16</sub>O<sub>48</sub>(O, OH, F)<sub>8</sub>.

**Habitus**: cristale octaedrice cu modificări ale fețelor (011), (113) sau (001). Apare ca granule încrustate sau mase neregulate.

**Culoare**: galben pal, brun, roșcat și mai rar verde smaragd.

**Luciu**: sticlos sau rășinos. Translucid sau opac, rar transparent. Fără fluorescență.

**Macle**: (111) rare.

**Clivaj** (separații ?): (111) distinct.

**Spărtură**: subconcoidală sau neregulată. Casant.

**H** = 5-5 1/2; **G** = 4,3-6,3; G variază foarte mult în funcție de chimism.

**Compoziția chimică**: Na<sub>2</sub>O = 0,072-5,76%, K<sub>2</sub>O = 0,00-0,64%, CaO = 6,79-15,03%, MnO = 0,00-0,51%, FeO = 0,00-2,77%, MgO = 0,00-1,01%, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-0,55%, UO<sub>2</sub> = 0,00 + 4,21%, UO<sub>3</sub> = 0,00-1,59%, ZrO<sub>2</sub> = 0,00-1,05%, SnO<sub>2</sub> = 0,00-1,61%, ThO<sub>2</sub> = 0,00-0,26%, SiO<sub>2</sub> = 0,00-0,40%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-0,92%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-1,59%, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00-7,74%, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 68,43-82,14%, F = 0,00-2,85%, H<sub>2</sub>O = 0,27-5,94%. În varietățile cu U a fost citat Pb.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor sau galben pal, brun. Indicele de refracție:  $n = 1,93-2,0$  conform compoziției chimice. Izotrop, dar varietățile nemetamictice arată o slabă birefrigență.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK<sub>α</sub>): 6,00/31/(111); 3,13/42/(311); 3,00/68/(222); 2,60/31/(400); 2,39/16 (331); 2,00/37/(333), (511); 1,84/84/(440); 1,76/37/(531); 1,59/16/(533); 1,57/100/(622); 1,51/42/(444); 1,46/47/(551), (711); 1,36/63/(553), (731); 1,30/16/(800); 1,27/10/(733); 1,23/5/(660), (822); 1,20/21/(555); 1,19/68/(622); 1,16/63/(840); 1,14/32/(753), (911); 1,11/16/(664); 1,09/30/(931); 1,06/63/(844); 1,05/26/(755), (771); 1,01/43/(773), (951); 1,00/68/(666), (10.2.0).

S T I B I O T A N T A L I T : SbTaO<sub>4</sub>

S T I B I O N I O B I T : SbNbO<sub>4</sub>

*Sinonim pentru stibioniobit este stibiocolumbit*

**Sistemul de cristalizare**: rombic.

**Clasa**: m m 2.

**Grupa spațială**: P n a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 4,916$  Å,  $b_0 = 5,542$  Å,  $c_0 = 11,78$  Å.

**Relația axială**:  $a_0 : c_0 : b_0 = 0,4173 : 1 : 4,705$ .

**Celula conține**:  $Sb_4(Ta, Nb)_4O_{16}$ .

**Habitus**: cristale prismatice [001] sau tabulare. Fețele (010) și (110) au striții // [001].

**Culoare**: brun închis, brun gălbui, galben, galben roșcat, brun roșcat, galben verzui.

**Urma:** galben pal, brun gălbuie.

**Luciu:** rășinos, adamantin. Transparent sau translucid.

**Forme principale:**  $b(010)$ ,  $b(0\bar{1}0)$ ,  $n(130)$ ,  $m(110)$ ,  $m(1\bar{1}0)$ ,  $\eta(012)$ ,  $\eta(0\bar{1}2)$ ,  $\delta(101)$ ,  $\omega(111)$ .

**Clivaj:** (010) bun, (100) slab.

**Spărtură:** semiconcoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}$   $G = 5,68$ .  $G$  variază invers proporțional cu cantitatea de Nb: pentru Ta : Nb = 19 : 1;

$G = 7,34$ ; pentru Ta : Nb = 1 : 4,8,  $G = 5,98$ . Piroelectric.

**Compoziția chimică:**  $Sb_2O_3 = 39,76-52,31\%$ ,  $Bi_2O_3 = 0,00-0,60\%$ ,  $Ta_2O_5 = 0,00-60,24\%$ ,

$Nb_2O_5 = 0,00-47,69\%$ . Formula cea mai adecvată a mineralelor este  $Sb(Ta, Nb)O_4$ , existând probabil o serie continuă între  $SbTaO_4$  și  $SbNbO_4$ . Bi substituie Sb în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun gălbui sau brun, cristalele prezentând zonări în aceste tente de culoare. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție cresc paralel cu creșterea cantității de Nb.  $2V$  descrește la creșterea procentului de Nb, doar la determinările în lumină de Li și Na.

Cristal cu $Ta_2O_5 = 39\%$ , $Nb_2O_5 = 17,5\%$			Cristal cu $Ta_2O_5 = 22,5\%$ , $Nb_2O_5 = 30\%$		
$n_{Li}$	$n_{Na}$	$n_{Te}$	$n_{Li}$	$n_{Na}$	$n_{Te}$
2,3470	2,3742	2,4014	2,3686	2,3977	2,4261
2,3750	2,4039	2,4342	2,3876	2,4190	2,4508
2,4275	2,4568	2,4876	2,4280	2,4588	2,4903
$73^\circ 40'$	$75^\circ 5'$	$77^\circ 38'$	$70^\circ 0'$	$73^\circ 25'$	$77^\circ 50'$

Biax pozitiv. Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Difracțometria de raze X** Stibiotantalit (radiație Cr, nefiltrată): 3,55/60/(111); 3,15/100/(112); 3,09/20/(103); 2,96/80/(004); 2,79/40/(020); 2,72/60/(021); 2,70/60/(112); 2,52/40/(022); 2,47/60/(200); 2,31/20/(114); 2,27/60/(202), (023); 2,21/40/(211); 2,13/20/(105); 2,10/20/(212); 2,06/20/(123); 2,02/60/(024); 1,99/60/(115); 1,97/20/(006); 1,95/40/(213); 1,89/80/(204); 1,84/60/(220); 1,82/80/(221); 1,80/60/(025); 1,76/60/(222); 1,73/80/(116), (130); 1,71/60/(131); 1,69/20/(125); 1,67/80/(223); 1,63/40/(215), (301).

## BISMUTOTALIT : $Bi(Ta, Nb)O_4$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$  ?

**Grupa spațială:**  $P \ c \ m \ n$  sau  $P \ c \ n \ 2_1$

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,97 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,66 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4212 : 1 : 0,4797$ .

**Celula conține:**  $Bi_4(Ta, Nb)_4O_{16}$ .

**Habitus:** prismatic [001], uneori cu terminații rotunjite prin repetarea fețelor de piramidă; cristale neregulate.

**Culoare:** negru de smoală; prin alterare capătă o tentă gălbuie.

**Urma:** neagră

**Luciu:** semimetalic. Transparent în fragmente foarte subțiri.

**Forme principale:**  $b(010)$ ,  $g(130)$ ,  $m(110)$ ,  $k(011)$ ,  $\delta(101)$ ,  $\omega(111)$ ,  $x(431)$ .

**Clivaj:** absent. Separații după (101), ( $\bar{1}01$ ) și (010).

**Spărtura:** semiconcoidală. Nu este piroelectric.

**Compoziția chimică:**  $Bi_2O_3 = 49,86-52,56\%$ ,  $Ta_2O_5 = 31,14-48,67\%$ ,  $Nb_2O_5 = 0,00-14,76\%$ ,  $MnO = 0,00-0,12\%$ . Ta este substituit în cantități mici de Nb

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cenușiu.

Indicii de refracție în lumină de Li:  $\alpha = 2,388$ ,  $\beta = 2,403$ ,  $\gamma = 2,428$ ,  $\Delta = 0,04$ . Unele cristale au dat  $\Delta = 0,10-0,15$ . Fragmentele cu extincție dreaptă sunt biaxe.  $2V \approx 80^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,55/50; 3,14/100; 3,08/20; 2,94/90; 2,82/30; 2,74/30; 2,70/30; 2,54/30; 2,47/50; 2,31/20; 2,28/20; 2,25/10; 2,22/10; 2,03/50; 1,989/30; 1,895/70; 1,861/50; 1,838/50; 1,805/30; 1,772/50; 1,757/50; 1,734/90; 1,681/50; 1,634/20; 1,605/20; 1,571/50; 1,530/70; 1,508/50; 1,471/50; 1,461/30; 1,445/30; 1,410/20; 1,371/50; 1,351/30; 1,304/30; 1,266/50; 1,249/30; 1,241/30; 1,234/50.

**B R A N N E R I T** : (U, Ca, Fe, Y, Th)<sub>3</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>16</sub> (?)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** I 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 3,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,99 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,3421 : 1 : 1,8395$ ,  $\beta = 104^\circ 45'$ .

**Habitus:** cristale neregulate, granule încrustate, granule detritice rotunjite; aluvionar.

**Culoare:** negru când este proaspăt; prin alterare devine brun verzui, brun gălbui sau galben.

**Urma:** brun verzui închis.

**Luciu:** sticlos în spărtură proaspătă; cu timpul devine rășinos sau mat. Transparent în fragmente subțiri.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** concoidală.

Radioactiv.

**H = 4 1/2; G = 4,5-5,3;** variază cu compoziția chimică și gradul de alterare.

**Compoziția chimică:** în esență este un oxid de Ti, U și Ca cu mici cantități de Y, Th și  $\text{Fe}^{2+}$  având formula posibilă  $\text{A}_3\text{B}_5\text{O}_{16}$  în care A = U, Ca, Fe, Y, Th; B = Ti.

Analiza unui material cu G = 5,42 a d at: CaO = 2,9%, BaO = 0,3%, SrO = 0,1%, PbO = 0,2%,

FeO = 2,9%, (Y, Er)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 3,9%, UO<sub>2</sub> = 10,3%, UO<sub>3</sub> = 33,5%, ThO<sub>2</sub> = 4,1%, ZrO<sub>2</sub> = 0,2%, SiO<sub>2</sub> = 0,6%, TiO<sub>2</sub> = 39,0%, CO<sub>2</sub> = 0,2%, H<sub>2</sub>O = 2,0.

Starca de oxidare a Fe și U este nesigură. Conține He, iar prezența H<sub>2</sub>O este datorată alterării.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde gălbui.

Indicii de refracție:  $n_{Li} = 2,26 \pm 0,02$ ,  $n_{Na} = 2,30 \pm 0,02$ . Metamictic. Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,04/35/(001); 4,74/95/(\bar{2}01); 4,29/20/(200); 3,44/100/(110); 3,35/100/(\bar{2}02); 3,28/14/(\bar{1}11); 3,02/35/(002); 2,90/35/(201); 2,77/30/(111); 2,53/30/(\bar{1}12); 2,47/30/(\bar{3}11); 2,41/18/(\bar{4}02); 2,303/8/(\bar{2}03); 2,292/25/(\bar{3}12); 2,276/12/(310); 2,144/10/(400); 2,080/8; 2,043/35; 2,015/25; 1,911/6; 1,903/20; 1,881/25; 1,798/4; 1,749/8; 1,732/6; 1,723/4; 1,709/20; 1,675/6; 1,642/8; 1,630/20; 1,609/18; 1,597/6; 1,578/10; 1,569/8; 1,561/6; 1,558/6; 1,493/2; 1,486/4; 1,450/4.

**E S C H W E G I T** : (Y, Ca, Ce, U, Th) (Nb, Ta, Ti)<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (?)

**Sinonim:** tanteuxenit (euxenit tantalifer)

**Sistemul de cristalizare:** rombic ?

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m ?

**Habitus:** cristale rotunjite, neregulate (aluvionar).

**Culoare:** cenușiu roșcat închis.

**Spărtura:** concoidală. Radioactiv.

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 5,87$ .

**Culoare:** Fragmentele subțiri sunt transparente, roșu închis.

**Compoziția chimică:** oxid de Y, Ti, Nb, Ta cu formula posibilă  $AB_2O_6$  în care  $A = (Y, Er), U, Th$ ;  $B = Nb, Ta, Ti, Fe^{3+}$  repartizate cantitativ astfel:  $(Y, Er)_2O_3 = 27,28\%$ ,  $UO_2 = 1,96\%$ ,  $ThO_2 = 0,57\%$ ,  $Fe_2O_3 = 2,05\%$ ,  $TiO_2 = 18,75\%$ ,  $Nb_2O_5 = 25,17\%$ ,  $Ta_2O_5 = 21,58\%$ ,  $H_2O = 3,09\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roșcat.

Indicele de refracție  $n = 2,15-2,20$ . Izotrop (metamictic).

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,63/20/(111); 3,33/10/(121); 2,97/100/(131); 2,76/20/(200); 2,58/20/(002); 2,43/20/(022); 2,30/10/(112); 2,18/20/(231); 2,10/20/(132); 2,02/10/(241); 1,964/10/(142); 1,891/20/(202); 1,824/20/(222); 1,766/50/(062); 1,721/80/(330); 1,638/50/(113); 1,604/20/(123); 1,585/20/(252); 1,559/50/(133); 1,501/20/(302); 1,486/80/(312); 1,459/50/(203); 1,437/50; 1,389/50; 1,359/10; 1,339/20; 1,312/10; 1,307/10; 1,276/10; 1,259/10; 1,240/10; 1,223/20; 1,184/20; 1,174/20; 1,159/20; 1,111/5; 1,102/20; 1,081/20.

S A M A R S K I T :  $(Y, Er, Ce, U, Ca, Fe, Pb, Th)(Nb, Ta, Ti, Sn)_2O_6$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5456 : 1 : 0,5177$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001] și tabulare (100) sau (010); cristale alungite // [010] având fața (101) proeminentă. Apare masiv.

**Culoare:** negru, uneori cu tentă brună; prin alterare devine brun sau brun-gălbui.

**Urma:** brun-roșcat închis sau neagră, la materialele alterate este cenușiu, brun-gălbui etc.

**Luciu:** sticlos, rășinos în spărtură proaspătă, devine mat prin alterare. Fragmentele subțiri sunt transparente.

**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 ?

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 5-6$ ;  $G = 5,69$ , variază cu gradul de alterare; varietățile titanifere au  $G \geq 6,2$ .

**Compoziția chimică:** formula probabilă este  $AB_2O_6$  în care  $A = Y, Er, Ce, La, U, Ca, Fe^{2+}, Pb, Th$ ;  $B = Nb, Ta, Ti, Sn, W, Zr$  (?). Analizele indică următoarele limite de concentrație:  $CaO = 0,27-4,30\%$ ,  $MgO = 0,00-0,41\%$ ,  $FeO = 0,00-11,15\%$ ,  $MnO = 0,00-1,75\%$ ,  $PbO = 0,00-0,98\%$ ,  $Y_2O_3 = 6,41-14,49\%$ ,  $Er_2O_3 = 0,00-13,37\%$ ,  $Ce_2O_3 = 0,00-3,82\%$ ,  $La_2O_3 = 0,00-1,07\%$ ,  $Dy_2O_3 = 0,74-4,17\%$ ,  $UO_2 = 0,00-10,82\%$ ,  $UO_3 = 0,00-17,20\%$ ,  $SnO_2 = 0,00-0,95\%$ ,  $ThO_2 = 0,00-4,23\%$ ,  $TiO_2 = 0,00-1,42\%$ ,  $ZrO_2 = 0,00-2,29\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00-10,18\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,00-0,80\%$ ,  $WO_3 = 0,00-2,25\%$ ,  $Nb_2O_5 = 27,77-46,44\%$ ,  $Ta_2O_5 = 1,81-27,03\%$ ,  $H_2O = 0,22-11,14\%$ .

Prezența apei este datorată alterării, iar cea a  $SiO_2$  amestecului cu alte minerale. Analizele au depistat și prezența Ra, N, He în mici cantități.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, brun închis. Indicele de refracție variază cu compoziția chimică:  $n = 2,20 \pm 0,05$ . Formele metamictice sunt izotrope; s-au descris și materiale anizotrope, însă incerte.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK$ , nefiltrată): 4,03/20; 3,59/20; 3,23/30; 3,13/40; 2,98/100; 2,92/90; 2,81/5; 2,75/10; 2,64/5; 2,59/5; 2,52/5; 2,45/10; 2,33/5; 2,17/5; 2,07/3; 2,05/3; 1,909/20; 1,890/10; 1,863/20; 1,830/20; 1,739/10; 1,709/20; 1,689/20; 1,654/5; 1,650/5; 1,630/5; 1,573/10; 1,561/30; 1,515/10; 1,500/5; 1,478/3; 1,462/5; 1,437/10; 1,425/5; 1,221/1; 1,188/1; 1,056/1.

## IV. HALOGENURI

### Caractere generale și clasificare

F, Cl, Br, I formează două tipuri de compuși reprezentând săruri ale acizilor HF, HCl, HBr și HI: primele și cele mai importante sunt sărurile simple (fluoruri, cloruri, bromuri și ioduri); secundele sunt compuși oxihalogenați, care conțin și grupări anionice de tipul  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$  și mai rar  $(\text{SO}_4)^{2-}$  sau  $(\text{IO}_3)^-$ . Cationii care satisfac sarcinile electrice ale acestor anioni fac parte, în principal din grupele I și II a sistemului periodic, Na, K, Ca, Mg, contribuții mai mici având metalele grele așa cum sunt: Cu, Ag, Pb, ș.a. În mod excepțional apar și săruri de Cs, Li, Sr, Hg, precum și combinații complexe cu  $\text{NH}_4$ , B, Si. Compușii metalelor ușoare, de tip  $\text{A X}$  sau  $\text{A X}_2$  posedă legături ionice, heterovalente, în timp ce compușii metalelor grele au legături covalente, homeopolare sau de tranziție, impuse de polarizarea puternică a acestor cationi.

Cea mai importantă ocurență a F este fluorina. Dar raza sa ionică, 1,33 Å, identică cu cea  $\text{O}^{2-}$  și  $\text{OH}^-$ , permite apariția frecventă a acestuia într-o serie de silicați (turmalină, amfiboli, filosilicați) în a căror structură coexistă gruparea OH. Aceasta explică prezența cvasiconstantă a fluorului în rocile magmatice precum și asocierea sa cu Al în aluminofluoruri.

Clorul, cu raza ionică 1,81 Å apare și el în roci magmatice, dar în minerale diferite, ca de exemplu scapolitul și eudialitul. Atât Cl, dar mai ales F, se întâlnesc în mineralele pegmatitice. Pentru Cl, halitul reprezintă mineralul cel mai important din scoarța terestră.

Br și I sunt elemente tipic disperse care nu au posibilitatea de a se concentra în roci magmatice. Br poate substitui într-o mică măsură Cl, dar I, cu o rază ionică mare (2,20 Å) nu poate substitui ceilalți halogeni. În același timp, el nici nu conduce la concentrații suficiente pentru a forma independent minerale. Totuși, acumulările exogene de cloruri, sulfati ± borați conțin și cantități importante de brom și iod.

Solubilitatea mare a halogenurilor face ca cea mai mare cantitate de clor și brom (aprox. 70-75%) și aproximativ 90% din I să se concentreze în oceanul planetar. Dintre halogenuri, răspândirea cea mai mare o au clorurile, în parte și datorită faptului că anionul  $\text{Cl}^-$  formează combinații cu 16 elemente, cele mai importante fiind  $\text{Na}^+$  și  $\text{Mg}^{2+}$ . Clasificarea generală a halogenilor este următoarea:

### 1. Săruri haloide, anhidre și hidratate

#### 1.1. Tipul A X

##### 1.1.1. Grupa halitului

Halit	NaCl
Silvină	KCl
Villiaumit	NaF
Kerargirit	AgCl
Bromirit	AgBr
Salmiac	$\text{NH}_4\text{Cl}$

##### 1.1.2. Grupa nantokitului

Nantokit	CuCl
Miersit	(Ag, Cu)I
Marshit	CuI
Iodirit	AgI
Calomel	HgCl



1.2. Tipul A X <sub>2</sub>	
1.2.1. Grupa fluorinei	
Fluorina	CaF <sub>2</sub>
Sellait	MgF <sub>2</sub>
Gagarinit	NaCaYF <sub>6</sub>
1.2.2. Grupa lawrencitului	
Lawrencit	FeCl <sub>2</sub>
Scacchit	MgCl <sub>2</sub>
Cloromagnezit	MgCl <sub>2</sub>

## 2. Oxihalogenuri și hidroxilhalogenuri

2.1. Tipul A <sub>m</sub> (O, OH) <sub>p</sub> X <sub>q</sub>	
Eglestonit	Hg <sub>4</sub> OCl <sub>2</sub>
Terlinguait	HgOCl
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	
2.1.1. Grupa matlockitului	
Matlockit	PbFCl
Bismoclit	BiOCl
Daubréeit	BiO(OH, Cl)
Laurionit	Pb(OH)Cl
Paralaurionit	Pb(OH)Cl
Penfieldit	Pb <sub>2</sub> (OH)Cl <sub>3</sub>
Fiedleri	Pb <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>
2.1.2. Grupa atacamitului	
Atacamitul	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl
Kempit	Mg <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl

## 3. Halogenuri complexe: alumino-fluoruri

3.1. Tipul A <sub>m</sub> B X <sub>3</sub> • x H <sub>2</sub> O	
Clorocalcit	KCaCl <sub>3</sub>
Carnalit	KMgCl <sub>3</sub> • 6 H <sub>2</sub> O
Tahihidrit	CaMg <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> • 12 H <sub>2</sub> O
3.2. Tipul A <sub>m</sub> B X <sub>4</sub>	
Pseudocotunnit	K <sub>2</sub> PbCl <sub>4</sub>
Avogadrit	(K, Cs) BF <sub>4</sub>
Ferruccit	NaBF <sub>4</sub>
Criolitionit	Na <sub>3</sub> Li <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> F <sub>12</sub>
3.3. Tipul A <sub>m</sub> B X <sub>4</sub> • x H <sub>2</sub> O	
Douglasit	K <sub>2</sub> FeCl <sub>4</sub> • 2 H <sub>2</sub> O
Mitscherlichit	K <sub>2</sub> CuCl <sub>4</sub> • 2 H <sub>2</sub> O
3.3.1. Seria eritrosideritului	
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
3.4. Tipul A <sub>m</sub> B X <sub>6</sub>	
3.4.1. Grupa hieratitului	
Hieratit	K <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
Criptohalit	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>

Hidrofililit	CaCl <sub>2</sub>
Coccinit	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
1.3. Tipul A X <sub>3</sub>	
Molysit	FeCl <sub>3</sub>
Fluocerit	(Cl, La, Nd) • F <sub>3</sub>
Cloraluminit	AlCl <sub>3</sub> • 6H <sub>2</sub> O

Paraatacamit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl
Cadwaladerit	Al(OH) <sub>2</sub> Cl • 4 H <sub>2</sub> O
Botallakit	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl
2.3. Tipul A <sub>m</sub> B <sub>n</sub> (O, OH) <sub>p</sub> X <sub>q</sub>	
Boleit	Pb <sub>9</sub> Cu <sub>8</sub> Ag <sub>3</sub> Cl <sub>21</sub> (OH) <sub>16</sub> • 2 H <sub>2</sub> O (?)
Cumengit	Pb <sub>4</sub> Cu <sub>4</sub> Cl <sub>8</sub> (OH) <sub>8</sub> • H <sub>2</sub> O (?)
Pseudobeleit	Pb <sub>5</sub> Cu <sub>4</sub> Cl <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub> • 2 H <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>3</sub> F <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Koenenit	Mg <sub>5</sub> Al <sub>2</sub> (OH) <sub>12</sub> Cl <sub>4</sub>
Zirklerit	9(Fe, Mn, Ca) • Cl <sub>2</sub> • Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> • 3 H <sub>2</sub> O
Kleinit	(Hg <sub>2</sub> N)(Cl, SO <sub>4</sub> ) • H <sub>2</sub> O
Mosesit	Hg <sub>6</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>4</sub>

3.4.2. Grupa malladritului	
Malladrit	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
Bararit	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>
Rineit	NaK <sub>3</sub> FeCl <sub>6</sub>
Cloromanganokalit	K <sub>4</sub> MnCl <sub>6</sub>
4. Alumino-fluoruri	
4.1. Tipul octaedric izolat	
Criolit	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>
Elpasolit	K <sub>2</sub> NaAlF <sub>6</sub>
Pahnolit	NaCaAlF <sub>6</sub> • H <sub>2</sub> O
Thomsenolit	NaCaAlF <sub>6</sub> • H <sub>2</sub> O
Jarlit	NaSr <sub>3</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>16</sub>
4.2. Tipul structural în lanț	
Gearsutit	CaAl(OH)F <sub>4</sub> • H <sub>2</sub> O
4.3. Tipul structural stratificat	
Prosopt	CuAl <sub>2</sub> (F, OH) <sub>8</sub>
Chiolit	Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub>

#### 4.4. Tipul structural în rețea

Fluellit	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ralstonit	$\text{Na}(\text{Mg}, \text{Al})_6\text{F}_{12}(\text{OH})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
Weberit	$\text{Na}_2\text{MgAlF}_7$

### 5. Halogenuri complexe

#### 5.1. Tipul mixt

Creedit	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{F}_4(\text{OH}, \text{F})_6(\text{SO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Arzrunit	$\text{Pb}_2\text{Cu}_4(\text{O}_2 \text{Cl}_6 \text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$
Trudellit	$\text{Al}_{10}\text{Cl}_{12}(\text{OH})_{12}(\text{SO}_4)_3 \cdot 30 \text{H}_2\text{O}$

## 1. SĂRURI HALOIDE, NORMALE, ANHIDRE ȘI HIDRATATE

### H A L I T : NaCl

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,6387 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_4\text{Cl}_4$ .

**Habitus:** cristale cubice, mai rar octaedrice; mase granulare, afânate sau compacte; cruste, strate, columnar stalactitic; druze cu cristale larg dezvoltate.

**Culoare:** incolor, transparent; cel mai frecvent apare alb sau galben, cenușiu, purpuriu, roșu, albastru, negru.

**Urma:** incoloră sau albă; rar albastră sau roșie corespunzător culorii mineralului

**Luciu:** sticlos sau gras.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $c(012)$ , uneori formează tremii.

**Macle:**  $(111)$  rare; sunt frecvente însă la cristalele artificiale.

**Clivaj:**  $(001)$  perfect.

**Spărtură:** concoidală. **Tranșlații** având  $T(011)$ ,  $t[110]$ ;  $T(001)$ ,  $t[110]$ .

$H = 2$ ;  $G = 2,168$ ;  $F = 804^\circ\text{C}$ . Paramagnetic. Uneori fluorescent. Foarte ușor solubilă în apă:  $35,7 \text{ g}$  în  $100 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$  la  $20^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** sub formă de impurități pot să apară K, Mg, Br, I, F. Proporții de participare: Na = 39,34%, Cl = 60,66%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Incolor sau având culori alocromatice variate datorită incluziunilor. Indicele de refracție ( $n$ ) analizat în lumină cu  $\lambda = 587,6$  este de 1,54068 la  $18^\circ\text{C}$ . De cele mai multe ori izotrop; supus la presiuni sau la temperaturi ridicate arată o dublă refracție.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $801(2,5) \text{ \AA}$ .

**Spectrografia de absorbție în infraroșu:** 400 p.

**Difractometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,258/13/(111); 2,821/100/(200); 1,701/2/(311); 1,628/15/(222); 1,410/6/(400); 1,294/1/(331); 1,261/11/(420); 1,1515/7/(422); 1,0855/1/(511); 0,9969/2/(440); 0,9533/1/(531); 0,9401/3/(600); 0,8917/4/(620); 0,8601/1/(533); 0,8503/3/(622); 0,814/2/(444).

## SILVINA : KCl

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** F m 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,2910 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $K_4Cl_4$ .

**Habitus:** cristale cubice și mai rar octaedrice sau cub-octaedrice. Apare masiv, compact sau granular, în cruste; uneori columnar.

**Culoare:** cristale pure sunt transparente și incolore; frecvent apare alb, cenușiu sau albăstrui. Incluziunile fine de hematit îi dau culoarea roșie, iar incluziunile gazoase îi conferă o culoare alb lăptoasă.

**Urmă:** alb lăptoasă.

**Luciu:** sticios.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), k(025), m(113), n(112), (148), z(247), s(123).

**Macle:** (111) frecvente.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtură:** neregulată. **Translații** având T(011), t[011] și T(001), t[011].

**Conductibilitate termică** ridicată. Higroscopică. Foarte ușor solubilă în apă: 34,7 g în 100 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O la 20°C.

**H** = 2 ; **G** = 1,993 ; **F** = 790°C.

**Compoziția chimică:** Proporția de participare este K = 52,44% Cl = 47,56%. Prezența Na poate fi explicată prin impurificarea cu halit. Br poate substitui Cl în cantități mici. S-au mai citat cantități mici de He și U.

**Proprietăți optice în lumină transmisă.** Incoloră. Un colorit pal până la intens și un pleocroism clar arată varietățile cu incluziuni. La 20°C, n variază între 1,48377 - 1,51061 în funcție de  $\lambda$ . Izotropă, dar cristalele deformate mecanic arată birefrință.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 775 (2,0) ∞ .

**Spectrografia de absorbție în infraroșu:** 145 f,p,l; 215 m

**Difracția de raze X** (radiație Fe, nefiltrată): 3,158/80/(200); 2,225/90/(220); 1,816/70/(222); 1,574/60/(400); 1,403/100/(420); 1,282/90/(422); 1,109/70/(440); 1,045/100/(442).

## VILLIAMIT : NaF

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** F m 3 m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,619 \text{ \AA}$  (artificial)  $4,628 \text{ \AA}$  (calculat),  $4,630 - 4,633 \text{ \AA}$  (natural).

**Celula conține:**  $Na_4F_4$ .

**Habitus:** masiv, granular.

**Culoare:** roșu-carmin, orange. Cristalele artificiale sunt incolore.

**Urmă:** albă.

**Luciu:** sticios. Transparent.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Clivaj:** (001) perfect. Casant. Translații având T(011), t[011] și probabil T(001), t[011].

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 2,76 (artificial), 2,79 (natural) și 2,81 (calculat); **F** = 980°C.

**Compoziția chimică:** Na = 53,40 - 54,76, K = 0,00 - 0,32%; Ca = 0,00 - 1,2%; Mg: urme; ZrO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,5%; F = 44,20 - 45,28%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Varietățile artificiale sunt incolore și au  $n_{Na} = 1,3270$ . Cristalele naturale sunt colorate, cu pleocroism puternic:  $\epsilon$  - galben,  $\omega$  - roz, roșu-carmin. Anomaliile optice (birefrința) sunt frecvente. Uniax negativ. La 300°C toate cristalele sunt izotrope.

**Difractometrie de raze X** (radiație Mo, filtru  $ZrO_2$ ): 2,662/60/(111); 2,322/100/(200); 1,644/100/(220); 1,398/40/(311); 1,340/90/(222); 1,161/60/(400); 1,038/80/(420); 0,9447/70/(422); 0,8901/10/(511), (333); 0,8120/30/(440); 0,7722/50/(600), (442); 0,7288/40/(620).

### K E R A R G I R I T : AgCl

**Sinonim:** Clorargirit

**Varietatea bogată în Br se numește embolit**

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,556 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Ag_4(Cl, Br)_4$ .

**Habitus:** cristale cubice cu fețe (111) și (011) larg dezvoltate. De obicei apare masiv, în cruste, mase columnare sau stalactitice. Rarele forme fibroase se dezvoltă paralel sau subparalel.

**Culoare:** incolor în momentul formării, dar expus la lumină devine brun-violet sau roșu-purpuriu.

**Luciu:** rășinos sau adamantin.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), k(114), n(112), p(122),  $\rho$ (144).

**Macle:** (111) comune.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Ductil; uneori se comportă plastic.

**H = 2 1/2 ; G = 5,556 ; F = 455°C.**

**Compoziția chimică:** conține Ag = 75,26%; Cl = 24,74%. Mai poate conține cantități importante de Br (15,85 - 26,85%) și redate de I (0,16 - 2,35%). Substituția Cl cu Br se face în limite largi, astfel încât varietățile cu Cl > Br se numesc kerargirite, iar cele Br > Cl se numesc bromirite. Între acestea embolitul apare ca un termen intermediar. Mai apar substituții ale Cl și/sau Br prin I. Au fost citate și mici cantități de Mg.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** este incolor sau galben-brun,  $n_{Na} = 2,071$ .

Izotrop. Presiunile mecanice determină apariția birefrinței.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,20/60/(111); 2,80/100/(200); 2,75/100/; 1,97/100/(220); 1,67/60/(311); 1,61/70/(222); 1,395/40/(400); 1,274/30/(331); 1,245/80/(420); 1,131/70/(422); 1,069/10/(511), (333); 0,987/10/(440); 0,930/40/(600); 0,883/20/(620); 0,843/20/(622).

### B R O M I R I T : AgBr

**Sinonim:** bromargirit

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $F m \bar{3} m$ .

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,755 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Ag_4Br_4$ .

**Habitus:** cristale cubice, adesea cu modificări ale fețelor. De obicei este masiv sau formează cruste. Rareori apare columnar sau fibros.

**Culoare:** cenușiu, cenușiu-verzui, brun-verzui sau gălbui.

**Luciu:** rășinos sau adamantin. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111).

**Macle:** (111) comune.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** neregulată până la subconcoidală. Ductil.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 6,474$  ;  $F = 434^{\circ}\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** conține Ag = 56,7 - 57,44%, Br = 38,9 - 42,56%; Cl = 0,00 - 0,6% I = 0,00 - 2,6%.

Există o serie continuă corespunzătoare compoziției Ag(Cl, Br).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab colorat în galben sau verzui-cenușiu  $n_{\text{Na}} = 2,253$ . Izotrop. Cristalele deformate mecanic prezintă anomalii optice: birefrință, extincție ondulatorie.

**Difractometria de raze X:** 2,88/100/(200), 2,03/90/(220); 1,66/60/(222); 1,441/40/(400); 1,320/10/(331); 1,289/80/(420); 1,178/70/(422); 1,019/20/(440); 0,963/40/(600); 0,913/40/(620); 0,871/40/(622).

#### NANTOKIT : CuCl

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $F\bar{4}3m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,418 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{Cl}_4$ .

**Habitus:** masiv, granular. Cristalele artificiale sunt tetraedrice.

**Culoare:** alb când este proaspăt, în timp devine cenușiu-verzui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** adamantin. Transparent.

**Clivaj:** (011).

**Spărtură:** concoidală.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,136$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 64,17 - 64,28%, Cl = 35,52 - 35,82%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab colorat.  $n = 1,930 \pm 0,005$ . Izotrop sau cu birefrință anomală.

**Difractometria de raze X:** 3,12/10/(111); 2,70/20/(200); 1,91/90/(220); 1,63/80/(311); 1,353/20/(400); 1,240/40/(331); 1,104/30/(422); 1,043/20/(511), (333).

#### MIERSIT : (Ag, Cu)I

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $F\bar{4}3m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,491 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Ag}_4\text{I}_4$ .

**Habitus:** cristale tetraedrice cu fețe (001); mai rar cub-octaedrice cu dezvoltarea egală a fețelor (001), (111) și  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ . Striații pe fețele de tetraedru. Tetraedrii pozitivi și negativi sunt identici. Cruste și agregate fin cristaline.

**Culoare:** galben.

**Urma:** galben.

**Luciu:** adamantin. Transparent.

**Macle:** (111), uneori repetate.

**Clivaj:** (011) perfect.

**Spărtură:** concoidală. Uneori casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 5,64$ .

**Compoziția chimică:** Ag = 38,17 - 45,94%, Cu = 0,00 - 5,64%, I = 54,06 - 56,58%. Cu substituie Ag până la raportul Cu : Ag = 1 : 4. Cristalele artificiale arată o serie completă AgI - CuI.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab gălbui,  $n = 2,20 \pm 0,02$ . Izotrop; unele varietăți arătând însă o birefringență anomală.

**Difractometria de raze X:** 3,72/60/(111); 3,23/100/(200); 2,28/80/(220); 1,924/80/(311); 1,489/20/(220); 1,320/20/(422); 1,290/20.

### M A R S H I T : CuI

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4} 3 m$ .

**Grupa spațială:** F  $\bar{4} 3 m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,047 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{I}_4$ .

**Habitus:** cristale tetraedrice cu modifiții (001); rar apar cristale cub-octaedrice cu dezvoltare egală a fețelor (001), (111) și ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ). Fețele (001) și (hhl) sunt striate paralel cu muchiile. Cristale izolate și cruste.

**Culoare:** slab gălbui când este proaspăt, devenind roșu închis cu timpul.

**Urma:** galbenă.

**Luciu:** adamantin. Transparent. Prezintă o fluorescență roșu închis în ultraviolet.

**Forme principale:** a(001), o(111), -o( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), m(113),  $\beta$ (223).

**Macle:** (111), uneori repetate.

**Clivaj:** (011) perfect.

**Spărtură:** concoidală. Casant .

$H = 2 \frac{1}{2}$   $G = 5,68$ .

**Compoziția chimică:** Ag substituie Cu în raportul Ag : Cu = 1 : 46. Cristalele artificiale arată o serie completă de tipul CuI - AgI. În cantități mici Cl poate substitui I. Participarea procentuală este: Cu = 32,35 - 33,37%, Ag = 0,00 - 1,19%, I = 66,63 - 65,85%, Cl = 0,00 - 0,33%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab colorat.

$n(\text{Li}) = 2,313$ ,  $n(\text{Na}) = 2,346$ ,  $n(\text{Ti}) = 2,385$ .

Izotrop. Uneori prezintă anomalii optice (birefringență).

**Difractometria de raze X:** (radiație Cu): 3,493/100/(111); 3,025/12/(200); 2,139/56/(220); 1,824/32/(311); 1,747/5/(222); 1,5127/7/(400); 1,3881/11/(331); 1,3529/4/(420); 1,2351/10/(422); 1,1644/7/(511); 1,0696/3/(440); 1,0228/6/(531); 1,0084/1/(600); 0,9568/3/(620); 0,9228/2/(533); 0,9121/<1/(622); 0,8733/1/(444); 0,8473/3/(711); 0,8391/<1/(640); 0,8086/4/(642).

### I O D I R I T : AgI

**Polimorfi:** miersit, iodirit, iodobromit

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 m m .

**Grupa spațială:** C 6 m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,58 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,49 \text{ \AA}$  la 19,5°C.

**Celula conține:**  $\text{Ag}_2\text{I}_2$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,637$ .

**Habitus:** cristale prismatice // [0001] sau tabulare (0001). Sunt frecvente formele hemimorfe. Formele comune sunt c, m, i,  $\bar{i}$ . Forme de butoiaș, cu depresiune neregulată sau cu cavități pe (0001). Se dezvoltă în rozete sau în grupuri paralele. De asemenea, masiv, lamelar sau în solzi (0001).

**Culoare:** proaspăt este slab gălbui. Expus la lumină devine galben, citron, galben-verzui, castaniu.

**Urmă:** galbenă.

**Luciu:** rășinos până la adamantin; perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Forme principale** (inferioare și/sau superioare):  $\bar{c}$ , c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), a(11 $\bar{2}$ 0), o(10 $\bar{1}$ 2),  $\bar{g}$ , g(30 $\bar{3}$ 4), r(70 $\bar{7}$ 8), s(15.0.1 $\bar{5}$ .16),  $\bar{i}$ , i(10 $\bar{1}$ 1), t(70 $\bar{7}$ 6),  $\bar{f}$ , f(30 $\bar{3}$ 2),  $\bar{u}$ , u(20 $\bar{2}$ 1),  $\bar{w}$ , w(9094), x(70 $\bar{7}$ 20),  $\bar{y}$ , y(90 $\bar{9}$ 2), z(33.0.3 $\bar{3}$ .4)

**Macle:** (30 $\bar{3}$ 4), uneori repetate. Paramorfii iodiritului după miersit arată o macă mimetică repetată [0001], dezvoltată paralel cu cea a miersitului [111].

**Clivaj:** (0001) perfect. **Spărtura:** concoidală. Flexibil.

$H = 1\ 1/2$ ;  $G = 5,69$ ;  $F = 552^\circ\text{C}$ . Slab piroelectric.

**Compoziția chimică:** Ag = 45,94%, I = 54,06%.

**Modificări polimorfe:** tip blendă, stabilă sub  $137^\circ\text{C}$  (miersit); tip würtzit stabilă până la  $146^\circ\text{C}$  (iodirit); o modificare izotermă stabilă peste  $146^\circ\text{C}$  ( $\alpha$  - AgI). Mai sunt cunoscute o modificare care există la presiuni ridicate și o modificare tip „rock-salt” în care, însă, Br substituie I (iodobromit).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab colorat  $n(\text{O}) = 2,21$ ,  $n(\text{E}) = 2,22$ . Deformările mecanice îi conferă anomalia optice (extincție ondulatorie; birefrigență anomală). Uniax pozitiv. Dispersie foarte mare.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3,75/30/(0002), (10 $\bar{1}$ 0); 2,32/60/(11 $\bar{2}$ 0); 1,968/60/(20 $\bar{2}$ 0), (11 $\bar{2}$ 2); 1,704/30/(10 $\bar{1}$ 4), (20 $\bar{2}$ 2); 1,504/30/(21 $\bar{3}$ 0).

## C A L O M E L :HgCl

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/m m m .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,45 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,89 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,4472$ .

**Habitus:** variabil: tabular (001), prismatic [001], piramidal; forme complexe, maclate. Formează cruste microcristaline, masiv, pământos.

**Culoare:** alb, cenușiu, alb-gălbui, cenușiu-gălbui, brun. Culoarea depinde de expunerea la lumină, devenind brună cu timpul.

**Urma:** alb-gălbui.

**Luciu:** adamantin.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110),  $\alpha$ (013), i(012), r(011),  $\gamma$ (118), t(114), e(112), s(111), d(332),  $\pi$ (138),  $\rho$ (125), n(112), v(233).

**Macle:** (112); macle de contact sau de penetrație, complexe, uneori repetate.

**Clivaj:** (110) bun, (011) imperfect.

**Spărtură:** concoidală. Plastic.

$H = 1/2$ ;  $G = 7,15$ ;  $F = 302^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** Hg = 84,98%, Cl = 15,02%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab colorat cu tente ale culorilor naturale. Indicii de refracție:

$\lambda$	Li	Na	Tl
$n_E$	1,956	1,973	1,991
$n_W$	2,601	2,656	2,713

Deformarea mecanică a cristalelor le conferă anomalii optice. Uneori slab pleocroic cu absorbție  $\epsilon > \omega$ .  
Uniax pozitiv.

**Difractometria de raze X:** 4,16/100/(101); 3,17/100/(200); 2,83/20/(210); 2,72/50/(002); 2,24/60/(220); 2,06/100/(202); 1,97/100/(301); 1,73/80/(222); 1,58/30/(400), (203); 1,478/100/(322), (411); 1,417/60/(420); 1,366/60/(004), (303); 1,260/80/(422); 1,237/30/(501); 1,171/80/(413); 1,127/20/(314); 1,083/40/(530); 1,060/20/(115); 1,038/90/(601); 1,003/20/(414); 0,987/20/(540); 0,942/20/(630).

## FLUORINA : $\text{CaF}_2$

*Varietatea pământoasă se numește: ratovkit. Varietățile în care Y și Ce substituie Ca se numesc yttriofluorină și, respectiv, cerofluorină. Prezența ambilor cationi ca substituenți ai Ca conduce la varietatea ytrocercit*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fm\bar{3}m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,462 \text{ \AA}$ ;  $a_0$  : crește ușor prin mărirea substituției Y și Ce pentru Ca.

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{F}_8$ .

**Habitus:** cubic, octaedric, rar dodecaedric; combinații ale formelor  $o(111)$ ,  $a(001)$  și  $d(011)$  sau  $d(011)$  cu  $a(001)$ . Sunt caracteristice modificările fețelor ( $o k 1$ ). Cristalele au fețele (001) netede și lucioase, iar fețele (111) aspre și mate. Unele fețe de cub prezintă striatii // cu muchiile limitrofe sau formează un desen cu aspect de parchet. Unele cristale sunt distorsionate prin dezvoltarea inegală a fețelor: astfel,  $f(013)$  se poate dezvolta foarte mult. Formează agregate granulare, cruste cristaline, mase pământoase (ratovkit). Rar se întâlnesc cristale columnare sau fibroase.

**Culoare:** transparent, incolor, alb, galben; verde, verde-albăstrui, albastru, purpuriu, brun, roz, roșu. Prezintă termoluminescență. Culoarea dispăre prin încălzire și reapare prin iradierea cu raze X. Descărcările electrice și contactul cu vaporii de calciu metalic dau cristalelor incolor o culoare violet. Prezintă o fluorescență albastru-verzuie sau violetă, prin expunerea la radiațiile catodice.

**Luciu:** sticlos; varietățile masive au luciu mat.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $o(111)$ ,  $e(012)$ ,  $n(112)$ ,  $p(122)$ ,  $t(124)$ ,  $s(123)$ ,  $d(011)$ ,  $f(013)$ ,  $m(113)$ ,  $q(133)$ , (137), (3.5.11).

**Macie:** (111), frecvent de penetrație; uneori macia spinelului cu cei doi indivizi inegal dezvoltați.

**Clivaj:** (111) perfect, (011) imperfect.

**Spărtură:** concoidală. Casant. La presiune orientată de lungă durată se comportă plastic.

$H = 4$ ;  $G = 3,180 \pm 0,001$ ;  $F = 1360^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** Ca = 51,24 - 51,33%, F = 48,29 - 48,67%. Ca poate fi substituit prin Y și Ce în proporții ce nu depășesc raportul: (Y, Ce): Ca = 1 : 6. În cantități foarte mici pot să mai apară: Er, La, Sm, Dy, Pr, Nd.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incoloră sau colorată în verde, roșu etc., după culoarea eșantionului. Indicii de refracție la  $20^\circ\text{C}$  sunt  $n(B) = 1,4320$ ,  $n(Li) = 1,4322$ ,  $n(C) = 1,4325$ ,  $n(D) = 1,43385$ ,  $n(Tl) = 1,4353$ ,  $n(E) = 1,4355$ ,  $n(F) = 1,4370$ . Valoarea indicilor de refracție nu variază semnificativ cu culoarea cristalului, dar descresc cu 0,0001 la creșterea temperaturii cu  $8-10^\circ\text{C}$ . Poate prezenta o birefringență anomală datorată supunerii cristalelor la presiune. Când apare birefringența este distribuită în lamele paralele [001].

**Analize termice (A.T.D.):** 932(0,2)↘; 1010(0,1)↘; 1040(0,5)↗.

**Spectrografia de absorbție în infraroșu:** 275 f p 1; 410 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,153/94/(111), 1,931/100/(220), 1,647/35/(311); 1,360/12/(400); 1,253/10/(331); 1,1150/16/(422); 1,0512/7/(511); 0,9657/5/(440); 0,9233/7/(531); 0,9105/1/(600); 0,8637/9/(620); 0,8320/3/(533).



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4 2/m n m .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,660 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,078 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6605$ .

**Celula conține:** Mg<sub>2</sub>F<sub>4</sub> .

**Habitus:** cristale scurt prismatică până la aciculare [001]. Formează agregate fibroase.

**Culoare:** alb, violet pe urmele de clivaj. Transparent.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** a(010), m(110), c(011), p(111).

**Macle:** (110).

**Clivaj:** (010) și (110) perfect.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H = 5 ; G = 3,15.**

**Compoziția chimică:** Mg = 38,37 - 39,02%, F = 60,98 - 61,63%. Corespunde formulei ideale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție (Na) sunt,  $n_{\omega} = 1,378$ ,  $n_e = 1,390$ .

Uniax pozitiv.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 3.265/100/(110); 2.545/22/(101); 2.3101/< 1(200); 2.231/96/(111); 2.067/34/(210); 1.711/73/(211); 1.635/31/(220); 1.526/19/(002); 1.462/6/(310); 1.441/4/(221); 1.382/14/(112); 1.375/34/(301); 1.318/7/(311); 1.282/1/(320); 1.228/6/(212); 1.1556/4/(400); 1.1217/6/(410); 1.1154/10/(222); 1.0893/6/(330); 1.0555/4/(312); 1.0524/6/(411); 1.0333/2/(420); 0.9937/1/(103); 0.9812/2/(322); 0.9790/3/(421); 0.9715/2/(113); 0.9249/1/(500); (430); 0.9216/4/(402); 0.9128/7/(213); 0.9068/4/(510); 0.9039/5/(412); 0.8867/6/(332); 0.8849/8/(431). (501); 0.8634/<1/ (223); 0.8559/4/(422); 0.8486/5/(303).

## L A W R E C I T : FeCl<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 3 2/m.

**Grupa spațială:** R 3 m (?).

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,5775 \text{ \AA}$ .  $c_0 = 17,52 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,8973$ .

**Celula conține:** Fe<sub>3</sub>Cl<sub>6</sub> .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt aplatizate (0001) și subțiri. În natură apare masiv.

**Culoare:** verde până la castaniu. Cristalele artificiale proaspete sunt albe. Delicvescent.

**Clivaj:** (0001) perfect.

Nu i se poate determina durezza fiind foarte moale. **G = 3.162.**

**Compoziția chimică:** Fe = 44,05, Cl = 55,95%. Sunt prezente cantități considerabile, dar variabile de Ni fără a se putea preciza dacă acesta apare ca substituent al Fe sau în impurități.

**Proprietățile optice în lumina transmisă:** slab colorat.  $n_{\omega} = 1.567 \pm 0.005$ . Birefrință mică. Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 5,9/63/(003); 3,07/30/(101); 2,54/100/(104); 2,32/7/

(015); 2,09/7; 1,953/13/(009); 1,800/63/(018). (110); 1,721/13/(112); 1,633/2:1,553/4/(021); 1,467/20/(0.0.12).(024); 1,424/5/(0.1.11) (305); 1,272/3/(208); 1,173/2/(0.0.15).(214); 1,138/18/(1.1..12). (211); 1,119/2/(0.0.14).(125); 1,068/2./(217); 1,040/8/(1.0.10). (128).(200); 0,982/1/(1.1.15). (0.1.17); 0,904/ 2/(0.2.16). (220); 0,851/2/(0.1.20). (3.0.12). (131); 0,836/2/(318). (2.1.15).

### CLOROMAGNEZIT : $MgCl_2$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal .

**Clasa:** 3 2/m .

**Grupa spațială:** R 3 m.

**Z** = 3 .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,58 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,908$ .

**Habitus:** cruste delicvescente formate din mici cristale plate.

**Culoarea:** incolor., alb.

**Clivaj:** absent. Delicvescent. Foarte solubil în apă.

**Duritatea** nu se poate determina fiind foarte moale; **G** = 2,325.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.  $n_w = 1,675$ ,  $n_e = 1,59$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $MoK_{\alpha}$ , filtru  $ZrO_2$ ): 5,85/20/(003). 3,10/10/(101); 2,96/57/(012).(606); 2,56/100/(104); 2,35/1/(015); 1,98/9/(107).(009); 1,82/63/(110); 1,74/10/(113); 1,55/11/(021); 1,48/23/(024).(0.0.12); 1,43/3/(205).(0.1.11); 1,34/2/(027).(119); 1,28/9/(208); 1,18/3/(211).(0.0.15); 1,15/14/(214).(1.1.12); 1,12/1/(125).(2.0.11); 1,08/2/(217); 1,05/10/(300).(128); 0,988/3; 0,955/1 0,910/2; 0,869/1; 0,855/2; 0,811/1.

### ERIOCALCIT : $CuCl_2 \cdot 2H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m .

**Grupa spațială:** P b m n .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,38 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 8,04 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 3,72 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,918 : 1 : 0,462$ .

**Celula conține:**  $Cu_2Cl_4 \cdot 4H_2O$ .

**Habitus:** cristalele alungite [001], care formează agregate neregulate, unele asemănătoare "florilor" de gips.

Prin curbarea cristalelor se ajunge la forme arborescente sau asemănătoare lichenilor, unele având cristale spiralate.

**Culoare:** albăstrui - verzui sau verde - albăstrui; cu timpul cristalele capătă o tentă gălbuie. Transparent.

**Luciu:** sticios.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), t(520), s(301), p(111). La cristale artificiale apar și a(100), q(103), r(101).

**Macles:** (021); ca macles de penetrație aproape rectangulare.

**Clivaj:** (110) perfect, (001) bun.

**Spărtura:** concoidală.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 2,47 .

**Compoziție chimică:** Cu = 36,89 - 37,22%, Cl = 40,68 - 41,52% H<sub>2</sub>O = 20,81 - 21,26%. Reziduu insolubil  
Conține Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20%. CaO = 0,15%. MgO = 0,07%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** colorat albastru verzui - oliv conform orientării:

Orientare	n(Na)	Pleocroism
x b	1,646	verde pal
y c	1,685	verde oliv
Z a	1,745	albăstrui

Biax pozitiv.  $2V = 75^\circ$ . Dispersia  $r < v$ , puternică.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$  filtru ZrO<sub>2</sub>: 5,4/100/(110); 4,03/40/(020); 3,73/8/(001); 3,33/8/(101); 3,08/25/(111); 2,72/3/(021).(220); 2,63/30/(201); 2,52/8/(211).(130); 2,36/6/(310); 2,26/16/(221); 2,10/6/(131); 2,01/20/(040); 1,88/25/(231); 1,85/16/(400); 1,81/2/(330).(102); 1,77/8; 1,73/2; 1,68/8; 1,64/2; 1,61/20; 1,58/2; 1,55/2; 1,51/2; 1,46/6; 1,40/2; 1,32/14.

### B I S C H O F I T : MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic .

**Clasa:** 2/m .

**Grupa spațială:** C 2/m.

Z = 2 .

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 9,90 Å , b<sub>0</sub> = 7,15 Å ; c<sub>0</sub> = 6,10 Å .

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,3846 : 1 : 0,8531,  $\beta = 93^\circ 42'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic [001]. Mase granulare cristaline, agregate foioase, uneori fibroase.

**Culoare:** incolor, alb.

**Luciu:** stielos până la mat.

**Forme principale:** a(100), m(110), r(201), o(111).

**Macle:** polisitetice lamelare datorită presiunii. **Translații pe (110).**

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** concoidală până la neregulată.

H = 1 - 2 ; G = 1,604; F = 116,8°C.

Delicvescent. Gust amar. Înțepător.

**Compoziție chimică:** Mg = 11,86 - 11,96%, Cl = 34,87 - 35, 04%, H<sub>2</sub>O = 53,10 - 53,17%.

Cristale artificiale de MgBr<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O sunt izostructurale și izomorfe cu MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indici de refracție n<sub>Na</sub>:  $\alpha = 1,495$ .  $\beta = 1,507$ .

$\gamma = 1,528$ . Orientarea:  $\alpha = b$ .  $\beta \wedge c = 90^\circ 1/2$ . Biax pozitiv.  $2V = 79^\circ 24'$ . Dispersia  $r > v$ , mică.

**Analize termice (A.T.D.):** 150∞; 220∞; 260∞; 320∞; 525∞; 700∞.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 p.l; 612 p.l; 720 i; 1630 f.p; 3235 p.l; 3240 p.l.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,10/100; 2,88/50; 2,65/75.

### M O L Y S I T : FeCl<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** R,  $\bar{3}$  sau 3.

**Grupa spațială:** R  $\bar{3}$  sau R3.

Z = 2 .

**Dimensiunea celulei elementare:** ( $\pm 0,02$ ): a<sub>0</sub> = 5,92 Å, c<sub>0</sub> = 17,26 Å.

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,915$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$  în unitatea romboedrică .

**Habitus:** cristalele tabulare (0001). Apare masiv sau în cruste.

**Culoare:** galben până la roșu - brun, roșu - purpuriu. În lumină reflectată cristalele sunt verzi.

**Clivaj:** (0001) perfect. Foarte delicvescent.

**Duritatea** nu poate fi determinată fiind plastic;  $G = 2,90$  ;  $F = 282^\circ \text{C}$ .

**Compoziția chimică:** Fe = 34,42%. Cl = 65,58%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Indicele de refracție mediu este 1,6. Birefringența foarte puternică. Uniax negativ.

**Difracțiometria de raze X** (radiația  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 5,9/32(003); 5,1/5/(101); 4,79/5; 4,50/ < 3/(012); 3,03/3/(110) 2,90/3/(006).(015); 2,68/100/(113); 2,53/2/(202); 2,40/2/(101); 2,23/2/(024); 2,08/40/(116).(205); 2,02/2/(018); 1,96/3/(009).(211); 1,75/32/(300); 1,67/8/(208); 1,63/16; 1,46/6; 1,34/5; 1,30/2; 1,19/3; 1,12/5; 1,08/2; 1,06/3; 1,01/2; 0,99/3.

**FLUOCERIT** : (Ce. La. Nd)  $\text{F}_3$

**Sinonim:** tysonit

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m sau P.

**Grupa spațială:** C 6 / m c m.

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,124 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,280 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,22$ .

**Celula conține:** (Ce. La. Nd) $_6 \text{F}_{18}$  .

**Habitus:** cristale prismatice [0001] sau tabulare (0001). Apare masiv granular.

**Culoare:** galben pal când este proaspăt; în timp devine galben până la brun - roșcat.

**Urma:** este aproape albă.

**Luciu:** sticlos, rășinos; perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(0001); m(10 $\bar{1}$ 0), e(11 $\bar{2}$ 0), r(30 $\bar{3}$ 2); p(11 $\bar{2}$ 1); s(22 $\bar{4}$ 1).

**Clivaj:** (0001) distinct, (11 $\bar{2}$ 0) imperfect.

**Spărtură:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

$H = 4 - 5$  ;  $G = 5,93 - 6,14$ , greutatea specifică depinde de raportul Ce: La; descrește prin alterare.

**Compoziția chimică:** Ce = 35,65 - 40,19%. La = 30,37 - 35,35% Nd $_2 = 0,00 - 3,19\%$ ., F = 19,49 - 29,44. H $_2$ C = 0,00 - 1,78%. În mici cantități apar și Y, Er, Yt.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, sau roz pal. Indicii de refracție:  $n_o = 1,612 - 1,618$ .  $n_e = 1,608 - 1,611$ . Uniax negativ.

**Difracțiometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 3,20/100/(101); 2,06/70/(110); 2,01/100/(103); 1,79/70/(112); 1,73/70/(201); 1,44/90/(203); 1,37/70/(114); 1,35/80/(105); 1,33/100/(211); 1,21/30/(006); 1,18/100/(213); 1,15/50/(106); 1,13/100/(205); 1,04/80/(116); 1,03/50/(220); 0,991/70/(222); 0,998/100/(215); 0,980/70/(311).

## 2. OXIHALOGENURI ȘI HIDROXILHALOGENURI

A T A C A M I T :  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$

*Dimorf cu paratacamitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P\ n\ a\ m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,01\ \text{Å}$ ,  $b_0 = 9,13\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 6,84\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,658 : 1 : 0,749$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_8(\text{OH})_{12}\text{Cl}_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001]. Fețele (110) și cele din zona [001] sunt striate // [001]. Fețele (010) sunt striate //  $[\bar{1}01]$ . Forme tabulare (010) și rareori pseudo-octaedric cu dezvoltarea egală a fețelor (110) și (011). Apare masiv în agregate cristaline sau granulare, uneori fibroase.

**Culoare:** diverse nuanțe de verde.

**Urma:** verde.

**Luciu:** adamantin până la sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010),  $\gamma(150)$ , s(120), l(230), m(110),  $\beta(210)$ , e(011), g(031), B(061), h(201), r(111), q(221), z(331), M(123), n(121),  $\Phi(131)$ .

**Macle:** (110) simple; mai rar apar macle dublate sau triplate. Prin rotiri de  $120^\circ$  după [950] sau de  $180^\circ$  după [544] apar macle complexe. Mai apar macle complexe de contact sau penetrație.

**Clivaj:** (010) perfect; (101) bun, dezvoltat pe cristale tabulare (010).

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 3 - 3\frac{1}{2}$ ;  $G = 3,760 \pm 0,015$ .

**Compoziția chimică:** Cu = 14,53 - 15,05%, CuO = 55,28 - 56,01%, Cl = 16,22 - 16,78%,  
 $\text{H}_2\text{O} = 12,42 - 13,15\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Colorat în nuanțe de verde.

Orientarea		n	Plecrocroism
$\alpha$	b	1,831	verde pal
$\beta$	a	1,861	galben - verzui
$\gamma$	c	1,880	verde de iarbă

Biax negativ.  $2V = 74^\circ 56'$ . Dispersia  $r < v$  puternic.

**Spectrometria de absorție în infraroșu:**  $\sim 410\ \text{s}$ ; 445 m; 483 m; 515 m; 598 m .1; 822 m; 852 m. a; 866 m.a; 897 m. a; 917 m.a; 952 m. a; 987 m.a; 1165 f s. 1; 1390 f. s; 1650 s; 3220s; 3340 m; 3440p.

**Difractometria de raze X:** 5,40/100/(011); 5,00/100/(101); 2,82/100/(130); 2,75/100/(002); 2,62/20/(131); 2,52/40/(202) 2,26/100/(311); 2,19/40/(103); 2,13/60/(113); 2,03/20/(302); 1,95/40/; 1,82/80; 1,78/40; 1,74/60; 1,71/40; 1,67/40; 1,60/80; 1,56/80; 1,50/20; 1,47/20; 1,44/20; 1,41/60; 1,39/20; 1,35/20; 1,32/20; 1,29/20; 1,25/40; 1,19/20; 1,13/20; 1,10/20; 1,06/20; 1,05/20; 1,02/20; 0,96/20.

**B O L E I T :  $\text{Pb}_9\text{Cu}_8\text{Ag}_3\text{Cl}_{21}(\text{OH})_{16} \cdot 2\text{H}_2\text{O} (?)$** 

**Sistemul de cristalizare :** tetragonal.

**Clasa :** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială :** I 4/m m m.

**Z =** 12.

**Dimensiunea celulei elementare :**  $a_0 = 15,4 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 62 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,02$ .

**Celula conține :** probabil  $\text{Pb}_9\text{Cu}_8\text{Ag}_3\text{Cl}_{21}(\text{OH})_{16} \cdot \text{H}_2\text{O}$  sau  $\text{Pb}(\text{Cu},\text{Ag})\text{Cl}_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus :** cristale pseudocubice. pseudo - cub - octaedrice, pseudo - dodecaedrice; cristale dispuse subparalel cu cele de cumengit și de pseudoboleit.

**Culoare :** albastru de Prusia, albastru închis pe fețele de cristal.

**Urma :** albastră cu tentă verzui.

**Luciu :** sticlos, perlat pe suprafețele de clivaj. Translucid.

**Forme principale :** c(001), m(110), f(014), e(011), o(114).

**Clivaj :** (001) perfect, (101)bun, (100) slab.

**H =** 3 - 3 1/2; **G =** 5,05.

**Compoziția chimică :** Pb = 47,20 - 49,73, CuO = 16,98 - 24,03%, AgCl = 10,96 - 12,03%, Cl = 10,79 - 17,28%,  $\text{H}_2\text{O} = 4,35 - 7,02\%$ .

**Proprietățile optice în lumină transmisă :** verde albăstrui, neplescrocic.  $n_{(\omega)} = 2,05 \pm 0,02$ .  $n_{(e)} = 2,03 \pm 0,02$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X :** 5,10/40/(300); 4,86/20/(310); 4,40/100/(222); 3,83/100/(400); 3,50/80/(331); 3,24/20/(421); 3,13/100/(422); 2,95/40/(511). (332); 2,83/60/(520); 2,69/100/(440); 2,56/80/(531); 2,47/20/(611).(532); 2,39/100/(621).(540); 2,32/100; 2,15/20; 2,12/20; 2,07/20; 2,02/20; 1,99/80; 1,90/20; 1,85/50; 1,80/80; 1,75/60; 1,67/40; 1,61/20; 1,53/40; 1,48/20; 1,42/20; 1,35/20; 1,32/20; 1,29/40.

**N O C E R I T :  $\text{Ca}_3\text{Mg}_3\text{F}_8\text{O}_2$** 

**Sinonim :** fluoborit

**Sistemul de cristalizare :** hexagonal.

**Clasa :** P.

**Grupa spațială :**  $C \bar{6}$ .  $C 6$  sau  $C 6/m$ .

**Z =** 2.

**Dimensiunea celulei elementare :**  $a_0 = 8,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,12 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,353$ .

**Celula conține :**  $\text{Ca}_3\text{Mg}_3\text{F}_8\text{O}_2$ .

**Habitus :** acicular [0001]. Formează agregate fibroase.

**Culoare :** incolor, alb, castaniu; rareori cenușiu.

**Luciu :** sticlos. Transparent.

**Forme principale :** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), a(11 $\bar{2}$ 0).

Nu există informații despre: macle, clivaj și duritate .

**G =** 2,96.

**Compoziție chimică :** Ca = 26,85 - 31,88%, Na = 0,00 - 2,47% Mg = 17,47 - 19,34%, F = 37,55 - 40,30% O = 8,30 - 11,40%,  $\text{H}_2\text{O} = 8,30 - 11,40\%$ . Na apare ca substituent pentru Ca.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor sau brun. În lumină de Na:  $n_{(\omega)} = 1,5084 - 1,5120$ .  $n_{(e)} = 1,4855 - 1,4870$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu :** 412 f.p; 480 p.l; 625 i; 740 m; 862 i; 910 s.l; 1115 f.s; 1270 p.l.

**Difractometria de raze X (cele mai intense linii) :** 4,41/100; 2,41/95; 2,12/90.

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $F\bar{4}3m$ .

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,524 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice și mai rar cub - octaedrice sau cubice.

**Culoare:** galben de lămâie; prin expunere la lumină devine verde oliv.

**Urma:** galben pal.

**Luciu:** adamantin.

**Forme principale:** a(001), o(111), d(011),  $\phi$ (116),  $\mu$ (114), n(112).

**Macle:** (111) comune: uncori formează macle repetate.

**Clivaj:** (111) imperfect.

**Spărtură:** neregulată. Casant.

**H** =  $3\frac{1}{2}$  ; **G** = 7,72.

**Compoziția chimică:** Hg = 81,72 - 83,00%,  $\text{NH}_3$  = 2,20 - 2,31%, Cl = 4,82 - 5,00%,  $\text{SO}_4$  = 3,5 - 7,0%  
 $\text{H}_2\text{O}$  = 0,00 - 2,45%, O = 0,00 - 2,17%. Formula chimică este nesigură.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Indicele de refracție  $2,065 \pm 0,010$ . Izotrop. Prezintă o slabă birefringență anomală, care dispare prin încălzire la  $186^\circ \text{C}$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,44/40/(111); 2,86/80/(311); 2,74/100/(222); 2,38/50/(400); 2,18/60/(331); 1,83/50/(511).(333); 1,68/70/(440); 1,61/60/(531); 1,45/10/(533); 1,44/70/(622); 1,38/20/(444); 1,33/30/(711).(551); 1,24/50/(731). (553).

### 3. HALOGENURI COMPLEXE; ALUMINO-FLUORURI

#### C A R N A L I T : $\text{KMgCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Pb\ a\ n$ .

**Z** = 12.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,54 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 16,02 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 22,52 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5955 : 1 : 1,406$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_{12}\text{Mg}_{12}\text{Cl}_{36} \cdot 72 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale piramidale pseudohexagonale, tabulare, subțiri (001). De obicei apare masiv, granular.

**Culoarea:** incolor până la alb-lăptos, mai rar galben sau albastru. Varietățile roșcate se datoresc incluziunilor orientate de hematit.

**Luciu:** gras, mai rar sticlos. Transparent până la translucid

**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 cu  $k_1(110) \cdot k_2(\bar{1}\bar{3}0)$  care se pot dezvolta prin presiune.

**Clivaj:** absent.

**Spărtură:** conoidală. Delicvescent în atmosferă umedă. Gust amar.

**H** =  $2\frac{1}{2}$  ; **G** = 1,602.

**Compoziție chimică:** K = 13,51 - 14,07%; Mg = 8,75 - 8,80%; Cl = 38,16 - 38,32%;  $\text{H}_2\text{O}$  = 38,38 - 39,53%  
 Br poate substitui Cl în cantități mai mici de 0,5%. Mici cantități de Rb, Cs,  $\text{NH}_4$  și Tl pot substitui K.  
 $\text{Fe}^{2+}$  substituie mici cantități de Mg, prin oxidare și exoluție dând naștere incluziunilor lamelare orientate

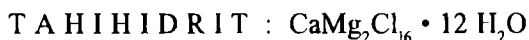
de hematit. Au mai fost citate cantități scăzute de Na, Ca și  $\text{SO}_4^{2-}$  care se datoresc probabil amestecurilor cu alte minerale. Carnalitul sintetic arată și substituția K prin  $\text{NH}_4$  și Br.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Poate arăta macle polisintetice. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție (Na):  $\alpha = 1,465 - 1,4665$ ,  $\beta = 1,474 - 1,4753$ ,  $\gamma = 1,4937 - 1,496$ ;  
 $2 V_{\gamma} = 66 - 70^{\circ}03'$ . Biax pozitiv. Dispersia:  $r < v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D):  $180\text{v}$ ;  $195\text{v}$ ;  $250\text{v}$ ;  $430\text{v}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 120 i; 145 i; 170 p; 220 m; 470 p,1; 615 m,1; 715 i; ~ 1110 s 1; 1640 p; 3240 i; 3415 fp.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,65/50/(114); 3,77/50/(006),(042); 3,56/50/(214); 3,30/100/(205),(143); 3,01/30/(234),(312),(151); 2,92/70/(136),(216); 2,83/33/(153); 2,37/23/(343),(156); 2,33/31/(326),(228); 2,12/27; 2,00/34; 1,975/43; 1,886/10; 1,865/11; 1,458/20.



**Sinonim:** tachhydrit, tachydrit

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal .

**Clasa:** R.

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,76$ .

**Habitus:** masiv. Cristalele artificiale sunt romboedrii cu fețe (0001) bine dezvoltate.

**Culoare:** incolor până la galben brun.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $\bar{c}(0001)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ .

**Macle:** lamelare secundare, dezvoltate probabil datorită presiunii.

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  perfect.

$H = 2$  ;  $G = 1,667$ .

Foarte delivvescent. **Gust:** acru-amar.

**Compoziția chimică:** Ca = 7,16 - 7,74%, Mg = 9,40 - 9,97%, Cl = 40,34 - 41,10%,  $\text{H}_2\text{O} = 41,76 - 42,50\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor până la galben pal. Fără pleocroism. În lumină de Na  
 $n_{(w)} = 1,520$ ,  $n_{(e)} = 1,512$ . Uniax negativ.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $170\text{v}$ ;  $200\text{v}$ ;  $225\text{v}$ ;  $270\text{v}$ ;  $520\text{v}$ ;  $615\text{v}$ ;  $660\text{v}$ ;  $750\text{v}$ .

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_{\alpha}$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 5,8/18; 5,1/20; 3,80/30; 3,24/14; 3,09/50; 2,87/25; 2,70/4; 2,60/100; 2,50/10; 2,40/10; 2,32/12; 2,16/2; 2,10/2; 2,04/20; 1,98/16; 1,90/16; 1,84/2; 1,81/18; 1,73/98; 1,68/8; 1,64/4; 1,60/10; 1,54/4; 1,48/14; 1,44/2; 1,35/8; 1,31/2; 1,27/2; 1,23/4.



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $4/m \ 2/m \ 2/m$  (?).

**Grupa spațială:**  $P \ 4 / m \ n \ m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,45 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,88 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,0575$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_4\text{Cu}_2\text{Cl}_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** piramidal (011) sau scurt prismatic [001].

**Culoare:** albastru verzui.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $o(011)$ ,  $m(110)$ .

**Macle:** (011) observate la materialele sintetice.

$H = 2 \ 1/2$  ;  $G = 2,418$ .

Delicvescent.



**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. În lumină de Na:  $n_{(\omega)} = 1,6365$ ,  $n_{(\epsilon)} = 1,6148$ .

Dicroic: după  $\omega$  - albastru, după  $\epsilon$  - verzui. Uniax negativ. Absorbția:  $\omega > \epsilon$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 5,4/75/(101); 3,95/15/(002); 3,73/8/(200); 3,31/10/(210); 3,17/44/(112); 3,07/25/(211); 2,71/75/(202); 2,64/100/(220); 2,56/3/(212); 2,48/5/(103); 2,37/3/(301),(113); 2,19/5/(222); 2,06/8/(320),(213); 2,02/20/(312); 1,98/15/(004); 1,86/25/; 1,80/5; 1,76/5; 1,70/3; 1,64/3; 1,58/25; 1,54/5; 1,49/3; 1,46/3; 1,43/3; 1,36/8.

M A L L A D R I T :  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 32.

**Grupa spațială:**  $P\ 3\ 2\ 1$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,86\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 5,04\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,5688$ .

**Habitus:** cristale prismatice [0001] și piramidale. Formează cruste.

**Culoare:** roz pal. Cristalele artificiale sunt albe.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $p(10\bar{1}1)$ .

**Clivaj:** nu s-a observat.

$H$  - nedeterminat ;  $G = 2,714$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. În lumină de Na:  $n_{(\omega)} = 1,3125$ ,  $n_{(\epsilon)} = 1,3089$ . Uniax negativ. Secțiunile bazale prin cristale artificiale pot arăta șase sectoare de birefrință anomală cu planul axial paralel cu fețele de prismă și  $x = c^2$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** [477 p + 497 p + 525 s] t ; 740 p.1

**Difracțometria de raze X:** 5,1/10; 4,42/90; 4,21/90; 3,32/90; 3,04/70; 2,89/10; 2,50/20; 2,27/100; 2,20/10; 2,10/10; 2,02/20; 1,96/10; 1,89/30; 1,79/100; 1,66/80; 1,62/30; 1,58/70; 1,53/10; 1,470/70; 1,449/70; 1,391/50; 1,325/10; 1,257/20; 1,226/20; 1,210/20; 1,181/10.

R I N N E I T :  $\text{NaK}_3\text{FeCl}_6$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa**  $\bar{3}\ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R\ \bar{3}\ c$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,86\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 13,81\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,164$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_2\text{K}_6\text{Fe}_2\text{Cl}_{12}$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** masiv, granular. Cristalele artificiale sunt tabulare (0001) sau scurt prismatice [0001].

**Culoare:** în stare pură și proaspăt este incolor. Prin expunerea la lumină devine roz, galben, violet, brun.

**Luciu:** adamantin, mătășos.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $r(01\bar{1}2)$ ,  $R(10\bar{1}1)$ .

**Macle:** (0001) în cristale artificiale.

**Clivaj:**  $(11\bar{2}0)$  bun.

**Spărtură:** concoidală.

$H = 3$  ;  $G = 2,347$ .

**Compoziția chimică:** K - 24,04 - 28,99%, Na = 5,61 - 10,70%, Fe = 11,58 - 13,94%, Cl = 51,87 - 52,92%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau gălbui.

Indicii de refracție sunt:

	n(Li)	n(Na)	n(Tl)
$\omega$	1,5836	1,5886	1,5930
$\epsilon$	1,5842	1,5894	1,5939

Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** ~ 410; 585 fp.1; 605 i; 630 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,00/55; 2,59/45; 2,51/100.

#### 4. ALUMINOFLUORURI

CRIOLIT :  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/n$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,39 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,59 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,76 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9642 : 1 : 1,388$ ;  $\beta = 90^\circ 11'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_6\text{Al}_2\text{F}_{12}$ .

**Habitus:** masiv, larg granular. Frecvent formează cristale cubice cu forme c, m sau modificate de r, v, k; cristale scurt prismatice [001]. Fețele (110) sunt striate //  $[\bar{1}\bar{1}1]$ ,  $[1\bar{1}\bar{1}]$ ,  $[1\bar{1}0]$ .

**Culoare:** incolor, alb; castaniu, roșcat, roșu-strălucitor, rar negru.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, perlat pe (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, repetate, polisintetice sau de penetrație.

Prin variația unghiurilor de rotație, a planelor și a axelor de macă un număr de 11 tipuri de macle:

Nr.crt	Unghi de rotire	Axul	Planul	Tipul maclei
1	90° sau 270°	[110]		penetrație; comună
2	180°	[110]		repetată; rar întâlnită
3	120°	[021]		comună; caracteristică criolitolui granular, lamelar și întotdeauna secundar
4	180°	[111]	(110)	repetată; întâlnită rar în criolitul granular
5	180°	[100]	(001)	caracteristice lamelelor din criolitele granulare
6	180°	[001]	(100)	și sunt de origine secundară
7			(112)	I d e m
8			(112)	I d e m
9			(110)	I d e m
10	180°	[111]	(110)	I d e m
11			(210)	I d e m

**Clivaj:** absent. Prin ruperea pe (001) și (110) se obțin forme cubice.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,97 \pm 0,01$ ;  $F = 1020^\circ\text{C}$ .

La  $560^\circ$  trece în forma cubică având  $a_0 = 7,95 \text{ \AA}$ .

Termoluminescență slabă.

**Compoziția chimică:** Na = 32,40 - 32,86%; Al = 12,81 - 13,07%; F = 53,55 - 54,29%.

În cristalele artificiale Al poate substitui Na, ceea ce implică și o substituție a O pentru F. Probele naturale intens colorate posedă urme de Ca, Fe, Mn și substanță organică.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Poate arăta macle polisintetice lamelare. Orientarea:  $\beta = b$ ;  $\alpha \wedge c = 44^\circ$ . În lumină de Na:

$\alpha = 1,3376$ ,  $\beta = 1,3377$ ;  $\gamma = 1,3387$ .

Biax pozitiv.  $2V = 43^\circ$ . Dispersia:  $r < V$ .

**Analize termice (A.T.D):** 562 (1.3)  $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**  $\sim 540 \text{ s,1}$ ;  $1520 \text{ m}$ ;  $1550 \text{ m}$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ):  $4,51/20/(101),(011)$ ;  $3,88/20/(110),(002)$ ;  $3,49/3/(111)$ ;  $3,33/3$ ;  $2,75/67/(020),(112)$ ;  $2,43/5/(210)$ ;  $2,33/40/(103)$ ;  $2,27/4/(022)$ ;  $2,22/3/(202)$ ;  $2,15/13/(113)$ ;  $2,08/13/(122)$ ;  $1,94/100/(004),(220)$ ;  $1,89/5$ ;  $1,72/13$ ;  $1,68/9$ ;  $1,60/20$ ;  $1,57/53$ ;  $1,49/4$ ;  $1,46/3$ ;  $1,43/3$ ;  $1,40/1$ ;  $1,38/13$ ;  $1,35/3$ ;  $1,32/8$ ;  $1,23/5$ .

## V. CARBONATI

### *Caractere generale și clasificare*

Minerale larg răspândite în scoarța terestră, între care se evidențiază în primul rând calcitul și dolomitul, carbonații reprezintă săruri simple, duble sau cu compoziție variabilă, sarcinile electrice ale anionului  $\text{CO}_3^{2-}$  fiind satisfăcute de cationii elementelor H, Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, Al, Mn, Fe, Cd, Ni, Cu, Zn, Pb, Bi.

Foarte rar mai apar Ce (parisit, cordilit, sinchisit, bastnăsit) și în mod excepțional La (lantanit).

Multe minerale sunt purtătoare de U, care poate apare sub formă cationică (voglit, liebigit) sau în grupări anionice (swartzit, andersonit, sharpit ș.a.), Se întâlnesc atât minerale anhidre cât și hidratate, ambele categorii fiind acide, neutre sau bazice.

În interiorul anionului  $\text{CO}_3^{2-}$  se remarcă existența unor triunghiuri echilaterale, având în centru atomii de carbon și în vârfuri cei de oxigen. Legăturile carbon-oxigen sunt de tip covalent, în timp ce acelea dintre unitățile anionice și cationii ce le satisfac sarcinile electrice sunt în principal de tip ionic. Rezultă o structură anizodesmică cu legături mai puternice în interiorul grupării anionice și mai slabe între aceste grupări și cationi.

Această situație conduce la o independență a grupărilor anionice, mai compacte, și la dependența stabilității mineralelor de raportul între razele cationilor și cea a anionului complex. Cele mai stabile minerale sunt cele care reprezintă combinații cu elemente divalente (Mg, Ca, Fe, Mn, Sr, Ba, Cu, Zn, Pb) care au raze cationice mijlocii sau mari. Datorită unor raze ionice mari și a unor sarcini electrice mici, cationii monovalenți formează carbonați anhidri numai cu participarea  $\text{H}^+$  (nahcolit, kalcinit). Elementele trivalente formează carbonați cu anioni suplimentari ( $\text{F}^-$ ), săruri duble sau hidratate. Astfel  $\text{Al}^{3+}$  apare asociat cu elemente monovalente (dawsonit) sau divalente (dundasit).

Fenomenele de polimorfism și cele de izomorfism izovalent și heterovalent sunt frecvente.

Carbonații au o ocurență deosebit de largă, ei asociindu-se practic tuturor categoriilor de roci, masele cele mai mari fiind însă de origine sedimentară. Duritatea lor variază între 3 - 5. Cu excepția combinațiilor cu cationi de  $\text{Cu}^{2+}$  sau asemănători acestuia, sunt minerale incolore sau foarte slab colorate și cu birefingență foarte ridicată. Clasificarea lor este următoarea, folosindu-se notațiile: A și B = cationi, X = C, Z = anioni suplimentari:

### *1. Carbonați acizi*

Nahcolit	$\text{NaHCO}_3$
Kalicinit	$\text{KHCO}_3$
Teschemacherit	$(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$
Trona	$\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

## 2. Carbonați normali anhidrii

### 2.1. Tipul A (X O<sub>3</sub>)

#### 2.1.1. Grupa calcitului

Calcit	CaCO <sub>3</sub>
Magnezit	MgCO <sub>3</sub>
Siderit	FeCO <sub>3</sub>
Rodocrozit	MnCO <sub>3</sub>
Cobaltocalcit	CoCO <sub>3</sub>
Smithsonit	ZnCO <sub>3</sub>
Otavit	CdCO <sub>3</sub>
Vaterit	CaCO <sub>3</sub>

#### 2.1.2. Grupa aragonitului

Aragonit	CaCO <sub>3</sub>
Witherit	BaCO <sub>3</sub>

Stronțianit SrCO<sub>3</sub>

Ceruzit PbCO<sub>3</sub>

### 2.2. Tipul: AB (X O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

#### 2.2.1. Grupa dolomitului

Dolomit	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Ankerit	Ca(Fe,Mg)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Kutnahorit	Ca(Mn,Mg,Fe)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Alstonit	CaBa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Baritocalcit	CaBa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>

### 2.3. Tipul sărurilor duble

Fairchildit	K <sub>2</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Shortit	Na <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>

## 3. Carbonați normali hidratați

### 3.1. Tipul A(X O<sub>3</sub>)<sub>p</sub> · x H<sub>2</sub>O

Termonatrit	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O
Nesquehonit	MgCO <sub>3</sub> · 3 H <sub>2</sub> O
Trihidocalcit	CaCO <sub>3</sub> · 3 H <sub>2</sub> O
Pentahidocalcit	CaCO <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O
Lansfordit	MgCO <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O
Natron	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 10 H <sub>2</sub> O

### 3.2. Tipul sărurilor duble hidratate

Buetschliit	K <sub>6</sub> Ca <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> · 6 H <sub>2</sub> O
-------------	---

Pirssonit	Na <sub>2</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O
Gaylussit	Na <sub>2</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 5 H <sub>2</sub> O
Schroekingierit	NaCa <sub>3</sub> (UO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> )F · 10 H <sub>2</sub> O
Voglit	Ca <sub>2</sub> CuU(CO <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> · 6 H <sub>2</sub> O (?)
Bayleyit	Mg <sub>2</sub> (UO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 18 H <sub>2</sub> O
Swartzit	CaMg(UO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 12 H <sub>2</sub> O
Andersonit	Na <sub>2</sub> Ca(UO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O
Liebigit	Ca <sub>2</sub> U(CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O
Lantanit	(La,Ce) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 8 H <sub>2</sub> O

## 4. Carbonați cu conținut în hidroxil sau halogeni

### 4.1. Tipul A<sub>m</sub>(X O<sub>3</sub>)<sub>p</sub> Z<sub>q</sub>

Loseyit	(Mn,Zn) <sub>7</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>10</sub>
Zaratit	Ni <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O
Hidrozincozit	Zn <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
Auricalcit	(Zn,Cu) <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
Rosasit	(Cu,Zn) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub>
Malachit	Cu <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub>
Fosgenit	Pb <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )Cl <sub>2</sub>
Bismutit	(BiO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> )
Waltherit	Bi - carbonat bazic (?)
Artinit	Mg <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O
Azurit	Cu <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Hydroceruzit	Pb <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
Hidromagnezit	Mg <sub>4</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O
Rutherfordit	(UO <sub>2</sub> )(CO <sub>3</sub> )
Sharpit	(UO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (OH) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O (?)

### 4.2. Tipul A<sub>m</sub> B<sub>n</sub> (X O<sub>3</sub>)<sub>p</sub> Z<sub>q</sub>

Dawsonit	NaAl(CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub>
Northupit	Na <sub>3</sub> Mg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Cl
Dundasit	PbAl <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> · 4 H <sub>2</sub> O
Alumohidocalcit	CaAl <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) · 2 H <sub>2</sub> O (?)
Beyerit	Ca(BiO) <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Parisit	(Ce, La) <sub>2</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> F <sub>2</sub>
Cordilit	Ce <sub>2</sub> Ba(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> F <sub>2</sub>
Sinchisit	CeCa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> F
Bastnasit	(Ce,La)(CO <sub>3</sub> )F
Ancilit	Sr, Ca, Ce - carbonat

## 5. Carbonați complecși

Tinchit	$\text{Na}_6\text{Mg}_2(\text{CO}_3)_4(\text{SO}_4)$
Brandleyit	$\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)(\text{PO}_4)$
Leadhillit	$\text{Pb}_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)$
Susanit	$\text{Pb}_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)$

### 1. CARBONAȚI ACIZI

#### N A H C O L I T : $\text{NaHCO}_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / n$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,51 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,70 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,53 \text{ \AA}$ .

**Relație axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,774 : 1 : 0,364$ ;  $\beta = 93^\circ 19'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_4\text{H}_4(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001] cu dezvoltarea dominantă a fețelor (110) și (010). Fețele terminale (101), (111) și  $(\bar{1}01)$ , (111) au o dezvoltare egală. Formează agregate cristaline friabile sau mase poroase.

**Culoare:** incolor, alb; impuritățile îi dau o culoare cenușie.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; rășinos pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Forme principale:** b(010), n(120), m(110), r(101), s( $\bar{1}01$ ), o(111).

**Macle:** (101) comune; (010) de contact sau de penetrație formând grupuri.

**Clivaj:** (101) perfect, (111) bun, (100) distinct.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,21$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 36,74 - 36,90\%$ ,  $\text{CO}_2 = 51,15 - 52,38\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 10,72 - 10,76\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 27^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție  $\alpha = 1,377$ ,  $\beta = 1,503$ ,  $\gamma = 1,583$ . Biax negativ. Un ax optic este aproape perpendicular pe clivajul de tip (101).  $2V \approx 75^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 110(0,5)✍, 170(4,6)✍.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 660 s; 698 ps; 840 ps; 1005 s; 1035 sa; 1048 i; 1315 s; 1408 s; 1460 s; 1630 s; 1650 s; 1665 s.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii) : 2,97/100; 2,60/90; 3,08/25.

#### K A L I C I N I T : $\text{KHCO}_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,01 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,69 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,68 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,64 : 1 : 0,647$ ,  $\beta = 104^\circ 30'$ .

**Celula conține:**  $K_4(HCO_3)_4$ .

**Habitus:** agregate fin cristalizate. Cristalele artificiale sunt scurt prismatice [010].

**Culoare:** incolor, alb, gălbui. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), r(201),  $\alpha(\bar{4}01)$ .

**Clivaj:** (100), (001), (101). Plastic.

**H** = nedeterminabil; **G** = 2,168 (artificial).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 30^\circ$   $\beta = b$ . Indicii de refracție  $\alpha = 1,380$ ,  $\beta = 1,482$ ,  $\gamma = 1,578$ . Biax negativ.  $2V = 81 \frac{1}{2}^\circ$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 6,65 m ; 702 pa; 834 pa; 1006 p; 1033 pa.;1047 s; 1370 s; 1408 s; 1450 i ; 1632 m; 1665 m; 1700 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 7,34/20/(200); 3,67/100/(400); 3,60/6/(001); 3,10/8/(11 $\bar{1}$ ): 2,97/75/(201); 2,82/20/(111); 2,863/85/(31 $\bar{1}$ ); 2,816/80/(020); (120); 2,664/16/(220); 2,630/90/(211); 2,607/10/(41 $\bar{1}$ ); 2,594/20/(510); 2,377/35/(311); 2,296/20/(60 $\bar{1}$ ); 2,243/2/(420); 2,220/18/(22 $\bar{1}$ ); 2,035/10/(520); 1,861/10/(20 $\bar{2}$ ); 1,847/14/(620); 1,832/30/(601); 1,802/8/(002); 1,796/8/(40 $\bar{2}$ ); 1,751/10/(11 $\bar{2}$ ); 1,525/10/(022); (53 $\bar{1}$ ); 1,516/8/(312); 1,314/6/(422); (631); 1,310/6/(602).

TESCHEMACHERIT :  $(NH_4)HCO_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c c n .

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_o = 7,29 \text{ \AA}$ ,  $b_o = 10,79 \text{ \AA}$ ,  $c_o = 8,76 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_o : b_o : c_o : 1 : 0,812$ .

**Celula conține:**  $(NH_4)_R(HCO_3)_R$ .

**Habitus:** mase cristaline compacte. Cristalele artificiale sunt scurt prismatice [001].

**Culoare:** incolor, alb, gălbui. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), q(012), r(102).

**Clivaj:** (110) perfect. Casant.

**H** =  $1 \frac{1}{2}$ ; **G** = 1,57.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,4227$ ,  $\beta = 1,5358$ ,  $\gamma = 1,5545$ . Biax negativ,  $2V = 41^\circ 38'$ . Dispersia:  $r < v$ , mică

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (650) i; 655 m, 705 fp; 835 fp; 952 m.l; 1000 m; 1027 s; 1047 s; (1270) i; 1370 s l; 1405 s; 1450 ml; 1500 s; 1625 m.l; 1668; 1700 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,98/6/(110); 5,34/60/(020); 4,39/6/(002); 4,05/45/(012); 3,74/12/(102); 3,62/55/(200); 3,39/14/(022); 3,195/20/(211); 3,068/30/(122); 3,005/45/(131); 2,998/100/(220); 2,841/8/(221); 2,794/14/(202); 2,701/20/(212); 2,624/20/(113); 2,476/8/(222); 2,443/16/(231); 2,413/10/(141). (123); 2,282/6/(042). (311); 2,1781/20/(142); 2,1547/30/(240); 2,1152/12/(302); 2,0938/8/(104); 2,0238/6/(024); 1,9993/6/(151); 1,9505/4/(331). (124); 1,8721/4/(204); 1,8342/4/(313); 1,8137/6/(400); 1,7843/4/(060); 1,7564/4/(341). (323); 1,7514/4/(411); 1,6995/6/(252); 1,6794/4/(153). (115); 1,6502/4/(333); 1,6207/6/(125); 1,6019/4/(260); 1,5898/4/(431); 1,5757/<1/(261).

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $I 2 / a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,11 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 3,49 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,31 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 5,7622 : 1 : 2,9541$ ,  $\beta = 103^\circ 8'$ .

**Habitus:** cristale alungite [010] sau turtite (001). Fețele (h o l) sunt striate // [010]. Cristale bine formate sunt rare. Cel mai des apare fibros sau masiv columnar.

**Culoare:** incolor, frecvent este cenușiu sau alb - gălbui.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), p(304), e(101), s( $\bar{3}$ 02), p(111), o( $\bar{1}$ 11), r(211).

**Clivaj:** (100) perfect. ( $\bar{1}$ 11) și (001) slab.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Gust alcalin.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 2,14$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 41,00 - 41,22\%$ ,  $\text{CO}_2 = 37,98 - 38,94\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,13 - 20,07\%$ ,  
 $\text{Cl} = 0,00 - 0,86\%$ ,  $\text{SO}_3 = 0,00 - 0,70\%$ .

Din numeroasele analize efectuate asupra probelor de trona, multe s-au dovedit a fi în realitate amestecuri cu natron, termonatrit, nahcolit, halit și diferiți sulfati.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 83^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,412$ ,  $\beta = 1,492$ ,  $\gamma = 1,540$ . Biax negativ,  $2V = 76^\circ 16'$  ( $\lambda_{\text{Na}}$ ). Dispersia:  $r < v$ , puternică.  $\gamma$  este  $\perp$  pe urmele de clivaj (100).

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 98(0,2)↗; 117(09)↘; 142(0,6)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 600 m,l; 665 f s; 675 fs; 851 p a; 1035 s,l; 1060 s,l; 1190 s,l; 1472 p; 1700 p; 3550 p.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni) : 9,88/40/(200); 4,92/40/( $\bar{2}$ 02),(400); 4,12/5/(202; 4,00/20/( $\bar{4}$ 02), 3,43/20/(110); 3,21/60/(600),( $\bar{2}$ 11); 3,08/80/(310),( $\bar{6}$ 02); 2,79/5/(112); 2,76/30/( $\bar{3}$ 12); 2,659/100/(411); 2,587/20/( $\bar{2}$ 04); 2,510/30/(004),(312); 2,485/5/(602); 2,447/60/(800); 2,426/20/( $\bar{8}$ 02); 2,259/40/(213); 2,186/5/(710),(512); 2,149/20/( $\bar{7}$ 12); 2,119/20/( $\bar{6}$ 13); 2,060/20/( $\bar{1}$ 14),( $\bar{3}$ 14); 2,040/40/( $\bar{8}$ 11); 2,032/40/(413),(802); 1,996/30; 1,965/30; 1,886/20.

## 2. CARBONAȚI NORMALI ANHIDRII

C A L C I T :  $\text{CaCO}_3$

**Polimorfi:** aragonitul, vateritul și elatolitul.

*Varietatea romboedrică perfect transparentă se numește spat de Islanda*

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,02 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,418$ ,  $\alpha = 101^\circ 55'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_2$  în unitatea romboedrică .

**Habitus:** foarte variat, având trei tipuri principale - cristale individuale, agregate paralele sau subparalele, forme masive. Cele mai frecvente cristale individuale sunt:

1) prisme [0001] cu fețe dominante ( $10\bar{1}0$ ) și ( $11\bar{2}0$ ) și fețe terminale (0001), ( $10\bar{1}2$ ), ( $21\bar{3}1$ );



- 2) tabulare (0001) delimitate de fețe ( $10\bar{1}0$ );
- 3) romboedri turtiți ( $01\bar{1}2$ );
- 4) romboedrii obtuzi, uneori pseudocubici cu forme ( $02\bar{2}1$ ), ( $40\bar{4}1$ ), ( $05\bar{5}4$ ), ( $32\bar{3}2$ );
- 5) scalenoedri cu forme (2131) și (3151), simpli sau de o mare complexitate;
- 6) bipiramidal (rar) cu fața dominantă (8.8.16.3);
- 7) romboedri ( $10\bar{1}1$ ). Identificarea formelor pozitive sau negative se face în funcție de clivajul (1011).

Unghiurile dintre fețe sunt:  $(0001) \wedge (1011) = 44^{\circ}38'$  ;  $(0110) \wedge (0112) = 63^{\circ}44'$

$(1011) \wedge (1101) = 74^{\circ}57'$  ;  $(2131) \wedge (3121) = 35^{\circ}35'$

$(4041) \wedge (4401) = 114^{\circ}10'$ ;  $(0001) \wedge (0221) = 63^{\circ}08'$

Agregatele paralele sau subparalele sunt întâlnite frecvent. Ele sunt formate din cristale romboedrice sau scalenoedrice; formele fibroase sau columnare sunt rare. Uneori apar și agregate lamelare (cu lamele variat ondulate sau dispuse în rozete) având un luciu perlat.

Formele masive, cu granule largi sau foarte fine aparțin calcarelor, marmorelor, travertinelor. Se întâlnesc forme stalactitice, nodulare, cruste, oolitice, pisolitice. Granule fin diseminate apar în soluri, loessuri, marnă.

Onixul de marmură reprezintă varietățile compacte, semitransparente cu desene diverse ca formă și culoare formate prin depunerea din izvoare termale.

**Culoare:** varietățile transparente sunt incolore; alocromatic este galben, brun, roșietic, roz, violet, albastrui, cenușiu, negru.

**Urmă:** albă, cenușie.

**Luciu:** sticlos, gras în spărtură și sedefos pe suprafețele de clivaj.

**Forme principale:** c(0001), m(1010), a(1120), p(1011), m(4041),  $\delta$  (0112),  $\sigma$ (0221),  $\pi$ (0881),  $\gamma$ (8.8.16.3), T(4371), P(3251), N(5382), t(2134), K(2131),  $\omega$ (3145), b(3584).

**Macule:** 1) comună cu planul de maclă (0001);

2) foarte comună cu planul de maclă (0112);

3) foarte rară, cu planul de maclă (0221);

4) rară cu planul de maclă (1011).

**Clivaj:** (1011) perfect: (0112) și (0001) imperfect.

**Spărtură:** concoidală. Prezintă translații cu T (0112) și t(1231). Figuri triunghiulare de percuțiune și striatii orizontale pe (0001). Casant. Prezintă fluorescență la iradierea cu radiații ultraviolete, raze X și raze catodice. Este termoluminescent iar uneori triboluminescent.

$H = 3$ , dar variază cu direcția.  $G = 2,7102$  și variază în funcție de chimism astfel:  $G = 2,96$  pentru

Ca : Fe : 4 : 1,  $G = 3,21$  pentru Ca : Mn = 1 : 1.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolore. Indicii de refracție variază în funcție de chimism, lungimea de undă și temperatura la care se face determinarea.

Indicii de refracție la 15°C pentru diferite lungimi de undă:

$\lambda$	$\omega$	$\epsilon$
795,0	1,64886	1,48216
706,56	1,65207	1,48353
589,31	1,65835	1,48639
486,14	1,66783	1,49074
396,16	1,68329	1,49777
303,42	1,71958	1,51364
209,88	1,86081	.....

Variația indicilor de refracție în funcție de chimism:

CaCO <sub>3</sub> (pur)	Ca : Mn = 2 : 1	Ca : Mn = 1 : 1	Ca : Fe = 4 : 1
$\omega$ 1,658	1,711	1,737	1,701
$\epsilon$ 1,486	1,523	1,542	1,515

Variația indicilor de refracție cu temperatura:

T°(C)	$\lambda = 670,6$		$\lambda = 588,8$		$\lambda = 508,4$	
	$\omega$	$\epsilon$	$\omega$	$\epsilon$	$\omega$	$\epsilon$
22	1,6538	1,4844	1,6585	1,4865	1,6653	1,4897
53,2	1,6538	1,4848	1,6865	1,4869	1,6654	1,4900
88,9	1,6538	1,4852	1,6585	1,4873	1,6655	1,4905
208,2	1,6541	1,4866	1,6588	1,4887	1,6658	1,4920
256,2	1,6542	1,4871	1,6589	1,4893	1,6659	1,4925
330	1,6543	1,4880	1,6589	1,4901	1,6660	1,4935

Uniax negativ. Datorită deformărilor mecanice se comportă anomal având extincții cu valori neregulate și manifestându-se ca un mineral biax  $2V = 5 - 10^\circ$ , și rar  $30^\circ$ . Absorbția:  $\epsilon > \omega$ .

**Compoziția chimică:** Ca poate fi substituit cu Mn, Fe, Zn, Co obținându-se serii izomorfe complete (rodocrozit) sau limitate (siderit, smithsonit, cobalto-calcit). În proporții mici Ca poate fi substituit de Ba, Sr, Pb. Substanțele organice precum și Al, Ni, V, Cr, Mo apar ca elemente urmă. Impuritățile mecanice conduc la varietățile: feroalcit, zincocalcit, manganocalcit, plumbocalcit, baricalcit, stronțianocalcit, calcit dolomitic. Mg nu intră în rețeaua calcitului decât la temperaturi și presiuni ridicate. Calcitul este forma stabilă termodinamic a  $\text{CaCO}_3$  pe un interval larg de T și P. Sunt cunoscuți și doi polimorfi metastabili: aragonitul și vateritul, ambii trecând în calcit prin încălzire. A fost descris și cel de-al patrulea polimorf, elatolitul stabil la temperaturi și presiuni ridicate.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 898(8,9) ≈

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 230 p, 325 f p; 712 p, 847 i; 877 f p. a; 1435 f p. l; 1795 s;

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 3,86/12/(102); 3,035/100/(104); 2,845/3/(006); 2,495/14/(110); 1,285/18/(113); 2,095/18/(202); 1,927/5/(204); 1,913/17/(108); 1,875/17/(116); 1,626/4/(211); 1,604/8/(212); 1,587/2/(1.0.10); 1,525/5/(214); 1,518/4/(208); 1,510/3/(119); 1,473/2/(215); 1,440/5/(300); 1,422/3/(0.0.12); 1,356/1/(217); 1,339/2/(2.0.10); 1,297/2/(218); 1,284/1/(306); 1,247/1/(220); 1,235/2/(1.1.12); 1,795/3/(2.1.10); 1,1538/3/(314); 1,1425/1/(226); 1,1244/<1/(2.1.11); 1,0613/1/(2.0.14); 1,0473/3/(404); 1,0447/4/(138); 1,0352/2/(0.1.16).(1.1.15); 1,0234/<1/(1.12.13); 1,0118/2/(3.0.12); 0,9895/<1/(231); 0,9846/1/(322); 0,9782/1/(1.0.17); 0,9767/3/(2.1.14); 0,9655/2/(234).

M A G N E Z I T :  $\text{MgCO}_3$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,584 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,92 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,255$ ;  $\alpha = 103^\circ 18' 1/2$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_2(\text{CO}_3)_2$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale bine dezvoltate sunt rare, fiind romboedrii ( $10\bar{1}1$ ) sau ( $01\bar{1}2$ ); rare ori apare tabular ( $0001$ ) sau prismatic [ $0001$ ], ultimul cu fețe dominante ( $11\bar{2}0$ ) și ( $0001$ ); uneori scalenoedrii. Frecvent apare masiv, compact, cu aspect porțelanos; mase pămâtoase, cruste agregate lamelare sau fibroase.

**Culoare:** incolor și transparent când e pur; alb, cenușiu albicios, gălbui până la brun.

**Urma:** aproape albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $f(02\bar{2}1)$ ,  $v(21\bar{3}1)$ .

**Clivaj:** ( $10\bar{1}1$ ) perfect.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**Tranșlații** :cu T(0001), t(10 $\bar{1}$ 1). Arată o fluorescență verzui sau albastru în ultraviolet. Triboluminiscent.  
**H** = 3 1/2 - 4 1/2; **G** = 3,00 ± 0,02.

**Compoziția chimică:** MgO = 33,41 - 47,81%, CaO = 0,00 - 6,42%, FeO = 0,00 - 7,22%, Mn = 0,00 - 7,50%,  
CO<sub>2</sub> = 46,77 - 52,19%.

Mg poate fi substituit cu Fe<sup>2+</sup> formând o serie completă cu sideritul. De asemenea Ca și Mn pot substitui Mg în limitele: Ca : (Mg, etc.) = 1 : 8,9 și Mn : (Mg, etc.) = 1 : 9,3 ceea ce înseamnă o dezvoltare limitată a seriilor calcit - magnezit și rodocrozit - magnezit. Co poate substitui Mg în limitele

Co : (Mg, Fe) = 1 : 15. Uneori apar și mici cantități de Ni, iar ca impurități SiO<sub>2</sub> (opal).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uniax negativ. Indicii de refracție variază în funcție de chimism. Magnezitul pur are n<sub>(ω)</sub> = 1,700 și n<sub>(ε)</sub> = 1,509 în timp ce raportul Mg : Fe = 1 : 1, n = 1,788.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 625 (6,6) ✕ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 668 s; 725 f s; 748 f p, a; 856 s, a; 887 fp, a; 1450 f p, l; 1820 f s; 2300 f s; 2500 f s.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK<sub>α</sub>, filtru MnO<sub>2</sub>): 3,52/20/(110); 2,737/100/(112); 2,500/20/(222); 2,316/40/(0 $\bar{1}$ 1); 2,101/90/(102); 1,935/60/(002); 1,766/20/(202); 1,697/100/(213)(323); 1,503/30/(0 $\bar{1}$ 2); 1,485/50/(1 $\bar{1}$ 2); 1,404/50/50/(103); 1,367/10/(224); 1,352/60/(203),(324); 1,336/70/(1 $\bar{1}$ 2); 1,249/30/(444); 1,237/20/(424); 1,189/50/(104),(312); 1,156/10/(0 $\bar{2}$ 2); 1,126/10/(1 $\bar{1}$ 3); 1,100/30/(2 $\bar{1}$ 1); 1,065/80/(323); 1,049/50/(225); 1,012/20; 0,9671/70/(004); 0,9554/70/(215); 0,9496/10/(355); 0,9443/50/(546); 0,9171/60; 0,912/100/(336).

## S I D E R I T : FeCO<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3}$  c.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 4,71 Å, c<sub>0</sub> = 15,43 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 3,276; α = 103°05'1/2'.

**Celula conține:** Fe<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale romboedrice cu fețe (10 $\bar{1}$ 1) frecvente și mai rar (01 $\bar{1}$ 2), (02 $\bar{2}$ 1), (40 $\bar{4}$ 1). Mai apar cristale tabulare (0001), prismatice [0001] cu fețe (11 $\bar{2}$ 0) și scalenoedrice. Apare masiv cu cristale largi sau fin granulare: forme globulare, botrioidale, agregate fibroase sau oolitice; mase pământoase când este impurificat cu argile și silice.

**Culoare:** galben - brun, galben - roșcat, cenușiu, cenușiu - verzui, verde pal, uneori alb. Oxidarea îi dă o culoare brun - închis.

**Urma:** albă. Translucid.

**Luciu:** sticlos; perlat în agregate.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), α(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), β(24 $\bar{6}$ 1).

**Macle:** (01 $\bar{1}$ 2), lamelare; (0001) rare.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) perfect.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant. **Tranșlații** :cu T(0001), t[10 $\bar{1}$ 0].

**H** = 3 3/4 - 4 1/4; **G** = 3,96 ± 0,01 pentru sideritul pur. G descrește liniar cu substituția Fe prin Mn, Mg, Ca: la raportul Mn: Fe = 1 : 1, G = 3,83, iar raportul Mg : Fe = 1 : 1, G = 3,48 .

**Compoziția chimică:** variază în funcție de substituția Fe cu diferiți cationi: FeO = 25,10 = 62,01%, CaO = 0,00 - 11,72%, MgO = 0,14 - 10,07%, MnO = 0,00 - 23,86%, CO<sub>2</sub> = 37,99 - 41,04%. Mn și Mg pot substitui Fe<sup>2+</sup> cu formarea seriilor complete siderit - rodocrozit și siderit - magnezit. Ca poate substitui Fe<sup>2+</sup> până la limita Ca : (Fe, Mg) = 1 : 3,4, existând deci o lacună în seria calcit - siderit. Fe<sup>2+</sup> mai poate fi substituit de Co (raport Co : (Fe, etc.) = 1 : 6,7) și de Zn.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor până la galben, galben - brun. Uniax negativ.

Indicii de refracție descresc liniar o dată cu substituția Fe<sup>2+</sup> prin Mn, Mg, Ca, astfel:

	FeCO <sub>3</sub>	Mn : Fe = 1 : 1	Mg : Fe = 1 : 1	Ca : Fe = 1 : 1
ω	1,875	1,845	1,788	1,803
ε	1,633	-	-	-

Indicii de refracție variază de asemenea în funcție de lungimea de undă a radiației:

	λ <sub>Li</sub>	λ <sub>Na</sub>	λ <sub>Tl</sub>
ω	1,8647	1,8728	1,8804
ε	1,6295	1,6331	1,6366

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 540(8,5) ♀; 5,71(7,5) ♂.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 735 f p a; (839)i; 865 f p a; 1425 f p l; 1820 m.

**Difractometria de raze X** (radiație CoK<sub>α</sub>, filtru Fe): 3,59/60/(102); 2,79/100/(104); 2,56/10/(006); 2,36/50/(110); 2,13/60/(113); 1,963/60/(202); 1,795/50/(204); 1,734/80/(108).(116); 1,527/20/(211); 1,505/60/(212); 1,426/50/(214); 1,395/40/(208); 1,381/20/(119); 1,373/20/(215); 1,354/60/(300); 1,281/40/(0.0.12); 1,258/20/(217); 1,229/40/(2.0.10); 1,198/50/(218).(306); 1,172/20/(220); 1,143/10/(223); 1,124/40/(1.1.12); 1,114/10/(312); 1,086/40/(2.1.10); 1,081/60/(314); 1,066/50/(226); 1,034/10/(2.1.11); 1,006/20/(402); 0,9815/50/(404); 0,9717/60/(318); 0,9666/20/(229); 0,9392/20/(1.1.15); 0,9352/40/(1.0.16); 0,9305/70/(3.0.12); 0,9248/50/(322); 0,9086/10/(3.1.10); 0,9054/60/(324).

R O D O C R O Z I T : MnCO<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} c$ .

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>o</sub> = 4,73 Å, c<sub>o</sub> = 15,51 Å.

**Relația axială:** a<sub>o</sub> : c<sub>o</sub> = 1 : 3,279; α = 103° 1/2'.

**Celula conține:** Mn<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristalele distincte sunt rare, romboedrii (10 $\bar{1}$ 1) sau mai rar (01 $\bar{1}$ 2); foarte rar apar scalenoedrii, cristale tabulare (0001), prismatice [0001]. Fețele (11 $\bar{2}$ 0) și (21 $\bar{3}$ 1) pot fi striate // [1 $\bar{1}$ 0 $\bar{1}$ ]. Apare masiv, larg granular până la compact; columnar, cruste, forme globulare sau botrioidale; agregate bacilare, mase pământoase, reniform.

**Culoare:** roz, roz - roșcat, galben, brun.

**Urmă:** albă.

**Luciu:** sticlos; agregatele au luciu perlat. Subtransparent până la translucid.

**Forme principale:** 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).

**Macle:** (01 $\bar{1}$ 2) lamelare, rare.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) perfect, (01 $\bar{1}$ 2) imperfect.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant. **Tranșlații** cu T(0001), t [10 $\bar{1}$ 0].

**H** = 3 1/2 - 4; **G** = 3,70 pentru MnCO<sub>3</sub> pur. G variază liniar o dată cu substituția Mn prin Fe, Mg, Zn.

**Compoziția chimică:** MnO = 30,17 - 61,71%, CaO = 0,00 - 19,40%; MgO = 0,00 - 12,98%, FeO = 0,00 - 26,18%; CO<sub>2</sub> = 36,60 - 39,75%. Fe<sup>2+</sup> și Ca substituie Mn existând serii complete de tipul siderit - rodocrozit și calcit - rodocrozit. Mg substituie Mn în limita Mg : (Mn, Fe) = 1 : 1,93, iar Zn în limita Zn : (Mn, Ca) = 1 : 1,24 existând lacuna în seriile magnezit - rodocrozit, smithsonit - rodocrozit. De asemenea Co poate substitui Mn în cantități foarte mici. Cd poate fi și el prezent în cantități subunitare.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor, roz pal. Uniax negativ. Varietățile colorate în roșu intens pot fi dicroice cu absorbția  $\omega > \epsilon$ .

Indicii de refracție variază cu substituția Mn prin Fe<sup>2+</sup>, Ca, Mg (și Zn) astfel:

	MnCO <sub>3</sub>	Mn : Fe = 1 : 1	Mn : Ca = 1 : 1	Mn : Mg = 2 : 1
$\omega$	1,816	1,845	1,737	1,777
$\epsilon$	1,597	-	-	-

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 492 (0,3)✕; 530 (0,3)⤴; 925(0,7)✕

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 735 f p, a; 837 f s, a; 866 f p, a; 1435 f p.l; 1800 m, a.

**Diffractometria de raze X** (radiația CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 3,66/35/(012); 2,84/100/(104); 2,39/20/(110); 2,172/27/(113); 2,000/23/(202); 1,829/12/(024); 1,770/30/(018); 1,763/33/(116); 1,556/1/(211); 1,533/13/(122); 1,452/1/(214); 1,423/< 1 (208); 1,378/10/(030); 1,306/< 1/(0.0.12); 1,248/< 1/(0.2.10); 1,221/3/(128); 1,146/1/(1.1.12); 1,1014/1/(134).

### COBALTCALCIT: CoCO<sub>3</sub>

**Sinonim:** spherocobaltit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} c$ .

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 4,67 Å, c<sub>0</sub> = 15,13 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 3,24;  $\alpha = 103^{\circ}21'$ .

**Celula conține:** Co<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristalele sunt rare. Apare în mase sferoidale, cruste, mase cu structuri concentrice și radiare.

**Culoare:** roz - roșcat, cenușiu, brun, negru.

**Urma:** roz - roșic.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), p(10 $\bar{1}$ 1).

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) slab.

H = 4 ; G = 4,13.

**Compoziția chimică:** CoO = 55,72 - 63,00%, NiO = 0,00 - 1,21%, FeO = 0,00 - 0,90%, CaO = 0,00 - 3,12%; CuO = 0,00 - 2,87%, CO<sub>2</sub> = 34,65 - 37,00%. Mici cantități de Ni, Fe<sup>2+</sup>, Ca și probabil Cu pot substitui Co.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic în tonuri de violet - roșu și roz - roșu.

$\omega = 1,855 \pm 0,005$ ;  $\epsilon = 1,60 \pm 0,01$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 350 m l; 745 m; 870 m; 1048 m; 1430 f p. l; 1790 - 1830 s; 2280 f s; 2450 f s; 2530 f s.

**Diffractometria de raze X** (cele mai intense linii) : 3,551/40; 2,743/100; 1,702/30.

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R\bar{3}c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,65 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,95 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,215$ ;  $\alpha = 103^\circ 28'$ .

**Celula conține:**  $Zn_2(CO_3)_2$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale bine formate apar rar; acestea sunt romboedrii ( $10\bar{1}1$ ) și mai rar ( $02\bar{2}1$ ) având fețe curbate și rotunjite; foarte rar scalenodrii. De obicei apar forme stalactitice, botrioidale, reniforme, cruste cristaline, mase compacte, mase pământoase.

**Culoare:** alb, cenușiu închis, verzui, cafeniu, albăstrui, galben, brun, rareori incolor și transparent.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, perlat pe fețele bine dezvoltate. Translucid.

**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:** ( $10\bar{1}1$ ) imperfect.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant. **Translații** cu  $T(0001)$ ,  $t[10\bar{1}0]$ .

$H = 4\ 4\ 1/2$ ;  $G = 4,43 \pm 0,01$  pentru  $ZnCO_3$  pur.  $G$  variază între 4,0 - 4,45 în funcție de compoziția chimică și de modul de agregare.

**Compoziția chimică:**  $ZnO = 26,03 - 64,55\%$ ;  $CaO = 0,00 - 2,90\%$ ,

$MgO = 0,00 - 7,22\%$ ,  $CuO = 0,00 - 6,09\%$ ,

$FeO = 0,00 - 33,0\%$ ,  $MnO = 0,00 - 9,25\%$ ,  $PbO = 0,00 - 0,98\%$ ,

$CdO = 0,00 - 0,50\%$ ,  $CO_2 = 30,36 - 37,30\%$ ;

$Fe^{2+}$  este substituentul cel mai frecvent al  $Zn$ , iar  $Co$ ,  $Cu$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ca$ ,  $Cd$ ,  $Mg$ ,  $Pb$  în cantități foarte mici. Ca elemente urmă apar  $Ge$  și  $In$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau foarte slab colorat în nuanțele cristalelor secționare. Indicii de refracție variază în funcție de natura radiației luminoase astfel:

$\lambda$	Li	C	Na	Ti	F	G
$\omega$	1,842	1,843	1,848	1,855	1,862	1,874
$\epsilon$	1,619	1,619	1,621	1,624	1,627	1,633

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $499(3.7) \sphericalangle$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 670 fs; 745 m; 840 s; 870 m; 1048 m; 1,430 f p.1; 1790 - 1830 s; 2280 fs; 2450 fs; 2530 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,56/49/(012); 2,750/100/(104); 2,327/25/(110); 2,110/16/(113); 1,946/26/(202); 1,776/11/(024); 1,703/44/(116),(018); 1,515/13/(211); 1,493/13/(122); 1,411/9/(214); 1,408/2/(1.0.10); 1,374/3/(208); 1,357/2/(119); 1,343/9/(300); 1,2524/6/(0.0.12) 1,2423/1/(217); 1,2048/3/(0.2.10); 1,1833/8/(306),(128); 1,1632/1/(220); 1,1057/2/(312); 1,028/2/(1.1.12); 1,0710/6/(124); 1,0690/3/(2.1.10); 1,0552/2/(226); 1,0371/ < 1/(0,1.14); 0,9730/5/(404); 0,9606/8/(318); 0,9473/8/(318); 0,9473/1/(2.0.14); 0,9201/3/(1.1.15); 0,9174/3/(232); 0,9160/8/(3.0.12); 0,8977/ < 1/(324); 0,8967/ < 1/(1.3.10); 0,8878/ < 1/(048); 0,8793/ < 1/(410); 0,8775/ < 1/(1.2.14); 0,8523/1/(2.2.12); 0,8514/ < 1/(0.2.16); 0,8370/ < 1/(4.0.10).

## OTAVIT : $\text{CdCO}_3$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,91 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 16,24 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,309$ ;  $\alpha = 47^\circ 24'$ .

**Celula conține:**  $\text{Cd}(\text{CO}_3)_2$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cruste formate din cristale romboedrice fine ( $10\bar{1}1$ ).

**Culoare:** alb, galben-brun, roșcat.

**Luciu:** adamantin.

$G = 4,96$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CdO} = 74,5\%$  ,  $\text{CO}_2 = 25,5\%$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 675 fs; 705 i; 723 fp; a; 834 fs; 860 fp.a; 1440 fp.1; 1800 ma.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): ,78/78/(012); 2,95/100/(104); 2,72/3/(006); 2,46/36/(110); 2,245/7/(113); 2,066/27/(202); 1,890/14/(024); 1,838/23/(018); 1,825/34/(116); 1,582/15/(122); 1,522/4/(1,0,10); 1,500/11/(214); 1,473/5/(208); 1,432/7/(300); 1,357/2/(0,0.12); 1,293/3/(0.2.10); 1,263/6/(128); 1,260/3/(306); 1,232/2.(220); 1,189/4/(1.1.12); 1,171/3/(312); 1,146/4/(2.1.10); 1,137/5/(134); 1,121/5/(226); 1,057/< 1/(042); 1,032/3/(404); 1,023/4/(318); 0,9900/1/(1.1.15); 0,9825/2/3.0.12); 0,9725/< 1/(232); 0,9571/< 1/(1.3.10); 0,9522/< 1/(324); 0,9446/1/(048); 0,9310/< 1/(140); 0,9191/< 1/(413); 0,9126/< 1/(2.2.12) 0,8928/< 1/(4.0.10); 0,8814/3/(238),(416).

## VATERIT : $\text{CaCO}_3$

*Polimorf cu calcitul, aragonitul și elatolitul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $6/m 2/m 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 6 3 / m m c$ .

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,120 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,556 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,077$ .

**Habitus:** mase sferulitice cu structură fibroasă radiară; studiul microscopic relevă cristale plate, hexagonale, sau cu aspect scheletic.

**Culoare:** incolor.

$H = 3$  ;  $G = 2,645$ .

**Chimism:** stare metastabilă a  $\text{CaCO}_3$ . În prezența apei trece în aragonit, apoi în calcit. Prin încălzire la  $440^\circ\text{C}$  trece în calcit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,550$ ,  $\epsilon = 1,640 - 1,650$ .  
Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 230 p; 330 fp; 710 m; 745 s; 855 i; 875 i; 1085 s; 1420 - 1450 fp.1; 1790 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 4,26/13/(002); 3,58/63/(100); 3,29/75/(101); 2,73/100/(102); 2,31/8; 2,06/63/(110); 1,87/15/(118); 1,83/63/(104); 1,65/31/(202),(113); 1,55/8/(105); 1,48/8/(114); 1,38/8/(204); 1,32/10/(115); 1,29/13/(212); 1,14/8/(302); 1,11/5/(206).

A R A G O N I T :  $\text{CaCO}_3$ ,

*Polimorf cu calcitul, veteritul și elatolitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m c n.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,94 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 7,94 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 5,72 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,622 : 1 : 0,720$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus:** cristale rare, de obicei prismatic // [001] sau tabulare (010); aciculare terminate prin domuri sau piramide; mai rar apar cristale piramidale sau tabulare (001) cu fețe (110) și (010). Cristalele mimează uneori simetria pseudohexagonală. Formează cruste și agregate columnare; cristalele aciculare se dispun în grupe radiare sau stelare. Forme arborescente, globulare, reniforme, pisolitice; structuri zonate, cristale fibroase sau laminate.

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, albastrui, verde - albastrui, verde, violet, roz-roșietic.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos, rășinos în spărtură.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), x(012), k(011); i(021), v(031), h(041), e(051), q(061),  $\lambda$ (091), F(0,11,1),  $\rho$ (0.21.1.),  $\eta$ ((0.24.1.)), u(101), o(112), p(111), i(661),  $\sigma$ (991), (24.24.1.), n(122), E(132), s(121).

**Unghiurile dintre principalele forme:** (010)  $\wedge$  (110) = 58°06'; (001)  $\wedge$  (111) = 53°45';  
(010)  $\wedge$  (091) = 8°46'; (011)  $\wedge$  (011) = 71°33';

**Macle:** (110) foarte comune; prin repetarea aceleiași plan (110) maclele de contact și cele de penetrație formează agregate, pseudohexagonale. Apar și macle lamelare polisintetice.

**Clivaj:** (010) distinct, (110) și (011) foarte slab.

**Spărtura:** subconcoidală. Casant. **Translații** cu T(010), t[100].

**H = 3 1/2 - 4**; **G = 2,947 ± 0,002**. G crește proporțional cu conținutul în Pb.

**Compoziția chimică:** CaO = 45,77 - 55,96%, SrO = 0,33 - 3,87%; Pb = 0,00 - 15,08%, ZnO = 0,00 - 3,07%; CO<sub>2</sub> = 38,98 - 44,22%.

Compoziția chimică variază mult datorită substituțiilor și a impurităților. Astfel Sr și Pb substituie Ca până la limitele Sr : Ca = 1 : 25 și Pb : Ca = 1 : 12; Zn și mai rar Ba pot substitui Ca în cantități foarte mici. MgO, 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> au fost citate în cantități mici, datorate impurităților.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Biax negativ. Dispersia:  $r < v$ , mică.

Indicii de refracție, 2 E și 2 V variază cu temperatura. Astfel pentru  $\lambda = 587,57 \text{ \AA}$ :

T	20°C	120°C	220°C	320°C
$\alpha$	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
2 V	18°15'	17°55'1/2'	17°24'1/2'	16°49'1/2'

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** [700 s + 715 s] d; 850 m; 875 m; 1085 s; 1440 fp; 1770 - 1803 s; 2500 - 2530 s.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni) : 4,212/2/(110); 3,396/100/(111); 3,273/52/(021); 2,871/4/(002); 2,730/9/(121); 2,700/46/(012); 2,481/33/(200); 2,409/14/(021); 2,372/38/(112); 2,341/31/(130); 2,328/6/(022); 2,188/11/(211); 2,106/23/(220); 1,977/65/(221); 1,882/32/(041); 1,877/25/(202); 1,814/23/(132); 1,759/4/(141); 1,742/25/(113); 1,728/15/(231); 1,692/3/(222); 1,557/4/(311); 1,535/3/(232); 1,499/4/(241); 1,475/3/(321); 1,466/5/(151); 1,411/5/(312); 1,404/3/(330); 1,365/3/(242),(231); 1,358/3/(114); 1,328/2/(060); 1,261/6/(332) 1,240/7/(400); 1,224/5/(134); 1,205/6/(243),(062); 1,189/5/(153); 1,171/2/6/(162),(260); 1,159/3/(421).



## WITHERIT : BaCO<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m c n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,252 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,828 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,544 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,595 : 1 : 0,741$ .

**Celula conține:** Ba<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale întotdeauna maclate pe (110) formând bipiramide pseudohexagonale; scurt prismatice // [001], sau tabulare până la lenticulare cu o bază convexă. Fețele au striatii orizontale. Formează structuri columnare, granulare, fibroase; forme globulare, sferoidale, complete.

**Culoare:** incolor, alb-lăptos, cenușiu, gălbui, verzui, brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, rășinos în spărtură. transparent până la translucid. Termoluminiscent. Prezintă fluorescență și fosforescență prin expunerea la radiații X și ultraviolete.

**Forme principale:** (001), b(010), m(110), x(012), k(011), (021), l(031, n(041), F(114), o(112), p(111).

**Macle:** (110) frecvent ciclice.

**Clivaj:** (010) distinct, (110) imperfect, (112) foarte slab.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 3 - 3 1/2 ; **G** = 4,291 ± 0,002.

**Compoziția chimică:** BaO = 77,70%; CO<sub>2</sub> = 22,30%

Cristalele naturale au arătat prezența unor cantități mici de Ca și Sr ca substituenți pentru Ba. Sintezele de laborator au dovedit însă existența unei serii complete de tipul BaCO<sub>3</sub> - SrCO<sub>3</sub> și o serie incompletă BaCO<sub>3</sub> - CaCO<sub>3</sub>, cu raportul maxim Ca : Ba = 1 : 2.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție în lumină de Na :  $a = 1,529$ ,  $\beta = 1,676$ ,  $\gamma = 1,677$ .

Biax negativ:  $2V = 16^\circ$ ,  $2E = 26 \frac{1}{2}^\circ$ . Dispersia:  $r < v$  foarte mică.

**Proprietăți termice:** 810 (1,4)↘; 981(0,5)↘; 1195(12,0)↘.

**Spectrometrie de absorbție în infraroșu:** 690 m; 840 s; 855 s; 1055 s; 1440 p.1; 1755 s; 2500 s.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 4,56/9/(110); 4,45/4/(020); 3,72/100/(111); 3,68/53/(021); 3,215/15/(002); 3,025/4/(012); 2,749/3/(102); 2,656/11/(200); 2,628/24.(112); 2,590/23/(130); 2,281/6/(220); 2,226/2/(040); 2,150/28/(221); 2,104/12/(041); 2,048/10/(202); 2,019/21/(132); 1,940/15/(113); 1,859/3/(222); 1,830/2/(042); 1,737/2/(310),033); 1,706/1/(240); 1,677/5/(311); 1,649/4/(133),(241); 1,633/1/(151); 1,563/3/(223); 1,543/< 1/(043); 1,521/4/(330); 1,508/2/(242); 1,484/1/(060),(143); 1,375/6/(332),(204); 1,366/4/(134); 1,348/4/(313), (062); 1,335/3/(243); 1,328/4/(400),(153); 1,295/3/(260); 1,248/1/(234),(421),(071); 1,233/2/(025), (351); 1,215/< 1/(253),(412),(171).

## STRONTIANIT : SrCO<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m c n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,118 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,404 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,82 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,609 : 1 : 0,724$ .

**Celula conține:** Sr<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale prismatice // [001], uneori aciculare, sau piramidale, toate având aspect pseudohexagonal datorită dezvoltării aproximativ egale a fețelor (110) și (010) sau (hhl) și (0.2h.1.). Striații horizontale pe fețele (110) și (010). Apare masiv columnar până la fibros, granular, mase sferoidale.

**Culoare:** incolor, cenușiu, gălbui, verzui, galben - brun sau galben-roșcat.

**Luciu:** sticlos, rășinos în spărtură. Transparent până la translucid. Prezintă fluorescență și apoi fosforescență prin expunerea la radiații X, ultraviolete, fascicul de electroni. Uneori termoluminescent.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), e(012), δ(023), k(011), i(021), Z(041), q(061), t(102), ε(113), o(112), p(111), φ(331).

**Macle:** (110) foarte comune, frecvent de contact și mai rar de penetrație; uneori apar macle repetate formate din trei, patru indivizi sau polisintetice lamelare.

**Clivaj:** (110) perfect, (021) slab, (010) foarte slab.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,76 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:** SrO = 60,99 - 70,19%; CaO = 0,00 - 7,36%; CO<sub>2</sub> = 29,81 - 31,68%.

Ca substituie Sr până la limita Ca: Sr ~ 1 : 4,5. În materialele artificiale există o serie completă SrCO<sub>3</sub> - BaCO<sub>3</sub>. Prin încălzire stronțianitul trece într-o modificare hexagonală.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Biax negativ. Dispersia:  $r < v$ , mică.

Indicii de refracție variază cu orientarea și cu lungimea de undă a radiației astfel:

	n(Li)	n(Na)	n(Ti)
$\alpha$	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 termice** (A.T.D.): 925(1.4) ↘; 1151(10.0) ↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 230 fp.1; [700 s + 710 s]d; 845 m; 860 p; 1455 - 1495 fp.1; 1765 s; 2300 fs; 2450 - 2520 fs.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,367/14/(110); 4,207/6/(020); 3,535/100/(111); 3,450/70/(021); 3,014/22/(002); 2,859/5/(121); 2,838/20/(012); 2,596/12/(102); 2,554/23/(200); 2,481/34/(112); 2,458/40/(130); 2,451/33/(022); 2,264/5/(211); 2,183/16/(220); 2,103/7/(040); 2,032/4/50/(221); 1,986/26/(041); 1,948/21/(202); 1,905/35/(132); 1,851/4/3/(141); 1,825/31/(113); 1,813/16/(023); 1,802/4/(231); 1,768/7/(222); 1,725/5/(042); 1,668/4/3/(310); 1,623/6/4/(240); 1,608/13/(311); 1,598/1/3/(150); 1,567/13/(241); 1,544/7/11/(151); 1,507/2/3/(004); 1,478/2/8/(223); 1,459/6/4/(312); 1,455/1/9/(330); 1,429/3/6/(242); 1,424/6/7/(114); 1,412/0/5/(152); 1,402/4/4/(060); 1,310/3/10/(332).

C E R U Z I T : PbCO<sub>3</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m c n.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 5,173 Å, b<sub>0</sub> = 8,480 Å, c<sub>0</sub> = 6,130 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,610 : 1 : 0,723.

**Celula conține:** Pb<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** foarte variat. Cristale tabulare (010) și alungite // [001] sau [100]; cristale bipiramidale pseudohexagonale. Rareori apar cristale aciculare [001] sau tabulare foarte subțiri (001). Fețele (010), (0k1) sunt striate // [100]; adesea sunt striate // [110] sau [112]. Formele cristalizate se grupează în agregate reticulare. Apare masiv, granular, compact; uneori stalactic, pulverulent sau formând mase pămâtoase.

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu; uneori cenușiu închis până la albastru datorită incluziunilor de sulfuri, MnO sau materialului carbonatic; incluziunile compușilor de Cu îi dau o culoare albastră - verde.

**Urma:** incoloră, albă.

**Luciu:** adamantin, mergând spre sticlos, rășinos sau perlat. Varietățile intens colorate au luciu semimetalic. Transparent până la translucid. Fluorescent prin expunerea la radiații X sau ultraviolete (UV îndepărtat).

**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).

**Macle:** comune (110); cele lamelare sau de contact formează grupe stelare pseudohexagonale sau agregate reticulare; mai apar macle comune (130).

**Clivaj:** (110) și (021) bun; (010) și (012) slab.

**Spărtura:** concoidală. Foarte casant.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,55 \pm 0,02$ .

**Compoziție chimică:** PbO = 76,82 - 83,53%; CaO = 0,00 - 0,27%, SrO = 0,00 - 3,15%; ZnO = 0,00 - 0,08%; CO<sub>2</sub> = 16,27 - 17,74%. Sr și Zn pot substitui Pb până la raportul Sr : Pb = 1 : 10,5 și respectiv Zn : Pb = 1 : 8,4.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = c$ ;  $\beta = b$ ;  $\gamma = a$ .

Indicii de refracție 2 V și 2 E variază cu lungimea de undă:

	n(6364)	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 1/2'
2V	9°04 1/2'	8°34'	7°38'	9°00'

2 E variază cu temperatura:

T	25°	60°	80°	100°	160°	180°
2E	17°50'	18°28'	19°10'	20°15'	22°28'	22°45'

Biax negativ. Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice:** (A.T.D.): 340(3,0)✓; 420(1,0)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 675 m; 825 fs; 840 m; 1055 s; (1400 fp + 1450 fp) d; 1740 s.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,427/17/(110); 4,225/7/(020); 3,593/100(111); 3,498/43/(021); 3,074/24/(002); 2,893/2/(012); 2,644/2/(102); 2,522/20/(112); 2,487/32/(130); 2,213/7/(220); 2,129/2/(040); 2,081/27/(221); 2,009/11/(041); 1,981/9/(202); 1,933/19/(132); 1,859/21/(113); 1,847/8/(023); 1,796/4/(222); 1,750/2/(042); 1,693/1/(310); 1,642/2/(240),(051); 1,632/6/(311); 1,615/2/(150); 1,588/6/(241); 1,563/5/(151); 1,536/5/(004); 1,503/4/(302),(223); 1,475/5/(104),(330),(043); 1,449/3/(411),(242); 1,430/2/(152); 1,417/1/(060),(143),(322); 1,330/5/(332); 1,321/3/(204); 1,306/5/(313),(214),(134); 1,296/2/(400); 1,282/3/(243).

D O L O M I T : CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

**Varietăți:** cobaltodolomit, plumbodolomit, manganodolomit, (kutnahorit) ferodolomit, calcodolomit, magneziodolomit, în funcție de substituțiile din rețea

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3}$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,832 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,92 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,294$ ,  $\alpha = 102^\circ 38'$ .

**Celula conține:** Ca(Mg, Fe)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

**Dimensiunea celulei elementare** variază în funcție de raportul Ca : Mg : Fe.

În dolomit raportul Ca : Mg = 1 : 1

**Habitus:** romboedrii ( $10\bar{1}1$ ) și mai rar ( $40\bar{4}1$ ); prismatic ( $11\bar{2}0$ ), dar cu forme terminale romboedrice; tabular ( $0001$ ) cu fețe ( $11\bar{2}0$ ); rareori octaedric cu fețe ( $0001$ ) și ( $10\bar{1}1$ ) egal dezvoltate. Se întâlnește masiv, larg până la fin granular, columnar, formează cruste; uneori este porțelanos și translucid cu spărtură concoidală; rareori apare fibros sau pisolitic. Formează agregate compacte asemănătoare marmurci.

**Culoare:** incolor și transparent sau alb când este pur. Impurificat poate fi verzui, gălbui, brun-roșcat, roz, roșu.

**Culoarea** variază în funcție de conținutul în Mg și Fe.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafețele de clivaj. Unele varietăți sunt fluorescente în ultraviolet, altele sunt triboluminiscente.

**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; ( $10\bar{1}0$ ) comune; ( $11\bar{2}0$ ) comune, cu simularea unei simetrii holocedrice sau duble prin combinarea planelor de maclă ( $10\bar{1}0$ ) sau ( $0001$ ); ( $10\bar{1}1$ ) rare; ( $02\bar{2}1$ ) lamelare, specifice formațiunilor dolomitice cu aspect marmorean (metamorfice).

**Clivaj:** ( $10\bar{1}1$ ) perfect. **Translații** dezvoltate pe planul de maclă ( $02\bar{2}1$ ); mai frecvente sunt translațiile cu T( $0001$ ) și t[ $10\bar{1}0$ ].

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 2,85 \pm 0,01$  pentru  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  pur. G crește odată cu substituția  $\text{Fe}^{2+}$  sau  $\text{Mn}^{2+}$  pentru  $\text{Mg}^{2+}$ . Astfel, la raportul Mg : Fe = 1 : 1  $G = 3,02$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uniax negativ. Rareori se comportă biax, cu 2V foarte mic, datorită presiunilor la care a fost supus cristalul.

Indicii de refracție și birefringența variază în funcție de substituția Mg prin  $\text{Fe}^{2+}$  și/sau  $\text{Mn}^{2+}$  astfel:

Mineralul sau varietatea	%MgO	%FeO	Mg : Fe	$\omega_{\text{Na}}$	$\epsilon_{\text{Na}}$
Dolomit	22,21	0,08	-	1,6799	1,5013
Dolomit	21,86	0,00	-	1,679	1,500
Ferodolomit	16,91	7,54	4:1	1,696	
Ferodolomit	13,79	12,29	2:1	1,707	

În mod similar variază dispersia:

Varietatea	%MgO	%FeO	$\omega$	$\epsilon$
Ferodolomit	21,06	1,19	Ti 1,6784	1,5015
Ferodolomit	17,58	6,68	Na 1,6830	1,5034
			Tl 1,6870	1,5050
			Li 1,6931	1,5116
			Na 1,6983	1,5133
			Tl 1,7031	1,5149

**Compoziția chimică:** CaO = 10,48 - 43,71%, MgO = 9,81 - 22,21%, FeO = 0,00 - 6,59%, MnO = 0,00 - 23,41%,  $\text{CO}_2 = 44,23 - 47,77\%$ .

Fe și mici cantități de  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  și  $\text{Zn}^{2+}$  pot substitui Mg.  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$  pot substitui Ca în cantități foarte mici. Ca poate fi un substituent pentru Mg, deși, în dolomit, acești cationi sunt structural neechivalenți. Ca poate replasa Mg din pozițiile sale specifice până la raportul Ca : Mg = 1 : 5, în timp ce Mg poate fi dispus în pozițiile Ca până la raportul Mg : Ca = 1 : 20. Substituțiile prin intermediul  $\text{Fe}^{2+}$  conduc la serii de tipul  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$  cu raportul Mg : (Fe, Mn) = 1 : 2,6.

De asemenea, intervenția  $\text{Mn}^{2+}$  ca substituent conduce la serii continue de tipul  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{Mg}, \text{Mn}^{2+})(\text{CO}_3)_2$  cu raportul Mn : (Mg, Fe) = 1 : 3,2.

În funcție de cationul principal care substituie Ca și/sau Mg, apar varietățile:

- cobaltodolomit (5,17% CoO);

- plumbodolomit;

- manganodolomit:  $Mn^{2+}$  substituie  $Mg^{2+}$ , dar mineralul conține și  $Fe^{2+}$  în limita rapoartelor Mn: (Mg, Fe) = 1 : 3,2 și Mn : Mg = 1 : 1. Respectarea strictă a ultimului raport definește varietatea kutnahorit;

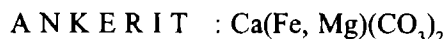
- ferodolomitul: conține  $Fe^{2+}$  ca substituent al Mn. Reprezintă un termen intermediar al seriei  $CaMg(CO_3)_2$   $CaFe(CO_3)_2$ ;

- calcodolomitul și magneziodolomitul: conțin Ca în substituție pentru Mg sau, respectiv, Mg în substituție pentru Ca deranjând raportul normal Ca : Mg = 1 : 1.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 807(6,3)✓; 901(7,0) ✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 890 m; [1010 sl + 1035 sl] d; 1315 i; 1440 fp,l; 1480 i; 1620 s; 1815 fs; 2300 fs; 2530 fs; 2900 fs.

**Difractometria de raze X**(radiatic  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni):4,03/3/(101); 3,69/5/(012); 2,886/100/(104); 2,670/10/(006); 2,540/8/(015); 2,405/10/(110); 2,192/30/(113); 2,066/5/(021); 2,015/5/(202); 1,848/5/(024); 1,804/20/(018); 1,786/30/(116); 1,781/30/(009); 1,576/8/(211); 1,545/10/(122); 1,496/1/(1.0.10); 1,465/5/(214); 1,445/4/(028); 1,431/10/(119); 1,413/4/(125); 1,389/15/(030); 1,335/8/(0.0.12); 1,297/2/(217); 1,269/2/(0.2.10); 1,238/5/(128); 1,202/3/(220); 1,168/4/(1.1.12); 1,144/2/(312); 1,123/5/(2.1.10); 1,096/3/(226), (309); 1,068/ < 1/(0.0.15); 1,008/4/(404); 1,001/5/(318); 0,973/3/(1.0.16); 0,962/5/(3.0.12); 0,949/ < 1/(322); 0,930/ < 1/(324); 0,926/3/(2.1.14); 0,923/3/(408).



**Varietate:** manganoankerit, conține  $Mn^{2+}$  în substituție pentru  $Fe^{2+}$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare și relația axială** variază în funcție de raportul Fe : Mg astfel:

Fe : Mg	$a_0$	$c_0$	$a_0 : c_0$	$\alpha$
1 : 32	4,832	15,92	1 : 3,294	47°32'
1 : 1,1	4,822	16,11	1 : 3,342	46°58'

**Celula conține:**  $Ca(Mg, Fe)CO_3$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cei mai frecvenți sunt romboedrii cu  $(10\bar{1}1)$  și  $(40\bar{4}1)$  ca fețe dominante. Apare prismatic  $(11\bar{2}0)$  cu forme terminale romboedrice. Mai rare sunt formele tabulare  $(0001)$  cu fețe  $(11\bar{2}0)$  sau octaedrice cu fețe  $(0001)$  și  $(10\bar{1}1)$  egal dezvoltate. Se întâlnește masiv, columnar, în cruste; rareori fibros sau pisolitic.

**Culoare:** pur este incolor, alb. De obicei este gălbui, brun, brun-roșcat. Culoarea se închide prin alterare.

**Luciu:** sticlos, pe suprafețele de clivaj fiind perlat. Prin expunere la radiații ultraviolete unele cristale sunt fluorescente. Uneori este triboluminescent.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $M(40\bar{4}1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $l(04\bar{4}5)$ ,  $f(02\bar{2}1)$ ,  $d(08\bar{8}1)$ ,  $v(21\bar{3}1)$

**Macle:**  $(0001)$  comune;  $(10\bar{1}0)$  comune;  $(11\bar{2}0)$  comune, cu simularea simetriei holoedrice sau duble, formate prin combinarea planelor de maclă  $(10\bar{1}0)$  sau  $(0001)$ ;  $(10\bar{1}1)$  rare;  $(02\bar{2}1)$  lamelare, specifice formațiunilor metamorfice.

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  perfect. **Translații** frecvente cu  $T(0001)$  și  $t[10\bar{1}0]$ ; mai rar pe planul de maclă  $(02\bar{2}1)$ .

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

**H = 3 1/4 - 4 ; G = 2,97.**

**Compoziția chimică:** CaO = 13,68 - 29,56%, MgO = 5,40 - 17,58% FeO = 6,68 - 26,00%,

MnO = 0,00 - 8,60%,  $CO_2 = 42,32 - 45,64\%$

Există o serie continuă între  $CaMg(C)_2$  și  $Ca(Fe^{2+}, Mg)(C)_2$  cu raportul maxim Mg : (Fe, Mn) = 1 : 2,6.

Seria este împărțită arbitrar în doi termeni astfel: când  $Mg > Fe$  se definește varietatea dolomitică numită ferodolomit: când  $Fe > Mg$  este individualizată specia denumită ankerit. Nomenclatura este complicată și prin faptul că  $Fe^{2+}$  și  $Mn^{2+}$  pot substitui Ca și Mg apărând diferiți termeni intermediari. De aceea, diferențierea numelor (termenilor) de dolomit și ankerit se face numai în funcție de raportul  $Mg : Fe$  care se plasează în pozițiile Mg.

Substituția  $Mn^{2+}$  pentru Fe conduce la varietatea denumită manganoankerit.

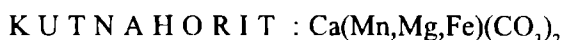
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uniax negativ. Poate fi biax cu 2 V mic dacă a fost supus la presiuni ridicate. Indicii de refracție și birefrigență cresc paralel cu creșterea substituției Mg prin  $Fe^{2+}$  sau  $Mn^{2+}$ .

Mineralul	%MgO	%FeO	Mg : Fe	$\omega_{Na}$
Ferodolomit	13,79	12,29	2 : 1	1,707
Ankerit	10,07	17,94	1 : 1	1,721
Ankerit	6,54	23,32	1 : 2	1,735
Ankerit		40,76	0	1,764

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 762(6,0)✓; 782(2,0)✓; 898(7,1)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 726 m; 877 p; 1450 f p,l; 1825 s.l.; 2350 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,70/3/(012); 2,399/100/(104); 2,685/3/(006); 2,552/1/(015); 2,411/3/(110); 2,199/6/(113); 2,067/ < 1/(021); 2,020/3/(202); 1,852/ < 1/(024); 1,812/6/(018); 1,792/6/(116), (009); 1,569/ < 1/(211); 1,548/1/(122); 1,501/ < 1/(1.0.10); 1,468/1/(214); 1,449/3/(028); 1,436/ < 1/(119); 1,416/1/(123); 1,391/ < 1/(030); 1,341/ < 1/(0.0.12); 1,300/ < 1/(217); 1,273/ < 1/(0.2.10); 1,241/ < 1/(128); 1,205/ < 1/(220); 1,171/ < 1/(1.1.12); 1,144/ < 1/(312); 1,126/ < 1/(2.1.10); 1,112/ < 1/(134); 1,099/ < 1/(226), (309); 1,066/ < 1/(0.0.15); 1,010/ < 1/(404); 1,003/ < 1/(316); 0,974/ < 1/(1.0.16); 0,966/ < 1/(3.0.12); 0,953/ < 1/.



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,85 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 16,34 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,3691$ .

**Habitus:** mase granulare, mase anhedrale, agregate clivabile, cruste.

**Culoare:** alb, roz pal. Translucid.

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  perfect.

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 3,12$ .

**Compoziția chimică:**  $CaO = 24,66 - 29,74\%$ ,  $MgO = 5,18 - 10,09\%$ ,  $FeO = 0,00 - 8,68\%$ ,  $MnO = 11,42 - 23,76\%$ ,  $CO_2 = 42,62 - 44,07\%$ . Se pare că mineralul este caracterizat prin raportul:  $Ca : (Mn,Mg,Fe) \approx 1 : 1$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uniax negativ.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,727$   $\epsilon = 1,535$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 726 m; 877 p; 1450 f p,l; 1825 s,l; 1530 s.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 2,94/100; 1,837/25; 1,814/30.

## ALSTONIT : $\text{CaBa}(\text{CO}_3)_2$

*Dimorf cu baritocalcitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,99 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,77 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,11 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,569 : 1 : 0,697$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_2\text{Ba}_2(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus:** cristalele nemaclate sunt rare; pseudobipiramide dihexagonale formate prin maclarea indivizilor delimitați de fețe (111) și (021); bipiramide ascuțite mărginite de fețe (221); prisme pseudohehexagonale care rezultă din maclarea indivizilor mărginiți de (010) și (110). Bipiramidele au fețele striate orizontal, iar vertical sunt divizate în două printr-o linie mediană.

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu; uneori crem pal, roz, roșietic.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent, uneori translucid. Radiațiile ultraviolete (U V îndepărtat) îi dau o fluorescență galbenă.

**Forme caracteristice:** b(010), m(110), k(011), i(021), p(111), h(221).

**Macle:** (110) și (130); practic, toți indivizii sunt maclăți.

**Clivaj:** (110) imperfect.

**Spărtura:** neregulată.

**H** =  $4 - 4\ 1/2$ ; **G** =  $3,707 \pm 0,004$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 17,60 - 18,85; BaO = 48,54 - 52,30%; SrO = 0,00 - 4,25%;

CO<sub>2</sub> = 29,10 - 29,59%. Analizele arată prezența constantă a Sr și Mn. Sr este prezent în soluție solidă, iar MnO ~ 0,20%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,526$ ,  $\beta = 1,671$ ,  $\gamma = 1,672$ . Biax negativ:  $2V \sim 6^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 690 s; 701 i; 708 s; 714 i; 856 i; 865 m; 1065 i; 1087 fs; 1430 i; 1460 fp,l; 1510 i; 1770 fs.

**Diffractometria de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 4,51/7/(020); 3,93/26/(101); 3,68/100/(021); 3,12/62/(002); 2,60/31/(102); 2,54/10/(130); 2,27/4/(122); 2,13/37/(032); 2,00/17; 1,92/31; 1,84/2; 1,64/12; 1,56/7; 1,49/5; 1,46/2; 1,36/5; 1,33/7; 1,27/2; 1,22/5.

## BARITOCALCIT : $\text{CaBa}(\text{CO}_3)_2$

*Dimorf cu alstonitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P\ 2_1$  sau  $P\ 2_1/m$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,15 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,22 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,58 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,561 : 1\ 1,261$ ;  $\beta = 106^\circ 08'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_2\text{Ba}_2(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice, scurte sau alungite, dezvoltate // [101] sau scurt prismatice // [001]. Fețele ( $\bar{1}11$ ),

( $\bar{2}52$ ) și ( $\bar{1}31$ ) sunt striate // [101], iar (100) striată // [001].

Orientarea agregatelor: baritina pe baritocalcit, cu baritină (001) [010] paralelă cu baritocalcitul (001)[010].

Calcitul pe baritocalcit, cu calcitul având ( $10\bar{1}1$ ), ( $\bar{1}101$ ) și ( $0\bar{1}11$ )  $\approx$  // cu baritocalcitul cu (101), ( $\bar{1}11$ ), ( $\bar{1}\bar{1}1$ ).

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu, verzui, gălbui,

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, uneori rășinos. Prezintă o slabă fluorescență în ultraviolet. Transparent, uneori translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), g(210), o(101), x( $\bar{1}11$ ), y( $\bar{2}52$ ),  $\rho$ ( $\bar{1}31$ ).

**Clivaj:** (210), perfect; (001) imperfect.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant. **Translații** pe (100) (?).

$H = 4$  ;  $G = 3,66 - 3,71$ .

**Compoziția chimică:** BaO: = 51,56%, CaO = 18,85%, CO<sub>2</sub> = 29,59%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** 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.  $2V = 15^\circ$ ;  $2E = 25^\circ$ . Dispersia  $r > v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 680 i; 693 s; 723 f s; 868 m; 880 m; 1082 m; 1376 p;

(1420 f p + 1475 f p) d; 1525 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație MoK $_{\alpha}$ , filtru ZrO<sub>2</sub>): 3,96/50/(200), (011); 3,16/100/(002), (210); 2,54/40/

( $21\bar{2}$ ); 2,14/30/( $31\bar{2}$ ); 2,00/30/(212), (221); 1,94/25/( $22\bar{2}$ ); 1,64/12; 1,57/13; 1,51/3; 1,47/5; 1,39/3; 1,34/4; 1,32/4; 1,29/4; 1,28/5; 1,22/4; 1,18/6; 1,10/1; 1,08/4; 1,05/2; 1,02/1; 0,99/3; 0,97/2.



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 6/m m c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,272 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,280 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,519$ .

**Habitus:** microcristale hexagonale plate (0001).

**Culoarea:** incolor.

**Clivaj:** (0001) bun.

$G = 2,407$ .

**Compoziția chimică:** analizele au arătat asocierea frecventă cu buetschliitul și calcitul care se formează pe seama fairchilditului.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,53$ ,  $\epsilon = 1,48$ . Uniax negativ.

**Diffractometria de raze X:** 6,64/50; 4,59/30; 4,31/20; 3,53/10; 3,33/20; 3,19/100; 2,69/30; 2,64/80; 2,28/20; 2,21/50; 2,15/50; 2,03/30; 1,88/50; 1,75/10; 1,71/10; 1,70/30; 1,66/10; 1,61/20; 1,52/30; 1,41/20; 1,32/20; 1,28/20; 1,21/20.



## SHORTIT : $\text{Na}_2\text{Ca}_2(\text{CO}_3)_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Grupa spațială:** A m m 2.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,98 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,454 : 1 : 0,647$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_4\text{Ca}_4(\text{CO}_3)_6$ .

**Habitus:** cristale în formă de pană, tabulare (100) sau scurt prismatic // [100]. Fețele (011) sunt striate // [100] și în combinații variate cu (00 $\bar{1}$ ).

**Culoare:** incolor până la galben pal.

**Luciu:** sticlos. Transparent. Prezintă fluorescență în ultraviolet.

**Forme principale:**  $\bar{c}(001)$ , a(100), e(011), p(111).

**Clivaj:** (010) distinct.

**Spărtura:** concoidală. Puternic piroelectric.

**H = 3; G = 2,60.**

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 19,91 - 20,25\%$ ,  $\text{CaO} = 36,34 - 36,63\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,04\%$ ,  $\text{CO}_2 = 42,90 - 43,12\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,531$ ,  $\beta = 1,555$ ,  $\gamma = 1,570$ . Biax negativ.

$2V = 75^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 693 s; 709 i; 718 s; 730 s; 851 i; 866 m; 872 i; 880 i; (1070 f s + 1089 f s)d; 1410 p; 1454 f p; 1480 i; 1528 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 5,52/70; 4,96/70; 2,56/100.

### 3. CARBONAȚI NORMALI HIDRATAȚI

#### TERMONATRIT : $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m m m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,44 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,72 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,24 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,601 : 1 : 0,489$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_8(\text{CO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale lamelare (001), tabulare (010) sau alungite // [100]; de obicei formează cruste sau eflorescențe.

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu, gălbui.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale** (la cristalele artificiale): c(001), b(010), a(100),  $\mu(120)$ , g(011), u(021), e(201), p(111).

**Clivaj:** (100) slab. Gust: alcalin.

$H = 1 - 1 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,255$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 50,03\%$ ,  $\text{CO}_2 = 35,45\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,52\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție (pe cristale artificiale):  $\alpha = 1,420$ ,  $\beta = 1,506 - 1,509$ ,  $\gamma = 1,524 - 1,525$ . Biax negativ.  $2V = 48^\circ$ ,  $2E = 75^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 768 s; 851 s; 924 s; 1016 s; 1045 s; 373 i; 1429 s,l; 1592 f p; 3540 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,35/20/(200); 5,24/20/(010); 4,72/2/(110); 4,12/10/(201); 3,24/4/(211); 2,768/100/(202); 2,753/55/(012); 2,684/50/(311); 2,678/55/(400); 2,667/8/(112); 2,622/8/(020); 2,550/2/(120); 2,475/30/(401); 2,448/20/(212); 2,386/10/(410); 2,372/60/(121); 2,356/ < 1/(220); 2,238/20/(411); 2,181/16/(312); 2,114/ < 1/(320); 2,065/18/(402); 2,036/2/(022); 2,010/25/(321); 2,004/20/(122); 1,985/4/(510); 1,961/4/(113); 1,920/8/(412); 1,905/4/(222); 1,898/4/(511); 1,875/4/(420); 1,869/2/(213); 1,787/8/(600); 1,770/6/(322); 1,750/4/(030); 1,741/8/(313); 1,7262/2/(130); 1,7220/2/(601); 1,6926/4/(512), (610); 1,6802/6/(403).

NESQUEHONIT :  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \ m \ m \ m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,68 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,93 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,39 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,644 : 1 : 0,452$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_4(\text{CO}_3)_4 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale prismatice // [001] cu fața (110) dezvoltată și striată // [001]. Formează agregate radiare cu cristale aciculare, cruste, formațiuni botrioidale, agregate pârloase prin pseudomorfozarea lansforditului.

**Culoare:** incolor, alb.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), d(011)

**Clivaj:** (110) perfect, (001) slab.

**Spărtura:** așchioasă sau fibroasă.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 1,852$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{MgO} = 28,52 - 29,24\%$ ;  $\text{CO}_2 = 30,22 - 31,90\%$   $\text{H}_2\text{O} = 39,06 - 40,32\%$ .

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție (Na) :  $\alpha = 1,417$ ,  $\beta = 1,503$ ,  $\gamma = 1,527$ .

Biax negativ.  $2V = 53^\circ$ ,  $2E = 84^\circ$ . Dispersia :  $r < v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 186(3,2) ; 219(2,4) ; 405(3,5) ; 433(1,6) ; 530(0,4) ; 687(0,3) .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 695 s; 852 s; 1100 s; 1415 fp.1; 1465 i; 1515 fp; 1540 s; 1640 m; 2930 m; 3740 i; 3270 i; 3430 fp; 3568 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 6,5/100/(110); 5,8/8/(020); 4,96/8/(011); 3,86/80/(200); 3,50/16/(121); 3,23/16/(220); 3,02/24/(211); 2,77/16/(230),(221); 2,61/48/(041); 2,51/40/(310); 2,35/8/(122); 2,17/16/(241),(212); 2,01/8/(331); 1,92/32/(400); 1,83/8/(420),(312); 1,79/24; 1,71/16; 1,64/8; 1,55/12; 1,50/8; 1,43/8; 1,39/8.

# N A T R O N : $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

**Sinonim:** soda

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa** 2/m.

**Grupa spațială:** I 2/a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,57 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,01 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,47 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,3951 : 1 : 1,4950$ ,  $\beta = 121^\circ 08'$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt tabulare (010), cu dezvoltări variate ale zonelor [100] și [001]. În natură apare sub formă de cruste cristaline, granulare sau columnare, peliculară sau în eflorescențe.

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu, sau gălbui datorită impurităților.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale** (pe cristale artificiale): c(001), b(010), a(100), m(110), e(011), s( $\bar{1}01$ ), p( $\bar{1}12$ ).

**Macle:** (001) normale.

**Clivaj:** (001) distinct, (010) imperfect, (110) foarte slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H** = 1-1 1/2 ; **G** = 1,478.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 21,66\%$ ,  $\text{CO}_2 = 15,38 \%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 62,96\%$ .

Expus la aer formează eflorescențe ale monohidratului denumit termonatrit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 41^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,405$ ,  $\beta = 1,425$ ,  $\gamma = 1,440$ . Biax negativ, 2 V mare. Dispersia:  $r > v$  foarte mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 38(2,3)↘; 42(2,1)↘; 92(1,4)↗; 118 + 126(4,1)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 690 s; 710 i; 825 i; 865 m; 875 i; 900 s; 937 fs; 1070 fs; 1418 i; 1450 fp; 1640 fs; 1755 - 1780 fs; 3180 p.1; 3370 p.1; 3630 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație Mo): 5,3/70; 4,50/40; 4,03/50; 3,52/30; 3,44/30; 3,24/30; 3,17/30; 3,01/50; 2,89/100; 2,80/80; 2,67/40; 2,57/60; 2,43/80; 2,36/20; 2,29/30; 2,22/20; 2,16/20; 2,10/30; 2,05/20; 1,98/50; 1,94/30; 1,91/30; 1,85/20; 1,79/30; 1,75/30.

# P I R S S O N I T : $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa** : m m 2.

**Grupa spațială:** F d d 2.

**Z** = 8 .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,32 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 20,06 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,00 \text{ \AA}$ .

**Relația axială** :  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5643 : 1 : 0,2991$ .

**Celula conține** :  $\text{Na}_{16}\text{Ca}_8(\text{CO}_3)_{16} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus** : cristale scurt prismatice // [001] cu fețe terminale diferite; de asemenea tabulare (010) sau piramidale cu forme (131) și (111)

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu datorită incluziunilor.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** b(010), m(110), p(111), e(131), x(311).

**Spărtura:** concoidală. Casant. Piroelectric.

**H** = 3 - 3 1/2 ; **G** = 2,352.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 25,61 - 25,70\%$ ,  $\text{CaO} = 23,16 - 23,38\%$ ,  $\text{CO}_2 = 36,07 - 36,35\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,73 - 14,88\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție și  $2V$  variază cu lungimea de undă a radiației:

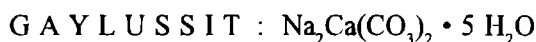
	$n(\text{Li})$	$n(\text{Na})$	$n(\text{Tl})$
$\alpha$		1,5043	
$\beta$	1,5056	1,5095	1,5115
$\gamma$	1,5710	1,5751	1,5789
$2V$	$31^{\circ}11'1/2''$	$31^{\circ}26''$	$31^{\circ}27''$

Biax pozitiv. Valoarea  $2V$  crește odată cu creșterea temperaturii. Dispersia:  $r < v$ , ușor.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 196(6,5)✓; 2,68(0,15)✓; 378(0,7)✓; 432(0,5)✓; 806(1,7)✓; 828(0,4)✓; 852(0,45)✓; 903(0,15)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 710 s.1; 867 s; 1070 s; 1419 p.1; 1493 fp; 3510 m.l.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK): 5,10/80/(111); 4,92/70/(220); 3,16/60/(311); 2,88/60/(260),(022); 2,65/80/(202); 2,57/80/(222); 2,50/100/(080),(351); 2,24/50/(062); 2,13/50/(371); 2,10/50/(511); 2,02/80/(422); 1,97/20; 1,89/25; 1,82/50; 1,77/75; 1,52/20; 1,50/20; 1,43/10; 1,13/5; 1,10/5.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** I 2/a.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,589 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,779 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,207 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,4898 : 1 : 1,4407$ .  $\beta = 101^{\circ}58'$ .

**Habitus:** cristale alungite // [100]; cristale turtite cu fețe dominante (110) și (011). Suprafețele sunt aspre, cu fața (011) striată // [1 $\bar{1}$ 1].

**Culoare:** incolor, alb-gălbui, alb-cenușiu, alb.

**Urma:** incoloră până la alb cenușiu.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), e(011), s( $\bar{1}$ 01), r( $\bar{1}$ 12), m(110).

**Clivaj:** (110) perfect, (001) foarte slab.

**Spărtura:** concoidală. Foarte casant.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 1,991$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 20,40 - 20,93\%$ ;  $\text{CaO} = 18,94 - 19,02\%$ ;  $\text{CO}_2 = 29,72 - 30,02\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 30,41 - 30,47\%$ . Apa se pierde la cca  $100^{\circ}\text{C}$ . În aer uscat formează eflorescențe.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 15^{\circ}(\text{Na})$ . Indicii de refracție în lumina de Na:  $\alpha = 1,4435$ ,  $\beta = 1,5156$ ,  $\gamma = 1,5233$ . Biax negativ:  $2V_{\text{Na}} = 34^{\circ}$ ,  $2E_{\text{Na}} = 52^{\circ}$ . Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 57(0,3)✓; 90(0,4)✓; 132(7,3)✓; 176(0,5)✓; 391(1,4)✓; 429(0,2)✓; 761(0,3)✓; 806(1,8)✓; 823(0,6)✓; 844(0,3)✓; 888(0,2)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 691 fs; 718 fs; 875 s; 1419 p.1; 3450 - 3510 m.l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 6,42/80; 5,66/12; 5,48/10; 4,496/25; 4,430/30; 3,941/8; 3,890/6; 3,559/6; 3,416/14; 3,206/100; 3,206/100; 3,124/10; 2,920/12; 2,724/55; 2,696/25; 2,687/30; 2,234/60; 2,506/25; 2,416/9; 2,349/6; 2,326/8; 2,288/8; 2,256/10; 2,212/12; 2,175/8; 2,136/12; 1,991/14; 1,917/20; 1,899/18; 1,843/6; 1,827/10; 1,790/6; 1,750/4; 1,732/10; 1,723/16; 1,674/10; 1,540/6.

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C m m m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,69 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 16,83 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,26 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5757 : 1 : 0,8473$ .

**Habitus:** paiete cu diametrul de 1,0 mm și grosimea de 0,02 mm; formează cruste, rozete, agregate globulare și cruste cu cristale turtite pe (001).

**Culoarea:** galben verzui.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafața de clivaj. Transparent. În ultraviolet prezintă o puternică fluorescență verde gălbui.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamellele sunt flexibile.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,51$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 3,19 - 3,63\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,23\%$ ;  $\text{MgO} = 0,00 - 0,63\%$ ;

$\text{CaO} = 18,14 - 18,93\%$ ;  $\text{UO}_3 = 31,28 - 31,44\%$ ,  $\text{CO}_2 = 14,20 - 14,86\%$ ;  $\text{SO}_3 = 9,01 - 9,24\%$ ;

$\text{H}_2\text{O} = 20,15 - 20,28\%$ ;  $\text{F} = 2,09 - 2,15\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

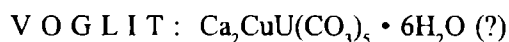
Indicii de refracție:  $\alpha = 1,495$ ;  $\beta = 1,543$ ,  $\gamma = 1,544$ .

Uniax (?) negativ.  $2V$  cu valoare mică și variabilă ( $0^\circ - 25^\circ$ ).

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $174 \text{ \AA}$  ;  $382 \text{ \AA}$  ;  $788 \text{ \AA}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 738 se1; 844 s.l; 913 ml; 1098 pl; 1160 i; 1390 fp.l; 1558fp.l; 3510 p.l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni) : 14,3/30/(001); 8,48/70/(020); 7,26/100/(021),(111); 5,421/20/(022),(112); 4,796/0/(200),(003); 4,167/20/(220),(113),(023); 4,044/10/(041),(221),(132); 3,591/10/(042),(222),(004); 3,362/20/(203); 3,303/10/(024),(114); 3,13/1 (310),(043),(223),(151),(241),(311); 2,876/70/(134),(204); 2,767/10/(061),(331); 2,706/(025),(115); 2,393/20/(261),(401); 2,304/ /10/(171),(351),(262),(421).



**Sistemul de cristalizare** : triclinic.

**Habitus:** solzi formând cruste; solzii romboidali au un unghi interior de  $75 - 80^\circ$ .

**Culoarea:** verde de smarald, verde strălucitor.

**Urma:** verde pal.

**Luciu:** perlat.

**Clivaj** : (010) perfect.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 14,09 - 14,20\%$ ;  $\text{CuO} = 8,40 - 10,07\%$ ;  $\text{UO}_2 = 34,19 - 37,00\%$ ;

$\text{CO}_2 = 26,41 - 27,86\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 31,68 - 13,90\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,541$  (verde albastrui închis),  $\beta = 1,547$  (verde albastrui închis)

$\gamma = 1,564$  (galben pal). Biax pozitiv.  $2V_{\text{Na}} = 60^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , foarte puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) :  $80(0,4) \text{ \AA}$  ;  $182(1,1) \text{ \AA}$  ;  $7,12(0,2) \text{ \AA}$  ;  $824(0,2) \text{ \AA}$ .

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal (trigonal).

**Clasa:** R.

**Grupa spațială:** R 3 sau R 3.

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,04 \pm 0,05 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 23,90 \pm 0,05 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1,325$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_{12}\text{Ca}_6(\text{UO}_2)_6(\text{CO}_3)_{18} \cdot 36 \text{ H}_2\text{O}$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale romboedrice pseudocubice dezvoltate în ciorchini sau cruste.

**Culoarea:** verde strălucitor. Prezintă o fluorescență verde intensă în ultraviolet. Transparent până la translucid.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 2,8.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2 = 9,60 - 9,62\%$  ;  $\text{MgO} = 0,00 - 0,50\%$  ;  $\text{CaO} = 8,10 - 8,80\%$  ;  $\text{UO}_3 = 44,27 - 44,90\%$  ;  
 $\text{CO}_2 = 20,30 - 20,61\%$  ;  $\text{H}_2\text{O} = 16,50 - 16,78\%$ .

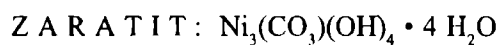
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\omega = 1,520$  (incolor),  $\epsilon = 1,540$  (galben pal). Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 697s; 727 s; 848 s; 901 p; 913 i; 1020 s.l; 1080 s.l; 1385 fp;  
 1535 i; 1580 fp; 1660 i; 3510 p.l.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii) : 13,0/100; 7,93/100; 5,67/100.

#### 4. CARBONȚI CU CONȚINUT ÎN HIDROXIL SAU HALOGENI



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

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

**Celula conține:**  $\text{Ni}_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_4 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale izometrice; formează încrustații, forme stalactitice sau mamelonare cu structură microcristalină. Apare și masiv, compact sau formând filme pe cristalele de millerit.

**Culoarea:** verde smarald.

**Urma:** verzuie.

**Luciu:** sticlos, gras. Transparent până la translucid.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H** = 3 1/2 ; **G** = 2,57 - 2,69.

**Compoziția chimică:**  $\text{NiO} = 56,82 - 59,56\%$  ;  $\text{MgO} = 0,00 - 1,68\%$  ;  $\text{CO}_2 = 11,42 - 11,70\%$  ;  
 $\text{H}_2\text{O} = 28,74 - 29,87\%$ . Aparent Mg poate substitui Ni.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde

Indicele de refracție: 1,56 - 1,61. Izotrop

Formele fibroase au extincție (?) și alungire pozitivă, pleocroism în tonuri de galben - verzui, indicele de refracție variind între 1,559 - 1,566, Nu este sigur dacă formele izotrope și cele fibroase reprezintă același material.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 280∇; 728∇.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 835 s; 881 s; 1419 fp.l; 1600 fp.l; 3510 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 8,93/70; 5,07/100; 2,45/70.

## HIDROZINCIT : $Zn_5(CO_3)_2 \cdot (OH)_6$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,452 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,307 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,357 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,133 : 1 : 0,489$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ .

**Celula conține:**  $Zn_{10}(OH)_{12}(CO_3)_4$ .

**Habitus:** cristale turtite (100) sau alungite // [001]. Apare masiv, compact, în mase poroase și pământoase, stalactitice; reniform sau pisolitic; formează structuri radiare, agregate masive.

**Culoare:** alb pur, cenușiu, gălbui, brun, liliachiu.

**Urma:** mată sau strălucitoare.

**Luciu:** mat. În lumină ultravioletă prezintă o fluorescență albăstruie - violetă.

**Clivaj:** (100) perfect. Foarte casant.

**H = 2 - 2 1/2 ; G = 3,5 - 3,8.**

**Compoziția chimică:** ZnO = 73,65 - 74,67%; CO<sub>2</sub> = 14,87 - 16,17%; H<sub>2</sub>O = 8,92 - 11,62%.

Cu apare în cantități mici. H<sub>2</sub>O și CO<sub>2</sub> sunt pierdute până la 230°C mineralul trecând în zincit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 40^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,635 - 1,650$ ;  $\beta = 1,736$ ;  $\gamma = 1,740 - 1,750$

Biax negativ.  $2V = 40^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 267(7,0)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 835 p; 895 m.l; 955 m.l; 1050 m.l; 1070 i; 1340 i; 1395 p.l; 1515 fp; 1550 i; 1590 i; 3300 m.

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,66/100; 3,14/50; 2,72/70.

## AURICALCIT : $(Zn,Cu)_5(CO_3)_2(OH)_6$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:** B 22<sub>1</sub> 2.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 27,78 \text{ \AA}$  (?),  $c_0 = 5,25 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,2346 : 1 : 0,1924$ .

**Celula conține:**  $(Zn,Cu)_{20}(OH)_{24}(CO_3)_8$  (?).

**Habitus:** cristale aciculare, slab tabulare (010) sau alungite // [001]. Formează agregate rotunjite sau încrustații.

Rareori este granular, columnar sau laminat.

**Culoare:** verde pal, albastru verzui, albastru.

**Luciu:** sidefat, perlat, transparent.

**Clivaj:** (010) perfect. Fragil.

**H = 1 - 2 ; G = 3,64.**

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,46%; CuO = 17,94 - 28,40%; ZnO = 45,67 - 58,12%; CO<sub>2</sub> = 12,55 - 16,48%; H<sub>2</sub>O = 8,50 - 11,14%.

Prezența calciului este datorată unor amestecuri mecanice. Cu și Zn se pot substitui în limitele

Cu : Zn = 1 : 1,57 - 1 : 3,16.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, albăstrui, verzui.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

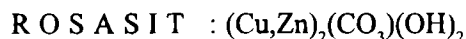
Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,654 - 1,661$  incolor,  $\beta = 1,740 - 1,749$  verde albastrui,  $\gamma = 1,743 - 1,756$  verde albastrui.

Biax negativ 2 V foarte mic. Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 405(2,8)  $\checkmark$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: (432 s + 505 s + 566 s)t; 705 s; 742 m,l; 821 m; 855 i; 930 m; 977 m; 1035 m; 1060 m; 1102 s; 1200 s,l; 1365 p; 1415 p; 1505 p; 1560 p; 3300 i; 3405 p; 3450 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,78/100; 3,68/70; 2,61/80.



**Sistemul de cristalizare**: monoclinic, pseudorombic (?).

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 9,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,25 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,35 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7637 : 1 : 0,2735$ ,  $\beta \approx 90^\circ$ .

**Celula conține**:  $(\text{Cu, Zn})_8(\text{OOH})_8(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus**: cruste botrioidale sau mamelonare cu structura fibroasă.

**Culoare**: verde, albastru verzui, albastru.

**Clivaj**: pe două direcții rectangulare. Casant.

$H \approx 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,0 - 4,2$ .

**Compoziția chimică**:  $\text{CuO} = 41,11 - 47,26\%$ .  $\text{Zn} = 24,46 - 30,9$   $\text{CO}_2 = 18,61 - 20,18\%$ .  $\text{H}_2\text{O} = 8,09 - 10,26\%$

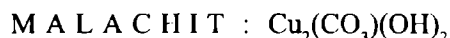
Cu și Zn se substituie în limitele raportului  $\text{Zn} : \text{Cu} = 2 : 3 - 1 : 2$ .

**Proprietățile optice în lumină transmisă**: incolor până la albastrui.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,672 - 1,708$  (incolor),  $\beta = 1,83$  (albastrui),  $\gamma = 1,823 - 1,831$  (albastrui). Biax negativ. 2V foarte mic. Extincție paralelă. Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: (705 m + 740 m)d; 825 p; 843 p,l; 1040 p,l; 1095 m; 1385 p; 1415 i; 1522 p. l; (3245 m + 3490 m)d.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 5,04/80; 3,68/100; 2,59/100.



**Sistemul de cristalizare**: monoclinic.

**Clasa**: 2/m.

**Grupa spațială**:  $P 2_1/a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 9,49 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 12,00 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 3,24 \pm 0,02 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,790 : 1 : 0,270$ ,  $\beta = 118^\circ 10'$ .

**Celula conține**:  $\text{Cu}_8(\text{OH})_8(\text{CO}_3)_4$ .

**Habitus**: cristalele sunt foarte rare: scurt sau lung prismatice // [001] și grupate în agregate rotunjite sau rozete.

Cristale individuale, nemaclate sunt practic necunoscute. De obicei apare masiv, ca încrustații, suprafețe mamelonare, botrioidale, agregate fibroase, salactite, bande în care alternează cu azuritul.

**Culoare**: verde strălucitor, verde închis, verde albastrui.

**Urma**: verde pal.

**Luciu**: adamantin spre sticlos. Translucid până la opac.

**Forme principale**:  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $p(\bar{2}01)$ .



**Macle:** (100) foarte comune, macle de penetrație, uneori polisintetice. Axul de maclă [201] este comun.

**Clivaj:** ( $\bar{2}$ 01) perfect, (010) bun.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată pentru eșantioanele masive, compacte.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 4,05 \pm 0,02$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{CuO} = 71,31 - 72,03\%$ .  $\text{ZnO} = 0,00 - 0,45\%$ .  $\text{CO}_2 = 19,68 - 20,04\%$ .

$\text{H}_2\text{O} = 8,09 - 9,36\%$ . Zn poate substitui Cu în cantități foarte mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde - gălbui.

Orientare:  $\alpha^c = 23 / 1 / 20$ .  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,655$  (aproape incolor),

$\beta = 1,875$  (verde gălbui),  $\gamma = 1,909$  (verde închis). Biax negativ.  $2V_{\text{Na}} = 43^\circ \pm 2^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ . puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 366 (7,0)✓.

**Spectrometria de absorție în infraroșu:** 430 s; 490 i; 505 m; 525 m; 576 m; 585 i; 715 m. l; 755 m. l.;

780 m. l; 825 p. l; 880 p. l; 900 i; 1100 m; 1395 f. p; 1425 i; 1507 f.p; 3320 m; 3410 m.

**Difractometria de raze X** ( radiații  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni); 7,41/11(110); 5,993/55/(020); 5,055/75/(120); 4,699/13/(200); 3,693/85/(220); 3,028/17/(310); 2,988/17/(040); 2,857/100/(\bar{2}01).(140).(186); 2,823/40/(111).(021); 2,778/45/(320).(\bar{2}11); 2,520/55/(240); 2,477/30/(201); 2,464/35/(330); 2,425/20/(211); 2,349/13/(400).(131); 2,316/17/(\bar{2}31); 2,289/17/(221); 2,252/7/(\bar{3}21); 2,186/20/(041).(420).(\bar{1}41); 2,160/7/(340); 2,129/20/(250); 2,076/17/(\bar{3}31); 2,054/9/(331); 2,022/5/(430); 1,991/11/(060); 1,969/17.(321); 1,947/15/(160); 1,941/9/(\bar{4}21); 1,911/17/(\bar{1}51),(241); 1,889/13/(350); 1,855/3/(510); 1,833/9/(\bar{2}51); 1,759/11/(411); 1,696/9/(421).(061); 1,691/25/(\bar{1}61); 1,678/13/(450); 1,640/11/(\bar{2}61); 1,616/17/(431); 1,589/17/(021).(540); 1,571/13/(351); 1,541/7/(102); 1,531/(112); 1,480/5/(180); 1,498/13/(\bar{6}01); 1,476/17/(171).(\bar{2}32).(550); 1,472/11/(\bar{3}22).(521); 1,422/7/(451).(\bar{3}32).(531); 1,418/15/(\bar{4}12); 1,406/5/(\bar{2}42).(\bar{5}51); 1,386/9/(640); 1,362/3/(232); 1,352/9/(380); 1,349/1/(302).

F O S G E N I T :  $\text{Pb}_2(\text{CO}_3)\text{Cl}_2$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/m b m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,139 \text{ \AA}$ .  $c_0 = 8,856 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,0881$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_8(\text{CO}_3)_4\text{Cl}_8$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001] și mai rar tabulare (001). Formele terminale dominante sunt (001) și (111).

Apar masiv, granular.

**Culoare:** alb gălbui, galben - brun, brun; de asemenea incolor, alb, roz pal, cenușiu, cenușiu gălbui sau verzui

**Urmă:** albă.

**Luciu:** adamantin. Transparent până la translucid. Razele X, razele catodice și cele ultraviolete îi dau o fluorescență galbenă.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), u(120), e(011), o(021), x(111), s(121).

**Clivaj:** (001) și (110) distinct; (010) slab.

**Spărtura:** concoidală. **Translații** cu T(110) și t[001].

$H = 2 - 3$ ;  $G = 6,133$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 80,84 - 81,86\%$ ,  $\text{Cl} = 12,91 - 13,08\%$   $\text{CO}_2 = 7,91 - 9,16\%$ . Fosgenitul este izostructural și izomorf cu compusul artificial  $\text{Pb}_2(\text{CO}_3)\text{Br}_2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab pleocroic în tonuri roșcate - verzui.

Indicii de refracție în lumină de Na :  $\omega = 2,1181$ .  $\epsilon = 2,1446$ .

Uniax pozitiv. Uneori se comportă biax, datorită deformărilor mecanice.

**Spectrometria de absorție în infraroșu:** 653 s; 760 m; 838 m; 1350 p. l; 1512 p.l; 1575 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație CoK): 5,71/20/(110); 4,40/60/(002); 4,04/50/(200); 3,61/80/(210); 3,50/5/(112); 3,09/5; 2,99/10/(202); 2,86/5/(220); 2,79/100/(212); 2,56/80/(310); 2,40/5/(222); 2,28/10/(213); 2,21/40/(312).(004); 2,03/10/(400); 1,97/30/(401); 1,94/5/(204); 1,91/30/(330); 1,887/30/(214); 1,841/5/(402); 1,820/5/(420); 1,800/40/(412); 1,757/30/(332); 1,672/30/(314); 1,626/5/(413); 1,588/5/(215).(510); 1,508/10/(225).(520); 1,495/5; 1,469/30; 1,445/30; 1,426/40; 1,402/5; 1,393/5; 1,364/20; 1,352/20; 1,327/20; 1,294/30; 1,285/5; 1,277/5; 1,267/10.

**B I S M U T I T :  $(\text{BiO})_2(\text{CO}_3)$**

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/ m m m

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 3,859 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,658 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,541$ .

**Celula conține:**  $(\text{BiO})_4(\text{CO}_3)_2$ .

**Habitus:** mase pămâtoase sau pulverulente, cruste opalescente, cruste din fibre dispuse radiar, agregate sferoidale și mai rar lamelare. Pseudomorfoze după după bismutit.

**Culoare:** galben - pai, galben brun, alb galben, cenușiu - verzui, verde pal, cenușiu, castaniu. Prin includerea unor minerale de Cu devine albastru sau verde albastrui. Pseudomorfozele după bismutit sunt cenușii sau negre.

**Urma:** cenușie.

**Luciu:** sticlos, perlat pentru varietățile fibroase. În granule mici este transparent.

**Clivaj:** (001) distinct.

**H = 2 1/2 - 3 1/2 ; G = 6,1 - 7,7.** H și G variază foarte mult datorită formelor diverse de agregare.

**Compoziția chimică:**  $\text{Bi}_2\text{O}_3 = 88,65 - 92,07\%$ ,  $\text{CO}_2 = 6,56 - 9,53\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 3,44\%$ . Unele analize au raportat și mici cantități de Pb, Cu, Fe, Ca datorate probabil amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab colorat în galben, verde, brun etc.

Indicele de refracție mediu  $\sim 2,12 - 2,30$  datorită cantităților variabile de apă. Birefringență moderată.

Bismutitul fibros, are extincția paralelă și alungirea pozitivă.

**Diffractometria de raze X** ( radiație Cu): 6,903/70; 3,708/70; 2,943/100; 3,402/30; 3,724/80; 2,527/10; 2,276/40; 2,225/10; 2,134/80; 1,936/70; 1,857/20; 1,745/90; 1,715/40; 1,681/30; 1,616/90; 1,473/50; 1,413/50; 1,366/60; 1,336/10; 1,284/50; 268/10; 1,237/40; 1,222/60; 1,202/10; 1,172/30; 1,148/30; 1,140/50; 1,116/30; 1,077/60; 1,609/10; 1,052/10; 1,044/50; 1,016/20; 0,982/50; 0,967/50; 0,940/10; 0,918/40; 0,911/30; 0,898/30; 0,889/10; 0,876/40; 0,864/30; 0,846/40; 0,838/20; 0,834/20.

**A R T I N I T :  $\text{Mg}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$**

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** necunoscută.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,54 \text{ \AA}$ .  $b_0 = 3,14 \text{ \AA}$ .  $c_0 = 6,18 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 5,27 : 1,0197$ ,  $\beta = 98^\circ 56'$ .

**Celula conține:**  $Mg_4(CO_3)_2(OH)_4 \cdot 6H_2O$ .

**Habitus:** cristale aciculare, alungite [010], dezvoltate în cruste; mase botrioidale, agregate sferice alcătuite din fibre dispuse radiar.

**Culoare:** alb.

**Urmă:** albă.

**Luciu:** cristalele au luciu sticlos, iar fibrele satinat. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $F(\bar{2}01)$ .

**Clivaj:** (100), perfect, (001) bun. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,02 \pm 0,01$ .

**Compoziție chimică:**  $MgO = 41,00 - 41,81\%$ .  $CO_2 = 22,16 - 22,82\%$   $H_2O = 35,46 - 36,64\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 30^\circ$ . Indicii de refracție în lumină de Na :  $\alpha = 1,488$ ,  $\beta = 1,534$ ,  $\gamma = 1,556$ .

Biax negativ  $2V = 70$ . Una din axele optice  $\perp (100)$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 270 $\nabla$ ; 504 $\nabla$ ; 538 $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 444 p; 518 m. l; 675 p.l; 695 i; 725 i; 770 p. l; 942 p.l.;1087 m; 1100 s; 1325 p.l;1360 - 1390i; 1445 p. l; 1540 m; 1585 p. l; 3020 f. p. l; 3230 i; 3610 f. p

**Difractometria de raze X:** 8,18/31/(200); 6,15/15/(001); 5,34/65/(20 $\bar{1}$ ); 4,58/3/(201); 4,09/6/(400); 3,69/48/(40 $\bar{1}$ ); 3,18/9/(401); 3,04/15/(20 $\bar{2}$ ); 2,800/16/(11 $\bar{1}$ ); 2,736/100/(202).(111).(600); 2,672/19/(40 $\bar{2}$ ); 2,428/2/(311); 2,360/8/(601); 2,290/12/(402); 2,271/(510); 2,225/2/(60 $\bar{2}$ ); 2,210/42/(51 $\bar{1}$ ); 2,128/3/(31 $\bar{2}$ ); 2,058/5/(511); 2,051/9/(003); 1,918/22/(203); 1,897/2/(602); 1,865/20/(71 $\bar{1}$ ); 1,844/3/(80 $\bar{2}$ ); 1,737/15/(512).(711); 1,707/12/(31 $\bar{3}$ ); 1,686/2/(113); 1,647/5/(10.0. $\bar{1}$ ); 1,591/2/(802); 1,578/10/(020); 1,558/2/(20 $\bar{4}$ ); 1,549/8/(220); 1,528/3/(021); 1,519/11/(712); 1,513/4/(22 $\bar{1}$ ); 1,491/1/(221); 1,480/4/(911); 1,445/8/(42 $\bar{4}$ ).(513).(00 $\bar{4}$ ).

A Z U R I T :  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială :** P 2 $_1$ /c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,96 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,83 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,27 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,851 : 1, 762$ .  $\beta = 92^\circ 35'$ .

**Celula conține:**  $Cu_6(OH)_4(CO_3)_4$ .

**Habitus:** foarte variat. Cristalele tabulare (001) și mai rar (102).( $\bar{1}02$ ); scurt prismatic // [001] cu fețe predominante (110) sau (100); scurt prismatic // [010].Cristalele se grupează subparalel sau formează agregate sferice. Mai rar apare masiv, stalactitic, în structuri radiare sau mase pământoase.

**Culoare:** albastră, azuriu, albastru de Berlin, albastru închis; masele pământoase sunt albastrii.

**Urma:** albastră.

**Luciu:** sticlos sau adamantin. Transparent, subtranslucid.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $\omega(120)$ ,  $m(110)$ ,  $l(013)$ ,  $f(012)$ ,  $p(011)$ ,  $\beta(802)$ ,  $\sigma(101)$ ,  $n(\bar{1}04)$ ,  $\theta(\bar{1}02)$ ,  $\eta(\bar{3}04)$ ,  $v(\bar{1}01)$ ,  $P(113)$ ,  $s(112)$ ,  $h(111)$ ,  $x(\bar{1}12)$ ,  $k(\bar{1}11)$ ,  $e(\bar{1}25)$ ,  $d(\bar{1}23)$ ,  $\lambda(\bar{1}93)$ ,  $R(\bar{1}21)$ .

**Macles:** rare cu plane de maclă ( $\bar{1}01$ ), ( $\bar{1}02$ ) sau (001).

**Clivaj:** (011) perfect, dar întrerupt, (100) bun, (110) în urme.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$  ;  $G = 3,773$ .

**Compoziția chimică :**  $CuO = 69,24\%$ ,  $CO_2 = 25,53\%$ ,  $H_2O = 5,23\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastrii și pleocroic în nuanțe de albastru, având absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$ . Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 12^\circ 36'$ .

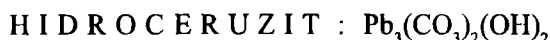
Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,730$ ,  $\beta = 1,754 - 1,758$ ,  $\gamma = 1,835 - 1,838$ .

Biax pozitiv.  $2V = 67^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , foarte puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 390(4,5)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (455 p. l + 495 m. l)d 744 m; 770 m; 817 p; 835 m; 873 i; 955 m; 1093 m; 1420 f p; 1470 i; 1505 m. l; 1852 f. s; 3424 f. s; 3520 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,15/70/(011).(002); 3,89/5/(012); 3,795/20/(110); 3,663/40/( $\bar{1}$ 02); 3,527/(100)(111).(102); 3,104/20/( $\bar{1}$ 12); 2,977/5/(013); 2,915/20/(020); 2,804/20/(021); 2,587/20/( $\bar{1}$ 13)(004); 2,516/60/(113)(120); 2,460/5/( $\bar{1}$ 21); 2,336/30/(014); 2,287/30/( $\bar{1}$ 22)(210); 2,260/30/( $\bar{2}$ 11); 2,225/30/(023).(211); 2,166/10/( $\bar{1}$ 14); 2,098/10/(114); 2,008/5/(123); 1,945/30/(015); 1,898/5; 1,874/5; 1,821/20; 1,785/20; 1,756/5; 1,720/5; 1,695/5; 1,645/5; 1,592/30; 1,563/10; 1,552/5; 1,522/10; 1,510/20; 1,475/20; 1,457/5; 1,429/10; 1,415/5; 1,403/5; 1,388/10; 1,376/10.



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** P(?).

$Z = 9$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 23,8 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,66$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_9(\text{CO}_3)_6(\text{OH})_6$ .

**Habitus:** celule hexagonale și turtite (0001); deasemenea tabulare (0001), uneori piramidale (hohl) cu fața (0001) foarte mică. Unele cristale arată o dezvoltare romboedrică.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, uneori cu reflexe verzui.

**Luciu:** adamantin, perlat pe (0001). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), o(10 $\bar{1}$ 4), p(10 $\bar{1}$ 2), q(10 $\bar{1}$ 1), r(20 $\bar{2}$ 1).

**Clivaj:** (0001) perfect. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,80$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 86,33 - 86,52\%$ ,  $\text{CO}_2 = 11,21 - 11,35\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 2,00 - 2,32\%$ ,  $\text{Cl} = 0,00 - 0,32\%$ .

Cl apare în cantități mici ca substituent pentru (OH).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 2,09$ ,  $\epsilon = 1,94$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 682m; 690 i; 1043 s; 1390 - 1420 fp.l; 1740 s; 2290 s; 3535 s.

**Diffractometria de raze X** (radiație Cu nefiltrată): 4,45/40/(101); 4,24/40/(012); 3,604/80/(104); 3,278/80/(015); 2,717/10/(107); 2,629/100/(110).(009); 2,482/25/(018); 2,230/50/(202); 2,122/40/(024); 2,099/50/(1.0.10); 2,049/40/(205); 1,888/25/(027); 1,858/50/(118); 1,65/30/(214).(0.2.10); 1,616/10/(125); 1,585/60/(0.0.15); 1,564/10/(2.0.11); 1,533/40/(217); 1,515/10/(300); 1,488/25/(303).(218); 1,391/25/(2.1.10); 1,357/25/(2.0.14).(1.1.15); 1,345/25/(1.1.11); 1,316/40/(309).(220); 1,296/10/(223); 1,254/25/(312); 1,253/10/(2.1.13); 1,218/10/(315); 1,203/50/(3.0.12); 1,18/25/(137).(229); 1,149/5/(0.1.20); 1,132/10/(042).(0.0.21); 1,122/10/(2.1.16); 1,104/5/(045); 1,09/25; 1,078/5; 1,03/25; 1,018/5.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P m m m. (interpretată în simetria rombică).

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,32 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0378 : 1 : 0,9376$ ,  $\beta = 113^\circ 32'$ . Conținutul celulei nu este cunoscut.

**Habitus:** cristale mici care formează rozete sau agregate rotunjite, cruste din cristale aciculare, alungite // [001] și turtite (100). Apare și masiv sau în mase afânate.

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos pentru cristale, perlat pentru agregatele pământoase. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $y(011)$ ,  $g(012)$ ,  $t(041)$ ,  $o(\bar{1}11)$ ,  $p(\bar{1}21)$ .

**Macle:** foarte comune cu planul de macă (100); mai rar formează macle polisintetice.

**Clivaj:** (010) perfect și (100) foarte slab. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,236$ .

**Compoziția chimică:**  $MgO = 41,30 - 44,16\%$ ,  $CO_2 = 35,16 - 37,36\%$ ,  $H_2O = 19,26 - 20,30\%$ . Mici cantități de Ca pot substitui Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientare:  $\alpha^c = 47^\circ 09'$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,523$ ,  $\beta = 1,527$ ,  $\gamma = 1,545$ .

Biax pozitiv. 2 V moderat.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 375(2,5)☞; 422(1,7)☞; 458(1,2)☞; 501(5,2)☞; 521(2,6)☞; 566(2,1)☞.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 i; 438 p; 490 i; 600p; 720 s.l; 750 s.l; 796 m.l; 850 m.l; 890 m; 945 f.s; 1115 s; 1482 p; 1508 i; 2940 m.l; 3010 i; 3240 i; 3463 p; 3525 i; 3658 s.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 9,18/40/(200); 6,44/40/(210); 5,79/100/(111); 4,58/5/(400); 4,47/20/(020); 4,21/20/(002); 3,81/10/(012); 3,50/10/(212); 3,31/30/(321); 3,21/5/(420); 3,15/5/(511); 3,09/5/(600).(022); 2,90/90/(222).(610); 2,84/5/(230); 2,78/5/(131).(003); 2,69/30/(521); 2,63/5/(113); 2,50/30/(430).(602); 2,42/5/(612).(711); 2,35/5/(123); 2,30/30/(800); 2,20/10/(240); 2,15/50/(630); 2,09/5/(004); 2,03/5/(802).(440); 1,99/20/(042).(812); 1,966/5; 1,93/10; 1,90/5; 1,86/5; 1,84/5; 1,82/5; 1,756/5; 1,74/10; 1,67/5; 1,65/5; 1,62/30; 1,58/5; 1,564/10.

S H A R P I T :  $(UO_2)_6 (CO_3)_5(OH)_2 \cdot 7H_2O$  (?)

**Sistemul de cristalizare:** rombic (?).

**Habitus:** cruste formate din fibre radiare.

**Culoarea:** galben - verzui.

$H \cong 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,3$ .

**Compoziția chimică:**  $CaO = 0,00 - 2,70\%$ ,  $UO_3 = 81,04 - 84,38\%$ ,  $CO_2 = 8,53 - 10,57\%$ ,  $H_2O = 6,81 - 7,09\%$ .

**Analizele termice:**  $H_2O$  și  $CO_2$  sunt pierdute până la  $325^\circ C$ .

**Diffractometria de raze X:** 11,0/40; 7,85/20; 6,34/20; 5,34/40; 4,49/100; 4,30/40; 3,93/60; 3,67/5; 3,34/51; 3,18/40; 2,99/60; 2,74/5; 2,62/40; 2,447/60; 2,335/20; 2,337/20; 2,153/40; 2,074/40; 1,990/20; 1,889/40.

D A W S O N I T :  $NaAl(CO_3) \cdot (OH)_2$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $I \ m \ a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,72 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,34 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,56 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,650 : 1 : 0,538$ .

**Celula conține:**  $Na_4Al_4(CO_3)_4(OH)_8$ .

**Culoare:** incolor, alb.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos pentru cristale, mătășos pentru agregate. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), D(011).

**Clivaj:** (110) perfect.

$H = 3$  ;  $G = 2,44$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 21,05 - 23,24\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 34,86 - 36,1\%$ .  $\text{CO}_2 = 28,45 - 30,57\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 11,05 - 12,70\%$ .

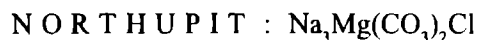
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientare:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,462 - 1,466$ .  $\beta = 1,507 - 1,542$ .  $\gamma = 1,589 - 1,596$ .

Biax negariv.  $2V_{\text{Na}} = 76^\circ 46'$ .  $2E = 146^\circ 27'$ . Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 s; 490 p; 515 i; 55a p.l; 650 m; 690 m.l; 730 m.l; 760 m.l; 850 m.l; 865 s; 942 p; 1010 i; 1100 m; 1135 i; 1,403 f.p; 1570 p; 1730 s; 3285 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 5,70/100; 3,385/16; 1,690/14.



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $2/m\bar{3}$ .

**Grupa spațială:** F d 3.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,99 \text{ \AA}$

**Celula conține:**  $\text{Na}_{48}\text{Mg}_{16}\text{Cl}_{16}(\text{CO}_3)_{32}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice. Uneori cristalele au incluziuni de argilă dispuse simetric.

**Culoare:** galben pal, cenușiu sau brun datorită incluziunilor argiloase sau de substanțe organice.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** o(111).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,380$ .

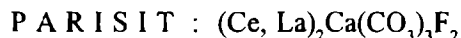
**Compoziție chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 36,99 - 37,38\%$ .  $\text{MgO} = 16,08 - 16,21\%$   $\text{Cl} = 14,10 - 14,25\%$ ,  
 $\text{CO}_2 = 35,12 - 35,38\%$ . Northupitul este izostructural cu tychitul:  $\text{Na}_6\text{Mg}_2(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_4$ , între cele două minerale existând o serie completă cel puțin pentru materiale sintetice.

**Proprietățile optice în lumină transmisă:** incolor. Izotrop, dar uneori apare o birefringență anomală distribuită în sectoare.

Indicii de refracție sunt:  $n_{\text{Li}} = 1,5117$ ,  $n_{\text{Na}} = 1,5144$ ,  $n_{\text{Ti}} = 1,5180$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 712 s; 881 p; 1462 p.l; 1474 fp.l; 1500 i; 1830 s.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 8,00/80; 2,69/100; 2,48/100.



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{6}m2$  (?).

**Grupa spațială:**  $C\bar{6}c$  (?).

$Z = 18$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,091 \text{ \AA}$ .  $c_0 = 27,93 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,939$ .

**Celula conține:**  $Ce_{12}Ca_6(CO_3)_{18}F_{12}$ .

**Habitus:** cele mai frecvente sunt bipiramidele hexagonale, cu forme aparent prismatice datorită combinațiilor fețelor de piramidă; unele cristale au aspect romboedric. Prin dezvoltarea mai largă a piramidelor terminale, cristalele alungite au formă de sceptor. Fețele laterale au striatii orizontale. Fața (0001) variază foarte mult ca dezvoltare.

**Culoare:** galben brun, galben cenușiu, brun.

**Urma:** alb - gălbui.

**Luciu:** sticlos sau rășinos; pe suprafața de clivaj (0001) luciu perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $B(2.0\bar{2}.15)$ ,  $C(3.0\bar{3}.22)$ ,  $k(10\bar{1}1)$ ,  $R(20\bar{2}1)$ ,  $T(50\bar{5}2)$ ,  $\delta(0.3\bar{3}.20)$ ,  $\epsilon(0.9\bar{9}.50)$ ,  $\mu(01\bar{1}1)$ ,  $\pi(05\bar{5}4)$ ,  $\rho(07\bar{7}4)$ ,  $i(11\bar{2}6)$ ,  $n(5.5\bar{1}0.24)$ ,  $t(22\bar{4}9)$ ,  $r(11\bar{2}3)$ ,  $\omega(22\bar{4}3)$ .

**Clivaj:** (0001) perfect.

**Spărtura:** subconcoidală sau așchioasă. Casant.

$H = 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,36 \pm 0,03$ .

**Compoziția chimică:**  $CaO = 3,78 - 11,40\%$ ,  $Ce_2O_3 = 21,88 - 30,94\%$ ,  $(La,Di)_2O_3 = 27,31 - 33,11\%$ ,  $Y_2O_3 = 0,00 - 7,86\%$ .  $CO_2 = 22,93 - 24,58\%$ ,  $F = 5,90 - 7,07\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben. Slab pleocroic cu absorbția  $\epsilon > \omega$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\omega_{Na} = 1,676$  galben deschis,  $\epsilon_{Na} = 1,757$  galben auriu. Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice:** (A.T.D.):  $570(3,5)\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 725 s; 748 i; 873 p; (1085 f. s + 1095 f. s)d; 1435 i.l; 1460 f.p; 1760 f.s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ ): 3,55/70/(100); 2,63/100/(101); 2,00/100/(110); 1,94/70/(102); 1,87/100/(111); 1,77/70/(200); 1,65/100/(201); 1,53/70/(112); 1,40/50/(202); 1,33/70/(210); 1,28/100/(211); 1,23/50/(113); 1,18/50/(300); 1,16/70/(212); 1,14/70/(301); 1,10/20/(104); 1,05/20/(302).

B A S T N A S I T :  $(Ce,La)(CO_3)F$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{6} m 2$  (?).

**Grupa spațială:**  $C \bar{6} c 2$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,094 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,718 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $(Ce,La)_6(CO_3)_6F_6$ .

**Habitus:** tabular (0001) cu fețe  $(10\bar{1}0)$  izolate; în general cristalele au o scobitură interioară datorată combinării fețelor  $(1011)$  și  $(1010)$ . Apare ca mase anhedrale, granulare.

**Culoare:** galben, brun - roșcat

**Luciu:** sticlos, gras; pe suprafețele de clivaj este perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $t(10\bar{1}3)$ ,  $p(10\bar{1}2)$ ;  $q(10\bar{1}1)$ ,  $s(11\bar{2}2)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}0)$  slab. (0001) perfect. **Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4 - 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,9 - 5,2$ .

**Compoziția chimică:**  $Ce_2O_3 = 37,55 - 40,50\%$ ,  $(La,Di)_2O_3 = 36,29 - 37,27\%$ ,  $CO_2 = 19,55 - 20,20\%$ ,  $F = 2,24 - 8,69\%$ ,  $H_2O = 0,00 - 1,83\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben pal. Pleocroic cu absorbția  $\epsilon > \omega$ .

Indicii de refracție:  $\omega = 1,717$ ,  $\epsilon = 1,818 - 1,823$ . Birefrință ridicată. Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $500(3,5)\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 545f. s; 580 s; 620 s; 750 s; 870 m; 890 f.s; 970 i; 1080 s; 1100 i; ~ 1450 f.p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,43/75; 2,78/100; 1,948/100.

## VI. NITRAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Minerale cu o răspândire redusă în scoarța terestră, nitrații sunt caracterizați prin structuri aniodesmice, foarte asemănătoare carbonaților. Această structură este datorată legăturilor puternice dintre azot și oxigen din interiorul grupării anionice  $\text{NO}_3^-$  și a celor slabe dintre această grupare și cationii mono - și divalenți care o satisfac. Cele mai frecvente sunt mineralele de Na și K. Cationii divalenți de Ca, Mg și Ba au o prezență redusă, Cu formează combinații complexe (gerhardtit). Este cunoscută și o varietate cu  $\text{NH}_4^+$  (nitranimit). Mineralele pot fi hidratate sau anhidre:  $\text{SO}_4^{2-}$  poate apare ca anion suplimentar (darapskit). Sunt însă minerale mai puțin stabile decât carbonații datorită unei mai mari polarizări a atomilor de oxigen coordonați de atomul pentavalent de N. De aceea ele sunt întâlnite doar în formațiunile deșertice actuale și în zonele de oxidare în condiții aride ale zăcămidelor de Cu.

Clasificarea nitațiilor este următoarea:

### ***1. Nitrați normali anhidrii sau hidratați***

#### 1.1. Tipul A X O<sub>3</sub>

Nitronatrit	$\text{NaNO}_3$
Nitrokalit	$\text{KNO}_3$
Nitrammit	$\text{NH}_4\text{NO}_3$

#### 1.2. Tipul A (XO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Nitrobarit	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
Nitrocalcit	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Nitromagnezit	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

### ***2. Nitrați conținând hidroxil sau halogeni***

#### 2.1. Tipul amestec

Gerhardtit	$\text{Cu}_2\text{NO}_3(\text{OH})_3$
------------	---------------------------------------

### ***3. Nitrați compuși***

#### 3.1. Tipul amestec

Darapskit	$\text{Na}_3(\text{NO}_3)(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$
-----------	--



## 1. NITRAȚI NORMALI ANHIDRII SAU HIDRATAȚI

### NITRONATRIT : $\text{NaNO}_3$

*Sinonim: salpetru de sodiu. Izostructural cu calcitul*

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Z** = 2 (rombic). **Z** = 6 (trigonal).

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} c$ .

**Dimensiunea celulei elementate:**  $a_0 = 5,07 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 16,81 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,316$ ,  $\alpha = 47^\circ 15'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_2(\text{NO}_3)_2$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale romboedrice ( $10\bar{1}1$ ), rareori cu fețe modificate. Frecvent apare masiv: formează și încrustații.

Apare și în concreșteri pe cristalele de calcit, axele mineralelor rămânând paralele: deasemenea pe muscovit, dolomit și baritocalcit.

**Culoare:** incolor sau alb; prezența impurităților îi dă o culoare brun roșcată, cenușiu galben de lămâie.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ ,  $f(02\bar{2}1)$ .

**Macle:**  $(01\bar{1}2)$  alungite, comune;  $(0001)$  de penetrație;  $(02\bar{2}1)$  concreșteri de 3 sau 6 indivizi;  $(10\bar{1}1)$  rare; prin alunecare, asemănător calcitului cu  $K_1(01\bar{1}2)$ ,  $K_2(0\bar{1}11)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  perfect;  $(01\bar{1}2)$  și  $(0001)$  imperfect.

**Spărtura:** concoidală.

**H** =  $1 \frac{1}{2} - 2$ ; **G** =  $2,24 - 2,29$ ; **F** =  $306,80$ .

Diamagnetic. Conductibilitate termică ridicată //  $[0001]$ .

**Compoziția chimică:** Ag poate substitui Na, iar  $(\text{ClO}_3)^-$  și  $(\text{BrO}_3)^-$  substituie  $(\text{NO}_3)^-$  în cantități considerabile.

În cristalele artificiale Li, K, Tl și  $\text{NH}_4$  apar ca substituenți minori ai Na.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție în lumină de Na:  $\omega = 1,5874$ ,  $\epsilon = 1,3361$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X:**  $3,90/10/(10\bar{1}2)$ ;  $3,03/100/(10\bar{1}4)$ ;  $2,80/20/(1006)$ ;  $2,53/20/(11\bar{5}0)$ ;  $2,31/60/(11\bar{2}3)$ ;  $2,11/20/(20\bar{2}3)$ ;  $1,94/10/(02\bar{2}4)$ ;  $1,89/60/(10\bar{1}8)$ ;  $1,65/30/(21\bar{3}1)$ ;  $1,63/20/(12\bar{3}2)$ ;  $1,54/20/(20\bar{2}8)$ ;  $1,50/10/(11\bar{2}9)$ ;  $1,490/20/(12\bar{3}5)$ ;  $1,461/30/(30\bar{3}0)$ ;  $1,400/10/(0.0.0.12)$ ;  $1,367/10/(21\bar{3}7)$ ;  $1,332/10/(1.0.\bar{1}.12)$ ;  $1,300/10/(30\bar{3}3)$ ;  $1,265/10/(22\bar{4}0)$ ;  $1,224/10/(1.1.\bar{2}.12)$ ;  $1,70/30/(31\bar{4}4)$ .

## NITROKALIT : $\text{KNO}_3$

*Sinonim: salpetru de potasiu. Izostructural cu aragonitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $p \ m \ c \ n$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,42 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,17 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,45 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,591 : 1 : 0,701$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_4(\text{NO}_3)_4$ .

**Habitus:** cruste subțiri, cu cristale aciculare, fine; apare și masiv, granular sau columnar; mase pămâtoase moi, prăfoase. Cristalele artificiale sunt prismatice [001] cu fețe (110), (010) și (011) mai dezvoltate.

**Culoare:** incolor sau alb; impuritățile îl conduc spre culori cenușii; cenușii - gălbui.

**Urma:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $x(012)$ ,  $k(011)$ ,  $i(021)$ ,  $p(111)$ .

**Macle:** (110) comune; uneori pseudoxeagonale, asemănătoare aragonitului; de alunecare cu  $\text{K}_1(110)$ ,  $\text{K}_2(1\bar{3}0)$ .

**Clivaj:** (011) perfect, (010) bun; (110) imperfect.

**Spărtura:** subconcoidală sau neregulată. Casant.

$H = 2$ ;  $G = 2,109 \pm 0,002$ .

**Compoziție chimică:** în cristalele artificiale Rb și mici cantități de Cs, Tl și  $\text{NH}_4$  pot substitui K; Na și Li nu apar ca substituenți.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientare:  $\alpha = c$ ;  $\beta = a$ ;  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,332$ ;  $\beta = 1,504$ ;  $\gamma = 1,504$ ,  $\Delta = 0,172$ . Biax negativ.  $2V = 7^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Difractometria de raze X:**  $4,66/20/(110)$ ;  $3,77/100/(111)$ ;  $3,03/60/(012)$ ;  $2,77/20/(031)$ ;  $2,66/50/(112)$ ;  $2,19/50/(221)$ ;  $2,06/20/(132)$ ;  $1,96/30$ ;  $1,76/10/(033)$ ;  $1,54/20/(242)$ ;  $1,365/20/(134)$ .

## NITROBARIT : $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $2/m \ \bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $P \ a \ 3$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,11 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Ba}_4(\text{NO}_3)_8$ .

**Habitus:** cristale octaedrice; cele artificiale au habitus variabil în funcție de condițiile de cristalizare.

**Culoare:** incolor. Transparent.

**Forme principale:**  $a(100)$ ,  $d(011)$ ,  $o(111)$ ,  $-o(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ ,  $f'(013)$   $f(103)$ ,  $e'(012)$ ,  $'e(102)$ ,  $-(115)$ ,  $m(113)$ ,  $M(338)$ ,  $-n(\bar{1}\bar{1}2)$ ,  $n(112)$ ,  $-p(\bar{1}\bar{2}2)$ ,  $t(124)$ ,  $-t(\bar{1}\bar{2}4)$ ,  $V(135)$ .

**Macle:** (111) asemănătoare spinului.

**Clivaj:** absent.

**Compoziție chimică:** corespunde formulei  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Solubil în apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicele de refracție în lumină de Na:  $n = 1,5714 \pm 0,003$ . Izotrop. Unele cristale arată o birefrință anomală dezvoltată sectorial.

**Difractometria de raze X:**  $4,69/80/(111)$ ;  $4,06/40(200)$ ;  $3,62/20/(210)$ ;  $3,31/20/(211)$ ;  $2,87/60/(220)$ ;  $2,44/100/(310)$ ;  $2,34/80/(222)$ ;  $2,02/60/(400)$ ;  $1,86/80/(331)$ ;  $1,81/70/(420)$ ;  $1,65/70/(422)$ ;  $1,56/80/(511)$ .(333);  $1,433/60/(440)$ ;  $1,370/90/(531)$ ;  $1,351/50/(600)$ ;  $1,318/10/(611)$ , (532);  $1,281/40/(620)$ ;  $1,238/60/(533)$ ;  $1,222/70/(622)$ ;  $1,170/30/(444)$ ;  $1,137/60/(711)$ .(551);  $1,126/40/(640)$ ;  $1,085/80/(642)$ ;  $1,056/100/(731)$ .(553).

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_{1/c}$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,194 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,71 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,600 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4873 : 1 : 0,5193$ .  $\beta = 92^\circ 56'$ .

**Habitus:** eflorescențe, cruste pămâtoase. Cristalele artificiale sunt lungi, prismatiche [001] cu fețe dominante (001) și (110).

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), m(110), k(012), q(011).

**Clivaj:** (110) perfect.

**G** = 1,46.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,34 \pm 0,01$ .  $\beta = 1,506 \pm 0,003$ ,  $\gamma = 1,506 \pm 0,003$ . Biax negativ.  $2V = 5^\circ \pm 1^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ . perceptibilă.

**Difractometria de raze X:** 11,0/10; 8,9/10; 6,2/10; 5,8/30; 4,42/100; 4,18/30; 3,57/20; 3,29/70; 3,18/20; 3,10/10; 2,93/70; 2,85/20; 2,78/20; 2,69/40; 2,61/20; 2,37/30; 2,31/20; 2,20/20; 2,12/30; 2,07/20; 2,03/20; 1,97/10; 1,92/20; 1,86/20; 1,82/30; 1,77/20; 1,73/20; 1,69/230; 1,65/20.

## 2. NITRAȚI CONȚINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI

### GERHARDTIT : $Cu_2NO_3(OH)_3$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 2_1 2_1$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,592 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,075 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,812 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9205 : 1 : 2,2736$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001), cu zonele piramidale striate și cu fețe în combinații variate.

**Culoare:** verde închis, verde - smarald.

**Urma:** verzuie. Transparent.

**Forme principale:** c(001), m(110), z(201), y(112),  $\omega$ (223), p(111), s(221).

**Clivaj:** (001) perfect, (100) bun. Cristalele sunt flexibile cu separații pe (100).

**H** = 2 ; **G** = 3,40 - 3,43.

**Compoziția chimică:**  $CuO = 66,26 - 67,10\%$ ,  $N_2O_5 = 22,25 - 22,77\%$ ,  $H_2O = 10,13 - 10,49\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, albastru.

Orientare:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,703$  (verde),  $\beta = 1,713$  (verde),  $\gamma = 1,722$  (albastru).

Biax pozitiv.  $2V$  mare. Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Difractometria de raze X:** 6,85/100; 4,57/5; 4,08/10; 3,60/10; 3,44/70; 3,02/10; 2,99/10; 2,77/10; 2,65/30; 2,51/10; 2,45/50; 2,30/10; 2,24/20; 2,14/10; 2,05/30; 1,91/10; 1,84/10; 1,77/20; 1,72/10; 1,70/30; 1,58/20; 1,56/20; 1,52/30; 1,48/20; 1,47/20.

## VII. B O R A Ț I

### *Caractere generale și clasificare*

Acidul boric, acidul metaboric și acizii poliborici stau la baza unei multitudini, de săruri în care sarciniile electrice ale grupărilor anionice sunt neutralizate de cationi de Na, K, Li, NH<sub>4</sub>, Ca, Mg, Mn, Cu, Al, Fe, Zn. Având dimensiuni mai mici decât grupările anionice (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup>, (AsO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> și (VO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup>, anionul complex (BO<sub>3</sub>)<sup>3-</sup> are o formă triunghiulară. Întru-cât numărul de coordinare al oxigenilor este egal cu sarcina ionului de B<sup>3+</sup> există posibilitatea formării unor grupări anionice (BO<sub>3</sub>)<sup>3-</sup> indefinit extinse, analoge cu unitățile (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> din silicați. Aceasta este o caracteristică cristalochimică ce seamănă borații cu silicații.

În structura mezodesmică a boraților cationii cei mai frecvenți sunt cei trivalenți (Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>3+</sup>), care asociați cu cei bivalenți (Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>) formează săruri bazice.

Ortoborații, având anioni (BO<sub>3</sub>)<sup>3-</sup> izolați în structurile lor cristaline sunt asemănători atât sărurilor oxigenate tipice cât și nezosilicaților. Ei sunt compuși de cele mai multe ori anhidrii cu solubilitatea foarte scăzută, cu duritate și puncte de fuzibilitate ridicate.

Spre diferență de ei, poliborații formează unități complexe de tipul lanțurilor sau al stratelor. Ei conțin cationi de Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> și Na<sup>+</sup> și au o solubilitate mai ridicată.

Din punct de vedere genetic, cele mai importante sunt acumulările de borați legate de bazinele salifere secate. Ei se întâlnesc însă și în pegmatite, precum și în formațiuni hidrotermale.

Întrucât structura multor borați a rămas necunoscută, clasificarea acestor minereale, prezentată în cele ce urmează, a putut fi realizată numai luându-se în considerare compoziția și structura unor borați sintetici și ținându-se seama de raportul dintre ionii de B<sup>3+</sup> și numărul total de cationi prezenți în rețea.

### **1. Borați anhidrii**

#### 1.1. Seria ludwigitului

Ludwigit	(Mg, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> Fe <sup>3+</sup> BO <sub>5</sub>
Paigeit	(Fe <sup>2+</sup> , Mg) <sub>2</sub> Fe <sup>3+</sup> BO <sub>5</sub>
Pinakiolit	Mg <sub>3</sub> Mn <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>10</sub>
Hulsit	(Fe <sup>2+</sup> , Ca, Mg) <sub>4</sub> (Fe <sup>3+</sup> , Sn <sup>3+</sup> ) <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>10</sub> (?)
Warwickit	(Mg, Fe) <sub>3</sub> TiB <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
Kotoit	Mg <sub>3</sub> (BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Rodizit	NaKLi <sub>4</sub> Al <sub>4</sub> Be <sub>3</sub> B <sub>10</sub> O <sub>27</sub> (?)
Jeremejevit	AlBO <sub>3</sub>
Nordenskiöldit	CaSn(BO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>

## 2. Borați hidratați

Pinnoit	$Mg(BO_2)_2 \cdot 3H_2O$	Meyerhofferit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 7H_2O$
Kemit	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$	Inyoit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$
Tincalconit	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$	Kumakovit	$Mg_2B_6O_{11} \cdot 13H_2O$
Borax	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Inderit	$Mg_2B_6O_{11} \cdot 15H_2O$
Priceit	$Ca_4B_{10}O_{19} \cdot 7H_2O$ (?)	Howlit	$Ca_2SiB_5O_9(OH)_5$
Probertit	$NaCaB_5O_9 \cdot 5H_2O$	Bakerit	$Ca_4B_4(BO_4)(SiO_4)_3(OH)_3 \cdot H_2O$
Ulexit	$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$	Partenoit	$MgB_8O_{13} \cdot 4H_2O$
Veatchit	$Sr_2B_{16}O_{27} \cdot 5H_2O$ (?)	Ginorit	$Ca_2B_{14}O_{23} \cdot 8H_2O$
Colemanit	$Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$	Larderellit	$(NH_4)_2B_{10}O_{16} \cdot 5H_2O$ (?)
Hidroboracit	$CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$	Amonioborit	$(NH_4)_2B_{10}O_{16} \cdot 5H_2O$ (?)
Inderborit	$CaMgB_6O_{11} \cdot 11H_2O$	Kalioborit	$KMg_2B_{11}O_{19} \cdot 9H_2O$

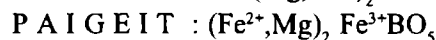
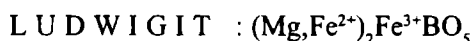
## 3. Borați conținând hidroxil sau halogeni

Fluoborit	$Mg_3(BO_3)(FOH)_3$	Szaibelyit	$(Mg,Mn)(BO_2)(OH)$
Hambergit	$Be_2(BO_3)(OH)$	Roweit	$(Mn,Mg,Zn)Ca(BO_2)_2(OH)_2$
Teepleit	$Na_2B_2O_4 \cdot 2NaCl \cdot 4H_2O$	Boracit	$Mg_3B_7O_{13}Cl$
Bardylit	$CuB_2O_4 \cdot CuCl_2 \cdot 4H_2O$	Hilgardit	$Ca_8(B_6O_{11})_3Cl_4 \cdot 4H_2O$
3.1. Seria sussexitului.		Parahilgardit	$Ca_8(B_6O_{11})_3Cl_4 \cdot 4H_2O$
Sussexit	$(Mn,Mg)(BO_2)(OH),$		

## 4. Borați compuși

Luneburgit	$Mg_3B_2(OH)_6(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$	Sulfoborit	$Mg_6H_4(BO_3)_4(SO_4)_2 \cdot 7H_2O$
Cahnit	$Ca_2B(OH)_4AsO_4$	Seamanit	$Mn_3(PO_4)(BO_3) \cdot 3H_2O$

## 1. BORAȚI ANHIDRII



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** Pb a m.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,26 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,26 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,05 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7553 : 1 : 0,2488$ .

**Habitus:** mase fibroase, fibre radioase, agregate microcristaline, de multe ori dispuse în rozete. Uneori apare granular, rareori, diseminat cu forme prismatice [001].

**Culoare:** negru, negru verzui.

**Urma:** neagră, verde - negricioasă.

**Luciu:** mătăsoș pentru varietățile fibroase.

**Forme principale:** c(001), a(100), l(140), z(130), g(120), f(230), m(110), n(210), x(310).

**Clivaj:** (001) perfect.

**H = 5 ; G = 3,6 (ludwigit) - 4,7 (paigeit).**

**Compoziția chimică:** formula generală este  $(Mg,Fe^{2+})_2Fe^{3+}BO_5$ . Compoziția ludwigitului: între termenii finali,

ludwigit ( $Mg > Fe^{2+}$ ) și paigeit ( $Fe^{2+} > Mg$ ) există o serie completă. Mg și  $Fe^{2+}$  pot fi substituiți de Mn și Ca, iar  $Fe^{3+}$  este substituit în cantitate mică de Al (Al : Fe = 1 : 8,9) În unele materiale se pare că  $Fe^{3+}$  este substituit în cantități foarte mici de Sn. Pot apare și câteva procente de apă.

Compoziția chimică a termenilor finali este următoarea:

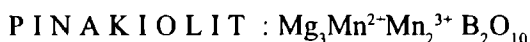
	Ludwigit	Paigeit
FeO	5,14 - 15,84%	28,8 - 44,48%
MgO	28,88 - 36,42%	1,44 - 13,89%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,49 - 35,90%	16,72 - 38,30%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00 - 2,32%	-
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,59 - 17,02%	9,83 - 14,12%
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,82 - 2,28%	} 2,0%
H <sub>2</sub> O	0,03 - 0,51%	

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** culori închise - verde, roșu, brun și puternic pleocroic.

Orientare:  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,83 - 1,85$  (verde închis),  $\beta = 1,83 - 1,85$  (verde închis),  $\gamma = 1,97 - 2,02$  (roșu închis chiar opac). Indicii de refracție cresc concomitent cu creșterea cantității de Fe. Biax pozitiv. 2V foarte mic. Dispersia:  $r > v$ , extremă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** Ludwigit: 440 i.l; 480 f.p.l; 520 i.l; 560 i; 625 p.l; 670 m.l.; 720 p; 760 i; 800 f.s; 880 m; 960 i.l; 1050 m.l; 1170 i; 1200 i; 1230 - 1265 f.p; 1280 - 1300 p.l.

**Difractometria de raze X:** Ludwigit (radiație  $FeK_{\alpha}$ , filtru MnO) 7,42/10/(110); 6,19.15/(020); 5,134/100/(120); 3,045/10/(001).(230); 2,564/100/(240); 2,524/20/(201); 2,175/20/(340).(250); 2,043/10/(321); 2,008/10/(160); 1,926/5; 1,774/10.



*Dimorf cu ortopinakiolitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> /m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,36 \text{ \AA}$ , sau  $a_0 = 5,36 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,73 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,8428 : 1 ; 0,8963$  sau  $0,8963 ; 1 ; 2,1288$ ;  $\beta = 95^{\circ}48'$  sau  $\beta = 120^{\circ}34'$ .

**Habitus:** cristale plate subțiri (010) cu contur rectangular: mai rar apar cristale scurt prismatice [001]. Cristalele sunt adesea rupte, neregulate.

**Culoare:** negru pur.

**Urma:** cenușiu brună.

**Luciu:** metalic, stălucitor pe (010) și mat pe fețele de prismă. Opac.

**Forme principale:** b(010), x(310),  $\omega$ (011).

**Macles:** (011) comun, de contact și de întrepătrundere (tipul cruciform).

**Clivaj:** (010) bun. Casant.

**H = 6 ; G = 3,88.**

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 1,35%, PbO = 0,00 - 1,22%, MgO = 22,36 - 29,30% ,MnO = 15,70 - 16,91%, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 34,04 - 37,64%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 10,52%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 13,92 - 16,61%. C

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun roșcat închis; pleocroic. Orientare:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,908 \pm 0,005$  (brun roșcat închis);  $\beta = 2,05 \pm 0,01$  (aproape opac);  $\gamma = 2,065 \pm 0,01$  (galben roșcat). Biax negativ. 2V =  $32^{\circ} \pm 1^{\circ}$ . Dispersia:  $r > v$  (?), moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 i; 470 fp.l; 570 fp.l; 610 p.l; 730 p; 808 i; 885 fs.l; 962 m.l; 1210 i; 1280 fp.l; 1315 i;.

**Diffractometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ , filtru MnO): 5,81/10; 5,42/80/(002), ( $\bar{1}$ 01); 4,97/( $\bar{1}$ 02); 4,70/10/(100); 3,64/10/(101), (110); 2,99/30/(020); 2,88/5/(102), (024); 2,70/90/(003), ( $\bar{2}$ 02); 2,51/100/( $\bar{2}$ 04), (120); 2,40/ 5/( $\bar{2}$ 13), ( $\bar{1}$ 23); 2,30/30/(121), ( $\bar{2}$ 14); 2,24/5/(016); 2,16/40/(113), ( $\bar{1}$ 24); 2,07/5/(122); 1,986/60/ ( $\bar{2}$ 22), ( $\bar{2}$ 23); 1,917/5; 1,836/20; 1,805/5; 1,623/40; 1,548/20; 1,518/50; 1,496/40; 1,430/5; 1,416/5; 1,386/5; 1,352/5; 1,328/5; 1,307/20; 1,283/10; 1,227/5; 1,150/10; 1,121/5; 1,080/40; 1,032/10; 1,015/20; 1,002/20.

H U L S I T : (Fe $^{2+}$ ,Ca,Mg) $_4$ (Fe $^{3+}$ ,Sn $^{3+}$ ) $_2$ B $_2$ O $_{10}$  (?)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2 sau 2/m.

**Grupa spațială:** P $_2$  sau P $_2$ /m.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a $_0$  = 10,684 Å, b $_0$  = 3,099 Å, c $_0$  = 5,438 Å.

**Relația axială:** a $_0$  : b $_0$  : c $_0$  = 3,4476 : 1 : 1,7547,  $\beta$  = 94°09'.

**Habitus:** cristale mici, rectangulare sau cu fețe neregulate. Formează mase tabulare.

Unghiul dintre fețele de clivaj (110)  $\wedge$  ( $\bar{1}$ 10) = 57°38'.

**Culoare:** neagră.

**Luciu:** semimetalic până la sticlos.

**Forme principale:** a(100), b(010), c(001), m(110).

**Macle:** (001), un individ fiind rotit față de altul cu 120°.

**Clivaj:** (110) bun.

H  $\approx$  3 ; G = 4,28.

**Compoziția chimică:** MgO = 4,29%, CaO = 9,11%, FeO = 27,71%, Fe $_2$ O $_3$  = 15,21%, SnO $_2$  = 7,07%, B $_2$ O $_3$  = 9,20%, H $_2$ O(+CO $_2$ , SiO $_2$ , Al $_2$ O $_3$ ) = 8,78. Sn $^{3+}$  substituie Fe $^{3+}$  în raportul Sn : Fe = 1 : 4.

**Diffractometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ , filtru MnO): 5,37/50; 4,99/10; 4,48/40; 3,87/50; 3,09/5; 2,96/40; 2,75/5; 2,67/50; 2,59/20; 2,53/100; 2,19/5; 2,35/10; 2,21/5; 2,18/5; 2,13/5; 2,09/5; 2,04/40; 1,975/5; 1,937/5; 1,859/5; 1,779/5; 1,732/10; 1,702/5; 1,640/5; 1,610/10; 1,58/10; 1,559/5; 1,546/5; 1,507/5; 1,479/40; 1,434/10; 1,353/5; 1,314/10; 1,291/5.

W A R W I C K I T : (Mg,Fe) $_3$ TiB $_2$ O $_8$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a $_0$  = 9,20 Å, b $_0$  = 9,45 Å, c $_0$  = 3,01 Å.

**Relația axială:** a $_0$  : b $_0$  : c $_0$  = 0,9735 : 1 : 0,3185.

**Celula conține:** (Mg, Fe) $_6$ Ti $_2$ B $_4$ O $_{16}$ .

**Habitus:** cristale prismatice subțiri cu terminații rotunjite.

**Culoare:** brun închis până la negru mat, pe suprafețele de clivaj având o tentă roșie de cupru.

**Urma:** neagră albăstruie .

**Luciu:** aproape mat; semimetalic pe suprafețele de clivaj; perlat, aproape sticlos în spărtură proaspătă.

**Forme principale:** b(010), a(100), g(130), m(110), h(310).

**Clivaj:** (100) perfect, greu de observat pe materialele alterate. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 3,35 \pm 0,01$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 35,71 - 38,89%, FeO = 7,02 - 9,15%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 4,76%,

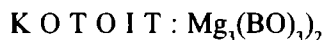
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 2,91%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,56%, TiO<sub>2</sub> = 23,82 - 28,54%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 21,29 - 27,80%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben, brun roșcat, deucroic.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,806 \pm 0,005$  (brun gălbui),

$\beta = 1,809 \pm 0,005$  (brun roșcat),  $\gamma = 1,830 \pm 0,005$  (brun),  $\Delta = 0,021$ . Biax pozitiv.  $2V = \text{mic și variabil}$ .

**Difractometria de raze X** (radiație CrK <sub>$\alpha$</sub> ): 6,48/10/(110); 4,19/10/(120); 2,97/30/(130); 3,82/20/(011); 2,73/10/(111); 2,57/100/(320), (230); 2,48/20/(201); 2,17/10/(330); 2,11/20/(311); 2,08/40/(131); 2,00/10; 1,98/30; 1,83/10; 1,79/30; 1,76/10; 1,72/10; 1,60/40; 1,54/40; 1,50/40; 1,46/10; 1,42/10; 1,38/20; 1,32/20; 1,29/20; 1,28/20; 1,24/30; 1,20/20.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m n.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,41 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,42 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,51 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,643 : 1 : 0,536$

**Celula conține:** Mg<sub>6</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** masiv, granular; granule diseminate.

**Culoare:** incolor și transparent.

**Luciu:** sticios.

**Forme principale:** m(110), q(011), r(101), t(403).

**Macle:** (101) polisintetice.

**Clivaj:** (110) perfect; separații după (101). **Tranșlații** de alunecare cu caracteristici nedeterminate.

$H = 6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,10$ ;  $F = 1340^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 62,78 - 63,46%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 35,20 - 36,54%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,651 - 1,652$ ,  $\beta = 1,653$ ,  $\gamma = 1,672 - 1,674$ .

Biax pozitiv.  $2V = 21 - 22^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 640 s; 720 p; 740 i; 805 i; 835 i; 905 s,l; 1010 sl; 1190 p,l;

1270p,l; 1300 i.

**Difractometria de raze X:** 7,7/10; 6,1/40; 5,3/20; 4,29/60; 3,57/40; 3,18/40; 3,07/90; 2,82/100; 2,18/70; 2,07/80; 1,99/90; 1,91/30; 1,86/50; 1,77/30; 1,71/30; 1,63/50; 1,50/40; 1,445/40; 1,412/40; 1,375/40; 1,262/60; 1,151/40.

## 2. BORATI HIDRATAȚI



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 4/m.



**Grupa spațială:**  $P 4_2/m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,617 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,190 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,075$ .

**Celula conține:**  $Mg_4(BO_2)_8 \cdot 12 H_2O$ .

**Habitus:** cristale distincte apar rar și sunt scurt prismatice [001]. Apare granular, fin cristalin, uneori fibros.

Formează noduli cu structură fibros-radiară.

**Culoare:** galben-verzui, galben de sulf, verde.

**Luciu:** sticios. Translucid.

**Forme principale:**  $a(110)$ ,  $o(011)$ ,  $d(112)$ ,  $z(122)$ .

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,27$ .

**Compoziție chimică:**  $MgO = 24,07 - 24,58\%$ ,  $Fe = 0,00 - 0,23\%$ ,  $Cl = 0,00 - 0,40\%$ ,  $B_2O_3 = 42,46\% - 42,85\%$ ,  
 $H_2O = 32,50 - 32,96\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben.

Indicii de refracție în lumină de Na:  $\omega = 1,565$ ,  $\epsilon = 1,575$ . Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 m,l; 490 m, 510 m; 587 m,l; 610 m,l; 720 s; 760 i; 790 s;  
895 m; 960 m; 1030; 1075 i; 1155 m,l; 1220 i; 1295 m; 3170 p; 3430 p; 3580 - 4610 p.

K E R N I T :  $Na_2B_4O_7 \cdot 4 H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P_2/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,52 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,96 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,6980 = 1 : 0,7615$ ,  $\beta = 108^\circ 52'$ .

**Celula conține:**  $Na_8B_{16}O_{28} \cdot 16 H_2O$ .

**Habitus:** cristale ușor alungite [100], dezvoltate neregulat și striate [010] cu fețe predominante (001), (100), (110), ( $\bar{2}01$ ), dezvoltare preferențială având (001) și ( $\bar{2}01$ ). Formează mase clivabile, cu o structură fibroasă simulată prin dezvoltarea unui clivaj excelent. Apare și masiv.

**Culoare:** incolor; de obicei apare alb și opac datorită formării la suprafață a unui film de tincalconit.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios, ușor satinat pe suprafețele de clivaj fibroase. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $e(110)$ ,  $d(201)$ ,  $H(\bar{1}0.0.7)$ ,  $G(\bar{8}05)$ ,  $E(\bar{1}\bar{2}.0.7)$ ,  $D(\bar{2}01)$ ,  $B(\bar{1}\bar{2}.0.5)$ .

**Macle:** (110) plan de maclă..

**Clivaj:** (100) perfect, (001) și ( $\bar{2}01$ ) slab. Fragmentele fine obținute prin clivaj (100) sunt flexibile și elastice.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,908$ .

**Compoziția chimică:**  $Na_2O = 22,63 - 22,66\%$ ,  $B_2O_3 = 50,76 - 51,02\%$ ,  $H_2O = 26,32 - 26,55\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = +38 \frac{1}{2}^\circ$ ,  $\beta \wedge c = -51 \frac{1}{2}^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,454$ ,  $\beta = 1,472$ ,  $\gamma = 1,488$ ,  
 $\Delta = 0,034$ . Biax negativ  $2E = 142^\circ$   $2V = 80^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , distinctă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 175(3,5)♣; 555(0,3)♠; 602(0,2)♠; 755(0,9)♠.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 460 fs; 496 fs; 553 m; 618 s; 670 m,l; 710 m; 725 m; 740 s; 770 s;  
830 s; 870 s; 880 i; 960 i; 975 p; 1015 p,l; 1070 i,l; 1100 i; (1145 m + 1160 m)d; 1290 i; 1350 - 1375 p,l;  
1430 i; 1710 s; 3340 p,l; 3552 i;

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 7,41/100; 6,63/80; 2,47/40.

T I N C A L C O N I T :  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

**Z** = 3.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,20 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 21,13 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,1887$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_6\text{B}_{12}\text{O}_{21} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** apare exclusiv sub formă de pulbere fin granulară. Cristalele artificiale sunt pseudocubice, cu dezvoltarea egală a fețelor  $(10\bar{1}1)$  și  $(0001)$ , ceea ce le conferă un habitus aproape octaedric.

**Culoare:** incolor, alb.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $d(01\bar{1}2)$ .

**G** = 1,880.

Dimensiunea foarte fină a pulberilor cristaline de tincalconit nu permite determinarea cu acuratețe a unor proprietăți fizice, așa cum sunt: clivajul, spărtura, duritatea ș.a.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 20,67 - 21,40\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 47,19 - 48,67\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 30,59 - 31,01\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Unele granule sunt aproape opace.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,461$ ,  $\epsilon = 1,474$ . Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 720 m,l; 825 p,l; 940 p,l; 1000 p,l; 1025 i; 1075 i; 1130 p,l; 1280 i; 1350 fp,l; 1350 fp,l; 1430 p,l; 1475 p,l; 1660 s; 3075 i; 3350 fp; 3500 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,38/90; 3,44/55; 2,92/100.

B O R A X :  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/c$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,82 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,61 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,30 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,114 : 1 : 1,159$   $\beta = 106^\circ 35'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_8\text{B}_{16}\text{O}_{28} \cdot 40 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** asemănător cu cel al piroxenilor. Cristale scurt prismatice  $[001]$ , uneori tabulare  $(100)$ . Zonele predominante sunt  $[001]$  și  $110$ . Fețele comune sunt:  $(100)$ ,  $(110)$ ,  $(001)$ ,  $(\bar{1}12)$ ,  $(\bar{1}11)$ ,  $b(010)$ , dintre acestea  $(110)$ ,  $(\bar{1}12)$  și  $(\bar{1}11)$  fiind striate //  $[110]$ .

**Culoare:** incolor, alb, cenușiu, albăstrui, verzui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos până la rășinos; uneori pământos. Translucid. Opac.

**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,  $(110)$  bun,  $(010)$  slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust alcalin. Diamagnetic.

**H** = 2 - 21/2 ; **G** = 1,715 ± 0,005.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 16,26\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 36,51\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 47,23\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = -55^{\circ}35'$  (Na). Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,4466$ ,  $\beta = 1,4687$ ,  $\gamma = 1,4717$ . Biax negativ.  $2V = 39^{\circ}58'$ . Dispersia:  $r > v$  puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100(0,2)✓, 155(6,6)✓, 190(1,5)✓, 630(0,8)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 825 p; 880 fs; 945 p; 1000 p; 1028 i; 1070 m; 1130 p; 1160 i; 1245 m; 1278 m; 1345 p,l; 1424 p; 1470 m; 1645 s; 3365 p,l; 3510 p.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 7,71/20/(110); 7,11/20/( $\bar{1}$ 11); 5,92/20/(111); 5,68/90/(200); 5,29/20/(020); 5,16/16/( $\bar{1}$ 12); 4,82/100/( $\bar{2}$ 02), (021); 3,92/35/(022), ( $\bar{2}$ 21); 3,57/14/(310), ( $\bar{2}$ 22); 3,48/8/(221); 3,32/12/( $\bar{1}$ 31); 3,18/10/(311), (131); 3,08/6/( $\bar{2}$ 23), ( $\bar{3}$ 13); 2,97/40/(222); 2,92/8/( $\bar{4}$ 02); 2,823/45/(400), (132); 2,734/4/(312); 2,659/10/(040); 2,629/6/( $\bar{3}$ 14), ( $\bar{3}$ 31); 2,560/65/(024), ( $\bar{3}$ 32); 2,513/10/(223); 2,452/30/(133); 2,380/8/( $\bar{1}$ 15); 2,336/18/(421); 2,211/10/(332); 2,195/8/(043); 2,169/8/( $\bar{2}$ 43); 2,153/8/(025), (224); 2,135/8/(134); 2,082/19/(150), ( $\bar{1}$ 51); 2,029/14/(314); 2,010/8/( $\bar{1}$ 52); 1,982/6; 1,946/10; 1,910/6; 1,897/16; 1,856/10; 1,850/10; 1,772/8.

P R I C E I T :  $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  (?)

**Sinonim:** criptomorfit, pandermite

**Sistemul de cristalizare:** triclinic (?).

**Relația axială:**  $a : b : c = 1 : 0,551$ ,  $\beta = 110^{\circ}$ .

**Habitus:** nodule sau mase neregulate; moale, poros, uneori compact. Studiile microscopice au arătat granule plate, mici, uneori cu contur rombic, având un unghi de  $58^{\circ}$ .

**Culoare:** alb.

**Luciu:** pământos.

**Spărtura:** pământoasă; varietățile compacte au spărtura concoidală.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ ; varietățile pământoase au duritatea foarte mică.  $G = 2,42$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 29,33 - 32,38\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 45,20 - 50,01\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,45 - 22,75\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,572 - 1,573 \pm 0,003$ ,  $\beta = 1,591 \pm 0,003$ ,  $\gamma = 1,593 - 1,594 \pm 0,003$ .

$2V = 32 - 42^{\circ}$ . Uniax negativ. Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 s; 515 f s; 570 s; 595 s; 655 f s; 715 s; 790 i; 900 f p; 950 i; 990 i; 1020 p; 1068 f p,l; 1150 i; 1200 i; 1290 i; 1317 p; 1378 p; 1430 i; 1670 s; 3100 m,l; 3455 m,l; 3560 m; 3590 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 10,92/100; 5,99/20; 5,46/80; 4,49/10; 4,29/40; 3,63/100; 3,49/70; 3,39/10; 3,33/10; 3,30/10; 3,07/10; 2,98/10; 2,88/20; 2,79/10; 2,72/60; 2,67/10; 2,59/10; 2,52/10; 2,47/10; 2,42/10; 2,39/10; 2,33/20; 2,31/10; 2,28/10; 2,23/10; 2,18/50; 2,16/20; 2,14/10; 2,08/10; 2,06/10; 2,03/10; 1,977/10; 1,953/10; 1,939/20; 1,852/10; 1,836/10; 1,815/20; 1,801/10; 1,757/10; 1,731/10; 1,695/10; 1,658/10; 1,629/10; 1,576/10; 1,556/10; 1,540/10; 1,453/10; 1,375/10; 1,352/10; 1,308/10; 1,259/10; 1,109/10.

P R O B E R T I T :  $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/n$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,88 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,56 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,609 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1053 : 1 : 0,5263$ ,  $\beta = 107^\circ 40'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** frecvent formează rozete sau grupări radiare, agregate reticulare, mase sferulitice. Rareori apar cristale individuale: aciculare [001], ușor turtite 100; cristale turtite [110] sunt rare. Fețele (010), (100) și (110) sunt striate // [001].

**Culoare:** incolor sau transparent.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), e(011), t(101), d( $\bar{1}01$ ), p(111), o( $\bar{1}11$ ).

**Macles:** observate numai microscopic.

**Clivaj:** (110) perfect. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,14$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 8,12 - 9,00\%$ ,  $\text{CaO} = 15,42 - 15,98\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 49,10 - 50,74\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 25,58 - 25,73\%$ .

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 12 - 13^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,514 - 1,517$ ,  $\beta = 1,524 - 1,525$ ,  $\gamma = 1,543 - 1,544$ . Biax pozitiv.  $2V = 73^\circ$ ,  $2E = 126^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 i; 460 i; 476 s,l; 517 s; 558 f s; 617 s,l; 650 f s; 680 s,l; 725 s; 753 s; 800 f s,l; 838 m; 850 i; 900 p; 920 i; 930 p; 970 i; 990 p; 1040 p,l; 1084 p,l; 1130 i; 1158 i; 1183 i; 1213 i; 1330 i; 1340 i; 1350 m,l; 1382 f p,l; 3100 i; 3300 i; 3385 p; 3515 i; 3578 m; 3645 m.

**Difractometria de raze X:** 9,12/100/(110); 6,62/20/(200); 5,74/10/(011); 5,02/10/(111); 4,73/10/( $\bar{2}11$ ); 4,53/10/(220), (021); 4,44/10/( $\bar{1}21$ ); 4,16/2/(310); 4,05/10/(211); 4,00/10/(130); 3,80/6/( $\bar{3}11$ ); 3,25/20/(221), (031); 3,37/2/( $\bar{3}21$ ); 3,31/4/(131)(400); 3,24/10/(002), ( $\bar{2}31$ ); 3,18/2/( $\bar{4}01$ ), ( $\bar{1}12$ ); 3,14/2/( $\bar{2}02$ ), (012); (3,08 + 3,04)/10/( $\bar{4}11$ ), (140), ( $\bar{2}12$ ); 2,935/20/(112), (420); 2,884/20/( $\bar{3}31$ ), (022); 2,837/4/( $\bar{4}21$ ), (240); 2,807/35/( $\bar{2}22$ ); 2,731/6/(202), (122); 2,697/2/(411); 2,666/2/( $\bar{2}01$ ), (212); 2,591/10/( $\bar{1}32$ ), (510); 2,558/6/(340), ( $\bar{4}02$ ); 2,473/4; 2,378/6; 2,327/8; 2,241/2; 2,217/2; 2,172/20; 2,138/6; 2,120/6; 2,080/10; 2,020/10; 1,993/20.

U L E X I T :  $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,71 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,72 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,69 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,686 : 1 : 0,526$ ,  $\alpha = 90^\circ 16'$ ;  $\beta = 109^\circ 08'$ ;  $\gamma = 105^\circ 07'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** mase nodulare, rotunjite, formate din cristale capilare sau aciculare; aranjamente radiare, paralele, subparalele sau neorientate; cruste botrioidale; vinișoare cu structura paralelă a fibrelor componente. Cristale distincte apar rar; sunt alungite [001].

**Culoarea:** cristalele sunt incolore, agregatele albe.

**Luciu:** sticlos la cristale, mătășos sau satinat la agregate.

**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( $\bar{1}\bar{1}1$ ), d( $\bar{1}21$ ).

**Macles:** în cruste și în agregate masive apar macles polisintetice datorate deformărilor mecanice; planele de macles sunt (010) și (100); ( $3\bar{4}0$ ) și ( $2\bar{3}0$ ) - incerte; (011), ( $\bar{2}31$ ) și ( $0\bar{7}1$ ) care sunt în relații complexe cu axele.

**Clivaj:** (010) perfect, ( $\bar{1}\bar{1}0$ ) bun, (110) slab. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 1,955$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{C} = 6,08 - 7,78\%$ ,  $\text{CaO} = 13,85 - 14,14\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 41,99 - 43,13\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 35,34 - 36,95\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta \wedge c = 20 - 21 \frac{1}{2}^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,491 - 1,496$ ,  $\beta = 1,504 - 1,506$ ,  
 $\gamma = 1,519 - 1,520$ , Biax pozitiv.  $2V = 73 - 78^\circ$ . Alungirea, în general, pozitivă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 145(4,2)↘; 182(1,0)↘; 745(0,4)↗.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 s; 447 f s; 537 m,l; 605 i; 650 m,l; (718 m + 741 m)d; 840 i;  
864 p; 925 i; 975 i; 1004 p,l; 1090 - 1105 i,l; 1215 m,l; 1325 p; 1360 p; 1420 f p; 1480 i; (1638 s + 1670 s)d;  
3140 m; 3220 m; 3315 m; 3430 f p; 3515 i; 3600 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 12,2/100/(010); 8,03/15/(100); 7,75/80/( $\bar{1}$ 10); 6,00/30/( $\bar{1}$ 01),  
(110), 5,83/8/( $\bar{0}$ 11); 5,66/6/( $\bar{1}$ 11); 5,42/4/(011); 5,19/4/( $\bar{1}$ 11); 4,60/8/( $\bar{1}$ 21); 4,33/16/(111), (120); 4,16/  
30/( $\bar{1}$ 30), ( $\bar{2}$ 10); 3,98/4/(200); 3,89/4/( $\bar{2}$ 20); 3,79/4/(111), (221); 3,59/8/( $\bar{0}$ 31), ( $\bar{1}$ 31); 3,29/6/(130), (031);  
3,20/10/(121), (112); 3,10/16/( $\bar{2}$ 21), (040); 3,01/16/( $\bar{2}$ 02), ( $\bar{2}$ 12); 2,914/16/( $\bar{0}$ 22), ( $\bar{3}$ 11); 2,844/16/( $\bar{2}$ 22);  
2,767/10/( $\bar{3}$ 10), ( $\bar{2}$ 41); 2,692/16/(022), (131); 2,661/16/(300), ( $\bar{3}$ 31), 2,597/10/( $\bar{1}$ 32), ( $\bar{2}$ 22); 2,572/10/( $\bar{1}$ 50);  
2,415/6; 2,381/4; 2,350/4; 2,313/4; 2,282/4; 2,232/8; 2,198/6; 2,173/6; 2,129/4; 2,090/4; 2,063/4; 2,023/  
4; 1,933/16.

V E A T C H I T :  $\text{Sr}_3\text{B}_{16}\text{O}_{27} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (?)

Dimorf cu  $\beta$  - veatchitul

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:**  $A$  a.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,72 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 41,26 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 41,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,163 : 1 : 0,998$ ,  $\beta = 121^\circ 02'$ .

**Celula conține:**  $\text{Sr}_{48}\text{B}_{256}\text{O}_{432} \cdot 80 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale plate sau turtite pe (010), alungite [001], lățite după [001] și [100]; forme prismatice până la  
fibroase. Formează grupuri de cristale aplatizate sau încrucișări fibroase în vinișoare.

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj, mătășos în masele fibroase. Transparent.

**Forme principale:** b(010), s(180), t(160), k(140), n(120), l(310), f(104), q(013), h(023), d(011).

**Clivaj:** (010) perfect, (001) imperfect.

$H = 2$  ;  $G = 2,58-2,69$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 0,00-1,70\%$ ,  $\text{SrO} = 29,50-32,45\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 57,3-58,16\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,39-9,60\%$ . Sr  
poate fi substituit de mici cantități de Ca.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = + 52^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = -38^\circ$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,551$ ,  $\beta = 1,553$ ,  
 $\gamma = 1,621$ . Biax pozitiv.  $2V = 37^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , perceptibilă.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 10,5/100/(200); 5,64/6/(120); 5,12/6/(211), (220); 4,51/2/  
( $\bar{3}$ 11), (320); 4,37/2/(311); 3,92/4/( $\bar{4}$ 11), (420); 3,81/4/(411); 3,47/20/(600); 3,37/4/(031); 3,32/35/(131),  
(002); 3,22/4/( $\bar{2}$ 31); 3,00/4/(331), (620); 2,936/2/(040), (611); 2,865/10/( $\bar{1}$ 22); 2,798/2/(431), ( $\bar{2}$ 22); 2,763/  
2/(222); 2,704/2/(340); 2,600/25/(800), (531); 2,564/2/( $\bar{4}$ 22), (440); 2,495/2/(422); 2,398/6/(540), ( $\bar{8}$ 11);  
2,245/2; 2,204/4; 2,171/2; 2,155/2; 2,115/2; 2,079/6; 2,045/4; 2,029/4; 1,958/4; 1,925/4; 1,876/2; 1,854/  
2; 1,828/2; 1,784/4; 1,730/2; 1,700/2; 1,680/2; 1,660/4.

## COLEMANIT : $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2/m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,72 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,29 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,06 \pm 0,04 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,772 : 1 : 0,537$ ,  $\beta = 110^\circ 07'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{B}_{12}\text{O}_{22} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001] cu dezvoltarea largă a feței (110), variabilă a feței (001) și cu terminații complexe; cristale pseudo-romboedrice cu fețe predominante (110) și  $(\bar{3}01)$  și pseudo-octaedrice cu fețele  $(\bar{2}21)$  și (011) larg dezvoltate. Apare masiv, cu forme granulare, compacte sau clivabile; formează agregate sferulitice.

**Culoare:** incolor, alb lăptos, alb gălbui, cenușiu.

**Luciu:** sticlos mergând spre adamantin, strălucitor. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), z(120), m(110), t(210), k(011),  $\alpha(021)$ ,  $h(\bar{2}01)$ ,  $W(\bar{3}01)$ ,  $\beta(111)$ ,  $y(\bar{1}11)$ ,  $v(\bar{2}21)$ ,  $d(\bar{1}21)$ ,  $\alpha(\bar{2}11)$ .

**Clivaj:** (010) perfect, (001) distinct.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H** = 4 1/2 ; **G** = 2,423.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 27,21\text{-}27,76\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 49,45\text{-}50,96\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 21,70\text{-}22,73\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = -6^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = +84^\circ$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,5863$ ,  $\beta = 1,5920$ ,  $\gamma = 1,6140$ ,  $\Delta = 0,0277$ . Biax pozitiv.  $2V = 55^\circ$ .  $2E = 95^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , foarte slabă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 315(0,2)☹; 405(8,2)☹; 646(0,2)☹; 782(0,6)☹.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (725 m + 750 m)d; 810 m, l; 855 i; 880 p, l; 930 p, l; 945 p, l; 1040 p, l; 1060 i; (1120 m + 1158 m)d; 1230 m; 1270 i; 1330 m; 1335 i; 1365 p; 1635 f, s; 3320 m, l; 3603 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 5,64/50; 3,85/50; 3,13/100.

## HIDROBORACIT : $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,76 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,68 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7605 : 1 : 1,2275$ ,  $\beta = 102^\circ 08'$ .

**Habitus:** cristale alungite [001] și turtite (010); lamelar-fibros. Formează agregate radiare sau columnare asemănătoare gipsului fibros sau foliar. De asemenea, apare compact, fin granular.

**Culoare:** incolor până la alb.

**Luciu:** sticlos; masele fibroase au luciu mătăsos. Transparent.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), e(011), p(111).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) bun.

**H** = 2 (cristale) și 3 (mase compacte). **G** = 2,167.

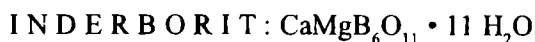
**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 13,52\text{-}14,96\%$ ,  $\text{MgO} = 9,75\text{-}10,57\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00\text{-}0,30\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 46,79\text{-}50,53\%$ ,  $\text{CO}_2 = 0,00\text{-}1,65\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 25,45\text{-}27,37\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 33^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 57^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,520\text{-}1,523$ ,  $\beta = 1,534\text{-}1,535$ ,  $\gamma = 1,569\text{-}1,571$ ,  $\Delta = 0,048\text{-}0,049$ . Biax pozitiv.  $2V = 60\text{-}66^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , perceptibilă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 680 m, l; 760 m; 840 p; 860 i; 900 p; 970 p; 1020 i; 1100 p, l; 1190 p; (1280 p + 1300 p)d; 1320 i; 1390 p, l; 1600 f, s; 3150 m; 3220 p; 3320 m; 3400 m; 3600 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,68/85; 5,77/100; 3,32/50.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/a.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 19,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,46 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,22 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,5603 : 1 : 1,6381$ ,  $\beta = 90^\circ 48'$ .

**Habitus:** agregate cristaline; cristalele diseminate bine dezvoltate nu depășesc 2 cm.

**Culoare:** incolor până la alb.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), p(111), x(221), r( $\bar{1}12$ ), q( $\bar{1}11$ ), y( $\bar{2}21$ ).

**Clivaj:** (100) bun.

**Spărtura:** concoidală.

**H** = 3 1/2 ; **G** = 2,00.

**Compoziția chimică:** CaO = 11,14-11,27%, MgO = 8,00-8,01%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 40,90-41,70%, H<sub>2</sub>O = 39,36-39,54%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 2 \frac{1}{2}^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție în lumină de Na: ( $\pm 0,002$ ) :  $\alpha = 1,483$ ,  $\beta = 1,512$ ,  $\gamma = 1,530$ . Biax negativ.  $2V = 77^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ , nefiltrată): 7,14/10; 6,41/30; 6,13/50; 4,60/30; 3,35/100; 3,26/80; 3,07/80; 2,91/50; 2,61/30; 2,45/80; 2,29/80; 2,24/50; 2,21/50; 2,12/50; 2,02/30; 1,970/50; 1,907/50; 1,860/10; 1,801/80; 1,780/30; 1,735/10; 1,708/10; 1,660/10; 1,626/10; 1,604/10; 1,575/10; 1,359/10; 1,321/10; 1,279/30; 1,168/10; 1,136/10; 1,095/10; 1,075/10; 1,064/10; 1,051/10.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,60 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,33 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,792 : 1 : 0,778$ ,  $\alpha = 91^\circ 00'$ ,  $\beta = 101^\circ 31'$ ,  $\gamma = 86^\circ 55'$ .

**Celula conține:** Ca<sub>2</sub>B<sub>6</sub>O<sub>11</sub> • 7 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristale alungite [001] și turtite (100) cu dezvoltarea preferențială a fețelor (100), (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (010), ( $\bar{1}\bar{1}1$ ), (101), ( $\bar{1}01$ ). Apare și fibros.

**Culoare:** incolor până la alb.

**Luciu:** sticlos (cristale) mătășos (mase fibroase). Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), M( $\bar{1}\bar{1}0$ ), y(101), t( $\bar{1}01$ ), u( $\bar{1}\bar{1}1$ ), p( $\bar{1}\bar{1}1$ ).

**Clivaj:** (010) perfect; (100) și ( $\bar{1}\bar{1}0$ ) slab.

**H** = 2 ; **G** = 2,120.

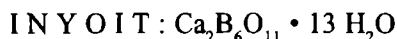
**Compoziția chimică:** CaO = 25,08-25,60%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 46,40-46,72%, H<sub>2</sub>O(-110°) = 0,00-1,01%, H<sub>2</sub>O(+110°) = 27,75-28,50%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție în lumină de sodiu:  $\alpha = 1,500$ ,  $\beta = 1,535$ ,  $\gamma = 1,560$ ,  $\Delta = 0,06$ . Biax negativ.  $2V = 78^\circ$ . Nu a fost observată dispersia.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 s; 470 s; 500 s; 530 m; 575 m, l; 620 m.l.; 681 m, l; 725 m; 800 m; 839 m; 902 m; 950 i; 960 f, p; 1035 f, p; 1088 f, p; 1150 f, p; 1365 p; 1400 f, p; 1440 m; 3060 i; 3310 m; 3430 f, p, l; 3490 f, p, l; ~ 3600 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,39/100/(010); 6,51/100/(001), (100); 5,03/50/(011); 4,17/8/(020), (101); 3,65/18/( $\bar{1}\bar{1}$ 1); 3,50/12; 3,30/35; 3,17/100; 3,09/18; 2,974/18; 2,641/18; 2,540/50; 2,520/50; 2,463/4; 2,149/25; 2,093/18; 2,072/18; 2,019/18; 1,988/18; 1,956/18; 1,929/18; 1,894/18.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,63 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,06 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,405 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8814 : 1 : 0,6969$ ,  $\beta = 114^\circ 01'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{B}_{12}\text{O}_{22} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** scurt prismatic [001] tinzând spre tabular (001) având fețele dominante (110) și (001). Apare de asemenea masiv, granular sau în agregate sferulitice.

**Culoare:** incolor și transparent; prin deshidratare parțială devine alb.

**Luciu:** sticlos

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), z(120), m(110), k(011), v(021), i( $\bar{1}$ 01), h( $\bar{2}$ 01), p(111), y( $\bar{1}$ 11).

**Clivaj:** (001) și (010) bun.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 2$ ;  $G = 1,875$ .

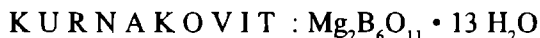
**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 20,20\text{-}20,80\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 36,26\text{-}37,62\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 42,18\text{-}43,00\%$

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor

Orientarea:  $\alpha \wedge c = +37^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = -53^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,491\text{-}1,495$ ,  $\beta = 1,505\text{-}1,510$ ,  $\gamma = 1,516\text{-}1,520$ . Biax negativ.  $2V = 70\text{-}84^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 s, l; 490 i, l; 545 m; 720 m, l; 804 m; 892 m, l; 960 i, l; 1006 m, l; 1063 m, l; 1110 m, l; 1170 m, l; 1230 i; 1333 m; 1427 m, l; 1475 i; 1650 s; ~ 3350 m, l; 3450 m; 3540 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,59/70/(110); 5,98/6/(020); 4,72/18/( $2\bar{1}\bar{1}$ ), (021), (111); 3,85/16/(002); 3,71/10/(130), ( $2\bar{1}\bar{2}$ ); 3,45/4/( $12\bar{2}$ ); 3,37/6/(211); 3,13/6/(310); 3,03/100/(221), (040); 2,775/14/( $20\bar{3}$ ), (032); 2,643/10/(231); 2,494/18/(031), ( $33\bar{2}$ ), (212), (132); 2,410/4/(321); 2,286/25/(241), ( $23\bar{5}$ ), ( $13\bar{3}$ ); 2,185/4/(410), ( $25\bar{1}$ ), ( $42\bar{2}$ ), (142), (151); 2,098/14/( $20\bar{4}$ ), ( $15\bar{2}$ ), (420); 2,049/10/( $43\bar{1}$ ), ( $25\bar{2}$ ), ( $2\bar{3}\bar{3}$ ), (052); 1,972/6; 1,916/14; 1,880/16; 1,752/4; 1,605/4; 1,528/6; 1,441/6.



*Dimorf cu inderitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,12 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,18 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,83 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9196 : 1 : 0,5182$ ,  $\beta = 104^\circ 49'$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_4\text{B}_{12}\text{O}_{22} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** agregate granulare dense, cristale largi dezvoltate în grupuri.

**Culoare:** alb.



**Luciu:** sticlos.

**Clivaj:** (010) slab.

Uncori maclat.

$H = 3$  ;  $G = 1,85$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 15,39-15,46%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 37,58-39,89, H<sub>2</sub>O = 44,72-47,09.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,002$ ) :  $\alpha = 1,489$ ,  $\beta = 1,510$ ,  $\gamma = 1,525$ ,  $\Delta = 0,036$ .

Biax negativ.  $2V = 80^\circ$ . Un ax optic este  $\perp (001)$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 81-105 $\checkmark$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 s, l; 530 s, l; 550 i; 625 i, l; 660 m; 745 m, l; 815 m; 860 m, l; 940 f, s; 1020 p, l; 1045 i; 1160 s; 1220 m; 1260 i; 1290 i; 1350 p; 1415 p; 1465 i; 1685 s, l; 1708 s; 3250 p, l; 3350 p, l; 3480 p, l; ? 3550 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație FeK): 7,31/90/(100), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ); 5,955/50/(001); 5,000/100/(( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )); 4,235/30/(( $0\bar{2}\bar{1}$ ), ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )); 3,965/40/(101); 3,481/70/(021), ( $\bar{1}\bar{3}0$ ); 3,388/10/(111); 3,177/80/(( $0\bar{3}\bar{1}$ )); 3,055/20/(( $\bar{1}\bar{1}\bar{2}$ ), ( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ )); 2,696/30; 2,602/10; 2,543/30; 2,475/60; 2,398/30; 2,280/30; 2,095/20; 1,963/40; 1,927/10; 1,872/20; 1,826/10; 1,782/20; 1,759/30; 1,662/10; 1,635/30; 1,596/10; 1,577/30; 1,538/20; 1,504/10; 1,473/10; 1,421/20; 1,362/10; 1,345/10; 1,330/10; 1,293/10; 1,262/10; 1,219/10; 1,200/10; 1,175/10; 1,164/10.

INDERIT : Mg<sub>2</sub>B<sub>6</sub>O<sub>11</sub> • 15 H<sub>2</sub>O

**Sinonim:** lesserit

**Dimorf cu karnakovitul**

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Grupa spațială:** 1 sau 1.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,14 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,47 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,33 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,768 : 1 : 0,604$ ,  $\alpha = 96^\circ 56' 1/2$ ,  $\beta = 106^\circ 28'$ ,  $\gamma = 106^\circ 03'$ .

**Celula conține:** Mg<sub>2</sub>B<sub>6</sub>O<sub>11</sub> • 15 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristale bine formate nu sunt cunoscute. Tabular cu clivaj pinacoidal pe două direcții aflate la  $66^\circ 20'$ . Apare și acicular, în agregate nodulare reniforme. Cristalele artificiale sunt prismatice.

**Culoare:** cristalele sunt incolor și transparente, agregatele masive sunt albe sau roz.

**Luciu:** sticlos sau perlat pe suprafețele de clivaj; mat sau gras pe suprafețele neregulate.

**Clivaj:** (010) perfect, (110) bun.

$H = 3$  ;  $G = 1,860$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 14,34-14,70%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 35,60-37,66%, H<sub>2</sub>O = 48,12-48,88%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = -22^\circ$ . Indicii de refracție în lumină de Na ( $\pm 0,002$ ) :  $\alpha = 1,488$ ,  $\beta = 1,508$ ,  $\gamma = 1,515$ ,  $\Delta = 0,027$ . Biax negativ.  $2V = 63^\circ \pm 3^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (440 s + 456 s)d; 490 s; 575 m, l; 660 m, l; 745 m; 800 m; 868 p; 968 i; 1000 p; 1050 p; 1135 p; 1180 p; 1280 m; 1350 p; 1406 p; 1448 m; 1620 m; 3400 p, l; 3635 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație CaK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 8,63/20/(110); 6,52/60/(020); 5,84/50/(( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )); 5,66/100/(120); 5,01/90/(( $\bar{2}\bar{0}\bar{1}$ )); 4,62/10/(( $\bar{1}\bar{2}\bar{1}$ )); 4,34/30/((220)); 3,98/20/((221)); 3,71/20/(310); 3,63/20/(( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ )); 3,49/20/(230); 3,34/80/(131), (002); 3,26/100/(( $2\bar{0}\bar{2}$ ), ( $\bar{3}\bar{2}\bar{1}$ )); 2,94/60/(112), (041); 2,93/40/(( $\bar{4}\bar{0}\bar{1}$ ), ( $\bar{1}\bar{4}\bar{1}$ )); 2,82/50/(410); 2,74/10/(122), (241); 2,65/60/((032), (322)); 2,552/30/(150); 2,502/40/(304), (402); 2,432/20/(( $\bar{4}\bar{3}\bar{1}$ ), ( $\bar{1}\bar{5}\bar{1}$ )); 2,402/10/(411); 2,347/30/(( $\bar{4}\bar{2}\bar{2}$ ), (151); 2,322/10/(( $\bar{2}\bar{5}\bar{1}$ )); 2,132/20/(431); 2,086/10/(( $\bar{5}\bar{3}\bar{1}$ ), ( $\bar{1}\bar{5}\bar{2}$ )); 2,045/10/(530), (260); 1,993/20/((123), ( $\bar{4}\bar{4}\bar{2}$ )); 1,948/10; 1,910/10; 1,891/20; 1,870/10; 1,848/20; 1,826/10; 1,800/10; 1,784/10.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,78$ ,  $b_0 = 9,33$  Å,  $c_0 = 8,60$  Å.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,3698 : 1 : 0,9210$ ,  $\beta = 104,83^\circ$ .

**Celula conține:** probabil  $\text{Ca}_4\text{Si}_2\text{B}_{10}\text{O}_{18}(\text{OH})_{10}$ .

**Habitus:** cristale tabulare, fața dominantă fiind (100); bine dezvoltate sunt fețele (001) și (011); sunt caracteristice și fețele (104) și (102). Formează mase nodulare compacte, pământoase, porțelanoase.

**Culoare:** alb.

**Luciu:** sticlos.

**Spărtura:** la varietățile porțelanoase este aproape netedă și lucioasă.

$H = 3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,53-2,59$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 27,94-29,22\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 14,81-15,50\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 43,78-45,56\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 11,37-11,58\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c(?) = 44^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ),  $\alpha = 1,583-1,586$ ,  $\beta = 1,596-1,598$ ,  
 $\gamma = 1,605$ . Biax negativ. 2 V mare.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 m, l; 512 s, l; 530 s, l; 552 s, l; 595 m; 612 i; 675 m, l; 707 f, s;  
750 i; 776 i; 830 m; 856 i; 870 i; 912 i; 920 i; 962 p, l; 1015 p, l; 1055 i; 1100 i; 1138 m, l; 1232 m,  
l; 1329 m; 1365 m; 1420 m, l; 1460 i, l; 1640 f, s.

**Difractometria de raze X** (radiție  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 12,4/40/(100); 6,2/100/(200), (011); 5,24/5/(210), (111);  
4,95/5/(\bar{2}11); 4,65/5/(020); 4,35/30/(120); 4,13/40/(002), (300); 3,90/80/(310), (\bar{3}11); 3,78/5/(220); 3,647/  
5/(\bar{2}21); 3,09/90/(400), (\bar{3}21); 3,017/30/(130), (\bar{2}22); 2,93/40/(410), (\bar{1}31); 2,86/5/(\bar{4}02), (122); 2,79/10/  
(230), (131); 2,74/10/(321), (\bar{2}31); 2,656/20/(302), (\bar{4}21); 2,58/10/(420), (231); 2,52/10/(500), (\bar{3}31); 2,45/  
40/(\bar{5}02), (\bar{2}32); 2,35/5; 2,29/5; 2,248/5; 2,18/5; 2,16/5; 2,069/50; 2,036/70; 2,010/20; 1,975/30; 1,927/  
50; 1,895/20; 1,859/10; 1,841/5; 1,794/50; 1,764/20; 1,647/20; 1,530/5; 1,496/10; 1,479/5.

B A K E R I T :  $\text{Ca}_4\text{B}_4(\text{BO}_4)(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})_3\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,82$  Å,  $b_0 = 7,60$  Å,  $c_0 = 9,60$  Å.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6342 : 1 : 1,2632$ ,  $\beta = 90^\circ 12'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice cu fețele (001) și ( $\bar{1}11$ ) dominante; tabulare (001) cu fețele ( $\bar{1}11$ ) și (012) modificate. Apare în nodule și vine, microcristalin și dens.

**Culoare:** cristalele sunt transparente și incolor; formele masive sunt albe.

**Luciu:** sticlos.

**Clivaj:** nu s-a determinat.

$H = 4 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,88$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 35,05-35,97\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 27,30-27,92\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 28,25-28,89\%$ ,  
 $(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3 = 0,00-0,94\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 7,22-8,46\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,624$ ,  $\beta = 1,635$ ,  $\gamma = 1,654$ ,  $\Delta = 0,03$ . Biax negativ.  $2V = 85^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,99/5; 5,47/5; 4,91/5; 4,82/10; 3,75/50; 3,39/50; 3,105/100; 2,98/50; 2,54/80; 2,515/65; 2,397/5; 2,263/10; 2,210/40; 2,178/40; 2,146/5; 2,065/5; 2,029/5; 1,98/20; 1,916/5; 1,863/20; 1,763/10; 1,737/5; 1,712/10; 1,656/10; 1,636/20; 1,608/5; 1,601/5; 1,52/10; 1,490/5; 1,472/5; 1,425/5; 1,411/5.

**LARDERELLIT**:  $(\text{NH}_4)_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (?)

*Dimorf cu amonioboritul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,63 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,61 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,447 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,5272 : 1 : 1,2406$ ,  $\beta = 96^\circ 45'$ .

**Habitus:** cristale romboidale microscopice turtite (100). Unghiul dintre romburi  $\approx 68^\circ$ .

**Culoare:** alb; datorită impurităților devine gălbui.

**Clivaj:** (001) și (010) perfect.

$H =$  nedeterminat ;  $G = 1,905$ .

**Compoziția chimică:**  $(\text{NH}_4)_2\text{O} = 9,87 - 10,62\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 71,01 - 72,42\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 17,80 - 18,75\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 15^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,001$ ):  $\alpha = 1,493$ ,  $\beta = 1,509$ ,  $\gamma = 1,561$ ,  $\Delta = 0,068$ .

Biax pozitiv.  $2V = 58^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 460 i; 472 m; 483 i; 528 s; 575 m; 615 i; 665 i.l; 696 p; 715 i; 745 m; 780 p; 900 i; 940 f.p; 1050 i; 1062 f.p; 1100 f.p; 1215 f.p; 1285 f.p; 1335 m; 1450 f.pl; 1650 i.l; 3125 m; 3250 s; 3420 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 9,45/50/(001); 8,91/18/(011); 8,79/25/(200); 5,44/70/(\bar{1}11); 5,12/50/(11); 4,70/100/(002). (201); 4,60/18/(210); 4,30/25/(\bar{2}11); 3,99/25/(012); 3,88/4/(\bar{1}12), (\bar{2}02); 3,81/18/(020); 3,66/18/(112). 3,53/4/(021); 3,45/12/(\bar{2}12). (202); 3,42/12/(\bar{1}21); 3,34/12/(\bar{3}11). (121); 3,14/35/(212). (003); 2,960/70/(022), (\bar{2}21); 2,921/100/(\bar{3}12), (\bar{1}12); 2,887/100/(\bar{2}03). (013); 2,816/25/(122); 2,713/35/(\bar{2}22); 2,633/12/(\bar{3}21); 2,663/1/-(203); 2,545/6/(321); 2,476/6/(213). (130); 2,44/6/(031), (\bar{3}13); 2,416/10/(023), (\bar{1}31); 2,325/18/(230). (123); 2,257/12; 2,206/4; 2,165/25; 2,138/4; 2,124/4; 2,094/6; 2,041/35; 2,013/12; 1,898/12; 1,937/8.

**AMONIOBORIT**:  $(\text{NH}_4)_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (?)

*Dimorf cu larderellitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 25,27 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,65 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,56 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,6433 : 1 : 1,2092$ ,  $\beta = 94^\circ 17'$ .

**Habitus:** cristale plate, microscopice dispuse paralel; mase fin granulare, fără clivaj.

**Culoare:** alb.

Aparent fără clivaj. Solubil în apă.

*H* - nedeterminat ; *G* = 1,765.

**Compoziția chimică:**  $(\text{NH}_4)_2\text{O} = 9,8 - 10,62\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 71,01 - 74,20\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 16,00 - 18,38\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,470$ ,  $\beta = 1,487$ ,  $\gamma = 1,540$ ,  $\Delta = 0,07$ .  $\alpha$  este perpendicular pe planul de turtire, iar  $\gamma$  face un unghi de  $7 - 13^\circ$  cu direcția de alungire a plachetelor. Biax pozitiv.  $2V \approx 60^\circ$ . Dispersia  $r < v$ , slabă.

**Difractometria de raze X** ( radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 12,5/15/(200); 8,98/40/(110); 7,05/3/(111); 6,33/15/(310); (400); 5,70/60/( $\bar{3}$ 11); 5,44/30/(311); 5,10/3/(202); 4,82/20/(020), (112); 4,37/15/( $\bar{3}$ 12); 4,20/20'/(600). (221); 4,15/20/(312); 3,69/8/(022), ( $\bar{4}$ 21); 3,58/10/(421), ( $\bar{1}$ 13); 3,49/5/(222). (113); 3,37/10/(710), ( $\bar{3}$ 13); 3,26/3/( $\bar{4}$ 22); 3,16/100/(620); 3,09/100/( $\bar{6}$ 21), ( $\bar{1}$ 31); 3,01/50/(621), (023); 2,876/60/(004); 2,823/10/(712), (513); 2,763/10/( $\bar{1}$ 14), (204); 2,671/5; 2,629/10; 2,578/3; 2,468/3; 2,392/1; 2,365/3; 2,324/15; 2,262/5; 2,189/5; 2,176/5; 2,122/5; 2,076/6; 2,032/5; 1,989/5; 1,963/5; 1,920/10; 1,888/5

### 3. BORAȚI CONȚINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI

FLUOBORIT:  $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{F},\text{OH})_3$

*Sinonim:* nocerit

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m.

**Grupa spațială:**  $P 6_3/m$ .

*Z* = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,05 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,09 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,341$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_6(\text{BO}_3)_2(\text{F},\text{OH})_6$ .

**Habitus:** prisme hexagonale aciculare uncori aranjate în grupări stelare; formează și agregate pufoase sau păsloase.

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos. Agregatele fibroase sau păsloase au luciu mătăsos. Transparent până la translucid.

**Clivaj:** (0001) slab.

*H* =  $3 \frac{1}{2}$ ; *G* = 2,98.

**Compoziția chimică:**  $\text{MgO} = 60,07 - 66,17\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 17,25 - 19,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 14,78\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 30,19\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,577 - 1,579$ ,  $\epsilon = 1,522 - 1,532$ .  $\Delta = 0,047 - 0,055$ . Uniax negativ.

**Spectometrie de absorbție în infraroșu:** 410 p.l; 430 p.l; 465 p.l; 530 i; 630 s.l; 655 s.l; 746 m; 860 m; 880 i; 1250 fp.l; 1450 m.l.

**Difractometria de raze X** ( cele mai intense linii): 4,41/100; 2,41/95; 2,12/90.

HAMBERGIT:  $\text{Be}_2(\text{BO}_3)(\text{OH})$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $P b c a$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,73 \pm 0,01 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,18 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,42 \pm 0,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,799 : 1 : 0,363$ .

**Celula conține:**  $\text{Be}_{16}(\text{OH})_8(\text{BO}_3)_8$ .

**Habitus:** cristale prismatice [001], adesea turtite (100). Frecvent apar cristale largi cu fața (100) striată // [001] și cu fețele terminale mate.

**Culoare:** incolor cu tente cenușii, albe sau gălbui.

**Luciul:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), n(210), l(410), e(021), d(102), r(111), v(441), q(243).  $\omega(131)$ ,  $y(121)$ .

**Macle:** (110) plan de maclă.

**Clivaj:** (010) perfect, (100) bun. Casant.

$H = 7 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,359$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{BeO} = 52,40 - 54,80\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 35,10 - 37,39$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,60 - 10,95\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,553 - 1,559$ ,  $\beta = 1,587 - 1,590$ ,  $\gamma = 1,627 - 1,631$ .  $\Delta = 0,072 - 0,074$ . Biax pozitiv.  $2V = m$ ;  $87^\circ 07'$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 443 i; 448 s; 603 s; 652 s; 707 i; 721 i; 745 f p.l; 775 pf.l; 800 m.l; 830 m.l; 860i; 895 i; (1018 f și 1028 f.s)d; 1160 m; 1312 fp.l; 1405 m; 1640 f s.l; 3300 f.s; 3408 m; 3470 m; 3545 i; 3595 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,53/80; 3,82/100; 3,13/90.

B A N D Y L I T :  $\text{CuB}_2\text{O}_4 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/n m m.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,13 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,54 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,904$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_2\text{B}_2\text{Cl}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001) sau cvasiizometrice cu dezvoltarea largă a fețelor (001), (201) și (110). Fața (001) este striată pe patru direcții. Formează grupuri subparalele sau cristale diseminate, turtite pe pinacoidul bazal sau pe o față piramidală.

**Culoarea:** albastru închis cu tentă verzui.

**Urma:** albăstrui.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj.

**Forme principale:** c (001); a(010); m(110); d(012); e(023); f(011); g(021); o(112); p(111).

**Clivaj:** (001) perfect. Foarte flexibil.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,810$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Cu} = 34,94 - 35,74\%$ ,  $\text{Cl} = 19,47 - 19,94\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_4 = 23,35 - 24,08\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,60 - 20,24\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** culoare albastră, pleocroic. Indicii de refracție și pleocroismul:

$\omega_{\text{Na}} = 1,691$  (albastru închis),  $\epsilon_{\text{Na}} = 1,641$  (galben verzui). Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,59/100/(001); 4,35/60/(110); 4,13/60/(101); 3,08/80/(200); 2,80/40/(002); 2,69/20/(201); 2,54/80/(102); 2,43/20/(121); 2,18/40/(220); 1,952/80/(122); 1,858/40; 1,764/20; 1,655/60; 1,544/40; 1,457/60; 1,394/40; 1,381/40; 1,330/20; 1,317/20; 1,265/20; 1,137/40; 1,130/40; 1,060/10; 1,030/5; 0,983/10; 0,976/10; 0,955/20; 0,922/10; 0,883/10; 0,875/5.

## S U S S E X I T : (Mn,Mg)(BO<sub>2</sub>)(OH)

*Izostructural cu szaibelyitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,70 Å, b<sub>0</sub> = 12,77 Å, c<sub>0</sub> = 3,25 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,8379 : 1 : 0,2545.

**Habitus:** apare ca vinișoare sau mase cu structură fibroasă; mase încrustate, uneori porțelanoase, dense sau cretoase, poroase.

**Culoare:** alb, roz sau galben pal.

**Urma:** albă.

**Luciu:** mătăsos, mat sau pământos.

**Clivaj:** nu s-a determinat. Fibrele nu sunt flexibile.

**H** = 3 - 3 1/2 ; **G** = 3,30.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 2,03%, MgO = 0,00 - 14,57%, MnO = 40,42 - 61,81%, FeO = 0,00 - 0,16%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 30,34 - 34,24%, H<sub>2</sub>O = 7,85 - 8,91%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,89%. Datorită substituției totale dintre Mn și Mg există o serie continuă între sussexit (Mn > Mg) și szaibelyit (Mg > Mn). Fe și Zn pot substitui (Mn, Mg) în cantități mici, în limitele raportului Zn : (Mn, Mg) = 1 : 20. SiO<sub>2</sub> este datorat amestecurilor.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea: α // cu direcția de alungire, γ perpendicular pe direcția de aplatizare.

Indicii de refracție: α = 1,670, β = 1,728, γ = 1,732, Δ = 0,062. Extincția paralelă. Biax negativ.

2V = 25°. Dispersia: r > v.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** grupa OH se pierde sub 500° printr-un efect endoterm slab.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 660 i; 695 p; 770 i; 820 m; 885 m; 910 i; (970 n + 992 m)d; 1200 i; 1225 fp; 1270 fp,l; 1350 fp,l; 1900 s; 3460 m.

**Difracțometria de raze X** (radiație FeK<sub>α</sub>, filtru Ni): 6,29/100/(020); 5,30/25/(200); 4,70/10/(220); 3,919/25/(130); 3,408/35/(310); 3,306/50/(230); 3,087/45/(320); 2,811/25/(201); 2,713/70/(240),(330); 2,653/30/(400); 2,601/25/(031),(410); 2,466/65/(150); 2,450/25/(420); 2,280/25/(250),(041); 2,240/35/(430); 2,112/30/(060); 2,089/20/(510),(331); 2,035/25/(440),(441); 2,012/40/(520); 1,786/25/(501),(170); 1,770/35/(600); 1,712/15/(270); 1,608/20/(320); 1,530/25/(222); 1,506/25/(710); 1,492/(470); 1,257/20/(481).

## S Z A I B E L Y I T : (Mg,Mn)(BO<sub>2</sub>)(OH)

**Sinonim:** ascharit, camsellit

*Izostructural cu sussexitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic

**Clasa:** 222

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,34 Å, b<sub>0</sub> = 12,45 Å, c<sub>0</sub> = 3,21 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,8305 : 1 : 0,2578.

**Habitus:** vinișoare fibroase sau mase păsloase cu structură fibroasă; vinișoarele au fibrele dispuse // sau ⊥; noduli încrustați.

**Culoare:** alb spre galben.

**Urma:** albă.

**Luciu:** mătăsos sau mat, pământos.

**Clivaj:** nu s-a determinat. Fibrele nu sunt flexibile.

$H = 3 - 3 \ 1 \ 2 ; G = 2,60.$

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 1,26%, MgO = 16,29 - 49,44%, MnO = 0,00 - 37,58%, FeO = 0,00 - 1,28%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 31,22 - 40,49%, H<sub>2</sub>O = 7,90 - 12,37%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 4,83%.

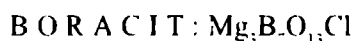
Mn și Mg se pot substitui total, existând o serie continuă între sussexit și szaibelyit, primul definindu-se cantitativ Mn > Mg, iar secundul Mg > Mn. Mici cantități de Fe<sup>2+</sup> și Zn pot substitui (Mg, Mn) până la raportul: Zn : (Mg, Mn) = 1 : 20. SiO<sub>2</sub> este datorat amestecurilor.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha$  - cu direcția de alungire,  $\gamma \perp$  pe direcția de aplatizare. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,575$ ,  $\beta = 1,646$ ,  $\gamma = 1,650$ ,  $\Delta = 0,075$ . Biax negativ,  $2V \approx 25^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ . Extincție paralelă.

**Analize termice:** grupa OII este pierdută sub 500° prin efect endoterm slab.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,20/100; 2,657/75; 2,202/80.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Grupa spațială:** C m m.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,11 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,11 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 1 : 0,707$ .

**Celula conține:** Mg<sub>24</sub>B<sub>12</sub>O<sub>208</sub>Cl<sub>16</sub>. La 265° trece în varietatea cubică, clasa 4 3 m, grupa spațială F 4 3 c cu  $a_0 = 12,07 \text{ \AA}$ , celula conținând Mg<sub>24</sub>B<sub>6</sub>O<sub>104</sub>Cl<sub>8</sub>.

**Habitus:** cristale izolate, încrustate. Adesea apare cubic, dodecaedrice, pseudo-octaedrice, cub-octaedric cu față (111) mai largă și mai lucioasă decât ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ). Apare și fin granular sau formând agregate fibroase.

**Culoare:** incolor sau alb; mai poate fi galben, cenușiu, verde albăstrui, verde, verde închis (varietatea feroasă).  
**Urma:** albă.

**Luciu:** stielos, cu tendință spre adamantin. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), -o( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), -n( $\bar{1}\bar{1}\bar{2}$ ), V(135).

**Macle:** (111) rare, de penetrație.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Puternic piezoelectric și piroelectric.

$H = 7 - 7 \ 1 \ 2 ; G = 2,91 - 2,97.$

**Compoziția chimică:** FeO = 0,00 - 6,91%, MgO = 21,59 - 26,39%, MgCl<sub>2</sub> = 11,91 - 12,35%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 59,68 - 62,15%. Uneori conține Fe<sup>2+</sup> ca substituent al Mg, raportul fiind Fe<sup>2+</sup> : Mg = 1 : 1. Varietățile feroase sunt verzi, iar cele fibroase conțin o oarecare cantitate de apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție variază cu temperatura și cu lungimea de undă a radiației:

Modificația cubică			Modificația rombică		
	$\lambda = 501,6$	$\lambda = 587,6$	$\alpha$	1,6622	1,6580
n la 290°C	1,6776	1,6714	$\beta$	1,6670	1,6620
n la 502°C	1,6796	1,6741	$\gamma$	1,6730	1,6680

Biax pozitiv,  $2V \approx 12^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 i; 460 m,l; 480 i; 533 m; 550 m; 567 m; 600 i; 620 p,l; 655 i; 668 m,l; 710 m; 780 i; 802 m; 840 s; 850 s; 860 s; 885 m; 915 m; 931 m; 960 m; 998 fp; 1085 i; 1188 m; 1205 i; 1295 i; 1368 m; 1422 m.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ ): 3,516; 25/(022),(220); 3,044; 70/(220); 2,720; 50/(130),(310); 2,486; 20/(132),(312); 2,144; 40/(040),(400); 2,058; 100/(141),(411); 1,942; 5/(240),(420); 1,830; 30

(242),(422);1,763/45/(044),(404);1,681/15/(150),(510);1,629/13/(152),(512);1,581/10/(053),(503);1,547/2/(153),(513);1,508/3/(440);1,472/25/(154),(514); 1,431/3/(060),(600); 1,392/2/(055),(505); 1,357/40/ (260),(620); 1,321/7/(451),(541); 1,300/10/(064),(604); 1,270/5/(391),(931); 1,238/50/(264),(624); 1,210/ 2/(171),(711); 1,189/13/(172),(712); 1,168/5/(066),(606); 1,120/5/(174),(714); 1,102/5/(372),(732); 1,070/ 2/(080),(800); 1,058/20/(374),(734); 1,040/3/(176),(716); 1,029/3/(282),(822); 1,010/25/(084),(804); 0,996/2(381),(831); 0,984/3/(284),(824); 0,971/2/(185),(815); 0,960/10/(480),(840); 0,9455/13/(086),(806); 0,924/5/(193),(913); 0,913/5/(484),(844).

H I L G A R D I T :  $\text{Ca}_8(\text{B}_6\text{O}_{11})_3\text{Cl}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

*Dimorf cu parahilgarditul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** Pc sau Pm.

**Z** = 4 .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,35 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,20 \text{ \AA}$  .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,027 : 1 : 0,559$ ,  $\beta = 90^\circ 00'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_8\text{B}_{18}\text{O}_{33}\text{Cl}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  .

**Habitus:** tabular (010) cu aspect hemimorfic. Apare în agregate orientate împreună cu parahilgarditul.

**Culoare:** incolor și transparent.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** b(010), M( $\bar{1}10$ ), E( $0\bar{1}\bar{1}$ ), p(111), Q( $1\bar{1}\bar{1}$ ), R( $2\bar{1}\bar{1}$ ), s( $3\bar{1}1$ ).

**Clivaj:** (010) și (100) perfect.

**H** = 5 ; **G** = 2,71.

**Compoziția chimică:** CaO = 35,14 - 35,67%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  = 49,86 - 50,22%,  $\text{H}_2\text{O}$  = 5,73 - 6,44%, Cl = 10,59 - 11,28%

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 88 \frac{1}{2}^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 1 \frac{1}{2}$ .

Indicii de refracție în lumină de Na ( $\pm 0,002$ ) :  $\alpha = 1,630$ ,  $\beta = 1,636$ ,  $\gamma = 1,664$ ;  $\Delta = 0,034$ . Biax pozitiv  $2V = 35^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 730 m; 760 s; 770 i; 825 s; 870 s; 890 s; 950 i; 980 p; 1015 p,l; 1090 i; 1150 m,l; 1190 i; 1320 p; 1360 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 2,85/100; 2,11/80; 1,99/80.

#### 4. BORAȚI COMPUȘI

L U N E B U R C I T :  $\text{Mg}_3\text{B}_2(\text{OH})_6(\text{PO}_4)_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

*Sinonim: lueneburgit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m (?).

**Grupa spațială:** C 2 / m (?).

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,62 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,81 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,3255 : 1 : 1,2874$ ,  $\beta = 97^\circ 24'$  .

**Habitus:** mase aplatizate și nodule cu structură fibroasă sau pământoasă; apare și ca plachete pseudo-hexagonale.



**Culoare:** alb, alb gălbui, verde.

**Clivaj:** prismatic, cu un unghi de  $73^\circ$ , vizibil numai la microscop.

$H = 2$  ;  $G = 2,05$ .

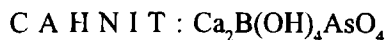
**Compoziția chimică:** MgO = 24,44 - 25,30%, CaO = 0,00 - 0,15%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 12,7 - 14,07%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 28,71 - 29,80%, H<sub>2</sub>O = 32,16 - 32,78%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Orientarea:  $\beta = b$ ; Indicii de refracție  $\alpha = 1,520 - 1,522$ ,  $\beta = 1,540 - 1,541$ ,  $\gamma = 1,545 - 1,548$ .

Biax negativ.  $2V = 60^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 m; (523 m + 539 m)d; 582 m,l; 645 m; 700 i; 788 s; 980 i; 1021 p; 1083 m; 1125 m; 1190 m; 1293 m; 1333 i; 1650 m; 2980 i; 3130 i; 3250 i; 3390 fp; 3440 i; 3500 m.



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4}$ .

**Grupa spațială:**  $1 \bar{4}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,095 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,190 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,1462$ .

**Habitus:** cristalele unice, nemaclate, pseudotetraedrice sunt rare; de obicei se întâlnesc macle.

**Culoare:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** a(010), p(111), o( $\bar{1}11$ ), s(311).

**Macle:** (110) comune; indivizii se interpătrund simetric. Cele cu dezvoltarea largă a fețelor sferoidale au aspect caracteristic de cruce.

**Clivaj:** (110) perfect. Casant.

$H = 3$  ;  $G = 3,156$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 37,13 - 38,27%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10,14 - 11,86%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 37,47 - 38,57%, H<sub>2</sub>O = 11,75 - 12,43%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,662$ ,  $\epsilon = 1,663$ . Uniax pozitiv. Dispersie: puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 275; 398; 435; 535; 538; 545; 780; 840; 905; 945.

Singurele date aparțin lui Ross S.D. (1972) care nu dă indicații asupra formei benzilor de absorbție.

**Difracția de raze X** (cele mai intense linii); 3,56/100; 2,640/50; 1,818/55.

## IV. SULFATI

### Caractere generale și clasificare

În soluțiile bogat oxigenate  $\text{SO}_2$  formează anioni de tipul  $\text{SO}_4$  de dimensiuni mari în care sulful participă cu 6 sarcini pozitive. Sărurile acestor anioni, sulfatii, constituie minerale larg răspândite în scoarță, având cationi cu dimensiuni mari: Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba. Dintre elementele metalice participă V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Pb. În cantități mai mici apar și Ag, Hg și U. Rețelele anizodesmice ale acestor săruri pot conține 2, 4, 6 și 7 molecule de apă care înconjoară cationii divalenți, ele însele rămânând neutre din punct de vedere electric. Dimensiunea cationului controlează numărul moleculelor de apă. Există situații în care același cation formează atât compuși anhidri cât și hidrați<sup>37</sup>, exemplul clasic fiind dat de anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ) și gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ). În cazul gipsului moleculele de apă sunt plasate între rețelele plane ale ionilor  $\text{SO}_4^{2-}$  și  $\text{Ca}^{2+}$ , plane care constituie zone de minimă rezistență mecanică pe care se manifestă clivajul.

Cationii alcalini formează compuși dubli, fiind asociați cu cationi divalenți (glauberit, langbeinit ș.a.), cu hidrogenul (romboclaz), cu gruparea  $\text{NH}_4^+$  (koktait, taylorit ș.a.) sau cu cationi trivalenți (kalinit, alaunii de potasiu și sodiu ș.a.). Se întâlnesc și compuși complecși, cu participarea cationilor mono-, di- și trivalenți (voltait). Cationii divalenți sunt asociați cu cei monovalenți (langbeinit) sau formează compuși individuali (kieserit, gips, anhidrit ș.a.). Cationii trivalenți, cu predilecție cei de  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$ , formează numai combinații hidratate (mendozit, tamarugit ș.a.). Ele sunt săruri duble, formate împreună cu elementele monovalente.

Anionii suplimentari prezenți în rețelele sulfatilor sunt reprezentați frecvent prin  $(\text{OH})$ ,  $\text{Cl}$  și mai puțin  $\text{CO}_3^{2-}$  și  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Mineralele din această clasă au duritatea redusă, care scade la mineralele hidratate. Birefringenta este scăzută în comparație cu carbonații și alte săruri oxigenate, însă prezența anionilor suplimentari  $\text{CO}_3^{2-}$  conduce la creșterea valorilor acesteia. Existența unor minerale optic izotrope este datorată dispoziției izometrice a grupurilor tetraedrice  $\text{SO}_4^{2-}$  în rețeaua mineralelor.

Sulfatii aparțin cu predilecție domeniului sedimentar și formațiunilor hidrotermale, prezența lor în rocile magmatice incipiente ca și în cele metamorfice fiind rareori citată. Foarte multe minerale sunt specifice proceselor de precipitare chimică (gips, epsomit ș.a.). De asemenea sunt frecvente ocurențele supergene sub formă de eflorescențe, cruste (alunogen, linarit ș.a.). Mulți sulfatii apar în zonele de alterare a zăcămintelor de sulfuri (anglezit). Unele minerale sunt întâlnite cu regularitate în zonele hidrotermale (baritina, celestina) așa cum de altfel pot aparține și domeniului sedimentar (baritina). Există și minerale asociate depunerilor fumaroliene (mercallit, mascagnit). Clasificarea mineralelor sulfatice este următoarea:

### 1. Sulfatii normali acizi, anhidrii

#### 1.1. Tipul acid anhidru

Mercallit	$\text{KHSO}_4$
Misenit	$\text{K}_2\text{H}_6(\text{SO}_4)_2$
Letovicit	$(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$

#### 1.2. Tipul $\text{A}_x \text{X O}_4$

##### 1.2.1. Grupa mascagnitului

Mascagnit	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Arcanit	$\text{K}_2\text{SO}_4$
Taylorit	$(\text{K}, \text{NH}_4)_2\text{SO}_4 (?)$
Aphthitalit	$(\text{K}, \text{Na})_2\text{Na}(\text{SO}_4)_2$
Palmierit	$(\text{K}, \text{Na})_2\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$
Thenardit	$\text{Na}_2\text{SO}_4$

#### 1.3. Tipul $\text{A X O}_4$

##### 1.3.1. Grupa baritinei

Baritina	$\text{BaSO}_4$
Celestina	$\text{SrSO}_4$
Anglezit	$\text{PbSO}_4$
Calcocianit	$\text{CuSO}_4$
Anhidrit	$\text{CaSO}_4$

#### 1.4. Tipul $\text{A}_m \text{B}_n (\text{X O}_4)_p$

Vanthoffit	$\text{Na}_6\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$
Glauberit	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$

### 1.4.1. Grupa langbeinitului

Langbeinit	$K_2Mg_2(SO_4)_3$
Manganolangbeinit	$K_2Mn_2(SO_4)_3$

## 2. Sulfați normali acizi, hidratați

2.1. Tipul sulfaților acizi hidratați	2.2. Tipul $A_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$	2.6.2. Grupa calcantitului
Romboclaz $FeH(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$	Lecontit $Na(NH_4K)(SO_4) \cdot 2H_2O$	Calcantit $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
Minasragrit $Na_2SO_4 \cdot 15H_2O$	Mirabilit $Na_2(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$	Siderotil $FeSO_4 \cdot 5H_2O$
2.3. Tipul $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$		Pentahidrit $MgSO_4 \cdot 5H_2O$
Syngenit $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$		2.6.3. Grupa hexahidritului.
Kektait $(NH_4)_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$		Hexahidrit $MgSO_4 \cdot 6H_2O$
Kroehnkit $Na_2Cu(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$		Bianchit $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$
Loeweit $Na_4Mg_2(SO_4)_4 \cdot 5H_2O$		Retgersit $NiSO_4 \cdot 6H_2O$
2.3.1. Grupa blöditului		2.6.4. Grupa melanteritului
Blödit $Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$		Melanterit $FeSO_4 \cdot 7H_2O$
Leonit $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$		Pisanit $(Fe,Cu)SO_4 \cdot 7H_2O$
Wattevilleit $Na_2Ca(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$		Kirovit $(Fe,Mg)SO_4 \cdot 7H_2O$
2.3.2. Grupa picromeritului		Boothit $CuSO_4 \cdot 7H_2O$
Picromerit $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$		Mallardit $MnSO_4 \cdot 7H_2O$
Cyanocroit $K_2Cu(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$		Bieberit $CoSO_4 \cdot 7H_2O$
Boussingaultit $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$		2.6.5. Grupa epsomitului
2.4. Tipul $A_mB_n(XO_4)_p \cdot xH_2O$ unde $(m+n):p < 3:2$ și $> 1:1$		Epsomit $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Ferinatrit $Na_3Fe(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$		Goslarit $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$
Polihalit $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$		Morenosit $NiSO_4 \cdot 7H_2O$
Leightonit $K_2CaCu(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$		Tauriscit $FeSO_4 \cdot 7H_2O$
2.5. Tipul $AB(XO_4)_2 \cdot xH_2O$		2.7. Tipul $A_2B(XO_4)_2 \cdot xH_2O$
Krausit $KFe(SO_4)_2 \cdot H_2O$		Ransomit $Cu(Fe,Al)_2(SO_4)_2 \cdot 7H_2O$
Voltait $(K,Fe^{2+})_2Fe^{3+}(SO_4)_3 \cdot 4H_2O (?)$		Römerit $Fe^{2+}Fe^{3+}_2(SO_4)_4 \cdot 14H_2O$
2.5.1. Grupa tamarugitului		2.7.1. Grupa halotrichitului
Tamarugit $NaAl(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$		Pickeringit $MgAl_2(SO_4)_2 \cdot 22H_2O$
Amarillit $NaFe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$		Halotrichit $Fe^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$
2.5.2. Grupa mondozitului		Apjohnit $Mn^{2+}Al_2(SO_4)_4 \cdot 22H_2O$
Mendozit $NaAl(SO_4)_2 \cdot 11H_2O$		Dietrichit $(Zn,Fe,Mn)Al_2(SO_4)_2 \cdot 22H_2O$
Kalinit $KAl(SO_4)_2 \cdot 11H_2O$		Bilinit $Fe^{2+}Fe^{3+}_2(SO_4)_2 \cdot 22H_2O$
2.5.3. Grupa alaunilor		Redingtonit $(Fe^{2+},Mn,Ni)(Cr,Al)_2(SO_4)_2 \cdot 22H_2O (?)$
Alaun de potasiu $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$		
Alaun de sodiu $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$		
Alaun de amoniu $(NH_4)Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$		
2.6. Tipul $A(XO_4)_2 \cdot xH_2O$		2.8. Tipul $A_2(XO_4)_2 \cdot xH_2O$
Bassanit $2CaSO_4 \cdot H_2O$		Lausenit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$
2.6.1. Grupa kieseritului		Komelit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$
Kieserit $MgSO_4 \cdot H_2O$		Coquimbait $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$
Szomolnokit $FeSO_4 \cdot H_2O$		Paracequimbait $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 19H_2O$
Sznikit $MnSO_4 \cdot H_2O$		Quenstedtit $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 10H_2O$
Gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$		Alunogen $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
Ilesit $MnSO_4 \cdot 4H_2O (?)$		

### 3. Sulfatați anhidrii conținând hidroxil sau halogeni

3.1. Tipul  $A_m(XO_4)_pZ_q$  unde  $m : p > 2 : 1$

Bronchardit	$Cu_4(SO_4)(OH)_6$
Antlerit	$Cu_3(SO_4)(OH)_4$
Caracolit	clorosulfat de Na și Pb
Clorotionit	$K_2Cu(SO_4)Cl_2$
Schairerit	$Na_3(SO_4)(F,Cl)$
Sulfohalit	$Na_6ClF(SO_4)_2$

3.2. Tipul  $A_2(XO_4)_qZ_q$

Lanarkit	$Pb_2(SO_4)O$
Dolerophanit	$Cu_2(SO_4)O$
Linarit	$PbCu(SO_4)(OH)_2$

3.2.1. 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	$PbFe_6(SO_4)_4(OH)_{12}$
Euclorin	sulfat bazic de K,Na,Cu

### 4. Sulfatați hidratați conținând hidroxil sau halogeni

4.1. Tipul  $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot xH_2O$  unde  $(m+n) : p > 4 : 1$

4.1.1. Grupa connellitului

Connellit	$Cu_{19}(SO_4)(OH)_{32}Cl_4 \cdot 3H_2O$
Buttgenbachit	$Cu_{19}(NO_3)_2(OH)_{32}Cl_4 \cdot 3H_2O$
Glaucozerinit	$Zn_{13}Al_8Cu_7(SO_4)_2(OH)_{60} \cdot 4H_2O (?)$
Mooreit	$(Mg,Mn,Zn)_8(SO_4)(OH)_{14} \cdot 4H_2O$
Torreyit	$(Mg,Mn,Zn)_7(SO_4)(OH)_{12} \cdot 4H_2O$
Spangolit	$Cu_6Al(SO_4)(OH)_{12}Cl \cdot 3H_2O$
Cyanotrichit	$Cu_4A_{12}(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2H_2O$
Zincaluminit	$Zn_3Al_3(SO_4)(OH)_{13} \cdot 2 \frac{1}{2}H_2O$
Woodwardit	$Cu_4Al_2(SO_4)(OH)_{12} \cdot 2 - 4H_2O (?)$
Calcoalumit	$CuAl_4(SO_4)(OH)_{12} \cdot 3H_2O$
Uranopilit	$(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10} \cdot 12H_2O$
Metauranopilit	$(UO_2)_6(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5H_2O$

4.2. Tipul  $A_4(XO_4)_qZ_q \cdot xH_2O$

Klcbelsbergit	sulfat bazic de Sb
Langit	$Cu_4(SO_4)(OH)_6 \cdot H_2O (?)$
Felsöbanyait	$Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5H_2O (?)$
Basaluminit	$Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 5H_2O$
Hidrobasaluminit	$Al_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot 36H_2O$
Glockcrit	$Fe_4(SO_4)(OH)_{10} \cdot n(H_2O) (?)$

4.3. Tipul  $A_mB_n(XO_4)_pZ_q \cdot$

$xH_2O$  unde  $(m+n) : p$  între 5 : 2 și 3 : 1

Namarezit	$Cu_3(SO_4)(OH)_4 \cdot 6H_2O (?)$
Ettrangit	$Cu_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12} \cdot 26H_2O$
Devillit	$Cu_4Ca(SO_4)_2(OH)_6 \cdot H_2O$
Arnimit	$Cu_5(SO_4)_2(OH)_6 \cdot 3H_2O (?)$
Serpierit	$(Zn,Cu,Ca)_5(SO_4)_2(OH)_6 \cdot 3H_2O (?)$

4.4 Tipul  $(AB)_2(XO_4)_qZ_q \cdot xH_2O$

Kainit	$KMg(SO_4)Cl \cdot 3H_2O$
Ungemachit	$Na_9K_3Fe(SO_4)_6(OH)_3 \cdot 9H_2O$
Clinoungemachit	
Zippeit	$(UO_2)_2(SO_4)(OH)_2 \cdot 4H_2O$
Aluminit	$Al_2(SO_4)(OH)_4 \cdot 7H_2O$

4.5. Tipul  $A_3(XO_4)_2Z_q \cdot xH_2O$

Natrocalcit	$NaCu_2(SO_4)_2(OH) \cdot H_2O$
Metasideronatrit	$Na_4Fe_2(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 3H_2O$
Sideronatrit	$Na_4Fe(SO_4)_2(OH) \cdot 3H_2O$
Johannit	$Cu(UO_2)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 6H_2O$
Vernadskit	$Cu_4(SO_4)_3(OH)_2 \cdot H_2O$

4.6. Tipul  $A(XO_4)Z_q \cdot xH_2O$

Metahemannit	$Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 3H_2O$
Butlerit	$Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$
Parabutlerit	$Fe(SO_4)(OH) \cdot 2H_2O$
Amarantit	$Fe(SO_4)(OH) \cdot 3H_2O$
Hohmannit	$Fe_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$
Fibroferit	$Fe(SO_4)(OH) \cdot 5H_2O (?)$
Botryogen	$MgFe^{3+}(SO_4)_2(OH) \cdot 7H_2O$
Guildit	$Cu_3Fe_4(SO_4)_7(OH)_4 \cdot 15H_2O$
Metavoltit	$(K,Na,Fe)_3Fe^{3+}(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 9H_2O (?)$
Slavikit	$Na_2Fe_{10}(SO_4)_{13}(OH)_6 \cdot 63H_2O (?)$

4.6.1. Grupa copiapitului

Copiapit	$(Fe^{2+},Mg)Fe^{3+}_4(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20H_2O$
Magneziocopiapit	$MgFe^{3+}_4(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20H_2O$
Cuprocopiapit	$CuFe^{3+}_4(SO_4)_6(OH)_2 \cdot 20H_2O$

### 5. Sulfatați compuși

5.1. Tipul amestec

Hanksit	$Na_{22}K(SO_4)_9(CO_3)_2Cl$
Caledonit	$Cu_2Pb_5(SO_4)_3(CO_3)(OH)_6$
Werryit	$Pb_4Cu(CO_3)(SO_4)_2(OH,Cl)O (?)$
Burkeit	$Na_6(SO_4)_2(CO_3)$

# 1. SULFAȚI NORMALI ACIZI ANHIDRII



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m c n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,98 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,62 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,78 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,563 : 1 : 0,733$ .

**Celula conține:**  $(\text{NH}_4)_8(\text{SO}_4)_4$ .

**Habitus:** în natură cristale bine formate apar rar, de obicei fiind întâlnit în cruste sau în formațiuni stalactitice.

Cristalele artificiale sunt scurt prismatice [001] sau [100]; se dezvoltă și forme turtite (010) și mai rar (100).

**Culoare:** pur este incolor; frecvent este cenușiu, cenușiu gălbui, galben de lămâie.

**Luciu:** sticlos. Cristalele larg dezvoltate sunt transparente; incluziunile și cavitățile fac să devină tulburi.

Agregatele și formele dendritice sunt opace.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), w(034), v(021), o(111), b(010), f(130), x(012), u(011), q(112).

**Macle:** (110) comune; prin repetare conduc la un habitus pseudoheptagonal. Apar și macle polisintetice. Macle de alunecare cu  $K_1(110)$  și  $K_2(1\bar{3}0)$ .

**Clivaj:** (001) bun.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 1,768. Gust acru, amar.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Există serii complete între mascagnit și sulfatați de K, Rb, Tl și Cs.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientare:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție în  $\lambda_{Li}$ :  $\alpha = 1,5177$ ,  $\beta = 1,5199$ ,  $\gamma = 1,5297$ ;

în  $\lambda_{Na}$ :  $\alpha = 1,5202$ ,  $\beta = 1,5230$ ,  $\gamma = 1,5330$ ; în  $\lambda_G$ :  $\alpha = 1,5318$ ,  $\beta = 1,5340$ ,  $\gamma = 1,5445$ .

$2V = 52^\circ 18'$  ( $\lambda_{Li}$ ),  $52^\circ 12'$  ( $\lambda_{Na}$ ). Biax pozitiv. Dispersia  $r > v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 620 p; 735 s; 990 i; 1110 fp.l; 1180 i; 1410 f.p; 3021 i; 3125 p; 3215 p.

**Diffractometria de raze X**(radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,31/14/(020); 5,22/27/(110); 4,39/63/(021); 4,33/100/(111); 3,890/35/(002); 3,139/30/(022); 3,122/22/(112); 3,055/54/(130); 2,998/23/(200); 2,782/3/(122); 2,704/5/(211); 2,655/13/(040); 2,611/6/(220); 2,521/9/(013); 2,476/2/(221); 2,401/3/(132); 2,374/2/(202); 2,322/17/(113); 2,317/18/(212); 2,196/9/(231). (042); 2,168/14/(222); 2,093/4/(033); 2,062/<1/(142); 2,005/<1/(150); 1,973/4/(232); 1,945/4/(004); 1,942/5/(151); 1,914/3/(014); 1,867/1/(052); 1,827/<1/(024); 1,773/3/(060); 1,7400/<1/(330); 1,7293/1/(061); 1,6989/2/(331); 1,6404/4/(134); 1,6324/4/(204); 1,6130/2/(062).(214); 1,5674/1/(341); 1,5398/<1/(015).



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,731 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,008 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,424 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,573 : 1 : 0,742$ .

**Habitus:** rarele cristale naturale sunt plate, subțiri sau pseudoheptagonale datorită maclelor ciclice.

**Culoare:** incolor până la alb; uneori gălbui.

**Luciu:** stielos. Transparent.

**Macle:** (110); uneori maclele sunt ciclice, ducând la grupuri cu simetrie pseudohexagonală.

**Clivaj:** (010) și (001) bun.

$H = 2$ ;  $G = 2,663$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,4935$ ,  $\beta = 1,4947$ ,  $\gamma = 1,4973$ .

Biax pozitiv.  $2V = 67^\circ 20'$ . Dispersia:  $r > v$ , moderată.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $565 \approx$ ;  $1065 \approx$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 616 p; 728 s; 985 i; 1108 fp.l; 1140 i; 1190 i; 1310 i.

**Difractometria de raze X:** 5,0/10; 4,19/30; 3,73/10; 3,38/10; 3,00/90; 2,88/100; 2,66/10; 2,50/30; 2,41/40; 2,21/50; 2,08/80; 2,00/20; 1,94/10; 1,88/30; 1,85/20; 1,76/10; 1,68/30; 1,62/20; 1,57/30; 1,440/40; 1,419/20; 1,392/20; 1,350/30; 1,302/30; 1,285/20; 1,245/20; 1,212/10; 1,175/30; 1,141/20; 1,115/10; 1,094/10; 1,048/10; 1,019/10; 0,983/10; 0,965/10.

## A P H T H I T A L I T - (K,Na)<sub>2</sub>Na(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

**Sinonim:** glaserit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{3} m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,65 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,29 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,290$ .

**Celula conține:**  $K_2Na(SO_4)_2$ .

**Habitus:** cristale tabulare (0001) cu o evidentă simetrie trigonală sau distorsionate cu forme pseudorombice.

Grupele de indivizi maclați după (11 $\bar{2}$ 0) au aspecte pseudohexagonale. Formează agregate subțiri, forme mamelelor; cruste; apare și masiv. Habitusul cristalelor artificiale variază în funcție de compoziția soluției miștale.

**Culoare:** frecvent este alb, rareori incolor; apare și cenușiu, albăstrui sau verzui; impurificat cu oxizi de fier este roșcat.

**Luciu:** stielos, rășinos. Transparent; uneori translucid sau opac.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $c(10\bar{1}2)$ ,  $-c(01\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $-r(01\bar{1}1)$ .

**Macle:** plan de maclă (0001) sau (11 $\bar{2}$ 0), repetate, tabulare, asemănătoare aragonitului.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}0$ ) bun și (0001) slab.

**Spărtura:** concoidală până la neregulată. Casant. Gust sărat și amar.

$H = 3$ ;  $G = 2,656$ .

**Compoziția chimică:**  $Na_2O = 7,98 - 22,76\%$ ;  $K_2O = 23,72 - 42,51\%$ ;  $Pb = 0,08 - 2,31\%$ ;  $CuO = 0,46 - 2,20\%$ ;  $SO_3 = 43,0 - 51,50\%$ . Na substituie K, existând o soluție solidă între  $K_2SO_4$  și  $Na_2SO_4$ ; raportul între Na și K depinde de condițiile de formare. K poate fi substituit și de  $NH_4$  conducând la varietatea cu formula  $(K,NH_4)_2Na(SO_4)_2$  în care:  $(NH_4) = 3,3 : 1$ . Au fost citate și mici cantități de Pb și Cu.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Valoarea indicilor de refracție depinde de raportul Na : K astfel:

$K_2SO_4 : Na_2SO_4$	2,46 : 1	2,12 : 1	0,51 : 1
$\epsilon$	1,491	1,490	1,487
$\omega$	1,499	1,496	1,492

Uniax pozitiv. Uneori se comportă ca un mineral biax cu  $2V$  mic.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 f.s; 619 p; 990 i; 1116 f.s; 1185 m.

**Diffractometria de raze X:** 4,98/30; 4,10/60; 3,69/50; 2,97/90; 2,85/100; 2,46/60; 2,34/40; 2,09/90; 1,852/10; 1,656/30; 1,544/10; 1,471/20; 1,425/30; 1,287/1

**T H E N A R D I T :  $\text{Na}_2\text{SO}_4$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** F d d d .

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,75 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,29 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,793 : 1 : 0,476$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_{16}(\text{SO}_4)_8$ .

**Habitus:** cristale bipiramidale (111) ușor trunchiate; tabulare, (010) larg dezvoltată; rareori prismatice [100].  
Formează cruste pulverulente și eflorescențe.

**Culoare:** incolor când este pur; alb - cenușiu, gălbui, brun - gălbui; roșcat.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Transparent până la translucid. Gust sărat.

**Forme principale:** b (010), r(011), d(101), o(111), s(311).

**Macles:** (110) comune, formând grupe cu aspect de cruce; (011) conducând la macles asemănătoare gipsului.

**Clivaj:** (010) perfect, (101) bun și (100) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 2 1/2 - 3 ; **G** = 2,664 ; **F** = 883°C.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , deși numeroase analize au indentificat și  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Cl}$  și  $\text{H}_2\text{O}$  datorită amestecurilor mecanice cu alte minerale. Sunt cunoscuți polimorfi ai acestui compus chimic.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,464 - 1,471$ .  $\beta = 1,473 - 1,477$ .  
 $\gamma = 1,481 - 1,485$ . Biax pozitiv.  $2V = 82^\circ 35'$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 147(0,6)↯; 215(0,4)↯; 245(1,0)↯; 890(0,8)↯

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (618 p+ 673 p)d ; 725 m; 991 f.s; 1110 f.p; 1132 f.p.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,66/73/(111); 3,84/18/(022); 3,178/51/(131); 3,075/(040); 2,783/100/(113); 2,646/48/(220); 2,329/21/(222); 2,211/5/(151); 1,919/4/(044); 1,891/4/(311).(062); 1,864/31/(153); 1,841/6/(115); 1,798/4/(224); 1,680/12/(260); 1,662/8/(313); 1,605/5/(244); 1,589/3/(262); 1,553/10/(333); 1,537/<1/(080); 1,512/2/(351); 1,497/5/(173); 1,465/<1/(400); 1,429/5/(206); 1,386/3/(264).(353); 1,324/3/(440); 1,304/3/(084); 1,297/6/(246); 1,279/5/(066); 1,258/1/(404); 1,233/1/(424).(193); 1,214/1/(373); 1,1922/<1/(0,102); 1,1654/<1/(444); 1,1345/3/(2.10.0).

**B A R I T I N A :  $\text{BaSO}_4$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,13 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,630 : 1 : 1,313$ .

**Celula conține:**  $\text{Ba}_4(\text{SO}_4)_4$ .

**Habitus:** de obicei este bine dezvoltată, cristalele cele mai frecvente fiind cele tabulare (001) mărginite de fețe (210) sau de combinații ale fețelor (101) și (011); deasemenea apar cristale tabulare și cristale prismatice tabulare, forme concreționare, agregate în formă de rozetă. Se cunoaște masiv, granular până la

compact, criptocristalin; concrețiuni nodulare sau globulare, forme fibroase sau columnare, stalactitic și stalagmitic, pământos.

**Culoare:** incolor, alb, gălbui, brun, roșcat, cenușiu, rareori verzui sau albăstrui. Poate fi pigmentată de incluziunile de hematit, sulfuri, substanță organică. Culoarea poate fi distribuită zonal și se poate schimba prin expunere la căldură sau diferite radiații.

**Urmă:** albă.

**Luciu:** stielos spre rășinos. Transparentă sau translucidă. Unele varietăți sunt fluorescente în ultraviolet, iar altele sunt termoluminiscente sau flosforescente.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), x(230), n(110); m(210), n(310), λ(410), φ(012), o(011), i(021); ω(103), l(102), g(203), d(101), u(201), μ(112), y(111), q(214), γ(212), s(121).

**Unghiuri între formele frecvente:** (001) ^ (211) = 64°18'; (310) ^ (2 $\bar{1}$ 0) = 78°20',  
(001) ^ (011) = 52°42'; (001) ^ (101) = 38°51'.

**Macles:** (201) și (011) rare. Sunt mai dese maclesle de alunecare, de origine secundară, produse prin presare în materialele masive. Maclesle de alunecare are K<sub>1</sub>(110), K<sub>2</sub>(1 $\bar{1}$ 0).

**Clivaj:** (001) perfect, (210) aproape perfect, (010) imperfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant. Diamagnetic. **Tranșlații** numeroase: T(001), t[100]; T(101), t[010]; T(010), t[100]; T(110), t[1 $\bar{1}$ 0] (ultimele trei se dezvoltă numai la temperaturi ridicate).

**H** = 3 - 3 1/2; **G** = 4,50.

**Compoziția chimică:** BaO = 32,14 - 65,70%, SrO = 0,00 - 28,27%. CaO = 0,00 - 1,89%, PbO = 0,00 - 17,78%, SO<sub>3</sub> = 32,24 - 38,97%. Sr substituie Ba existând probabil o serie continuă între celestină și baritină; limita între ele este plasată la modificarea raportului Ba : Sr = 1 : 1. Ca substituie Ba fără a depăși însă limita Ca : Ba = 1 : 12, anhidridul nefiind izostructural cu baritina. Pb substituie Ba până la raportul Pb : Ba = 1 : 4. Unele analize au depistat NH<sub>4</sub>, iar incluziunile lichide au fost determinate CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>S.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau galben, brun, verde, albastru. Cristalele colorate sunt ușor pleocroice, având absorbție  $\gamma > \beta > \alpha$ .

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție: ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,6362$ ,  $\beta = 1,6373$ ,  $\gamma = 1,6482$ . Biax pozitiv. Dispersia:  $r > v$  mică.

**Proprietăți termice:** la 1149°C trece în polimorfism monoclinic. Se topește la 1580°C.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (610 p + 635 p)d; 725 s; 990 m; (1080 f.p : 1119 f.p)d; 1190 p ; 1330 s; 1470 s.l; 1650 s; 2350 s; -3430 m.l.

**Difracțometria de raze X** (razație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 4,44/31/(200); 4,34/36/(011); 3,90/57/(111); 3,77/12/(201); 3,576/31/(002); 3,442/100/(210); 3,317/67/(102); 3,101/27/(211); 2,834/53/(112); 2,734/16/(301); 2,726/47/(020); 2,481/14/(212); 2,444/2/(311); 2,322/15/(220); 2,303/6/(103); 2,281/7/(302); 2,209/27/(221); 2,120/80/(112); 2,104/76/(312); 2,056/23/(410); 1,947/1/(222); 1,930/7/(321); 1,897/16/(303); 1,787/3/(004); 1,760/9/(031); 1,754/9/(313); 1,726/5/(131); 1,723/6/(501); 1,681/7/(230); 1,673/14/(421); 1,669/10/(114); 1,636/8/(231); 1,593/8/(132); 1,590/7/(502); 1,534/18/(323); 1,526/11/(512); 1,495/3/(024); 1,474/10/(124); 1,457/3/(521); 1,426/8/(610).(133).

## CELESTINA : SrSO<sub>4</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 8,36 Å, b<sub>0</sub> = 5,36 Å, c<sub>0</sub> = 6,84 Å.

**Relație axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,560 : 1 : 1,276 .

**Celula conține:** Sr<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale tabulare (001) având fața (210) larg dezvoltată; cristale tabulare (001) și alungite // [100]; cristalele alungite // [100]. Mai rar apar cristale cu fețele (001), (011) (101) egal dezvoltate, cristale



piramidale (122), cristale alungite // [010] sau [001] sau cristale tabulare (100), având fața (100) striată // [001]. Se cunosc varietăți fibroase, nodulare, cu dezvoltarea paralelă sau radiară a indivizilor; formează mase granulare, cruste lenticulare, agregate. Rareori este lamelar sau pământos, în ultima situație fiind impurificat cu argile și/sau calcit.

**Culoare:** incolor: spre albăstrui; alb, roșcat, verzui, gălbui - brun. Varietățile albăstrui au o distribuție zonală a culorii.

**Luciu:** sticlos; pe suprafața de clivaj este perlat. Transparent sau translucid. Uneori este fluorescent și termoluminiscent, însă această fluorescență poate fi datorată incluziunilor de substanțe organice.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), n(110), m(210), h(012), o(011), l(102), d(101), θ(112), y(111), χ(122), f(213), ψ(233), x(232), z(211).

**Maclă:** foarte rare cu un plan de maclă (210)<sub>1</sub>(101) și altele.

**Clivaj:** (001) perfect, (210) bun, (010) slab.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,97 \pm 0,01$ .

**Compoziție chimică:** SrO = 32,83 - 56,42%, CaO = 0,00 - 1,30% BaO = 0,00 - 26,18%, SO<sub>3</sub> = 39,04 - 43,59%; Sr este substituit de Ba existând o serie completă între baritină și celestină. Ca poate substitui Sr până la limita Ca : Sr = 1 : 11 (calciocelstină).

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor sau cu nuanțe foarte fine ale culorii naturale. Cristalele albăstrui au un pleocroism slab în tente indigo - albăstrui, verde - albăstrui, violet.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:  $(\lambda_{Na}) = \alpha = 1,6215$ ,  $\beta = 1,6237$ ,  $\gamma = 1,6308$ ; variază mult cu  $\lambda$  radiației. Biax pozitiv:  $2V = 49^\circ 44' - 52^\circ 44'$ , în funcție de  $\lambda$  radiației. Dispersia:  $r < v$ .

**Proprietăți termice:** la 1152°C trece în polimorul hexagonal ( $\alpha$  - SrSO<sub>4</sub>). Se topește la 1605°C.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (612 p + 642 p) d :995 m; (1090 fp + 1138 p + 1200 p) t ; 1245 i.

**Difractometria de raze X (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni):** 4,23/11/(011); 3,77/35/(201); 3,57/2/(201); 3,433/30/(002); 3,295/100/(210); 3,177/59/(102); 2,972/100/(211); 2,731/63/(112); 2,674/49/(020); 2,582/6/(301); 2,388/7/(121); 2,377/17/(212); 2,253/18/(220); 2,208/5/(103); 2,164/7/(302); 2,141/25/(221); 2,045/55/(122); 2,041/57/(113); 2,006/40/(203); 1,999/48/(401); 1,947/15/(410); 1,857/7/(321); 1,769/17/(303); 1,728/2/(031); 1,715/3/(004); 1,691/3/(412),(131); 1,679/9/(313); 1,640/5/(230); 1,625/2/(501); 1,604/7/(223),(114); 1,601/15/(421); 1,569/10/(231); 1,555/11/(132),(511); 1,521/1/(214); 1,475/16/(323); 1,447/6/(512); 1,444/5/(024); 1,424/6/(124); 1,410/3/(314); 1,388/9/(521).

## ANGLEZIT : PbSO<sub>4</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,45 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,38 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,93 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,571 : 1 : 1,265$ .

**Celula conține:** Pb<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** tabular (001) cu fețe (210), (101) și romboidale bine dezvoltate; uneori alungite // [100] sau [010].

Cristale prismatice [001] cu fața (210) larg crescută și striată vertical sau [100] cu fața (011) dezvoltată.

Cristale prismatice [010] cu forme (101) și (102); tabulare (100) sau piramidale cu fețe (111) și 211).

Formele (100) și (210) pot fi striate // [001]. Frecvent este întâlnit masiv, granular sau compact; formele nodulare și stalactitice sunt de asemenea cunoscute.

**Culoare:** incolor până la alb cu tente cenușii, gălbui, verzui și uneori albăstrui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** adamantin; unele varietăți au luciu rășinos sau sticlos. Transparent până la opac. Radiațiile ultraviolete îi dau o fluorescență de culoare galbenă.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), n(110), m(210); ø(012), o(011), l(102), d(101), y(111); t(221), r(212), p(312), z(211).

**Macle:** nu se cunosc. Prin translație se formează macle de alunecare asemănătoare celor de baritină.

**Clivaj:** (001) bun, (210) distinct, (010) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 2\frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 6,38 \pm 0,01$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $PbSO_4$  .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,8771$ ,  $\beta = 1,8826$ ,  $\gamma = 1,8937$ .

Biax pozitiv.  $2V = 75^\circ 24'$  ( $\lambda_{Na}$  la  $T = 20^\circ C$ ).

**Proprietăți termice:** la  $864^\circ C$  trece în polimorful monoclinic; se descompune între  $900 - 1000^\circ C$ .

**Spectrometria de absorpție în infraroșu:** 597 p; 626 p; 966 i; (1051 fp + 1108 fp) d; 1175 m; 1630 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo): 4,26/70/(110); 3,80/40/(111); 3,61/20/(012); 3,47/20/(020); 3,33/70/(102); 3,21/80/(021); 3,00/100/(112); 2,75/70/(121); 2,68/70/(022),(200); 2,40/40/(122); 2,27/40/(202); 2,16/50/(212); 2,06/100/(221),(131); 2,02/80/(014),(032); 1,97/60/(104); 1,90/20/(114); 1,87/20/(213); 1,78/50/(033); 1,73/30/(040); 1,70/50/(041),(223); 1,65/20/(302); 1,61/70/(312); 1,57/20/(115); 1,490/60/(322).

## A N H I D R I T : $CaSO_4$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $A\ m\ m\ a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_o = 6,48\ \text{Å}$ ,  $b_o = 6,97\ \text{Å}$ ,  $c_o = 6,20\ \text{Å}$ .

**Relația axială:**  $a_o : b_o : c_o = 0,996 : 1 : 0,890$ .

**Celula conține:**  $Ca_4(SO_4)_4$ . Nu este izostructural cu mineralele din grupa baritinei.

**Habitus:** cristalele sunt rare; au fețe pinacoidale largi sau sunt tabulare pe ((010), (100) sau (001); cristale alungite [100] sau [001]. De obicei apare masiv, fin sau mediu granular; fibros, cu dispunerca paralelă sau radiară a indivizilor sau cu aspect plumozitic. Forme concreționare.

**Culoarea:** incolor, albăstrui, alb, roz, violet, castaniu, roșcat. Poate fi cenușiu sau cenușiu închis datorită impurificării cu minerale argiloase.

**Urma:** albă, alb-cenușie.

**Luciu:** perlat pe (010), sticlos sau gras pe (001), sticlos pe (100); varietățile masive au luciu sticlos spre perlat. Cristalele pure sunt transparente; impuritățile argiloase le fac tulburi sau translucide.

**Forme principale:** c(001), b(101), a(100), m(110), r(011) l(054), q(052), u(021), e(052), v(031), t(041), w(051), o(111), n(211), f(311).

**Macle:** (011) de contact și lamelare polisintetice formate datorită presiunii sau temperaturii; (120) de contact, rare. Macle de alunecare având  $K_1(011)$ ,  $K_2(0\bar{1}1)$ .

**Clivaj:** (010) perfect, (100) bun, (001) bun sau slab.

**Spărtura:** neregulată sau așchioasă. Casant. **Translații:** T(010), t[100]; T(120), t[001].

$H = 3\frac{1}{2}$  ;  $G = 2,98$ .

**Compoziția chimică:**  $CaO = 40,47 - 42,09\%$ ;  $SrO = 0,00 - 0,71\%$ ;  $BaO = 0,00 - 0,05\%$ ;  $SO_3 = 57,79 - 58,94\%$ ;  $H_2O = 0,00 - 0,40\%$ .

Variațiile în compoziția chimică a anhidritului sunt legate doar de substituțiile izomorfe ale Ca, foarte mici și efectuate doar (probabil) cu Ba și Sr. Raportarea unor cantități mici de MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> etc. se explică prin impurificarea cu alte minerale. Prezența H<sub>2</sub>O arată o hidratare parțială, cu trecerea mineralului în gips.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Cristalele cu tentă violetă prezintă un pleocroism slab:  $\alpha$  - incolor, galben pal sau roz;  $\beta$  - roz, violet pal;  $\gamma$  - violet. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,5698$ ,  $\beta = 1,5754$ ,  $\gamma = 1,6136$ . Biax pozitiv.  $2 V_{Na} = 43^\circ 41'$ .

**Proprietăți termice:** la 1193°C trece în  $\alpha$  - CaSO<sub>4</sub>, produs izostructural și izomorf cu  $\alpha$  - NaSO<sub>4</sub> și  $\alpha$  - SrSO<sub>4</sub>. Se topește la 1450°C.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 515 fs; 595 p; 614 m; 675p; 1014 s; 1100 i; 1120 i; 1155 fp; 1623 fs.

**Difractometria de raze X** (radiația Cu): 3,87/6/(111); 3,498/100/(002),(020); 3,118/3/(200); 2,849/33/(210); 2,797/4/(121); 2,473/8/(022); 2,328/22/(220); 2,208/20/(212); 2,183/8/(103); 2,086/9/(113); 1,993/6/(301); 1,938/4/(222); 1,869/15/(230); 1,852/(123); 1,749/11/(004); 1,748/10/(040); 1,648/14/(232); 1,594/3/(133); 1,564/5/(024); 1,525/4/(204),(240); 1,515/1/(313),(331); 1,490/5/(214); 1,424/3/(402),420); 1,418/1/(323); 1,398/3/(242); 1,396/2/(412); 1,365/1/(143); 1,319/4/(422); 1,296/2/(430); 1,277/5/(234); 1,237/2/(044); 1,216/4/(432); 1,1993/2/(252); 1,1781/<1/(135); 1,1663/4/(006); 1,1651/1/(060); 1,1483/1/(414); 1,1062/5/(026); 1,1044/4/(424),(442); 1,0785/2/(216).

### CALCOCIANIT : CuSO<sub>4</sub>

**Sinonim:** calcokyanit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m m b.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,69 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 3,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,82 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,9735 : 1 : 1,4218$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010) și ușor alungite [001].

**Culoare:** cristalele artificiale pure incolore, în timp ce acelea naturale sunt verzui, brune, gălbui sau albaștrui.

Transparent sau translucid.

**Forme principale:** b(010), m(110), k(120), u(102), e(012), d(011),  $\mu$ (112).

**Clivaj:** absent. Foarte higroscopic și ușor solubil în apă.

**H = 3 1/2 ; G = 3,65 ± 0,05.**

**Compoziția chimică:** CuO = 49,47 - 49,85%, SO<sub>3</sub> = 50,15 - 50,30%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție în lumină de Na ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,724$ ,

$\beta = 1,733$ ,  $\gamma = 1,739$ . Biax negativ:  $2 V$  mare. Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 345 m; 395 m; 500 m; 588 m; 610 m; 703 m; 961 p; 1086 p; 1151 p; 1210 i.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru ZrO<sub>2</sub>): 4,20/55/(101),(200); 3,92/4/(011); 3,55/55/(111),(210); 2,62/100/(121),(220); 2,41/40/(002),(301); 2,31/10/(102),(221); 2,08/6/(202); 2,01/4/(031),(410); 1,96/12/(022),(321); 1,77/35/(222); 1,67/10/(040),(421); 1,58/14/(103),(402); 1,55/8/(141),(240); 1,46/2/(213),431); 1,43/25/(123),(422); 1,40/4/(303),(600); 1,38/12/(042),(341); 1,31/4/(033),(242); 1,29/2; 1,24/2; 1,21/4; 1.18/2; 1,15/4; 1,10/4; 1,07/4.

## VANTHOFFIT : $\text{Na}_6\text{Mg}(\text{SO}_4)_4$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,80 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,22 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0629 : 1 : 0,8894$ ,  $\beta = 113^\circ 30'$ .

**Habitus:** masiv, granule anhedrale sau agregate stratiforme.

**Culoare:** incolor.

**Luciu:** sticlos sau perlat. Transparent.

**Clivaj:** nedeterminat.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Friabil.

$H = 3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,694$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 33,64 - 34,03\%$ ,  $\text{MgO} = 7,37 - 7,38\%$ ,  $\text{SO}_3 = 58,54 - 58,59\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,485$ ,  $\beta = 1,489$ .

Biax negativ:  $2V = 84^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 485 s; 608 p; 625 p; 642 i; 1005 i; 1104 fp,1 ; 1140 p,1 ; 1170 fp,1 ; 1195 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,44/95; 3,43/95; 2,91/100.

## GLAUBERIT : $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,99 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,19 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,41 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,220 : 1 : 1,027$ ,  $\beta = 112^\circ 11'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_8\text{Ca}_4(\text{SO}_4)_8$ .

**Habitus:** variabil. Cristale tabulare (001), prismatiche  $[\bar{1}01]$  cu fața (111) larg dezvoltată; bipiramidele formate din combinații ale fețelor (111) și (110); prismatiche [001] cu fața (110) larg dezvoltată. Cu predilecție la cristalele bipiramidale formele (001) și (111) sunt strict // cu muchia dintre ele.

**Culoare:** de obicei este cenușiu sau gălbui; poate fi, însă, incolor sau roșcat datorită incluziunilor de oxid feric.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafețele de clivaj (001). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), s(111), n( $\bar{1}11$ ), a( $\bar{3}31$ ), e( $\bar{3}11$ ).

**Clivaj:** (001) perfect, (110) slab. Translațiile sunt frecvente.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust ușor salin.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 2,75 - 2,85$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 22,29\%$ ,  $\text{CaO} = 20,16\%$ ,  $\text{SO}_3 = 57,55\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta \wedge c = 12^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,515$ ,  $\beta = 1,535$ ,  $\gamma = 1,536$ .

Biax negativ.  $2V = 7^\circ$ ,  $2E = 10^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 270↯; 910↯.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 a; 610 p; 634 p; (1110 f p + 1138 f p)d; 1180 i.

**Difracțiometria de raze X** (radiație Cu): 6,22/80/(110); 4,67/90/(200); 4,38/60/(111); 3,93/60/(002); 3,84/60/( $\bar{3}$ 12), (022); 3,77/30/( $\bar{1}$ 12), (120); 3,49/40/(012), (201); 3,13/100/(220), ( $\bar{2}$ 21); 3,00/60/(112); 2,80/70/( $\bar{2}$ 22), ( $\bar{1}$ 03); 2,66/80/( $\bar{1}$ 13), (221); 2,56/10/( $\bar{1}$ 31), (301); 2,47/70/(320), (013); 2,33/70/( $\bar{4}$ 12); 2,19/40/(113), (023); 2,13/50/( $\bar{3}$ 31); 2,09/40/( $\bar{2}$ 04); 2,02/30; 1,99/70; 1,95/40; 1,90/50; 1,82/40; 1,76/60; 1,74/20; 1,67/20; 1,62/70; 1,56/50; 1,51/50.



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 23.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> 3.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 9,96 Å.

**Celula conține:** K<sub>8</sub>Mg<sub>8</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>12</sub>.

**Habitus:** cristalele sunt rare. Apare în mase granulare, stratificat sau ca granule diseminate în depozitele de săruri.

**Culoare:** incolor și transparent; alcromatic poate fi gălbui, roz, roșcat, violet, verzui, cenușiu.

**Luciu:** sticlos, strălucitor.

**Forme principale:** a(001), o(111), e'(012), 'e(102), n(112); d(011), -o( $\bar{1}$ 11), 'f(103), -j( $\bar{1}$ 22), -n( $\bar{1}$ 12).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Piezoelectric.

**H** = 3 1/2 - 4 ; **G** = 2,83 ; **F** = 930°C.

**Compoziția chimică:** K<sub>2</sub>O = 22,23 - 22,72%; MgO = 19,08 - 19,91%, SO<sub>3</sub> = 57,27 - 57,99%; Este posibil ca Mg să fie substituit prin Ca. Au fost depistate și mici cantități de Br. Conține incluziuni de halit, anhidrit ș.a.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicele de refracție variază cu λ radiației: n<sub>L</sub> = 1,5323 - 1,5281; n<sub>Na</sub> = 1,5329 - 1,5347;

n<sub>T</sub> = 1,5344 - 1,5370. Izotrop.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 640↯; 950↯.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 s;(611 m + 635 m + 660 m)t;1106 i;(1150 p + 1170 p)d;1200 i.

**Difracțiometria de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 5,77/5/(111); 4,06/24/(211); 3,31/2/(221); 2,14/100/(310); 3,00/12/(311); 2,76/10/(320); 2,67/32/(321); 2,47/1/(400); 2,41/12/(410); 2,34/1/(411); 2,28/5/(331); 2,21/1/(420); 2,16/4/(421); 2,11/5/(332); 2,02/8/(422); 1,94/12/(510); 1,84/6/(520); 1,73/8/(522); 1,63/2/(610); 1,61/20/(611); 1,57/2/(620); 1,55/3/(621); 1,53/2/(541); 1,47/6/(630); 1,42/2/(632); 1,35/6/(721); 1,32/2/(642); 1,29/4/(731).

## 2. SULFAȚI NORMALI ACIZI, HIDRATAȚI

### LECONTIT : $\text{Na}(\text{NH}_4, \text{K}) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:**  $P2_1 2_1 2_1$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** ( $\pm 0,01$ ):  $a_0 = 8,23 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,85 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,24 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6405 : 1 : 0,4856$ .

**Habitus:** cristale prismatice, mase fin granulare.

**Culoare:** incolor.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $g(120)$ ,  $m(110)$ ,  $d(104)$ ,  $e(101)$ .

**Clivaj:**  $(011)$  distinct.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 1,745. Gust sărat și amar.

**Compoziția chimică:**  $\text{K}_2\text{O} = 2,67 - 2,75\%$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{O} = 12,94 - 13,33\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 17,56 - 17,68\%$ ,  $\text{SO}_3 = 44,97 - 45,68\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,45 - 20,56\%$ .  $\text{NH}_4$  este substituit de o cantitate mică de K.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,440$ ,  $\beta = 1,452$ ,  $\gamma = 1,453$ . Biax negativ.  $2 V = 40^\circ \pm 1^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK): 6,50/60; 5,65/70; 5,07/100; 4,64/80; 4,48/60; 3,85/80; 3,48/70; 3,29/70; 3,20/50; 3,03/80; 2,87/60; 2,67/70; 2,52/50; 2,43/50; 2,33/50; 2,23/20; 2,15/60; 2,04/50; 1,97/80; 1,91/20; 1,86/60; 1,79/20; 1,73/60; 1,70/20; 1,66/40; 1,61/50; 1,61/50; 1,55/40; 1,52/40; 1,49/20; 1,44/40; 1,40/30.

### MIRABILIT : $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / a$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,48 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,35 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,82 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1092 : 1 : 1,2386$ ,  $\beta = 107^\circ 40'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice, asemănătoare celor de borax; cristale prismatice până la aciculare //  $[010]$ ;

Apare masiv, formează cruste și eflorescențe, mase fibroase; granular sau stalactitic.

**Culoare:** incolor și transparent sau alb și opac.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $\mu(011)$ ,  $v(021)$ ,  $r(\bar{1}01)$ ,  $d(111)$ ,  $n(\bar{1}11)$ .

**Macle:** rare cu plan  $(100)$  sau de penetrație pe  $(001)$ .

**Clivaj:**  $(100)$  perfect;  $(001)$ ,  $(010)$  și  $(011)$  slab.

**Spărtura:** concoidală. Gust sărat și amar; răcoros.

**H** = 1 1/2 - 2 ; **G** = 1,490.

**Compoziția chimică:** Na<sub>2</sub>O = 18,67 - 19,24%, SO<sub>3</sub> = 24,77 - 25,37%, H<sub>2</sub>O = 54,84 - 56,25%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

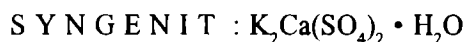
Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 31^\circ$  (Li). Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,394$ ,  $\beta = 1,396$ ,  $\gamma = 1,398$ .

Biax negativ.  $2V = 75^\circ 56'$ ,  $2E = 120^\circ 23'$ . Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 40(0,6)↘; 97(4,5)↘; 266(0,4)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 618 p; 638 i; 994 s; 1085 i; 1125 fp,l; 1185 i; 1635 s; 3440 m; 3570 m.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru ZrO<sub>2</sub>): 6,3/3; 5,5/100; 4,80/42; 4,33/13; 3,82/27; 3,60/7; 3,40/7; 3,22/50; 3,10/50; 2,93/7; 2,80/27; 2,70/10; 2,56/7; 2,52/27; 2,44/10; 2,37/7; 2,29/7; 2,19/7; 2,10/20; 2,03/7; 1,97/7; 1,92/17; 1,83/3; 1,79/10; 1,74/7; 1,71/7; 1,66/10; 1,55/3; 1,46/3; 1,37/7; 1,31/7; 1,26/3.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> /m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,356 : 1 : 0,867$ ,  $\beta = 104^\circ$ .

**Celula conține:** K<sub>4</sub>Ca<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> • 2 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** formează cruste cristaline și agregate lamelare. Cristalele individuale, uneori centimetrice, sunt tabulare (100) sau prismatice [001]. Fețele din zona [001] sunt striate vertical. Cristalele artificiale sunt prismatice sau aciculare [001].

**Culoare:** incolor, alb lăptos; gălbui datorită incluziunilor.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110),  $\lambda(210)$ , v(310), q(011), r(101), u( $\bar{1}01$ ),  $\omega(\bar{1}11)$ .

**Macle:** comune, de contact pe (100).

**Clivaj:** (110) și (100) perfect; (010) slab.

**Spărtura:** concoidală.

**H = 2 1/2 ; G = 2,603.**

**Compoziția chimică:** K<sub>2</sub>O = 28,03 - 28,80%, CaO = 16,97 - 17,85%, SO<sub>3</sub> = 48,40 - 49,04%, H<sub>2</sub>O = 5,41 - 5,81%.

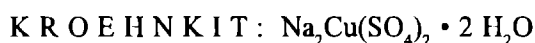
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 2^\circ 17'$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,5010$ ,  $\beta = 1,5166$ ,  $\gamma = 1,5176$ .

Biax negativ.  $2V = 28^\circ 18'$ . Dispersia:  $r < v$ , foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 437 s; 470 fs; 608 p; (647 m + 661 m)d; 750 m; (1108 fp + 1130 fp)d; 1140 i; 1191 p; 1685 s; 3320 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 9,52/60; 3,16/75; 2,86/100.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> /c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,58 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,459 : 1 : 0,436$ ,  $\beta = 108^\circ 30'$ .

**Celula conține:** Na<sub>4</sub>Cu<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> • 4 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** scurt prismatic [001]; pseudo-octaedric cu fețe (110) și (011) larg dezvoltate și (100) alungită. Formează agregate prismatice sau fibroase, cruste. Apare masiv, granular.

**Culoare:** albastrui; cu timpul devine albastru-verzui.

**Luciu:** sticios. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), k(130), h(120), m(110), j(210), q(011), s(021), v(201), w(111), c( $\bar{1}11$ ), n( $\bar{1}32$ ), d( $\bar{1}21$ ), f( $\bar{1}31$ ).

**Macle:** (101) comune.

**Clivaj:** (010) perfect, ( $\bar{1}01$ ) slab.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 2\frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 2,90$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 18,36 - 18,89\%$ ;  $\text{CuO} = 23,25 - 23,56\%$ ;  $\text{SO}_3 = 47,41 - 47,60\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 10,67 - 10,72\%$ .

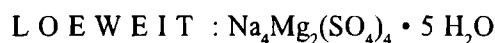
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab albastrui.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = +48^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,544$ ,  $\beta = 1,578$ ,  $\gamma = 1,601$ .

Biax negativ.  $2V = 78^\circ 42'$ . Dispersia:  $r < v$  mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 f s; 450 i; 475 s; 577 m,l; 606 m,l; 652 m; 770 m,l; 995 m; (1056 m + 1080 p + 1112 m)t; 1154 f p; 1185 i; 1660 s,l; 3100 m; 3545 p; 3580.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,33/100; 3,278/90; 2,757/90.



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_{\text{h}} = 11,769 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $\alpha = 106^\circ 5'$ .

**Habitus:** masiv, granule anhedrale încrustate în depozite ale altor săruri.

**Culoare:** incolor; incluziunile de oxizi ferici îi conferă o culoare galbenă, galben-roșietică.

**Luciu:** sticios. Transparent.

**Clivaj:** nedeterminat.

**Spărtura:** concoidală. Solubil în apă. Gust amar.

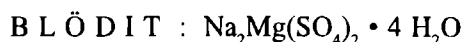
$H = 2\frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 2,374$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 18,10 - 20,17\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 2,90\%$ ;  $\text{MgO} = 12,78 - 14,31\%$ ;  $\text{SO}_3 = 51,30 - 52,35\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 13,70 - 14,80\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\omega = 1,490$ ,  $\epsilon = 1,471$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 618 m,l; 642 m; 895 fs; 996 s; 1046 i; 1090 p; 1129 fp; 1158 fp; 1180 i; 1530 f s,l; 1675 s,l; 3115 m; 3200 m; 3410 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,29/95; 4,04/95; 3,17/100.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,04 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,49 \text{ \AA}$ .



**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,355 : 1 : 0,674$ ,  $\beta = 100^\circ 41'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_8\text{Mg}_4(\text{SO}_4)_8 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice [001]. Apare, de asemenea, masiv, granular sau compact.

**Culoare:** incolor; datorită incluziunilor poate fi verde-albăstrui sau roșcat.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $v(120)$ ,  $m(110)$ ,  $n(210)$ ,  $\lambda(310)$ ,  $d(011)$ ,  $e(021)$ ,  $q(\bar{2}01)$ ,  $p(111)$ ,  $o(121)$ ,  $s(\bar{2}11)$ .

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust sărat și amar.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 2,25 \pm 0,03$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 18,00 - 18,86\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,43\%$ ;  $\text{MgO} = 11,93 - 12,65\%$ ;  $\text{SO}_3 = 47,17 - 48,11\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 21,37 - 21,82\%$ .

Experimental s-a arătat că K poate substitui Na până la limita K: Na = 1 : 30. Dar leonitul, analogul potasic al blöditului, nu este izostructural cu acesta.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 37^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,483$ ,  $\beta = 1,486$ ,  $\gamma = 1,487$ . Biax negativ.  $2V = 71^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 127 (2,8)↘; 208(3,0)↘; 295(0,2)↗; 507(0,1)↘; 635(1,5)↘; 673(1,8)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 m,l; 462 i; 617 p,l; 645 i; 720 m,l; 830 s,l; 995 s; 1100 i; 1127 p,l; 1160 p,l; 1680 s,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 5,02/10; 4,53/80/(210), (011); 4,26/20/(20 $\bar{1}$ ); 4,11/10/(020); 3,95/10/(111); 3,79/20/(120), (21 $\bar{1}$ ); 3,60/10/(300); 3,25/100/(220); 2,96/30/(22 $\bar{1}$ ); 2,71/40/(400), (002); 2,53/40/(40 $\bar{1}$ ); 2,57/30/(32 $\bar{1}$ ); 2,29/20/(231); 2,25/30; 2,16/20; 2,10/20; 2,02/30; 1,98/10; 1,95/20; 1,92/30; 1,85/20; 1,77/30; 1,66/30; 1,62/20; 1,56/10; 1,54/10; 1,51/20; 1,49/10; 1,48/10; 1,40/10; 1,36/20; 1,32/20.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,52 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,88 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,2374 : 1 : 1,0378$ ,  $\beta = 95^\circ 17'$ .

**Habitus:** cristale tabulare (100) și alungite [001]. De obicei apar granule anhedrale concrescute cu alte săruri minerale.

**Culoare:** incolor sau gălbui.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $o(310)$ ,  $M(021)$ ,  $w(101)$ ,  $d(201)$ ,  $\delta(\bar{2}01)$ ,  $p(111)$ ,  $\zeta(\bar{1}12)$ ,  $\pi(\bar{1}11)$ ,  $q(311)$

**Macle:** cristalele artificiale sunt maclate pe (100). Studiile microscopice au condus la identificarea maclelor lamelare.

**Spărtura:** concoidală. Gust amar.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 2,201$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{K}_2\text{O} = 25,62 - 25,69\%$ ,  $\text{MgO} = 10,37 - 10,99\%$ ,  $\text{SO}_4 = 43,67 - 43,76\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,57 - 19,65\%$ . În cristalele artificiale K poate fi substituit de Na, dar materialele naturale corespund formulei. Leonitul este izostructural cu mai mulți compuși de tipul  $\text{AB}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  în care A = K, Rb, Cs,  $\text{NH}_4$ , Tl și B = Mg, Mn, Zn, Cd, Cu, Ni, Co, Fe.

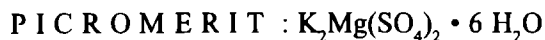
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge a$  mic. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,479$ ,  $\beta = 1,482$ ,  $\gamma = 1,487$ . Biax pozitiv.  $2V = 90^\circ$

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 115↘; 160↘; 570↘; 758↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 f s; 613 p,l; 720 m,l; 850 f s; 1005 i; 1083 p,l; 1100 i; 1139 f p,l; 1155 i; 1210 m; 1640 f s; 1730 f s,l; 3260 s; 3410 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,42/100; 3,04/50; 2,38/45.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,04 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,24 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,095 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,739 : 1 : 0,498$ ,  $\beta = 104^\circ 48'$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice [001]. Formează cruste pe alte depozite de săruri; apare masiv sau în depozite stratificate.

**Culoare:** incolor sau alb; impurificat poate fi roșcat, gălbui sau cenușiu.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), q(011), e( $\bar{2}$ 01), u( $\bar{1}$ 11).

**Clivaj:** ( $\bar{2}$ 01) perfect.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 2,028.

**Compoziția chimică:**  $\text{K}_2\text{O} = 23,28 - 23,39\%$ ,  $\text{MgO} = 10,01 - 10,40\%$ ,  $\text{SO}_3 = 39,74 - 39,76\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 26,84 - 26,87\%$ .

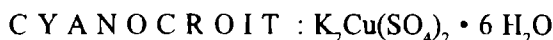
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge a = -1^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,4607$ ,  $\beta = 1,4629$ ,  $g = 1,4755$ . Biax pozitiv.  $2V = 47^\circ 54'$ . Dispersia:  $r > v$  mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 133 $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 m,l; 613 m,l; 715 i; 760 i; 1005 i; 1082 p; 1103 i; 1138 p; 1210 m; 1650 f s; 1730 f s,l; 3270 m.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,15/75; 4,05/75; 3,70/100.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,09 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,18 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7488 : 1 : 0,5091$ ,  $\beta = 104^\circ 28'$ .

**Habitus:** cruste cristaline; cristale tabulare (001).

**Culoare:** verzui albăstrui.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), t(130),  $\eta(\bar{1}$ 01),  $n(\bar{1}$ 11), b(010), l(210), s(120), o(011), e( $\bar{2}$ 01),  $\mu(\bar{1}$ 21).

**Clivaj:** ( $\bar{2}$ 01) perfect.

**H** - nedeterminat ; **G** = 2,224. Solubil în apă.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 18,00\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 21,31\%$ ,  $\text{SO}_3 = 36,23\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 24,46\%$ . Cristalele naturale nu au fost analizate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :**

Orientarea:  $\alpha \wedge c = + 18^{\circ}33'$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,4836$ ,  $\beta = 1,4864$ ,  $\gamma = 1,5020$ .  
Biax pozitiv.  $2V = 46^{\circ}32'$ . Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $MoK_{\alpha}$ , filtru  $ZrO_2$ ): 6,0/20; 5,3/16; 4,21/70; 3,68/100; 3,30/12; 2,99/40; 2,83/36; 2,65/8; 2,50/8; 2,37/50; 2,19/40; 2,12/8; 2,06/24; 1,99/12; 1,92/8; 1,87/8; 1,79/9; 1,69/4; 1,62/4; 1,57/4; 1,48/8; 1,41/4; 1,29/4; 1,25/4.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$  sau  $P 1$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,952 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,886 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,954 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7824 : 1 : 0,7826$ ;  $\alpha = 104,06^{\circ}$ ,  $\beta = 113,96^{\circ}$ ,  $\gamma = 101,15^{\circ}$ .

**Habitus:** cristale mici și rare: tabulare (010) sau alungite [001]. Apare masiv, fibros sau foios.

**Culoare:** incolor și transparent; alb sau cenușiu; incluziunile de oxizi ferici îi dau o culoare roșcată.

**Luciu:** sticlos sau rășinos.

**Forme principale:**  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $\sigma(1\bar{2}0)$ ,  $\gamma(\bar{1}01)$ ,  $z(\bar{1}11)$ ,  $d(1\bar{3}1)$ ,  $l(\bar{3}13)$ ,  $n(\bar{1}31)$ ,  $t(\bar{1}51)$ .

**Macle:** (010) și (100) comune, polisintetice.

**Clivaj:** (101) perfect, (010) imperfect.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,78$ .

**Compoziția chimică:**  $K_2O = 14,41 - 15,66\%$ ,  $CaO = 18,54 - 18,89\%$ ,  $MgO = 6,16 - 6,69\%$ ,  
 $SO_3 = 52,42 - 53,11\%$ ,  $H_2O = 5,98 - 6,50\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,547 - 1,548$ ,  $\beta = 1,560 - 1,561$ ,  $\gamma = 1,567$ .  $2V = 62 - 70^{\circ}$ . Biax negativ.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 145(2,5)☞; 342(2,0)☞; 443(0,2)☞.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 f s; 452 f s; 485 i; 510 i; 540 m; 608 m; 625 p; 658 i; 755 m,l; 995 m; 1018 i; 1100 f p; 1152 p,l; 1180 i; 1510 i; 1645 - 1670 m; 3290 m; 3335 p; 3440 m.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ ): 5,94/18; 4,77/<5; 4,08/6; 3,78/<5; 3,47/<5; 3,39/20; 3,17/90; 2,90/100; 2,54/<5; 2,50/<5; 2,41/<5; 2,33/5; 2,21/15; 2,03/<5; 1,984/9; 1,936/9; 1,891/12; 1,861/12; 1,805/15; 1,766/9; 1,725/8; 1,693/12; 1,584/6; 1,550/5; 1,510/5; 1,453/10; 1,434/<5; 1,403/<5; 1,377/<5; 1,354/6; 1,327/<5; 1,303/5; 1,267/<5; 1,231/8; 1,215/<5; 1,197/<5; 1,179/<5; 1,152/<5; 1,112/7; 1,059/6.



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $2/m \bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $P a 3$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,133 \pm 0,02 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $K_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48 H_2O$ .

**Habitus:** octaedric atunci când provine din soluții pure și cubic când se formează din soluții alcaline. În natură apare masiv, cu structură columnară sau granulară; apare, de asemenea, stalactitic, în cruste, eflorescențe, mase pământoase.

**Culoare:** incolor și transparent sau alb.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** a(001), d(011), o(111), e(012), n(112), p(122).

**Macle:** (111), foarte rare.

**Clivaj:** (111) foarte slab.

**Spărtura:** concoidală. Gust dulceag și astringent.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,757$ .

**Compoziția chimică:**  $K_2O = 5,75 - 9,93\%$ ,  $Na_2O = 0,00 - 1,35\%$ ,  $(NH_4)_2O = 0,00 - 2,42\%$ ,  $Al_2O_3 = 10,40 - 10,75\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00 - 0,80\%$ ,  $SO_3 = 33,75 - 34,00\%$ ,  $H_2O = 45,37 - 45,57\%$ .  $NH_4$  poate substitui K, dezvoltându-se o serie completă între cei doi alauni artificiali.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicele de refracție:  $n = 1,4530 - 1,4661$ , în funcție de  $\lambda$  radiației. Izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 f s; 600 s; 618 s; 700 s; 930 m; 981 s,a; 1075 i; 1105 f p; 1200 i; 1645 f p; 3000 m; 3400 m;

**Difractometria de raze X:** 7,0/20/(111); 5,4/50/(210); 4,96/30/(211); 4,29/100/(220); 4,03/90/(300); 3,65/20/(311); 3,24/90/(321); 3,03/50/(400); 2,93/40/(410), (322); 2,85/30/(411); 2,78/60/(311); 2,71/30/(420); 2,64/30/(421); 2,58/30/(332); 2,47/30/(422); 2,33/40/(511), (333); 2,25/20/(520), (432); 2,21/30/(521); 2,11/30/(522), (441); 2,02/40/(600), (442); 1,97/30/(611), (532); 1,91/50/(620); 1,85/10/(533); 1,68/20/(640); 1,61/40/(642).

### ALAUN DE SODIU : $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $2/m \bar{3}$ .

**Grupa spațială:** P a 3.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,19 \pm 0,02 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $Na_4Al_4(SO_4)_8 \cdot 48 H_2O$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt octaedrice.

**Culoare:** incolor și transparent.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:**  $\alpha(111)$ , a(001).

**Spărtura:** concoidală.

$H \approx 3$ ;  $G = 1,67$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei. Foarte solubil în apă (110 g material se dizolvă în 100 ml apă la 15°C). La 50°C pierde 6  $H_2O$  formând tamarugitul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicele de refracție variază cu  $\lambda$  a radiației:  $n = 1,4356 - 1,4480$ . Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo): 4,23/100/(220); 3,98/50/(300); 3,65/70/(311); 3,15/10/(321); 3,05/10/(400); 2,90/10/(410), (322); 2,72/20/(420); 2,60/10/(421); 2,47/20/(422)? 2,32/20/(511), (333); 2,19/20/(521); 2,04/10/(531); 1,90/30/(620); 1,82/20/(622); 1,75/20/(444); 1,69/20/(711), (551); 1,62/40/(642), 1,50/20/(800).

A L A U N D E A M O N I U :  $(\text{NH}_4)(\text{Al})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

*Sinonim:* tschermigit

*Sistemul de cristalizare:* cubic.

*Clasa:*  $2/m\bar{3}$ .

*Grupa spațială:* P a 3.

$Z = 4$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 12,215 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

*Celula conține:*  $(\text{NH}_4)_4\text{Al}_4(\text{SO}_4)_8 \cdot 48 \text{H}_2\text{O}$ . Este izostructural cu alaunul de potasiu.

*Habitus:* cristalele artificiale formate din soluții pure sunt octaedrice. În natură apare în mase fibroase sau columnare sau formează cflorescențe.

*Culoare:* incolor și transparent până la alb.

*Luciu:* sticlos pentru cristale, mătășos pentru masele fibroase.

*Forme principale:* a(001), d(011), o(111).

*Spărtura:* concoidală. Gust dulceag și astringent.

$H = 1 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,645$ .

*Compoziția chimică:*  $(\text{NH}_4)_2\text{O} = 4,46 - 5,75\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 11,24 - 11,86\%$ ,  $\text{SO}_3 = 35,11 - 35,78\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 46,84 - 48,11\%$ . K poate substitui  $(\text{NH}_4)$ , dezvoltându-se o serie completă între cei doi alauni artificiali.

*Proprietăți optice în lumină transmisă:* incolor.

Indicele de refracție variază în funcție de compoziție și de  $\lambda$  radiației:  $n = 1,4560 - 1,4685$ . Izotrop. Datorită variațiilor în compoziția chimică și mai ales deformărilor mecanice ale rețelei prezintă birefringență anomală.

*Spectrometria de absorbție în infraroșu:* 600 s; 618 s; 700 s; 930 m; 1100 f p; 1410 m,a; 1446 p,a; 1640 p; 3120 m; 3400 m.

*Difractometria de raze X* (cele mai intense linii; sintetic): 3,96/65; 3,08/100; 2,722/75.

B A S S A N I T :  $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Clasa:* 2.

*Grupa spațială:*  $A_2$ .

$Z = 6$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 12,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,83 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,94 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,8594 : 1 : 1,7482$ ,  $\beta = 90^\circ 36'$ .

Cristalele artificiale sunt hexagonale (clasa R) având  $a_0 = 6,82 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,24 \text{ \AA}$ . Posedă apă de tip zeolitic care este pierdută la  $130^\circ\text{C}$ .

*Habitus:* ca pseudomorfoze, după gips; cristale aciculare, microscopice dispuse paralel.

*Culoare:* incolor sau alb

$H =$  nedeterminat;  $G = 2,69 - 2,76$ .

*Compoziția chimică:*  $\text{CaO} = 40,65\%$ ,  $\text{SO}_3 = 58,50\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,60\%$ .

*Proprietăți optice în lumină transmisă:*  $\omega = 1,55$ ,  $\epsilon = 1,57$ .

*Spectrometria de absorbție în infraroșu:* (605 p + 665 p)d; 1012 s; 1100 m; 1120 i; 1158 f p; 1625 m; 3565 i; 3615 p;

*Difractometria de raze X* (cele mai intense linii): 6,01/95; 3,00/100; 2,80/50.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,89 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,69 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,52 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8960 : 1 : 0,9779$ ,  $\beta = 116^\circ 05'$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** apare masiv, larg până la fin granular sau concrescut cu alte săruri.

**Culoare:** incolor, alb cenușiu sau gălbui.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:**  $m(110)$ ,  $u(011)$ ,  $v(111)$ ,  $x(\bar{1}12)$ ,  $p(\bar{1}11)$ .

**Macles:** (001) de contact, rare; macles polisintetice cu axul probabil [110], vizibile la microscop.

**Clivaj:** (110) și (111) perfect;  $(\bar{1}11)$ ,  $(\bar{1}01)$  și (011) slab. Unele varietăți sunt friabile.

**H** = 3 1/2 ; **G** = 2,571.

**Compoziția chimică:**  $\text{MgO} = 29,13\%$ ,  $\text{SO}_3 = 57,85\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,02\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = -76 \text{ } 1/2^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,520$ ,  $\beta = 1,533$ ,  $\gamma = 1,584$ . Biax pozitiv.  $2 V_{Na} = 55^\circ$ . Dispersia  $r > v$ , medie.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 360(2,0)✓; 950(1,0)✓; 1127(10,0)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 590 m,l; 614 m,l; 644 s; 672 fs; 775 s,l; 900 s; 1045 i; 1130 m; 1172 i; 1200 i; 1532 fs; 1654 fs; 3200 m; 3390 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 4,82/40/(110),  $(\bar{1}11)$ ; 3,38/100/( $\bar{1}12$ ), (021); 3,07/20/(200),  $(\bar{2}02)$ ; 2,55/40/( $\bar{2}21$ ), (022); 2,40/5/( $\bar{2}22$ ), (112); 2,33/3/( $\bar{1}31$ )?; 2,19/5/( $\bar{3}11$ ); 2,10/4/( $\bar{1}32$ ); 2,05/17/(221); 1,97/5/( $\bar{3}13$ ); 1,90/5; 1,81/7; 1,67/17; 1,62/8; 1,58/8; 1,54/3; 1,50/5; 1,45/4; 1,40/1; 1,28/8; 1,25/7; 1,22/3; 1,20/4.

## S Z O M O L N O K I T : $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare** (cristal sintetic):  $a_0 = 7,624 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,468 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,123 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0209 : 1 : 0,9538$ ,  $\beta = 115^\circ 52'$ .

**Habitus:** bipiramidal cu dezvoltarea fețelor principale (110) și  $(\bar{1}11)$ ; prin deformare s-au dezvoltat cristale tabulare //  $(\bar{1}11)$ ; forme globulare sau stalactitice.

**Culoare:** galben de sulf, brun-roșcat sau brun-gălbui; poate fi albăstrui sau incolor.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:**  $m(110)$ ,  $u(011)$ ,  $v(111)$ ,  $z(221)$ ,  $p(\bar{1}11)$ ,  $d(\bar{2}21)$ .

**Macles:** comune; legea de maclare nu a fost determinată.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 3,03 - 3,07.

**Compoziția chimică:**  $\text{FeO} = 38,94 - 42,28\%$ ,  $\text{SO}_3 = 45,77 - 47,96\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 10,33 - 10,60\%$ . Solubil în apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Orientarea:  $\alpha \wedge c = 26^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,591$ ,  $\beta = 1,623$ ,  $\gamma = 1,663$ . Biax pozitiv.

$2 V = 80^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1016 m; 1093 i; 1136 f p,l; 1155 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtrată): 4,84/90/(110), ( $\bar{1}11$ ); 3,771/40/(020); 3,441/100/(111); 3,378/40/( $\bar{1}12$ ); 3,305/80/(021); 3,109/90/(200); 2,575/70/( $\bar{2}21$ ); 2,528/80/(022); 2,429/10/(220), (112); 2,400/10/( $\bar{1}13$ ), ( $\bar{2}22$ ); 2,331/50/( $\bar{1}31$ ); 2,231/70/(311)?; 2,109/20/(131); 2,076/60/(221); 2,043/10/( $\bar{2}23$ ); 1,996/70/( $\bar{3}13$ ); 1,936/20; 1,894/10; 1,833/30; 1,745/10; 1,7182/10; 1,6863/70; 1,6469/40; 1,6197/50; 1,6000/50; 1,5881/30; 1,5668/10; 1,5528/10; 1,5117/30; 1,4660/20; 1,4545/10; 1,4362/10; 1,2893/60; 1,2620/50; 1,2160/10; 1,1959/20; 1,1803/20; 1,1655/10; 1,1457/10; 1,1146/20.

S Z M I K I T :  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/a.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare** (cristale artificiale):  $a_0 = 7,758 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,612 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,126 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0192 : 1 : 0,9362$ ,  $\beta = 115^\circ 42'$ .

**Habitus:** masc stalactitică cu o suprafață botrioidală.

**Culoare:** alb-cenușiu, alb cu tentă castanie, roșcat, roz.

**Spărtura:** așchioasă sau pământoasă.

H = 1 1/2 ; G = 3,15.

**Compoziția chimică:** MnO = 41,70 - 41,97%,  $\text{SO}_3 = 47,27 - 47,37\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 10,66 - 11,05\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Orientarea:  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,562$ ,  $\beta = 1,595$ ,  $\gamma = 1,632$ . Biax pozitiv.  $2V = 90^\circ$

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 4,9/40; 3,80/2; 3,51/100; 3,36/20; 3,15/50; 2,59/50; 2,45/4; 2,37/8; 2,25/16; 2,14/6; 2,12/6; 2,02/8; 1,98/4; 1,92/2; 1,88/4; 1,75/3; 1,72/16; 1,68/4; 1,65/6; 1,61/6; 1,57/2; 1,54/4; 1,48/10; 1,43/2; 1,39/2; 1,36/2; 1,31/4; 1,24/2; 1,20/2.

G I P S :  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Varietăți:** alabastru - masiv; selenit - cristale mari și transparente

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C_{2h}$ .

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,67 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,28 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,372 : 1 : 0,415$ ,  $\beta = 113^\circ 50'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristalele nemaclate au un habitus simplu. Ele sunt frecvent tabulare (010) cu fețe ( $\bar{1}11$ ), (120) și mai rar ( $\bar{1}03$ ) bine dezvoltate. Unele cristale sunt ușor alungite // [001]. Fețele (120) și (010) sunt striate // [001], iar (010) arată forme depresionare sau sunt rugoase. Cristale prismatice [001] dezvoltate până la forme aciculare; acestea au fețele din zona de prismă striate [001]. Se întâlnesc și cristale lenticulare formate prin rotunjirea fețelor ( $\bar{1}11$ ) și ( $\bar{1}03$ ). Cristalele lenticulare, cu fețele ( $\bar{1}11$ ) și (011) larg dezvoltate și subordonat fețele (010) și (120), formează agregate de tip rozetă. Apare masiv, granular, foios, pulverulent, fibros; unele fibre sunt dispuse perpendicular pe pereții fisurilor. Formează vine, filonașe sau concrețiuni. În cavități dau naștere la druze; se cunosc și helictite dezvoltate pe tavanul cavităților.

**Culoare:** incolor și transparent; formele masive sunt albe, cenușii, gălbui sau brune.

**Urma:** albă.

**Luciu:** semisticlos; perlat pe suprafețele de clivaj (010).

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), r(180), k(160), i(150), h(140), g(130), M(120), n(011), x(021), s(031), e( $\bar{1}03$ ), G( $\bar{1}02$ ), d( $\bar{1}01$ ), w( $\bar{1}13$ ), l( $\bar{1}11$ ), u( $\bar{1}33$ ), v( $\bar{1}22$ ).

**Macle:** 1. (100) comune, de penetrație (macla coadă de rândunică); aceasta are caracteristic unghiul intrând fărămat de fețele  $(\bar{1}11)$ .

2. Macla de contact  $(\bar{1}01)$  conduce la forme asemănătoare unui fluture sau a unei inimi.

3. Mai rar apare macla cu planul  $(\bar{2}09)$ .

**Clivaj:** (010) perfect, formând suprafețe perfect lise; (100) slab dând o suprafață cu spărtură concoidală; (011) slab care conduce la o spărtură fibroasă (001). Fragmentele obținute prin clivare au o formă rombică cu unghiuri plane de  $66^\circ$  și  $114^\circ$ . Lamelele sunt flexibile, dar nu elastice. **Translații:** cu T(010), t[001] care pot fi produse prin torsiune în jurul axei [001] sau prin curbarea feței (010) în jurul axei [010]. Fețele de clivaj pot arăta asterism.

$H = 2$  (variază cu direcția);  $G = 2,317 \pm 0,005$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 32,57%, SO<sub>3</sub> = 46,50%, H<sub>2</sub>O = 20,93%.

Analizele au arătat că Ba și Sr pot substitui Ca în cantități foarte mici. Cristalele pot conține impurități argiloase sau de oxizi distribuite simetric pe planele de clivaj.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție variază în funcție de  $\lambda$  radiației și de temperatură astfel:

$\lambda$	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
	12°C	105°C	12°C	105°C	12°C	105°C
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

Biax pozitiv. La T=20°C dispersia este  $r > v$  și puternic înclinată. La T=91°C dispersia este  $r < v$  și orizontală.

2 E variază în funcție de  $\lambda$  radiației și de temperatură:

$\lambda$	11,5°	48°	75°
Li(671)	99°16'	74°26'	52°14'
Na(589)	100°36'	75°40'	54°18'
Tl(535)	100°34'	75°23'	54°22'

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 178(2,6)↘; 200(2,2)↘; 342(0,5)↗.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 s.1; 600 m.1; 661 - 673 m; 720 fs; 1010 fs; 1039 s; (1118 p + 1146 p)d; 1626 m; 1687 s; 2195 m,1; (3425 p + 3560 p)d.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 7,56/100/(020); 4,27/51/(12 $\bar{1}$ ); 3,79/21/(031),(040); 3,153/3/(11 $\bar{2}$ ); 3,059/57/(14 $\bar{1}$ ); 2,867/27/(002); 2,786/5/(21 $\bar{1}$ ); 2,679/28/(022),(051); 2,591/4/(150); 2,530/< 1/(060); 2,495/6/(200); 2,450/4/(22 $\bar{2}$ ); 2,400/4/(141); 2,216/6/(15 $\bar{2}$ ); 2,139/1/(24 $\bar{2}$ ); 2,080/10/(12 $\bar{3}$ ); 2,073/8/(112),(25 $\bar{1}$ ); 1,990/4/(170); 1,953/2/(211); 1,898/16/(080),(062); 1,879/10/(11 $\bar{2}$ ); 1,864/4/(31 $\bar{2}$ ); 1,843/1/(231); 1,812/10/(23 $\bar{2}$ ); 1,796/4/(32 $\bar{1}$ ); 1,778/10/(260); 1,711/1/(25 $\bar{3}$ ); 1,694/1/(32 $\bar{3}$ ); 1,664/4/(34 $\bar{1}$ ); 1,645/2/(16 $\bar{3}$ ); 1,621/6/(20 $\bar{4}$ ),(181),(050); 1,599/< 1/(352),(190); 1,584/2/(22 $\bar{4}$ ); 1,532/1/(38 $\bar{2}$ ); 1,522/1/(222),(13 $\bar{4}$ ); 1,50/< 1; 1,48/< 1; 1,458/1; 1,439/2; 1,418/1; 1,401/1; 1,365/3; 1,34/2; 1,32/2; 1,28/1; 1,26/1; 1,25/2; 1,23/2; 1,21/1; 1,19/1.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,110 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,673 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,95 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5725 : 1 : 0,5575$ ,  $\alpha = 97^\circ 35'$ ,  $\beta = 107^\circ 10'$ ,  $\gamma = 77^\circ 33'$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatiche [001] și mai rar tabulare [ $\bar{1}\bar{1}1$ ]. Apare de asemenea stalactitic, reniform sau în vinișoare; masiv, granular.

**Culoarea:** albastru de Berlin, albastrii; uneori are o tentă verzuie.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Subtransparent până la translucid.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $\pi(130)$ ,  $\lambda(120)$ ,  $m(110)$ ,  $v(210)$ ,  $f(3\bar{1}0)$ ,  $n(2\bar{1}0)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $l(1\bar{2}0)$ ,  $N(1\bar{4}0)$ ,  $k(011)$ ,  $\tau(021)$ ,  $q(0\bar{1}1)$ ,  $t(0\bar{2}1)$ ,  $g(0\bar{3}1)$ ,  $d(201)$ ,  $\varnothing(\bar{1}01)$ ,  $p(111)$ ,  $x(\bar{1}\bar{1}2)$ ,  $(\bar{1}\bar{1}1)$ ,  $o(\bar{1}11)$ ,  $e(121)$ ,  $h(\bar{1}\bar{2}2)$ ,  $\psi(131)$ ,  $S(141)$ ,  $r(1\bar{2}1)$ ,  $\sigma(\bar{1}21)$ ,  $e(\bar{1}\bar{2}1)$ ,  $\zeta(\bar{1}\bar{3}1)$ .

**Macle:** rare, cruciforme, alcătuite din doi indivizi la care muchiile [001] [i [100] ale unuia sunt paralele cu [100] și respectiv [001] ale celuilalt, planul (010) fiind comun.

**Clivaj:**  $(1\bar{1}0)$  imperfect și (110) în urme.

**Spărtura:** concoidală. Gust metalic, grețos.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,286$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 30,5 - 31,87\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,50\%$ ,  $\text{SO}_3 = 32,00 - 32,13\%$ ,

$\text{H}_2\text{O} = 35,70 - 36,07\%$ . În cristalele artificiale Cu poate fi substituit prin Mg, Mn, Zn și  $\text{Fe}^{2+}$  în limitele Mg : Cu = 1 : 20,9; Mn : Cu = 1 : 10,2; Zn : Cu = 1 : 11,5; Fe : Cu = 1 : 18,5.

În cristalele naturale a fost depistat  $\text{Fe}^{2+}$  și alți cationi divalenți; dar în cantități foarte mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau albastrii deschis. Indicii de refracție în lumină de Na:  $\alpha = 1,5140$ ;  $\beta = 1,5368$ ;  $\gamma = 1,5434$ . Biax negativ:  $2V = 56^\circ 02'$ . Dispersia:  $r < v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $110 \curvearrowright$ ;  $140 \curvearrowright$ ;  $280 \curvearrowright$ ;  $810 \curvearrowright$ ;  $870 \curvearrowright$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 m; 519 s; (590 m + 621 m)d; 670 m; 800m,1; 870 m,1; 971 m; 1010 fp; (1080 fp; 1135 fp ,1 + 1195 fp)t; 1530 fs; 1620 - 1650 s; 2350 i; 2460 m; 3250 p.

**Difractometria de raze X:** 10,45/30/(101); 5,70/60/(100), (001); 5,45/70/(110); 5,15/40/(0 $\bar{1}1$ ); 4,70/100/(( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )); 4,26/40/(120); 3,97/70/(0 $\bar{2}1$ ), ( $\bar{1}\bar{2}1$ ); 3,69/70/(021); 3,53/35/(120); 3,45/30/(111); 3,29/40/(1 $\bar{1}1$ ); 3,24/30/(130); 3,17/20/(( $\bar{1}21$ ), ( $\bar{1}\bar{3}1$ )); 3,04/40/(121), (0 $\bar{3}1$ ); 2,89/5; 2,85/15; 2,82/40; 2,78/15; 2,74/40; 2,75/5; 2,66/40; 2,55/15; 2,55/15; 2,52/5; 2,45/30; 2,41/60.

## BIANCHIT : $\text{ZnSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/c$ .

$Z = 8$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,3847 : 1 : 3,3516$ ,  $\beta = 98^\circ 12'$ .

**Habitus:** cruste cristaline. Cristalele artificiale sunt tabulare (001) cu fețele (110) și (112) proeminente.

**Culoare:** alb; compuși cu Fe devin galben-roșcați prin oxidare.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $\sigma(10\bar{1})$ ,  $\xi(11\bar{1})$ ,  $w(11\bar{2})$ ,  $\zeta(11\bar{3})$ ,  $y(11\bar{4})$ ,  $r(102)$ .

**Macle:** (001) comune în materialele sintetice.

**Clivaj:** nedeterminat.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,08$ .

**Compoziția chimică:** ZnO = 15,37 - 30,19%, FeO = 0,00 - 13,57% SO<sub>3</sub> = 29,70 - 30,24%, H<sub>2</sub>O = 39,92 - 40,82%. Zn poate fi înlocuit prin Fe.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = -26^\circ$  ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție (pentru raportul Zn : Fe  $\approx 2 : 1$ )  $\alpha = 1,465$  ,  $\beta = 1,494$ ,  $\gamma = 1,495$ . Biax negativ:  $2V = 10^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (radiație CoK <sub>$\alpha$</sub> ) : 5,85/50/(110),( $\bar{1}$ 11); 5,47/70/(111),( $\bar{1}$ 12); 5,12/20/(112); 4,58/40/(200); 4,88/30/( $\bar{1}$ 13),( $\bar{2}$ 02); 4,42/100/( $\bar{1}$ 14),(202); 4,16/40/( $\bar{2}$ 04); 4,03/90/(006),(114); 3,86/10/( $\bar{1}$ 15); 3,71/10; 3,61/60/(020),(204); 3,39/40/( $\bar{2}$ 06); 3,196/40/(116);3,016/50/( $\bar{3}$ 12); 2,965/80/(313); 2,913/80/(220),( $\bar{2}$ 21); 2,847/20/(312),( $\bar{3}$ 14); 2,778/30/(222),( $\bar{1}$ 18); 2,688/30/(313),(026); 2,587/40/(118),( $\bar{3}$ 16); 2,507/20; 2,473/10; 2,429/10; 2,361/10; 2,319/10; 2,274/60; 2,223/20; 2,202/20; 2,144/10; 2,075/20; 2,040/20; 2,012/30; 2,000/50; 1,816/30; 1,795/30; 1,769/20; 1,758/30; 1,730/20; 1,708/20; 1,687/20.

MELANTERIT : FeSO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O

PISANIT : (Fe,Cu)SO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O

KIROVIT : (Fe,Mg)SO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O

Melanteritul este dimorf cu tauriscitul

Varietatea zinciferă poartă denumirea de sommairit

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** F 2/d.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,34 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,02 \text{ \AA}$ ; pentru FeSO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,183 : 1 : 1,543$ ,  $\beta = 104^\circ 16'$ .

**Celula conține:** (Fe, Cu, Mg)<sub>16</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>16</sub> • 112 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** scurt prismatic [001] cu fețe (110) și (001) larg dezvoltate; cristale tabulare (010) sau (10 $\bar{1}$ ); cristale octaedrice datorate dezvoltării egale a fețelor (110),(001) și ( $\bar{1}$ 01). Melanteritul cuprifera și pisanitul au cristale cu habitus simplu, pseudorombic cu fețe (110) și (001) sau prismatice [001]. Se dezvoltă stalactitic sau concreționar; cruste, fibre sau agregate capilare; masiv sau pulverulent.

**Culoarea:** verde, verde albastrui, albastru în funcție de raportul Cu: Fe. Formele masive și fibroase sunt alb-verzui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Semitransparent până la translucid. Prin expunerea la lumină devine alb-gălbui și opac.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), o(011), w(103), v(101), s( $\bar{1}$ 05), t( $\bar{1}$ 01), r(111),  $\gamma$ ( $\bar{1}$ 21).

**Clivaj:** (001) perfect. (110) distinct.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust acru, astringent și metalic.

$H = 2$  ;  $G = 1,898$  (FeSO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O).

**Compoziția chimică:**

- Melanterit: MgO = 0,00 - 1,87%, FeO = 17,74 - 25,84%,  
CuO = 0,00- 2,21%. ZnO = 0,00 - 8,92%,  
MnO = 0,00 - 1,90%, SO<sub>3</sub> = 26,30 - 31,15%,  
H<sub>2</sub>O = 41,42 - 45,79%.
- Pisanit: MgO = 0,00 - 0,97%, FeO = 8,51 - 16,37%,  
CuO = 9,17 - 18,81%, SO<sub>3</sub> = 27,93 - 29,00%,  
H<sub>2</sub>O = 44,75 - 45,46%.
- Kirovit: MgO = 3,36 - 7,45%, FeO = 12,75 - 18,48%,  
CuO = 0,04 - 4,40%, ZnO = 0,00 - 0,50%,  
MnO = 0,00 - 0,18%, SO<sub>3</sub> = 29,93 - 30,51%,  
H<sub>2</sub>O = 44,50 - 47,30%.

Cu substituie Fe până la limita raportului Fe : Cu = 1 : 1,89. Denumirea de melanterit este aplicată specimenelor la care Fe : Cu > 5 : 1. Pisanitul este termenul în care conținutul în Cu se află deasupra acestei limite. Pisanitul este aparent izostructural cu boothitul (CuSO<sub>4</sub> • 7 H<sub>2</sub>O) de care este separat printr-o lacună existentă în seria soluției solide dintre ele. Mg substituie Fe până la limita depistată sintetic Fe : Mg = 1 : 1,38. Kirovitul este specimenul cu raportul Mg : (Fe,Cu) > 1 : 5. Fe mai poate fi substituit de Zn Co, Ni și Mn, cunoscându-se limitele Zn : Fe = 1 : 2,26 și Mn : Fe = 1 : 11,2. Kirovitul cuprifera are în formulă toți cei trei cationi în raportul Cu : Mg : Fe = 1 : 2,9 : 3,8.

Varietatea de melanterit zincifer (sommairit) are raportul Zn : Fe 1 : 2,3.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verde pal.

Indicii de refracție depind de raporturile intercationice:

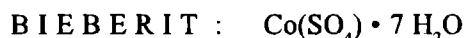
Orientarea	Melanterit $\lambda_{Na}$	Kirovit	Pisanit Fe : Cu ≈ 1,7 : 1
$\alpha$	1,4713	1,467	1,472
$\beta$	1,4782		1,479
$\gamma$	1,4856	1,476	1,487
$\gamma = c$	61°	12°	
2V	85°27'	mare	foarte mare

Biax pozitiv. Dispersia:  $r > v$ , mică, înclinată.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): - Melanterit: 83(0,3)✓; 110(0,5)✓; 130(3,2)✓; 310(0,2)✓; 735(0,5)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** - Melanterit: 442 m; 618 p,1; 712 m,1; 982 i; 1085 - 1110 fp,1; 1150 i; 1621 i; 3330 p,1; 3400 p,1.

**Difracțiometria de raze X:** - Melanterit (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 8,0/2; 6,8/5/(200); 6,0/2/(110); 5,5/13/( $\bar{1}11$ ); 4,90/100/(111),( $\bar{2}02$ ); 4,55/8/( $2\bar{1}1$ ),( $300$ ); 4,02/8/(211),( $\bar{3}02$ ); 3,78/64/( $\bar{3}11$ ),( $310$ ); 3,23/20/(020),( $311$ ); 3,09/6/( $\bar{2}13$ ),( $\bar{1}21$ ); 2,92/3; 2,75/11; 2,63/16; 2,50/3; 2,42/2; 2,31/10; 2,17/2; 2,11/2; 2,07/5; 2,01/8; 1,96/8; 1,92/2; 1,87/8; 1,81/2; 1,75 5; 1,70/6; 1,63/5; 1,56/3; 1,53/3; 1,50/3; 1,47/2.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** F 2/d.

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,45 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,08 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,04 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,181 : 1 : 1,532$ ,  $\beta = 104^\circ 40'$ .

**Celula conține:** Co<sub>16</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>16</sub> • 112 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristalele artificiale sunt asemănătoare melanteritului. Formează cruste și stalactite.

**Culoare:** roz, roșcat-carmin.

**Luciu:** sticlos. Semitransparent. Se deshidratează parțial la temperatura camerei formând un hexahidrat opac, făinos.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), e(013), o(011) f(103), v(101), t( $\bar{1}01$ ), p(111), n(121), u( $\bar{1}21$ ).

**Clivaj:** (001) perfect, (110) bun.

**H** ≈ 2 ; **G** = 1,96.

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 3,86%, CuO = 0,00 - 0,3%, CoO = 19,91 - 26,66%, SO<sub>3</sub> = 28,48 - 29,05% H<sub>2</sub>O = 44,86 - 46,83%. În cristalele artificiale Fe<sup>2+</sup> substituie Co existând o serie completă între termenii finali FeSO<sub>4</sub> • 7H<sub>2</sub>O și CoO • 7H<sub>2</sub>O. De asemenea Co mai poate fi substituit de Cu. În materialele naturale Co poate fi substituit de mici cantități de Cu și Mg, cu raportul Mg : Co = 1 : 2,8.

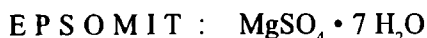
**Proprietățile optice în lumină transmisă** : încolor sau roz pal.

Orientarea:  $\alpha = b, \gamma \wedge c = + 29^{\circ}18'$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,4748, \beta = 1,4820, \gamma = 1,4885$ .

Biax pozitiv.  $2V = 88^{\circ}01'$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 437 m,1; 500 i; 568 p,1; 610 i; 632 m,1; 672 m; 718 i; 987 i; 1014 m; 1110 fp; 1145 i; (1630 m,1 + 1662 m,1 + 1686 m,1)t; 3300; 3400; 3490.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,87/100; 4,82/55; 3,76/75.



*Varietatea fauserit conține Mn ca substituent pentru Mg*

**Sistemul de cristalizare**: rombic.

**Clasa**: 222.

**Grupa spațială**:  $P 2_1 2_1 2_1$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 11,94 \text{ \AA}, b_0 = 12,03 \text{ \AA}, c_0 = 6,865 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9925 : 1 : 0,5707$ .

**Celula conține**:  $\text{Mg}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus**: materialele naturale sunt rareori bine cristalizate. Apare fibros sau acicular cu alungirea // [001] formând cruste; sunt cunoscute mase botrioidale sau reniforme, stalactitice. Cristalele artificiale sunt scurt prismatice [001].

**Culoare**: cristale pure incolor și transparente, iar agregatele masive sunt albe și translucide. Varietățile cu Co sunt roz, iar cele cu Ni verzui.

**Luciu**: sticlos pe fețele de cristal; varietățile fibroase au luciu mătășos, iar cele masive au uneori luciu pământos.

**Forme principale**: b(010), a(100), f(120), m(110), g(210) l(310), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211).

**Macles**: (110) rare.

**Clivaj**: (010) perfect, (101) distinct.

**Spărtura**: concoidală. Translatează cu ușurință: T(110), t[110] ?; T(100), t[010] ?; T(011), t[011] ?; T(101), t[101] ?.

Formează concreșteri orientate pe muscovit: (100) sau (110) epsomit // (001) muscovit și 001 epsomit // [120], [310], [150], [120], [310], [150] muscovit.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,677 \pm 0,002$  (artificial). Gust amar și sărat, uneori metalic.

**Compoziția chimică**:  $\text{MgO} = 11,40 - 17,24\%$ ,  $\text{ZnO} = 0,00 - 2,82\%$ ;  $\text{FeO} = 0,00 - 7,77\%$ ,  $\text{CoO} = 0,00 - 1,06\%$   $\text{NiO} = 0,00 - 0,13\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 4,28\%$ ,  $\text{SO}_3 = 31,23 - 34,49\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 47,44 - 51,32\%$ .

Formează serii de soluții solide complete sau parțiale cu diferite metale divalente. Există astfel serii complete cu  $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  și  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ . Fe și Mn substituie parțial Mg până la limitele Fe:  $\text{Mg} \approx 1 : 5$ ,  $\text{Mn} : \text{Mg} \approx 4 : 10$ . Varietatea fauserit are însă raportul  $\text{Mn} : \text{Mg} 2 : 5$ ; unii autori o consideră însă un amestec al sulfatilor hidratați ai celor două metale. Cu și Co pot substitui Mg în cantități limitate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor.

Orientarea:  $\alpha = a, \beta = c, \gamma = b$ . Indicii de refracție variază în funcție de  $\lambda$ :  $\alpha = 1,4299 = 1,4400$ ;  $\beta = 1,4523 - 1,4623$ ;  $\gamma = 1,4572 - 1,4694$ . Biax negativ.  $2V = 49^{\circ}57' - 50^{\circ}25'$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 150 $\forall$ ; 190 $\forall$ ; 210 $\forall$ ; 360 $\forall$ ; 910 $\forall$ ; 1120 $\forall$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu** : 428 m; 616m,1; 748 i; 990 i; 1040 fs; 1040 fs; 1086 - 1110 fp,1; 1130 i; 1660 m,1; 3270; 3400 fp,1.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,99/22/(020); 5,95/6/(011); 5,35/25/(120); 4,46/14/(201); 4,21/100/(121); 3,79/13/(130); 3,76/7/(310); 3,453/16/(031); 3,304/3/(320); 3,178/6/(112); 3,000/13/(040); 2,977/14/(022); 2,880/20/(410),(212); 2,812/1/(330); 2,748/14/(041); 2,677/24/(240); 2,659/22/(420); 2,493/2/(241); 2,482/< 1/(421); 2,389/5/(340); 2,352/< 1/(150); 2,258/5/(042); 2,253/7/(481); 2,227/4/(250),(151); 2,204/11/(113),(412); 2,115/7/(251); 2,110/4/(440), (242); 2,040/< 1/(530); 2,017/3/(441); 1,964/4/(032),(351), 1,955/3/(432),(531); 1,900/1/(601); 1,894/2/(260),(161), 1,882/1/(233); 1,877/1/(611); 1,861/1/(540); 1,826/< 1/(261); 1,799/4/(451).

## GOSLARIT : $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Varietăți: ferogoslarit și cuprogoslarit; conțin Fe și respectiv Cu în substituție pentru Zn*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 2_1 2_1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,09 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,83 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,982 : 1 : 0,566$ .

**Celula conține:**  $\text{Zn}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 28 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt slab prismatice [001]. Formează eflorescențe, cruste, mase stalactitice sau stalagmitice cu structură fibroasă; apare și masiv, granular sau fibros.

**Culoare:** incolor și transparent când este pur; cristalele conținând Fe, Mn, Cu în soluție solidă au tente brunc, verzui sau albastrii. Materialele masive sunt albe.

**Luciu:** sticlos pentru cristale, mătășos pentru varietățile fibroase.

**Forme principale:** b(010), a(100), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), t(121), s(211). Formează agregate orientate pe muscovit astfel: (100) [001] sau (010) [001] goslarit // (001), [120], [310], [150], [120], [310] sau [150] muscovit.

**Clivaj:** (010) perfect. Casant. Puternic diamagnetic. Gust astringent, metallic.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,978$  (cristale).

**Compoziția chimică:**  $\text{MgO} = 0,00 - 6,90\%$ ,  $\text{CuO} = 0,00 - 6,68\%$ ,  $\text{ZnO} = 11,77 - 28,30\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 6,41\%$ ,  $\text{NiO} = 0,00 - 0,22\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 6,50\%$ ,  $\text{SO}_3 = 27,02 - 30,00\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 41 - 48,19\%$ .

În produsele artificiale există o serie completă între  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$  și  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ . Cu, Fe și Mn. Pot substitui Mg aproximativ între limitele:  $\text{Cu} : \text{Zn} = 1 : 3,5$ ;  $\text{Fe} : \text{Zn} = 1 : 8,65$  și  $\text{Mn} : \text{Zn} = 1 : 2,9$ .

Prin încălzire trece în hexahidrat la  $33^\circ\text{C}$  și în monohidrat la  $100^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientare:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de referințe ( $\lambda_{\text{Na}}$ );  $\alpha = 1,4568$ ,  $\beta = 1,4801$ ,  $\gamma = 1,4844$ .

Biax negativ.  $2 V_{\text{Na}} = 46^\circ 10'$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 35(0,3)%, 55(0,5)%, 137(3,5)%, 288(1,7)%, 752(1,0)%.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 m; 608 p; 628 i; 645 - 668 m; 750 m.l; 982 s; 1012 s; 1022 s; 1088 f.p.l; 1110 i; 1145 m; 1200 p; 1641 m.l; 1657 i; 3300; 3380; 3430.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,43/10/(110); 6,02/10/(020); 5,91/8/(101); 5,36/80/(120); 5,29/35/(210); 4,52/8/(101); 5,36/80/(120); 4,18/50/(211); 3,80/12/(021); 4,46/25/(201); 4,21/100/(121); (220) 4,18/50/(211); 3,80/12/(130); 3,74/20/(310); 3,457/25/(031); 3,411/10/(002); 3,319/16/(131); (230); 3,162/6/(112); 2,985/16/(231); 2,953/10/(202); 2,867/35/(212); 2,809/20/(330); 2,754/20/(041); 2,682/18/(141); 2,680/18/(240); 2,651/30/(222); 2,648/16/(420); 2,599/4/(032); 2,497/10/(241); 2,469/8/(421); 2,394/4/(340); 2,376/10/(232); (430); 2,362/10/(150); 2,258/4/(042); 2,255/14/(341); 2,236/12/(013); 2,233/6/(103); 2,195/18/(113); (052); 2,127/8/(023); 2,109/4/(242); 2,092/12/(123); (422); 2,055/8/(350); 2,034/15/(530); 2,012/8/(441); 2,007/8/(060); 1,979/10/(033); 1,968/12/(303); (062); 1,950/8/(133); 1,914/15/(512); 1,902/10/(161); 1,888/12/(601); 1,874/8/(233); 1,867/10/(620); 1,857/6/(540); 1,831/10/(261); 1,801/10/(621); 1,795/6/(143); 1,761/6/(630); (352); 1,731/14/(062); 1,713/10/(162); 1,706/10/(004); 1,687/6/(104); 1,607/10/(114); 1,648/10/(343); 1,638/6/(204); (622); 1,625/10/(124); 1,624/10/(214); 1,581/6/(224); 1,557/4/(134); 1,546/4/(443); 1,506/6/(080); 1,487/10/(603); (272); 1,467/8/(414); (740); 1,461/8/(810); 1,443/6/(623); 1,379/6/(750); 1,355/6/(105); (831); 1,342/4/(812); (282); 1,273/4/(671).

## MORENOSIT : $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 2_1 2_1$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,80 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,983 : 1 : 0,564$ .

**Celula conține:**  $\text{Ni}_4(\text{SO}_4)_4 \cdot 28 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt scurt prismatice [001] cu fețele (110), ( $\bar{1}\bar{1}$ ), (111), (010) și (101) proeminente.

În natură este întâlnit ca eflorescențe, cruste formate din cristale prismatice sau fibre; apare și în formațiuni stalactitice.

**Culoare:** alb verzui, verde. Nuanța verzui este cu atât mai slabă cu cât crește conținutul Mg.

**Urma:** albă cu tentă verzui.

**Luciu:** sticlos. Cristalele nealterate sunt transparente.

**Forme principale:** b(010), f(120), m(110), v(011), r(021), n(101), x(201), z(111), w( $\bar{1}\bar{1}$ ), t(121), s(211),  $\epsilon(2\bar{1}\bar{1})$ .

**Clivaj:** (010) distinct.

**Spărtura:** concoidală. Slab paramagnetic. Gust metalic astringent.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,953$ .

**Compoziția chimică:** Ni = 14,16 - 27,16%, MgO = 0,00 - 7,65%,  $\text{SO}_3 = 28,51 - 30,36\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 42,49 - 47,83\%$ .

Există o serie completă între epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ ) și marenosit. Denumirea minereului este aplicată de fapt tuturor compozițiilor din serie cu raporturi mai mari decât Ni : Mg = 1 : 1. În materialele artificiale Fe și Cu pot substitui Ni în proporții reduse, limitele maxime fiind: Fe : Ni = 1 : 5 și Cu : Ni = 1 : 49.

Analizele spectrale ale materialelor naturale au dus la identificarea V.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde pal.

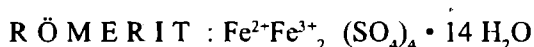
Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,4693$ ,  $\beta = 1,4893$ ,  $\gamma = 1,4923$ .

Biax negativ.  $2V = 41^\circ 54'$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) :  $80^\circ\text{C}$ ,  $200^\circ\text{C}$ ,  $430^\circ\text{C}$ ,  $900^\circ\text{C}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 485 i; 609 i; 622 m; 653 i; 998 i; 1085 - 1110 f.p.l.; 1140 i; 1643 m; 1659 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ):  $8,5/4/(110)$ ;  $7,5/4$ ;  $6,0/2/(011)$ .(020);  $5,3/60/(111)$ .(210);  $4,45/12/(021)$ .(201);  $4,20/100/(121)$ .(211);  $3,75/16/(310)$ ;  $3,45/(16/(031))$ ;  $2,96/6/(321)$ .(022);  $2,85/25/(212)$ ;  $2,75/6/(041)$ ;  $2,65/16/(411)$ .(222);  $2,49/4/(421)$ ;  $2,36/4/(150)$ ;  $2,24/10/(151)$ .(501);  $2,19/12$ ;  $2,09/8$ ;  $2,02/2$ ;  $1,94/6$ ;  $1,90/2$ ;  $1,86/6$ ;  $1,79/2$ ;  $1,72/4$ ;  $1,70/2$ ;  $1,62/2$ ;  $1,61/4$ .



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare :**  $a_0 = 6,463 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,309 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,341 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4222 : 1 : 0,4142$ ,  $\alpha = 90^\circ 32'$ ,  $\beta = 101^\circ 5'$ ,  $\gamma = 85^\circ 44'$ .

**Habitus:** pseudocubic cu dezvoltare fețelor din zona [001]; cristalele tabulare (010). Apare granular, în agregate cristaline încrustate sau stalactitic.

**Culoare:** brun, castaniu până la galben, cu tente și irizații violete.

**Luciu:** gras sau sticlos. Translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), j(130), k(130), m(110),  $M(1\bar{1}0)$ ,  $K(\bar{1}\bar{2}0)$ ,  $W(0\bar{1}1)$ ,  $r(\bar{1}\bar{1}1)$ .

**Clivaj:** (010) perfect, (001) bun.

**Spărtura:** neregulată. Gust salin, astringent.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,174$ .

**Compoziție chimică:** ZnO = 0,00 - 3,06%, FeO = 5,80 - 8,94%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 19,55 - 20,84\%$ ,  $\text{SO}_3 = 38,30 - 41,54\%$   
 $\text{H}_2\text{O} = 28,00 - 33,40\%$ .  $\text{Fe}^{2+}$  poate fi substituit în cantități mici de Zn.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun - gălbui.

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,519 - 1,524$  (galben - roșcat);  $\beta = 1,570 - 1,571$  (galben pal);  $\gamma = 1,580 - 1,583$  (brun gălbui). Biax negativ.  $2V = 45-51^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 460 i; 494 p.l; 595 p.l; 618 i; 680 m.l; 855 s; 1002 p; 1070 f.p; 1145 f.p; 1184 m; 1225 p; 1635 m.l; 3400; 3580.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 5,02/60; 4,75/100; 4,06/100; 3,36/10; 3,25/10; 3,13/30; 3,04/30; 2,94/20; 2,83/20; 2,60/30; 2,52/20; 2,38/20; 2,20/20; 2,10/20; 1,89/20.

## PICKERINGIT $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2.

**Grupa spațială:** P 2.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 24,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,18 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8595 : 1 : 0,2553$ ,  $\beta = 95^\circ$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_4\text{Al}_8(\text{SO}_4)_{16} \cdot 88\text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale aciculare care în mod excepțional au terminații bine definite. Agregate de cristale aciculare sau fibroase; formează încrustații sau eflorescente. Cristalele bine dezvoltate prezintă uneori incluziuni gazoase sau lichide.

**Culoare:** incolor, alb, alb gălbui, galben - roz.

**Luciu:** sticios. Transparent spre translucid.

**Forme principale:**  $^1b.b(010)$ ,  $^1m.m(110)$ ;  $^1y.y(031)$ ;  $d(101)$ ;  $^1p.p(111)$ ;  $^1q.q(221)$ ;  $^1P.P(\bar{1}11)$ ;  $^1g.g(131)$ ;  $^1i.i(211)$ ;  $^1j.j(3231)$ ;  $^1r.r(311)$ ;  $^1t.t(321)$ ;  $^1v.v(421)$ .

**Clivaj:** (010) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust astringent.

$H = 1\ 1/2$ ;  $G = 1,73 - 1,79$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{MgO} = 2,64 - 4,69\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 3,95\%$ ;  $\text{MnO} = 0,00 - 2,17\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,52 - 11,87\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,04\%$ ,  $\text{So}_3 = 35,28 - 37,84\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 44,66 - 47,00\%$ . Existând o serie completă între  $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$  (halotrichit). Numele de pickeringit se aplică acelor compuși care au  $\text{Mg} > \text{Fe}$ . Mg (și împreună cu el  $\text{Fe}^{2+}$ ) poate fi de Co și Cu. Al poate fi substituit de  $\text{Fe}^{3+}$  până la limita corespunzătoare raportului de  $\text{Fe} : \text{Al} = 1 : 3,7$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ;  $\gamma \wedge c = 36^\circ$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,475$ ,  $\beta = 1,480$ ,  $\gamma = 1,483$ . Biax negativ  $2V = 60^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 638 m; 725 i; 960 m; 982 s; 1000 s; 1085 m; 1125 f.p; 1660 m; 2960; 3400.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 10,6/6/(200).(120); 9,7/18/(210); 8,0/12/(220); 7,12/4/ 6,73/4/(310); 6,08/20/(040).(320); 5,87/10/(140); 5,31/14/(240); 4,97/20/(211); 4,82/100/(\bar{3}11).(420); 4,69/10/(131).(221); 4,62/14/(\bar{2}31); 4,40/14/(250); 4,32/35/(\bar{1}41).(311); 4,18/20/(141).(\bar{4}01); 4,122/30/(\bar{2}41).(321); 3,97/20/(160).(350); 3,791/30/(\bar{1}51).(\bar{3}41); 3,67/6/(\bar{2}51); 3,510/80/(251); 3,459/12/(\bar{4}41); 3,344/12/(\bar{1}61).(620); 3,285/12/(\bar{1}61).(270); 3,182/10/(\bar{5}21).(630); 3,05/8; 3,03/6; 2,978/10; 2,898/20; 2,836/14; 2,788/10; 2,766/10; 2,720/8; 2,687/20; 2,618/8; 2,560/10; 2,520/6; 2,470/8; 2,400/8; 2,304/10; 2,284/14.

## HALOTRICHIT : $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2.

**Grupa spațială:** P 2.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,47 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 24,24 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,167 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,845 : 1 : 0,254$ ,  $\beta = 96^\circ 48'$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_4\text{Al}_8(\text{SO}_4)_{16} \cdot 88 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** acicular [001], cristalele cu terminații bine definite fiind foarte rare. Formează încrustații, eflorescențe, agregate radiare de cristale aciculare, asbestiforme. Uneori conține incluziuni gazoase sau lichide.

**Culoare:** incolor sau alb, gălbui sau verzui.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** b(010), l(250), m(110).

**Clivaj:** (010) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant. Gust astringent.

**H** = 1 1/2 ; **G** = 1,89.

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 2,84%; FeO = 4,23 - 8,07%; MnO = 0,00 - 2,56%;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,07 - 11,45\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,63\%$ ;  $\text{SO}_3 = 34,66 - 37,28\%$   $\text{H}_2\text{O} = 40,35 - 46,18\%$ . Între pickeringit -  $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$  și halotrichit se dezvoltă o serie completă, practic, toți termenii fiind cunoscuți în natură. Numele de halotrichit se aplică acelor varietăți care au  $\text{Fe} > \text{Mg}$ . Fe (și implicit Mg) poate fi substituit de Mn precum și de mici cantități de Co și Cu. Ca și în pickeringit Al poate fi substituit de  $\text{Fe}^{3+}$  până la limite  $\text{Fe} : \text{Al} = 1 : 3,7$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 36^\circ$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,480$ ,  $\beta = 1,486$ ,  $\gamma = 1,490$ . Biax negativ.  $2V = 35^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 625 p.l; 725 i; 960 m; 982 i; 1000 s; 1068 i; 1085 m; 1121 f.p; 1150 i; 1650 m.l; 3000; 3400.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 10,4/15/(200).(120); 9,5/15/(210); 7,82/10/(220); 6,02/30/(040).(320); 5,24/15/(240).(121); 4,77/100/(150).(420); 4,62/30/(23 $\bar{1}$ ).(32 $\bar{1}$ ); 4,29/55/(311).(401); 4,09/45/(510).(321); 3,95/35/(160).(350); 3,75/40/(401).(260); 3,48/100/(351).(360); 3,30/20/(620).(26 $\bar{1}$ ); 3,16/15; 3,05/15; 2,96/20; 2,86/30; 2,76/20; 2,67/25; 2,61/20; 2,55/20; 2,447/10; 2,390/5; 2,279/10; 2,231/5; 2,009/15; 1,947/5; 1,868/20; 1,776/5; 1,663/5.

## DIETRICHIT : $(\text{Zn,Fe,Mn})\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2.

**Grupa spațială:** P 2.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,47 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 24,24 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,167 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,845 : 1 : 0,254$ ,  $\beta = 96^\circ 48'$ .

**Celula conține:**  $(\text{Zn,Fe,Mn})_2\text{Al}_4(\text{SO}_4)_8 \cdot 44 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cruste și eflorescențe fibroase.

**Culoare:** alb, galben brun.

**Luciu:** mătășos.

**Clivaj:** nu s-a determinat. Solubil în apă.

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 0,33, FeO = 3,07 - 3,11% MnO = 1,69 - 1,74%, ZnO = 3,66 - 3,70%,



$\text{Al}_2\text{O}_3 = 11,41 - 10,92\%$ ,  $\text{SO}_3 = 35,83 - 35,94\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 44,34 - 44,38\%$ .

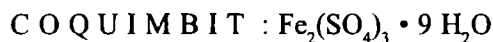
În analizele disponibile Zn : Fe : Mn = 1,86 : 1,77 : 1.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 29^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):

$\alpha = 1,475$ ,  $\beta = 1,480$ ,  $\gamma = 1,488$ . Biax pozitiv.  $2V = \text{mare}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 f.s; 459 f,s; 520 f.s; 528 f.s; 600 i; 615 p; 710 m.l; 957 s.l; 1105 fp.l; 1190 i; 1640 m.l; 3000; 3380; 3580.

**Diffractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,77/100; 4,29/55; 3,48/100.



*Dimorf cu paracoquimbitul*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{3} c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,992 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,084 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,5642$ . Rețea hexagonală.

**Celula conține:**  $\text{Fe}_8(\text{SO}_4)_{12} \cdot 36 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatiche  $[0001]$  cu  $(10\bar{1}0)$  și  $(11\bar{2}0)$  sau piramidale cu fețe  $(10\bar{1}1)$ .

Apare masiv granular.

**Culoare:** violet deschis, gălbui sau verzui.

**Luciu:** sticos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $p(10\bar{1}3)$ ,  $q(10\bar{1}2)$ ,  $r(10\bar{1}1)$ ,  $e(11\bar{2}2)$ ,  $f(11\bar{2}1)$ ,  $f(11\bar{2}1)$ ,  $s(31\bar{4}4)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  imperfect,  $(10\bar{1}0)$  slab.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,11 \pm 0,01$ . Gust astringent.

**Compoziție chimică:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 14,69 - 28,94\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 6,93\%$ ;  $\text{SO}_3 = 42,31 - 44,19\%$ ;

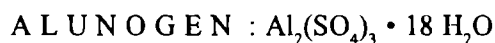
$\text{H}_2\text{O} = 27,25 - 28,85\%$ . Al poate substitui  $\text{Fe}^{3+}$  până la limita raportului Al :  $\text{Fe}^{3+} = 1 : 1,49$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** uniax pozitiv. Indicii de refracție în lumină de Na:  $\omega = 1,5455 - 1,5519$ .  $\epsilon = 1,5547 - 1,5575$ ; în lumină de Li :  $\omega = 1,5469$ ,  $\epsilon = 1,5508$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D):  $90 - 175 \approx$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 i; 480 s; 597 m; 670 f s.l; 840 f s.l; 1014 p; 1025 i; 1068 p.l; 1103 i; 1168 m; 1225 i; 1650 s.l; 2490; 3430; 3570.

**Diffractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 9,44.40/(100); 8,52/20/(002); 8,26/100/(101); 6,34/6/(102); 5,45/64/(110); 4,72/22/(200); 4,60/44/(112); 4,55/12/(201); 3,64/42/(203); 3,58/14/(210); 3,50/34/(211); 3,36/62/(114); 3,29/8/(212); 3,10/26/(301); 3,03/32/(213); 2,759/76/(303); 2,538/24/(304); 2,383/12/(313); 3,303/26/(224); 1,941/14/(413); 1,858/26/(414); 1,821/28/(330).(406); 1,780/18/(421).(332); 1,767/14/(415); 1,701/6/(423).(407); 1,682/8/(228).(219).



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,8355 : 1 : 0,6752$   $\alpha = 89^\circ 58'$   $\beta = 97^\circ 26'$ ,  $\gamma = 91^\circ 52'$ .

**Habitus:** cristale mici și rare, prismatiche  $[001]$  sau  $(010)$ . De obicei formează mase sau cruste fibroase delicate; apare și în eflorescențe sau masiv, fibros.

**Culoare:** cristalele individuale sunt incolore și transparente; agregatele prezintă un colorit alb cu tentă gălbuie sau roșiatică datorită impurităților.

**Luciu:** sticlos sau mătășos.

**Forme principale:** b(010), a(100), l(230), o(530), g(410); i(610), M( $\bar{1}\bar{1}0$ ),  $\psi(043)$ ,  $\gamma(053)$ , x(021); p(111), r(353), s(373), t(131),  $\delta(\bar{1}\bar{3}1)$ .

**Macle:** (010).

**Clivaj:** (010) perfect (100) și ( $\bar{3}\bar{1}3$ ) slab. Gust acid, acru.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,84%, MgO = 0,00 - 0,31%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 14,90 - 17,33%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,33%, SO<sub>3</sub> = 35,09 - 41,04%; H<sub>2</sub>O = 41,44 - 50,01% Fe<sup>3+</sup> poate fi substituit de mici cantități de Al. Identificarea unor cantități mici de K, Mg și Fe<sup>2+</sup> este datorată amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \sim b$ ,  $\gamma \wedge c = 42^\circ$ . Indicii de refracție variază cu cantitatea de apă. La 15,5% H<sub>2</sub>O și la T = 18°C,  $\alpha = 1,460$ ,  $\beta = 1,461$ ,  $\gamma = 1,470$ ,  $2V = 31^\circ$ . Biax pozitiv. La 75°C (12,5% H<sub>2</sub>O):  $\alpha = 1,483$ ,  $\beta = 1,494$ ,  $\gamma = 1,496$ . La T = 90°C mineralul este izotrop cu  $n = 1,50$ , iar la T = 290°C,  $n \sim 1,50$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 615 p.l; 715 i; 960 i; 993 i; 1089 i; 1118 f.p; 1640 m.l; 3430; 3575.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 13,34/60; 4,48/100; 4,39/30.

### 3. SULFAȚI ANHIDRII CONȚINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2/a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,05 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,83 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,328 : 1 : 0,611$ ,  $\beta = 103^\circ 22'$ .

**Celula conține:** Cu<sub>16</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>24</sub>.

**Habitus:** prismatic sau acicular [001] sau [010]; mai rar [100]. Cristale tabulare (001). Formează agregate de cristale aciculare, cruste. Apare și masiv, granular.

**Culoare:** verde smarald, verde albăstrui, verde pal.

**Urma:** verzuie.

**Luciu:** sticlos, pe suprafețele de clivaj perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), l(120), m(110), d(210), p(011), r(031), y(201), P(111),  $\pi(\bar{1}11)$ ,  $V(\bar{1}22)$ ,  $\alpha(\bar{1}62)$ , B(211),  $\beta(\bar{2}11)$ .

**Macle:** (100) comune, cu o simetrie pseudorombică.

**Clivaj:** (100) perfect.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală.

**H = 3 1/2 - 4 ; G = 3,97.**

**Compoziția chimică:** CuO = 69,04 - 70,36%, SO<sub>3</sub> = 17,07 - 18,32% H<sub>2</sub>O = 11,03 - 13,81%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde albăstrui. Slab pleocroic în nuanțe verzui albăstrui.

Orientarea:  $\alpha \approx a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \approx c$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,728$ ,  $\beta = 1,771$ ,  $\gamma = 1,800$ .

Biax negativ.  $2V = 770 \pm 20$ . Dispersia:  $r < v$ , medie.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 421 p.l; 473 i; 487 p; 513 m; (602 p + 607 i)d; 630 m; 645 m; 734m

780 m; 850 p; 873 p; 900 i; 944 m; 988 m; 1091 f.p; (1119 f.p + 1128 f.p)d; 1185 i; 1399 f.s; 1430 f.s; 1630 f.s; 3180; 3267; 3382; 3400; 2564; 3583.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 6,5/67/(200); 5,4/58/(210); 4,96/3/(020)(101); 4,41/3/(111),  $(\bar{2}14)$ ; 3,91/100/(310).(220); 3,32/7; 3,20/42/(400).(130); 2,94/20/(002). $(\bar{2}02)$ ; 2,69/50/(420); 2,53/67/(022),  $(\bar{2}22)$ ; 2,46/10/(040), (510); 2,39/7/(212), (122); 2,29/13/(240); 2,19/13/(032). $(\bar{2}32)$ ; 2,12/3/(312),  $(\bar{5}12)$ ; 2,07/10/(610); 2,01/7/(530); 1,96/13/(232),  $(\bar{4}32)$ ; 1,89/3/(042),  $(\bar{2}42)$ ; 1,82/17/(332),  $(\bar{5}32)$ ; 1,74/33; 1,67/10; 1,64/13; 1,60/13; 1,56/23; 1,53/20; 1,51/20; 1,46/17; 1,44/17; 1,40/17; 1,37/10; 1,34/7; 1,31/20; 1,28/13; 1,23/3; 1,19/10; 1,14/20.

**ANTLERIT**:  $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$

**Sistemul de cristalizare**: rombic.

**Clasa**: 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială**: P n a m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 8,22 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,02 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,687 : 1 : 0,503$ .

**Celula conține**:  $\text{Cu}_{12}(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{16}$ .

**Habitus**: tabular (010), izometric sau scurt prismatic [001]. Formează vinișoare sau agregate de cristale aciculare, fibroase, încrucișate. Apare și granular.

**Culoare**: verde - smarald, verde - albăstrui, verzui.

**Urma**: verzui.

**Luciu**: sticlos. Translucid.

**Forme principale**: c(001), b(010), a(100), f(130), c(120), m(110), o(011), k(201), r(111), s(122), x(233), z(121), A(131), C(211), F(311).

**Clivaj**:  $\{010\}$  perfect.  $\{100\}$  slab. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,88$ .

**Compoziția chimică**:  $\text{CuO} = 66,34 - 67,28\%$ ,  $\text{SO}_3 = 22,32 - 22,57\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 10,15 - 10,52\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: verde cu nuanțe albăstrui verzui. Pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,736$  (verde - gălbui),  $\beta = 1,738$  (verde - albăstrui),  $\gamma = 1,798$  (verde). Biax pozitiv.  $2V = 53^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 418 s; 462 f.s; (496 m + 517 m)d; 585 i; 612 p; 618 p; 641 p; 673 i; (760 p + 792 p)d; (857 p + 888 p)d; 990 s; (1073 p + 1113 f.p + 1153 p)t; 1635 f.s; 3484; 3578.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 6,80/12/(110); ,01/25/(020); 5,40.25/(011); 4,86/100/(120); 4,52/10/(111); 4,13/8/(200); 3,79/16/(121); 3,60/75/(130); 3,40/10/(201).(220); 3,34/10/(031); 3,09/16/(131); 3,00/18/(040); 2,762/12/(112)| 2,698/10/(022); 2,683/75/(310); 2,566/80/(122); 2,503/25/(320); 2,439/6/(150); 3,398/4/(212); 2,315/8/(132); 2,307/6/(150); 2,259/14/(222); 2,131/20/(042); 2,083/6/(232); 2,065/18/(400); 2,034/20/(410); 2,004/4/(312); 1,951/2/(420); 1,946/10/(160); 1,1,927/8/(411); 1,893/4/(242); 1,835/12/(430).(151); 1,814/16/(331); 1,801/2/(260); 1,758/2/(133); 1,711/6/(252); 1,687/10/(412); 1,667/4/(062); 1,634/16/(162).(510); 1,617/6/(360); 1,599/2/(520); 1,566/14/(450); 1,551/16/(352).(243); 1,525/4/(530); 1,511/12/(004); 1,500/10/(080); 1,481/20/20/(442); 1,467/2; 1,455/4; 1,438/10; 1,426/2; 1,390/4; 1,1365/2; 1,360/4; 1,316/8; 1,281/2; 1,277/4.

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fm\bar{3}m$  sau  $F432$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,15 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_{24}\text{Cl}_4\text{F}_4(\text{SO}_4)_8$ .

**Habitus:** frecvent dodecaedric; de asemenea octaedric sau ca o combinație a fețelor (001), (111) și (011).

**Culoare:** incolor, galben verzui sau cenușiu.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent.

**Forme principale:**  $a(001)$ ,  $o(111)$ ,  $d(011)$ . **Spărtura:** concooidală.

$H = 3\frac{1}{2}$ ;  $G = 2,500$ . Gust slab sărat.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 31,56 - 32,50\%$ ,  $\text{Na} = 11,35 - 13,41\%$ ,  $\text{Cl} = 9,10 - 9,23\%$ ,  $\text{F} = 4,71 - 4,95\%$ ,  $\text{SO}_3 = 40,76 - 42,00\%$ . F, Cl apar în poziții structurale distincte și nu se substituie reciproc.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție este 1,455. Izotrop.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru Zr): 5,84/30/(111); 5,10/20/(200); 3,56/100/(220); 3,08/50/(311); 2,91/70/(222); 2,54/60/(400); 2,26/40/(420); 2,06/20/(422); 1,94/60/(511). (333); 1,76/70/(440); 1,68/30/(600). (442); 1,59/5/(620); 1,52/30/(623); 1,46/40/(444); 1,41/20/(711). (551); 1,35/40/(642); 1,31/40/(731). (553); 1,26/10/(800); 1,19/30/(822). (660); 1,16/30/(662); 1,13/30/(840); 1,03/20/(844); 0,986/20/(10.0.2). (862); 0,851/5/(10.4.2); 0,710/10/(12.0.0). (884).

### L A N A R K I T : $\text{Pb}_2(\text{SO}_4)\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $C2/m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,73 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,68 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,074 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,417 : 1 : 1,245 = 116^\circ 13'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_8(\text{SO}_4)_4\text{O}_4$ .

**Habitus:** cristale alungite [010]. Apare și masiv.

**Culoare:** cenușiu, alb verzui, galben pal.

**Urmă:** albă.

**Luciu:** adamantin, rășinos; perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent până la translucid. Prezintă fluorescență de culoare când este supus la radiații X și ultraviolete.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $m(110)$ ,  $d(103)$ ,  $o(205)$ ,  $f(201)$ ,  $E(\bar{4}03)$ ,  $F(\bar{2}01)$ ,  $U(\bar{4}01)$ ,  $R(\bar{8}01)$ ,  $P(\bar{1}11)$ .

**Macle:** polisintetice rare dezvoltate în zona [010].

**Clivaj:**  $(\bar{2}01)$  perfect;  $(\bar{4}01)$ ,  $(201)$  și  $(101)$  slab. Lamelele subțiri sunt flexibile.

$H = 2 - \frac{1}{2}$ ;  $G = 6,92$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 84,10 - 84,79\%$ ,  $\text{SO}_3 = 15,20 - 15,37\%$ . Prezența unor mici cantități de  $\text{CO}_2$  se datorește impurificării cu minerale din grupa carbonaților.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 30^\circ$ . Indicii de refracție în lumină de Na ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,928$ ,  $\beta = 2,007$ ,  $\gamma = 2,036$ . Biax negativ.  $2V = 60^\circ \pm 2^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  puternică, înclinată.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 6,2/20/(200); 5,8/10/(\bar{2}01); 4,4/2/(\bar{1}11); 3,67/60/(111), (201); 3,47/10/(\bar{3}11), (\bar{4}01); 3,33/100/(310); 3,16/10/(002); 2,95/100/(\bar{1}12), (\bar{4}02) 2,84/30/(020); 2,46/25/(\bar{5}11); 2,42/70/(202); 2,39/25/(401); 2,34/5/(\bar{5}12), (203); 2,26/12/(510), (221); 2,22/10/(\bar{2}22); 2,05/40/(600), (\bar{4}22); 1,96/12/(312)?; 1,91/15/(511); 1,84/50/(222). (113); 1,76/10/(131); 1,72/10; 1,67/15; 1,66/16; 1,64/5; 1,57/20; 1,51/5; 1,48/20; 1,47/20; 1,445/20; 1,435/15; 1,360/5; 1,306/10; 1,232/10; 1,213/5; 1,174/10.

L I N A R I T :  $\text{PbCu}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,66 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,64 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,67 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,714 : 1 : 0,828$ ,  $\beta = 102^\circ 48'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_2\text{Cu}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** cristale alungite [010]; tabulare ( $\bar{1}01$ ) sau (001) și mai rar (100). Formele bine cristalizate apar individual sau în grup. Formează cruste sau agregate de cristale prismatice.

**Culoarea:** albastru închis, albastru azuriu.

**Urma:** albăstrui.

**Luciu:** sticlos sau subadamantin. Translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), l(210), w(012), v(011), y(101), d( $\bar{1}08$ ), o( $\bar{2}03$ ), t( $\bar{5}06$ ), s( $\bar{1}01$ ), x( $\bar{3}02$ ), u( $\bar{2}01$ ), p( $\bar{7}01$ ), e( $\bar{1}11$ ), n( $\bar{2}21$ ), g( $\bar{2}11$ ).

**Macle:** (100) comune; (001) rare.

**Clivaj:** (100) perfect, (001) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 5,35.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 19,08 - 26,43\%$ ,  $\text{PbO} = 47,15 - 55,91\%$ ,  $\text{SO}_3 = 19,93 - 20,70\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 4,44 - 5,35\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru închis. Pleocroic. Orientarea:  $\alpha \wedge c = -24^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,809$ , albăstrui  $\beta = 1,838$  albastru,  $\gamma = 1,859$  albastru de Prusia. Bîax negativ:  $2 V_{\text{Na}} = 80^\circ$ . Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 427 s; 452 f.s; 497 m.l; 540 s; 590 i; 605 p; 630 m; 824 s; 890 f.s; 968 i; 1040 p.l; 1070 i; 1100 i; 1164 m; 1400 f.s; 1630 f.s; 3450; 3550;

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,82/20/(110); 4,48/40/( $\bar{1}01$ ); 3,53/70/(210).(011); 3,12/100/(300), (111), ( $\bar{2}11$ ); 2,94/20/(201); 2,81/10/(020); 2,68/10/(120); 2,56/30/( $\bar{3}11$ ); 2,39/10/(021), ( $\bar{1}21$ ); 2,30/30/( $\bar{4}01$ ); 2,24/30/( $\bar{2}02$ ), ( $\bar{2}21$ ); 2,16/40/(410), (311), ( $\bar{1}12$ ); 2,09/40/(320), ( $\bar{2}02$ ), ( $\bar{3}02$ ); 1,79/60; 1,76/10; 1,73/5; 1,68/20; 1,63/5; 1,61/5; 1,57/30; 1,53/5; 1,51/5; 1,49/10; 1,44/5.

A L U N I T :  $\text{K Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:**  $R 3 m$ .

**Z** = 3.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,96 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,35 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,493$ ,  $\alpha = 59^\circ 14'$ ,  $\lambda = 109^\circ 47'$ .

**Celula conține:**  $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristalele bine formate sunt rare și mici; ele sunt tabulare (0001), romboedrice, pseudo-cubice (01 $\bar{1}2$ ) sau lenticulare. Apare masiv, granular, fibros, columnar. Formează agregate petrografice complexe alcătuite din cuarț, caolinit, halloysit sau diaspor.

**Culoare:** alb când este pur; datorită impurităților este cenușiu, roșcat, brun roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, perlat pe (0001). Transparent sau subtranslucid.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), a(11 $\bar{2}$ 0), e(10 $\bar{1}$ 1), s(01 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (0001) distinct, (01 $\bar{1}$ 2) slab.

**Spărtura:** cristalelor este concoidală; masele dense au spărtură așchioasă - neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 2,6 - 2,9$ . Puternic piroelectric.

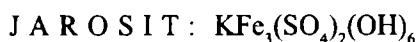
**Compoziție chimică:**  $K_2O = 10,02 - 11,37\%$ ,  $Na_2O = 0,00 - 0,33\%$ ;  $Al_2O_3 = 36,92 - 39,65\%$ ,  $SO_3 = 35,50 - 38,66\%$   $H_2O = 12,90 - 14,83\%$ . Substituția K prin Na se face până la limita  $Na : K = 7 : 4$ . Alunitul este materialul cu  $K > Na$ , iar natroalunitul este cel care are  $Na > K$ . De obicei Na nu depășește 1% în alunitul, dar prezența sa este obișnuită.  $Fe^{3+}$  poate substitui Al, dar în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\omega = 1,572$ ,  $\epsilon = 1,592$ . Uni-ax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D): 537(3,0)↘; 715(0,3)↗; 795(2,7)↘.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 i; 475 p; 505 i; 605 m; 632 m.l; 700 m.l; (780 m.l; + 802 m.l)d; 911 ? 1030 m; 1086 f.p; 1170 i; 1635 f.s; 3485.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo): 5,71/25/(101).(003); 4,94/50/(012); 3,49/41/(104).(110); 3,34/3; 2,98/100/(021).(015); 2,88/6/(006); 2,47/9/(024); 2,29/50/(107); 2,20/19/(122); 2,13/3; 2,02/3; 1,89/59; 1,74/50; 1,64/6; 1,56/6; 1,54/3; 1,49/50; 1,42/6; 1,38/6; 1,32/3; 1,28/25; 1,20/25; 1,16/6; 1,13/6; 1,10/6; 1,08/6; 1,04/6; 0,95/19.



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 m.

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,20 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,00 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,361$ ;  $\alpha = 61^\circ 38'$ ,  $\lambda = 108^\circ 48'$ .

**Celula conține:**  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristalele individuale sunt mici, pseudocubice (01 $\bar{1}$ 2) sau tabulare (0001); uneori sunt distorsionate sau rotunjite datorită dezvoltării vicinale. Formează cruste sau pelicule de cristale microscopice; apare granular masiv, fibros, nodular în forme concreționare, cruste. Poate fi și pulverulent, pământos.

**Culoare:** galben - ocru, brun închis.

**Urma:** gălbui.

**Luciu:** subadamantin până la sticlos pe fețe, rășinos în spărtură. Translucid.

**Forme principale:** c(0001), s(10 $\bar{1}$ 1), r(01 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (0001) distinct. **Spărtura:** neregulată sau concoidală.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,91 - 3,26$ . Puternic piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $K_2O = 6,00 - 9,41\%$ ,  $Na_2O = 0,00 - 1,68\%$ ,  $Fe_2O_3 = 28,73 - 51,16\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,00 - 18,90\%$ ,  $SO_3 = 28,57 - 32,02\%$ ,  $H_2O = 10,24 - 10,79\%$ . Substituția K prin Na este frecventă și ca merge până la raportul  $Na : K = 1 : 2,4$ . De obicei Al apare ca substituent pentru  $Fe^{3+}$ . O singură analiză a decelat o cantitate mare de Al(18,90%), ceea ce conduce la un raport  $Al : Fe \approx 1 : 1$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, brun roșcat. Pleocroic:  $\alpha =$  incolor,  $\beta =$  brun roșcat,  $\gamma =$  brun roșcat. Indicii de refracție:  $\omega = 1,820$ ,  $\epsilon = 1,715$ . Uni-ax negativ. Prezintă frecvent anomalii optice comportându-se biax cu 2 V foarte mic.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 446 i; (482 p.l + 512 p.l)d; 575 i; 638 i; 685 i; 790 f.s; 900 i ? 1018 p; 1028 p; 1087 - 1100 p; 1188 m; 1270 m; 1650 f.s; 3260; 3355; 3430.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,94/30/(101); 5,74/20/(003); 5,09/40/(012); 3,65/10/(110); 3,11/60/(021); 3,08/100/(113); 2,97/10/(202); 2,870/20/(006); 2,547/30/(024); 2,292/50/(107); 1,978/50/(033).(303); 1,941/20/(027); 1,913/10/(009); 1,823/50/(220); 1,530/30/(226); 1,512/30/(0.2.10); 1,484/10/(404).

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 m.

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,22 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 16,40 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,271$ ,  $\alpha = 63^\circ 21'$ .

**Celula conține:**  $\text{AgFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** mase granulare foarte fine și pelicule de cristale tabulare, turtite (0001) cu aspect hexagonal.

**Culoare:** galben, brun.

**Luciu:** subdamantin.

**Clivaj:** (0001).

**G = 3,66.**

**Compoziția chimică:**  $\text{Ag}_2\text{O} = 18,00 - 20,35\%$ ,  $\text{PbO} = 0,00 - 0,61\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 42,05 - 43,07\%$ ,  
 $\text{SO}_3 = 28,11 - 28,15\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,49 - 9,81\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic în tenuri de galben.

Indicii de refracție și dicroismul:  $\omega = 1,882$ , galben;  $\epsilon = 1,785$  galben pal. Uniax negativ.

**Spectrometrie de absorbție în infraroșu:** 424 i; 440 m; 475 p; 508 p.l; 575 i; 630 m; 675 i; (1012 p.l + 1024 p.l)d; 1092 f.p; 1182 p.l; 3360; 3585; 3625.

CARFOSIDERIT  $(\text{H}_2\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2 [(\text{OH})_5(\text{H}_2)]$

**Sinonim:** hidroniumjarosit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 m.

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,16 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 16,70 \text{ \AA}$

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,360$ ,  $\alpha = 61^\circ 39'$ ,  $\lambda = 108^\circ 47'$ .

**Celula conține:**  $(\text{H}_2\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** agregate sau cruste, uneori pământoase, reniforme. Cristalele microscopice sunt plate, hexagonale sau romboedrice.

**Culoare:** galben - auriu, galben închis.

**Luciu:** mat până la rășinos.

**Forme principale:** c(0001), m(10 $\bar{1}$ 0), s(01 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (0001) slab.

**H = 4 - 4 1/2 ; G = 2,496 - 2,905.**

**Compoziția chimică:**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 40,00 - 58,82\%$ ,  $\text{SO}_3 = 25,52 - 35,34\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,35 - 19,74\%$ . Pot apare mici substituții ale  $\text{Fe}^{3+}$  prin Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic în tenuri de galben. Indicii de refracție și dicroismul:

$\omega = 1,816$  galben închis,  $\epsilon = 1,728$  galben deschis. Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 f.s; 449 m; 478 f.s; 507 f.p.l; 596 m.l; 643 p; 670 i; 1015 f.p; 1085 f.p; 1215 p; 3330; 3390.

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m$ .

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,20 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 33,60 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,667$ ,  $\alpha = 35^\circ 05'$ ,  $\lambda = 116^\circ 45'$ .

**Celula conține:**  $\text{PbFe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cruste, lumpuri, mase compacte alcătuite din cristale tabulare, microscopice cu aspect hexagonal; mase pământoase, pulverulente.

**Culoare:** brun auriu, brun închis.

**Luciu:** mat sau mătășos.

**Forme principale:**  $c(0001)$ ,  $s(10\bar{1}4)$ ,  $e(01\bar{1}2)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}4)$  bun sau slab.

**H > 1**, moale ; **G = 3,665**.

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 18,32 - 19,84\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 42,11 - 42,87\%$ ,  $\text{SO}_3 = 27,06 - 28,22\%$ .  
 $\text{H}_2\text{O} = 9,16 - 10,14\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** dicroic, de la incolor până la galben brun. Indicii de refracție și dicroismul:  $\omega = 1,875$  brun gălbui;  $\epsilon = 1,726$  aproape incolor. Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 i; 475 p; 495 m; 586 m.l; (627 m + 642 p)d; 725 f,s; 790 s,l; 915 i; (1000 p.t.+1012); 1080 p; 1108 m; 1190 p; 1245 m; 3350.

**Difractometria de raze X (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ):** 3,57/60/(110).(018); 3,32/40; 3,08/40/(202); 2,78/100/(0.1.11); 2,33/60/(122); 2,11/60/(217); 1,95/60/(2.2.10); 1,79/40/(220); 1,72/80/(226); 1,50/60/(2.2.12); 1,42/60; 1,39/40; 1,35/60; 1,27/40; 1,22/40; 1,20/40.

#### 4. SULFAȚI HIDRATAȚI CONȚINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI

##### LANGIT : $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O} (?)$

**Sistemul de cristalizare:** rhombic.

**Clasa:**  $m m 2$ .

**Grupa spațială:**  $P m c 2_1$ .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,12 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5375 : 1 : 0,6357$ .

**Habitus:** cristale mici, izometrice sau alungite [100]; cruste fibro-lamelare, agregate pământoase.

**Culoarea:** albastrui, albastrui-verzui.

**Luciu:** sticlos pe fețele de cristal, mătășos în cruste. Translucid.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $f(021)$ .

**Macles:** (110) comune, uneori repetate, asemănătoare unor agregate turtite (001).

**Clivaj:** (001) și (010) bun.

**H = 2 1/2 - 3** ; **G = 3,48 - 3,50**.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 65,82 - 67,66\%$ ,  $\text{SO}_3 = 14,59 - 16,70\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,73 - 18,32\%$ .

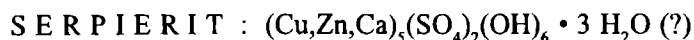
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în tonuri verde gălbui, verde albastrui, albastru.



Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,654$ , verde - gălbui;  $\beta = 1,713$  verde-albăstrui;  $\gamma =$  albastru. Biax negativ.  $2E = 66 - 104^\circ$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 423 m,1; 485 m,1; 510 i; 602 p; 631 m; (735 m + 780 m)d; 855 i; 875 p; 945 m; 985 m; 1095 i; 1115 fp,1; 1640 s; 3280; 3395; 3580.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 7,85/10; 7,12/100/(001); 5,61/20/(020); 5,32/30/(110); 4,41/20/(021); 4,26/30/(111); 3,56/80/(002); 5,18/20/(130); 3,01/10/(200),(022); 2,96/20/(112); 2,90/20/(210),(131); 2,80/30/(040); 2,65/30/(220); 2,60/40; 2,49/60/(221); 2,38/10/(132); 2,20/40/(042),(103); 2,13/50/(222); 1,81/30/(043),(321); 1,77/40/(330),(004); 1,59/30/(332); 1,55/30/(134); 1,505/20/(400),(044); 1,48/30/(224); 1,45/20/(420),(262); 1,37/20/(412),(431); 1,30/20.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 22,186 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,250 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 21,853 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 3,5498 : 1 : 3,4965$ ,  $\beta = 113^\circ 22'$ .

**Habitus:** cruste și agregate de cristale alungite [100] și turtite (001); mase botrioidale cu o suprafață satinată.

**Culoare:** albastru.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent.

**Forme principale:** c(001), m(110), d(034), e(011), p(111).

**Clivaj:** (001) perfect.

**H** = nedeterminat ; **G** = 2,52.

**Compoziția chimică:** CaO = 5,57 - 8,00%, CuO = 34,77 - 43,49%, ZnO = 9,82 - 15,46%,

SO<sub>3</sub> = 23,54 - 24,55%, H<sub>2</sub>O = 16,57 - 16,75%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru verzui, pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,584$ , aproape incolor;

$\beta = 1,642$  albastru verzui închis;  $\gamma = 1,647$ , albastru verzui închis.

Biax negativ.  $2V = 35^\circ \pm 2^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 fs; 445 s; 475 sl; 500 i; 610 m,1; 648 m; 655 i; 710 m,1;

-840 m,1; 990 s; 1065 i; (1108 p + 1125 p)d; 1135 i; 1200 i; 1655 s; 3400.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 10,22/100; 5,09/90; 3,386/90.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 19,05 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 16,24 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,86 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,173 : 1 : 0,607$ ,  $\beta = 94^\circ 55'$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_{16}\text{Mg}_{16}(\text{SO}_4)_{16}\text{Cl}_{16} \cdot 48 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** masiv granular și în asociație cu alte săruri. Formează pelicule cristaline și creste. Apare și tabular (100) sau cu forme cvasi-izometrice.

**Culoare:** incolor sau cenușiu, albastru, violet, galben sau roșcat. Coloritul divers este mai repede specific tipurilor masive și este datorat incluziunilor.

**Luciu:** sticlos. Cristalele pure sunt aproape transparente.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(021), r(201), o(421),  $\omega(\bar{4}21)$ , x( $\bar{4}61$ ).

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** netedă sau așchioasă. Casant.

$H = 2\frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 2,15$ . Gust sărat și amar.

**Compoziția chimică:** K = 13,30 - 15,70%, MgO = 16,19 - 16,72%, SO<sub>4</sub> = 32,16 - 32,50%, Cl = 13,51 - 14,24%, H<sub>2</sub>O = 20,95 - 21,71%. Analizele efectuate au raportat și mici cantități de Br și I.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 13^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,494$ ,  $\beta = 1,505$ ,  $\gamma = 1,516$ .

Biax negativ.  $2V = 90^\circ$ . Dispersia  $r > v$ , foarte mică.

**Proprietățile termice** (A.T.D.): 210 $\curvearrowright$ ; 350 $\curvearrowright$ ; 435 $\curvearrowright$ ; 460 $\curvearrowright$ ; 530 $\curvearrowright$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 414 s; 468 i; 525 i; 578 i; 611 m,1; 646 m; 668 i; 760 m,1; ~ 800 i; 910 fs; 1028 i; 1135 p; 1180 p; 1202 i; 1650 s; ~ 3120; 3265; 3355; 3470.

**Diffractometria de raze X** (cele mai intense linii); 3,157/100; 3,017/70; 2,725/30.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic sau rombic.

$Z = 1$ .

**Habitus:** mase nodulare sau reniforme compuse din fibre sau cristale aciculare.

**Culoare:** alb.

**Luciu:** mat, pământos. Opac.

**Spărtura** agregatelor este pământoasă. Friabil.

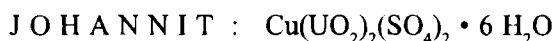
$H = 1 - 2$  ;  $G = 1,66 - 1,82$ .

**Compoziția chimică:** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 29,62 - 31,34%; SO<sub>3</sub> = 21,00 - 23,63% H<sub>2</sub>O = 45,02 - 47,11

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,459 - 1,460$ ;  $\beta = 1,464$ ,  $\gamma = 1,470$ . Biax pozitiv.  $2V = 90^\circ$ .

**Diffractometria de raze X** (radiație CoK $\alpha$ , filtrată): 9,0/100; 7,8/100; 6,33/80; 5,4/70; 5,2/30; 4,96/70; 4,7/80; 4,18/70; 3,72/100; 3,54/30; 3,41/70; 3,31/50; 3,16/50; 3,06/60; 3,01/60; 2,86/50; 2,68/60; 2,60/30; 2,49/30; 2,38/30; 2,32/30; 2,19/60; 2,13/30; 2,08/30; 2,05/30; 1,960/60; 1,908/30; 1,879/30; 1,840/30; 1,810/20.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,51 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 17,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,83 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9182 : 1 : 0,3799$ ,  $\alpha = 90^\circ 54'$ ;  $\beta = 90^\circ 38'$ ;  $\gamma = 110^\circ 37'$ .

**Celula conține:** Cu(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>8</sub> • 24 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristale prismatice [001] sau tabulare (100). Formează agregate de cristale subparalele, agregate sferoidale alcătuite din fibre, pelicule.

**Culoare:** verde - smaragd.

**Urma:** verzui.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), N( $\bar{1}\bar{2}0$ ), M( $\bar{1}\bar{1}0$ ), p(111), Q( $\bar{1}\bar{1}1$ ), q( $\bar{1}11$ ), P( $\bar{1}\bar{1}1$ ), R( $\bar{3}\bar{1}1$ ).

**Macle:** plan de maclă (010), ax de maclă [001], comune, simple și lamelare.

**Clivaj:** (100) bun.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 3,32. Gust amar.

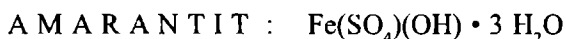
**Compoziția chimică:** CuO = 8,07 - 8,48%, UO<sub>3</sub> = 61,00 - 61,34%, SO<sub>3</sub> = 16,59 - 17,07%, H<sub>2</sub>O = 13,45 - 13,84%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** puternic pleocroic în tonuri de galben.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,572 - 1,577$ , incolor;  $\beta = 1,595 - 1,597$  galben plan;  $\gamma = 1,614 - 1,616$ , galben verzui. Biax.  $2 V_{Na} \approx 90^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440; 475; 545; 670 m,1; 820 m,1; 925 m,1; 1010 i; 1085 fp,1; 1120 i; 1180 i; 1410 s; 1630 m,1; 3400.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 7,85/60; 6,16/90; 5,58/50; 4,91/10; 4,41/40; 3,83/100; 3,54/20; 3,42/80; 3,24/10; 3,11/70; 2,95/30; 2,81/20; 2,81/30; 2,68/30; 2,60/40; 2,44/20; 2,38/10; 2,32/10; 2,24/30; 2,19/20; 2,13/30; 2,09/30; 2,05/10; 2,01/30; 1,933/40; 1,903/30; 1,842/30; 1,805/10; 1,768/20; 1,713/30; 1,650/30; 1,598/30; 1,566/20; 1,552/20; 1,529/30; 1,487/20; 1,462/20; 1,436/10; 1,415/10; 1,378/10; 1,354/10.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Relația axială:**  $a : b : c = 0,7692 : 1 : 0,5738$ ;  $\alpha = 95^\circ 38' 1/2''$ ;  $\beta = 90^\circ 23' 1/2''$ ;  $\gamma = 97^\circ 13'$ .

**Habitus:** cristale alungite [001] cu fețele (100) și (010) bine dezvoltate sau cristale turtite (100). Fețele au striții // [001]. Formează agregate radiare de cristale aciculare; apare și columnar.

**Culoarea:** roșu-brun; roșu-oranj.

**Urma:** galbenă.

**Luciu:** știclos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), M(1 $\bar{1}$ 0), L(1 $\bar{2}$ 0), J(1 $\bar{4}$ 0), E(0 $\bar{1}$ 1), x(101), p(111),  $\zeta$ (1 $\bar{2}$ 2), n(121), N(1 $\bar{2}$ 1), Y(1 $\bar{3}$ 1),  $\omega$ (2 $\bar{1}$ 1),  $\tau$ (2 $\bar{1}$ 2),  $\sigma$ (1 $\bar{1}$ 21), P(1 $\bar{1}$ 1).

**Clivaj:** (010) și (100) perfect. Casant.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 2,189.

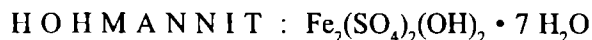
**Compoziția chimică:** Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 35,64 - 37,46%; SO<sub>3</sub> = 35,46 - 37,55%, H<sub>2</sub>O = 25,14 - 28,29%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în tonuri brun-roșcat-galben.

Indicii de refracție și pleocroismul ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,516$ , incolor;  $\beta = 1,598$ , galben pal;  $\gamma = 1,621$ , brun roșcat. Biax negativ :  $2 V = 30^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , orizontală.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 fs; 445 i; 480 i; 507 p; (595 p,1 + 628 i)d; 675 m; (1000 fp + 1065 fp + 1145 p)t; 1180 m; 1225 p; 1385 m; 1635 m,1; 3390; 3540; 3580.

**Diffractometria de raze X** (cele mai intense linii): 11,3/100; 8,69/100; 3,57/80.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,05 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,88 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8318 : 1 : 0,6590$ ,  $\alpha = 90^\circ 09'$ ,  $\beta = 90^\circ 35'$ ,  $\gamma = 106^\circ 58'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic [001] cu fețe rotunjite, mate sau striate. De obicei formează agregate granulare de cristale subhedrale.

**Culoare:** brun, oranj, roșu. Pulberile, inclusiv urma au culoarea galben oranj.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), M(110), m(1 $\bar{1}$ 0), e(0 $\bar{1}$ 1), s(1 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (010), perfect; (110) și (1 $\bar{1}$ 0) slab.

$H = 3$  ;  $G = 2,2$ .

**Compoziția chimică:** Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 33,92 - 37,03%, SO<sub>3</sub> = 33,80 - 36,85%, H<sub>2</sub>O = 26,34 - 31,06%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe galben-verzui.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,553 - 1,559$ , slab gălbui;  $\beta = 1,633$ , galben verzui deschis;  $\gamma = 1,655 - 1,657$  galben verzui închis. Biax negativ:  $2V = 40^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  extremă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu :** 420 fs; (477 p + 530 p) d: 600 p; 625 i; 655 i; 670 i; 1000 i; 1008 p; 1027 i; 1070 p; 1085 p; 1100 i; 1130 m; 1215 i; 1229 p; 1640 m,1; 3400; 3545; 3580.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 10,4/60; 8,69/80; 7,92/100.

### FIBROFERIT : FeSO<sub>4</sub>(OH) • 5 H<sub>2</sub>O (?)

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Relația axială:** a : b : c = 0,5604 : 1 : 0,2162.

**Habitus:** mase și cruste fibroase; fibre alungite [001]; forme botrioidale sau radiar - fibroase.

**Culoarea:** galben pal, alb gălbui; cenușiu verzui; verde gălbui; verde pal.

**Luciul** agregatelor: este mătășos, perlat.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), d(101), g(401), t(131), e(161), u(532).

**Macles:** (110) repetate, sub forma unor triplete cu indivizi alungiți [001].

**Clivaj:** (001) perfect.

$H \approx 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 1,84 - 2,10$ .

**Compoziția chimică:** FeO = 0,00 - 1,50%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20,38 - 32,68%, SO<sub>3</sub> = 30,66 - 32,48%, H<sub>2</sub>O = 33,20 - 38,26%. Al poate substitui Fe<sup>3+</sup> până la limita Al : Fe = 1 : 1,7.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, gălbui, slab pleocroic.

Orientarea:  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,513 - 1,533$ , incolor;  $\beta = 1,518 - 1,535$ , incolor;  $\gamma = 1,561 - 1,575$  galben deschis. Indicii de refracție: variază în funcție de conținutul în apă. Biax pozitiv.  $2V \approx 0^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 473 p; 535 i; 580 m; 650 i; 675 m; 780 i; 730 m; 780 i; 1005 p; 1090 fp; 1145 i; 1220 i; 1652 m,1; 3410; 3580.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii); 12,1/100; 6,96/60; 2,98/80.

### BOTRYOGEN : MgFe<sup>3+</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH) • 7 H<sub>2</sub>O

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/n.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,50 Å, b<sub>0</sub> = 17,84 Å, c<sub>0</sub> = 7,12 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,5886 : 1 : 0,3991,  $\beta = 100^\circ 15'$ .

**Habitus:** cristale prismatic [001] cu fața ( $\bar{1}$ 01) larg dezvoltată; prezintă striții // [100]. Zonele verticale sunt striate // [001]. Apare în agregate reniforme, globulare, botrioidale cu structură radiară.

**Culoare:** roșu-oranj, cu variații de nuanță.

**Urma:** galben-ocru.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** b(010), a(100), k(130), l(120), m(110), p(011), s(021), d(101), o( $\bar{1}$ 01), r(111), n( $\bar{1}$ 11), u(131), v( $\bar{1}$ 21).

**Clivaj:** (010) perfect, (110) bun.

**Spărtura:** concoidală, întreruptă. Casant.

$H = 2 - 2\frac{1}{2}$  ;  $G = 2,14$ .

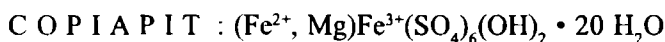
**Compoziția chimică:** MgO = 3,59 - 964%, FeO = 0,00 - 4,12%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 16,38 - 20,50%, SO<sub>3</sub> = 36,94 - 40,95%  
H<sub>2</sub>O = 30,82 - 33,99%. Mg poate fi substituit de Fe<sup>3+</sup>, Zn și Mn<sup>2+</sup>, substituția mergând până la limitele:  
Fe<sup>2+</sup> : Mg = 1 : 1,55, Zn : Mg = 1 : 2,9.

**Proprietățile optice în lumină transmisă:** pleocroic în tonuri galben-brun.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 12^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,523$ , incolor sau brun deschis;  
 $\beta = 1,530$  brun;  $\gamma = 1,582$  galben auriu. Biax pozitiv.  $2V = 42^\circ$ . Dispersia  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 m; (617 p + 637 p + 655 p); 700 s; 768 m; 875 s; 987 s;  
1032 i; 1105 i; 1120 fp; 1142 i; 1200 p; 1635 m; 3300; 3440; 3550.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 8,87/100; 6,29/60; 2,998/80.



**Varietăți:** magneziocopiapit (Mg, Fe)Fe<sub>4</sub><sup>3+</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> · 20 H<sub>2</sub>O,  
cuprocopiapit CuFe<sub>4</sub><sup>3+</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> · 20 H<sub>2</sub>O și aluminocopiapit (Al substituie Fe<sup>3+</sup>)

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,33 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,27 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4037 : 1 : 0,4005$ ,  $\alpha = 93^\circ 51'$ ,  $\beta = 101^\circ 30'$ ,  $\gamma = 99^\circ 23'$ .

**Celula conține:** (Fe, Mg, Cu)(Fe<sup>3+</sup>, Al)<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub> · 20 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristale tabulare (010): apare granular, ca incrustații sau agregate.

**Culoare:** galben de sulf, galben de aur, oranj; când apare masiv culoarea este galben-verzui sau galben oliv.

**Luciu:** perlat pe (010). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), M<sub>2</sub>( $\bar{1}$ 20), d 1/2(012), d(011), d 2(021), d 3(031), e(0 $\bar{1}$ 1), f(101), g 1/2( $\bar{1}$ 02), g( $\bar{1}$ 01), g 2( $\bar{2}$ 01), s( $\bar{1}$ 11), r( $\bar{1}$ 11).

**Macle:** rare, de contact cu axul [101] și planul (010).

**Clivaj:** (010) perfect. ( $\bar{1}$ 01) imperfect.

$H = 2\frac{1}{2}-3$  ;  $G = 2,08-2,17$ .

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00-3,75%, FeO = 0,00-5,75%, CuO = 0,00-5,72%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 21,91-31,92%,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-4,15%, SO<sub>3</sub> = 38,22-41,62%, H<sub>2</sub>O = 23,51-33,33%.

Formula ideală este AB<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> · 20 H<sub>2</sub>O în care A = Fe<sup>2+</sup>, Mg, Cu, Zn, iar B = Fe<sup>3+</sup>, Al. Există și o serie completă cu substituțiile din poziția A dintre Fe<sup>2+</sup> și Mg, efectuate probabil în prezența Cu și Zn.

Varietățile mineralului se definesc prin ocuparea pozițiilor structurale astfel:

copiapit: Fe<sup>2+</sup> > (Mg, Cu, Zn); magneziocopiapit Mg > (Fe, Cu, Zn) și cuprocopiapit Cu > (Fe, Mg, Zn);

aluminocopiapit: Al substituie Fe<sup>3+</sup>. În poziția A pot apare și mici cantități de Mn<sup>2+</sup>, Ca, Ni și cationi alcalini. Fe<sup>2+</sup> poate fi oxidat la Fe<sup>3+</sup>. Al este o prezență constantă; el substituie Fe<sup>3+</sup> din poziția B până la limita Al : Fe = 1 : 4,1 Cr citat de diferiți analiști este datorat amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe galben-verzui. Orientarea:  $\alpha \perp (010)$ ;  $\beta$  și  $\gamma$  corespund direcțiilor [ $\bar{1}$ 01] și respectiv [101]. Mineralul prezintă valori constante pentru semul optic, orientare și absorbție.

Indicii de refracție și  $2 V$  variază cu chimismul astfel:

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$2 V_{\gamma}$
Copiapit	1,509	1,532	1,577	73° (calculat)
Copiapit oxidat	1,531	1,546	1,597	52° (măsurat)
Aluminocopiapit	1,525	1,543	1,590	moderat
Magneziocopiapit	1,510	1,535	1,575	moderat
Cuprocopiapit	1,558	1,575	1,620	63° (măsurat)

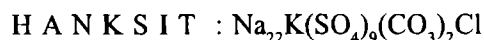
Pleocroismul:  $\alpha$  = galben-verzui-galben,  $\beta$  = incolor, galben,  $\gamma$  = galben-verzui, galben de sulf.

Cuprocopiapitul are  $\alpha = \gamma$  = verde. Disperaa:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 460 i; 557 m; 602 m; 675 i; 750 i; 998 p; 1068 m; 1140 p; 1225 m; 1635 s; 3130; 3400; 3530.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 10,5/100; 3,43/40; 3,06/40.

## 5. SULFAȚI COMPUȘI



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m.

**Grupa spațială:**  $C 6_3 / m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,46 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 21,18 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,025$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_{44}\text{K}_2(\text{SO}_4)_{18}(\text{CO}_3)_4\text{Cl}_2$ .

**Habitus:** asociații de cristale euhedrale larg dezvoltate; prisme hexagonale, cristale scurt prismatice [0001] sau tabulare (0001); forme asemănătoare cuarțului cu fețe (10 $\bar{1}2$ ) larg dezvoltate. Fețele (10 $\bar{1}0$ ) sunt striate orizontal.

**Culoare:** incolor; incluziunile (în special argiloase) îi conferă o culoare gălbuie sau cenușie.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau mat. Transparent, până la translucid. Radiațiile ultraviolete îi dau o fluorescență de culoare galbenă.

**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.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 3-3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,562$ . Gust sărat.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 40,86-43,61\%$ ,  $\text{K} = 2,33-2,50\%$ ,  $\text{Cl} = 2,13-2,28\%$ ,  $\text{CO}_2 = 5,42-5,63\%$ ,  $\text{SO}_3 = 43,59-46,04\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,481$ ,  $\epsilon = 1,461$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ ): 5,2/30/(110); 4,5/30/(200), (201); 4,19/20/(202), (113); 3,78/100/(203), (114); 3,50/50/(006); 3,39/50/(211); 3,28/10/(212), (115); 3,08/10/(213), (205); 2,86/20/(107); 2,78/100/(303), (206); 2,61/100/(220), (221); 2,50/50/(311); 2,44/60/(312); 2,26/30/(400), (401); 2,19/10/(402); 2,14/10; 2,08/30; 2,06/20; 1,98/10; 1,90/80; 1,85/10; 1,79/30; 1,75/30; 1,71/40; 1,61/50; 1,60/10; 1,58/10; 1,56/10; 1,53/60; 1,50/50; 1,48/10; 1,45/60; 1,38/20; 1,36/20; 1,33/10; 1,30/20.

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m m.

**Z=** 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,14 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 20,06 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,55 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,356 : 1 : 0,326$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_4\text{Pb}_{10}(\text{SO}_4)_6(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_{12}$ .

**Habitus:** cristale mici, alungite [001] și dispuse în grupuri divergente. Cristalele au uneori striții și fețele vicinale cuprinse în zone [001]. Formează cruste; rareori apare masiv.

**Culoare:** verde, verde-albăstrui.

**Urma:** alb-verzui.

**Luciu:** rășinos. Translucid.

**Forme principale:** b(010), a(100),  $\psi$ (160), f(140), k(130), e(120), m(110), x(011), d(021),  $\alpha$ (102), v(101),  $\beta$ (201), t(111), r(121), s(131), y(141),  $\tau$ (161).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) și (101) slab.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 2 1/2-3 ; **G** = 5,76 ± 0,01.

**Compoziția chimică:** CuO = 9,07-10,70%, PbO = 66,69-69,18%,  $\text{SO}_3$  = 12,43-15,60%,  $\text{CO}_2$  = 1,90-3,29%,  $\text{H}_2\text{O}$  = 3,34-3,78%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** ușor pleocroic în nuanțe verzui albăstrui. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,818$ ,  $\beta = 1,866$ ,  $\gamma = 1,909$ . Biax negativ.  $2V \approx 85^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 f, s; 445 s; 473 s; 595 m; (610 m + 624 m)d; 718 f, s; 800 f, s; 840 f, s; 955 m; 980 s; 1015 s; 1063 p; (1105 f, p + 1125 f, p)d; 1200 i; 1402 f, p; 1413 i; 3410; 3585; 3625.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,03/20/(011); 4,76/10/(101); 4,60/80/(031), (111); 3,88/10/(131); 3,52/20/(210), (150); 3,36/20/(220), (060); 3,22/40/(002) (?); 3,09/80/(211), (151); 2,99/40/(221), (102); 2,81/20/(231); 2,72/40/(042); 2,64/20/(071); 2,55/10/(142); 2,45/10/(171), (260); 2,35/20/(222), (062); 2,26/60/(232); 2,21/60/(162); 2,16/10/(013); 2,11/20/(091); 2,06/40/(172), (280); 2,01/40/(0.10.0); 1,91/20; 1,849/100; 1,773/40; 1,720/20; 1,660/70; 1,625/60; 1,565/60; 1,520/40; 1,490/20; 1,471/20; 1,447/70; 1,395/10; 1,369/20; 1,342/10; 1,306/60; 1,279/10; 1,250/60; 1,230/20; 1,218/50.

## IX. CROMAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Mineralele care se formează numai prin procese sedimentare în medii bogat oxigenate, cromati au o rețea anizodesmică în care sarcinile negative ale anionului  $(\text{CrO}_4)^{2-}$  sunt neutralizate de cationi cu raze mari. Dintre cationii monovalenți  $\text{K}^+$  este singurul reprezentant, iar dintre cei metalici, Pb. Cromati au ocurențe comune cu sulfatii fără a forma însă cu aceștia săruri duble sau serii izomorfe. Este cunoscut însă un cromiodat, dietzeitul. Clasificarea lor este următoarea:

#### **1. Cromati normali anhidrii**

- 1.1. Tipul  $\text{A}_2(\text{X O}_4)$   
Tarapacait  $\text{K}_2(\text{CrO}_4)$
- 1.2. Tipul  $\text{A}_2(\text{X}_2 \text{O}_7)$   
Lopezit  $\text{K}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)$
- 1.3. Tipul  $\text{A}(\text{X O}_4)$   
Crocoit  $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$   
Phönicocroit  $\text{Pb}_3(\text{CrO}_4)_2\text{O} (?)$

#### **2. Cromati compuși**

- 2.1. Tipul amestec  
Vauquelinit  $\text{Pb}_5(\text{CrO}_4)_2(\text{PO}_4)_2 (?)$   
Beresovit  $\text{Pb}_6(\text{CrO}_4)_3(\text{CO}_3)\text{O}_2$

### **1. CROMAȚI NORMALI ANHIDRII**

TARAPACAIT :  $\text{K}_2(\text{CrO}_4)$

*Izostructural cu mascagnitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \ n \ c \ m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,92 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,61 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,571 : 1 : 0,732$ .

**Celula conține:**  $\text{K}_8(\text{CrO}_4)_4$ .

**Habitus:** tabular (001).

**Culoare:** galben strălucitor. Transparent.

**Macle:** pseudohexagonale cu planul (110).

**Clivaj:** (001) și (010) distinct.



$G = 2,74$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $K_2CrO_4$ .

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,687$ ,  $\beta = 1,722$ ,  $\gamma = 1,731$ . Biax negativ  $2V = 52^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (387 s + 400 s)d; 720 m; 855 i; 875-889 f, p; 920 i; 943 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $MoK_\alpha$ , filtru  $ZrO_2$ ): 5,2/6/(020); 4,28/32/(111); 3,81/13/(002); 3,07/32/(022), (112); 2,96/100/(200); 2,57/13/(220); 2,47/11/(013); 2,28/28/(113); 2,14/24/(042); 1,92/6/(203); 1,92/3; 1,72/5; 1,66/2; 1,61/2; 1,48/5; 1,39/5; 1,33/2; 1,28/2; 1,25/2; 1,20/2; 1,17/2.

L O P E Z I T :  $K_2(Cr_2O_7)$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,50 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,38 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,560 : 1 : 0,551$ ,  $\alpha = 98^\circ 00'$ ,  $\beta = 90^\circ 51'$ ,  $\gamma = 96^\circ 13'$ .

**Celula conține:**  $K_8Cr_8O_{28}$ .

**Habitus:** cristalele artificiale sunt scurt prismatiche [001]. În natură formează agregate de corpusculi cu diametrul de cca 1 mm.

**Culoare:** roșu-oranj. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), q( $0\bar{1}1$ ).

**Macles:** au fost observate doar pe cristalele artificiale.

**Clivaj:** (010) perfect; (100) și (001) slab.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,69$ .

**Compoziția chimică** corespunde formulei  $K_2Cr_2O_7$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,714$ ,  $\beta = 1,732$ ,  $\gamma = 1,805$ .  $2V = 50^\circ$ . Biax pozitiv. Dispersia:  $r > v$ , medie.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 330 s; 378 m; 385 i; 392 s; 466 s; (555 s + 567 s)d; 595 s; ~760 p, l; 800 m; 885 p; 890 i; 905 p; 910 i; 925 i; 935 i; 967 i; 1310 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,82/4/( $10\bar{1}$ ), ( $0\bar{1}1$ ); 6,59/8/(002); 5,12/2/(110), ( $11\bar{1}$ ); 4,92/8/( $1\bar{1}1$ ), ( $\bar{1}11$ ); 4,55/2/(012), (111); 4,45/2/( $11\bar{2}$ ); 3,73/16/( $20\bar{1}$ ), (112); 3,68/20/( $11\bar{3}$ ); 3,49/30/(201); 3,42/4/( $1\bar{1}3$ ); 3,41/6/( $0\bar{2}2$ ), ( $20\bar{2}$ ); 3,36/8/( $2\bar{1}0$ ); 3,32/100/( $1\bar{2}0$ ), ( $21\bar{1}$ ); 3,08/8/(113); 3,04/8/( $2\bar{1}2$ ); 3,03/8/( $0\bar{2}3$ ), (121); 3,02/10/( $20\bar{3}$ ); 2,91/4/( $\bar{1}22$ ); 2,88/8/(122); 2,654/4/( $2\bar{2}0$ ); 2,645/4/( $0\bar{2}4$ ); 2,616/4/( $22\bar{1}$ ), ( $20\bar{4}$ ); 2,583/4/( $2\bar{2}1$ ); 2,554/4/( $\bar{1}23$ ); 2,546/4/( $12\bar{4}$ ); 2,496/4/(300); 2,450/4/(213); 2,407/2/( $22\bar{3}$ ); 2,394/6/( $2\bar{1}4$ ), (301); 2,348/4/(204); 2,310/4/( $3\bar{1}1$ ), ( $31\bar{2}$ ); 2,302/2/(130); 2,255/2/( $\bar{1}24$ ); 2,250/2/( $2\bar{2}3$ ), ( $12\bar{5}$ ); 2,202/2/( $31\bar{3}$ ); 2,193/ < 2/(115), ( $3\bar{1}2$ ); 2,152/2/(214); 2,139/4/( $\bar{1}32$ ); 2,064/4/(132), (303); 2,052/6/( $31\bar{4}$ ), ( $13\bar{4}$ ).

C R O C O I T :  $Pb(CrO_4)$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,80 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,959 : 1 : 0,919$ ,  $\beta = 102^\circ 27'$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4(\text{CrO}_4)_4$ .

**Habitus:** cristalele prismatice [001] sau alungite //  $[\bar{1}01]$ . Se întâlnesc forme octaedrice cu fețe (111) și  $(\bar{1}11)$  sau romboedrice cu fețe (110) striate // [001]. Apare masiv, columnar sau granular.

**Culoare:** roșu, roșu-oranj, oranj, galben.

**Urma:** galben, oranj.

**Luciu:** adamantin sau sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), f(120), m(110), T(530), d(210), w(012), z(011), y(021), h(101), k( $\bar{1}01$ ), t(111),  $\lambda(\bar{1}12)$ ,  $v(\bar{1}11)$ .

**Clivaj:** (110) distinct, (001) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

$H = 2\frac{1}{2}$ -3,  $G = 5,99 \pm 0,03$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 69,06\%$ ,  $\text{CrO}_3 = 30,94\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roșu-oranj, pleocroic.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 5\frac{1}{2}^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul ( $\lambda_{Li}$ ;  $\pm 0,02$ ):  $\alpha = 2,29$ , roșu-oranj;

$\beta = 2,36$ , roșu-oranj;  $\gamma = 2,66$  roșu. Biax pozitiv.  $2V = 57^\circ$  ( $\lambda_{Li}$ ) și  $54^\circ 03'$  ( $\lambda_{Na}$ ).

Dispersia:  $r > v$ , foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 340 s; 425 f, s; 720 s; 832 i; 854 f, p; 900 i.

**Difracțometria de raze X** (radiație Fe, nefiltrată): 5,45/10/(101); 4,94/20/(011); 4,356/30/(111); 3,732/20/(020); 3,466/70/(200); 3,258/100/(002); 3,146/30/(210); 3,077/10/(121); 3,008/80/(012); 2,698/30/(202); 2,587/30/(321); 2,532/40/(212); 2,461/20/(022); 2,307/40/(300); 2,242/80/(311); 2,161/20/( $20\bar{2}$ ); 2,081/60/(113); 2,040/40/(013); 1,990/30/(032); 1,965/90/(320); 1,897/20/( $21\bar{3}$ ); 1,846/90/(023); 1,802/30/(140); 1,732/30/(411), (400); 1,689/80/(410); 1,657/30/( $20\bar{3}$ ); 1,639/30/(133); 1,616/20/(033); 1,605/20/( $40\bar{1}$ ); 1,564/20/( $41\bar{1}$ ); 1,548/40/(420); 1,472/20; 1,449/30; 1,430/30; 1,422/60; 1,401/40; 1,357/50; 1,335/30; 1,305/60; 1,291/30; 1,257/30; 1,236/30; 1,228/30; 1,211/20; 1,191/10; 1,176/30; 1,167/30; 1,146/30; 1,137/20; 1,130/30; 1,116/20; 1,0824/40; 1,0690/30; 1,0441/40; 1,0373/30; 1,0279/40.

## X. FOSFAȚI, ARSENIATȚI ȘI VANADAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Radicalii anionici  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$  și  $\text{VO}_4^{3-}$  cu raza mare, formează oxisăruri cu structură anizodesmică prin combinarea cu elemente mono-, di- și trivalente așa cum sunt H, Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Al. Din rândul metalelor grele participă Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn precum și Pb și Bi. Se întâlnesc și compuși la care participă Sc, Y, La și Th. Între compușii formați există substituții parțiale sau complete între P și As și deasemenea între As și V. Substituțiile între P și V sunt mult mai puțin întâlnite. Nu sunt cunoscute substituții între aceste oxisăruri și sulfați, molibdați, wolframați și cromati, deși toate posedă grupări tetraedrice de tip  $(X O_4)^2-$ . Totuși, situații speciale sunt cunoscute a exista între sulfați, fosfați și silicați. De altfel, unele minerale din aceste categorii sunt izostructurale, exemplul clasic fiind cel al gipsului și al brushitului. Aceasta înseamnă că datorită dimensiunilor egale și a structurilor asemănătoare, anionul  $\text{PO}_4^{3-}$  poate fi substituit prin anionii  $\text{SO}_4^{2-}$  sau  $\text{SiO}_4^{4-}$ . Întrucât sarcinile grupărilor anionice sunt diferite, substituția lor implică și substituții ale cationilor definind astfel un izomorfism heterovalent. Dintre cationi, substituții frecvente se întâlnesc la  $\text{Ca}^{2+}$ , replasat, datorită razelor cationice apropiate, de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Y}^{3+}$  și mai rar  $\text{Tr}^{3+}$ .

Sărurile formate sunt atât anhidre cât și hidratate. Elementele divalente formează fosfați cu participarea unor anioni suplimentari, cei mai frecvenți fiind OH, F și  $\text{O}^{2-}$  și mai rar Cl. Dintre cationi  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  și  $\text{Pb}^{2+}$  formează fosfați cu stabilitate ridicată. Arseniații și vanadații de  $\text{Pb}^{2+}$  constituie combinațiile cele mai stabile cu condiția asocierii cu un anion suplimentar de Cl. Există și compuși dublii de  $\text{Pb}^{2+}$  și  $\text{Ca}^{2+}$  cu  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  și mai rar  $\text{Mn}^{2+}$ , precum și săruri de  $\text{Ca}^{2+}$  sub formă de minerale acide și hidratate.

Fosfații și arseniații cationilor divalenți cu raze ionice mici ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) sunt stabili numai în forme hidratate cu 3, 4 sau 8 molecule de apă. Cationii monovalenți de  $\text{Li}^+$  și  $\text{Na}^+$  formează oxisăruri hidratate doar prin asocierea cu  $\text{Al}^{3+}$ . O situație particulară între aceste săruri este reprezentată de compușii uraniferi (mice uranifere) și compuși vanadați complecși.

Marca majoritate a acestor minerale sunt formate în domeniul exogen, lucru ce explică multitudinea formelor hidratate. Mineralele de origine endogenă sunt puțin numeroase și ele aparțin fosfaților. Pe această cale mineralele sunt formate în fazele ultim magmatice.

Urmărind gradul de hidratare al mineralelor precum și raporturile de participare a cationilor clasificarea fosfaților, arseniaților și vanadaților este următoarea:

### *1. Fosfați, arseniați și vanadați acizi anhidrii*

#### 1.1. Tipul amestec

Monetit	$\text{CaH}(\text{PO}_4)$
Schultenit	$\text{PbH}(\text{AsO}_4)$

## 2. Fosfați, arseniați și vanadați normali anhidrii

### 2.1. Tipul A B (X O<sub>4</sub>)

#### 2.1.1. Grupa trifilitului

Trifilit	LiFe(PO <sub>4</sub> )
Litiofilit	LiMn(PO <sub>4</sub> )
Hühnerkobelit	(Na, Ca)(Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Varulit	(Na, Ca)(Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Natrofilit	NaMn(PO <sub>4</sub> )

#### 2.1.2. Seria sickleritului

Ferisicklerit	(Li, Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> )(PO <sub>4</sub> )
Sicklerit	(Li, Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> )(PO <sub>4</sub> )

#### 2.1.3. Seria alluauditului

Alluaudit	(Na, Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> )(PO <sub>4</sub> )
Mangan - alluaudit	(Na, Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> )(PO <sub>4</sub> )

#### 2.1.4. Seria heterositului

Heterosit	(Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>3+</sup> )(PO <sub>4</sub> )
Purpurit	(Mn <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> )(PO <sub>4</sub> )

Berilonit NaBe(PO<sub>4</sub>)

Arrojadit Na<sub>2</sub>(Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>)<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

### 2.2. Tipul A<sub>3</sub> B<sub>2</sub> (X O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

#### 2.2.1. Seria berzeliitului

Berzeliit	(Mg, Mn) <sub>2</sub> (Ca, Na) <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Manganoberzeliit	(Mn, Mg) <sub>2</sub> (Ca, Na) <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Caryinit	(Ca, Pb, Na) <sub>5</sub> (Mn, Mg) <sub>4</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> (?)

### 2.3. Tipul A<sub>3</sub> (X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

Whitlockit	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Graftonit	(Fe, Mn, Ca) <sub>3</sub> (PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>

### 2.4. Tipul A (X O<sub>4</sub>)

Xenotim	Y(PO <sub>4</sub> )
Monazit	(Ce, La, Y, Th)(PO <sub>4</sub> )
Berlinit	Al(PO <sub>4</sub> )
Rooseveltit	Bi(AsO <sub>4</sub> )

## 3. Fosfați, arseniați și vanadați acizi hidratați

### 3.1. Tipul (A B)<sub>m</sub> H<sub>n</sub> (X O<sub>4</sub>)<sub>p</sub> • x H<sub>2</sub>O unde m + n : p > 2:1

Stercorit	Na(NH <sub>4</sub> )H(PO <sub>4</sub> ) • 4 H <sub>2</sub> O
Hannayit	Mg <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Hureaulit	Mn <sub>5</sub> H <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> • 4 H <sub>2</sub> O

### 3.2. Tipul A H (X O<sub>4</sub>) • x H<sub>2</sub>O

#### 3.2.1. Grupa brushitului

Brushitul	CaH(PO <sub>4</sub> ) • 2 H <sub>2</sub> O
Farmacolit	CaH(AsO <sub>4</sub> ) • 2 H <sub>2</sub> O

Maidingerit CaH(AsO<sub>4</sub>) • H<sub>2</sub>O

Newberyit MgH(PO<sub>4</sub>) • 3 H<sub>2</sub>O

Fosbesit (Ni, Co)H(AsO<sub>4</sub>) • 3 1/2 H<sub>2</sub>O (?)

#### 3.2.2. Grupa rössleritului

Rösslerit	MgH(AsO <sub>4</sub> ) • 7 H <sub>2</sub> O
Fosforösslerit	MgH(PO <sub>4</sub> ) • 7 H <sub>2</sub> O

## 4. Fosfați, arseniați și vanadați normali hidratați

### 4.1. Tipul A B (X O<sub>4</sub>) x H<sub>2</sub>O

Struvit	(NH <sub>4</sub> )Mg(PO <sub>4</sub> ) • 6 H <sub>2</sub> O
---------	---

### 4.2. Tipul A B<sub>2</sub> (X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • x H<sub>2</sub>O

Dickinsonit	H <sub>2</sub> Na <sub>6</sub> (Mn, Fe, Ca, Mg) <sub>14</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>12</sub> • H <sub>2</sub> O
Fillowit	H <sub>2</sub> Na <sub>6</sub> (Mn, Fe, Ca, Mg) <sub>14</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>12</sub> • H <sub>2</sub> O

#### 4.2.1. Grupa fairfielditului

Fairfieldit	Ca <sub>2</sub> (Mn, Fe)(PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 2 H <sub>2</sub> O
Collinsit	Ca <sub>2</sub> (Mg, Fe)(PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 2 H <sub>2</sub> O

#### 4.2.2. Grupa roselitului

Roselit	(Ca, Co) <sub>2</sub> (Co, Mg)(AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 2 H <sub>2</sub> O
Brandtit	Ca <sub>2</sub> Mn(AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 2 H <sub>2</sub> O

#### 4.2.3. Seria reddingitului

Reddingit	(Mn, Fe) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 3 H <sub>2</sub> O
Fosfoferit	(Fe, Mn) <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 3 H <sub>2</sub> O
Landesit	Fe <sub>6</sub> Mn <sub>20</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>16</sub> • 27 H <sub>2</sub> O (?)
Stewartit	MnFe <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O

Salmonsit fosfat de Mn și Fe

Anapait Ca<sub>2</sub>Fe(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 2 H<sub>2</sub>O

Parahopeit Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 4 H<sub>2</sub>O

Hopeit Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 4 H<sub>2</sub>O

Fosfofilit Zn<sub>2</sub>(Fe, Mn)(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 4 H<sub>2</sub>O

Tricalcit Cu<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 5 H<sub>2</sub>O (?)

Picrofarmacolit (Ca, Mg)<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 6 H<sub>2</sub>O (?)

#### 4.2.4. Grupa vivianitului

Vivianit	Fe <sub>3</sub> <sup>2+</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Annabergit	(Ni, Co) <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Eritrina	(Co, Ni) <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Köttigit	Zn <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Symplesit	Fe <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Bobierit	Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O
Hörnesit	Mg <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> • 8 H <sub>2</sub> O

4.3. Tipul A (X O<sub>4</sub>)<sub>p</sub> · x H<sub>2</sub>O

## 4.3.1. Grupa variscitului

Variscit	Al(PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Strengit	Fe <sup>3+</sup> (PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Scorodit	Fe <sup>3+</sup> (AsO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Mansfieldit	Al(AsO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O

## 4.3.2. Grupa metavariscitului

Metavariscit	Al(PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Metastrengit	Fe(PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Weinschenkit	(Y, Er)(PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Churchit	(Ce, Ca)(PO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O
Rabdofan	(Ce, Y)(PO <sub>4</sub> ) · H <sub>2</sub> O

## 5. Fosfați, arseniați și vanadați anhidrii conținând hidroxil sau halogeni

5.1. Tipul A<sub>m</sub>(X O<sub>4</sub>)<sub>p</sub> Z<sub>q</sub> unde m : p > 4 : 1

Sahlinit	Pb <sub>14</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>9</sub> Cl
Holdenit	(Mn <sup>2+</sup> , Ca) <sub>4</sub> (Zn, Mg, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>5</sub> O <sub>2</sub>
Hematolit	(Mn <sup>2+</sup> , Mg) <sub>4</sub> Al(AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>8</sub>

## 5.1.1. Grupa clorofenicitului

Clorofenicit	(Zn, Mn) <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>7</sub>
Magnezioclorofenicit	Mg <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>7</sub>
Sinadelfit	(Mn, Mg, Ca, Pb) <sub>4</sub> (AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>5</sub>

5.2. Tipul A<sub>7</sub>(X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Z<sub>q</sub>

Lacroixit	- fluoro - fosfat de Na, Ca, Al
Morinit	Na <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> Al <sub>3</sub> H(PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> · F <sub>6</sub> · 8 H <sub>2</sub> O
Jezekit	Na <sub>4</sub> CaAl <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> F <sub>2</sub> O (?)
Allactit	Mn <sub>7</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>8</sub>

5.3. Tipul A<sub>3</sub>(X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Z<sub>q</sub>

Clinoclaz	Cu <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>3</sub>
Cometit	Cu <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>3</sub>
Giorgiadesit	Pb <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) Cl <sub>3</sub>
Atelestit	Bi <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> (?)
Flinkit	Mn <sub>2</sub> <sup>2+</sup> Mn <sup>3+</sup> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>
Retzian	Mn <sub>2</sub> Y(AsO <sub>4</sub> ) (OH) <sub>4</sub>

5.4. Tipul (A B)<sub>5</sub>(X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Z<sub>q</sub>

Walpurgit	Bi <sub>4</sub> (UO <sub>2</sub> ) (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 3 H <sub>2</sub> O
Erinit	Cu <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>
Pseudomalachit	Cu <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O (?)
Arsenoclasit	Mn <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>
Andrewsit	(Cu, Fe <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> Fe <sub>6</sub> <sup>3+</sup> + (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>
Laubmannit	Fe <sub>3</sub> <sup>2+</sup> Fe <sub>6</sub> <sup>3+</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>12</sub>

5.5. Tipul AB(X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Z<sub>q</sub>

## 5.5.1. Grupa adelitului

Adelit	CaMg(AsO <sub>4</sub> ) (OH, F)
Conicalcit	CaCu(AsO <sub>4</sub> ) (OH)
Austinit	CaZn(AsO <sub>4</sub> ) (OH)
Duftit	PbCu(AsO <sub>4</sub> ) (OH)

## 5.5.2. Grupa descloizitului

Descloizit	(Zn, Cu)Pb(VO <sub>4</sub> ) (OH)
Mottramit	(Cu, Zn)Pb(VO <sub>4</sub> ) (OH)
Pirobelonit	MnPb(VO <sub>4</sub> ) (OH)
Calciovolborthit	CuCa(VO <sub>4</sub> ) (OH)
Turanit	Cu <sub>2</sub> (VO <sub>4</sub> ) (OH) (?)
Volborthit	Cu <sub>3</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O

## 5.5.3. Seria herderitului

Herderit	CaBe(PO <sub>4</sub> ) (F, OH)
Hidroxil-herderit	CaBe(PO <sub>4</sub> )(OH, F)

## 5.5.4. Seria amblygonitului

Amblygonit	(Li, Na) Al(PO <sub>4</sub> ) (F, OH)
Montebrasit	(Li, Na)Al(PO <sub>4</sub> )(OH, F)
Natromontebrasit	(Na, Li) Al(PO <sub>4</sub> ) (OH, F)
Tilasit	CaMg(AsO <sub>4</sub> )F
Durangit	NaAl(AsO <sub>4</sub> )F

## 5.5.5. Grupa plumbogummitului

Plumbogummit	PbAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
Gorceixit	BaAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
Goyazit	SrAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
Crandallit	CaAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
Deltait	Ca(Al <sub>2</sub> Ca)(PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O
Florencit	CeAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>
Dussertit	BaFe <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
Chenevixit	Cu <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O (?)
Brazilianit	NaAl <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub>
Grifit (Na, Ca, Fe, Al) <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2,5</sub> (OH, F) <sub>2</sub>
Arseniopleit	(Mn <sup>2+</sup> , Mn <sup>3+</sup> , Mg, Fe) <sub>4</sub> (Ca, Mn) <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>4</sub> (?)

5.6. Tipul A<sub>2</sub>(X O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> Z<sub>q</sub>

Wagnerit	Mg <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )F
Triplit	(Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Mg, Ca) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(F, OH)

## 5.6.1. Grupa triploiditului

Triploidit	(Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH)
Wolfeit	(Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> ) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH)
Sarkinit	Mn <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> )(OH)
Sarcopsid	(Fe, Mn, Ca) <sub>7</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> F <sub>2</sub> (?)

## 5.6.2. Grupa olivenitului

Olivenit	Cu <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> )(OH)
Libethenit	Cu <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH)
Adamit	Zn <sub>2</sub> (AsO <sub>4</sub> )(OH)

## 5.6.3. Seria frondelitului

Frondelit	(Mn <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> )Fe <sup>3+</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>5</sub>
Rockbridgeit	(Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> )Fe <sup>3+</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>5</sub>
Tarbutt	Zn <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH)
Augelit	Al <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> )(OH) <sub>3</sub>
Dufrenit	Fe <sup>2+</sup> Fe <sup>3+</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>5</sub> · 2 H <sub>2</sub> O (?)

Dewindtit  $Pb_3(VO_2)_5(PO_4)_4(OH)_4 \cdot 10 H_2O$   
 Fosfuranilit  $Ca(UO_2)_4(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 7 H_2O$

5.7. Tipul  $A_3(X O_4)_3Z_q$

5.7.1. Seria apatitului

Fluorapatit  $Ca_5(PO_4)_3F$   
 Clorapatit  $Ca_5(PO_4)_3Cl$   
 Hidroxilapatit  $Ca_5(PO_4)_3(OH)$   
 Carbonapatit  $Ca_5(PO_4)_3(CO_3) \cdot H_2O$

5.7.2. Seria piromorfitului

Piromorfit  $Pb_5(PO_4, AsO_4)_3Cl$   
 Mimetit  $Pb_5(AsO_4, PO_4)_3Cl$   
 Vanadinit  $Pb_5(VO_4)_3Cl$

5.7.3. Seria svabitudului

Svabit  $(Ca, Pb)_5(AsO_4, PO_4)_3(F, Cl, OH)$   
 Iledyfan  $(Ca, Pb)_5(AsO_4)_3 Cl$

Dehmit  $(Ca, Na, K)_5(PO_3)_3(OH)$

Lewistonit  $(Ca, K, Na)_5(PO_4)_3(OH)$

Fermorit  $(Ca, Sr)_5(PO_4, AsO_4)_3(F, OH)$

Wilkeit  $Ca_5(PO_4, SO_4, SiO_4, CO_3)_3 (OH)$

Ellestadit  $Ca_5(SiO_4, SO_4, PO_4)_3(Cl, F, OH)$

Tavistockit  $Ca_3Al_2(PO_4)_2(OH)_6$

Arsenobismit  $Bi_4(AsO_4)_3(OH)_3 \cdot H_2O$

5.8. Tipul  $(A B)_3(X O_4)_2Z_q$

5.8.1. Seria lazulitudului

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  $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2 H_2O$

6. Fosfați, arseniați și vanadați hidratați conținând hidroxil sau halogeni

6.1. Tipul  $(A B)_m(X O_4)_pZ_q \cdot x H_2O$  unde  $m : p > 3 : 1$

Borickit  $CaFe_5(PO_4)_2(OH)_{11} \cdot 3 H_2O$

6.2. Tipul  $(A B)_3(X O_4)_2Z_q \cdot x H_2O$

Veszelyit  $(Cu, Zn)_3(PO_4)(OH)_3 \cdot 2 H_2O$   
 Tsumebit  $Pb_2Cu(PO_4)(OH)_3 \cdot 3 H_2O$   
 Hemafibrit  $Mn_3(AsO_4)(OH)_3 \cdot 3 H_2O$   
 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  $(Al, Fe)_3(AsO_4)(OH)_6 \cdot 5 H_2O$

6.3. Tipul  $(A B)_5(X O_4)_2Z_q \cdot x H_2O$

Cornwallit  $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$   
 Tyrolit  $Cu_5Ca(AsO_4)_2(CO_3)(OH)_4 \cdot 6 H_2O (?)$   
 Akrochordit  $MgMn_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 4 H_2O (?)$   
 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  $Pb_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 3 H_2O$

6.4. Tipul  $A_2(X O_4)_2Z_q \cdot x H_2O$

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  $Ca_2(PO_4)(OH) \cdot 2 H_2O$   
 Eucroit  $Cu_2(AsO_4)(OH) \cdot 3 H_2O$   
 Delvauxit  $Fe_2(PO_4)(OH)_3 \cdot x H_2O (?)$

6.5. Tipul  $(A B)_m(X O_4)_pZ_q \cdot x H_2O$  unde  $m : p = 2 : 1$

Leucofosfit  $K_2(Fe, Al)_7(PO_4)_4(OH)_{11} \cdot 6 H_2O$

6.5.1. Seria childrenitudului

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  $Na_4CaAl_{12}(PO_4)_8(OH)_9 \cdot 3 H_2O$

Millisit  $(Na, K)CaAl_6(PO_4)_4(OH)_9 \cdot 3 H_2O$

Lohiit  $(Na, K)_2Ca_5Al_8(PO_4)_8(OH)_{12} \cdot 6 H_2O (?)$

Mixit  $Cu_{11}Bi(AsO_4)_5(OH)_{10} \cdot 6 H_2O (?)$

6.6. Tipul  $(A B)_m(X O_4)_pZ_q \cdot H_2O$ , unde  $m : p = 7 : 4$

Sampleit  $NaCaCu_5(PO_4)_4Cl \cdot 5 H_2O$

6.6.1. Grupa turcoazei

Turcoaza  $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$   
 Calcosiderit  $CuFe_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 4 H_2O$   
 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  $CaFe_{14}^{3+}(PO_4)_{10}(OH)_{14} \cdot 21 H_2O (?)$   
 Mitridatit  $Ca_3Fe_4^{3+}(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 3 H_2O$   
 Richellit  $Ca_3Fe_{10}^{3+}(PO_4)_8(OH, F)_{12} \cdot n H_2O$   
 Englishit  $K_2Ca_4Al_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 9 H_2O$

6.7. Tipul  $A_3(X O_4)_2Z_q \cdot x H_2O$

Légrandit  $Zn_{14}(AsO_4)_9(OH) \cdot 12 H_2O$   
 Beraunit  $Fe^{2+}Fe_4^{3+}(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 3 H_2O (?)$   
 Coeruleocactit  $Al_3(PO_4)_2(OH)_3$   
 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  $(UO_2)_3(AsO_4)_2 \cdot 12 H_2O$

6.8. Tipul  $(A B)_m(X O_4)_pZ_q \cdot x H_2O$  unde  $m : p = 3 : 2$

Bermanit  $(Mn, Mg)_5(Mn, Fe)_8(PO_4)_8(OH)_{10} \cdot 15 H_2O ?$   
 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  $FeAl_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 8 H_2O$   
 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	$\text{Ca}_3\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O} (?)$
Xantoxenit	$\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 1 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
Montgomeryit	$\text{Ca}_4\text{Al}_8(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_5 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$
Overit	$\text{Ca}_3\text{Al}_8(\text{PO}_4)_8(\text{OH})_6 \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$

6.8.1. Grupa torbernitului

Torbernit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8-12 \text{H}_2\text{O}$
Autunit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10-12 \text{H}_2\text{O}$
Uranocircit	$\text{Ba}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Saléit	$\text{Mg}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Zenerit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10-16 \text{H}_2\text{O}$
Uranospinit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

## 6.8.2. Grupa metatorbernitului

Metatorbernit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Meta-autunit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2-6 \text{H}_2\text{O}$
Metazeunerit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Bassetit	$\text{Fe}^{2+}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

## 6.9. Tipul $(\text{A B})_m(\text{X O}_4)_p\text{Z}_q \cdot x \text{H}_2\text{O}$ unde $m : p < 3 : 2$

Farmacosiderit	$\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Cacoxenit	$\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Vashegyit	$\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot n \text{H}_2\text{O} (?)$
Taranakit	$\text{K}_2\text{Al}_6(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} (?)$

## 7. Fosfați, arseniați și vanadați compuși

### 7.1. Tipul $\text{A B}(\text{X O}_4)_q\text{Z}$

#### 7.1.1. Grupa beudantitului

Beudantit	$\text{PbFe}_3(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Corkit	$\text{PbFe}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Hinsdalit	$(\text{Pb}, \text{Sr})\text{Al}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Svanbergit	$\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Woodhouseit	$\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Lindackerit	$\text{Cu}_6\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O} (?)$

### 7.2. Tipul amestec

Calcofilit	$\text{Cu}_{18}\text{Al}_2(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{27} \cdot 33 \text{H}_2\text{O}$
Ardealit	$\text{Ca}_2\text{H}(\text{PO}_4)(\text{SO}_4) \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Kribergit	$\text{Al}_4(\text{PO}_4)_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O} (?)$
Diadochit	$\text{Fe}_2(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Sarmientit	$\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Pitticit	$\text{Fe}_2^{3+}(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot n \text{H}_2\text{O}$
Kolbeckit	$\text{ScPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

## 1. FOSFAȚI, ARSENIATĂI ȘI VANADAȚI ACIZI ANHIDRII

### MONETIT : $\text{CaH}(\text{PO}_4)$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,65 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9857 : 1 : 0,9500$ ,  $\alpha = 96^\circ 21'$ ,  $\beta = 91^\circ 16'$ ,  $\gamma = 76^\circ 06'$ .

**Habitus:** agregate masive microcristaline; cruste, forme stalactitice; cristale mici, cu fețe rugoase, formând grupări complexe; unele cristale sunt turtite (010) și au un aspect romboidal.

**Culoare:** galben pal, albă; cristalele artificiale sunt albe.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $e(101)$ ,  $E(\bar{1}01)$ ,  $x(121)$ ,  $s(321)$ ,  $t(\bar{1}\bar{2}1)$ .

**Clivaj:** slab pe trei direcții.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,929$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 41,21\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 52,48\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 6,61\%$ . Corespunde formulei  $\text{CaHPO}_4$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție: ( $\lambda_{\text{Na}}$ )  $\alpha = 1,587$ ,  $\beta = 1,615$ ,  $\gamma = 1,640$ . Biax pozitiv.  $2V = \text{mare}$ .

Dispersia:  $r > v$ , mică. Secțiunile  $\parallel(010)$  au extincție de  $23^\circ$  față de muchia cu  $(10\bar{1})$ , iar cele  $\parallel(001)$  au  $30^\circ$  față de muchia cu  $(010)$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 900 m,1; ~1000 m,1; 1068 fp; 1130 fp; 1170 i; 1350 m; 1390 m; ~1620 m,1; ~2800.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 6,74/14/(010), (1 $\bar{1}$ 0); 5,43/4/(100); 4,99/4/(01 $\bar{1}$ ); 4,48/2/(011); 4,38/4/(10 $\bar{1}$ ); 4,27/4/(1 $\bar{2}$ 0); 4,03/4/(101); 3,70/4/((1 $\bar{2}$ 1); 3,48/14/(121); 3,37/70/(020); 3,35/75/(110, (2 $\bar{2}$ 0)); 3,33/16/(2 $\bar{1}$ 0); 3,30/10/(002); 3,13/20/(11 $\bar{1}$ ); 3,10/16/(01 $\bar{2}$ ); 2,986/2/(2 $\bar{2}$ 1), (2 $\bar{2}$ 1); 2,958/100/(1 $\bar{1}$ 1), (1 $\bar{1}$ 2); 2,937/35/(10 $\bar{2}$ ); 2,912/4/(2 $\bar{1}$ 1); 2,881/8/(021); 2,867/4/(111); 2,843/2/(012); 2,763/10/(1 $\bar{3}$ 0); 2,754/20/(2 $\bar{3}$ 0); 2,721/35/(200), (102); 2,581/4/(2 $\bar{3}$ 1); 2,532/4/(1 $\bar{2}$ 2); 2,499/16/(3 $\bar{3}$ 1), (022); 2,489/2/(112); 2,443/2/(201); 2,411/2/(2 $\bar{1}$ 2); 2,351/4/(222), (222); 2,305/10/(120); 2,287/2/(220), (212); 2,251/16/(030); 2,242/6/(022); 2,234/10/(3 $\bar{3}$ 0), (112); 2,216/4/(1 $\bar{3}$ 2); 2,199/12/(003).

## 2. FOSFAȚI, ARSENIATȚI ȘI VANADAȚI NORMALI ANHIDRII

TRIFILIT :  $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$

LITIOFILIT :  $\text{LiMn}(\text{PO}_4)$

Serie izomorfă completă

**Sistemul de cristalizare:** rombic

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m n b.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** depinde de raportul Fe : Mn astfel:

Fe : Mn	$a_0$ (Å)	$b_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : b_0 : c_0$
1,3 : 1	6,038	10,374	4,711	0,582 : 1 : 0,454
3 : 1	6,00	10,34	4,67	0,580 : 1 : 0,452

**Celula conține:**  $\text{Li}_4(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_4 (\text{PO}_4)_4$ .

**Habitus:** cristale bine formate se întâlnesc rar (în pegmatite); atunci sunt scurt prismatice [100], cu suprafețele neregulate. De obicei apare masiv, compact sau foios.

**Culoarea:** cenușiu albăstrui, cenușiu la trifilit și brun, galben-brun la litiofilit. Prin alterare culoarea devine brună, cenușie sau neagră.

**Urma:** incoloră sau alb, cenușie.

**Luciu:** sticlos, semirășinos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** b(010), a(100), n(130),  $\epsilon$ (120), d(011), l(021), v(203), e(101),  $\omega$ (201).

**Clivaj :** (100) perfect, (010) slab, (011) întrerupt.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H** = 4 - 5 ; **G** = 3,34 pentru litiofilit și 3,58 pentru trifilit. Când Fe : Mn = 1 : 1, G = 3,50.

**Compoziția chimică:** între cei doi compuși,  $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$  și  $\text{LiMnPO}_4$  există o serie completă,  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$  substituindu-se în orice proporție.

Compoziția oxidică procentuală este următoarea:

Oxizi %	Trifilit	Litiofilit
$\text{Li}_2\text{O}$	6,95 - 9,47	5,51 - 9,53
$\text{Na}_2\text{O}$	0,00 - 2,71	0,00 - 1,48
$\text{FeO}$	21,70 - 45,54	0,00 - 12,57
$\text{MnO}$	0,00 - 21,13	30,53 - 45,22
$\text{CaO}$	0,00 - 6,13	0,00 - 9,70
$\text{MgO}$	0,00 - 7,38	-
$\text{P}_2\text{O}_5$	41,08 - 46,41	43,43 - 45,25
$\text{H}_2\text{O}$	0,00 - 0,99	0,00 - 1,81



Denumirea trifilit este aplicată termenilor care au  $Fe > Mn$ , respectiv litiofilit celor cu  $Mn > Fe$ . Mg și Ca pot substitui (Fe, Mn) până la raporturile maxime întâlnite  $Mg : (Fe, Mn) = 1 : 2,8$  și  $Ca : (Fe, Mn) = 1 : 3,1$ . Li poate fi și el substituit de mici cantități de Na. În materialele alterate (trifilit) apar și mici cantități de  $Fe^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben, roz.

Pleocroism slab. Proprietățile optice depind esențial de raportul  $Mn : Fe$  astfel:

Proprietăți optice în $\lambda_{Na}$	Mn : Fe					Pleocroism
	9 : 1	3 : 2	2 : 3	3 : 7	> 1 : 4	
$\alpha$	1,669	1,680	1,689	1,694		
$\beta$	1,673	1,681	1,689	1,695		
$\gamma$	1,682	1,688	1,695	1,700	1,710	
2 V	$\sim 65^\circ$	$\sim 48^\circ$	$0^\circ$	$\sim 55^\circ$	$0^\circ +$	
Semn optic	+	+	+	+	-	
$\alpha$	c	c		a	c	
$\beta$	a	a		c	b	
$\gamma$	b	b	b	b	a	

### Spectrometria de absorbție în infraroșu:

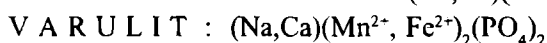
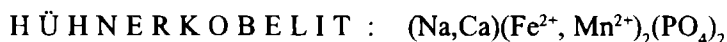
Trifilit : 468 m,1; 500 i; 550 m; 578 m; 640 m; 980 m,1; 1045 fp; 1095 i; 1136p.

Litiofilit: 463 m,1; 490 i; (551 m + 578 p) d; 638 m; 825 s; 995 m,1; 1052 - 1075 p,1; 1094 i; 1131 p.

### Difractometria de raze X :

Trifilit (cele mai intense linii): 4,29/90; 3,51/90; 2,54/100.

Litiofilit (radiația  $FeK_{\alpha}$ , filtru Mn): 5,12/10/(020); 4,26/70/(011); 3,92/40/(120); 3,69/10/(101); 3,47/80/(111),(021); 3,01/90/(200),(121); 2,779/50/(031); 2,531/100/(131); 2,469/50/(211); 2,382/40/(002),(140); 2,292/50/(012); 2,275/50/(221); 2,148/40/(112),(022); 2,046/10/(231); 2,020/10/(122); 1,859/30/(015),(202),(132); 1,828/30/(212),(311); 1,813/10/(151); 1,750/80/(222); 1,680/50/(142),(060); 1,666/50/(160); 1,638/60/(331); 1,597/30; 1,516/50; 1,507/70; 1,462/10; 1,431/10; 1,418/20; 1,393/10; 1,350/50; 1,318/40; 1,298/10; 1,285/30; 1,269/10; 1,239/20; 1,184/10; 1,176/5; 1,170/5; 1,162/40.



*Serie izomorfă completă*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** I 2<sub>1</sub>/a.

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare** (hühnerkobelit):  $a_0 = 10,89 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,54 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,46 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8684 : 1 : 0,5152$ ,  $\beta = 97^\circ 33'$ .

**Celula conține:**  $(Na, Ca)(Mn^{2+}, Fe^{2+})_2(PO_4)_2$ .

**Habitus:** huhnerkobelitul are cristale scurt prismatice cu alungire // [010] sau [001] și fețe predominante (211) și (132); formează mase granulare, foioase. Varulitul apare masiv, granular.

**Culoarea:** negru verzui, verde oliv închis pentru huhnerkobelit și verde gălbui închis pentru varulit.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Clivaj:** (001) bun, (010) distinct.

**H** = 5 ; **G** = 3,5 - 3,6, variază în funcție de raportul Fe : Mn.

**Compoziția chimică:**

Oxizi (%)	Hühnerkobelit	Varulit
Li <sub>2</sub> O	0,00 - 0,36	0,00 - 1,65
Na <sub>2</sub> O	3,73 - 9,67	7,12 - 9,72
K <sub>2</sub> O	0,00 - 0,06	0,00 - 0,12
CaO	1,35 - 9,70	2,30 - 4,86
MgO	0,00 - 2,55	0,00 - 0,13
FeO	7,09 - 18,15	7,52 - 12,01
MnO	6,44 - 21,35	21,06 - 25,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,02 - 26,49	6,44 - 8,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39,40 - 42,72	42,80 - 44,93
H <sub>2</sub> O +	0,00 - 4,49	0,64 - 1,52
H <sub>2</sub> O -	0,00 - 0,24	0,14 - 0,18

Numele de hühnerkobelit și varulit se aplică termenilor seriei care au Fe > Mn sau respectiv Mn > Fe.

Prezența Fe<sup>3+</sup> se datorează amestecurilor cu alte minerale sau o trecere spre allaudit sau manganoalludit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe verde-gălbui (α) și verde (γ).

Biax pozitiv.

Indicii de refracție, 2 V și dispersia depind de raportul Fe : Mn astfel:

	Hühnerkobelit	Varulit
α	1,718 - 1,754	1,708 - 1,732
β ~ b		
γ	1,731 - 1,77	1,722 - 1,732
2 V		70°
Dispersia		r > v

**Difracție de raze X:**

Varulit: (radiație FeK<sub>α</sub>, filtru Mn): 6,33/50; 5,47/20; 3,50/40; 3,11/30; 3,08/10; 2,95/10; 2,90/20; 2,79/10; 2,73/100; 2,62/10; 2,55/40; 2,51/10; 2,15/10; 2,12/20; 2,07/10; 1,993/10; 1,961/10; 1,935/10; 1,831/10; 1,795/10; 1,757/10; 1,738/10; 1,687/10; 1,656/10; 1,606/10; 1,575/10; 1,544/10; 1,524/10; 1,459/10; 1,435/10; 1,368/10; 1,340/10; 1,147/10.

Hühnerkobelit (cele mai intense linii): 6,24/70; 3,085/55; 2,703/100.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa :** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m n a .

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 6,32 Å , b<sub>0</sub> = 10,52 Å , c<sub>0</sub> = 4,97 Å .

**Relația axială :** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,601 : 1 : 0,472.

**Celula conține:** Na<sub>4</sub>Mn<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> .

**Habitus:** cristalele bine formate sunt rare și asemănătoare celor de trifilit. Formează mase foioase sau granulare.

**Culoare:** galben închis.

**Luciu:** rășinos sau adamantin; perlat pe suprafața de clivaj (100). Transparent sau translucid.

**Forme principale:** a(100), ε(120), d(011), l(021).

**Clivaj:** (100) bun, (010) și (021) slab.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 4 \frac{1}{2} - 5$  ;  $G = 3,41$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Li}_2\text{O} = 0,00 - 0,19\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 16,79 - 92\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 3,06\%$ ,  $\text{MnO} = 38,19 - 41,01\%$   
 $\text{P}_2\text{O}_5 = 41,03 - 41,07\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,43\%$ .  $\text{Fe}^{2+}$  poate substitui  $\text{Mn}^{2+}$  până la valoarea maximă a raportului  
 $\text{Fe} : \text{Mn} \approx 1 : 13$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ),  $\alpha = 1,671$ ,  $\beta = 1,674$ ,  $\gamma = 1,684$ .

Biax pozitiv.  $2V = 75^\circ \pm 5^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 940 i; ~970 i,1; 1050 fp; ~ 1085 i; ~1120 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru Mn): 5,25/10/(020); 4,51/50/(011); 4,04/60; 3,92/10/(101);  
3,66/40/(111); 3,15/80/(121),(200); 2,867/100/(031); 2,608/80/(131); 2,586/80/(211); 2,494/10/(002); 2,420/  
20/(012); 2,377/30/(221); 2,318/30/(041); 2,262/30/(112); 1,911/10/(311); 1,851/10; 1,836/50; 1,818/10;  
1,744/30; 1,695/50; 1,648/30; 1,606/10; 1,587/20; 1,580/20; 1,535/20; 1,460/10; 1,443/10; 1,419/10;  
1,401/10; 1,387/10; 1,375/10; 1,349/10; 1,336/10; 1,308/10; 1,227/10; 1,206/10; 1,158/10; 1/135/10;  
1,090/10; 1,072/20.

FERISICKLERIT :  $(\text{Li}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+})\text{PO}_4$

SICKLERIT :  $(\text{Li}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})\text{PO}_4$

Sinonimul pentru sicklerit este pseudoheterosit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m n b.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,939 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,086 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,787 \text{ \AA}$ .

Dimensiunea celulei crește proporțional cu conținutul în Mn.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,568 : 1 : 0,475$ .

**Celula conține:**  $(\text{Li}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_4(\text{PO}_4)_4$ .

**Habitus:** apare masiv, ca produs de alterare al trifilitului și litiofilitului.

**Culoare:** brun-gălbui, brun închis.

**Urma:** brun gălbuie, brun-roșcată, brună.

**Luciu:** mat. Subtranslucid sau opac.

**Clivaj:** (100) bun.

$H \approx 4$  ;  $G = 3,2 - 3,4$ .

**Compoziția chimică:**

Oxizi	Ferisicklerit	Sicklerit
$\text{Li}_2$	3,26-3,72	3,80-4,89
$\text{Na}_2\text{O}$	0,81-0,88	0,00-1,22
$\text{FeO}_1$	0,22-0,59	-
MnO	15,20-19,13	26,14-33,60
CaO	1,36-1,88	0,20-3,44
MgO	0,11-1,70	0,00-0,59
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	27,20-29,08	4,72-14,58
$\text{Mn}_2\text{O}_3$	-	2,10-8,19
$\text{P}_2\text{O}_5$	44,64-44,80	43,10-44,83
$\text{H}_2\text{O}$	1,02-1,23	1,71-4,13

**Proprietățile optice în lumină transmisă** (sicklerit): pleocroic în nuanțe de roșu. Orientarea:  $\alpha = a$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,715$ , roșu intens;  $\beta = 1,735$ , roșu deschise;  $\gamma = 1,745$  roșcat, roz. Biax negativ.  $2V = \text{larg}$ . Dispersia:  $r > v$  foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: Sicklerit:  $\sim 1025$  i,1; 1085 p,1.

**Difractometria de raze X**:

Ferisicklerit (cele mai intense linii): 4,32/95; 3,01/100; 2,53/100.

Sicklerit (cele mai intense linii): 4,32/95; 3,013/100; 2,531/100.

ALLUAUDIT : (Na, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>) (PO<sub>4</sub>).

MANGAN - ALLUAUDIT : (Na, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>) (PO<sub>4</sub>)

**Sistemul de cristalizare**: monoclinic.

**Clasa**: 2/m.

**Grupa spațială**: C<sub>2/c</sub>

Z = 12.

**Dimensiunea celulei elementare** (alluaudit):  $a_0 = 12,004 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,533 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,404 \text{ \AA}$ .

Relația axială:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9578 : 1 : 0,5110$ ,  $\beta = 114^\circ 40'$ .

**Habitus**: masiv, ca produs de alterare al varșitului și/sau hühnerkobelitului; compact, granular sau formând agregate fibroase sau globulare.

**Culoarea**: galben închis, galben - brun, negru - verzui. Prin alterare devine negru.

**Urma**: galben închis. Subtranslucid sau opac.

**Clivaj**: (100) și (010) bun.

H = 5-5 1/2 ; G = 3,4 - 3,5.

**Compoziția chimică**:

Oxizi	Alluaudit	Mangan - alluaudit
Li <sub>2</sub> O	0,00 - 0,07	0,00 - 0,28
K <sub>2</sub> O	-	0,00 - 0,42
Na <sub>2</sub> O	5,47 - 8,19	6,94 - 8,84
CaO	0,00 - 2,70	0,00 - 4,59
MgO	0,00 - 0,11	0,00 - 1,17
FeO	0,00 - 3,19	0,00 - 1,98
MnO	17,97 - 23,08	26,24 - 28,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,23 - 25,62	12,76 - 19,83
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00 - 1,06	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	0,00 - 1,08
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,25 - 53,95	40,94 - 46,70
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,96	0,66 - 1,60
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,17	0,13 - 0,88

Numele de alluaudit și manganalluaudit este dat termenilor seriei după cum raportul este Fe > Mn pentru primul și Mn > Fe pentru secundul. Cantitatea de Fe și Mn sunt dependente de concentrația acestor cationi în materialul parental, vaculit și/sau hühnerkobelit din care derivă prin oxidare Fe<sup>2+</sup> la Fe<sup>3+</sup>.

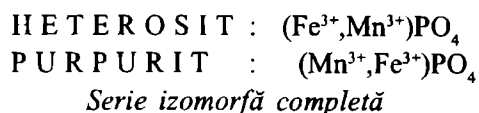
**Proprietăți optice în lumină transmisă**: galben, galben - verzui fără pleocroism.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,760$ ,  $\gamma = 1,775$ ,  $\Delta = 0,015$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: Alluaudit:  $\sim 1030$  p.l; 1100 p.l.

**Difractometria de raze X** -Alluaudit (radiație FeK <sub>$\alpha$</sub> , filtru Mn): 8,18/30/(110); 6,26/80/(020); 5,47/60/(200); 4,88/5; 4,64/5; 4,12/20/(111).(220); 3,48/60/(310).(131); 3,05/70/(112); 2,888/10/(312); 2,860/20/

(33 $\bar{1}$ ).(22 $\bar{2}$ ); 2,819/10/(041); 2,715/100/(210); 2,643/10/(022); 2,591/10/(331); 2,510/60/(112).(420); 2,400/10/(33 $\bar{2}$ ); 2,327/10/(151); 2,226/10; 2,182/10; 2,148/20; 2,084/40; 2,060/10; 1,982/10; 1,949/20; 1,903/7; 1,859/10; 1,818/20; 1,793/20; 1,764/10; 1,740/20; 1,723/10; 1,678/7; 1,656/20; 1,619/10; 1,579/7; 1,549/10; 1,533/20; 1,517/20; 1,505/7.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m n b.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,819 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,680 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,760 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,492 : 1 : 0,601$ .

**Celula conține:**  $(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+})_5(\text{PO}_4)_4$ .

**Habitus:** masiv.

**Culoarea:** roșu închis, roz, purpuriu.

**Urma:** roz.

**Luciu:** satinat în spărtură proaspătă. Translucid sau opac.

**Clivaj:** (100) bun, (010) slab; suprafețele de clivaj sunt uneori curbate.

**Spărtura:** neregulată.

**H = 4 - 4 1/2 ; G = 3,2 - 3,4.**

**Compoziția chimică:**

Oxizi	Heterosit	Purpurit
Li <sub>2</sub> O	0,11 - 0,83	0,00 - urme
Na <sub>2</sub> O	urme - 1,12	0,00 - 0,84
CaO	1,16 - 1,70	0,00 - 1,48
MgO	urme - 0,17	-
MnO	0,00 - 3,60	-
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,08 - 24,45	26,25 - 29,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,44 - 38,36	15,89 - 26,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	38,72 - 43,79	41,60 - 47,30
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,65 - 3,74	5,26 - 7,62
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1,08 - 2,33	5,26 - 7,62

Heterositul este termenul având  $\text{Fe}^{3+} > \text{Mn}^{3+}$ , iar purpuritul cel cu  $\text{Mn}^{3+} > \text{Fe}^{3+}$ . Raportul  $\text{Fe}^{3+} : \text{Mn}^{3+}$  este dependent de cel existent în materialele parentale, trifilit și litiofilit, din care derivă prin alterare. Ca și Mg sunt prezenți în mici cantități datorită substituției  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mn}^{2+}$  în materialul parental.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în tonuri cenușii verzui și roz - roșu.

Orientarea:  $\alpha = a$ . Indicii de refracție și 2 V depind de raportul  $\text{Fe}^{3+} : \text{Mn}^{3+}$  astfel:

	Heterosit	Purpurit
$\alpha$ (cenușiu, verzui)	$1,85 \pm 0,01$	$1,85 \pm 0,02$
$\beta$ (roșu închis, roz)	$1,89 \pm 0,01$	$1,86 \pm 0,02$
$\gamma$ (roșu închis, roz)	$1,91 \pm 0,01$	$1,92 \pm 0,02$
2 V	larg	38°

Dispersia este foarte puternică. Absorbția:  $\gamma = \beta > \alpha$  sau  $\gamma > \beta \gg \alpha$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Heterosit: 410 m.l.; 537 p.l.; 580 m; 605i; 655 m; 685 i; 970 p; 1035 fp.l.; 1090 f.p; 1100 i; 1650 s.l.

Purpurit: 420 m.l.; 535 m.l.; 575 i; 655 i; 690 i; 990 m.l.; 1035 m; 1068 p; 1640 fs.l.

**Diffractometria de raze X:**

Heterosit (cele mai intense linii): 4,29/75; 3,48/100; 2,73/75.

Purpurit (cele mai intense linii): 4,37/70; 2,952/100; 2,448/100.

**B E R I L O N I T : NaBe(PO<sub>4</sub>)**

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (pseudorombic).

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/c.

**Z = 12.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 8,13 Å, b<sub>0</sub> = 7,76 Å, c<sub>0</sub> = 14,17 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,0477 : 1 : 1,8260;  $\beta = 90^{\circ}00'$ .

**Celula conține:** Na<sub>12</sub>Be<sub>12</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>12</sub>.

**Habitus:** tabular (010) până la scurt prismatic // [010]. Cristalele au fețe numeroase dispuse în zonele [100] și [010], formând combinații variate; unele fețe sunt mate, aspre. Unele cristale arată o structură columnară datorită prezenței unor canale sau cavități dispuse // [010].

**Culoarea:** incolor, alb, galben pal.

**Luciu:** sticios; perlat pe (010). Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), d(120), m(110); f(210), k(014), v(013),  $\eta$ (012), e(011);  $\zeta$ (032),  $\gamma$ (021), l(102), K(203), e(101); i(201),  $\omega$ (112), v(111),  $\psi$ (121), t(213); s(212), r(211).

**Macle:** plan (101), de contact sau de penetrație; uneori sunt repetate, cu aspect stelar, pseudohexagonal ( $\alpha \wedge \underline{a} \approx 120^{\circ}$ ) apar și macle polisintetice.

**Clivaj:** (010) perfect, (100) bun, dar întrerupt, (101) și (001) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H = 5 1/2 - 6 ; G = 2,81:**

**Compoziția chimică:** Na<sub>2</sub>O = 23,28 - 24,41%, BeO = 19,12 - 19,84%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 55,40 - 55,89%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și 2 V variază cu astfel:

	$\lambda_{Li}$	$\lambda_{Na}$	$\lambda_{Ti}$
$\alpha$	1,5492	1,5520	1,5540
$\beta$	1,5550	1,5579	1,5604
$\gamma$	1,560	1,561	1,564
2 V	67°51'	67°50'	67°57'

Biax negativ. Dispersia: r > v. mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 452 i; 465 m; 485 i; 510 m; 535 m; 550 i; 563 i; 576 p; 588 m; 639s; 690 m.l.; 725 i; 740 p; 773 p; 790 i; 1022 i; 1058 f.p; 1075 m; 1115 i; 1150 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 4,44/40/(112); 4,11/20/(200); 3,92/60/(020); 3,63/90/(113); 3,52/20/(120); 3,40/5/(121); 3,25/10/(104).(212); 3,04/10/(114); 2,91/5/(213); 2,84/100/(005); 2,70/30/(300).(204); 2,64/10/(015).(222); 2,56/5/(310); 2,44/20; 2,37/60; 2,28/70; 2,22/10; 2,19/10; 2,11/30; 2,05/20; 1,965/40; 1,910/40; 1,821/20; 1,755/20; 1,719/5; 1,675/10; 1,593/20; 1,526/30; 1,508/20; 1,443/40; 1,328/10; 1,218/20.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m (?).

**Grupa spațială:** C 2/a.

**Z** = 12.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,60 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 23,99 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,656 : 1 : 2,389$ ,  $\beta = 93^\circ 37'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_{24}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_{60}(\text{PO}_4)_{48}$ .

**Habitus:** mase foioase.

**Culoarea:** cenușiu închis.

**Luciu:** sticlos, uneori gras. Translucid.

**Clivaj:** (001) bun, (201) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H** = 5 ; **G** = 3,55.

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 4,67 - 8,79\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 1,74\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 0,00 - 0,09\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 5,69\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 1,85\%$ ,  $\text{FeO} = 19,84 - 50,95\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 15,78\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 34,32 - 40,26\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 5,40\%$ . Na este substituit de K și Ca, iar  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})$  de Mg și Al. Prezența unei mici cantități de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  se datorează oxidării  $\text{Fe}^{2+}$ . Nu se cunoaște cu certitudine rolul  $\text{H}_2\text{O}$  și a F, prezente în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe de verde, verde gălbui.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = +21 \text{ } 1/2$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,662 - 1,664$ , incolor;  $\beta = 1,668 - 1,670$ , verzui;  $\gamma = 1,672 - 1,675$ , verzui gălbui.  $2V = 80 - 85\%$ . Biax negativ.

Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**  $\sim 1000 \text{ i.l.}$ ;  $\sim 1100\text{p.}$

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_{\alpha}$ , filtru Mn): 12,1/20/(002); 7,62/30/(201); 7,12/10/(\bar{1}12); 6,52/20/(\bar{2}02); 5,93/40/(\bar{1}13),(\bar{2}03); 5,95/40/(203); 5,01/30/(\bar{2}04), (020); 4,58/30/(022) (?); 4,23/10/(\bar{1}15),(\bar{2}21); 3,84/10/(\bar{2}23), (024); 3,42/30/(224),(\bar{3}13); 3,33/10/(313); 3,22/60/(\bar{1}17),(\bar{3}14); 3,13/20/(026), (422); 3,04/100/(\bar{1}33), (405); 2,85/40; 2,77/40; 2,72/80; 2,68/10; 2,59/10; 2,56/30; 2,52/20; 2,42/20; 2,39/10; 2,31/10; 2,30/10; 2,30/10; 2,23/10; 2,20/10; 2,16/10; 1,989/10; 1,964/10; 1,920/20; 1,888/10; 1,865/10; 1,767/30; 1,719/10; 1,687/10; 1,664/30; 1,654/20.

BERZELIIT :  $(\text{Mg}, \text{Mn})_2(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{AsO}_4)_3$

MANGANOBERZELIIT :  $(\text{Mn}, \text{Mg})_2(\text{Ca}, \text{Na})_3(\text{AsO}_4)_3$

**Varietate:** Sb-berzeliit sau piroarsenit, conține Sb.

*Serie izomorfă completă cu substituția Mg cu Mn. Berzeliitul este izotipic cu granatul*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** I a 3 d.

**Z** = 8.

**Habitus:** rareori apar cristale trapezoidale cu mici modificări ale fețelor. Apare masiv sau ca granule rotunjite.

**Culoarea:** galben, galben - oranj, roșu gălbui. La creșterea cantității de Mn devine mai roșu.

**Urma:** albă până la galben - oranj.

**Luciu:** rășinos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** a(001), d(011), e(012), n(112).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** subconcoidală sau neregulată.

**H** = 4  $1/2$  ; **G**  $\sim 4,08$  pentru termenul exclusiv magnezian și 4,46 pentru cel maganifer.

**F** = 1180°C pentru termenul cu 2,3% MnO și **F** = 1090°C pentru cel cu 19,4% MnO.

**Compoziția chimică:**

Oxizi	Berzeliit	Manganoberzeliit	Sb-berzeliit
Na <sub>2</sub> O	4,25 - 4,49	4,20 - 5,05	-
K <sub>2</sub> O	0,00 - 0,19	0,00 - 0,09	-
CaO	18,91 - 21,00	18,34 - 19,08	18,35-20,21
MgO	8,68 - 14,10	0,00 - 1,88	3,50 - 9,20
MnO	0,00 - 8,84	18,66 - 22,40	10,82-19,18
FeO	0,00 - 0,33	0,00 - 0,87	urme
PbO	0,00 - 0,30	0,00 - 0,14	-
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	57,03 - 60,26	52,90 - 54,43	50,92-53,23
Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	urme	2,50 - 6,54
H <sub>2</sub> O	0,00 - 0,85	0,00 - 0,44	-

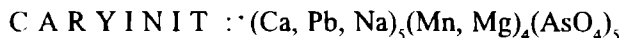
Mn și Mg se substituie reciproc, existând probabil o serie continuă între berzeliit și manganoberzeliit; numele celor două minerale se aplică la concentrația Mg > Mn pentru primul și Mn > Mg pentru secundul. Na apare ca substituent al Ca, fără a depăși raportul Na : Ca ≈ 2 : 5.

Sb substituie As până la raportul Sb : As ≈ 1 : 10,5, constituindu-se astfel varietatea Sb - berzeliit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau oranj. Izotrop. Uneori prezintă o birefringență anomală. Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) :  $\lambda = 670$  m $\mu$ ,  $n = 1,702$  (berzeliit) și  $1,781$  (manganoberzeliit);  $\lambda = 535$  m $\mu$ ,  $n = 1,710$  (berzeliit) și  $1,790$  (manganoberzeliit).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** Berzeliit: 410 m; 440 p.l; 490 i; (802 p + 850 p)d; 1028 f.s; 1075 s.l; 1640 f.s.

**Difractometria de raze X:** Berzeliit (radiație CuK, nefiltrată): 5,05/28/(211); 3,31/30/(321); 3,10/70/(400); 2,92/10/(411); 2,77/100/(420); 2,65/30/(332); 2,53/50/(422); 2,42/30/(431); 2,26/10/(521); 2,19/10/(440); 2,00/20/(611); 1,91/30/(541); 1,82/60/(631); 1,78/60/(444); 1,71/90/(640); 1,68/10; 1,65/100; 1,57/10; 1,55/60; 1,48/20; 1,40/10; 1,38/60; 1,35/100; 1,33/20; 1,32/30; 1,25/30; 1,22/10; 1,21/40; 1,18/20; 1,15/100; 1,13/80.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 11,48 Å, b<sub>0</sub> = 13,17 Å, c<sub>0</sub> = 6,87 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,8717 : 1 : 0,5216,  $\beta = 99^\circ$ .

**Habitus:** masiv; mase fin granulare sau foios.

**Culoarea:** brun, brun - gălbui.

**Luciu:** gras. Subtranslucid.

**Clivaj:** (110) și (010) distinct; (010) ^ (110) ≈ 49°15'.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată. Casant.

**H** = 4 ; **G** = 4,29.

**Compoziție chimică:** Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 5,33%, CaO = 12,12 - 12,80%, MgO = 3,09 - 4,72%, Pb = 9,21 - 11,70%, MnO = 17,61 - 19,21%, FeO = 0,00 - 0,64%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 49,78 - 52,49%. Formula este nesigură: (Ca, Pb, Na)<sub>5</sub>(Mn, Mg)<sub>4</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>5</sub> sau (Mn, Ca, Na, Mg, Pb)<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun - gălbui, fără pleocroism.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,005$ ) :  $\alpha = 1,776$ ,  $\beta = 1,780$ ,  $\gamma = 1,805$ .

Biax pozitiv.  $2V = 41^\circ \pm 3^\circ$ . Dispersia: r > v. slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 418 p.l; 427 p.l; 832 p.l; 1050 s.l.



**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,60/10/(110); 6,50/10/(020); 6,05/10/(011); 5,10/10; 4,54/10/(\bar{1}21); 4,45/10/(\bar{2}11); 4,19/10/(121); 4,09/10/(130); 3,88/10/(211); 3,69/10/(031); 3,64/10/(310); 3,39/10/(002); 3,33/10; 3,29/20/(040).(\bar{1}12); 3,21/10/(\bar{2}31); 3,14/20/(\bar{2}02); 3,12/10/(\bar{3}21); 3,03/30/(112).(022); 2,964/10/(231); 2,903/20/(\bar{1}12).(\bar{1}41); 2,868 + 2,849/100/(330).(240).(400); 2,810/10/(321); 2,790/20; 2,730/20/(202); 2,686/50/(13\bar{2}).(\bar{4}11); 2,659/10; 2,536/20/(132); 2,445/10/(411); 2,363/10/(042); 2,329/10/(\bar{3}32); 2,258/10; 2,080/10/(\bar{1}52); 2,072/10/(332); 2,010/10/(152); 1,925/10/(\bar{4}42); 1,900/10; 1,877/10; 1,849/10/(\bar{5}32).

### WHITLOCKIT : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

**Varietăți:** carbonato - whitlockit, conține  $\text{CO}_2$ . Dimorf, dar  $\alpha$  - whitlockitul nu apare în natură

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R\bar{3}c$ .

**Z = 7.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 36,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 3,576$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_{21}(\text{PO}_4)_{14}$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale cu dezvoltare romboedrică, rareori tabulare (0001). Apare larg granular sau pământos.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui.

**Luciu:** stielos sau subrășinos. Transparent spre translucid.

**Forme principale:** c(0001), a(11\bar{2}0), k(1.0\bar{1}.10), f(10\bar{1}4), j(20\bar{2}3), h(01\bar{1}8), g(01\bar{1}3), e(01\bar{1}2).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată, subconcoidală.

**H = 5 ; G = 3,12.**

**Compoziție chimică:**  $\text{CaO} = 46,84 - 54,22\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 3,53\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 2,34\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,76\%$ .

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,73\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 45,68 - 45,94\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 2,00\%$ .

Ca poate fi substituit de mici cantități de  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ . Uneori  $\text{PO}_3$  este substituit de  $\text{CO}_3$  (identic ca în carbonat - apatit) constituind varietatea denumită carbonato - whitlockit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,607 - 1,629$ ,  $\epsilon = 1,604 - 1,626$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 m; 475 s; (570 p + 605 p + 632 m)t; 725 m; 860 s; 962 i; 1030 - 1045 f.p; 1070 i; 1092 i; 1630 s; ~ 3200 m.l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 8,15/12/(012); 6,49/16/(104); 6,22/6/(006); 5,21/20/(110); 4,80/2/(113); 4,39/8/(202); 4,15/4/(018); 4,06/16/(024); 3,45/25/(1.0.10); 3,40/4/(211); 3,36/10/(112); 3,25/8/(199).(208); 3,21/55/(214); 3,11/55/(0.0.12).(125); 3,01/16/(300); 2,880/100/(0.2.10).(217); 2,757/20/(128); 2,710/10/(306); 2,674/8/(1.1.12); 2,607/65/(220); 2,562/6/(0.1.14); 2,553/8/(223); 2,520/12/(2.1.10); 2,499/6/(131); 2,407/10/(1.2.1).(226); 2,375/6/(315); 2,263/10/(1.0.16); 2,249/4/(1.1.15); 2,241/2/(042); 2,195/14/(404); 2,165/12/(3.0.12); 2,103/4/(1.2.14); 2,076/8/(0.2.16); 2,068/4/(321); 2,061/6/(232); 2,033/10/(048); 2,023/6/(324); 2,017/4/(3.3.11); 2,000/8/(2.2.12); 1,970/2/(410); 1,946/4/(413); 1,933/20/(4.0.10).(327); 1,895/16/(238); 1,879/14/(416); 1,830/12/(0.1.20).(3.1.14); 1,812/6/(3.2.10); 1,799/6/(502); 1,781/6/(419); 1,774/8/(034); 1,738/25/(2.0.20); 1,711/8; 1,685/8; 1,665/4; 1,637/6; 1,603/6; 1,600/4; 1,552/12; 1,532/4; 1,520/4; 1,505/4; 1,465/6; 1,440/4; 1,429/4; 1,414/4; 1,409/6; 1,387/4.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/c.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,87 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,57 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,766 : 1 : 0,533$ ,  $\beta = 99^\circ 12' \pm 15'$ .

**Celula conține:** (Fe, Mn, Ca)<sub>12</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>8</sub>.

**Habitus:** scurt prismatic. Frecvent apare masiv.

**Culoarea:** roz, roșu, brun; prin alterare devine brun închis.

**Urma:** albă, ușor roz.

**Luciu:** sticlos, ușor rășinos.

**Clivaj:** (010) bun, (100) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H = 5 ; G = 3,67 - 3,79**, în funcție de raportul Fe : Mn : Ca.

**Compoziția chimică:** CaO = 4,50 - 12,80%, MgO = 0,00 - 0,53%, FeO = 27,78 - 32,58%, MnO = 15,65 - 25,48%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 38,94 - 41,65%, H<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,75%. Între Fe, Mn și Ca există o substituție limitată de valorile minimă și maximă ale raportului Fe : Mn : Ca = 1,76 : 1,0 : 1 și, respectiv, 4,6 : 4,3 : 1.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** aproape incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = -36^\circ$ . Indicii de refracție variază mult în funcție de raportul Fe : Mn : Ca astfel:  $\alpha = 1,695 - 1,709$ ,  $\beta = 1,699 - 1,714$ ,  $\gamma = 1,719 - 1,736$ . Foarte ușor pleocroic: după  $\alpha$  și  $\beta$  - incolor, după  $\gamma$  - roz.  $2V = 43 - 60^\circ$ . Biax pozitiv. Dispersia: variază în funcție de raportul dintre cationi.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 500 p,l; 550 p,l; 595 i; 630 i; 1000 i; 1040 m,l.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK <sub>$\alpha$</sub> , filtru Mn): 4,31/30; 3,52,90; 3,14/10; 3,01/40; 2,97/40; 2,90/100; 2,86/40; 2,71/80; 2,51/10; 2,46/10; 2,41/30; 2,32/10; 2,27/10; 2,13/10; 2,08/10; 2,05/10; 1,972/10; 1,927/10; 1,886/10; 1,850/20; 1,774/10; 1,769/20; 1,735/10; 1,715/10; 1,693/10; 1,659/10; 1,619/10; 1,600/10; 1,584/10; 1,539/10; 1,524/10; 1,495/20; 1,414/10; 1,366/10; 1,351/10; 1,319/20; 1,314/20; 1,246/10; 1,213/10; 1,205/10.

XENOTIM : Y(PO<sub>4</sub>)

*Izostructural cu zirconul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/a m c.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,88 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,876$ .

**Celula conține:** Y<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** prismatic [001], izometric, piramidal; cristalele sunt asemănătoare celor de zircon și casiterit. Formează agregate radiare, cruste granulare, rozete.

**Culoarea:** brun-gălbui, brun-roșcat, roșu de nuanța flăcării, galben, alb-cenușiu, varzui.

**Urma:** brun deschis, gălbuie sau roșcată.

**Luciu:** sticlos, trecând spre rășinos. Translucid sau opac.

**Forme principale:** c(001), m(010), a(110), z(011), x(031), e(112), f(111),  $\tau$ (121).

**Macle:** (111) rare.

**Clivaj:** (100) bun.

**Spărtura:** neregulată sau așchioasă. Casant.

$H = 4 - 5$  ;  $G = 4,4 - 5,1$  . Moderat paramagnetic.

**Compoziția chimică:**  $(Y,Er)_2O_3 = 51,82 - 67,78\%$ ,  $La_2O_3 = 0,00 - 2,14\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,00 - 4,80\%$ ,  
 $Fe_2O_3 = 0,00 - 0,65\%$ ,  $ThO_2 = 0,00 - 2,47\%$ ,  $UO_2 = 0,00 - 4,13\%$ ,  $ZrO_2 = 0,00 - 1,95\%$ ,  
 $SiO_2 = 0,00 - 4,32\%$ ,  $P_2O_5 = 25,38 - 38,60\%$ .

O mare parte din cantitatea de Y este substituită de Er. Cantități mai mici pot fi substituite de Ce, La și Sc; mai rar apar și substituții mici cu Th, U, Zr, Be și Ca.  $PO_4$  este substituit de mici cantități de  $SO_3$ , pentru menținerea electronegativității; deși varietatea de xenotim denumită hussakit a fost discreditată, totuși, se cunosc destule cazuri ale substituției  $PO_4$  prin  $SO_3$ , ultimul nedepășind 1% din masa mineralului. Prezența  $SiO_2$  este atribuită fie substituției  $PO_4$ , fie impurificării cu zircon.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau galben-verzui slab, galben, brun-gălbui. Dicroic. Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ) și dicroismul:  $\omega = 1,720 - 1,721$  roz pal sau brun-gălbui;  $\epsilon - 1,816 - 1,827$ , galben-brun, brun-verzui sau verzui. Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 p,l; 500 i; 570 m,l; 900 p,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,54/25/(101); 3,443/100/(200); 2,744/9/(211); 2,558/60/(112); 2,434/20/(220); 2,265/9/(202); 2,145/25/(301); 1,927/13/(103); 1,820/17/(321); 1,762/45/(312); 1,721/17/(400); 1,681/7/(213); 1,608/5/(411); 1,540/11/(420); 1,505/5/(303); 1,428/13/(332); 1,379/11/(323); 1,342/7/(431); 1,280/11/(413); 1,232/11/(314); 1,2171/<1/(440); 1,1475/7/(600); 1,1331/7/(503); 1,1118/1/(611); 1,0991/7/(532); 1,0885/7/(620); 1,0762/11/(523); 1,0114/5/(631); 0,9826/7/(613); 0,9765/3/(116); 0,9547/5/(640); 0,9464/7/(543); 0,9340/3/(721); 0,9262/9/(534), (712); 0,9111/7/(633), (604); 0,8819/5/(703); 0,8656/7/(732); 0,8604/<1/(800); 0,8533/2/(723).

M O N A Z I T : (Ce, La, Y, Th)( $PO_4$ )

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/n$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,782 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,993 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,445 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,970 : 1 : 0,923$ ,  $\beta = 76^\circ 22'$ .

**Celula conține:**  $(Ce, La, Y, Th)_4(PO_4)_4$ .

**Habitus:** cristalele turtite (100) sau alungite // [010]; forme prismatice cu fața  $(\bar{1}11)$  larg dezvoltată sau izometrice prin dezvoltarea aproximativ egală a fețelor (100) și  $(\bar{1}11)$ . Fețele sunt uneori aspre, striate sau neregulate.

**Culoarea:** galben deschis, brun-roșcat, brun; mai rar galben, verzui, aproape alb.

**Urma:** albă sau ușor colorată în funcție de culoarea cristalului.

**Luciu:** variabil; cel mai frecvent este rășinos, dar poate fi și sticlos sau adamantin.

**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(111), s(121), o(121), i( $\bar{2}11$ ), z(311).

**Macle:** (100), comune, uneori cruciforme; (001) lamelare, rare. Au fost descrise și unele macle cu apariții rare  $\perp$  cu planul (201) și  $(\bar{9}02)$ .

**Clivaj:** (100) bun, (010) slab. Urme slabe de clivaj se observă și pe (110), (101) și (011). Procesele de altercare controlează dezvoltarea clivajelor după (100) și (010).

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,6 - 5,4$ . G crește proporțional cu cantitatea de Th. Moderat paramagnetic.

**Compoziția chimică:**  $CaO = 0,00 - 0,83\%$ ,  $MgO = 0,00 - 0,27\%$ ,  $Ce_2O_3 = 21,08 - 34,99\%$ ,  
 $(La, Nc)O_3 = 27,90 - 41,83\%$ ,  $Y_2O_3 = 0,00 - 5,08\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00 - 1,50\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,00 - 1,20\%$ ,  
 $ThO_2 = 0,00 - 12,00\%$ ,  $SiO_2 = 0,00 - 2,98\%$ ,  $P_2O_5 = 24,90 - 30,27\%$ ,  $H_2O = 0,00 - 0,63\%$ . De obicei între La și Ce există raportul 1 : 1, iar Th și Y apar ca substituenți ai ambilor cationi. Analizele au raportat și mici cantități de Ca, Mg,  $Fe^{2+}$  și  $Fe^{3+}$ , precum și cantități încă mai reduse de Al, Zr, Mn, Be, Sn, U

( $U_3O_8 > 1\%$ ) și He. Si poate apare fie ca substituent al P, fie prin impurificare cu alte minerale. Utilizarea monazitului la determinările de vârstă absolută prin determinarea raportului  $Pb : Th + U$  este nesigură.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun-gălbui, galben, incolor, cu pleocroism foarte slab.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 2^\circ - 6^\circ$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ),  $\alpha = 1,7902 - 1,8004$ ,  $\beta = 1,7912 - 1,8008$ ,  $\gamma = 1,8441 - 1,8494$ .  $2V = 11^\circ 00' - 15^\circ 33'$ . Biax pozitiv. Dispersia: variabilă, frecvent  $r < v$  și mai rară;  $r > v$ ; mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 s; 542 i; 565-585 i; 622 m; 905 fs; 962 i; 1080 fp; 1050-1100 fp.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,20/13/(\bar{1}01); 4,82/7/(110); 4,66/18/(011); 4,17/25/(\bar{1}11); 4,08/9/(101); 3,51/25/(111); 3,30/50/(200); 3,09/100/(120); 2,99/18/(210); 2,87/70/(\bar{1}12), (012); 2,61/18/(\bar{2}02); 2,44/18/(\bar{2}12), (112); 2,40/5/(220); 2,34/5/(022), (\bar{1}22); 2,25/3/(\bar{3}01); 2,19/18/(031); 2,15/25/(\bar{1}03); 2,13/25/(\bar{1}31), (221); 2,02/3/(131), (013); 1,961/25/(212), (\bar{3}12); 1,933/7; 1,895/13; 1,870/18; 1,859/18; 1,797/9; 1,762/13; 1,737/25; 1,689/13; 1,645/7; 1,623/7; 1,600/7; 1,535/13; 1,463/5; 1,423/3; 1,386/3; 1,368/5; 1,339/9; 1,329/9; 1,307/3.

## BERLINIT : $Al(PO_4)$

Izostructural cu  $Al(AsO_4)$  și izotip cu  $\alpha - SiO_2$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 2.

**Grupa spațială:**  $C 3_1 2$  sau  $C 3_2 2$ .

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,93 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,94 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,219$ .

**Celula conține:**  $Al_3(PO_4)_3$ .

**Habitus:** masiv, granular. Cristalele artificiale sunt similare cu cele de cuarț, având fețe  $(10\bar{1}1)$ ,  $(01\bar{1}1)$  și  $(10\bar{1}0)$ .

**Culoarea:** incolor, cenușiu, roz deschis.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura :** concoidală.

**H = 6 1/2 ; G = 2,64.**

**Compoziția chimică:**  $Al_2O_3 = 41,80\%$ ,  $P_2O_5 = 58,20\%$ . Mai pot apare mici cantități de  $Fe_2O_3$  și  $H_2O$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ), cristal artificial:  $\omega = 1,524$ ,  $\epsilon = 1,530$ . Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 575 - 625  $\checkmark$ . La aproximativ  $583^\circ C$  are loc o transformare fazială identică cu cea de la  $\alpha - cuarț$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 i; 475 p,l;  $\sim 700$  p; 750 s; 1035 - 1100 fp,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,28/2/(100); 3,984/6/(101); 3,661/4/(003); 3,369/100/(102); 2,471/12/(110); 2,404/ < 1/(111); 2,306/12/(104); 2,252/6/(112); 2,140/10/(200); 1,994/6/(202); 1,835/16/(114); 1,687/8/(204); 1,679/6/(106); 1,639/2/(115); 1,619/ < 1/(210); 1,600/ < 1/(211); 1,552/14/(212); 1,530/ < 1/(213); 1,468/4/(116); 1,427/2/(300); 1,393/12/(214); 1,389/12/(206); 1,381/8/(302); 1,303/6/(215); 1,2651/4/(304), (207); 1,2359/2/(220); 1,2109/6/(216); 1,2054/4/(222); 1,1973/4/(305); 1,1870/8/(310); 1,1701/ < 1/(223); 1,1603/4/(312); 1,1247/ < 1/(306); 1,0894/4/(314); 1,0700/4/(400); 1,0605/2/(209); 1,0503/2/(402); 1,0447/4/(315); 1,0233/4/(226); 1,0010/4/(1.1.10); 0,9966/2/(404); 0,9951/2/(316); 0,9879/ < 1/(308); 0,9822/ < 1/(320); 0,9722/ < 1/(1.0.11); 0,9666/4/(322); 0,9483/ < 1/(323); 0,9341/ < 1/(410); 0,9242/4/(324); 0,9231/4/(406); 0,9207/2/(412); 0,9171/2/(226); 0,9148/4/(0.0.12); 0,9066/4/(2.1.10); 0,8969/ < 1/(318), (325); 0,8841/2/(414), (407); 0,8685/ < 1/(229); 0,8558/2/(500); 0,8429/2/(502); 0,8393/4/(2.0.12); 0,8315/4/(327), (416); 0,8238/4/(330); 0,8195/4/(2.2.10); 0,8172/4/(3.0.11), (504); 0,8148/2/(332); 0,8090/4/(420); 0,8048/2/(409); 0,8003/2/(422); 0,7979/6/(328), (505).

### 3. FOSFAȚI, ARSENIATȚI ȘI VANADAȚI ACIZI HIDRATAȚI

#### B R U S H I T : $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2.

**Grupa spațială:** A 2.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,88 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,37 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,388 : 1 : 0,420$ ,  $\beta = 117^\circ 28'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{H}_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** eflorescențe cu cristale fine; cristale aciculare, prismatice sau tabulare (010) care tapetează cavitățile.

Formează mase prăfoase, pământoase, foioase.

**Culoarea:** incolor, galben pal.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafețe de clivaj. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), f(120), d( $\bar{1}01$ ), l( $\bar{1}11$ ), P( $\bar{1}\bar{1}1$ ).

**Clivaj:** (010) și (001) perfect.

**H** = 2 1/2 ; **G** = 2,328. Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 30,83 - 32,98\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 37,96 - 42,72\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 23,33 - 30,88\%$ .

Correspunde formulei  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = -30^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,539$ ,  $\beta = 1,546$ ,  $\gamma = 1,551$ .

Biax pozitiv.  $2V = 86^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 408 s; 530 s,l; 568 m; 585 i; 880 p,l; 990 fp; 1050 fp; ~ 1130 fp; 1700 i; 2300 i; ~ 3200 i,l; 3450 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 7,57/100/(020); 4,93/2/(1 $\bar{1}\bar{1}$ ); 4,24/100/(021); 3,80/8/(040); 3,75/ < 1/(130); 3,63/2/(13 $\bar{1}$ ); 3,05/75/(111), (041); 2,928/50/(22 $\bar{1}$ ); 2,855/10/(11 $\bar{2}$ ); 2,797/2/(200); 2,670/4/(150); 2,648/4/(131); 2,623/50/(220), (15 $\bar{1}$ ); 2,603/30/(20 $\bar{2}$ ); 2,554/4/(002); 2,532/2/(060); 2,520/4/(13 $\bar{2}$ ); 2,434/14/(241); 2,421/16/(022); 2,268/4/(061); 2,252/2/(240); 2,172/20/(151); 2,148/16/(24 $\bar{2}$ ); 2,120/2/(042); 2,100/6/(15 $\bar{2}$ ); 2,084/10/(311); 2,022/4/(170), (31 $\bar{2}$ ); 2,001/10/(221), (171); 1,976/6/(26 $\bar{1}$ ), (112); 1,943/2/(33 $\bar{1}$ ); 1,899/2/(080); 1,888/4/(11 $\bar{3}$ ); 1,878/14/(260); 1,858/8/(22 $\bar{3}$ ); 1,855/ < 1/(132); 1,819/20/(241); 1,799/10/(062); 1,780/4/(081), (171); 1,748/2/(330).

#### F A R M A C O L I T : $\text{CaH}(\text{AsO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m sau 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/a sau  $A_2$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,00 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,29 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,389 : 1 : 0,408$ ,  $\beta = 114^\circ 47'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{H}_4(\text{AsO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** fibre mătăsoase delicate sau ciorchini alcătuiți din cristale aciculare; botrioidal sau stalactitic. Apar și cristale mici, rare, turtite pe (010) sau aproape aciculare [001].

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafața de clivaj. Cristalele sunt transparente.

**Forme principale:** b(010), m(110), x(011), s( $\bar{1}12$ ).

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Lamelele subțiri sunt flexibile.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,53 - 2,73$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 23,90 - 25,96%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 50,54 - 53,20%, H<sub>2</sub>O = 20,84 - 23,80%.

Corespunde formulei CaH(AsO<sub>4</sub>) • H<sub>2</sub>O.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \wedge c = -29^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,583$ ,  $\beta = 1,589$ ,  $\gamma = 1,594$ .

Biax negativ.  $2V (\lambda_{Na}) = 79^\circ 24'$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 433 m; 460 i; ~ 600 fs,l; 725 s; 817 m; 865 p; 900 m; 1265 fs; 1630 s; 1660 s; 3380.

**Difracțiometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,32/100; 3,09/100; 2,71/90.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c n b.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 16,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,94 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4297 : 1 : 0,4916$ .

**Habitus:** forme botrioidale, pelicule fibroase. Cristalele apar rar și sunt cvasiizometrice până la scurt prismatic [001] sau [100].

**Culoarea:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre adamantin; perlat pe suprafețele de clivaj. Cristalele sunt transparente.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), t(011), g(102), k(201).

**Macle:** (110) rare.

**Clivaj:** (010) perfect. Friabil. Lamelele subțiri sunt flexibile.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,848$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 28,32 - 28,39%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 57,52 - 58,03%, H<sub>2</sub>O = 13,65 - 14,32%.

Corespunde formulei CaH(AsO<sub>4</sub>) • H<sub>2</sub>O.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,590$ ,  $\beta = 1,602$ ,  $\gamma = 1,638$ .

Biax pozitiv.  $2V = 58^\circ \pm 3^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 105(1,0)✂; 135(2,0)✂; 207(0,6)✂; 671(0,5)⌘; 780(1,0)✂; 820(0,5)✂; 856(7,5)✂

**Difracțiometria de raze X** (cele mai intense linii): 8,06/60; 5,22/100; 2,955/80.

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m \ 2/m \ 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P \ b \ c \ a$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,215 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,681 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,014 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9564 : 1 : 0,9376$ .

**Habitus:** cristale izometrice, scurt prismatice [001] sau tabular [100]. Cristalele artificiale sunt tabulare (010) sau bipiramidale (111).

**Culoarea:** incolor; datorită impurităților poate fi cenușiu, brun.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $f(021)$ ,  $e(102)$ ,  $o(111)$ .

**Clivaj:** (010) perfect, (001) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

$H = 3 - 3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2, 10$ .

**Compoziție chimică:**  $\text{MgO} = 22,37-23,12\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 40-40,73\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 35,84-36,16\%$ .

Corespunde formulei  $\text{MgH}(\text{PO}_4) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,514$ ,  $\beta = 1,1,517$ ,  $\gamma = 1,533$ .

Biax pozitiv.  $2V = 44^\circ 46'$ . Dispersia :  $r > v$ , perceptibilă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 395 s; 415 s; 433 e; 472 m,1;510 s; 580 m; 590 s?;600 m;615 i; 640 i; (1020 p + 1050 fp)d; 1160 p; 1240 m; 1680 i; -2300 s; 2500 i; 3275 fp; 3400 i; 3550 p.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 5,9/40; 5,3/20; 4,70/40; 4,15/24; 3,64/8; 3,45/100; 3,05/80; 2,80/32; 2,71/24; 2,57/32; 2,39/24; 2,20/12; 2,05/12; 1,97/4; 1,92/16; 1,87/8; 1,79/4; 1,75/4; 1,66/8; 1,59/8; 1,49/4; 1,41/8; 1,38/4; 1,33/4.

#### 4. FOSFAȚI, ARSENIAȚI ȘI VANADAȚI NORMALI HIDRATAȚI

##### STRUVIT : $(\text{NH}_4)\text{Mg}(\text{PO}_4) \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $m \ n \ 2$ .

**Grupa spațială:**  $P \ m \ c \ 2$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,09 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,18 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,874 : 1 : 1,604$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_2(\text{NH}_4)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** variază foarte mult de la forme izometrice la cele de pană (vârf de daltă) datorită dezvoltării largi și inegale a fețelor (101) și (10 $\bar{1}$ ) și la cele de sicriu datorită formei feții (100). Cristale scurt prismatice [001], [010] sau [100], tabulare (100). Distribuția domurilor și a piramidelor este adesea neregulată. Cristalele distincte apar frecvent.

**Culoarea:** incolor; datorită impurităților poate fi galben deschis sau brun; prin deshidratare devine alb.

**Luciu:** sticlos. Transparent, mergând până la translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), w(013), s(011), q(102), h(101), k(201), t(111).

**Macle:** (001) comune, având între indivizii macleți unghiuri intrând adânci.

**Clivaj:** (001) bun, (100) slab.

**Spărtura:** subconcoidală sau neregulată. Casant.

$H = 2$ ;  $G = 1,711$ . Piezoelectric și piroelectric. Fără gust, ușor solubil în apă.

**Compoziția chimică:**  $MgO = 13,15 - 16,57\%$ ,  $MnO = 0,00 - 2,01\%$ ,  $FeO = 0,00 - 3,06\%$ ,  
 $(NH_4)_2O = 10,57 - 10,61$ ,  $P_2O_5 = 28,05 - 28,92\%$ ,  $H_2O = 43,57 - 44,04\%$ . Mici cantități de  $Mn^{2+}$  și  $Fe^{2+}$  pot substitui Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

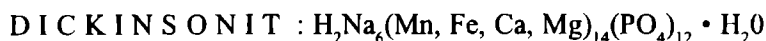
Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,495$ ,  $\beta = 1,496$ ,  $\gamma = 1,504$ .

Biax pozitiv:  $2V = 37^\circ 22'$ . Dispersie  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 116(0,3)∞; 182(8,4)∞; 332(1,0)∧; 465(0,3)∧; 665(7,0)∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 s,1; 576 m; 700 i,1; 768 m; 905 i; 1012 fp,1; 1410 i; 1440 m; 1472 i; 1635 s,1; 1650 s,1; 3010; 3280.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): sintetic - 5,601/60; 4,257/100; 2,919/55.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,95 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 24,69 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,695 : 1 : 2,507$ ,  $\beta = 104^\circ 41'$ .

**Celula conține :**  $H_8Na_{24}(Mn, Fe)_{56}(PO_4)_{48} \cdot 4 H_2O$ .

**Habitus:** tabular sau pseudo - rombic cu striații pe (001). Apare foios, cu aspect micaceu; asociații lamelare, cu lamele curbate, radiare sau stelate; granule diseminate.

**Culoarea:** verde-gălbui, verde - oliv, verde - brun.

**Urma:** aproape albă.

**Luciu:** sticlos; pe suprafața de clivaj este uneori perlat. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), m(110), d(102), g(302), j(401), D(102), E(304), F(101), H(201), p(111), P(111).

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Foarte ușor casant.

$H = 31/2 - 4$ ;  $G = 3,41$ .

**Compoziție chimică:**  $Li_2O = 0,00 - 0,22\%$ ,  $Na_2O = 7,37 - 914\%$ ,  $K_2O = 0,00 - 1,80\%$ ,  $CaO = 1,96 - 2,15\%$ ,  
 $MgO = 0,00 - 1,67\%$ ,  $FeO = 12,18 - 13,25\%$ ,  $MnO = 31,42 - 3183\%$ ,  $P_2O_5 + 39,57 - 41,88\%$ ,  
 $H_2O = 1,63 - 1,82\%$ . Mn poate fi substituit de  $Fe^{2+}$ , Ca și Mg până la limita raportului  
Ca : Mg : Fe : Mn = 1 : 1,7 : 4,86 : 12,7.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe de verde.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c \approx +15^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,648 - 1,658$ ;  
verde-oliv deschis;  $\beta = 1,655 - 1,662$ , verde-oliv deschis;  $\gamma = 1,662 - 1,671$  verde-gălbui deschis.

Biax pozitiv.  $2V = 90^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 m,1; 480 p,1; 537 p,1; 755 s; 830 fs; 925 i; 990 i; 1030 p,1; 1080 i; 3630.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,22/70; 3,05/100; 2,72/90.



FAIRFIELDIT :  $\text{Ca}_2(\text{Mn, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa :**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

**Z = 1.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,77 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,56 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,47 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8791 : 1 : 0,8331$ ,  $\alpha = 102^\circ 05'$ ,  $\beta = 108^\circ 42' 1/2'$ ,  $\gamma = 90^\circ 05' 1/2'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_2(\text{Mn, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale prismatice sau izometrice. Formează agregate cristaline lamelare sau foioase, uneori asemănătoare celor de gips; unele agregate sunt curbate sau fibroase. Se întâlnește masiv.

**Culoarea:** alb, alb verzui, gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** perlat spre subadamantin; pe suprafața de clivaj (001) are luciu strălucitor, asemănător gipsului.  
Transparent.

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun, ( $1\bar{1}0$ ) slab.

**Spărtura neregulată.** Casant.

**H = 3 1/2 ; G = 3,08.**

**Forme principale:** c (001), b (010), a (100), M ( $1\bar{1}0$ ), P ( $1\bar{1}1$ ).

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,73\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,13\%$ ,  $\text{CaO} = 28,85-31,03\%$ ,  $\text{FeO} = 1,00-7,10\%$ ,  
 $\text{MnO} = 12,40-19,68\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 37,69-39,62\%$   $\text{H}_2\text{O} = 9,67-9,97\%$ .

$\text{Fe}^{2+}$  substituie  $\text{Mn}^{2+}$  până la limita  $\text{Fe} : \text{Mn} = 1 : 1,8$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ),  $\alpha = 1,633-1,640$ ,  $\beta = 1,641-1,650$ ,  $\gamma = 1,652-1,660$ .

Biax pozitiv  $2V = 86^\circ \pm 1^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , medie.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru Mn): 7,06/20; 6,40/90/(010); 5,08/60/(001); 4,53/50/( $0\bar{1}1$ ), ( $\bar{1}01$ ); 4,33/60/( $1\bar{1}0$ ); 3,96/10/(110), ( $\bar{1}11$ ); 3,60/60/(011); 3,48/30/( $\bar{1}11$ ); 3,34/20; 3,23/100/( $\bar{1}01$ ); 3,20/70/(020); 3,03/80/( $0\bar{2}1$ ); 2,86/70/( $\bar{1}20$ ); 2,84/50/( $\bar{2}01$ ); 2,80/20/( $\bar{1}21$ ); 2,69/(120), (111); 2,66/70/( $\bar{1}02$ ); 2,63/70/( $\bar{1}\bar{1}2$ ); 2,57/30; 2,52/40; 2,46/70; 2,30/50; 2,21/20; 2,17/40; 2,13/50; 2,10/60; 2,04/70; 1,986/10; 1,963/30; 1,934/30; 1,928/50; 1,902/10; 1,852/30; 1,828/40; 1,801/60; 1,744/30; 1,730/50; 1,722/50; 1,690/60.

COLLINSIT :  $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

**Z = 1**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,72 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,38 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8479 : 1 : 0,8002$ ,  $\alpha = 96^\circ 48' 1/2'$ ,  $\beta = 107^\circ 16' 1/2'$ ,  $\gamma = 104^\circ 32'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})(\text{PO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale tabulare sau prismatice [100], uneori cu terminații duble. Formează agregate, cruste sau straturi cu structură fibro-radiară.

**Culoarea:** castaniu.

**Luciu:** mătășos pe agregate. Translucid.

**Clivaj:** (001) și (010) bun. Casant.

**H = 3 1/2 ; G = 2,99.**

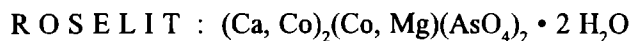
**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 32,03-32,98$ ,  $\text{MgO} = 6,34-9,31\%$ ,  $\text{FeO} = 6,44-7,31\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 39,83-41,74\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 9,69-12,28\%$ . Substituția Mg prin  $\text{Fe}^{2+}$  nu depășește limita  $\text{Fe} : \text{Mg} = 1 : 2,28$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun-galben sau incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,632$ ,  $\beta = 1,642$ ,  $\gamma = 1,657$ . Biax pozitiv,  $2V = 80^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 562 i; 577 p; 770 p; 920 i; 945 m; 1000 fp,l; 1112 p; 1530 ? 1650 s,1; 3030.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,04/80; 2,69/100; 1,669/60.



Izostructural cu branditul  $\text{Ca}_2\text{Mn}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/c.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,60 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,60 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4374 : 1 : 0,4374$ ,  $\beta = 100^\circ 45'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4(\text{Co}, \text{Mg})_2(\text{AsO}_4)_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** scurt prismatic sau rareori, tabular (001); terminațiile cristalelor sunt de cele mai multe ori simple și au un aspect monoclinic sau rombic, cu fețele (122) și ( $\bar{1}22$ ) larg dezvoltate. Apare în druze sau formează agregate sferoidale.

**Culoarea:** roz deschis, roz; culoarea se închide la creșterea conținutului în Co.

**Luciu:** sticios. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010). a(100), n(140), k(3.10.0), l(130), j(120), m(110), o(012), p(122), t(254), r( $\bar{1}38$ ), s( $\bar{1}44$ ), q( $\bar{1}22$ ).

**Macles:** (100), comune, având (100) în compoziția planului.

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,50 - 3,74$ , G crește paralel cu conținutul în Co.

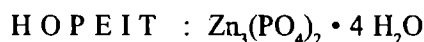
**Compoziția chimică:** CaO = 19,20-25,75, MgO = 3,95-4,80%, CoO = 8,60-15,90%,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 49,60-52,93\%$   $\text{H}_2\text{O} = 8,22-10,80\%$ . Co, Ca și Mg se substituie reciproc.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz. Pleocroic. Indicii de refracție și orientarea variază în funcție de cantitatea de Co care substituie Ca și Mg. Cristalele mai închise la culoare arată zone de culoare diferită, datorită variației în compoziție. Aceste zone au și proprietăți optice diferite. Astfel, la conținut scăzut în Co, orientarea este:  $\alpha \wedge c \approx 0^\circ$  la  $4^\circ$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 90^\circ$  la  $+91^\circ$ .

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,694$  roz deschis;  $\beta = 1,704$ , roz deschis;  $\gamma = 1,719$ , roz foarte pal. Biax pozitiv. Dispersia :  $r > v$ , puternică. La conținut ridicat în Co orientarea este:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c \approx +12^\circ$  la  $20^\circ$ ,  $\gamma \wedge c \approx -78^\circ$  la  $-70^\circ$ .

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,725$ , roz închis;  $\beta = 1,728$  roz deschis,  $\gamma = 1,735$ , roz foarte pal. Dispersia  $r > v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 fp; 453 i; 535 i; 805 fp; 850 m; 870 i; 920 i; 985 p; 1100 i; 1550 s,1; 2900.



Dimorf cu parahopeitul

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,64 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5808 : 1 : 0,2745$ .

**Celula conține:**  $Zn_{12}(PO_4)_8 \cdot 16 H_2O$ .

**Habitus:** tabular (010) sau prismatic [001], cu dezvoltarea neregulată a fețelor ceea ce dă aparența unei simetrii bisfenoidale sau hemimorfică. Formează agregate, cruste, mase reniforme, mase compacte.

**Culoarea:** incolor, alb - cenușiu, galben pal.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafeța de clivaj (010). Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), s(230), m(110), u(011), e(031), f(101), g(201), t(111), r(131),  $\alpha$ (141), v(211).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) bun, (001) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 3 \frac{1}{4}$ ;  $G = 3,05 \pm 0,05$ .

**Compoziție chimică:**  $ZnO=51,90-53,28\%$ ,  $P_2O_5=31,00-31,90\%$ ,  $H_2O=15,72-16,20$ . Prin încălzire pierde jumătate din cantitatea de apă la  $135^\circ C$ , iar restul la  $240^\circ C$ . Corespunde formulei  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$

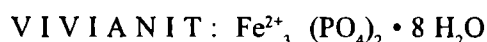
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,574 - 1,589$ ,  $\beta = 1,582 - 1,598$ ,  $\gamma = 1,582 - 1,599$ .

Biax negativ.  $2V = 37^\circ$ . Dispersia  $r < v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 575 m; 630 p; 722 s; 940 f.p; 1020 f.p; 1075 i; 1105 f.p; 1125 i, 1145 i; 1640 m;  $\sim 3150$  fp.l; 3530 m; 1125 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 9,04/100/(020); 5,26/20/(200); 5,098/30/(210); 4,847/20/(011); 4,57/100/(040). (220). (101); 4,43/20/(111); 4,02/40/(230); 3,87/20/(031); 3,66/5/(131). (201); 3,464/50/(240); 3,386/50/(221); 3,13/5/(231); 3,03/10/(250); 2,95/10/(051); 2,857/100/(151). (241). (311); 2,742/5/(321); 2,64/30/(260). (400); 2,61/30/(331); 2,588/30/(251); 2,422/10; 2,338/10; 2,271/30; 2,202/5; 2,151/5; 2,096/20; 1,995/20; 1,937/40; 1,903/5; 1,866/5; 1,821/20; 1,773/5; 1,732/10; 1,693/10; 1,665/10; 1,637/10; 1,615/5; 1,595/5; 1,565/20; 1,540/40.



**Varietate:** oxivivianitul ( $\alpha$  sau  $\beta$  - kertschenit) conține  $Fe^{3+}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,039 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,388 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,687 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7499 : 1 : 0,3501$ ,  $\beta = 104^\circ 18'$ .

**Habitus:** prismatic [001], uneori turtit (010) sau, mai rar, turtit (100); apare și izomotric sau tabular (010).

Adesea cristalele sunt rotunjite sau apar în formă de lance. Formează grupări stelare, mase reniforme, globulare, tabulare; apare și sub forma concrețiunilor sau a încrustațiilor, ultimele având o structură fibroasă. Poate fi pământos sau pulverulent.

**Culoarea:** proaspăt și nealterat este incolor și transparent; prin alterare devine albastru verzui, albastru închis, albastru - indigo, negru albastrui.

**Urma** și pulberea sunt incolor, alb - albastrui. Cu timpul devin și ele albastre închise sau brune.

**Luciu:** sticlos pe (010) perlat; de asemenea mat sau pământos pentru varietățile pulverulente sau pămâtoase.

Cristalele incolor sunt transparente doar în fragmente subțiri.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), y(310), e(021),  $\alpha(\bar{2}03)$ ,  $w(\bar{2}01)$ , z(111), x(221),  $v(\bar{2}21)$ .

**Macles:** lamelare cu plan aparent (010), care corespunde însă cu (304).

**Clivaj:** (010) perfect;  $\bar{1}06$  și (100) foarte slab.

**Spărtura:** fibroasă, aproape perpendiculară pe [001].

Lamelele subțiri (010) sunt flexibile. **Tranșlații** cu T(010), t[001].

$H = 1/2 - 2$ ;  $G = 2,68 \pm 0,01$ .

**Compoziție chimică:** CaO = 0,00 - 0,85%, MgO = 0,00 - 1,92%, MnO = 0,00 - 2,01%, FeO = 32,64 - 44,10%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 12,04%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 27,01 - 29,99%, H<sub>2</sub>O = 25,43 - 28,75% pentru vivianitul proaspăt.

Cantități mici de Mn<sup>2+</sup>, Mg și Ca substituie Fe<sup>2+</sup> până la limitele Ca : Mn ; Mg : Fe<sup>2+</sup> = 1 : 4,1 : 5,6 : 5,4.

Conține Fe<sup>3+</sup> în cantități variabile datorită alterării. Incomplet cunoscut, mecanismul alterării antrenează probabil transformarea H<sub>2</sub>O în (OH)<sup>-</sup> + H<sup>+</sup>

Kertschenitul, cuprinzând  $\alpha$ ,  $\beta$  și oxikertschenitul are următoarea compoziție chimică: CaO = 0,11 - 0,79%, MgO = 0,09 - 1,54%, MnO = 0,08 - 2,57%, FeO = 0,00 - 23,47%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20,32 - 41,82%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 28,04 - 28,25%, H<sub>2</sub>O = 24,98 - 27,38%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** variază cu gradul de alterare:

	Proaspăt	Oxidant
<b>Orientarea</b>	$\eta_{Na}$	n
$\alpha = b$	1,5788 - 1,5816	1,616
$\beta$	1,6024 - 1,6042	1,656
$\gamma \wedge c = +28 \ 1/2^\circ$	1,6294 - 1,6365	1,675
<b>Pleocroism</b>		
$\alpha$	albăstru	indigo
$\beta$	galben - verzui	galben - verzui
$\gamma$	galben - verzui deschis	oliv - gălbui
2V	80 - 83°	63 1/2°

Biax pozitiv. Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 122(0,05)%; 163(3,7)%; 188(4,3)%; 199(4,0)%; 208(0,35)%; 478(0,2)%; 633(0,6)%; 740(0,3)%

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 f.s; 560 i; 590 m.l; 872 s; 890 s; 970 - 990 m; 1040 fp.l; 1595 - 1635 m.l; 3065 p.l; 3200 ?; 3400 - 3480 m.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru ZrO<sub>2</sub>): 8,00/27/(110); 6,80/100/(020); 4,91/40/(200); 4,50/13/(001); 4,32/4/(111); 4,09/13/(130); 3,84/40/(201); 3,65/5/(111); 3,20/53/(131); 2,97/67/(201); 2,71/67/(041); 2,64/8/(330); 2,52/33/(241); 2,42/40/(400); 2,33/3/(221); 2,31/27; 2,23/20; 2,19/20; 2,07/23; 2,01/8; 1,96/8; 1,92/33; 1,89/20; 1,92/11; 1,78/13; 1,64/40; 1,59/23; 1,55/7; 1,52/11; 1,49/12; 1,47/7.

A N N A B E R G I T : (Ni, Co)<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 8 H<sub>2</sub>O

Izomorf cu eritrina

**Varietăți:** calcică (dudgeonit), zinciferă, feriferă, magneziană (cabrerit)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,122 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,284 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,698 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7619 : 1 : 0,3537$ .  $\beta = 104^\circ 45'$ .

**Celula conține:** (Co, Ni)<sub>6</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> • 16 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristalele prismatice sau aciculare [001]; turtite pe (010); striate. Este întâlnit în cruste cristaline fine sau în mase pământoase.

**Culoarea:** alb, cenușiu, verde deschis.

**Urma:** mai deschisă decât culoarea. Cele cu culoare mai închisă arată benzi cu nuanțe diferite.

**Luciu:** aproape adamantin, perlat pe (010). Varietățile pulverulente și pământoase au luciu mat. Cristalele sunt transparente sau translucide.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), w( $\bar{2}01$ ) r(111), p(221), v( $\bar{2}21$ ).

**Clivaj:** (010) perfect; (100) și ( $\bar{1}02$ ) slab. **Lamelele** (010) subțiri sunt flexibile. **Tranșlații** având T (010) și t[001]. Friabil.

$H = 1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$ ;  $G = 3,07$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 9,32; MgO = 0,00 - 6,16%; FeO = 0,00 - 1,13%; CoO = 0,50 - 16,33%; NiO = 17,23 - 33,82%; As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 34,63 - 40,45%; H<sub>2</sub>O = 22,30 - 25,26%.

Annabergitul se definește ca un arsenit octahidrat de Ni și Co la care participarea este Ni > Co. Cantități semnificative de Ca, Zn, Fe<sup>2+</sup> și Mg pot substitui (Ni, Co) formând varietăți cu următoarele limite de substituție:

- varietatea calcică (dudgeonit) având Ca : (Ni, Co) ≈ 1 : 2,1. Mineralul este alb și pulverulent;
- varietatea zinciferă, de culoare roz și având raportul Zn : (Ni, Co) = 1 : 3,7;
- varietatea feriferă cu Fe<sup>2+</sup> : (Ni, Co) = 1 : 8,0;
- varietatea magneziană (cabrerit) având Mg : (Ni, Co) ≈ 1 : 1,4.

Este posibil să existe și o varietate complet nicheliferă, de culoare verde și cu indicii de refracție scăzuți.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab verzui.

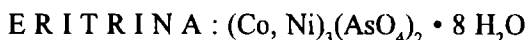
Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = +36^\circ$ . Indicii de refracție :  $\alpha = 1,622$ ,  $\beta = 1,658$ ,  $\gamma = 1,687$ .

Biax pozitiv sau negativ.  $2V = 84^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D) : 137(0,2)✓; 266(8,0)✓; 714(0,5)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 427 m; 460 m; 510 m; 605 m.l; (795 fp + 832 fp)d; 870 i; 935 i; 1025 m.l; 1600 s.l; 1630 s.l; 3160; 3430.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 6,58/100; 3,18/26; 2,98/30.



*Izomorf cu annabergitul*

*Varietăți: calcică (dudgeonit), zinciferă, feriferă, magneziană (cabrerit)*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,184 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,340 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,730 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7633 : 1 : 0,3546$ ,  $\beta = 105^\circ 01'$ .

**Celula conține:**  $(\text{Co, Ni})_6(\text{AsO}_4)_4 \cdot 16 \text{ H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale prismatice până la aciculare [001] sau turtite pe (010), de obicei striate. Formează agregate lamelare, grupări stelare; mase globulare sau reniforme alcătuite din cristale mici; se întâlnește și fibros, pământos, pulverulent.

**Culoarea:** roșu de sânge, roșu indigo, roșu roz. Culoarea scade în intensitate pe măsura creșterii conținutului în Ni, astfel încât la raportul Co : Ni ≈ 1 : 1 mineralul este roz deschis. Cele mai intens colorate arată benzi cu nuanțe diferite.

**Urma:** mai deschisă decât culoarea mineralului.

**Luciu:** slab adamantin, perlat pe (010); varietățile pulverulente au luciu mat sau pământos. Cristalele sunt transparente sau translucide.

**Forme principale:** b(010), a(100), l(340) m(110), s(320), q(301), o( $\bar{2}03$ ), w( $\bar{2}01$ ), p(221), v( $\bar{2}21$ ).

**Clivaj:** (010) perfect, (100) și ( $\bar{1}02$ ) slab. **Lamelele** (010) subțiri sunt flexibile. **Tranșlații** cu T(010) și t[001] Friabil.

$H = 1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$ ;  $G = 3,06$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,42%, FeO = 0,00 - 3,51%, CoO = 23,75 - 37,54%, NiO = 0,00 - 11,26%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 36,42 - 38,39%, H<sub>2</sub>O = 23,52 - 24,79%. Ni și Co se substituie reciproc formând o serie completă. Termenul denumit eritrină presupune raportul Co > Ni. Cei doi cationi (Co, Ni) pot fi substituiți de Ca, Zn, Fe<sup>2+</sup> și Mg apărând varietățile comune ca denumire eritrinei și annabergitului cu următoarele limite de substituție:

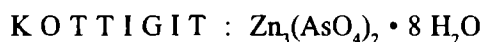
- varietatea calcică (dudgeonit), Ca : (Co, Ni) = 1 : 2,7. Mineralul este alb și pulverulent;
- varietatea feriferă Fe<sup>2+</sup> : (Co, Ni) = 1 : 80, care nu este izostructural cu sympleksitul, Fe<sub>3</sub><sup>2+</sup>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> • H<sub>2</sub>O;
- varietatea magneziană ((cabrerit) ? Mg : (Co, Ni) = 1 : 1,4.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe roz, roșu, violet. Orientarea  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = + 31^\circ$ .  
Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,622 - 1,629$  roz deschis;  $\beta = 1,660 - 1,663$ , violet deschis;  
 $\gamma = 1,699 - 1,701$ , roșu. Biax pozitiv sau negativ. Dispersia:  $r > v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 152v; 235v; 301v; 655a; 690a.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 428 m.l; 452 m.l; 490 m; 555 s.l; 783 fp; 820 i; 950 s; 1580 s.l;  
1670 i.l; 3180 fp.l; 3445p.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 7,89/6/(110); 6,65/100/(020); 4,94/2/(200); 4,37/4/( $\bar{1}11$ );  
4,07/4/(130); 3,90/2/(220).( $\bar{2}01$ ); 3,34/8/( $\bar{2}21$ ); 3,22/12/( $\bar{1}31$ ); 3,00/6/(311).(201); 2,77/2/(240); 2,73/4/  
(221); 2,70/8/(041); 2,65/4/(330); 2,54/4/( $\bar{3}31$ ).(241); 2,45/4/(401); 2,32/8/( $\bar{1}51$ ).(202); 2,23/4/(060); 2,19/  
2/(151)2,08/4/(350); 2,03/2/( $\bar{3}51$ ); 2,01/2/(067); 1,982/2; 1,947/2; 1,909/2; 1,789/2; 1,770/2; 1,677/14;  
1,653/4; 1,599/2; 1,557/2; 1,511/2; 1,462/2; 1,224/2; 1,217/2; 1,004/2; 0,984/2; 0,878/2.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,11 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,31 \text{ \AA}$   $c_0 = 4,70 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7593 : 1 : 0,3531$ ,  $\beta = 103^\circ 50'$ .

**Celula conține:** Zn<sub>6</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> • 16 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** prismatic [001] și turtit (010). Apare masiv, sau formând cruste cu suprafața alcătuită din cristale și structura internă fibroasă.

**Culoarea:** carmin, roșu.

**Urma:** alb - roșcată.

**Luciu:** mătășos în spărtură. Translucid.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), n(201), v( $\bar{2}21$ ).

**Clivaj:** (010) perfect.

**H = 2 1/2 - 3 ; G = 3,33.**

**Compoziția chimică:** CoO = 0,00 - 6,91%, NiO = 0,00 - 2,00%, ZnO = 30,52 - 39,50%,

As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 37,17 - 37,19%, H<sub>2</sub>O = 23,31 - 23,40%. Co și Ni pot substitui Zn până la limitele raportului  
Ni : Co : Zn = 1 : 3,4 : 14,0.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz deschis.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 37^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,622$ ,  $\beta = 1,638$ ,  $\gamma = 671$ .

Biax pozitiv.  $2V = 74^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 p; 455 p; 498p; 565 i.l; 720 i; 790 f.p; 828 i; 890 m; 1590 m;  
1645 i; 1700 i; 3045; 3185; 3440.

**Diffractometria de raze X** (radiație MoK): 4,93/10/(200); 4,42/13/( $\bar{1}11$ ); 4,12/3/(130); 3,93/3/(220); 3,93/13/  
(220); 3,66/7/(111); 3,20/100/( $\bar{1}31$ ); 3,00/100/(201); 2,72/50/(041); 2,64/7/(330); 2,53/7/( $\bar{2}41$ ); 2,45/23/  
(400); 2,38/3/(311); 2,32/40/( $\bar{1}12$ ); 2,18/7/(151).( $\bar{2}22$ ); 2,07/20/(350); 1,95/17; 1,91/17; 1,84/3; 1,78/3;  
1,67/23; 1,61/3; 1,55/3; 1,49/10; 1,46/10; 1,42/3; 1,39/3; 1,36/7; 1,34/7; 1,25/7; 1,22/3; 1,17/3.

SYMPLESIT :  $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,71 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,832 : 1 : 0,503$ ;  $\alpha = 99^\circ 55'$ ,  $\beta = 97^\circ 22' 1/2''$ ,  $\gamma = 105^\circ 57' 1/2''$ .

**Habitus:** cristalele imperfecte, alungite și uneori turtite ( $1\bar{1}0$ ). Frecvent apare în agregate sferice cu structură fibroasă, radiară.

**Culoarea:** verde deschis, verde; negru - verzui; prin oxidarea parțială devine albastru - indigo.

**Urma:** albă - albăstruie.

**Luciu:** sticlos, perlate suprafețele de clivaj. Nealterat este transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $m(110)$ ,  $Q(9\bar{1}0)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $r(1\bar{1}\bar{3})$ .

**Macle:**  $(110)$  plan de maclă.

**Clivaj:**  $(1\bar{1}0)$  perfect.

**Spărtura :** neregulată. Casant. **Translații** cu  $T(1\bar{1}0)$  și  $t[001]$ .

$H = 2 1/2$ ;  $G = 3,01$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{FeO} = 34,73 - 36,56\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 37,84 - 38,99\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 24,45 - 27,43\%$ .

$\text{Fe}^{2+}$  se oxidează în timp la  $\text{Fe}^{3+}$  cu schimbarea culorii mineralului și modificarea proprietăților optice, identic ca la vivianit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în tonuri albastru - gălbui.

Orientarea:  $\alpha \perp (110)$ ,  $\gamma \wedge c = 31^\circ 1/2'$ . Indicii de refracție:  $(\pm 0,003)$  și pleocroismul :  $\alpha = 1,635$ , albastru închis;  $\beta = 1,668$ , aproape incolor;  $\gamma = 1,702$ , gălbui. Biax negativ.  $2V = 86 1/2^\circ$ . Dispersia :  $r > v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 m.l; 465 i; 525 i; 736 m; 780 p; 850 m; 1015 fs; 1035fs; 1082 fs; 1635 s; 3385.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$  nefiltrată): 8,971/15/(010); 7,499/14/(100); 6,785/100/( $1\bar{1}0$ ); 5,027/7/(110); 4,096/7/( $1\bar{1}1$ ); 4,007/0/( $2\bar{1}0$ .(011)); 3,743/8/(200); 3,401/8/( $0\bar{2}1$ ).(220); 3,177/7/( $1\bar{2}1$ ); 3,131/6/( $1\bar{2}1$ ); 3,095//6/(210).(130); 2,970/7; 2,838/7; 2,578/5; 2,493/2; 2,468/2; 2,375/2; 2,355/3; 2,282/2; 1,929/1; 1,840/1; 1,854/1; 1,709/1; 1,683/2.

BOBIERIT :  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,946 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 27,654 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,639 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,3596 : 1 ; 0,1668$ ,  $\beta = 104^\circ 01'$ .

**Celula conține :**  $\text{Mg}_{12}(\text{PO}_4)_8 \cdot 32 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale fibroase sau aciculare alungite  $[001]$  și turtite (010). Formează aglomerări cristaline în depozitele de guano; apare și masiv, ca agregate aplatizate cu structura în rozete, forme lamelare.

**Culoarea:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticlos. Cristalele incolor sunt transparente.

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 2 - 2 1/2$ ;  $G = 2,195$ .

**Compoziție chimică:** CaO = 0,00 - 5,71%, FeO = 0,00 - 15,10%, MgO = 16,40 - 29,97%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 31,45 - 34,87%, H<sub>2</sub>O = 30,7 - 35,41%. Ca, raportat de unele analize (5,71%), este datorat probabil amestecurilor cu alte minerale. Mg poate fi substituit de Fe<sup>2+</sup> și Mn până la limita Mn:Fe:Mg = 1:5,0:9,8.

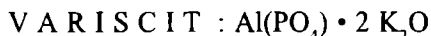
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b, \gamma \wedge c = 29^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,510 - 1,547, \beta = 1,520 - 1,553; \gamma = 1,543 - 1,583$ . Biax pozitiv.  $2V = 57 - 71^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 100 - 325∞; 452 - 475∞; 675 - 710∧.

**Difracțiometria de raze X** (radiație MoK<sub>α</sub>, filtru ZrO<sub>2</sub>): 7,7/24; 6,7/100; 3,19/8; 2,94/32; 2,69/32; 2,51/24; 2,40/16; 2,20/8; 2,05/8; 1,66/8; 1,57/8; 1,33/8.



Formează o serie izomorfă cu strengitul prin substituția Al cu Fe<sup>3+</sup>

**Varietate:** variscitul ferifer (redondit), conține Fe

**Sistemul de cristalizare :** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m .

**Grupa spațială:** P c a b.

Z = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 9,85 Å, b<sub>0</sub> = 9,55 Å, c<sub>0</sub> = 8,50 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,031 : 1 : 0,890.

**Celula conține:** Al<sub>8</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>8</sub> • 16 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** cristalele se întâlnesc rar. Ele sunt octaedrice (111) cu fețe(001) și alte forme cu fețe modificate.

Apare în granule fine, noduli, vinișoare, cruste.

**Culoarea:** verde deschis, verde de smarald, verde - albastrui sau incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), e(120), d(201), p(111), i(121), r(131), s(211).

**Macle:** (201), rare.

**Clivaj:** (010) bun, (001) slab.

**Spărtura:** concoidală pentru varietățile fin granulare și neregulată sau așchioasă pentru cele masive.

**H** = 3 1/2 - 4 1/2 ; **G** = 2,57 pentru varietățile microcristaline și 2,2 - 2,5 pentru cele masive.

**Compoziție chimică:** CaO = 0,00 - 0,85, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 24,93 - 32,40%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,06 - 6,50%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,73% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 41,15 - 44,99%, H<sub>2</sub>O = 22,68 - 25,98%. Între Al<sup>3+</sup> și Fe<sup>3+</sup> se dezvoltă o serie continuă cu formula (Al, Fe<sup>3+</sup>)(PO<sub>4</sub>) • 2 H<sub>2</sub>O, variscitul definindu-se ca termenul în care Al > Fe. Prin încălzire, mineralul cedază apa între 110 și 180°C.

Varietatea feriferă (redondit), conține Fe în substituție pentru Al și are următoarea compoziție: CaO = 0,00 - 0,57%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 16,60 - 20,45%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 12,66 - 14,40%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,73%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 42,19 - 43,20%, H<sub>2</sub>O = 22,95 - 24,00%. Mineralul prezintă modificări semnificative ale lui G, indicilor de refracție și dimensiunii celulei elementare.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verzui deschis. Orientarea:  $\alpha = a, \beta = c, \gamma = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,563, \beta = 1,588, \gamma = 1,594$ . Biax negativ .2 V moderat. Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 i; 450 p; 515 m; 577 m; 612 m; 646 m; 708 m; 800 m.l; 877 m; 939 m; 1050 - 1075 fp; 1075 - 1100 fp; 1160 - 1175 m; 1585; 1640 s; 2942 i; 3030 - 3110 p.l; 3580 s.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 5,42/100/(111); 4,86/70/(020); 4,29/100/(002).(201); 3,94/70/(012).(211); 3,66/50/(112); 3,36/20/(220); 3,24/30/(221).(022); 3,07/100/(122).(212); 2,93/90/(311); 2,88/70/(131); 2,71/30/(222); 2,65/50/(113); 2,58/50/(231).(032); 2,53/10/(321); 2,51/50/(132); 2,46/50; 2,40/30/(213).(123); 2,36/50/(140); 2,30/30/(322).(232); 2,22/20/(331).(223); 2,16/20; 2,13/10; 2,09/30; 2,06/30; 1,965/30; 1,929/30; 1,870/30; 1,849/30; 1,817/10; 1,789/50; 1,728/30; 1,704/10; 1,682/10; 1,619/50; 1,611/50; 1,596/50; 1,578/30.



**STRENGIT : Fe<sup>3+</sup>(PO<sub>4</sub>) • 2 H<sub>2</sub>O***Formează o serie izomorfă cu variscitul prin substituția Al cu Fe**Varietate: strengitul aluminos (barandit); conține Al în substituție pentru Fe<sup>3+</sup>***Sistemul de cristalizare:** rombic.**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.**Grupa spațială:** P c a b.**Z = 8.****Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,05 Å, b<sub>0</sub> = 9,80 Å, c<sub>0</sub> = 8,65 Å.**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,026 : 1 : 0,883.**Celula conține:** Fe<sub>8</sub><sup>3+</sup>(PO<sub>4</sub>)<sub>8</sub> • 16 H<sub>2</sub>O.**Habitus:** foarte variabil: octaedric (111) tabular (001), scurt prismatic [100] sau [010]. Este întâlnit în agregate sferice și botrioidale cu structură fibro-radiară. Apare în druze și sub formă de cruste.**Culoarea:** roz, roșu, carmin, violet sau incolor.**Urma:** albă.**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), d(120), m(110), r(101), h(201), e(012), ρ(011), p(111), s(121), i(211).**Macle:** (201), rare.**Clivaj:** (010) bun, (001) slab.**Spărtura:** concoidală. Casant.**H = 3 1/2 - 4 1/2 ; G = 2,87.****Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 1,20%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 8,15%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 30,00 - 43,40%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 36,29 - 38,24%, H<sub>2</sub>O = 19,11 - 21,60%. Între Fe<sup>3+</sup> și Al<sup>3+</sup> se dezvoltă o serie continuă, cu formula (Fe<sup>3+</sup>, Al)(PO<sub>4</sub>) • 2 H<sub>2</sub>O, strengitul definindu-se ca termenul în care Fe > Al. Apa este pierdută parțial la 110°C, mineralul fiind deshidratat la 180°C. Al substituie Fe, conducând la varietatea denumită strengit aluminos (barrandit) care are următoarea compoziție chimică: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 12,50%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 26,08%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 38,93%, H<sub>2</sub>O = 20,61%.**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz, incolor.

Orientarea: α = a, β = c, γ = b. Indicii de refracție α = 1,707, β = 1,719, γ = 1,741. Biax negativ. 2 V mic.

Dispersia: r &lt; v puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 s; 475 fs; 485 fs; 520 i; 545 m,l; 586 m; 650 s,l; 760 fs,l; 870 fs; 990 i; 1024 fp; 1125 m; 1610 fs,l; 3130; 3565.**Difractometria de raze X** (radiație FeK): 6,1/40; 5,5/80/(111); 4,9/60/(020); 4,36/100/(002); 4,00/60/(012), (211); 3,70/50/(112); 3,43/40; 3,29/50/(022); 3,12/80/(122), (212); 2,99/70/(311); 2,86/70/(131)?; 2,79/20/(320); 2,69/20/(113); 2,62/20/(032), (231); 2,54/80; 2,43/60; 2,36/40; 2,28/20; 2,13/60; 2,09/20; 2,06/50; 2,00/60; 1,96/60; 1,90/40; 1,83/40; 1,80/50; 1,76/50; 1,72/40; 1,69/40; 1,65/60; 1,63/70; 1,61/70; 1,57/60; 1,56/60; 1,54/40; 1,48/70; 1,44/60; 1,42/40.**SCORODIT : Fe<sup>3+</sup>(AlO<sub>4</sub>) • 2 H<sub>2</sub>O****MANSFIELDIT : Al<sup>3+</sup>(AsO<sub>4</sub>) • 2 H<sub>2</sub>O***Serie izomorfă continuă***Sistemul de cristalizare:** rombic.**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.**Grupa spațială:** P c a b.**Z = 8.****Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,30 Å, b<sub>0</sub> = 10,01 Å, c<sub>0</sub> = 8,92 Å (scorodit) și a<sub>0</sub> = 10,08 Å, b<sub>0</sub> = 9,76 Å, c<sub>0</sub> = 8,72 Å (mansfieldit).**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,029 : 1 : 0,891 și, respectiv, 1,033 : 1 : 0,893.**Celula conține:** (Fe, Al)<sub>8</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>8</sub> • 16 H<sub>2</sub>O.**Habitus:** scoroditul este piramidal (111), tabular (001) sau prismatic (010); formează cruste, grupări neregulate; apare masiv, cristalin, poros, dens sau pământos. Mansfielditul se întâlnește în mase poroase, celulare, în cruste sau fibros-sferulitic.

**Culoarea:** verde, verde cenușiu, brun, incolor și, mai rar, albastrui, violet, galben pentru scorodit; materialele pământoase pot fi: verde deschis, cenușiu sau verde brun. Mansfielditul este alb sau cenușiu deschis.

**Luciu:** sticlos sau subadamantin, subrășinos pentru scorodit; sticlos pentru mansfieldit. Cristalele sunt transparente.

**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) slab; (001) și (100) foarte slab.

**Spărtura:** subconcoidală.

**H** = 3 1/2 - 4; **G** = 3,28 (scorodit) și 3,03 (mansfieldit).

**Compoziția chimică:**

Scorodit:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 25,72 - 34,79\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 5,76\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 44,40 - 49,85\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 4,80\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 12,25 - 15,86\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 5,08\%$ .

Mansfielditul:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,88\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,30 - 25,24\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 56,43 - 56,91\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,59\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 17,77 - 17,85\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 5,08\%$

$\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Al}^{3-}$  se substituie reciproc, realizându-se o serie completă corespunzătoare formulei  $(\text{Fe}, \text{Al})(\text{AsO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Scoroditul este termenul cu  $\text{Fe} > \text{Al}$ , iar mansfielditul  $\text{Al} > \text{Fe}$ . În scorodit,  $\text{PO}_4$  substituie  $\text{AsO}_4$  în cantități mici, fără să depășească raportul  $\text{P} : \text{As} = 1 : 5,7$ . Scoroditul pierde toată apa între  $220^\circ$  și  $250^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verzui, brun-verzui. Scoroditul este ușor pleocroic cu  $\gamma > \alpha, \beta$ . Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție variază foarte mult în funcție de compoziția chimică. Astfel, scoroditul are  $\alpha = 1,784 - 1,888$ ,  $\beta = 1,795 - 1,895$ ,  $\gamma = 1,814 - 1,915$ , iar mansfielditul are  $\alpha = 1,622$ ,  $\beta = 1,624$ ,  $\gamma = 1,642$ .  $2V = 40^\circ - 90^\circ$  pentru scorodit și  $30^\circ$  pentru mansfieldit. Biax pozitiv. Dispersia  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Scorodit: 210 fs; 250 ml; 270 ml; 300 ml; 320 m; 340 i; 390m; (435 p + 468 p + 498 p)t; 558 - 585 m,l; 730 m; 825 - 840 fp; 890 i; 1595 s; 3020 p; 3520 p.

**Difractometria de raze X:**

Scorodit (radiație Fe, nefiltrată): 5,56/100/(111); 4,95/60/(020) $\beta$ ; 4,44/100/(002), (201); 4,06/40/(121), (211); 3,78/40/(112); 3,50/40  $\beta$ ; 3,36/40/(221), (022); 3,16/100/(122); 3,05/80/(311); 2,98/60/(131); 2,84/20/(320); 2,75/20/(113); 2,67/40/(231), (032); 2,58/90/(400), (132); 2,50/60/(040), (213); 2,31/20/(331); 2,18/20/(133), (241), (412), (014); 2,13/20/(114); 2,11/20/(332); 2,04/20/(233), (422); 2,00/40; 1,836/20; 1,797/20; 1,753/20; 1,664/60; 1,645/20; 1,583/20; 1,513/20; 1,473/40; 1,401/20; 1,280/20; 1,230/20; 1,207/20; 1,197/20; 1,110/20; 1,054/20; 1,010/20; 1,006/40; 0,998/20.

Mansfieldit (cele mai intense linii): 5,45/100; 4,36/100; 3,09/90.

## M E T A S T R E N G I T : $\text{Fe}(\text{PO}_4) \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

*Dimorf cu strengitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $\text{P } 2_1 / n$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,28 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,75 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,71 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,542 : 1 : 0,893$ ,  $\beta = 90^\circ 36'$ .

**Celula conține:**  $\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010) sau scurt prismatic [001]. Se întâlnește în mase botrioidale și reniforme și în cruste cu structură fibro-radiară.

**Culoarea:** roșie, violet, roșcată, rareori verde; agregatele au culoarea roșie-roz sau sunt aproape incolore.

**Luciu:** sticlos, semirășinos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), n(210), o(410), h(011), f(103), e(101), d(111),  $r(\bar{1}11)$ .

**Macles:** (101) de interpătrundere, frecvente.

**Clivaj:** (010) bun, (001) slab.

**Spărtura** :neregulată.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$  ;  $G = 2,76$ .

**Compoziția chimică**:  $Fe_2O_3 = 42,73 - 44,38\%$ ,  $P_2O_5 = 37,71 - 38,85\%$ ,  $H_2O = 17,26 - 19,28\%$ . Al poate substitui  $Fe^{3+}$  existând o serie completă între metastrengit și metavariscit, similară celei dintre strengit și variscit. De asemenea,  $Fe^{3+}$  poate fi substituit prin Mn.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor sau roz.

Orientarea:  $\alpha \wedge c \approx 4^\circ$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,692$  roz deschis;

$\beta = 1,725$  roșu carmin,  $\gamma = 1,738$  incolor. Biax negativ.  $2V = 62^\circ$ . Dispersia  $r > v$  foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 765 s; 1010 i; 1040 fp; 1080 i; 1150 i; 1665 m; 3060 m; 3330 m.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK, nefiltrată): 6,48/10/(011); 4,88/10/(020); 4,67/50/(110); 4,55/5/(101); 4,48/5/(101); 4,327/60/(002); 4,089/20/(111); 3,965/20/(012); 3,592/50/(120); 3,320/20/(121); 3,052/30/(031); 2,771/100/(130), (013); 2,651/10/(200); 2,557/50/(210); 2,452/10/(211), (113); 2,338/20/(132), (220); 2,256/20/(123), (202); 2,221/20/(140); 2,123/30/(014); 2,064/10/(222), (230); 2,011/50/(104), (133); 1,986/10/(024), (142); 1,912/10/(051), (213); 1,838/10/(150); 1,813/20/(223), (034); 1,766/30/(143), (241); 1,739/5/(310), (301); 1,716/30/(134), (311); 1,691/10/(152), (152); 1,670/30/(025), (320); 1,633/20/(321), (060); 1,603/5/(312), (061); 1,580/20/(224), (250); 1,555/20/(160), (330); 1,528/30/(331), (243); 1,506/10/(303), (303); 1,492/10/(234), (343); 1,453/10/(205), (323); 1,439/10/(215), (323).

WEINSCHEKIT :  $(Y,Er)(PO_4) \cdot 2 H_2O$

**Sinonim**: churchit

Izostructural cu gipsul

**Sistemul de cristalizare**: monoclinic.

**Clasa**: 2/m (?).

**Grupa spațială**: P 2/a (?).

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 5,46 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,28 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,361 : 1 : 0,415$ ,  $\beta = 113^\circ 24'$ .

**Celula conține**:  $(Y,Er)_4(PO_4)_4 \cdot 8 H_2O$ .

**Habitus**: apare sub formă de cruste, sferulite fibro-radiare și rozete alcătuite din cristale alungite [001] și turtite (010).

**Culoarea**: alb.

**Luciu**: mătăsos. Termoluminiscent.

**Forme principale**: b(010), a(100), m(110), u( $\bar{1}01$ ).

**Clivaj**: ( $\bar{1}01$ ).

**Spărtura**: concoidală.

$H = 3$  ;  $G = 3,05$ . G crește proporțional cu substituția Y prin Er, Yb, Dy, Sm sau Ce; astfel, la un raport  $Y : (Er, Yb \text{ etc.}) = 4 : 1$ ,  $G = 3,26$ .

**Compoziția chimică**:  $Y_2O_3 = 51,34 - 52,90\%$ ,  $P_2O_5 = 31,15 - 32,28\%$ ,  $H_2O = 15,96 - 16,38\%$ . Conține mici cantități de Er, Yb, Dy, Ce ș.a. ca substituenți ai Y. Prin încălzire la  $180^\circ$  pierde  $1 \frac{1}{2} H_2O$ , restul fiind eliberat la temperaturi ridicate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor.

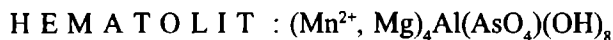
Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 30 - 35^\circ$ . Indicii de refracție variază cu compoziția chimică.  $\alpha = 1,600 - 1,605$ ,

$\beta = 1,608 - 1,612$ ,  $\gamma = 1,645$ . Biax pozitiv.  $2V$  mic.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 533 p,l; 650 p; 753 m; (1020 fp,l + 1070 fp,l)d; 1640 m; 1716 s; 3140; 3400; 3570.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 7,50/90; 4,21/100; 3,02/90.

## 5. FOSFAȚI, ARSENIȚI ȘI VANADAȚI ANHIDRII CONȚINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

**Z** = 3.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,27 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 36,51 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 4,415$ .

**Celula conține:**  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Mg})_{12} \text{Al}_3(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_{24}$ .

**Habitus:** tabular (0001) sau romboedric, ambele având fața (01 $\bar{1}$ 5) dominantă. Fețele de romboedru sunt striate orizontal.

**Culoarea:** brun-roșcat, roșu închis, negru.

**Urma:** brun-ciocolatiu; brun-roșcat.

**Luciu:** sticlos; pe suprafețele de clivaj este perlat mergând spre semimetalic. Translucid, aproape opac.

**Forme principale:** c(0001), B(0.1.1.29), Q(0.2.2.13), P(01 $\bar{1}$ 5), S(02 $\bar{2}$ 5), T(01 $\bar{1}$ 2).

**Clivaj:** (0001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

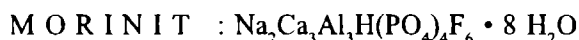
**H** = 3 1/2 ; **G** = 3,49.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,76%, MnO = 46,86 - 50,98%, MgO = 5,31 - 7,14%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 6,39 - 10,07%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,46%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 19,09 - 22,70%, H<sub>2</sub>O = 13,93 - 14,23%. Mici cantități de Fe<sup>3+</sup> și probabil Mn<sup>3+</sup> substituie Al. Este cunoscut raportul Mn : Mg ≈ 5 : 1.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** oranj-roșcat, brun-gălbui; fără pleocroism.

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\omega = 1,733$ ,  $\epsilon = 1,714$ . Uniax negativ. Uneori cristalul este divizat în sectoare dintre care unele se comportă anomal biax.

**Difracțiometria de raze X** (radiație FeK $_{\alpha}$ ): 6,12/80/(006); 5,63/30/(104); 5,20/50/(015); 4,14/80/(110); 4,06/20/(009); 3,89/30/(113); 3,40/40/(116); 3,22/40/(1.0.10), (205); 3,03/20/(0.0.12); 2,97/30/(027); 2,89/10/(119); 2,82/30/(208); 2,70/10/(211); 2,60/40/(214); 2,44/10/(0.0.15), (2.0.11); 2,39/100/(217), (300); 2,33/30/(128); 2,17/10/(2.1.10); 2,00/20/(1.1.15), (1.2.11); 1,948/20/(2.1.13), (134); 1,880/40/(3.0.12), (1.2.14); 1,745/40/(2.1.16); 1,601/10/(4.0.10); 1,562/90/(410); 1,512/20/(0.2.22); 1,369/10; 1,307/10; 1,218/10; 1,183/10.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (?).

**Habitus:** cristale prismatice, mase lamelare.

**Culoarea:** roz, roșu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau perlat. Translucid.

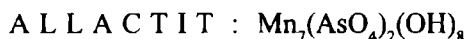
Clivează cu ușurință.

**H** ≈ 4 ; **G** = 2,95.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $\text{Na}_2\text{Ca}_3\text{Al}_3\text{H}(\text{PO}_4)_4\text{F}_6 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  fiind considerabil diferit de jezckit,  $\text{Na}_4\text{CaAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2\text{F}_2\text{O}$  (?) cu care a fost confundat. Analiza chimică: Na<sub>2</sub>O = 5,10%, CaO = 13,55%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 17,50%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 32,95%, F = 13,00%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 17,60%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> la 120°C = 0,20%, SiO<sub>2</sub> = 1,50%

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 895 m; 1010 m; 1050 p; 1100 i; 1120 i; 1135 i.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ , filtru Mn): 9,11/60/(100); 5,22/10/(101); 4,70/70/(011), (111); 3,83/10/(111); 3,73/60/(211); 3,47/80/(220); 3,32/10/(130); 3,21/20/(221); 3,08/20/(201); 3,00/20/(301); 2,94/100/(031), (131); 2,88/40/(311); 2,81/30/(230); 2,69/20/(040); 2,66/10/(231); 2,63/70/(112), (320); 2,56/5/(012); 2,37/10/(301), (102); 2,31/20/(302), (311); 2,23/40/(141), (410); 2,36/30/(321), (122); 2,13/5/(421); 2,10/30/(232), (420); 2,055/20/(202); 2,015/20/(212), (241); 1,98/20/(151); 1,925/10/(222), (430); 1,89/10/(501), (422); 1,83/10/(500); 1,80/5/(421), (510); 1,783/80/(060), (113); 1,75/10; 1,73/10; 1,71/30; 1,687/10; 1,615/10; 1,60/10; 1,59/10; 1,572/10.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 11,01 Å, b<sub>0</sub> = 12,10 Å, c<sub>0</sub> = 5,498 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,9097 : 1 : 0,4544,  $\beta$  = 114°04'.

**Celula conține:** Mn<sub>14</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>16</sub>.

**Habitus:** prisme alungite [010] sau cristale tabulare (100). Uneori formează agregate cu formă de rozete.

**Culoarea:** roșu-purpuriu, brun-roșcat.

**Urma:** cenușie, brună.

**Luciu:** sticlos; gras pe suprafața de spărtură. Translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), t(120), o(110), f(210), y(011), e(201), v(111), q(111), A(321).

**Clivaj:** (001) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

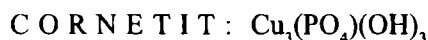
**H** = 4 f/2 ; **G** = 3,83.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 2,01%, MgO = 0,00 - 1,92%, FeO = 0,00 - 0,49%, MnO = 60,16 - 62,23%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 28,10 - 29,10%, H<sub>2</sub>O = 8,97 - 9,08%. Mn<sup>2+</sup> poate fi substituit de mici cantități de Ca și Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în culori de roșu, galben, verde. Pentru  $\lambda > 573$  m $\mu$  orientarea este:  $\alpha \wedge c = 51^\circ 17'$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,755$ , roșu închis;  $\beta = 1,772$ , galben deschis;  $\gamma = 1,774$ , verde-marin. Biax negativ.  $2 V_{Na} \cong 0^\circ$ . Uniax pentru  $\lambda = 573$  m $\mu$ . Pentru  $\lambda > 573$  m $\mu$  PAO  $\perp$  (010). Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 431 i; 440 p,l; 637 m,l; 660 i; 760 m; 830 i; 860 i; 871 p; 1012 s; 1080 i; 1440 s; 3290 ; 3440 ; 3480; 3570.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,71/65; 3,28/55; 3,06/100.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b c a.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,86 Å, b<sub>0</sub> = 14,07 Å, c<sub>0</sub> = 7,10 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,772 : 1 : 0,505.

**Celula conține:** Cu<sub>24</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>8</sub>(OH)<sub>24</sub>.

**Habitus:** scurt prismatic [001] sau izometric. Fețele terminale(201) sunt rontujite. Formează cruste cristaline fine.

**Culoarea:** albastru închis, albastrui, albastru - verzui.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** d(210), M(021), r(221), v(121).

**Macle:** (h o l) plan de maclă.

**Clivaj:** absent.

$H \approx 4 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,10$ .

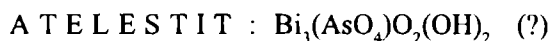
**Compoziție chimică:** CuO = 70,78 - 70,98%,  $P_2O_5$  = 19,81 - 21,08%,  $H_2O$  = 8,03 - 9,41%.

Cu poate fi substituit de mici cantități de Co.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru - verzui. Poate arăta zone colorate în nuanțe diferite de albastru verzui. Fără pleocroism. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,765$ ,  $\beta = 1,810$ ,  $\gamma = 1,820$ . Biax negativ.  $2V \approx 33^\circ$ . Dispersia:  $r < v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 m; 464 p.l; 510 m; 558 m; 582m; 623 m; 647 m; 850 m; 960 m, 1000 fp; 1015 i; 1070 i; 1150 i; 1395 s; (3200 m + 3285 m)d.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,48/50/(111).(200); 5,07/60/(210).(021); 4,55/30/(121); 4,29/90/(220); 3,68/70/(131).(221); 3,53/10/(230).(002).(040); 3,17/80/(231).(022).(041); 3,04/100/(122).(141); 2,95/50/(240).(321); 2,74/30/(131).(222).(241); 2,54/30/(302).(420); 2,50/20/(250).(042).(411).(312); 2,44/30/(142); 2,23/20/(431).(332).(061); 2,15/30/(402).(260).(440).(213); 2,06/70/(261).(342).(441).(511); 1,959/20; 1,897/10; 1,833/5; 1,791/20; 1,740/20; 1,703/10; 1,574/40; 1,545/40; 1,509/30; 1,471/10; 1,445/10; 1,418/20; 1,369/10; 1,329/10; 1,266/10.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $p 2_1/a$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,83 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,42 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,98 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,4596 : 1 : 0,9407$ ,  $\beta = 107^\circ 13'$ .

**Habitus:** cristale tabulare (100) fine cu fețe proeminente (100),  $(\bar{1}01)$ , (101) și (313), ultima fiind rotunjită.

Formează agregate cristaline sferice sau mamelare, cu suprafața netedă.

**Culoarea:** galben de sulf, verde - gălbui.

**Luciu:** rășinos sau adamatin. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), e(011), d(101),  $g(\bar{1}01)$ , o(111), q(313).

**Clivaj:** (001) slab.

**Spărtura:** subconcoidală.

$H = 4 \frac{1}{2} - 5$  ;  $G = 6,82$ .

**Compoziție chimică:**  $Bi_2O_3$  = 72,76 - 84,02%,  $As_2O_5$  = 13,81 - 14,20%,  $H_2O$  = 1,92 - 4,62%.

Corespunde probabil formulei  $Bi_3(AsO_4)_2(OH)_2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben pal, incolor.

Indicii de refracție ( $\pm 0,01$ ) :  $\alpha = 2,14$ ,  $\beta = 2,15$ ,  $\gamma = 2,18$ .

Biax pozitiv.  $2V_{Na} = 44^\circ \pm 2^\circ$ .  $2E = 107^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 m.l; 470 i; 508 s; 575 m.l; 785 p; 822 i; 870 i; 950 s; 975 i; 1020 fs; 1085 s; 844 l;

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,239/100; 3,116/40; 2,725/30.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P2_1/a$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,00 \pm 0,1 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,75 \pm 0,03 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,48 \pm 0,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,950 : 1 : 0,779$ ,  $\beta = 90^\circ \pm 1^\circ$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_{10}(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$  (?).

**Habitus:** cristalele sunt rare, de obicei prismatiche [001]. Formează agregate cu dispoziția subparalelă a cristalelor, forme hemisferice. Apare reniform, botrioidal masiv, cu structură fibroradiară; fibrele sunt alungite [010].  
Mase foioase, microcristaline, coliform.

**Culoarea:** verde smarald, verde închis, negru - verzui; materialele fibroase sunt mai deschise la culoare sau verzi - albastrii.

**Urma:** mai deschisă decât culoarea.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau subtransparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ .

**Macle:** (100) plan de maclă.

**Clivaj:** (010) slab.

**Spărtura:** așchioasă.

**H** = 4 1/2 - 5 ; **G** = 4,35 ± 0,05 pentru cristale și 4,0 - 4,3 pentru formele fibroase.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 66,97 - 71,44\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 20,00 - 23,91\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 6,76 - 9,10\%$ .

Corespunde formulei  $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4\text{H}_2\text{O}$  sau  $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde albastrii cu pleocroismul foarte slab. Orientarea:

$\alpha \wedge c = 21^\circ - 23^\circ$   $\gamma = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul  $\alpha = 1,785$ , verde albastrii sau verde deschis;

$\beta = 1,850$ , verde gălbui,  $\gamma = 1,862$ , verde - albastrii. De obicei este biax negativ cu  $2V = 21^\circ - 23^\circ$  și

'Dispersia  $r < v$ , puternică. Uneori se manifestă însă optic pozitiv cu dispersia  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 fs; 482 fs; 530 fs; 555 fs; 615 m.l; 640 i; 762 s; 810 s; 890 fs; 953 m; 1025 m; 1096 m; 1180 i; 1325 fs; 1390 fs; 1500 fs; 1638 m.l; 3390; 3435; 3582.

**Difractometria de raze X:** 8,51/ <10/(200); 4,78/10/(210); 4,49/100/(001); 3,46/50/(111).(410); 3,34/<10/(111); 3,256/<10/(211); 3,11/40/(401); 3,05/30/(401); 3,02/<10/(311); 2,98/40/(311); 2,92/30/(510); 2,867/10/(020); 2,832/10/(120).(600); 2,724/30/(411).(220); 2,700/10/(411); 2,561/20/(320).(610); 2,468/30/(511); 2,443/50/(511); 2,418/60/(601).(021); 2,386/70/(601).(121); 2,324/50/(221).(221); 2,234/40/(321).(611); 2,196/10/(611).(520); 2,129/10/(421); 2,094/20/(421); 2,018/10/(620).(711); 1,993/10/(810).(111); 1,961/10/(521); 1,945/<10/; 1,906/<10/; 1,855/30; 1,816/10; 1,791/10; 1,765/40; 1,730/50; 1,703/10; 1,692/10; 1,670/20; 1,624/20.

D U F T I T :  $\text{PbCu}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222 (?).

**Grupa spațială:** incertă.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,50 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,822 : 1 : 0,647$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4\text{Cu}_4(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** agregate și cruste formate din cristale alungite [001], cu fețe curbate și rotunjite.

**Culoarea:** verde oliv, verde cenușiu.

**Urma:** verde deschis, albă.

**Luciu:** sticlos în spărtură, mat pe fețele de cristal. Subtranslucid.

**Forme principale:** n(130), m(110), d(011).

**H = 3 ; G = 6,98.**

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,75%, PbO = 50,10 - 52,31%, CuO = 18,65 - 19,32%, ZnO = 0,00 - 0,46%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 26,01 - 26,93%, SiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,44, H<sub>2</sub>O = 2,11 - 2,73%.  
Corespunde formulei PbCu(AsO<sub>4</sub>)(OH).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde deschis.

Indicii de refracție ( $\pm 0,01$ )  $\alpha = 2,03$ ,  $\beta = 2,06$ ,  $\gamma = 2,08$ . Biax negativ. 2 V mare. Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Difracțometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ ): 5,00/30/(011); 4,75/10/(101); 4,18/60/(111); 3,76/30/(200); 3,49/5/(210); 3,32/5/(121); 3,17/100/(201); 3,07/5/(030); 2,96/5/(002); 2,91/70/(130); 2,63/90/(131).(221); 2,51/30/(022); 2,42/30/(310); 2,26/50/(212); 2,12/30/(222); 2,08/40/(321); 2,00/10/(132)?; 1,97/10/(240); 1,93/10/(330); 1,91/10/(400); 1,868/50/(312); 1,750/50/(203); 1,637/60/(332)? 1,586/40/(402); 1,562/40; 1,483/30; 1,464/30; 1,464/5; 1,413/30; 1,394/30; 1,359/5; 1,343/40; 1,322/40.

DESCLOIZIT : (Zn, Cu)Pb(VO<sub>4</sub>)(OH)

MOTTRAMIT : (Cu, Zn)Pb(VO<sub>4</sub>)(OH)

**Sinonim:** pentru mottramit - psittacinit

Serie izomorfă completă datorită substituției reciproce a Zn și Cu

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,56 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,39 \text{ \AA}$ ,  $c = 6,05 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,805 : 1 : 0,644$ .

**Celula conține:** (Zn, Cu)<sub>4</sub>Pb<sub>4</sub>(VO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>4</sub>.

**Habitus:** piramidal (111), prismatic [001]; rareori tabular (100) sau scurt prismatic [100]. Fețele sunt frecvent neregulate, aspre și rotunjite. Formează cruste, asociații de cristale, stalactite; apare masiv; cu structură fibroasă, cu suprafața mamelară sau botrioidală. Formele masive pot fi granulare, compacte sau friabile.

**Culoarea:** de obicei este roșu brun, brun închis, brun oranj aproape negru; poate fi însă și verde, verde - oliv (în special mottramitul).

**Urma:** oranj sau roșie - brună, galbenă.

**Luciu:** gras. Transparent, translucid sau aproape opac. Cristalele au deseori o dezvoltare zonală, având culori și proprietăți optice variate.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), v(120), m(110), d(210), M(011), l(031), r(101), e(201), o(111), p(121)

**Clivaj:** absent. **Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

**H = 3 - 3 1/2** pe suprafața de spărtură ; **G =  $\approx$  6,2** pentru descloizit și 5,9 pentru mottramit, G descrește cu substituția V cu As.

**Compoziția chimică:** între Zn și Cu se dezvoltă o serie continuă, numele de descloizit revenind termenilor cu Zn > Cu, iar cel de mottramit termenilor care au Cu > Zn.

	Descloizit (%)	Mottramit (%)	Termen cu Zn:Cu=1:1
PbO	52,95 - 55,47	54,50 - 55,78	55,30
ZnO	12,45 - 19,46	0,31 - 8,86	10,08
CuO	0,56 - 1,21	13,90 - 17,05	9,86
FeO	0,00 - 0,56	0,53 - 0,72	
MnO	urme - 4,56	0,00 - 0,01	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	16,26 - 23,05	21,21 - 22,73	22,53
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00 - 7,13	0,00 - 1,33	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2,17 - 2,29	2,09 - 2,29	2,23
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,02 - 0,08	0,12 - 0,58	



Mn și Fe<sup>2+</sup> sunt întâlniți frecvent (sub 1%); Mn poate substitui însă (Cu, Zn) până la raportul maxim Mn : (Cu, Zn) = 1 : 2,8. As și P substituie V până la limita As ; V = 1 : 2,09 și sub 1% pentru P. OH poate fi substituit de Cl. H<sub>2</sub>O absorbită sau capilară este mai repede caracteristică varietăților fibroase.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** puternic pleocroic în nuanțe galben, verzui, brun. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție, pleocroismul și 2 V variază cu raportul Zn : Cu astfel:

	Descloizit	Mottramit	
$\alpha$	2,185 ± 0,01	2,17 ± 0,02	galben, galben-verzui
$\beta$	2,265 ± 0,01	2,26 ± 2,02	galben, galben-verzui
$\gamma$	2,350 ± 0,01	2,32 ± 0,02	galben brun
2V	~ 90°	~ 73°	

Biax negativ. Dispersia:  $r > v$  puternică; uneori  $r < v$  și mineralul este optic pozitiv. Fibrele au alungire negativă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Descloizit: 453 s,l; 600 i; 746 fp,l; 857 p,a; 918 m; 1020 fs; 1640 fs.

Mottramit: 486 m; 704 fp; 738 i; (814 + 839 p)d; 936 s; 994 m.

**Difractometria de raze X:**

Descloizit (radiație CuK<sub>α</sub>): 5,12/80/(011); 4,75/40/(020); 4,25/60/(111); 4,00/40/(120); 3,34/80/(121); 3,23/100/(201); 3,04/40/(002),(211); 2,90/80/(130); 2,69/80/(112),(221); 2,62/80/(131); 2,55/20/(022); 2,44/20/(310); 2,37/5/(040); 2,30/60/(212); 2,24/30/(320); 2,10/60/(132); 1,975/30/(013),(330); 1,898/30/(400); 1,866/40/(042); 1,787/50/(203); 1,757/40/(151); 1,652/80/(332); 1,604/40/(402); 1,565/50/(152); 1,517/30; 1,507/20; 1,466/10; 1,446/5; 1,409/60; 1,392/5; 1,370/5; 1,360/30; 1,334/30; 1,309/20; 1,287/5; 1,268/5; 1,241/20; 1,209/10.

Mottramit (radiație CoK<sub>α</sub>): 4,96/60/(011); 4,58/20/(020); 4,15/40/(111); 3,92/20/(120); 3,47/40/(210); 3,28/20/(121); 3,13/80/(201); 2,98/40/(002); 2,92/20/(220); 2,86/80/(130); 2,66/60/(112); 2,63/60/(221); 2,58/80/(131); 2,51/40/(022); 2,43/20/(310); 2,38/20/(122); 2,27/60/(212); 2,21/40/(140),(320); 2,08/60/(141),(321); 1,950/20; 1,885/40; 1,853/40; 1,767/40; 1,747/40; 1,637/100; 1,598/60; 1,551/60; 1,499/40; 1,400/60; 1,381/20; 1,345/40; 1,329/60; 1,363/20;

CALCIOVOLBORTHIT : CuCa(VO<sub>4</sub>)(OH)

**Sinonim:** tangeit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> 2<sub>1</sub> 2<sub>1</sub>.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 7,45 Å, b<sub>0</sub> = 9,26 Å, c<sub>0</sub> = 5,91 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,8045 : 1 : 0,6382.

**Habitus:** agregate solzoase; mase fibroase sau dense.

**Culoarea:** galben-verzui, verde, verde-oliv, verde închis.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafața de clivaj. Subtranslucid.

**Clivaj:** perfect pe o singură direcție.

H = 3 1/2 ; G = 3.75 (?).

**Compoziția chimică:** CuO = 26,92-44,15%, CaO = 12,28-23,80%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 37,65-38,60%, H<sub>2</sub>O = 3,83-4,71%, SiO<sub>2</sub> = 0,00-2,45%.

Formula cea mai sigură este CuCa(VO<sub>4</sub>)(OH), în care, uneori Cu poate replasa Ca.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în culori verzi-brune.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 2,00$ , brun;  $\beta = 2,01$  brun ;  $\gamma = 2,02$  verde deschis.

Biax negativ: 2 V mare. Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,15/75; 2,88/100; 2,61/100.

**V O L B O R T H I T :  $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$** **Sinonim:** *uzbekit***Sistemul de cristalizare:** monoclinic.**Habitus:** cruste solzoase, spongioase sau fibroase; agregate cu structură de rozetă; uneori reticular. Unele agregate solzoase pot avea aspect triangular sau hexagonal**Culoarea:** verde-oliv închis, verde, verde-gălbui.**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafețele de clivaj. Subtranslucid.**Macle:** lamelare, comune.**Clivaj:** perfect pe o singură direcție, probabil (001). $H = 3 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,5 - 3,8$ .**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 34,04 - 50,29\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-4,29\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00-4,29\%$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5 = 13,62-38,32\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 6,40 - 12,82\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-1,80\%$ ,  $\text{SiO} = 0,00-1,38\%$ .Formula probabilă este  $\text{Cu}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ , separând astfel mineralul de calciovolborthit Ca și Ba substituie Cu în cantități mici.**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Indicii de refracție:  $\alpha = 2,01$ ,  $\beta = 2,04 - 2,05$ ,  $\gamma = 2,07 - 2,10$ . $2 V_{Li} = 68^\circ$ ,  $2 V_{Na} = 83^\circ$ . Semn optic variabil: pozitiv în roșu, negativ în violet.Dispersia:  $r > v$  sau  $v > r$ ; înclinată (?)**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 414 p,1; 427 p,1; 470 i; 550 m,1; 605 i; 678 m,1; 920 i; 1000 i; 1020 fp; 1046 i; 1130 m; 1635 s,1; 3030; 3250; 3410.**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 7,26/100; 5,21/20; 4,19/10; 4,03/10; 3,56/10; 3,08/30; 2,98/40; 2,87/80; 2,71/20; 2,64/20; 2,56/80; 2,38/80; 2,21/30; 2,12/10; 2,04/30; 1,85/10; 1,78/30; 1,71/30; 1,67/30; 1,50/60; 1,47/10; 1,43/10; 1,42/10.**HERDERIT :  $\text{CaBe}(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH})$** **HIDROXIL - HERDERIT :  $\text{CaBe}(\text{PO}_4)(\text{OH}, \text{F})$** *Serie izomorfă obținută prin substituția reciprocă a F cu OH***Sistemul de cristalizare:** monoclinic.**Clasa:** 2/m.**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ . $Z = 4$ .**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,80 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,68 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,80 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,625 : 1 : 1,276$ ;  $\beta = 90^\circ 06'$ .**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{Be}_4(\text{PO}_4)(\text{OH}, \text{F})_4$ .**Habitus:** scurt prismatic [100] sau [001] și tabular (100). De obicei are un aspect pseudorombic și doar rarori monoclinic sau pseudohexagonal [001]. Formează agregate botrioidale sau sferoidale cu o structură fibro-radiară.**Culoarea:** incolor, galben pal, alb-verzui.**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $l(120)$ ,  $m(110)$ ,  $t(012)$ ,  $v(011)$ ,  $s(021)$ ,  $e(102)$ ,  $p(113)$ ,  $q(\bar{1}12)$ ,  $n(\bar{1}11)$ ,  $r(123)$ .**Macle:** frecvente cu plan de maclă (001) sau (100).**Clivaj:** (110) slab și întrerupt.**Spărtura:** subconcoidală.

$H = 5-5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,95-3,01$ , crește concomitent cu cantitatea de F.

**Compoziția chimică:** cele două minerale sunt asemănătoare, dacă excludem diferențele de participare ale F și OH :

	Herderit	Hidroxi-herderit
CaO	33,21-34,39	32,24-34,82
BeO	15,04-15,76	15,51-16,50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43,43-44,31	39,74-44,06
H <sub>2</sub> O	0,00-0,61	3,70-7,97
F	8,93-11,65	0,00-5,27

Între F și OH conținute în fosforul bazic de Ca și Be, substituția este perfectă, existând o serie completă între cele două minerale. Denumirea de herderit se aplică termenilor care au  $F > OH$ , iar cea de hidroxi-herderit termenilor cu  $OH > F$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție și  $2V$  variază în funcție de raportul  $F : OH$ , astfel:

Orientarea	Herderit	Hidroxi-herderit
$\alpha \wedge c \approx + 87^\circ$		1,591-1,592
$\beta = b$	1,632	1,611-1,612
$\gamma \wedge c \approx - 3^\circ$		1,619-1,621
$2V$	$72^\circ$	$67^\circ-75^\circ$

Biax negativ. Dispersia:  $r > v$ , înclinată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Herderit: 422 s; 467 m; 483 m; 553 p; 579 m; 621 s; 638 s; 705 i; 732 p; 788 p; 832 i; 902 s; 1012 i; 1027 fp,1; (1080 p + 1108 fp + 1141 fp)t; 3430; 3570; 3605.

**Diffractometria de raze X:**

Herderit: (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni):

5,99/20/(001); 4,77/20/(100); 3,79/30/(111); 3,65/10/(012); 3,33/5/(003), 3,14/100/(112); 3,00/60/(022),(013); 2,86/80/(121); 2,75/5/(103); 2,55/60/(113); 2,46/20/(004); 2,40/10/(200); 2,34/30/(014); 2,26/50/(130); 2,20/70/(131), 2,11/10/(114); 2,05/10/(131),(220); 2,00/40/(221); 1,957/5; 1,922/5; 1,881/40; 1,781/40; 1,749/10; 1,722/30; 1,684/10; 1,650/50; 1,573/5; 1,547/5; 1,465/5; 1,443/5; 1,419/5; ~~1,506/5~~ ;

AMBLIGONIT : (Li,Na)Al(PO<sub>4</sub>)(F,OH)

MONTEBRASIT : (Li,Na)Al(PO<sub>4</sub>)(OH,F)

NATROMONTEBRASIT : (Na,Li)Al(PO<sub>4</sub>)(OH,F)

**Sinonim:** pentru natromontebrait - fremontit

Na și Li precum și F și OH se substituie reciproc, între capetele seriilor izomorfe existând toți membrii posibili

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiune celulei elementare:**  $a_0 = 5,18 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,11 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,729 : 1 : 0,709$ ,  $\alpha = 112^\circ 02' 1/2$ ,  $\beta = 97^\circ 49' 1/2$ ,  $\gamma = 68^\circ 07' 1/2$ .

**Celula conține:**  $Li_2Al_2(PO_4)_2(OH,F)_2$ .

**Habitus:** cristalele mici sunt izometrice sau scurt prismatice 010. Frecvent cristalele sunt rotunjite. Formează mase clivabile sau apare columnar, compact.

**Culoarea:** alb, alb lăptos, alb-crem; gălbui; roz; verzui; albăstrui cenușiu; rareori este incolor.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre gras; perlat pe suprafețele cu clivaj bun. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), w(110), W(110), q(021) d(011), u(021), r(111), t(111), v(332), x(231).

**Macale:** (111), comune, cu compoziția planului (111); (111), lamelare rare.

**Clivaj:** (100) perfect, (110) bun; (011) și (001) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subcoincidentală. Casant.

**H** = 5 1/2 - 6 ; **G** = 2,98 (montebrasit), 3,04 -3,10 (natromontebrasit), 3,11 (ambligonit).

**Compoziția chimică:** Na și Li precum și F și OH se substituie reciproc denumirea mineralelor fiind aplicată astfel:

	Li > Na	Na > Li
F > OH	Ambligonit	Natromontebrasit
OH > F	Montebrasit	

Variațiile în compoziția chimică sunt următoarele:

	Ambligonit	Montebrasit	Natromontebrasit
Li <sub>2</sub> O	6,70-10,10	8,80-9,65	3,21-10,24
Na <sub>2</sub> O	0,00-5,30	0,43-2,17	11,23-19,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,55-37,60	33,87-35,80	31,47-34,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43,40-48,24	46,70-47,79	43,83-48,65
F	9,00-12,85	0,57-5,45	0,00-5,63
H <sub>2</sub> O	0,00-2,18	3,30-5,99	4,78-6,17

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Variațiile în compoziția chimică determină modificări ale proprietăților optice, dar relația nu este clar definită.

Indicii de refracție și 2 V descresc cu creșterea conținutului de F și Na.

	Ambligonit	Montebrasit	Natromontebrasit
α	1,5783-1,5910	1,594-1,611	1,594
β	1,6046	1,608-1,619	1,603
γ	1,5983-1,6125	1,616-1,633	1,615
2V		73°-75°	foarte mare
Scmn optic	(-)	(+)	
Dispersia	r > v	r < v	

Se observă frecvent macledopolisintetice.

**Proprietăți termice:**

Ambligonit (A.T.D.): 733(1,5)↯; 802(4,4)↯

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Ambligonit: 420 p; 485 p,1; 540 m; 600 p,1; 630 i; 815 m; 1028 m; 1105 fp,1; 1188 m.

Montebrasit:(490 fp,1+ 545 fp,1)d;575 s;600 i;655 m,1;826 m,1;1010-1030 p;1085-1100 fp,1;1190 m; 3350.

**Difractometria de raze X:**

Ambligonit (radiație Cu, filtru Ni): 6,17/5/(010); 5,10/5; 4,64/100/(001),(011); 3,86/10/(111), 3,36/5/(101),(101); 3,31/30/(110), 3,24/30/(011),(121); 3,151/100/(120),(021),(020); 2,925/100/(111),(111); 2,565/10/(210);

2,505/20/(012); 2,449/5/(111); 2,386/50/(200),(211); 2,334/10/(002); 2,286/10; 2,242/5; 2,190/10; 2,106/40; 2,045/10; 1,993/5; 1,944/40; 1,898/30; 1,829/5; 1,792/10; 1,740/30; 1,658/10; 1,617/30; 1,587/30; 1,540/10; 1,523/10; 1,479/20; 1,458/10; 1,428/10; 1,418/5; 1,401/10; 1,381/10; 1,352/5; 1,326/5; 1,307/10.

Montebasit: 6,23/4/(010); 4,81/14/(100); 4,672/70/(110); 3,864/10/(111); 3,327/45/(101); 3,271/45/(110); 3,229/45/(011); 3,200/60/(121); 3,164/90/(120); 3,097/6/(020); 2,968/100/(111); 2,936/10/(111); 2,565/18/(210); 2,505/20/(012); 2,454/10/(111); 2,397/40/(211); 2,378/6/(112); 2,342/6/(002); 2,310/10/(122); 2,291/10/(022),(121); 2,259/6/(120); 2,200/6/(130); 2,124/18/(211); 2,101/12/(102),(112); 2,056/6/(030); 2,040/6/(231); 1,954/20/(012); 1,932/14/(230),(211); 1,899/20/(112),(221); 1,793/12/(141); 1,745/14/(131); 1,700/4/(310); 1,662/10/(013),(202); 1,647/6/(311),(023); 1,633/4/(220); 1,616/20; 1,595/30; 1,583/20; 1,540/16; 1,524/8.

### T I L A S I T : $\text{CaMg}(\text{AsO}_4)\text{F}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** Cc (?).

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,56 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,95 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,66 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,839 : 1 : 0,750$ ,  $\beta = 121^\circ 00'$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{Mg}_4(\text{AsO}_4)\text{F}_4$ .

**Habitus:** cristale alungite [100] și uneori turtite (010); apare masiv sau în agregate subparalele.

**Culoare:** cenușiu, cenușiu-violet, verde-oliv, verde

**Luciu:** rășinos; sticlos pe suprafața de clivaj. Translucid.

**Forme principale** (inferioare și superioare):  $b(010)$ ,  $M(011)$ ,  $\bar{c}(\bar{1}01)$ ;  $\bar{p},p(111)$ ;  $\bar{x},x(\bar{1}11)$ ;  $\bar{r},r(\bar{1}33)$ ;  $\bar{u}(\bar{2}13)$ ;  $\bar{o}(\bar{1}31)$ ;  $\bar{y},y(211)$ ;  $\bar{v}(311)$ ;  $\bar{M}$ .

**Macle:** (001), comune, de contact.

**Clivaj:** (101) bun. Casant.

**H** = 5 ; **G** =  $3,77 \pm 0,02$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 25,22\text{-}25,69\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00\text{-}0,55\%$ ,  $\text{MgO} = 17,32\text{-}18,34\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00\text{-}0,43\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 48,33\text{-}51,70\%$ ,  $\text{F} = 7,18\text{-}8,55\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00/0,73\%$ , **F** poate fi substituit în cantități mici de către OH.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor sau verde deschis.

Orientarea:  $\alpha \wedge c \sim 30^\circ$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,640$ ;  $\beta = 1,660$ ;  $\gamma = 1,675$ .

Biax negativ.  $2V = 82^\circ 44'$ .

Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtrată); 5,09/40/(111); 4,83/60/(110); 4,49/60/(020); 3,70/60/(021); 3,49/60/(112); 3,26/100/(111), (002); 3,07/100/(202); 2,86/70/(200); 2,69/100/(131); 2,63/70/(020); 2,54/40/(222); 2,41/10/(220), (113); 2,34/70/(132); 2,27/80/(112), (131); 2,10/70/(311); 1,99/40/(221), (313); 1,91/60/(133); 1,89/60/(204); 1,84/40/(132), (042); 1,74/90/(331), (202); 1,72/10/(113); 1,69/90/(333); 1,65/10/(402); 1,62/50/(222); 1,59/60/(151); 1,56/50/(134); 1,54/40/(423); 1,49/10/(060), (421); 1,46/10/(315); 1,45/50/(061), (153); 1,43/70/(400), (152); 1,38/60/(351), (242); 1,34/80/(312); 1,30/60/(512), (135); 1,25/70/(153); 1,20/10/(440); 1,17/40/(204), (264); 1,14/70/(224); 1,12/10/(080); 1,11/20/(402).

C R A N D A L L I T :  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$

*Sinonim: pseudowavellit*

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** R.

**Z = 3.**

**Habitus:** prisme trigonale cu fețe terminale (0001); se întâlnește în rozete alcătuite din fibre alungite. Apare masiv; în agregate nodulare, cu strate concentrice, compuse din fibre subparalele sau din cristale pure; agregate sferulitice dispuse în benzi, fiecare sferulă având o structură fibroradiară.

**Culoarea:** galbenă, galben deschis, alb, cenușiu.

**Luciu:** cristalele au luciu sticlos; materialele masive au luciu sticlos sau mat.

**Clivaj:** (0001) perfect.

**H = 5 ; G = 2,78.**

**Compoziția chimică:** BaO = 0,00 - 0,67%, SrO = 0,00 - 2,21%, CaO = 7,50 - 16,86%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  = 34,15 - 38,80%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  = 25,24 - 34,29%,  $\text{H}_2\text{O}^-$  = 0,00 - 1,29%,  $\text{H}_2\text{O}^+$  = 15,23 - 20,00%.

Formula  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}$  corespunde unei structuri de tip alunit. Ca poate fi substituit de Sr, Ba și de pământuri rare. Uneori Ca poate intra pe poziția ocupată de Al, dând tranziții spre deltat. Majoritatea analizelor arată o cantitate mare de  $\text{H}_2\text{O}$  și una mică de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , ceea ce indică substituția  $\text{PO}_4$  cu OH.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uniax pozitiv. Indicii de refracție:  $\omega = 1,600 - 1,622$ ,  $\epsilon = 1,590 - 1,631$ , în funcție de compoziția chimică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 s,l; 510 s,l; 562 i; 595 i; 620 m,l; 825 s,l; 871 s,l; 1040 m; 1055 i; 1080 i; 1120 m; 1140 i; 1175 i; 1225 i; 1330 fs; 3140; 3320; 3580.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 6,73/5; 6,05/5; 5,70/40; 4,86/30; 3,50/40; 3,09/5; 2,94/100; 2,87/5; 2,69/10; 2,52/5; 2,43/10; 2,23/20; 2,16/50; 2,11/5; 1,99/5; 1,936/5; 1,932/40; 1,84/5; 1,804/5; 1,75/40; 1,67/5; 1,60/5; 1,516/10; 1,492/10; 1,47/20; 1,43/30; 1,34/5; 1,326/5; 1,283/10; 1,193/10; 1,167/10; 1,142/5; 0,9556/5; 0,9038/5.

D U S S E R T I T :  $\text{BaFe}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** R.

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,40 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,3622$ .

**Habitus:** cristale mărunte turtite (0001) și grupate în rozete; formează și cruste.

**Culoarea:** verde, verde-gălbui.

**Clivaj:** nu s-a observat.

**H = 3 1/2 ; G = 3,75.**

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $\text{BaFe}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}$  cu următoarea participare: BaO = 20,93 - 22,37%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  = 34,57 - 34,93%,  $\text{As}_2\text{O}_5$  = 31,23 - 33,51%,  $\text{H}_2\text{O}$  = 9,19 - 9,30%.  $\text{H}_2\text{O}$  se pierde în trepte astfel: 120°C, 0,3%; 700°C, 9,3%; 1000°C, 9,8%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-gălbui. Indicii de refracție:  $\omega = 1,870$ ,  $\epsilon = 1,845 - 1,850$ . Uniax negativ. Anomal, se comportă uneori biax, cu  $2V = 15^\circ - 20^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, nefiltrată): 5,95/< 5; 5,13/5; 4,07/5; 3,69/10; 3,43/10; 3,32/5; 3,11/100; 3,00/5; 2,91/10; 2,57/10; 2,56/10; 2,40/5; 2,32/70; 2,28/5; 2,21/10; 2,04/10; 2,00/70; 1,85/70; 1,77/10; 1,74/30; 1,72/50; 1,68/10; 1,62/5; 1,56/50; 1,53/50; 1,50/10.

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/n$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,19 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,08 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,06 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,110 : 1 : 0,700$ ,  $\beta = 97^\circ 22'$ .

**Celula conține:**  $\text{Na}_2\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8$ .

**Habitus:** izometric sau scurt prismatic [001] cu zonele de prismă striate [001]; cristale alungite [100] cu fețe (011) și  $(\bar{1}11)$  larg dezvoltate. Apare și globular cu o structură fibro-radiară.

**Culoarea:** galben, galben deschis.

**Urmă:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), n(011), x( $\bar{1}01$ ), v( $\bar{3}01$ ), o(111), g( $\bar{1}11$ ), s(211), q( $\bar{1}21$ ).

**Clivaj:** (010) bun.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,983 \pm 0,005$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Na}_2\text{O} = 8,29 - 8,56\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,37\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 42,25 - 43,82\%$ ,  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,03\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 37,97 - 39,23\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 9,65 - 9,96\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,04\%$

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha \wedge c = -20^\circ\text{C}$ ,  $\beta = b$ .

Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}} \pm 0,001$ ):  $\alpha = 1,602$ ,  $\beta = 1,609$ ,  $\gamma = 1,621 - 1,623$ .

Biax pozitiv.  $2V = 71 - 75^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,84/30; 5,04/100; 4,62/10; 4,21/10; 3,77/40; 3,48/10; 3,30/30; 3,16/20; 2,98/80; 2,87/70; 2,80/10; 2,73/80; 2,68/80; 2,61/30; 2,47/30; 2,41/20; 2,34/10; 2,30/10; 2,23/10; 2,17/20; 2,11/10; 2,05/40; 2,01/30; 1,98/40; 1,93/30; 1,85/20; 1,82/10; 1,75/30; 1,72/20; 1,66/10; 1,64/20; 1,62/10; 1,58/20; 1,56/10; 1,52/30; 1,50/20; 1,44/50; 1,42/10; 1,39/10; 1,31/30.

W A G N E R I T :  $\text{Mg}_2(\text{PO}_4)\text{F}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,51 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,63 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,951 : 1 : 0,770$ ,  $\beta = 108^\circ 07'$ .

**Celula conține:**  $\text{Mg}_{32}(\text{PO}_4)_{16}\text{F}_{16}$ .

**Habitus:** prismatic 001; rareori tabular (100); fețele cu dispoziție verticală sunt striate, rotunjite pe margini. Apare și masiv.

**Culoarea:** galben în diferite nuanțe; cenușii, verzui, roșcat.

**Luciu:** sticlos, ușor rășinos. Translucid; materialele alterate sunt aproape opace.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), M(120), m(110), h(320), t(012), r(011), e(021), w( $\bar{1}01$ ), s(111), n( $\bar{1}12$ ), z(111), i( $\bar{1}22$ ).

**Clivaj:** (100) și (120) slab; (001) în urme.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală până la așchioasă.

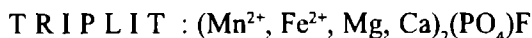
$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,15$ , ușor mai colorată în materialele opace, alterate sau cu conținut ridicat în Ca.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 13,45%, MgO = 37,57 - 49,59%, FeO = 0,00 - 4,32%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 40,18 - 43,65%, F = 5,06 - 11,68%, Mg este parțial substituit de Ca și Fe<sup>2+</sup> cu limitele maxime de participare: Ca : Mg = 1 : 13,3 și Fe : (Mg, Ca) = 1 : 27,5. Cantitățile mai mari de Ca sunt datorate alterării.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = -21 \ 1/2^\circ$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,5678$ ,  $\beta = 1,5719$ ,  $\gamma = 1,5824$ . Biax pozitiv.  $2V = 28^\circ 24 \ 1/2'$ .  $2E = 45^\circ 22 \ 1/2'$ .  
Dispersia:  $r > v$ , mică, înclinată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 m,l; 525 i; 608 m; 650 i; 1050 p; 1075 i; 1095 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ ): 5,23/10; 4,245/20; 3,557/30; 3,319/80; 3,150/90; 2,993/100; 2,839/100; 2,830/10; 2,793/20; 2,762/70; 2,713/60; 2,553/30; 2,487/40; 2,423/30; 2,312/10; 2,283/10; 2,251/30; 2,212/50; 2,124/10; 2,093/40; 2,073/40; 1,994/20; 1,943/40; 1,929/30; 1,908/30; 1,898/40; 1,804/30; 1,788/20; 1,763/10; 1,748/10; 1,734/40; 1,685/40; 1,596/30; 1,591/30; 1,547/20; 1,517/10; 1,495/20; 1,478/10; 1,472/10.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m (?).

**Grupa spațială:** I 2/m.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,48 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,92 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1 : 1,531$ ,  $\beta = 105^\circ 53'$ .

**Celula conține:**  $(\text{Fe}, \text{Mn})_{16}(\text{PO}_4)_8\text{F}_8$ .

**Habitus:** cristale rotunjite, cu fețe incomplet dezvoltate. De obicei apare masiv.

**Culoarea:** brun închis, brun, brun-roșcat, roșu de flacără; materialele bogate în Mn sunt roz, iar cele alterate brun-negre sau negre.

**Urma:** albă sau brună.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Subtranslucid sau opac

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $e(011)$ ,  $\pi(101)$ ,  $w(\bar{1}01)$ ,  $v(112)$ ,  $n(\bar{2}11)$ .

**Clivaj:** (001) bun, (010) și (100) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H = 5 - 5 1/2**, descrește cu dezvoltarea procesului de alterare ; **G = 3,5 - 3,9**, în funcție de substituțiile izomorfe și de gradul de alterare.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 14,91%, MgO = 0,00 - 17,42%, FeO = 1,68 - 41,96%, MnO = 14,86 - 57,63%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30,63 - 33,32%, F = 6,02 - 8,45%, H<sub>2</sub>O = 0,00 - 1,58%. F este parțial substituit de OH, dar limita de substituție este greu de determinat datorită apei, care apare în timpul procesului de alterare. Fe și Mn se substituie reciproc, cunoscându-se limitele maxime: Fe : Mn = 1 : 35 sau 2,2 : 1. Mg substituie ceilalți cationi fără a depăși limita Mg : (Fe, Mn, Ca) = 1 : 2,36; de asemenea, Ca substituie (Fe, Mn) până la limita Ca : (Fe, Mn) = 1 : 8,7. Este subliniat faptul că triplitul nu este izostructural cu triploiditul și wolfeitul.

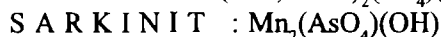
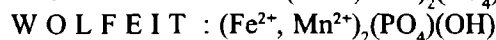
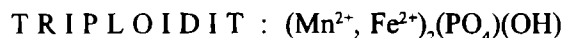
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben-brun deschis, brun-roșcat închis.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c \approx 41^\circ$ . Indicii de refracție variază foarte mult în funcție de substituțiile din rețea:  $\alpha = 1,643 - 1,696$ ,  $\beta = 1,647 - 1,704$ ,  $\gamma = 1,668 - 1,713$ . Pleocroism distinct în nuanțe brun-gălbui și brun-roșcate cu absorbția  $\alpha > \gamma, \beta$ . Biax pozitiv.  $2V = 25 - 88^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , moderată până la puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 s,l; 580 m; 605 m; 805 fs; 1050 - 1075 fp,l; 1095 i.

**Diffractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,26/70; 3,05/90; 2,87/100.





*Triploiditul și wolfeitul formează o serie completă (?) prin substituția  $Mn^{2+}$  cu  $Fe^{2+}$ . Sarkinitul este izostructural cu aceste minerale, dar nu este sigur că formează o serie izomorfă cu ele. De asemenea, triplitul nu este izostructural cu triploiditul și wolfeitul.*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a, pentru triploidit și wolfeit și C 2<sub>1</sub>/a pentru sarkinit.

Z = 16.

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	Triploidit Fe:Mn = 1:3,30	Wolfeit Fe:Mn = 3,39:1	Sarkinit
a <sub>0</sub>	12,26 Å	12,20 Å	12,65 Å
b <sub>0</sub>	13,38 Å	13,17 Å	13,51 Å
c <sub>0</sub>	9,90 Å	9,79 Å	10,15 Å
a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub>	0,916 : 1 : 0,740	0,926 : 1 : 0,743	0,936 : 1 : 0,751
β	108°04'	108°00'	108°44'

**Celula conține:**  $(Mn^{2+}, Fe^{2+})_{32}(PO_4)_{16}(OH)_{16}$  pentru triploidit și wolfeit și  $Mn_{32}(AsO_4)_{16}(OH)_{16}$  pentru sarkinit.

**Habitus:** triploiditul și wolfeitul au cristale prismatice [001], cu zonele de prismă striate vertical. Uzual formează agregate de fibre dispuse paralel, forme columnare; fibre dispuse divergent. Rareori apar granular. Cristalele de sarkinit sunt tabulare (100), subțiri și uneori alungite [010]; scurt prismatice [010] sau scurt prismatice pe această axă și tabular. Fețele (100) și (001) sunt adesea neregulate, iar fața (001) este striată // [100]. Cristalele sunt grupate în forme sferice; apare și granular.

**Culoarea:** roz, galben, brun-gălbui pentru materialele bogate în Mn trecând în brun-roșcat, brun închis pentru cele bogate în Fe. Rareori verde.

**Urma:** albă. Sarkinitul este roz-roșu, galben-roșcat, galben, cu urma galbenă, roșie-roz.

**Luciu:** stielos spre gras. Cristalele sunt transparente spre translucide.

**Forme principale comune:** c(001), b(010), a(100), n(210), p(141). Triploiditul și wolfeitul mai posedă formele: m(110), e(021), ξ(203), p(221), iar sarkinitul: M(120), o(021), d(101), f(201), C(101), k(121).

**Clivaj:** (010) bun și (120), (010), (110) slab pentru triploidit și wolfeit și (100) distinct pentru sarkinit.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

**H = 4 - 5 ; G = 3,66** triploidit exclusiv manganifer, 3,83 wolfeit exclusiv ferifer și 4,08 - 4,18 sarkinit.

**Compoziția chimică:**

	Triploidit	Wolfeit	Sarkinit
CaO	0,00 - 0,90	0,00 - 2,00	0,00 - 2,85
MgO	0,00 - 4,74	0,00 - 2,28	0,00 - 6,08
MnO	29,85 - 63,95	0,00 - 21,73	43,60 - 53,38
FeO	0,00 - 24,31	33,37 - 64,24	0,00 - 3,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00 - 4,26	0,00 - 7,78	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,89 - 32,62	31,73 - 34,20	
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			33,26 - 43,23
H <sub>2</sub> O	4,06 - 4,20	3,78 - 4,50	3,06 - 12,02
F <sup>2</sup>	0,00 - urme	0,00 - 0,88	

În triploidit și wolfeit  $Mn^{2+}$  și  $Fe^{2+}$  se substituie reciproc, dezvoltându-se o serie continuă între limitele Fe : Mn = 1 ; 3,30 și 3,39 : 1. Numele de triploidit și wolfeit se aplică atunci când Mn > Fe și, respectiv, Mn < Fe. Mici cantități de Mg și Ca substituie ( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ), de obicei, în limitele Ca( $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ) = 1 : 22,9 și 1 : 6,92. Prezența Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> este datorată alterării FeO. Cele două minerale sunt izostructurale cu sarkinitul, dar în ultimul mineral P înlocuiește As doar într-o cantitate foarte mică. În sarkinit Mn este substituit de cantități reduse de Ca, Mg și Fe, cu raportul maxim

Mg : Ca : Mn = 1 : 1,7 : 14,3. As este înlocuit de Sb, dar substituția nu depășește limita Sb : As = 1 : 42,3.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz, brun deschis pentru triploidit și wolfeit și roz, galben pentru sarkinit. Toate sunt ușor pleocroice cu absorbția  $\gamma > \alpha$ ,  $\beta$  pentru primele și  $\alpha > \gamma > \beta$  pentru ultimul. Orientarea:  $\alpha = b$  și  $\gamma \wedge c = -4^\circ$  pentru triploidit și wolfeit și  $\alpha \wedge c = -54^\circ$  și  $\beta = b$  pentru sarkinit. Indicii de refracție și 2 V:

	Triploidit ( $\pm 0,003$ )	Wolfeit ( $\pm 0,003$ )	Sarkinit
$\alpha$	1,725	1,741 - 1,748	1,793
$\beta$	1,723	1,742 - 1,749	1,807
$\gamma$	1,730	1,746 - 1,753	1,809
2 V	moderat	moderat	83°

Triploiditul și wolfeitul sunt biaxe pozitive, cu dispersia  $r > v$ , foarte puternică. Sarkinitul este biax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Triploidit: 420 s; 486 s,l; 570 p; 595 i; 755 i; 870 i,l; 957 m; 1010 i; 1030 fp; 1058 i; 1090 i; 3590.

Sarkinit: 415 i; 435 m,l; 484 m,l; 725 i; 810; 825 p; 850 m; 870 i; 1020 s ?; 1075 s ?; 3520.

**Difractometria de raze X:**

Triploidit (radiație Fe, filtru Mn): 4,40/30/(220),  $\bar{2}$ 21; 3,65/40/(131); 3,41/50/(122); 3,19/80/(140); 3,10/90/(212),  $\bar{2}$ 13; 2,94/100/(330), (321); 2,89/10; 2,84/40; 2,71/10; 2,65/10; 2,58/50; 2,47/30; 2,35/10; 2,31/50; 2,19/10; 2,15/50; 2,06/10; 2,05/10; 2,01/10; 1,98/30; 1,95/30; 1,83/10; 1,80/60; 1,76/10; 1,72/20.

Wolfeit (cele mai intense linii): 3,18/80; 3,09/90; 2,93/100.

Sarkinit (cele mai intense linii): 3,29/70; 3,17/100; 3,04/100.

O L I V E N I T :  $\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$

**Sinonim:** leucocalcit

Izostructural cu andaluzitul, libethenitul și adamitul

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m (?).

**Grupa spațială:** P n n a (?).

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,16 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,54 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,86 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,955 : 1 : 0,686$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_8(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** cristale alungite [100], scurt prismatic sau aciculare [001]; mai rar tabulare pe (011), (100) sau (001).

Se întâlnește în formațiuni globulare și reniforme cu structură fibroasă, fibrele fiind divergente sau neregulate.

Apare și lamelar, masiv, granular, nodular sau pământos.

**Culoarea:** verde-oliv, brun-verzui, brun; rareori este galben, verde-cenușiu, alb-cenușiu.

**Urma:** verde-oliv sau brun.

**Luciu:** adamantin sau sticlos; varietățile fibroase au luciu mătășos. Translucid până la opac.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), e(011), v(101), p(111), r(012).

**Macle:** posibile, vizibile doar la microscop.

**Clivaj:** (011) și (110) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

H = 3 ; G = 3,90 - 4,46.

**Compoziția chimică:** FeO = 0,00 - 2,78%, CuO = 52,67 - 56,65%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  = 0,00 - 5,96%,  $\text{As}_2\text{O}_5$  = 33,50 - 40,60%,  $\text{H}_2\text{O}$  = 3,18 - 4,16%. P substituie As până la limita P : As = 1 : 35, existând o

serie de substituție parțială între olivenit și libethenit. Cu poate fi substituit de Fe, fără a depăși însă valoarea raportului Fe : Cu = 1 : 17.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde deschis. Uneori este ușor pleocroic în nuanțe verzi și galbene cu absorbția  $\beta > \alpha, \gamma$ . Orientarea  $\beta = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,747 - 1,780$ ,  $\beta = 1,788 - 1,820$ ,  $\gamma = 1,829 - 1,865$ . Biax pozitiv, uneori negativ  $2V \approx 90^\circ$ . Dispersia:  $r < v$  puternică când este optic pozitiv și  $r > v$ , puternică, când este optic negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 452 s,l; 493 s,l; 545 p,l; 600 i; 638 fs; (790 p + 828 p + 860 p)t; 938 i; 1037 fs; 1082 fs; 1640 fs,l

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$  filtru Ni): 5,91/70/(110); 4,82/90/(011); 4,19/60/(111); 3,80/40/(120); 2,98/100/(220), (002); 2,70/40/(130); 2,65/60/(221), (112); 2,59/10/(310), (031); 2,47/70/(301), (131), (022); 2,39/70/(202), (311); 2,33/10/(122), (212); 2,16/5/(040); 2,08/5/(140), (132); 1,97/10/(330), (141), (312); 1,93/5/(013), (103); 1,88/20/(411), (331), (113); 1,83/5/(322); 1,74/10/(213), (042); 1,69/10/(150); 1,65/20/(332), (223); 1,62/10/(151), (510); 1,60/30/(242), (303), (133); 1,58/60/(313), (422); 1,56/5/(511); 1,49/50/(440), (004).

L I B E T H E N I T :  $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$

*Izostructural cu andaluzitul, olivenitul și adamitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n n m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,08 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,958 : 1 : 0,700$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_8(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$ .

**Habitus:** scurt prismatic [001] sau ușor alungit [100]; de asemenea izometric. Fețele (110) sunt striate vertical, iar (011) au striături paralele cu muchia dintre ele și (111).

**Culoarea:** verde-oliv închis sau pal, verde închis, negru-verzui.

**Luciu:** sticlos pe fețe, gras pe suprafețele de clivaj. Translucid.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), h(540),  $\alpha$ (320), t(210),  $\delta$ (310), e(011), d(101), s(111).

**Clivaj:** (100) și (010) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată.

$H = 4$ ;  $G = 3,97$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 66,29-66,98\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 26,46-29,69\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 0,00-2,33\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 3,74-4,04\%$ .

P poate fi substituit fără a depăși valoarea raportului As : P = 1 : 19; există probabil o serie parțială dezvoltată între libethenit și olivenit. Nu s-au observat substituții ale Cu.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde albastrui, verde pal; uneori pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ .

Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul (atunci când se manifestă):  $\alpha = 1,701-1,704$ , albastrui cu tentă gălbui;  $\beta = 1,743-1,747$ , verde deschis;  $\gamma = 1,787-1,790$  albastru deschis, cu tentă verzui.

Biax negativ  $2V \approx 90^\circ$ .

Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 s; 480 s; 522 f, s; 555 s; 618 m; 637 m; 650 i; 815 s; (960 f, p + 1050 p)d; 1080 i; 1635 f, s; 3465.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru ZrO $_2$ ): 5,8/40; 4,81/100; 3,71/28; 2,91/50; 2,63/100; 2,55/12; 2,41/16; 2,30/16; 2,07/6; 1,91/12; 1,71/20; 1,66/8; 1,61/12; 1,58/16; 1,54/12; 1,48/6; 1,46/6; 1,43/4; 1,40/4; 1,37/4; 1,34/4; 1,31/4.

A D A M I T : Zn $_2$ (AsO $_4$ )(OH)

*Izostructural cu andaluzitul, olivenitul și libethenitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n n m.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a $_0$  = 8,30 Å, b $_0$  = 8,51 Å, c $_0$  = 6,04 Å.

**Relația axială:** a $_0$  : b $_0$  : c $_0$  = 0,9753 : 1 : 0,7055.

**Celula conține:** Zn $_8$ (AsO $_4$ ) $_4$ (OH) $_4$ .

**Habitus:** cristale alungite [010] sau [001]; rareori alungite [100]. Uneori cristalele sunt tabulare (101) sau izometrice. Formează cruste sau agregate radiare.

**Culoarea:** galben deschis, brun-gălbui, verde deschis, verde; rarcori incolor sau alb. Materialele bogate în Cu au culoarea verde strălucitor, iar cele bogate în Co sunt roz-violet.

**Luciu:** sticlos. Transparent. Unele varietăți prezintă o fluorescență galben-citron prin expunerea la radiații ultraviolete.

**Forme principale:** b(010), t(120), m(110), h(210), n(530), l(011), d(101), o(111), x(212), i(121).

**Clivaj:** (101) bun, (010) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală.

H = 3 1/2 ; G = 4,32-4,48.

**Compoziția chimică:** CuO = 0,00-23,45%, CoO = 0,00-5,16%, FeO = 0,00-1,48%, ZnO = 31,85-56,98%, As $_2$ O $_5$  = 38,50-40,17%, H $_2$ O = 3,14-4,55%. Cu substituie Zn până la limita maximă depistată Cu : Zn = 1 : 1,33 existând o serie parțială între adamit și olivenit. Co substituie Zn în cantități mai mici, limita maximă fiind: Co : Zn = 1 : 8,8 Zn este substituit și de mici cantități de Fe $^{2+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau având o tentă slabă a culorii macroscopice. Pleocroism slab în culorile respective. Proprietățile optice variază foarte mult cu compoziția chimică.

Orientarea  $\alpha$  = a,  $\beta$  = c,  $\gamma$  = b.

	Cu = Co 0,5%	Cu:Zn = 1:1,33	Co:Zn = 1:8,8
$\alpha$	1,708-1,722	1,742	1,722
$\beta$	1,741-1,744	1,768	1,738
$\gamma$	1,758-1,763	1,773	1,761
2 V	78°-89°	15° ± 2°	88° ± 2°
Semn optic	(+) sau (-)	(-)	(+)
Dispersia	r > v, puternică	r > v, puternică	r < v puternică

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 m, l; 535 p; 735 i; 794 i; 808 f, p; 826 i; 882 m; 3510; 3555; 3580.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 5,94/60/(110); 5,48/5; 4,90/90/(101); 4,24/60/(111); 3,78/40/(120); 3,06/20/(002); 2,97/90/(220); 2,70/80/(112); 2,64/40/(310); 2,58/30/(031); 2,52/30/(301); 2,45/100/(131); 2,42/50/(311); 2,36/40/(122); 2,07/10/(400); 2,02/10/(410); 1,958/30/(103), (013); 1,912/20/(140); 1,888/20/(240); 1,851/10/(232); 1,811/10/(241); 1,778/10/(123); 1,738/10; 1,708/20/(142); 1,658/30/(332); 1,622/10/(341); 1,608/80/(151), (133); 1,581/30/(422), (250); 1,570/30/(511); 1,511/40/(004); 1,483/40/(440); 1,462/5/(114); 1,434/5/(512); 1,408/5/(551); 1,395/10/(252), (531); 1,377/10/(522).

FRONDELIT :  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$   
 ROCKBRIDGEIT :  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$   
 Serie izomorfă completă datorită substituției  $\text{Mn}^{2+}$  cu  $\text{Fe}^{2+}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m sau 222.

**Grupa spațială:** B 22<sub>1</sub> sau B 22<sub>2</sub>.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,89 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,01 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,21 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8166 : 1 : 0,3063$ .

**Celula conține:**  $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})_4\text{Fe}^{3+}_{16}(\text{PO}_4)_{12}(\text{OH})_{20}$ .

**Habitus:** mase botrioidale și cruste cu structură fibro-radiară sau columnară. Cristale superficiale din cruste au terminații rotunjite cu exfoliații. Fibrele sunt alungite [001].

**Culoarea:** verde închis, verde-oliv, negru-verzui, prin oxidare devine verde brun, brun roșcat închis. Agregatele radiare arată adesea o dispoziție concentrică a culorilor.

**Luciu:** sticlos spre mat. Subtranslucid.

**Clivaj:** (100) perfect, (010) bun, (001) slab. Casant.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 4 1/2; scade la materialele alterate. **G** = 3,30-3,49, variază în funcție de raportul Mn : Fe și de gradul de oxidare.

**Compoziția chimică:**

	Frondelit	Rockbridgeit manganifer	Rockbridgeit
MnO	4,10-10,94	2,24-3,73	0,00-0,403
FeO		0,99-5,51	6,06-11,07
MgO	0,00-0,20	0,00 - urme	0,00-2,16
CaO	0,00-0,02	0,00 - urme	0,00-1,124
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48,85-55,20	55,00-55,84	49,19-50,89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00-1,31	0,00 - urme	0,00-0,29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31,28-32,84	30,43-32,86	31,66-32,80
H <sub>2</sub> O	6,95-7,52	8,06-7,96	6,94-8,53

$\text{Mn}^{2+}$  și  $\text{Fe}^{2+}$  se substituie reciproc existând o serie completă între termenii finali, manganifer și ferifer, exclusivi. Numele de frondelit și rockbridgeit se aplică termenilor seriei atunci când  $\text{Mn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$  și respectiv  $\text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$ . Mici cantități de Mg și Ca substituie ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ );  $\text{Fe}^{3+}$  poate fi substituit de Al sau  $\text{Mn}^{3+}$ . Prin alterare mineralul se îmbogățește în  $\text{Fe}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-albăstrui, brun-oliv sau brun gălbui. Pleocroic cu absorbția normală  $\gamma > \beta > \alpha$ ; uneori este însă  $\gamma > \alpha > \beta$ . În materialele proaspete predomină tentele verzi-albăstrui. În timp ce în cele oxidate predomină nuanțele oliv, brun, sau galben. Orientarea:  $\alpha = c$

	Frondelit	Rockbridgeit	Rockbridgeit oxidat
$\alpha$	1,860, brun-oranj	1,873-1,875 brun-gălbui deschis	1,915 brun-gălbui deschis
$\beta$	1,880, brun-oranj	1,880 verde albăstrui	1,927 brun-oranj
$\gamma$	1,893, brun-oranj	1,895-1,897 verde	1,939 brun-oranj
semn optic	(-)	albăstrui-închis	(+) sau (-)
2 V	moderat	(+)	larg
Dispersia	r > v	moderat r < v	r > v dacă (+)

Indicii de refracție cresc cu oxidarea  $\text{Fe}^{2+}$  în  $\text{Fe}^{3+}$  și cu creșterea raportului Fe : Mn.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** Rockbridgeit: 415 m; 440 i, l; 555 i; 580 i; 600 m, l; 640 i; 740 s, l; 890 i; 970 m, l; 1030 p; 1060 m; 1145 i; 3250; 3590.

**Diffractometria de raze X:** Frondelit (cele mai intense linii): 3,38/50; 3,20/100; 1,598/50.

Rockbridgeit (cele mai intense linii): 4,842/50; 3,573/50; 3,196/100.

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:** 1.

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,097 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,910 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,688 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6271 : 1 : 0,5957$ ,  $\alpha = 89^\circ 34' 1/2''$ ,  $\beta = 91^\circ 37' 1/2''$ ,  $\gamma = 107^\circ 47'$ .

**Celula conține:**  $Zn_{16}(PO_4)_8(OH)_8$ .

**Habitus:** izometric sau scurt prismatic; cristalele sunt rotunjite și striate. Formează agregate în formă de snop sau cruste.

**Culoarea:** uneori este incolor și transparent; frecvent este ușor colorat în galben, brun, roșu sau verde. Cristalele colorate sunt translucide.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $k(2\bar{1}0)$ ,  $M(1\bar{1}0)$ ,  $f(101)$ ,  $G(1.6.23)$ ,  $s(121)$ ,  $Z(\bar{1}\bar{2}1)$ ,  $W(111)$ ,  $E(\bar{3}47)$ ,  $u(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ ,  $l(121)$ .

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 \frac{3}{4}$ ;  $G = 4, 12$ .

**Compoziția chimică:**  $ZnO = 66,60-67,05\%$ ,  $P_2O_5 = 29,20-29,24\%$ ,  $H_2O = 3,71-3,80\%$ .

Correspunde formulei  $Zn_2(PO_4)(OH)$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție în lumină de Na ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,660$ ,  $\beta = 1,705$ ,  $\gamma = 1,713$ . Biax negativ.  $2V = 50^\circ$ .

Dispersie puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 436 m; 452 i; 526 m; 590 m; 612 p, l; 808 m; 920 p; 962 m; 1005 f, p; 1040 m; 1095 p; 1600 f, s; 3440.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,12/90/(020); 5,77/5/(\bar{1}\bar{1}0); 5,39/60/(101), ( $\bar{1}11$ ); 4,60/50/(121); 3,87/20/(200), (002); 3,70/90/(121), (131); 3,27/80/(022); 3,18/5/(\bar{1}\bar{1}\bar{2}), ( $1\bar{2}\bar{2}$ ); 3,07/10/(040), (231); 2,967/70; 2,886/90; 2,780/100; 2,710/40; 2,530/60; 2,475/40; 2,417/70; 2,351/60; 2,300/5; 2,273/5; 2,220/20; 2,094/40; 2,070/5; 2,053/50; 2,015/40; 1,945/40; 1,888/5; 1,846/50; 1,819/10; 1,803/10; 1,762/5; 1,744/50; 1,708/40; 1,680/20; 1,650/10; 1,639/5; 1,623/5; 1,606/40; 1,595/50; 1,576/10.

## A U G E L I T : $Al_2(PO_4)(OH)_3$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,96 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,06 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,646 : 1 : 0,636$ ,  $\beta = 112^\circ 27'$ .

**Celula conține:**  $Al_8(PO_4)_4(OH)_{12}$ .

**Habitus:** tabular subțire (001); mai rar prismatic până la acicular [001] sau plăci subțiri, triunghiulare, turtite pe (110). Cristalele au fețele (110) striate // [001], iar fețele (201) sunt rotunjite. Uneori fața (001) este replasată de fețele vecine în zonele  $c_x$  sau  $c_m$ . Apare masiv.

**Culoarea:** incolor sau alb; de asemenea gălbui sau roz.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe fața de clivaj (110). Transparent.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $j(130)$ ,  $m(110)$ ,  $t(310)$ ,  $g(910)$ ,  $r(021)$ ,  $f(201)$ ,  $x(\bar{2}01)$ ,  $n(111)$ ,  $d(332)$ ,  $\alpha(\bar{1}11)$ .

**Clivaj:** (110) perfect,  $\bar{2}01$  bun, (001) și  $\bar{1}01$  slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4 \frac{1}{2}-5$  ;  $G = 2,696$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00-1,09%, MnO = 0,00-0,31%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 49,15-50,98%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-0,89%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 34,60-35,51%, H<sub>2</sub>O = 12,85-13,93%. Corespunde formulei Al<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)(OH)<sub>3</sub>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge c = -56^\circ$ ,  $\gamma \wedge c = +34^\circ$ .

Indicii de refracție ( $\lambda_{Na}$ ):  $\alpha = 1,5736$ ,  $\beta = 1,5759$ ,  $\gamma = 1,5877$ . Biax pozitiv  $2V = 50^\circ 49'$ .

Dispersia nu a fost observată.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 675-725 $\nabla$ ; 925-1000  $\wedge$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 438 p; 556 P; 615 m; 640 p; 717 m; 835 m; 930 f, p; 1015 p; 1155 p; 1205 p; (3465 p + 3555) d; ~~4099~~ p;

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 6,78/2/(110); 6,11/2/(200); 4,72/65/(001),  $\bar{2}01$ ; 4,31/10/ $\bar{1}11$ ; 4,11/2; 4,02/50/(020); 3,64/7/(310); 3,53/100/(111),  $\bar{3}11$ ; 3,36/100/(220); 3,27/7/(201); 3,17/25/ $\bar{4}01$ ; 3,12/7; 3,05/25/(400),  $\bar{2}21$ ; 2,62/7/(130); 2,55/10/ $\bar{2}02$ ; 2,50/40/(221),  $\bar{3}11$ ;  $\bar{4}21$ ,  $\bar{5}11$ ; 2,44/2; 2,38/10/(420),  $\bar{1}12$ ; 2,35/7/(002),  $\bar{1}31$ ; 2,31/4/(510); 2,21/10/(131),  $\bar{3}31$ ,  $\bar{3}12$ ,  $\bar{6}01$ ; 2,07/15/ $\bar{5}12$ , (112); 2,01/30/(040), (600); 1,945/30/(202),  $\bar{6}02$ ; 1,922/10; 1,904/10; 1,873/50; 1,841/2; 1,821/2; 1,805/2; 1,737/10; 1,682/15; 1,598/30; 1,573/7; 1,550/7; 1,521/7; 1,483/30.

D U F R E N I T : Fe<sup>2+</sup>Fe<sup>3+</sup>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub> • 2 H<sub>2</sub>O (?)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 25,84 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,126 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,780 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 5,0409 : 1 : 2,6882$ ;  $\beta = 111^\circ 12'$ .

**Habitus:** rareori apare sub forma unor cristale rotunjite dispuse în agregate subparalele sau cu aspect de snopi.

De obicei formează mase botrioidale sau cruste cu structură fibro-radiară; suprafața crustelor este alcătuită din cristale rotunjite cu terminații care se exfoliază.

**Culoarea:** verde închis; verde-oliv sau negru verzui când este proaspăt. Prin alterare devine brun-oliv, brun-roșcat.

**Luciu** sticlos spre mătășos. Translucid.

**Clivaj:** (100) perfect. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2}-4 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,10-3,34$ , în funcție de habitusul și de gradul de alterare al materialului.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,64-1,68%, MgO = 0,00-0,17% FeO = 0,00- 10,49%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 40,15-60,20%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-4,44%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30,26-31,82%, H<sub>2</sub>O = 6,03-14,39%. Fe<sup>2+</sup> este substituit de Ca și Cu cu limitele maxime depistate: Ca : Fe = 1 : 3,8 și Cu : Fe = 1 : 10. Este posibil ca și Mn să substituie Fe<sup>2+</sup> • Fe<sup>3+</sup> poate fi substituit cu Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-albăstrui, brun roșcat sau galben, în funcție de substituțiile din rețea și de gradul de alterare; toate proprietățile optice au variații importante datorate aceleiași cauze. Pleocroic. Cu absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$  sau  $\gamma > \alpha < \beta$ . Indicii de refracție și pleocroismul pentru mineralul proaspăt:  $\alpha = 1,820-1,832$ , albastru sau albastru verzui;  $\beta = 1,830-1,837$ , brun-gălbui;  $\gamma = 1,890-1,925$ , brun, brun-roșcat sau brun-oliv. Dispersie:  $r < v$ .  $2V$  mic. Indicii de refracție și pleocroismul pentru materialele alterate:  $\alpha = 1,837-1,842$ , brun, brun-gălbui;  $\beta = 1,845-1,850$ , brun;  $\gamma = 1,875-1,895$  brun - închis sau brun roșcat:  $2V$  mic. Dispersia:  $r > v$  sau  $r > v$ . Oxidarea Fe<sup>2+</sup> la Fe<sup>3+</sup> este însoțită de creșterea indicilor de refracție și de schimbarea culorii de absorbție după  $\alpha$  de la albastru sau albastru-verzui la brun sau brun-gălbui.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 m,1; 455 i; 575 m,1; 600 i; 800 i; 870 i; 995 m; 1032 fp; 1070 i; 1135 i; 1630 fs.1; 3200; 3280; 3580.

**Difractometria de raxe X** (radiație Fe, filtru Mn): 12,3/30/(200); 6,90/10/(002); 6,54/10/(301), (202); 2,10/10/(400); 5,59/10/(202); 5,05/90/(110), (402); 4,84/10/(011), (501); 4,84/10/(011), (501); 4,40/30/(211); 4.15/40/(402); 4,04/10/(600); 3,79/10/(212), (602); 3,67/20/(303), (503); 3,54/10/(510), (511); 3,42/90/(004), (113); 3,24/80/(602), (412); 3,17/100/(610), (213); 3,01/40/(611), (313); 2,88/50/(604), (114); 2,81/20/(413), (313); 2,64/30/(514), (105); 2,58/20; 2,50/10; 2,44/50; 2,38/10; 2,29/20; 2,23/20; 2,16/10; 2,11/60; 2,07/40; 2,02/10; 2,00/10; 1,95/30; 1,92/10; 1,86/10; 1,83/10; 1,81/10; 1,77/10; 1,75/20; 1,73/30.

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 :  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3) \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

*Serie izomorfă completă dezvoltată prin substituirea F, Cl și (OH)*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6 m.

**Grupa spațială:** C 6<sub>h</sub>/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

Specia	$a_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : c_0$
Fluorapatit	9,36	6,88	1 : 0,735
Fluorapatit (Mn)	9,35	6,83	1 : 0,731
Fluorapatit(MnO= 10,3%)	9,35	6,80	1 : 0,729
Fluorapatit (CO <sup>2-</sup> ,)	9,34	6,89	1 : 0,738
Clorapatit	9,52	6,85	1 : 0,719
Hidroxilapatit	9,40	6,93	1 : 0,737
Hidroxilapatit (F)	9,42	6,935	1 : 0,736
Hidroxilapatit (Mn)	9,54	6,73	1 : 0,705
Carbonatapatit	9,41	6,88	1 : 0,731

**Celula conține:**  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$ .

**Habitus:** cristale prismatice [0001] cu fețe dominante [1010], și [1011] apărând în calcare cristaline și roci magmatice; cristale tabulare subțiri (0001) cu fețele (1010) și (0001) mai larg dezvoltate, specifice mai ales pegmatitelor. Cristalele tabulare sunt complexe manifestând numeroase modificări ale fețelor. Apare masiv, larg granular până la compact; uneori globular sau reniform. Cu structură fibroasă, subfibroasă, columnară sau poroasă, formele fibroase sunt specifice mai ales carbonatapatitului. Se întâlnește și stalac-titic, pământos și oolitic. Apare și conglomeratic sau sub formă de concrețiuni nodulare în argile.

**Culoarea:** verde marin, verde asparag, verde-albăstrui, verde-cenușiu; albastru-violet, violet; uneori incolor, alb-verzui, cenușiu, brun, roșu de flacăra, roșu-roz, verde, albăstrui; varietățile manganifere sunt verde închis sau verde-albastru închis. Culoarea violet dispare prin încălzire.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre subrășinos. Transparent, translucid sau opac. Ocazional arată o opalescență albăstruie. Multe cristale prezintă fluorescență prin expunerea la radiații ultraviolete, catodice și Röntgen; este fosforescent și adesea puternic termoluminescent. Nu este piezoelectric.



**Forme principale:**  $c(\overline{0001})$ ,  $m(\overline{10\overline{10}})$ ,  $a(\overline{11\overline{20}})$ ,  $k(\overline{41\overline{50}})$ ,  $r(\overline{10\overline{12}})$ ,  $x(\overline{10\overline{11}})$ ,  $y(\overline{20\overline{21}})$ ,  $v(\overline{11\overline{22}})$ ,  $s(\overline{11\overline{21}})$ ,  $\mu(\overline{21\overline{31}})$ ,  $n(\overline{31\overline{41}})$ ,  $o(\overline{31\overline{42}})$ .

**Macle:**  $(11\overline{21})$ , rare, de contact;  $(10\overline{13})$ , rare.

Concreșteri paralele între apatit și monazit. Rutitul și monazitul pot apare ca incluziuni orientate.

**Clivaj:**  $(0001)$  slab,  $(10\overline{10})$  întrerupt.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

**H** = 5; variază cu direcția. **G** variază cu compoziția: 3,1-3,2 fluorapatit și clorapatit, 2,9-3,1 hidroxilapatit și carbonatapatit.

**Compoziția chimică:**

Oxizi	Fluorapatit	Cloroapatit	Hidroxilapatit	Carbonatapatit
CaO	55,16-55,59	52,40-53,94	44,14-55,84	51,30-56,47
MnO	0,00-5,32	0,00-1,52	0,06-7,50	0,00 - urme
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,30-41,95	38,13-40,98	40,26-42,19	34,63-38,57
F <sup>2</sup>	3,02-3,71	0,17-3,67	0,16-1,01	0,00-5,60
Cl	0,00-0,09	2,33-4,13	0,00 - urme	0,00-0,03
H <sub>2</sub> O	0,00-0,28	0,00-0,47	1,73-2,87	1,20-4,40
CO <sub>2</sub>	0,00-0,50	0,00-3,40		3,20-4,46

F, Cl și (OH) se substituie reciproc existând serii complete între termenii puri, celor intermediari corespunzându-le formula Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(F, Cl, OH). Defnirea speciilor se face astfel: florapatit corespunde compoziției F > Cl sau (OH), clorapatit Cl > F sau (OH) și hidroxilapatit (OH) > F sau Cl. CO<sub>2</sub> apare în cantități mici determinând varietățile carbonate. Introducerea CO<sub>2</sub><sup>2-</sup> în rețea se face prin substituția (PO<sub>4</sub>) cu (CO<sub>3</sub>OH) formula corectă a carbonatapatitului fiind Ca<sub>5</sub>[P<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub>O<sub>4-x</sub>(OH)<sub>x</sub>]<sub>3</sub> (F, Cl, OH). Substituția P cu C este compensată electrostatic prin substituția Ca prin metale alcaline. Denumirea de carbonatapatit se aplică speciilor cu compoziția CO<sub>3</sub> > F, Cl sau (OH) în procente molare. Formula probabilă a speciei este Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(CO<sub>3</sub>) • H<sub>2</sub>O. Mn și Sr pot substitui Ca până la limitele Mn : Ca = 1 : 5,7 și Sr : Ca = 1 : 6,8. Ca mai poate fi substituit de pământuri rare (în special Ce), Mg și metale alcaline, toate acestea apărând în cantități foarte mici și numai în anumite procese genetice.

PO<sub>4</sub> poate fi substituit de (SiO<sub>4</sub>) și (SO<sub>4</sub>); substituția P<sup>5+</sup> cu Si<sup>4+</sup> este compensată electrostatic fie prin substituția suplimentară a P<sup>5+</sup> cu S<sup>6+</sup>, fie prin substituția Ca<sup>2+</sup> cu Na<sup>+</sup>.

(PO<sub>4</sub>) este substituit și de (AsO<sub>4</sub>), existând probabil o serie extinsă între apatit și svabit (și fermerit).

Au fost depistate și mici cantități de Al, Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup> și Fe<sup>3+</sup> care apar ca efect al soluțiilor solide.

Ca urmare a tuturor acestor substituții cele patru specii de apatit posedă numeroase varietăți:

- fluorapatitul: clorfluorapatit, hidroxilfluorapatit (veelckerit), carbonatfluorapatit (eupycroit, nauruit, staffelit) manganfluorapatit, stronțiofluorapatit (saamit);
- hidroxilapatit: fluorhidroxilapatit, clorhidroxilapatit, manganhidroxilapatit, carbonathidroxilapatit (collofan).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau având nuanțe ușoare ale culorii manifestată macroscopic. Indicii de refracție variază cu compoziția:

Clorapatit (art.)	$\omega$	$\epsilon$
Clorapatit (F)	1,6684	1,6675
Hidroxilapatit	1,658	1,653
Hidroxilapatit (F)	1,651	1,644
Hidroxilapatit (Mn)	1,6452 ( $\lambda_{Na}$ )	1,6413
Fluorapatit (art.)	1,661 ( $\lambda_{Na}$ )	1,657
Fluorapatit	1,6325 ( $\lambda_{Na}$ )	1,630
Fluorapatit (Mn)	1,6357 ( $\lambda_{Na}$ )	1,6328
Fluorapatit CO <sub>3</sub>	1,6459 ( $\lambda_{Na}$ )	1,6411
Carbonatapatit	1,627-1,630	1,61-1,617
Carbonatapatit	1,628 ( $\lambda_{Na}$ ) ± 1,603	1,619 ± 1,598

Indicii de refracție au valorile cele mai ridicate la clorapatit și descreșc concomitent cu substituția Cl cu F sau OH, precum și a P cu C. Valoarea lor crește prin substituția Ca cu Mn.

Cristalele colorate sunt puternic dicroice cu absorbția  $\epsilon > \omega$  și cu următoarele variații:

Culoarea naturală				
Indicii	Violet	Verde deschis	Galben	Albastru
$\omega$	Violet	Galben deschis	Brun-gălbui	Albastru deschis
$\epsilon$	Violet roșcat	Verde albastrui deschis	Verde închis	Albastru verzui

Uniax negativ. Unii membri se comportă anormal biax cu  $2V > 20^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): Apatit: 825 - 875  $\gamma$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Fluorapatit : 325 fp; 438 fs; 478 fs; 565 i; (580 p,a + 605 p,a)d; 965 m; 1025 i; 1050 fp,1; 1080 - 1100 p.

Clorapatit: 960 i; 1050 fp; 1085 i.

Hidroxilapatit : 385 p; 425 s; 475 s; 570 fp; 580 i; 600 i; 608 fp; 745 i; 945 - 970 i; 1045 fp,1; 1095 - 1110 p; ~2100 s,1; 3500 s.

Fluorapatit: 335 p; 430 i; 479 s,a; 555 i; (573 p,1 + 608 p,1)d; 966 m; (1025 fp + 1052 fp)d; 1082- 1102 i; (1432 m + 1460 m)d; 1640 fs.

**Difractometria de raze X:**

Fluorapatit: 8,21/16/(100); 4,09/10/(200); 3,90/8/(111); 3,52/4/(201); 3,15/4/(002); 3,09/18/(210); 2,816/100/(211); 2,787/30/(112); 2,722/100/(300); 2,634/10/(202); 2,533/4/(301); 2,300/2/(122); 2,264/35/(310); 2,160/10/(311); 1,943/10/(222); 1,850/8/(312); 1,840/(213); 1,805/12/(321); 1,779/25/(410); 1,754/8/(402); 1,721/4/(004); 1,643/4/(322);

Clorapatit: 8,32/10/(100); 4,87/4/(110); 3,55/6/(201); 3,39/14/(002); 3,15/10/(210); 2,861/60/(211); 2,779/100/(112); 2,779/100/(112),(300); 2,630/6/(202); 2,190/4/(311); 2,145/4/(302); 2,044/4/(113); 1,963/18/(222); 1,909/10/(312); 1,836/20/(213); 1,774/4/(402); 1,692/8/(004); 1,663/4/(322); 1,616/4/(313).

Hidroxilapatit (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,17/11/(100); 5,26/5/(101); 4,72/3/(110); 4,07/9/(200); 3,88/9/(111); 3,51/1/(201); 3,44/40/(002); 3,17/11/(102); 3,08/17/(210); 2,814/100/(211); 2,778/60/(112); 2,720/60/(300); 2,631/25/(202); 2,528/5/(301); 2,296/7/(212); 2,262/20/(310); 2,228/1/(221); 2,148/9/(311); 2,134/3/(302); 2,065/7/(113); 2,040/1/(400); 2,000/5/(203); 1,943/30/(222); 1,890/15/(312); 1,871/5/(320); 1,841/40/(213); 1,806/20/(321); 1,780/11/(410); 1,754/15/(402),(303); 1,722/20/(004),(411); 1,684/3/(104); 1,644/9/(322),(223); 1,611/7/(313); 1,587/3/(501),(204); 1,542/5/(420); 1,530/5/(331); 1,503/9/(214),(421); 1,474/11/(502); 1,465/3/(510).

Carbonatapatit (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,092/10/(200); 3,897/20/(111); 3,446/30/(002); 2,096/30/(120); 2,811/100/(121),(112); 2,730/80/(300); 2,627/20/(202); 2,811/100/(121), (112); 2,730/80/(300); 2,627/20/(202); 2,533/10/(301); 2,270/30/(130); 2,056/10/(113); 1,947/30/(222); 1,893/10/(132); 1,878/10/(230); 1,808/10/(231); 1,785/10/(140); 1,757/10/(402),(203); 1,723/10/(004).

PIROMORFIT :  $\text{Pb}_5(\text{PO}_4, \text{AsO}_4)_3\text{Cl}$

MIMETIT :  $\text{Pb}_5(\text{As}_4, \text{PO}_4)_3\text{Cl}$

*Serie izomorfă completă dezvoltată prin substituția P și As*

*Varietăți: polisferit - conține Ca în substituție pentru Pb; collicit - varietate botrioidală; campylit - varietate distorsională*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m.

**Grupa spațială:**  $C 6_3/m$ .

**Z = 2.**

### Dimensiunea celulei elementare și Relația spațială:

	$a_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : c_0$
Piromorfit	9,95	7,31	1 : 0,735
Mimetit	10,24	7,43	1 : 0,725

**Celula conține:**  $Pb_{10}(PO_4)_6(AsO_4)_6Cl_2$ .

**Habitus:** cristale prismatice [0001] cu fețele  $(10\bar{1}0)$  și  $(0001)$  sau  $(10\bar{1}1)$  mai larg dezvoltate; cristale izometrice, rareori tabulare  $(0001)$  sau piramidale. Descori cristalele prismatice formează grupări cu dispunerea paralelă a indivizilor. Mimetitul poate avea și forme aciculare.

Ambele specii apar globular, reniform, botrioidal, uneori având o structură subconcoidală. Se întâlnesc și mase granulare.

**Culoarea:** piromorfitul este verde, galben, galben-oranj, roșu oranj, brun roșcat, cenușiu; rareori este incolor și transparent. Mimetitul este gălbui, brun-gălbui, galben-oranj, alb sau incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** rășinos sau subadamantin. De obicei este subtransparent sau translucid. Cristalele arată o zonalitate concentrică, zonele de culoare diferite având raportul  $P : As$  variat.

**Forme principale:** Piromorfit:  $c(001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $y(20\bar{2}1)$ ,  $\pi(40\bar{4}1)$ ,  $S(11\bar{2}1)$ .

Mimetit:  $c(0001)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $d(11\bar{2}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $s(11\bar{2}1)$ ,  $u(21\bar{3}1)$ .

**Macle:**  $(11\bar{2}2)$ , rare.

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  întrerupt.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 7,04 \pm 0,04$  pentru piromorfitul pur și 7,24 pentru mimetitul pur. Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**

	Piromorfit	Mimetit
PbO	52,64-81,33%	66,77-75,07
CaO	0,00-12,30%	0,00-8,31
$P_2O_5$	7,61-19,80%	0,14-5,36
$As_2O_5$	0,01-11,51	12,06-25,99
Cl	1,72-2,85	2,30-2,57

Numele de piromorfit se aplică termenilor care au  $P > As$ , iar cel de mimetit termenilor cu  $P < As$ . Între termenii puri există toți intermediarii posibili; seria fiind completă. Pb este frecvent substituit de Ca, fără a se depăși limita maximă decelată  $Ca : Pb = 1 : 2,1$ . La raportul  $Ca : Pb = 1 : 1$  mimetitul trece la hedyfan. Cl poate fi substituit de mici cantități de F și (OH). (As, P) pot fi substituiți de V. Au fost depistate și mici cantități de  $Fe^{2+}$ , Cr, pământuri rare, Sr, Ba și Mn. Poate să mai apară și  $CO_2$  (urme).

Varietăți:

- polisferit - conține Ca în substituție pentru Pb; brun, cenușiu gălbui sau aproape alb; G și indicii de refracție au valori mai mici.

- campylit (pseudocampylit) - mimetit distorsionat.

- collicit - piromorfit dezvoltat botrioidal;  $G = 6,9 - 7,0$  negru; conține  $V_2O_5 = 4,1\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab nuanțat conform culorii macroscopice; în ultimul caz este dicroic cu absorbția  $\epsilon > \omega$ .

Indicii de refracție variază mult cu  $\lambda$  radiației:

$\lambda$	Piromorfit pur		Mimetit pur	
	$\omega$	$\epsilon$	$\omega$	$\epsilon$
404,66	2,144	2,131	2,263	2,239
589,3	2,058	2,048	2,147	2,128
690,75	2,041	2,030	2,124	1,106

Indicii de refracție scad la substituția Pb cu Ca. Membrii seriei, mai ales cei bogați în As se manifestă ca minerale biaxe negative cu  $2V = 42^\circ$  și dispersia:  $r < v$ . Valoarea  $2V$  descrește cu creșterea conținutului în P.

### **Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Piromorfit: 148 p,1; 171 p,1; 245 p; 436 fs; 543 p; 575 p; 927 i; 969 fp; 999 i; 1030 p; 1110 i; 1320 fs?; 1440 fs?; 1630 fs.

Mimetit: 134p,1; 217 s,1; 319 m,1; 385 fp; 418 fp; 555 fs; (786 fp + 812 fp)d; 868 i; 916 fs; 956 s; 980 s; 1005 fs; 1630 fs,1.

### **Difractometria de raze X:**

Piromorfit (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 4,31/60/(200); 4,09/90/(111); 3,63/60/(102); 3,34/60/(210); 2,95/100/(211),(112); 2,86/60/(300); 2,25/5/(302),(311); 2,18/20/(113); 2,14/10/(400); 2,05/80/(222); 1,991/40/(312); 1,941/70/(213); 1,899/50/(321); 1,868/40/(411); 1,847/70/(303), (402); 1,816/10/(501),(004); 1,669/10; 1,616/10; 1,587/40; 1,535/40; 1,506/40; 1,389/5; 1,353/5; 1,329/30; 1,305/30; 1,286/30; 1,240/20.

Mimetit (radiație FeK): 3,67/20/(002); 3,39/40/(102); 3,30/60/(210); 3,05/100/(211); 2,99/100/(112); 2,94/60/(300); 2,32/40/(302); 2,22/20/(400),(113); 2,10/80/(222); 2,04/40/(313); 1,99/80/(213); 1,96/80/(321); 1,93/80/(410); 1,90/80/(303); 1,86/40/(004); 1,71/40; 1,67/40; 1,63/40; 1,60/50; 1,57/80; 1,55/70; 1,41/20; 1,39/40; 1,37/60; 1,36/60; 1,34/80; 1,33/70; 1,26/50; 1,25/50; 1,23/50; 1,21/70; 1,20/80.

## VANADINIT $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

*Varietate: endlichit - conține As ca substituent al V  
Izostructural cu piromorfitul și mimetit*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m.

**Grupa spațială:**  $C 6_3/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,31 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,43 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,712$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_{10}(\text{VO}_4)_6\text{Cl}_2$ .

**Habitus:** cristale prismatice [0001], de obicei cu fețe netede și muchii ascuțite; uneori aciculare, asemănătoare firelor de păr. Cristalele prismatice pot fi scobite sau cavernoase; unele sunt rotunjite. Formează grupări paralele, agregate scheletice, globule. Cristalele arată zone concentrice de compoziție diferită.

**Culoarea:** roșu-oranj, roșu rubiniu, roșu brun; brun roșcat, brun, galben-brun, galben.

**Urma:** albă sau gălbuie.

**Luciu:** subrașinos sau subadamantin. Semitransparent până la opac.

**Forme principale:**  $\{0001\}$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $y(2021)$ ,  $s(1121)$ ,  $u(2131)$ .

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 2\frac{3}{4} - 3$ ;  $G = 6,92$  pentru mineralul pur, descrește cu substituția Pb prin Ca.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 0,00 - 3,25$ ;  $\text{PbO} = 73,48 - 78,80\%$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5 = 10,98 - 19,49\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 0,00 - 13,52\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 2,93\%$ ;  $\text{Cl} = 2,44 - 2,66\%$ . V poate fi substituit de P și As până la limitele  $\text{P} : \text{V} = 1 : 4,7$  și  $\text{As} : \text{V} = 1 : 1$ . În ultimul caz se definește varietatea denumită endlichit, de culoare galben și cu indici de refracție mai mici. Pb poate fi substituit de Ca, Zn și Cu, prezenți în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă,** incolor sau având nuanțe slabe ale culorii macroscopice. Varietățile colorate sunt pleocroice având absorbția  $\epsilon < \omega$ .

Uniax negativ.

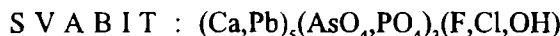
Indicii de refracție variază cu  $\lambda$  radiației:

$\lambda$	$\omega$	$\epsilon$
435,83	2,628	2,505
589,3	2,416	2,350
690,75	2,370	2,313

Valoarea indicilor de refracție scade pe măsura creșterii substituțiilor P cu As sau V și Pb cu Ca.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 132 p,1; 150 p,1; 222 m; 319 m; 374 m; 383 m; 419 m; 536 fs; 559 s; 650 i; (749 fp + 805 fp)d; 870 fs; 956 s.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,384/60; 3,068/85; 2,988/100.



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m.

**Grupa spațială:** P 6<sub>3</sub> /m.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,95 \text{ \AA}$ .  $c_0 = 6,75 \text{ \AA}$ .

**Relația axială :**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6784$ .

**Habitus:** scurt prismatic [0001]. Apare deasemenea masiv,

**Culoarea:** incolor și transparent; poate fi alb-gălbui; cenușiu, verde cenușiu; varietățile colorate sunt translucide.

**Luciu:** sticlos spre subrășinos.

**Forme principale:**  $\{0001\}$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $h(21\bar{3}0)$ ,  $x(10\bar{1}1)$ ,  $v(11\bar{2}2)$ ,  $s(11\bar{2}1)$ ,  $e(21\bar{3}2)$ .

**Clivaj:** (1010) slab. Casant.

**H** = 4 - 5 ; **G** = 3,5 - 3,8, scade la materialele sărace în Pb și bogate în P.

**Compoziția chimică:** CaO = 37,22 - 45,89%, MgO = 0,00 - 3,90, MnO = 0,00 - 1,23%, FeO = 0,00 - 0,14%, PbO = 0,00 - 4,52%, Pb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00 - 12,54%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 35,24 - 54,19%, Cl = 0,00 - 0,54%, F = 1,41 - 2,99%, H<sub>2</sub>O = 0,00 - 2,28%.

As este substituit de P, fără să depășească limita P : As = 1:2. Ca este substituit de Pb și mai rar de Mg și Mn<sup>2+</sup>, limita maximă fiind Pb : Ca = 1 : 38. Mici cantități de Cl și (OH) substituie F. La creșterea cantității de P svabitul formează o serie cu fluorapatitul, iar la creșterea cantității de Pb și Cl se dezvoltă o serie cu hedyfanul și mimetitul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

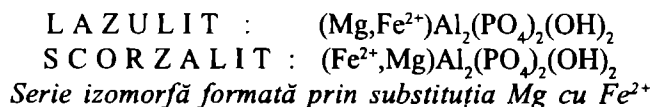
Indicii de refracție variază cu chimismul: la termenul pur arsenifer  $\omega \approx 1,707$ , iar la raportul As : P = 1 : 1  $\omega \approx 1,672$ .

Pentru termenii de compoziție intermediară:  $\omega = 1,706 \pm 0,003$ ;  $\epsilon = 1,698 \pm 0,003$ .

Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i,1; 455 p,1; (725); 840 p; 858.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 2,91/100; 2,48/90; 2,82/90.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> /m.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	$a_0$ (Å)	$b_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : b_0 : c_0$	$\beta$
Lazulit	7,16	7,25	7,14	0,9876 : 1 : 0,9848	118°47'
Scorzalit	7,15	7,32	7,14	0,9768 : 1 : 0,9754	119°00'

**Celula conține:**  $(Mg, Fe^{2+})_2Al_4(PO_4)_4(OH)_4$ .

**Habitus:** cristale bipiramidale, cu unghi la vârf ascuțit și având fețele (111) și  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$  largi, iar (101) puțin dezvoltate; tabular pe  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$  sau (101). Apare masiv, compact până la granular.

**Culoarea:** albastru azuriu, albastru, alb-albăstrui, albastru închis sau verde albăstrui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios. Subtranslucid până la opac; uneori este transparent.

**Forme principale:** c(001), b(010), a(100), m(110), d(011), y(103), t(101), s( $\bar{1}\bar{0}\bar{1}$ ), z(112), p(111), e( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ).

**Macle:** 1. (100), comune, lamelare sau polisintetice cu suprafața (001) sau (100); frecvent are un unghi intrând.  
2. Planul de maclă (223), rare.  
3. Macle cu plane (210),(021) sau altele: foarte rare.

**Clivaj:**(110) slab sau bun, (101) slab.

**Spărtura:** neregulată sau așchioasă. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6$ ;  $G = 3,08$  pentru termenul exclusiv magnezian și 3,39 pentru termenul exclusiv ferifer.

**Compoziția chimică:**

	Lazulit	Scorzalit
Mg	7,98-13,34	0,00-4,23
FeO	0,00-8,94	14,74-21,53
MnO	0,00-0,14	0,00-0,11
CaO	0,00-0,13	0,00-0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,53-33,73	30,54-30,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00-0,089	0,00-0,54
TiO <sub>2</sub>	0,00-0,23	0,00-0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44,31-46,97	42,53-42,90
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	5,83-6,48	5,40-5,86

Prin substituția Fe<sup>2+</sup> cu Mg se dezvoltă probabil o serie continuă între cele două minerale. Numele de lazulit și scorzalit se aplică după cum Mg > Fe și respectiv Fe > Mg cu adnotarea că mineralele bogate în Fe<sup>2+</sup> sunt rare. Al poate fi substituit de Fe<sup>3+</sup> dar în cantități foarte mici. Prezența unor cantități mici de CaO și SiO<sub>2</sub> se datorează impurificării cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** diferite nuanțe de albastru. Puternic pleocroic cu absorbția  $\gamma > \beta > \alpha$ . Orientarea:  $\alpha \wedge c = 9 \frac{1}{2}^\circ$ ,  $\beta = b$ . Pleocroismul:  $\alpha$  - incolor,  $\beta$  - albastru,  $\gamma$  - albastru închis. Indicii de refracție și 2 V depind de compoziția chimică:

	Termen exclusiv		
	magnezian	Fe : Mg = 1 : 1	Fe : Mg = 4 : 1
$\alpha$	1,604	1,626	1,639
$\beta$	1,626	1,654	1,670
$\gamma$	1,637	1,663	1,680
2 V	68°42' (calc)		58°17' (calc.)

La creșterea conținutului în Fe<sup>2+</sup> indicii de refracție și birefringența cresc liniar, iar 2 V descrește ușor. Biax negativ. Dispersia: r < v, slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Lazulit: 430 m; 470 p,1; 512 p,1; 555 p,1; 590 i; 652 p; (773 m + 816 m)d; 930 s; 1005 m,1; 1035 m; 1082 fp; 1115 i; 1195 m; 1630 fs; 3400; 3460; 3550.

**Difractometria de raze X :**

Lazulit (radiație CuK <sub>$\alpha$</sub> , filtru Ni): 6,16/50; 4,72/70; 3,60/20; 3,23/100; 3,14/70; 3,07/70; 2,55/70; 2,34/30; 2,26/50; 2,22/50; 2,05/30; 2,01/50; 1,977/60; 1,807/50; 1,787/30; 1,684/30; 1,618/50; 1,600/50; 1,538/50;

1,407/50; 1,389/20; 1,274/70; 1,185/20; 1,113/20; 0,831/20; 0,827/20; 0,784/20; 0,774/30.  
Scorzalit (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,17/60; 4,72/60; 3,60/40; 3,24/100; 3,20/100; 3,14/80; 3,08/60; 2,55/  
60; 2,34/20; 2,26/60; 2,22/50; 2,05/20; 2,01/60; 1,989/50; 1,973/60; 1,828/20; 1,811/50; 1,787/  
40; 1,682/20; 1,622/50; 1,601/40; 1,574/60; 1,541/50; 1,412/40; 1,390/20; 1,277/60; 1,186/20;  
1,115/20; 0,832/20; 0,829/20; 0,785/20; 0,775/20.

## 6. FOSFAȚI, ARSENIATI ȘI VANADAȚI HIDRATAȚI CONTINÂND HIDROXIL SAU HALOGENI

V E S Z E L Y I T :  $(\text{Cu, Zn})_3\text{PO}_4(\text{OH})_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,84 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,17 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9675 : 1 : 0,7355$ ;  $\beta = 103^\circ 25'$ .

**Celula conține:**  $(\text{Cu, Zn})_{12}(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_{12} \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** scurt prismatic [001] și tabular subțire (100); de asemenea izometric sau pseudo-octaedric cu fețele (100) și (011) larg dezvoltate. Formează agregate granulare cu cristale indistincte.

**Culoarea:** albastru verzui, albastru închis.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:** c(001), m(110), e(011), i(111),  $\delta$ (121).

**Clivaj:** (001) și (110).

**H** = 3 1/2 - 4 ; **G** = 3,4.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 35,99 - 40,44\%$ ,  $\text{ZnO} = 23,64 - 28,94\%$ ,  $\text{Pb}_2\text{O}_5 = 9,01 - 19,90\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 14,31 - 17,05\%$ . Zn și Cu se substituie reciproc, cu raportul maxim  $\text{Cu} : \text{Zn} \approx 3 : 2$  ( $\text{PO}_4$ ) poate fi  
substituit de ( $\text{AsO}_4$ ) până la limita  $\text{As} : \text{P} = 1 : 1,03$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru-verzui.

Pleocroic cu  $\gamma$  - albastru și  $\alpha$  - albastru verzui. Orientarea:  $\beta = b$ ;  $\gamma \wedge c = -35^\circ$  la  $-43^\circ$ .

Indicii de refracție și 2 V variază cu compoziția chimică:  $\alpha = 1,618 - 1,640$ ,  $\beta = 1,622 - 1,658$ ,  
 $\gamma = 1,658 - 1,695$ .  $2 V = 38 1/2^\circ - 71^\circ$ .

Biax pozitiv.

Dispersia:  $r > v$ , mică până la puternică.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,29/20/(001); 6,96/40/(110); 5,29/20/(011); 5,10/6/(020);  
4,761/10/(200); 4,652/14/(111); 4,489/30/(120),(201); 4,320/14/(210); 3,642/100/(121),(201); 3,482/30/  
(220); 3,035/8/(310), (131); 2,956/25/(221); 2,850/6/(131); 2,771/30/(230),(222); 2,694/12/(122),(320);  
2,640/10/(202); 2,539/8/(040); 2,483/25/(231),(032); 2,411/8/(041),(203); 2,365/12/(141),(232);  
2,342/4/(222); 2,335/4/(331); 2,256/6/(123),(402); 2,251/6/(240); 2,185/12/(223); 2,129/8/(401);  
2,076/8/(241),(232); 2,008/2/(203); 1,988/6/(150),(142); 1,945/4/(151); 1,928/2; 1,879/2; 1,872/  
2; 1,855/8; 1,826/6; 1,789/2; 1,763/6; 1,744/4; 1,906/2.

T S U M E B I T :  $\text{Pb}_2\text{Cu}(\text{PO}_4)(\text{OH})_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,85 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,500 : 1 : 1,353$ ;  $\beta = 111^\circ 30'$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri pe (101) sau (110). Fețele (011) și  $(\bar{1}04)$  au combinații variate, conducând la o alipire în zig-zag la cristalele maclate. Fața (100) este îngustă și lucioasă, iar (110) neregulată sau compusă. Formează cruste alcătuite din cristale simple sau, foarte des, maclate.

**Culoarea:** verde-smaragd.

**Luciu:** sticlos, strălucitor. Transparent.

**Forme principale:**  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $u(011)$ ,  $v(021)$ ,  $d(101)$ ,  $f(\bar{1}04)$ ,  $r(241)$ .

**Macle:**  $(\bar{1}22)$  plan de maclă; complexe, foarte frecvente.

**Spărtura:** neregulată, casant.

**H** =  $3 \frac{1}{2}$  ; **G** = 6,13.

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 63,77 - 65,84\%$ ,  $\text{CuO} = 11,73 - 12,13\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 10,26 - 12,01\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11,96 - 12,68\%$ .

Correspunde formulei  $\text{Pb}_2\text{Cu}(\text{PO}_4)(\text{OH})_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Pleocroic în nuanțe de verde, cu absorbția  $\gamma > \alpha$ .

Indicii de refracție:  $(\pm 0,005) : \alpha = 1,885$ ,  $\beta = 1,920$ ,  $\gamma = 1,956$ .

Biax pozitiv:  $2V \approx 90^\circ$ . Dispersia  $r < v$  puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 fs; 425 fs; 475 fs; 515 i; 575 m; 596 i; 615 m; 630 i; 800 i; 932 i; 970 p; 1015 i; 1048 i; 1090 fp; 1635 s; 3440.

L I R O C O N I T :  $\text{Cu}_2\text{Al}(\text{AsO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $I 2/m$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,67 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,55 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,86 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,679 : 1 : 1,306$ ,  $\beta = 91^\circ 23'$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_8\text{Al}_4(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})_{16} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale subțiri sau lenticulare [001], cu aspect pseudo-octaedric și cu fețele (110) și (011) striate paralel cu muchia lor de intersecție. Cristalele apar cu dispuneri individuale sau formând grupe cu dezvoltarea subparalelă a componentelor, apare și larg granular.

**Culoarea:** albastru, verde-albăstrui.

**Urma:** albastră, verde-albăstrui.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre rășinos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:**  $c(001)$ ,  $b(010)$ ,  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $e(011)$ .

**Clivaj:** (110) și (011) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală.

**H** = 2 -  $2 \frac{1}{2}$  ; **G** = 2,9 - 3,0, variază cu raportul P : As. Astfel, la P : As = 1 : 4 **G** = 2,97.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 36,38 - 37,18\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,68 - 11,77\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,98\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 22,22 - 26,53\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 3,73\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 24,96 - 25,49\%$ ,  $(\text{AsO}_4)^{3-}$  este substituit de  $(\text{PO}_4)^{3-}$  până la limita raportului P : As = 1 : 3,8.



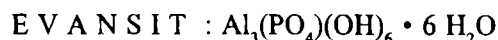
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru deschis, verde-albăstrui. Fără pleocroism.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge a = +25^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,612$ ,  $\beta = 1,652$ ,  $\gamma = 1,675$ .

Biax negativ.  $2V = 72^\circ \pm 5^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 m; 530 p,l; 580 m; 635 i; 801 fp; 828 i; 876 i; 890 i; 1026 p; 1182 s; 1640 s; 3330; 3515

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,52/80/(011); 4,333/8/(211); 3,981/10/(\bar{1}12); 3,914/20/(112); 3,693/6/(310); 3,401/14/(121); 3,005/50/(013), (022); 2,928/10/(312); 2,815/8/(\bar{4}11); 2,786/16/(411); 2,751/12/(\bar{2}13); 2,699/30/(321), (222); 2,640/6/(402); 2,475/14/(130), (004); 2,431/10/(\bar{1}23), (420); 2,320/4/(\bar{2}31), (204); 2,210/16/(\bar{1}32); 2,165/10/(330), (422); 2,142/10/(512); 2,067/6/(\bar{3}14), (521); 2,004/2/(033), (\bar{6}11); 1,915/6/(233), (015); 1,788/6/(530); 1,747/8; 1,719/6; 1,704/10.



**Sinonim:** *bernonit* (?)

**Sistemul de cristalizare:** necunoscut.

**Habitus:** cruste și pelicule; reniform și botrioidal cu structură concentrică sau coloformă; stalactic.

**Culoarea:** incolor, alb-lăptos sau cu nuanțe albăstrui, verzui sau galbene; varietățile care conțin mult  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sunt brune, brun-roșcate, roșii.

**Urma:** albă sau ușor nuanțată după culoare.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre rășinos. Transparent sau translucid.

**Spărtura:** concoidală. Foarte casant.

$H = 3 - 4$ ;  $G \approx 1,9$ ; variază mult între 1,8 - 2,2.

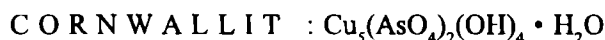
**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 0,00 - 4,32\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,75\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 5,49\%$ ,

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 34,48 - 40,19\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 18,02 - 21,70\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 36,96 - 42,00\%$ . Este posibil ca o parte din  $\text{Fe}^{3+}$  să substituie Al; în aceeași măsură poate proveni din amestecuri cu alte minerale. Jumătate din cantitatea de apă se pierde la  $110^\circ\text{C}$ , restul rămânând până la  $\approx 300^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau brun.

Indicii de refracție variază mult:  $n = 1,445 - 1,485$ . Izotrop; în parte birefringent.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 260 $\nabla$ ; 350 $\nabla$ ; 515 $\nabla$ ; 725 - 775 $\Delta$ .



**Sinonim:** *erinit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/a$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,61 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,81 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,60 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 3,031 : 1 : 0,792$ ,  $\beta = 92^\circ 15'$ .

**Habitus:** cruste botrioidale cu structură fibro-radiară.

**Culoarea:** verde deschis, verde închis, negru.

**Luciu:** mat, ușor rășinos. Subtranslucid.

**Spărtura:** concoidală.

$H = 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 4,166$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 59,31 - 59,95\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 29,98 - 30,47\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 2,65 - 2,71\%$ ,

$\text{H}_2\text{O} = 8,06 - 8,23\%$ . P substituie As până la limita  $\text{As} : \text{P} \approx 7 : 1$ . Este considerat a fi izostructural cu pseudo-malachitul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-smaragd.

Indicii de refracție:  $\alpha \approx 1,810$ ,  $\beta \approx 1,815$ ,  $\gamma \approx 1,850$ . Biax pozitiv.  $2V$  mic. Alungirea negativă

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtrată): 8,76/40/(200); 5,47/55/(110); 4,82/70/(210); 4,60/80/(001); 4,35/10/(400); 4,11/20/(201), (310); 3,91/10; 3,53/90/(111), (111); 3,36/20/(211); 3,22/100/(401); 3,10/90/(401), (311); 3,02/80/(311); 2,974/30/(310); 2,890/50/(600); 2,817/10/(144); 2,740/60/(220), (411); 2,570/40/(320), (510); 2,539/50/(511); 2,478/80/(601), (311); 2,414/90/(420), (601); 2,330/60/(221); 2,292/70/(002), (621); 2,223/50/(520), (610); 2,177/60/(600); 2,141/10; 2,112/40; 2,064/20; 2,001/10; 1,880/30; 1,811/50; 1,798/45; 1,772/60; 1,753/20; 1,729/50; 1,700/10; 1,635/40; 1,646/60; 1,612/40; 1,599/10; 1,580/30; 1,555/50; 1,523/50; 1,506/20; 1,490/20; 1,456/50; 1,437/40; 1,425/50; 1,407/40; 1,398/40; 1,380/40; 1,369/50; 1,346/60.

**T Y R O L I T** :  $\text{Cu}_5\text{Ca}(\text{AsO}_4)_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  (?)

**Sinonim:** *tricalcit*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P m m a.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,50 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 54,71 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,1919 : 1 : 0,1022$ .

Conținutul celulei este nesigur.

**Habitus:** cristale turtite pe (010) și alungite [100] sau [001]; apar rar. De obicei apare în agregate foioase; cruste și mase reniforme cu o structură foioasă radiară; fibre divergente.

**Culoarea:** verde de măr, verde, verde-albăstrui.

**Urma:** ușor mai deschisă decât culoarea.

**Luciu:** sticlos; perlat pe (001). Translucid.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamele subțiri sunt flexibile. Friabil.

**H** = 2 ; **G** = 3,00 - 3,20.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 6,43 - 9,10\%$ ,  $\text{CuO} = 42,60 - 46,24\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 26,36 - 28,52\%$ ,  $\text{SO}_3 = 0,00 - 2,45\%$ ,  $\text{CO}_2 = 0,00 - 5,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,68 - 17,21\%$ .

Variațiile în compoziția chimică pot conduce fie la formula  $\text{Cu}_5\text{Ca}(\text{AsO}_4)_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , fie la cea de forma:  $\text{Cu}_5\text{Ca}_2(\text{AsO}_4)_4(\text{OH})_{10} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ . Uneori  $\text{CO}_3$  este prezent în locul  $\text{SO}_4$ . Prin încălzire aproape jumătate din cantitatea de  $\text{H}_2\text{O}$  se pierde la  $100^\circ\text{C}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde deschis.

Pleocroic în nuanțe de verde. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,694$ , verde deschis;  $\beta = 1,726$ , verde-galben deschis;  $\gamma = 1,730$ , verde deschis.

Biax negativ.  $2V = 36^\circ \pm 3^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 s,l; 475 m,l; 550 i; 620 fs; 640 fs; 665 fs; 812 p; 857 m; 880 i; 950 s; 1035 i; 1100 s; 1126 i; 1138 i; 1200 s; 1400 fs; 1630 s,l; 3060 ?; 3380; 3490.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 28,0/100; 14,1/80; 2,98/80.

**B A Y L D O N I T** :  $(\text{Cu}, \text{Pb})_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$  (?)

**Sistemul de cristalizare:** probabil monoclinic.

**Habitus:** concrețiuni lamelare cu structură fibroasă; apare masiv, fin granular; formează cruste.

**Culoarea:** verde, verde de măr, verde-gălbui.

**Luciu:** puternic rășinos. Subtranslucid.

**H** = 4 1/2 ; **G** = 5,5.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,81%, FeO = 0,00 - 5,75%, CuO = 16,51 - 33,03%, PbO = 30,13 - 43,52%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 25,60 - 32,16%, H<sub>2</sub>O = 2,52 - 5,15%. Cu și Pb se substituie reciproc până la limita probabilă Pb: Cu = 1 : 1,08. Fe<sup>2+</sup> substituie ambii cationi, fără a depăși valoarea raportului Fe : (Cu,Pb) = 1 : 5,0. Formula (Cu,Pb)<sub>2</sub>(AsO<sub>4</sub>)(OH) este nesigură.

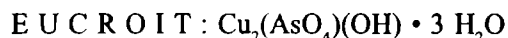
**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \wedge a$  la lung  $\approx 45^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,01$ ):  $\alpha = 1,95$ ,  $\beta = 1,97$ ,  $\gamma = 1,99$ .

Biax pozitiv. 2 V larg. Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 p,l; 684 s; 805 p; 890 m; 1052 m; 1090 s; 1180 fs; 1400 s,l.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK <sub>$\alpha$</sub> ): 4,92/50; 4,54/50; 3,36/10; 3,21/70; 3,14/100; 2,93/60; 2,71/60; 2,65/40; 2,54/50; 2,47/50; 2,44/5; 2,30/10; 2,26/50; 2,17/10; 2,12/5; 1,900/50; 1,872/30; 1,816/50; 1,760/50; 1,737/10; 1,716/10; 1,690/50; 1,652/10; 1,613/40; 1,576/60; 1,508/5; 1,467/60; 1,449/5; 1,402/5; 1,374/5; 1,342/30; 1,316/10; 1,272/10; 1,260/10; 1,249/10; 1,231/10; 1,221/30; 1,197/5; 1,178/5; 1,164/10.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> 2<sub>1</sub> 2<sub>1</sub>.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,05 Å, b<sub>0</sub> = 10,50 Å, c<sub>0</sub> = 6,11 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,957 : 1 : 0,582.

**Celula conține:** Cu<sub>8</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>4</sub> • 12 H<sub>2</sub>O.

**Habitus:** scurt prismatic [010] până la izometric; rareori tabular (100). Fețele (110), (302) și (201) sunt striate.

Aparent cristalele sunt holodrice.

**Culoarea:** verde-smarald strălucitor.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), e(011), d(021), M(101), s(302), l(201).

**Clivaj:** (101) și (110) întrerupt.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

H = 3 1/2 - 4 ; G = 3,44.

**Compoziția chimică:** CuO = 47,21 - 47,26%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30,90 - 34,09%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00 - 1,48%, H<sub>2</sub>O = 18,70 - 19,28%, (AsO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> este substituit în cantități mici de (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup>. Corespunde formulei: Cu<sub>2</sub>(AsO<sub>4</sub>)(OH) • 3 H<sub>2</sub>O.

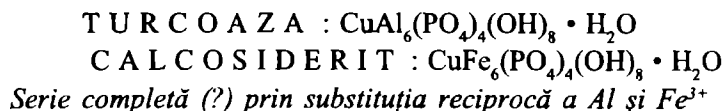
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-albăstrui strălucitor; slab pleocroic în aceste nuanțe.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ):  $\alpha = 1,695$ ,  $\beta = 1,698$ ,  $\gamma = 1,733$ .

Biax pozitiv. 2 V = 29° ± 1°. Dispersia:  $r > v$ , moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 m; 496 p,l; 534 m; 698 s,l; 770 fp; 830 p; 870 i; 990 m; 1035 m; 1610 i; 1650 s; (3460 m + 3535 m)d.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK, filtrată): 7,37/80/(110); 5,34/100/(011), (020), (101); 5,04/20/(200); 4,53/10/(210); 3,71/60/(121); 3,53/6/(211), (220); 3,33/5/(130); 3,23/5/(310); 3,06/10/(002), (031); 2,94/40/(301), (012), (102); 2,83/90/(311), (320), (112); 2,64/80/(022), (040); 2,55/70/(321), (122), (140), (212); 2,47/5/(410); 2,40/5/(041); 2,33/30/(240), (401); 2,26/20/(411), (420), (302), (331); 2,20/10/(312); 2,17/5/(241); 2,13/5/(421); 2,06/20/(340), (150); 2,01/5/(013), (103).



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

**Z = 1.**

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	$a_0(\text{Å})$	$b_0(\text{Å})$	$c_0(\text{Å})$	$a_0:b_0:c_0$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Turcoază	7,47	9,93	7,67	0,7523:10:0,7703	111°39'	115°23'	69°26'
Calcosiderit	7,66	10,18	7,88	0,7525:1:0,7741	112°29'	115°18'	69°00'

**Celula conține:**  $\text{Cu}(\text{Al}, \text{Fe})_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristalele de turcoază apar rar și sunt scurt prismatice [001] cu dezvoltarea largă a fețelor (001), (010) și (110). De obicei apare masiv, dens, de la criptocristalin până la fin granular; forme stalactitice, concreționare, vinișoare sau cruste. Calcosideritul formează cruste sau grupări de cristale distincte; acestea sunt scurt prismatice [001], cu fețele (001), (010), (110) și (111) mai larg dezvoltate.

**Culoarea:** turcoaza masivă este albastră, verde-albăstrui, verde de măr, cenușiu-verzuie și translucidă sau opacă; cristalele sunt albastru strălucitoare și transparente. Calcosideritul este verde închis și transparent.

**Urma:** albă, verzui, verde deschis.

**Luciu:** sticlos la cristale, mat la varietățile masive.

**Forme principale:** Turcoaza: c(001), b(010), a(100), m(110), M(110). Calcosideritul: c(001), b(010), a(100), m(110), M(110), d(230), (590), (370), g(130), u(111).

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun.

**Spărtura:** turcoazei masive este concoidală sau netedă.

**H = 5-6** pentru turcoază și 4 1/2 pentru calcosiderit ; **G = 2,6 - 2,8** pentru turcoaza masivă și 2,84 pentru cristale. Cristalele de calcosiderit au **G = 3,22**.

**Compoziția chimică:** Serie izomorfă dezvoltată prin substituția  $\text{Fe}^{3+}$  cu Al. Compoziția celor doi termeni este următoarea:

	Turcoază	Calcosiderit
CuO	7,40 - 9,78	6,82 - 8,15
FeO	0,00 - 5,32	-
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20,84 - 44,82	0,00 - 10,45
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,00 - 21,29	34,26 - 48,56
$\text{P}_2\text{O}_5$	30,38 - 34,90	28,77 - 33,82
$\text{H}_2\text{O}$	11,86 - 20,12	13,70 - 15,00

Numele de turcoază se aplică termenilor la care  $\text{Al} > \text{Fe}^{3+}$ , iar cel de calcosiderit, termenilor cu  $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}$ . În turcoază  $\text{Fe}^{2+}$  substituie Cu până la limita  $\text{Fe}^{2+} : \text{Cu} = 1 : 2,6$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verzui-albăstrui. Ușor pleocroic.

Indicii de refracție, 2 V și dispersia diferă la cei doi termeni astfel:

	Turcoază ( $\lambda_{\text{Na}}$ )	Calcosiderit ( $\lambda_{\text{Na}}$ )
$\alpha$	1,610 (incolor)	1,775
$\beta$	1,620	1,840
$\gamma$	1,650	1,844
Semn optic	(+)	(-)
2 V	$40^\circ \pm 2^\circ$	$22^\circ \pm 2^\circ$
Dispersia	$r < v$ , puternică	$r > v$ , foarte puternică

Pleocroismul:  $\alpha$  - incolor,  $\gamma$  - albastru deschis sau verzui deschis.

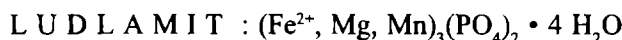
**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Turcoază: 415 fs,l; 435 fs,l; 460 m; 480 p; 555 p; (580 p + 595 p + 615 p)t; 655 p,l; 695 i; 790 m; 838 m; 905 fs; (1016 p + 1063 fp + 1115 fp + 1175 fp)c; 1195 i; 1645 m,l; 3090; 3297; 3446; 3461; 3508-3530.

**Difractometria de raze X:**

Turcoază (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 9,09/50/(010); 6,73/50/(001); 6,17/70/(\bar{0}11), (\bar{1}11); 6,00/40; 5,77/20; 4,80/60/(011), (\bar{1}11); 4,65/20; 4,49/10; 4,18/10; 4,06/10/(\bar{1}11), (101); 3,68/100/(\bar{2}11), (\bar{1}11), (111); 3,51/10; 3,44/70/(201), (221); 3,28/70/(210), (\bar{1}20), (021), (\bar{1}31); 3,10/40; 3,05/20; 3,00/20; 2,91/80; 2,89/10; 2,84/20; 2,74/20; 2,62/10; 2,58/10; 2,52/40; 2,47/20; 2,44/10; 2,40/20; 2,35/40; 2,32/40; 2,29/40; 2,23/40; 2,19/20; 2,12/40; 2,07/50; 2,02/60; 1,994/10; 1,966/10; 1,934/20; 1,903/40; 1,845/40; 1,824/40; 1,814/10; 1,784/20; 1,727/20; 1,670/20; 1,672/20; 1,639/40; 1,607/20; 1,582/20; 1,567/20; 1,548/20; 1,529/10; 1,511/20; 1,494/20; 1,471/10; 1,452/20; 1,438/20; 1,426/20; 1,395/10; 1,376/10; 1,349/20; 1,333/20; 1,320/10; 1,307/10; 1,284/10; 1,266/20; 1,258/20; 1,227/20; 1,220/20; 1,204/20; 1,193/10; 1,154/10; 1,153/20; 1,112/10; 1,093/10.

Calcosiderit (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru MnO): 6,40/30/(\bar{1}11), (011); 4,96/10/(\bar{1}10), (011); 4,18/10/(101), (\bar{1}11); 3,77/100/(\bar{1}11), (111); 3,56/40/(\bar{2}21), (\bar{2}01); 3,39/70/(210), (\bar{1}20), (\bar{1}31), (021); 3,02/60; 2,96/40; 2,86/10; 2,71/10; 2,59/5; 2,46/5; 2,39/30; 2,31/5; 2,14/40; 2,07/40; 2,00/10; 1,96/30; 1,87/20; 1,85/30; 1,54/40; 1,47/40.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub>/a.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:** ( $\pm 0,06 \text{ \AA}$ ) :  $a_0 = 10,48 \text{ \AA}$ ,  $b = 4,63 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,16 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,26 : 1 : 1,98$ ,  $\beta = 100^\circ 36'$ .

**Celula conține:**  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn})_6(\text{PO}_4)_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** tabular (001); uneori în agregate paralele. Apare și masiv, granular.

**Culoarea:** verde strălucitor, verde de măr.

**Urma:** alb-verzui deschis.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), m(110), l(011), t(201), d(\bar{1}01), k(\bar{2}01), r(112), p(111), q(\bar{1}11).

**Clivaj:** (001) perfect, (100) slab.

**H = 3 1/2 ; G = 3,12 - 3,19.**

**Compoziția chimică:** MgO = 0,00 - 2,21%, MnO = 0,00 - 3,10%, FeO = 45,91 - 52,76%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30,11 - 33,87%, H<sub>2</sub>O = 14,91 - 16,98

Fe<sup>2+</sup> este substituit în cantități mici de Mg și Mn, limita maximă depistată fiind Mn : Mg : Fe = 4 : 5 : 64.

Corespunde formulei  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Mn})_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** aproape incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = -67^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,650 - 1,653$ ,  $\beta = 1,667 - 1,675$ ,

$\gamma = 1,688 - 1,697$ . Biax pozitiv.  $2V = 82^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 fs; 492 s; 540 i; 560 i; 575 p; 600 m; 635 i; 662 fs; 705 fs,l; 760 fs; 800 fs; 920 i; 940 fp; (995 fp + 1030 fp)d; 1070 i; 1095 i; 1592 m; 3170.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,96/100; 2,765/100; 2,543/100.

## B E R A U N I T : $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (?)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,646 - 20,800 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,129 - 5,156 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,213 - 10,220 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 4,0253 : 1 : 1,0052$ ,  $\beta = 93^\circ 34'$ .

**Habitus:** tabular (100) și alungit [010]. Fața (100) este striată // [010]. Cristalele sunt rare și mici. De obicei apare globular, cu structură radiară sau cruste cu structură foliară; agregate fibro-radiare și concrețiuni discoidale cu o structură fibroasă.

**Culoarea:** brun-roșcat, brun închis, roșu închis; rareori brun-verzui închis sau verde mat.

**Urma:** galbenă, oliv.

**Luciu:** sticios; perlat pe suprafața de clivaj. Translucid.

**Forme principale:** c(001), a(100), f(111), p( $\bar{1}11$ ).

**Macle:** (100), de penetrație.

**Clivaj:** (100) bun.

**H** = 3 1/2 - 4 ; **G** = 2,80 - 2,99.

**Compoziția chimică:** FeO = 0,00 - 1,92%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 49,60 - 55,98\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,50\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 27,24 - 31,78\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,45 - 15,60\%$ .

Formula probabilă este  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , atunci când mineralul este proaspăt. Pentru materialele alterate, formula probabilă este:  $\text{Fe}^{3+}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_6 \cdot 2 - 3 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben, verzui, brun. Pleocroic. Orientarea:  $\beta \wedge c = 1 1/2^\circ - 5^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Biax. Indicii de refracție și pleocroismul pentru materialele brun-roșcate:  $\alpha = 1,775$ , galben sau carmin deschis;  $\beta = 1,786$ , gălbui sau carmin deschis,  $\gamma = 1,815 - 1,820$ , brun-roșcat, roșu-carmin. 2 V larg. Dispersia:  $r > v$ , puternică și semn optic (+).

Beraunitul de culoare verde are:  $\alpha = 1,707$ , verde-albăstrui,  $\beta = 1,735$ , verde-oliv deschis,  $\gamma = 1,738$ , verde-oliv. 2 V = 25°. Dispersia:  $r < v$ , puternică, semn optic (+).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 413 i; 448 i; 477 p,l; 510 i; 582 p,l; 679 m,l; 800 s,l; 890 i; 927 m; 960 m; 987 m; 1030 fp; 1068 i; 1105 i; 1140 - 1155 m; 1613 - 1635 s; 3250 ? 3380 ? 3470 - 3500 m,a; 3570 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 10,37/100; 4,825/60; 3,082/60.

## W A V E L L I T : $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c m n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,60 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,31 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,98 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,555 : 1 : 0,403$ .

**Celula conține:**  $\text{Al}_{12}(\text{OH})_{12}(\text{PO}_4)_8 \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** cristale prismatice, rare, alungite [001] cu striatii // [001] pe fața (110). De obicei formează agregate emisferice sau globulare cu structură fibro-radiară sau stelată. Formează cruste, stalactite.

Rareori apare în mase opalescente.

**Culoarea:** alb, alb-verzui, verde; verde-gălbui, galben; brun-gălbui, negru-brun. Rareori este albăstrui sau incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre perlat și rășinos.

**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) bun, (010) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

**Compoziția chimică:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,01 - 37,44\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 3,18\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 32,72 - 34,47\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 2,79\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 26,45 - 28,60\%$ , (OH) este substituit de F în cantități mici,  $\text{F} : \text{OH} = 1 : 20$ , iar Al de  $\text{Fe}^{3+}$  în raportul maxim  $\text{Fe} : \text{Al} = 1 : 15$ . Au fost depistate și cantități mici de  $\text{Fe}^{2+}$ , Ca, Mg și  $\text{Cr}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Uneori este slab pleocroic cu absorbția  $\alpha > \gamma$ ; după  $\alpha$  - verzui și după  $\gamma$  - gălbui. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,520 - 1,535$ ,  $\beta = 1,526 - 1,543$ ,  $\gamma = 1,545 - 1,561$ . Biax pozitiv.  $2V \approx 71^\circ$ . Dispersia:  $r > v$  slabă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 275 $\nabla$ ; 315 $\nabla$ ; 700 $\wedge$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 452 p; 500 p; 551 m,l; 586-602 m,l; 642-660 p,l; 846-863 s; 937 i; 1014-1040 i; 1044-1065 fp; ~ 1100 i; ~ 1160 i; 1607-1645 m,l; 1695 ? 3100-3185 s,l; 3240-3280; 3440; 3520- 3555 m,a.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 8,39/100/(110); 5,64/60/(111); 4,82/50/(121), (200); 4,30/20/(220), (400); 4,03/40/(131); 3,79/40/(211); 3,44/80/(141); 3,20/80/(240); 3,05/40/(122); 2,95/60/(151), (241); 2,78/60/(212); 2,56/80/(161); 2,37/40/(152), (242); 2,25/20/(113), (411); 2,19/20/(123), (332), (251); 2,09/60; 2,03/20; 1,95/60; 1,88/40; 1,82/40; 1,75/50; 1,70/40; 1,66/20; 1,60/50; 1,56/40; 1,52/40; 1,48/20; 1,45/50; 1,40/40; 1,37/20; 1,34/60; 1,30/40; 1,26/40; 1,24/40; 1,23/20; 1,20/20; 1,18/40; 1,16/40.

S T E R R E T T I T :  $\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Sinonim:** kolbeckit, eggonit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 222.

**Grupa spațială:**  $P. 2_1 2_1 2_1$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:** ( $\pm 0,02 \text{ \AA}$ ):  $a_0 = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,20 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,43 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,872 : 1 : 0,532$ .

**Celula conține:**  $\text{Al}_{12}(\text{PO}_4)_8(\text{OH})_{12} \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** prismatic [100]. Fața (100) poate fi striată, cu suturi diagonale sugestive pentru dezvoltarea maclelor.

**Culoarea:** incolor, uncori galben.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** b(010), a(100), m(110), w(011), d(101).

**Macle:** (001) plan de maclare principal și (031) plan secundar.

**Clivaj:** (110) bun; (100) și (001) slab.

$H = 5$ ;  $G = 2,44$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,07 - 41,67\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 38,69 - 40,10\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,64 - 20,36\%$ .

Corespunde formulei  $\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6$ .

**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.

$2V = 60^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , slabă.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu (?): 6,94/(110); 5,25/(020); 4,88/(011); 4,51/(200), (120); 3,79/(021); 2,90/(031); 2,76/(131); 2,66/(012); 2,44/(140), (231); 2,33/(321), (202); 2,24/(141), (330); 2,07/(132), (331); 1,87/(151), (322); 1,83/(142); 1,77/(103); 1,71; 1,61; 1,54; 1,49; 1,43.

TRÖGERIT :  $(\text{UO}_2)_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/n m m.

**Z** = 1.

**Habitus:** tabular subțire (001). Cristalele simulează simetria monoclinică, prin definirea feței (001), tetragonal, ca fiind (010), monoclinic. Fața (001) este adesea compusă și neregulată; alte fețe sunt mici și au striții orizontale. Formează agregate de cristale subparalele. Adesea prezintă concreșteri paralele cu cristalele de zeunerit.

**Culoarea:** galben de lămâie.

**Luciu:** perlat pe suprafața de clivaj.

**Forme principale:** c(001), a(010), l(120), e(012), d(011), i(021), p(111).

**Clivaj:** (001) perfect, de tip micaceu; (100) bun și (011) slab.

**H** = 2 - 3 : **G** = 3,55 (art.).

**Compoziția chimică:**  $\text{UO}_3 = 63,76 - 65,81\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_5 = 17,62 - 19,64\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,81 - 16,57\%$ . Această compoziție corespunde formulei  $(\text{UO}_2)_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ . Este posibil, însă, ca formula să corespundă hidrogen-autunitului artificial:  $\text{H}_2(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben de lămâie deschis. Fără pleocroism.

Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\gamma \wedge a = 12^\circ - 14^\circ$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,005$ ):  $\alpha = 1,585$ ,  $\beta = 1,630$ ,  $\gamma = 1,630$ .

Uniax sau biax negativ.  $2V = 0^\circ$  sau foarte mic.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 s; 550 s; 610 fs; 710 fs; 825 fp; 908 m; 1034 m; 1645 m; 3410.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,59/100/(001); 5,50/70/(101); 5,04/40/(110); 4,35/70/(002), (111); 3,79/90/(102); 3,56/60/(200); 3,30/80/(201), (112); 3,14/5; 2,99/50/(211); 2,76/20/(202); 2,70/70/(103); 2,59/30/(212); 2,53/60/(220); 2,43/50/(221); 2,30/20/(203); 2,26/30/(310); 2,19/70/(222), (004); 2,16/40/(213); 2,10/50/(302), (104); 2,01/70/(312), (114); 1,931/30; 1,873/20; 1,845/30; 1,807/40; 1,787/40; 1,752/40; 1,705/10; 1,685/5; 1,658/70; 1,643/20; 1,613/30; 1,598/30; 1,576/70; 1,541/5; 1,508/5; 1,492/10; 1,473/5; 1,462/10; 1,437/40.

MINYULIT :  $\text{KAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  (?)

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Grupa spațială:** P m m 2.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,35 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,74 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,52 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,96 : 1 : 0,5390$ .

**Habitus:** agregate radiare aciculare.

**Culoarea:** incolor sau alb.

**Luciu:** mătășos. Transparent.

**Clivaj:** (001) perfect. Casant.

**H** = 3 1/2 ; **G** = 2,45.

**Compoziția chimică:**  $\text{K}_2\text{O} = 12,30 - 12,97\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,45\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,08 - 29,98\%$ ,

$\text{P}_2\text{O}_5 = 35,58 - 39,10\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,85 - 20,63\%$ .

Corespunde formulei probabile  $\text{KAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha //$  cu direcția de alungire a cristalelor (001).



Indicii de refracție:  $\alpha = 1,531$ ,  $\beta = 1,534$ ,  $\gamma = 1,538$ . Biax pozitiv.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK, nefiltrată): 6,8/60/(110); 5,6/100/(001); 4,8/40/(101), (011); 4,20/40/(210); 3,73/60/(021); 3,38/100/(220), (211); 3,05/40/(130); 2,95/40/(310); 2,86/20/(221); 2,70/60/(131); 2,60/60/(311); 2,43/60; 2,25/60/(040), (231); 2,12/60/(330), (410); 2,01/40/(420); 1,91/40/(241); 1,81/40; 1,74/40; 1,69/60; 1,61/40; 1,39/20; 1,57/60; 1,50/20; 1,48/60; 1,43/60; 1,39/20; 1,33/60; 1,30/60; 1,28/20; 1,26/40; 1,24/40; 1,21/60; 1,19/60.

**TINTICIT** :  $\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare**: rombic (?).

**Habitus**: mase dense, pământoase sau porțelanoase alcătuite din cristale microscopice cu simetrie rombică (?).

**Culoarea**: alb-crem cu o tentă verde-gălbui.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G \approx 2,8$ .

**Compoziția chimică**:  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,45\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,32\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 0,36\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,24\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 48,84 - 49,28\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,18\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,04\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 0,19\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 28,40 - 30,21\%$ ,  $\text{SO}_3 = 0,71 - 1,07\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 17,21 - 18,42\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 1,32 - 1,72\%$ .

Corespunde, probabil, formulei:  $\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 3 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: indice de refracție mediu 1,745.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 552 p; 583 i; 628 p; 740 m; 873 m; 958 p; 1013 fp;  $\sim 1070$  i; 1127 fp; 1620 m,l; 3350 fp,l; 3820 m,s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 6,70/55; 6,07/60; 5,67/80; 4,56/60; 4,38/40; 3,91/100; 3,28/95; 3,16/30; 3,01/85; 2,96/50; 2,59/ < 30; 2,51/ < 30; 2,44/ < 30; 2,39/ < 30; 2,35/ < 30; 2,25/ < 30; 2,12/ < 30; 2,09/ < 30; 1,974/ < 30; 1,941/ < 30; 1,911/ < 30; 1,873/ < 30; 1,824/ < 30; 1,710/ < 30; 1,649/ < 30; 1,586/ < 30; 1,551/ < 30; 1,517/ < 30; 1,504/ < 30; 1,475/ < 30; 1,434/ < 30; 1,409/ < 30.

**META V A U X I T U L** :  $\text{FeAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare**: monoclinic.

**Clasa**: 2/m.

**Grupa spațială**:  $P 2_1/c$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare**:  $a_0 = 10,21 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,57 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,93 \text{ \AA}$ .

**Relația axială**:  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,067 : 1 : 0,724$ .

**Celula conține**:  $\text{Fe}_2\text{Al}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus**: prismatic până la acicular [001]; formează agregate radiare sau subparalele.

**Culoarea**: alb, verzui deschis.

**Luciu**: sticlos; agregatele fibroase au luciul mătășos. Transparent sau translucid.

**Forme principale**:  $a(100)$ ,  $m(110)$ ,  $n(210)$ ,  $j(\bar{1}01)$ ,  $r(111)$ ,  $v(\bar{1}\bar{1}1)$ ,  $p(211)$ . Casant.

$H = 3$  ;  $G = 2,345$ .

**Compoziția chimică**:  $\text{CaO} = 0,00 - 0,80\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,57\%$ ,  $\text{FeO} = 14,57 - 17,00\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,3\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,38 - 21,01\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 0,00 - 0,6\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 28,53 - 29,71\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 14,00 - 14$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 19,22 - 20,50\%$ . Corespunde formulei simplificate  $\text{FeAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ , deși Fe este substituit de mici cantități de Ca și Mg. Prezent în cantități reduse,  $\text{SiO}_2$  este datorat unor impurități ale probei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = -17^\circ$ .

Indicii de refracție ( $\pm 0,001$ ) în lumină de Na:  $\alpha = 1,550$ ,  $\beta = 1,561$ ,  $\gamma = 1,577$ . Biax pozitiv. 2 V mare.

**Difracțiometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru ZrO $_2$ ): 10,5/40/(100); 5,1/70/(200), ( $\bar{1}11$ ); 4,67/90/(111); 4,32/ 85/(120); 3,95/35/(\bar{2}11), (021); 3,53/30/(211); 2,03/50/(311), ( $\bar{2}02$ ); 2,75/100/(131), (311); 2,65/40/(\bar{3}21); 2,57/20/(212), ( $\bar{2}22$ ); 2,26/20; 2,06/20; 1,86/15; 1,73/10; 1,26/5.

**T O R B E R N I T**: Cu(UO $_2$ ) $_2$ (PO $_4$ ) $_2$  • 8 - 12 H $_2$ O

**Sistemul de cristalizare**: tetragonal.

**Clasa**: 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială**: I 4/m m m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare**: a $_0$  = 7,05 Å, c $_0$  = 20,5 Å.

**Relația axială**: a $_0$  : c $_0$  = 1 : 2,90.

**Celula conține**: Cu $_2$ (UO $_2$ ) $_4$ (PO $_4$ ) $_4$  • 16 - 24 H $_2$ O.

**Habitus**: tabular (001) cu simetrie pătratică, rareori piramidal. Frecvent formează concreșteri subparalele. Este întâlnit și în agregate foioase, micacee sau scalare. Formează concreșteri cu autunitul și mai rar cu uranospinitul, zeuneritul și bassetitul.

**Culoarea**: verde, verde-smarald, verde de măr.

**Urma**: verzui.

**Luciu**: stielos spre subadamantin; perlat pe suprafața de clivaj (001). Transparent sau translucid.

**Forme principale**: c(001), a(010), m(110), o(013), e(011), l(112), p(111).

**Macles**: (110) rare.

**Clivaj**: (001) perfect, de tip micaceu; (100) slab. Laminele sunt casante.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 3,22, variază cu conținutul de H $_2$ O.

**Compoziția chimică**: CuO = 7,15 - 8,58%, PbO = 0,00 - 2,95%, UO $_3$  = 57,03 - 61,00%, P $_2$ O $_5$  = 13,54 - 15,14%, As $_2$ O $_5$  = 0,00 - 3,24%, H $_2$ O = 14,31 - 21,41%. P este substituit de cantități reduse de As, limita superioară fiind As : P + 1 : 6,8. Cu este substituit de Pb, fără a depăși valoarea raportului Pb : Cu = 1 : 6,8. Analizele spectrale au indicat și mici cantități de V, Ba, Mn ș.a. Pierderea apei se realizează în trepte. La T  $\in$  (55,75) $^\circ$ C pierde 4 H $_2$ O trecând în metatorbernit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă**: verde-albăstrui. Dicroic. Indicii de refracție și dicroismul:

$\omega$  = 1,592, albăstrui;  $\epsilon$  = 1,582, verde. Uniax negativ. Indicii de refracție variază cu conținutul în H $_2$ O.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu**: 465 s; 550 m; 615 s,l; 695 s,l; 805 fs; 915 m; 1013 fp; 1115 i; 1410 i; 1635 s,l; 2940; 3430; 3570.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 10,3/100/(002); 6,61/40/(101); 5,18/30/(004); 4,94/90/(110), (103); 4,48/40/(112); 3,67/40; 3,58/90/(105), (114); 3,51/80/(200); 3,10/10/(211); 2,90/30; 2,85/20; 2,73/10; 2,67/10; 2,48/10; 2,41/20; 2,37/10; 2,32/10; 2,24/10; 2,21/30; 2,158/20; 2,040/30; 1,917/10; 1,873/10.

**A U T U N I T**: Ca(UO $_2$ ) $_2$ (PO $_4$ ) $_2$  • 10 - 12 H $_2$ O

**Sinonim**: calcouranit

**Sistemul de cristalizare**: tetragonal.

**Clasa**: 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială**: I 4/m m m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare**: a $_0$  = 6,989 Å, c $_0$  = 20,63 Å.

**Relația axială**: a $_0$  : c $_0$  = 1 : 2,952.

**Celula conține**: Ca $_2$ (UO $_2$ ) $_4$ (PO $_4$ ) $_4$  • 20 - 24 H $_2$ O.

**Habitus:** tabular subțire (001), cu forme apropiate de cele ale torbernitului. Totuși, cristalele au unghiuri ușor deformate de la simetria tetragonală. Formează agregate subparalele, foioase sau scalare; cruste subțiri. Concreșteri cu torbernitul.

**Culoarea:** galben de lămâie, galben de sulf, galben-verzui, verde deschis.

**Urma:** gălbuie.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj (001). Transparent sau translucid. Expus la radiații ultraviolete are o fluorescență puternică verde-gălbuie. Meta-autunitul I obținut prin deshidratare, este mai puțin fluorescent.

**Forme principale:** c(001), a(010), m(110), l(120), d(011), p(111), q(112).

**Macle:** (110) plan de maclă.

**Clivaj:** (001) perfect, (100) slab.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,1 - 3,2$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 5,31 - 6,69%,  $UO_3$  = 58,00 - 61,70%,  $P_2O_5$  = 13,40 - 15,21%,

$H_2O$  = 14,90 - 21,92%. Ca poate fi substituit de cantități mici de Ba și Mg. Analizele spectrale au depistat urme de V, Pb și alte elemente. Mineralul reține 10 - 12  $H_2O$ . Prin încălzire ușoară pierde o cantitate variabilă de apă trecând în meta-autunit I (sinonim meta-kalkuranit), care are  $6 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{2} H_2O$  și  $a_0 = 6,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,42 \text{ \AA}$ . La  $\approx 80^\circ C$  se formează meta-autunitul II care are 0 - 6  $H_2O$  și cristalizează în sistemul rombic având  $a_0 = 6,45 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 6,87 \text{ \AA}$  și  $c_0 = 8,65 \text{ \AA}$ .

În anumite condiții autunitul posedă capacitate de schimb cationic. Astfel, în contact cu soluții acide Ca poate fi substituit cu H, de asemenea Ca poate fi înlocuit cu Na, formându-se Na - autunitul, compus care, ca și H - autunitul, nu este izostructural cu autunitul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă,** incolor sau gălbui. Pleocroic. Orientarea:  $\alpha = c$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:

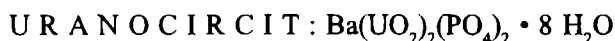
		Indici de refracție	Dicroismul
(e)	$\alpha$	1,553 - 1,555	incolor sau slab gălbui
	$\beta$	1,575 - 1,590	galben, galben închis
(o)	$\gamma$	1,577 - 1,560	galben, galben închis

Autunitul natural este uniax negativ, dar, de obicei, se comportă anomal, cu caracter biax negativ. Caracterul biax este dependent de cantitatea de apă. 2 V descrește la scăderea conținutului în apă. La comportarea biaxă  $2V = 10^\circ - 30^\circ$ , dispersia  $r > v$  și orientarea  $\gamma = c$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100 - 225  $\forall$ ; 275 - 325  $\wedge$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 p; 472 s; 545 p; 610 i; 650 i; 690 ; 920 p; 1023 fp; 1123 m,l; -1410 s,l; - 1645 m,l; 2935; 3435.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 10,33/100/(002); 8,97/10; 6,70/20/(101); 4,96/80/(110), (103); 4,48/60/(112); 3,59/70/(105), (114); 3,49/70/(200), (006); 3,33/70/(202); 3,12/10/(211); 2,88/50; 2,71/20; 2,49/20; 2,40/20; 2,21/30; 2,15/30; 2,03/20; 1,911/10; 1,871/10; 1,823/10; 1,750/20; 1,720/10; 1,644/10; 1,617/40; 1,566/20; 1,539/20; 1,506/20; 1,473/10; 1,412/10; 1,357/40; 1,323/20; 1,288/10; 1,261/20; 1,223/20; 1,191/30; 1,159/10; 1,133/10; 1,101/10; 1,072/20; 1,036/10.



**Varietăți:** uranocircit I:  $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ; uranocircit II:  $Ba(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10 H_2O$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal (?).

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/n n c(II).

$Z = 2$ . (II)

**Dimensiunea celulei elementare:** I =  $a_0 \approx 7,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 22,59 \text{ \AA}$ , II =  $a_0 = 7,01 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,46 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:** (II):  $a_0 : c_0 = 1 : 2,9187$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001), rectangulare. Formează agregate subparalele sau în evantai; concreșteri cu autunitul și torbernitul.

**Culoarea:** verde-gălbui.

**Luciu:** perlat pe suprafața de clivaj (001). Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (001) perfect; (100) și (010) bun.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,53$ .

**Compoziția chimică:** BaO = 14,57 - 15,16%, UO<sub>3</sub> = 56,56 - 56,86%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 14,04 - 15,06%,

H<sub>2</sub>O = 13,99 - 14,24%. Corespunde formulei Ba(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> • 8 H<sub>2</sub>O.

Prin încălzire, la 100°C pierde 6 H<sub>2</sub>O.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben. Ușor pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = c$ . Indicii de refracție ( $\pm 0,003$ ) și pleocroismul:  $\alpha = 1,610$ , aproape incolor;  $\beta = 1,623$ , galben deschis;  $\gamma = 1,623$ , galben deschis. Biax negativ.  $2V = 0^\circ$  sau mic. Microscopic arată macle lamelare // (100) și (010).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 i; 472 i; 545 p; 620 i; 675 i; 802 s; 913 p; 1023 fp; 1115 i; 1410 fs; 1630 m, l; 2935; 3430.

**Difractometria de raze X** (radiația CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 8,19/70/(002); 5,37/60/(012); 4,90/30/(110); 4,21/60/(004); 3,58/100/(014); 3,39/20/(021) 3,21/50/(022); 2,91/30/(122); 2,67/5/(024); 2,59/40/(016); 2,41/5/(025); 2,35/10/(222); 2,18/20/(130), (026); 2,12/10/(132), (224); 2,08/70/(126); 2,01/40/(018); 1,924/930; 1,883/5; 1,796/30; 1,741/30; 1,676/5; 1,589/50; 1,559/10; 1,518/50.



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/n n c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,18 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 21,06 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,9331$ .

**Habitus:** cristale tabulare pe (001) și asemănătoare celor de torbernit.

**Culoarea:** verde gălbui, verde, verde smaragd.

**Luciu:** sticios. Transparent când este complet hidratat. Nu este fluorescent.

**Clivaj:** (001) perfect, (100) bun. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,39$ .

**Compoziția chimică:** cantitatea de apă variază cu temperatura.

La 65° trece în meta-zeunerit, având 5-8 H<sub>2</sub>O.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** uniax negativ.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,610$ ,  $\epsilon = 1,582 - 1,583$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 s; 555 s; 690 s, ml; 815 fp; 885 m; 1005 i; 1028 p, l; 1640 s, l; 3320; 932 m.

**Difractometria de raze X** (radiația CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 10,1/100/(002); 6,7/30/(101); 5,08/60/(110), (103); 4,51/10/(112); 3,57/100/(200); 3,36/40/(202); 3,15/10/(211), 2,92/40/(213); 2,72/20/(107); 2,52/20/(220), (215); 2,47/20/(222); 2,28/10/(118); 2,25/10/(303); 2,19/40/(217); 2,07/50/(314), (305); 1,915/50; 1,800/10; 1,789/40.

META AUTUNIT :  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2-6 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m m m sau 422.

**Grupa spațială:** P 4/n m m sau P 4<sub>2</sub> 22.

**Z** = 1,16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,98 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,2063$ .

**Habitus:** pseudomorfoze după autunit; morfologia este dependentă de formele inițiale ale autunitului.

**Culoarea:** galben de lămâie, galben verzui, verde gălbui.

**Luciu:** perlat sau mat. Translucid până la opac. În lumină violetă prezintă o fluorescență verde gălbui deschis.

**Clivaj:** (001) perfect, (100) slab.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 3,45 - 3,55.

**Compoziția chimică:** identică cu cea a autunitului parental, dar cu o cantitate redusă de apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau gălbui, slab pleocroic.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,585 - 1,600$ ;  $\beta = 1,595 - 1,610$ ;  $\gamma = 1,595 - 1,613$ .

Biax negativ:  $2V =$  variabil; de obicei mic.

**Difracțiometria de raze X** (radiația  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,51/100/(001); 5,39/70/(101); 4,96/50/(110); 4,28/60/(002),(111); 3,63/80/(102); 3,50/90/(200); 3,24/80/(201),(112); 2,94/40/(211); 2,68/10/(202); 2,61/30/(103); 2,51/20/(212); 2,47/20/(220); 2,38/30; 2,25/20; 2,21/30; 2,14/30; {2,14/30} 2,10/30; 2,04/30; 1,941/20; 1,893/10; 1,802/20; 1,757/30; 1,711/20; 1,658/10; 1,599/40; 1,568/20; 1,529/30; 1,451/20; 1,379/10; 1,346/20; 1,328/20; 1,283/10; 1,254/10; 1,186/10; 1,166/10; 1,153/10; 1,126/10; 1,109/10; 1,096/10; 1,065/10.

META ZEUNERIT :  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/n m m.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,13 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,83 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,238$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ .

**Habitus:** tabular (001), asemănător torbernitului; piramide cu unghiul la vârf ascuțit. Exceptând forma c(001), toate celelalte, frecvent întâlnite, sunt rotunjite și striate orizontal. Formează concreșteri pe trögerit și pe uranospinit, având axele paralele.

**Culoarea:** verde de iarbă, verde - smaragd.

**Luciu:** sticios, perlat pe suprafața de clivaj (001). Radiațiile ultraviolete și ultrascurte îi conferă o fluorescență verde-gălbui.

**Forme principale:** c(001), a(100), n(013), f(043), P(021), i(041).

**Clivaj:** (001) perfect, (100) bun.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 2 - 2 1/2 ; **G** = 3,6.

**Compoziția chimică:** 7,49-7,76%;  $\text{UO}_3 = 55,78 - 55,86\%$ ;  $\text{As}_2\text{O}_5 = 20,94 - 22,41\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 14,05 - 15,68\%$ .

Este posibil ca  $(\text{AsO}_4)$  să fie substituit de  $(\text{PO}_4)$ . Apa, reținută asemănător mineralelor zeolitice, variază între 5  $\text{H}_2\text{O}$  - 8  $\text{H}_2\text{O}$ .

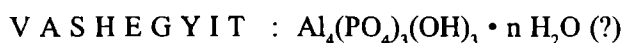
Prin încălzire la 110°C trece într-un hidrat cu 2 1/2  $\text{H}_2\text{O}$  (?) care este izostructural cu meta-autunitul II.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Dicroic.

Indicii de refracție și dicroismul:  $\omega = 1,643 - 1,65$ , verde de iarbă;  $\epsilon = 1,623 - 1,635$ , verde deschis. Uni-ax negativ. Indicii de refracție variază cu conținutul în apă. Astfel materialele artificiale cu  $H_2O$  au  $\omega = 1,643 - 1,648$ , în timp ce acelea cu 5  $H_2O$  au  $\omega = 1,654$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 470 m; 555 m; 690 m,1; 815 fp; 885 m; 932 m; 1005 i; 1028 fp; 1640 p; 3320 m.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 8,93/100/(001); 6,56/10; 5,95/10; 5,54/60/(101); 5,04/50/(110); 4,35/30/(002),(111); 4,15/10; 3,72/90/(102); 3,56/70/(200); 3,30/80/(112),(201); 3,12/10; 3,01/30/(211); 2,77/(20)(202); 2,71/20/(103); 2,59/30/(212); 2,52/40/(220); 2,42/30/(221); 2,30/10/(301); 2,26/20/(310),(203); 2,19/20/(222),(311); 2,15/20/(213); 2,09/40/(302); 2,01/40/(312); 1,94/10; 1,86/20; 1,80/30; 1,75/20; 1,70/20; 1,66/40; 1,61/30; 1,57/50; 1,43/20; 1,41/20; 1,38/30; 1,36/30; 1,33/20; 1,29/10; 1,27/10; 1,25/10; 1,23/10.



**Sistemul de cristalizare:** necunoscut.

**Habitus:** masiv, complet sau poros; microcristalin cu structură fibroasă.

**Culoarea:** alb, verde deschis, galben, brun.

**Luciu:** mat. Opac și translucid.

$H = 2 - 3$  ;  $G = 1,96$ .

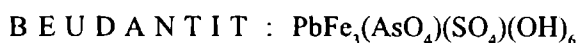
**Compoziția chimică:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26,48 - 30,07\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,28\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 26,55 - 31,40\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 38,53 - 44,68\%$ .

Formula probabilă este  $\text{Al}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ , cu  $n \approx 13$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** fibre cu alungire pozitivă. Indicele de refracție mediu:  $n_\beta = 1,48 \pm 0,001$  și  $\Delta = 0,02$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 10,5/100; 7,2/70; 6,2/40; 5,3/20; 4,91/20; 3,78/20; 3,47/40; 3,26/60; 3,03/60; 2,90/70; 2,73/20; 2,62/20; 2,43/20; 2,34/20; 2,15/60; 2,10/40; 2,01/40; 1,90/20; 1,81/20; 1,75/20; 1,67/40; 1,62/40; 1,53/20; 1,48/20; 1,37/20; 1,32/20; 1,27/20.

## 7. FOSFAȚI, ARSENIAȚI ȘI VANADAȚI COMPUȘI



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} 2/m$ .

$Z = 3$ .

**Habitus:** cristale romboedrice, uneori pseudo-cubice.

**Culoarea:** negru, verde închis, brun.

**Urma:** galben cenușiu, verzui.

**Luciu:** stielos spre rășinos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (0001) bun.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4 - 4,3$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 24,80-31,35\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 33,09-39,57\%$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3 = 10,34-16,14\%$ ,  $\text{SO}_3 = 11,24-14,82\%$ .  $\text{H}_2\text{O} = 7,59-7,95\%$ .  $\text{Fe}^{3+}$  poate fi substituit de mici cantități de Al. Întrucât As este substituit de P, în cantități de asemenea mici, între beudantit și corkit,  $\text{PbFe}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ , se dezvoltă o serie izomorfă parțială.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Uniax negativ.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,96$ ,  $\epsilon = ?$

Prezintă frecvent anomalii optice; trei sectoare biaxe dezvoltându-se în jurul unui centru uniax.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 i,l; 466 fp; 525 i; 600 p,l; 625 i; 670 i; 800 m; 900 m; 985 i; 1000 i,l; 1078 p; 1160 i; 1635 sw,l; 3420.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 5,99/80; 3,67/70; 3,08/100.



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare** ( $\pm 0,005 \text{ \AA}$ ) :  $a_0 = 6,99 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,75 \text{ \AA}$ .

**Relația axială** :  $a_0 : c_0 = 1 : 2,3963$ .

**Celula conține:**  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$  în unitatea romboidală.

**Habitus:** romboedric; uneori pseudocubic ( $10\bar{1}2$ ). Apare și granular.

**Culoarea:** incolor, galben, roz, brun roșcat.

**Luciu:** sticlos sau adamantin. Translucid.

**Forme principale:**  $\{001\}$ ,  $e(10\bar{1}1)$ ,  $s(01\bar{1}2)$ ,  $d(02\bar{2}1)$ .

**Clivaj:** (0001) bun.

$H = 5$  ;  $G = 3,22$ .

**Compoziția chimică:** SrO = 12,84 - 22,44%, CaO = 1,75 - 3,25%,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 32,68 - 36,91\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 15,38 - 21,17\%$ ,  $\text{SO}_3 = 11,53 - 17,34\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11,59 - 12,53\%$ .

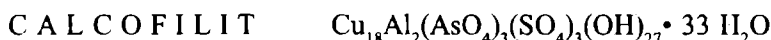
Sr poate fi substituit de Ca și uneori de Pb. Corespunde formulei  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Posedă toate anomaliiile optice care caracterizează grupa beudantitului.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,631 - 1,635$ ;  $\epsilon = 1,646 - 1,649$ . Uniax pozitiv.

**Difractometria de raze X** : 5,74/90/(101),(003); 4,97/15/(042); 3,52/90/(110),(104); 2,98/100/(021),(113); 2,78/20/((202),(006); 2,48/20/(024); 2,22/100/(211),(205),(107),(122); 2,02/20/(300),(214),(018); 1,91/90/(033),(303),(125); 1,75/90/(220); 1,71/15/(208); 1,64/20/(217); 1,60/15/(1,0,10); 1,49/20/(315),(0,1,11); 1,46/20/(226); 1,45/50/(0.2.10); 1,41/20/(404); 1,37/20/(137); 1,32/15/(410).



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m (?)$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3} m (?)$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,75 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 57,40 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 5,341$ .

**Celula conține:**  $\text{Cu}_{18}\text{Al}_2(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{27}$ .

**Habitus:** tabular (0001); cristale cu șase laturi și cu aspect romboidal. Fețele (0001) au uneori striții triunghiulare. Apare în mase foioase, druze, agregate în formă de rozete.

**Culoarea:** verde smarald, verde de iarbă, verde albastrui.

**Urma:** ușor mai deschisă decât culoarea.

**Luciu:** sticlos spre adamantin; perlat pe suprafața de clivaj (0001), dacă este parțial deshidratată. Transparent sau translucid.

**Forme principale:**  $\{0001\}$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $e(10\bar{1}4)$ ,  $y(10\bar{1}1)$ ,  $n(70\bar{7}4)$ ,  $w(0,1,\bar{1},12)$ ,  $x(01\bar{1}8)$ ,  $d(01\bar{1}6)$ ,  $s(01\bar{1}5)$ ,  $v(01\bar{1}4)$ ,  $t(01\bar{1}3)$ ,  $r(01\bar{1}2)$ .

**Clivaj:** (0001) perfect, de tip micaceu;  $(10\bar{1}1)$  slab.

$H = 2$ ;  $G = 2,67$  pentru materialul complet deshidratat,  $G$  - descrește cu pierderea apei.

**Compoziția chimică:**  $\text{CuO} = 45,93 - 48,44\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,45 - 4,74\%$ ;  $\text{As}_2\text{O}_5 = 11,66 - 14,46\%$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,67\%$   $\text{SO}_3 = 6,67 - 8,12\%$   $\text{H}_2\text{O} + = 10,33 - 14,04\%$   $\text{H}_2\text{O} - = 14,40 - 17,93$ .

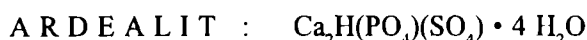
Formula  $\text{Cu}_{18}\text{Al}_2(\text{AsO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{27} \cdot 33 \text{H}_2\text{O}$  este nesigură.  $(\text{AsO}_4)$  este substituit de mici cantități  $(\text{PO}_4)$ . Prin încălzire la  $110^\circ\text{C}$  se pierde  $14\% \text{H}_2\text{O}$ , care poate fi însă reabsorbită din atmosferă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde.

Dicroic în nuanțe de verde. Indicii de refracție depind de gradul de hidratare. Materialul complet hidratat are  $\omega = 1,618$  și  $\epsilon = 1,553$ , dar uscat la  $110^\circ$  are  $\omega = 1,680$  și  $\epsilon = 1,618$ . Dicroismul: după  $\omega$  - verde albăstrui, după  $\epsilon$  = aproape incolor. Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 i,l; 470 p,l; 535 i;  $\sim 615$  m,l; 815 i,l; 955 i,l; 1030 i,l; 1100 p,l; 1640 s,l; 3400.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 9,54/100; 4,79/100; 2,59/100.



*Izostructural cu gipsul și brushitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,67 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,64 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,28 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,387 : 1 : 0,429$ ,  $\beta = 113^\circ 50'$ .

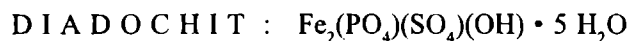
**Habitus:** mase pulverulente fin granulare.

**Culoarea:** galben deschis.

$G = 2,30$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 31,61 - 32,59\%$ ;  $\text{SO}_3 = 21,25 - 23,24\%$ ;  $\text{P}_2\text{O}_4 = 20,62 - 23,53\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 23,55 - 25,14\%$ . Corespunde formulei:  $\text{Ca}_2\text{H}(\text{PO}_4)\text{SO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 424 fs; 460 s; 528 p; 600 p; 630 i; 677 m; 725 i; 822 s,l; 866 m; 1013m; 1109 fp; 1145 p,l; 1675 m,l; 3370; 3575.



*Sinonim: destinezit*

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,61 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,77 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,36 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9836 : 1 : 0,7533$ ;  $\alpha = 98^\circ 49'$ ;  $\beta = 108^\circ 01'$ ;  $\gamma = 63^\circ 59'$ .

**Habitus:** de obicei este amorf sau în stare de gel; cruste, masiv, botrioidal, stalactitic. Mase cristaline alcătuite din plăci cu șase laturi, dar cu habitus diferit.

**Culoarea:** brun-gălbui închis; brun-roșcat, galben-verzui, verzui, alb-gălbui.

**Luciu:** mat pentru varietățile opace, substiclos pentru geluri; uneori masele microscristaline au luciu rășinos.

Masele pământoase sunt opace, cristalele sunt aproape transparente.

**Spărtura:** pământoasă sau concoidală, în funcție de starea materialului. Pulverulent până la casant.

$H \approx 3 - 4$  în materialul sticlos și mai mic în cel pământos ;

$G = 2,0 - 2,4$ , variază cu starea de agregare și cu conținutul în apă.



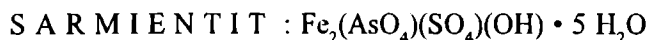
**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 0,30%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 32,91 - 39,69%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 14,82 - 19,17%; SO<sub>3</sub> = 10,85 - 19,53%, H<sub>2</sub>O = 24,18 - 34,45%.

Materialele în stare de gel rețin o cantitate considerabilă de apă, care nu poate fi redată în formulă.

Diadochitul poate fi izostructural cu sarmientitul, Fe<sub>2</sub>(AsO<sub>4</sub>)(SO<sub>4</sub>)(OH) • 5 H<sub>2</sub>O, dar multe din analizele efectuate pe el sunt suspectate a fi amestecuri; problema este mai acută pentru geluri.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben deschis, brun-gălbui. Varietățile sticloase sunt izotrope și au n ≈ 1,60 - 1,61. Varietățile microcristaline au indicii de refracție: α = 1,615 - 1,618; β = 1,618 - 1,625; γ = 1,665 - 1,670. Sunt biaxe pozitiv, cu 2 V mic și dispersia: r > v, puternică.

**Difracțiometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 8,7/80; 8,3/90; 6,06/10; 5,50/20; 5,03/10; 4,72/20; 4,35/100; 4,07/40; 3,91/70; 3,74/10; 3,64/10; 3,48/10; 3,20/30; 3,07/20; 2,91/50; 2,71/10; 2,59/10; 2,39/10; 2,26/10.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m (?).

**Grupa spațială:** P 2<sub>1</sub> /c.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 6,55 Å, b<sub>0</sub> = 18,55 Å, c<sub>0</sub> = 9,70 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,3531 : 1 : 0,5229, β = 97°39'.

**Habitus:** mase nodulare formate din cristale microscopice prismatice [001] și turtite (010).

**Culoarea:** galben-oranj.

**Forme principale:** b(010), m(110), w(011).

G = 2,58.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00-0,27%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 35,20-36,57%, As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 22,68-25,32%, SO<sub>3</sub> = 17,64-18,28%, H<sub>2</sub>O = 21,84-22,86%.

Țorespunde formulei: Fe<sub>2</sub>(AsO<sub>4</sub>)(SO<sub>4</sub>)(OH) • 5 H<sub>2</sub>O. Este posibil să fie izostructural cu diadochitul, ale cărui analize sunt însă nesigure.

**Proprietăți optice în lumină transmisă;** Orientarea: β = b, γ ^ c = 12°. Indicii de refracție: α = 1,628, β = 1,635, γ = 1,698. Biax pozitiv. 2 V = 38° (calc).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 570 p; 650 p; 840 fp, l; 870 i; 990 p, a; 1060 fp, l; 1100 fp, l; 1170 m; ~1600 m; ~3200 fp, l.

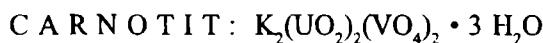
**Difracțiometria de raze X** (cele mai intense linii): 9,29/100; 4,64/90; 4,26/80.

## XI. OXISARURI DE VANADIU

### *Caractere generale și clasificare*

În afara sărurilor de vanadiu la care se cunoaște cu exactitate structura grupării anionice  $\text{VO}_4$ , în natură se cunosc o serie de minerale de V, deasemeni săruri oxigenate care au configurații anionice foarte variate și în parte nedescifrate, unele dintre acestea pot conține complexe polinucleare iar altele posedă cationi de V în diferite trepte de valență. Aceste minerale sunt tratate separat, în clasa independentă a oxisărilor de vanadiu, iar clasificarea lor se bazează în exclusivitate pe descreșterea raportului cationilor față de vanadiu. O astfel de clasificare este următoarea:

Carnotit	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$
Tyuyamunit	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$
Sengierit	$\text{Cu}(\text{UO}_2)(\text{VO}_4)(\text{OH}) \cdot 4-5 \text{H}_2\text{O} (?)$
Ferghanit	$\text{U}_3(\text{VO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Kolovratit	- vanadat de Ni (?)
Fervanit	$\text{Fe}_4\text{V}_4\text{O}_{16} \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Steigerit	$\text{Al}_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 6 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
Pucherit	$\text{Bi}(\text{VO}_4)$
Brackebuschit	$\text{Pb}_4\text{MnFe}(\text{VO}_4)_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Pintadoit	$\text{Ca}_2\text{V}_2\text{O}_7 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$
Rossit	$\text{CaV}_2\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
Metarossit	$\text{CaV}_2\text{O}_6 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
Pascoit	$\text{Ca}_2\text{V}_6\text{O}_{17} \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$
Uvanit	$\text{U}_2\text{V}_6\text{O}_{21} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$
Sincosit	$\text{Ca}(\text{VO})_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
Rauvit	$\text{CaU}_2\text{V}_{12}\text{O}_{36} \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$
Melanovanadit	$\text{Ca}_2\text{V}^{4+}\text{V}^{5+}\text{O}_{25}$
Hewettit	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$
Metahewettit	$\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$
Fernandinit	$\text{CaOV}_2\text{O}_4 \cdot 5 \text{V}_2\text{O}_5 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 /c$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,590 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,403 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,450 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,784 : 1 : 1,242$ ,  $\beta = 104^\circ 12'$ .

**Celula conține:**  $K_4(UO_2)_4(VO_4)_4$ .

**Habitus:** pulberi sau agregate microcristaline, uneori compacte; diseminat; rareori formează cruste de cristale imperfecte, plate, turtite (001). Cristalele microscopice sunt turtite (001) și romboedrice (110); forme de drug alungite [010], cu fețe predominante (100), (110) sau (120);  $(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) \approx 78^\circ$ .

**Culoarea:** galben strălucitor, galben de lămâie, galben-verzui.

**Luciu:** varietățile pământoase sunt mate, iar cele cristalizate au luciu perlat sau mătăsoș. Nu este fluorescent.

**Clivaj:** (001) perfect, micaceu.

**H** = nedeterminat; moale ; **G** = 4,70.

**Compoziția chimică:**  $Na_2O = 0,00-0,35\%$ ,  $K_2O = 9,58-10,44\%$ ,  $CaO = 0,00-0,66\%$ ,  $MgO = 0,00-0,30\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00-0,55\%$ ,  $UO_3 = 62,26-65,62\%$ ,  $V_2O_5 = 20,16-21,12\%$ ,  $H_2O = 1,35-5,98$ .

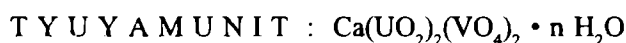
Conținutul în apă, parțial de tip zeolitic, variază cu umiditatea și temperatura mediului:  $n \approx 3$  când materialul este complet hidratat și coboară până la  $n \approx 1$  în mediu uscat. Analizele chimice au raportat mici cantități de Ca, Ba, Mg,  $Fe^{3+}$ , Na ș.a., fără a se putea stabili dacă se datoresc substituțiilor izomorfe sau amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben. Pleocroic. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ .

Indicii de refracție și pleocroismul  $\alpha = 1,750-1,780$ , aproape incolor;  $\beta = 1,925-2,060$ , galben,  $\gamma = 1,950-2,080$ , galben. Biax negativ.  $2V = 40^\circ-50^\circ$ . Indicii de refracție variază invers proporțional cu conținutul în apă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 480 p,l; 580 p,l; 635 i; 745 m,l; 900 m; 988 m; 1030 m; 1100 i,l; 1410 fs,l; 1635 s; 3440.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,56/100/(001); 5,12/10/(200)<sub>2</sub> (011); 4,53/5/(\bar{2}01); 4,25/30/(020), (111); 3,53/30/(021); 3,25/30/(211), (220); 3,12/70/(310), (\bar{3}11); 2,715/10/(112), (221); 2,594/5/(311), (\bar{1}22); 2,571/20/(\bar{4}01), (400); 2,475/10; 2,156/30; 2,032/10; 1,998/10; 1,942/20; 1,914/10; 1,831/10; 1,784/10; 1,678/10; 1,655/10; 1,613/10; 1,531/10; 1,508/10; 1,455/10.



**Sinonim:** calciocarnotit, tuyamunit, tujumunit, tjuiamunit, tjujamunit, tiujamunit, tyuyamuyunit

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a n.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,26 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,41 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,26 : 1 : 2,35$ .

**Habitus:** cristale în formă de solzi, turtite (001) și alungite [100]; fețele sunt mate și curbate. Formează agregate radiare; de obicei apare masiv, compact, criptocristalin sau pulverulent.

**Culoarea:** galben, galben de lămâie, galben verzui. Tenta verzuie se capătă prin expunere la lumină sau prin amestecuri cu săruri de cupru.

**Luciu:** adamantin; perlat pe suprafața de clivaj (001). Translucid sau opac.

**Forme principale:** c(001), a(100), l(120), m(110), d(101), p(111), b(010).

**Clivaj:** (001) perfect, micaceu; (010) și (100) bun.

**H** = 2 ; **G** = 3,67-4,35, variază invers proporțional cu conținutul în apă.

**Compoziția chimică:** Na<sub>2</sub>O = 0,00-0,21%, K<sub>2</sub>O = 0,00-0,50%, CaO = 5,01-6,75%, BaO = 0,00-0,54%, MgO = 0,00-0,09%, CuO = 0,00-0,10%, UO<sub>3</sub> = 55,91-63,09%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 18,37-21,00%, H<sub>2</sub>O = 7,04-18,83%.

Apa, parțial de tip zcolitic, variază cantitativ în funcție de umiditatea și temperatura mediului: n = 9-10; poate să scadă până la 4 în mediu uscat. Analizele chimice au raportat și mici cantități de Ba, Mg, Pb, Cu și K, fără a se preciza dacă prezența acestor cationi se datorează substituțiilor izomorfe sau amestecurilor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau gălbui. Ușor pleocroic. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,670-1,678$ , aproape incolor:  $\beta = 1,869-1,932$ , galben:  $\gamma = 1,895-1,953$ , galben. Indicii de refracție cresc prin deshidratarea mineralului; orientarea, semnul optic și valoarea  $2V$  rămân neschimbate. Biax negativ.  $2V = 36^\circ-48^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 672 p, l; 580 m, l; 640 i; 746 m; 805 i; 885 m; 985 p; 1020 i; 1075 i; 1410 fs; 1632 m; 3440.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 10,2/100/(020); 6,62/30/(101); 5,02/90/(210), (040); 4,02/ 20/(141), (221); 3,37/30/(132), (060); 3,20/50/(301), (250); 3,12/30/(222) ?; 2,69/10/(103), (261); 2,48/10/(332); 2,28/10/(280); 2,16/10/(313), (422); 2,10/10/(432), (362); 2,04/40/(0.10.0.), (114); 1,964/10; 1,911/20; 1,870/10.

## XII. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Molibdenul și wolframul formează oxisăruri anizodesmice care conțin grupe deformate de tip  $(XO_4)^{2-}$ . Grupele au forme intermediare între tetraedrii cu coordinare simetrică specifică sulfatilor și fosfaților, și grupele cu structură planară, aproximativ pătratică așa cum apar la  $K_2(PtCl_4)$ . Această deformare împreună cu dimensiunea destul de mare a anionilor  $MoO_4^{2-}$  și  $WO_4^{2-}$  fac să nu se dezvolte serii de substituție între molibdați și wolframați pe de o parte și sulfati pe de altă parte. Substituții anionice parțiale sau complete se dezvoltă însă între molibdații și arseniații izostructurali, așa cum se întâmplă în grupele scheelitului și wulfenitului.

Ambele tipuri de minerale sunt puțin răspândite în natură. Molibdații se întâlnesc în zonele de oxidare a zăcămintelor de sulfuri la care participă și molibdenul. În ceea ce privește W, acesta se combină cu multă ușurință cu oxigenul formând săruri oxigenate întâlnite în greisene și pegmatite (wolframitul, hübneritul). Scheelitul apare atât în filoane hidrotermale cât și în zonele cu metamorfism de contact. Există însă și wolframați cu origine, exclusiv secundară așa cum este stolzitul.

Clasificarea molibdaților și wolframaților este prezentată în cele ce urmează:

### *1. Molibdați și wolframați normali anhidrii*

#### 1.1. Tipul A ( $XO_4$ )

##### 1.1.1. Grupa wolframitului

Hübnerit	$Mn(WO_4)$
Wolframit	$(Fe, Mn)(WO_4)$
Ferberit	$Fe(WO_4)$
Sanmartinit	$(Zn, Fe)(WO_4)$

##### 1.1.2. Grupa scheelitului

Scheelit	$Ca(WO_4)$
Powellit	$Ca(MoO_4)$

##### 1.1.3. Grupa wulfenitului

Wulfenit	$Pb(MoO_4)$
Stolzit	$Pb(WO_4)$
Raspit	$Pb(WO_4)$

### *2. Molibdați și wolframați bazici și hidratați*

#### 2.1. Tipul amestec

Cuprowolframit	$Cu_2(WO_4)(OH)_2$
Koehlinite	$(BiO)_2(MoO_4)$
Feriwolframit	$Fe_2(WO_4)(OH)_4 \cdot 4 H_2O (?)$
Lindgrenit	$Cu_3(MoO_4)_2(OH)_2$
Ferimolibdit	$Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8 H_2O (?)$
Thorowolframit	- wolframit de Th și Al
Anthoinit	$Al(WO_4)(OH) \cdot H_2O$

# 1. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI NORMALI ANHIDRII

H Ü B N E R I T :  $Mn(WO_4)$

W O L F R A M I T :  $(Fe, Mn)(WO_4)$

F E R B E R I T :  $Fe(WO_4)$

*Serie izomorfă completă*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** P 2/c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**

Mineralul	$a_0$ (Å)	$b_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : b_0 : c_0$	$\beta$
$MnWO_4$ (art)	4,84	5,76	4,97	0,841 : 1 : 0,863	90°53'
Hübnerit	4,82	5,76	4,97	0,837 : 1 : 0,863	90°53'
Wolframit	4,78	5,73	4,98	0,835 : 1 : 0,869	90°26'
Ferberit	4,71	5,69	4,95	0,828 : 1 : 0,870	90°00'
$FeWO_4$ (art)	4,70	5,69	4,93	0,825 : 1 : 0,866	90°00'

**Celula conține:**  $(Mn, Fe)_2(WO_4)_2$ .

**Habitus:** hübneritul este prismatic [001], turtit sau tabular (100), cu striații [001]. Formează grupuri largi cu cristale dispuse paralel sau subparalel: uneori apar și grupări semisferice cu dispunerea radiară a cristalelor. Wolframitul este scurt prismatic și mai rar lung prismatic [001]; cristale turtite sau tabulare (100). Rareori apar cristale alungite [010] și turtite (001). Se întâlnesc și forme tabulare (102),  $\bar{1}02$  sau (010). Frecvent are striații [001] și rar [010] pe (001). Cristalele formează grupări mari, subparalele; apare masiv, granular sau lamelar; uneori se dezvoltă acicular. Ferberitul are cristale alungite [010] sau turtite (100) cu striații [001]; fața (001) poate avea striații [010]. Apar și cristale scurt prismatice [001] și turtite (100). Apare masiv sau formând grupări largi de cristale.

Toți cei trei membri ai seriei izomorfe au fețele (102),  $\bar{1}02$  și (001) striate, aspre sau neregulate.

**Culoarea:** hübneritul este brun gălbui până la brun roșcat, rareori negru brun.

Wolframitul este cenușiu închis, negru castaniu, negru de fier.

Ferberitul este negru.

Culoarea este dependentă de raportul Fe : Mn.

**Urma:** galbenă, brun-roșcată sau cenușie verzui la hübnerit; brun roșcat, neagră sau neagră-maronie la wolframit; neagră sau neagră-maronie la ferberit.

**Luciu:** semimetalic, metalic sau adamantin; hübneritul poate avea luciu rășinos. Transparența descrește cu creșterea conținutului în Fe: hübneritul este transparent, iar ferberitul este aproape opac.

**Forme principale:**

- hübnerit: b(010), n(140), a(100), q(830), h(310), t(102), f(011), c(001);
- wolframit: a(100), l(210), m(110), t(102), c(001), b(010);
- ferberit: c(001), b(010), a(100), m(110), l(210), t(310), f(011).

**Macles:** toți membrii seriei au comună macsla cu planul (100); frecvent este o macslă de contact pe fața (100) sau rareori pe (001); uneori apare ca macslă de întrepătrundere simulând tipul Carlsbad al ortozei. Wolframitul și ferberitul au și macles (023), de contact, repetate sau de întrepătrundere.

**Clivaj:** (010) perfect, (100) și (102) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casante. Termenii feriferi sunt ușor magnetici.

$H = 4-4 \frac{1}{2}$ ; H și G cresc concomitent cu conținutul în Fe ;  $G = 7,12$  (hübnerit), 7,51 (ferberit).

**Compoziția chimică:** în seria (Mn, Fe)  $WO_3$ , există o substituție completă între Mn și Fe, raportul între cei doi cationi definind termenii seriei:

Mineralul	Raportul atomic		Raportul procentual	
	Fe	Mn	FeO	MnO
Hübnerit	0-20	100-80	0,0-4,8	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	4,7-0,0

Analizele chimice au depistat și mici cantități de Ca datorate incluziunilor microscopice de scheelit.

Au fost citate și cantități reduse (< 2,2%) de Nb și Ta.

**Compoziția chimică :**

Oxizi	Hübnerit	Wolframit	Ferberit
MnO	20,54-23,42	8,31-20,29	0,00-3,37
FeO	0,00-3,01	5,33-15,75	18,18-24,37
CaO	0,00-0,13	0,00-0,80	0,00-0,24
MgO	-	0,00-0,12	0,00-0,18
$WO_3$	75,12-76,58	74,78-75,45	73,74-76,35
$(Nb, Ta)_2O$	0,00-0,05	0,00-0,26	0,00-2,20

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** pleocroic în nuanțe de galben, oranj, verde-oliv, roșu, brun, brun-roșcat. Orientarea ( $\lambda_{L1}$ ):  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 17^\circ-21^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul ( $\lambda_{L1}$ ):

- hübnerit ( $\pm 0,01$ ):  $\alpha = 2,17$ , galben strălucitor;  $\beta = 2,22$ , galben verzui;  $\gamma = 2,32$ , verde-oliv;

- wolframit ( $\pm 0,02$ ):  $\alpha = 2,26$ , brun-roșcat deschis;  $\beta = 2,32$ , brun roșcat;  $\gamma = 2,42$ , brun-roșcat închis, aproape negru;

- ferberit:  $\beta_1 = 2,40 \pm 0,03$ .

Indicii de refracție cresc în paralel cu creșterea cantității de Fe.  $2V = 73-75^\circ$  (hübnerit),  $78^\circ 36'$  (wolframit).

**Proprietăți optice în lumină reflectată** (wolframit):

N // : Culoare în aer: cenușiu-alb.

R în aer:  $v = 17\%$ ,  $o = 15\%$ ,  $r = 14\%$ .

$\Delta R$  în aer: slabă.

N + : Anizotropie distinctă. Reflexe interne: roșii închis, brun-roșcat. Hübneritul are reflexe interne mai strălucitoare.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Hübnerit: 330 p,l; 423 m; 456 m; 522 p; 623 fp,l; 711 p; 830 p,l; 876 m.

Wolframit: 425 m; 465 m; 530 m,l; 625 fp,l; 705 i; 823 fp; 872 m.

Ferberit: 425 i; 470 i; 535 i; 625 p,l; 660-700 i; 818 p,l; 870 i.

**Diffractometria de raze X:**

Wolframit, (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 5,73/15/(010); 4,780/60/(100); 3,761/55/(011); 3,673/55/(110); 2,968/100/ (111); 2,946/90/(111); 2,864/30/(020); 2,488/45/(002), (021); 2,460/10/(120); 2,392/25/(200); 2,217/15/(121); 2,202/25/(102), (121); 2,070/5/(112); 2,054/5/(112); 2,023/10/(211); 2,010/10/(211); 1,911/10/(030); 1,881/15/(022); 1,836/15/(220); 1,775/25/(130); 1,733/15/(202); 1,729/20/(221); 1,719/25/(221); 1,716/20/(202); 1,659/5/(212); 1,595/10/(300).

Ferberit, radiație ( $FeK_{\alpha}$ , filtru MnO): 5,69/10/(010); 4,72/60/(100); 3,74/60/(011); 3,64/50/(110); 2,936/100/ (111); 2,851/30/(020); 2,472/70/(021); 2,363/20/(200); 2,192/60/(121), (210); 2,050/10/(112); 2,001/20/(211); 1,943/5; 1,900/5/(030); 1,870/10/(022); 1,820/10/(220); 1,764/50/(130); 1,741/5/(122); 1,710/80/(202), (221); 1,507/40; 1,484/5; 1,468/10; 1,454/20; 1,438/30; 1,431/10; 1,370/30; 1,330/10; 1,316/20; 1,297/5; 1,272/10; 1,225/5; 1,214/5; 1,186/30; 1,130/10; 1,109/5; 1,098/5; 1,091/10; 1,082/10; 1,068/10; 1,050/5.

Hübnerit (cele mai intense linii): 4,84/65; 2,996/100; 2,954/95.

## SCHEELIT : Ca(WO<sub>4</sub>)

*Izostructural cu powellitul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m.

**Grupa spațială:** I 4<sub>1</sub>/s.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 5,246 Å, c<sub>0</sub> = 11,349 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 2,165.

**Celula conține:** Ca<sub>4</sub>(WO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.

**Habitus:** octaedric cu fețele (011) și (112) dominante; uneori tabular (001). Are striații diagonale pe (112) pe direcțiile  $[\bar{3}11]$  și  $[121]$ . Apare masiv, granular; uneori are forme columnare.

**Culoarea:** incolor sau alb, alb-gălbui, galben pal, brun; poate fi și verzui, cenușiu, roșcat, galben-oranj. Varietățile care conțin Mo sunt albe.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, cu tendința de a deveni adamantin. Transparent. Radiațiile X, ultraviolete și catodice îi dau o fluorescență albăstruie strălucitoare. Creșterea conținutului de Mo îi virează culoarea de fluorescență spre alb, alb-gălbui. Termoluminescent.

**Forme principale:** c(001), β(013), p(011), o(114), e(112), g(134), h(123), s(121).

**Macles:** (110) comune, de penetrație sau de contact; mai rar apar macles cu planul (001).

**Clivaj:** (101) distinct, (112) și (001) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconoidală.

**H = 4 1/2 - 5 ; G = 6,10 ± 0,02**, descrește cu creșterea conținutul în Mo (G = 5,48 pentru MoO = 24,0%).

**Compoziția chimică:** CaO=18,33-22,43%; MgO=0,00-1,67%; MoO<sub>3</sub> = 0,00-24,01%; WO<sub>3</sub> = 71,08 - 80,53%. Mo substituie W, existând o serie izomorfă parțială între powellit (CaMoO<sub>4</sub>) și scheelit, cu raportul maxim Mo : W = 1 : 1,38. Au fost citate mici cantități de Cb și Ta ca substituenți și Ca. Au fost raportate și urme de F, Cl, Si, Fe și βi, în parte datorate impurificării probelor cu alte minerale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție variază invers proporțional cu cantitatea de Mo: variază sensibil în funcție de λ:

Indicii \ λ	667	570	533	475
ε	1,9263	1,9375	1,9442	1,9225
ω	1,9107	1,9208	1,9273	1,9344

Uneori prezintă o birefringență anomală. Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 285 m; 327 p,l; 441 s; 794 - 825 fp,l; 868 i; 1020 fs; 1120 fs; 1625 s?; 3450 s.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,76/53/(101); 3,10/100/(112); 3,072/(103); 2,844/14/(004); 2,622/23/(200); 2,296/19/(211); 2,256/3/(114); 2,0864/(105); 1,9951/13/(213); 1,9278/28/(204); 1,8538/12/(220); 1,7278/5/(301); 1,6882/16/(116); 1,6332/10/(215); 1,5921/30/(312); 1,5532/14/(224); 1,4427/6/(321); 1,4219/2/(008); 1,3859/3/(305/); 1,3577/4/(323); 1,3358/3/(217); 1,3106/400); 1,2638/2/(411); 1,2488/13/(316); 1,2284/2/(109); 1,2074/5/(332); 1,2054/5/(413); 1,1901/4/(404),(307); 1,1728/1/(420); 1,1280/5/(228); 1,1096/2/(415); 1,0870/5/(1.1.10),(424); 1,0838/8/(327),(501); 1,0439/3/(431),(2.0.10); 1,0351/2/(336); 1,0140/6/(1.0.11); 1,0116/4/(512); 0,9699/1/(521),(2.2.10).



POWELLIT :  $\text{Ca}(\text{MoO}_4)$   
Izostructural cu scheelitul

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m.

**Grupa spațială:**  $I 4_1/a$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,23 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 11,44 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,187$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4(\text{MoO}_4)_4$ .

**Habitus:** piramidal, mai rar tabular (001). Fețele (112) și (323) sunt striate uneori //  $[\bar{1}3\bar{1}]$ . Apare masiv; cu o structură foliară când formează pseudomorfoze după molibdenit, pulverulent; cruste cristaline.

**Culoarea:** galben, galben - verzui, brun, verzui - albăstrui, albastru (aproape negru).

**Luciu:** semiadamantin pe fețele de cristal și gras în spărtură; masele foioase, pseudomorfozate, au luciu perlat. Transparent. În lumină ultravioletă prezintă o fluorescență galben-crem, galben de aur.

**Forme principale:** c(001), p(011), e(112), r(156), h(123), s(211), W(323).

**Clivaj:** (112), (011) și (001) slab.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 4,23 \pm 0,02$ , crește proporțional cu creșterea conținutului în W.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 25,55 - 28,48\%$ ;  $\text{MgO} = 0,00 - 0,16\%$ ;  $\text{MoO}_3 = 58,58 - 71,67\%$ ;  $\text{WO}_3 = 0,00 - 10,28\%$ . W substituie Mo până la limita raportului  $\text{Mo} : \text{W} = 9 : 1$ . Ca poate fi substituit de mici cantități de pământuri rare.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** unele probe sunt dicroice cu  $\omega = \text{albastru}$  și  $\epsilon = \text{verde}$ .  
Indicii de refracție ( $\pm 0,005$ ):  $\omega = 1,967$ ,  $\epsilon = 1,978$ . Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 155 p; 230 p; 290 i; 326 p.l; 429 m; 802 fp,l; 840 fp,l; 1080 fp,l; 1640 s; 3450.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,76/25/(101); 3,10/100/(110); 2,86/14/(004); 2,61/16/(200); 2,38/4/(202); 2,290/10/(111); 2,262/6/(114); 1,993/6/(213); 1,929/50/(204); 1,848/14/(220); 1,694/14/(116); 1,635/6/(215); 1,588/20/(312); 1,552/10/(224); 1,438/4/(321); 1,429/2/(003); 1,386/4/(305); 1,353/4/(323); 1,339/4/(217); 1,307/4/(400); 1,260/2/(411); 1,254/8/(208); 1,249/12/(316); 1,204/6/(332); 1,198/6/(404); 1,169/4/(420); 1,130/4/(228); 1,092/4/(1.11.0); 1,084/< 1/(327); 1,082/4/(424),(318); 1,041/2/(501); 1,0344/4/(336); 1,0087/6/(512); 0,9670/4/(521); 0,9643/4/(514),(408); 0,9555/2/(329); 0,9527/2/(0.0.12); 0,9504/4/(505); 0,9402/4/(523); (3.1.10).

WULFENIT :  $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$

**Varietăți:** eosit, chillagit - conțin V și respectiv W

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4 sau 4/m.

**Grupa spațială:**  $I 4_1/a$  (?).

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,401 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,079 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,236$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4(\text{MoO}_4)_4$ .

**Habitus:** tabular (001), octaedric; mai rar prismatic [001] sau cuboidal. Apare masiv, fin sau larg granular.

**Culoarea:** galben, galben-oranj, cenușiu-gălbui, alb-cenușiu, verde-oliv, brun, brun roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** rășinos spre adamantin. Transparent.

**Forme principale:** c(001), a(100),  $\mu$ (170), m(110), f(150), k(130), g(120), s(013), n(011), d(021), t(116), z(115), u(114), y(113), e(112),  $\sigma$ (3.4.75).

**Macle:** (001) cu ax polar [001].

**Clivaj:** (011) bun, (001) și (013) slab.

**Spărtura:** subconcoidală până la neregulată.

$H = 2\frac{3}{4} - 3$  ;  $G = 6,5 - 7,0$ , descrește cu conținutul în Ca și crește cu cel în W ;  $F = 1065^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{PbO} = 47,00 - 60,91\%$ ;  $\text{CaO} = 0,00 - 6,88\%$   $\text{MoO}_3 = 17,52 - 50,47\%$ ,  $\text{WO}_3 = 0,00 - 28,22\%$   $\text{V}_2\text{O}_5 = 0,00 - 1,28\%$  W substituie Mo până la raportul  $W : \text{Mo} \approx 1 : 1$ ; Ca substituie Pb în limita  $\text{Ca} : \text{Pb} = 1 : 1,7$ . Aceste substituții arată existența unor serii cel puțin parțiale cu stolzitul ( $\text{PbWO}_4$ ) și powellitul ( $\text{Ca, MoO}_4$ ). Rolul  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  în constituția mineralului este nesigur. Au fost raportate mici cantități de V, Cr și As ca substituenți probabili pentru Mo. În materialele artificiale Mo poate fi substituit și de W, Cr și S.

Sunt cunoscute varietățile:

- Ca - wulfenit, care are raportul  $\text{Ca} : \text{Pb} = 1 : 1,7$  și  $G \approx 6,7$ .

- eosit - varietate de culoare roșie în care V substituie Mo.

- chillagit în care W substituie Mo până la limita  $W : \text{Mo} \approx 1 : 1$ ; culoare galben-ocru;  $a_0 = 5,43 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,08 \text{ \AA}$   $G = 7,5$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** slab pleocroic în tente galben și oranj.

Indicii de refracție variază cu  $\lambda$  astfel:

Indicii			
$\lambda$	686,7	589,3	517,75
$\epsilon$	2,3620	2,4053	2,4611
$\omega$	2,2558	2,2826	2,3162

Uniax negativ. Anomal se comportă biax cu  $2V \approx 8^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 268 m; 308 p; 350 m; 374 m; 510 fs; 590 fs; 700 m; 780 fp;; 855 i; 870 i; 1440 fs; 1540 fs; 1630 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,95/50/(101); 3,23/100/(112),(103); 3,03/60/(004); 2,72/70/(200); 2,38/50/(114),(211); 2,21/40/(105); 2,09/40/(123); 2,02/80/(204); 1,92/60/(220); 1,780/70/(116),(301); 1,716/20/(125); 1,653/80/(303), (107),(132); 1,621/60/(206),(224); 1,518/40/(008); 1,496/20/(321),(314); 1,441/10/(305); 1,411/20/(233), (118), (217); 1,359/50/(400); 1,323/60/(402),(208); 1,309/70/(411),(109); 1,280/20; 1,254/60; 1,242/50; 1,217/50; 1,192/50; 1,180/10; 1,160/50; 1,142/10; 1,130/60; 1,106/10; 1,083/50; 1,049/60; 1,0125/50; 1,0030/10; 0,9916/60; 0,9790/10; 0,9618/10; 0,9488/60; 0,9434/60.

## STOLZIT $\text{Pb}(\text{WO}_4)$

*Dimorf cu raspitul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4 sau 4/m.

**Grupa spațială:**  $I 4_1/a$  (?).

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,452 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 12,031 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,207$ .

**Celula conține:**  $\text{Pb}_4(\text{WO}_4)_4$ .

**Habitus:** frecvent bipiramidal cu fețe (111) și (101) sau piramidal; tabular (001) și rar prismatic [001].

Fețele de prismă sunt striate orizontal, iar cele de piramidă sunt striate // cu muchiile dintre (h 0 1) și (h h 1) sau în diagonală, paralel cu muchiile piramidelor de ordinul trei.

**Culoarea:** brun roșcat, brun, castaniu, cenușiu gălbui, verde, galben-roșcat, roșu.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** rășinos, semiadamantin. Fragmentele subțiri sunt transparente.

**Forme principale:** c(001), a(101), v(012), n(011), o(021), u(114), e(112),  $\epsilon$ (111),  $\pi$ (213).

**Clivaj:** (001) imperfect, (011) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$  ;  $G = 7,9 - 8,3$  ;  $F = 1123^{\circ}\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** PbO = 47,44 - 49,04%; CaO = 0,00 - 0,92% WO<sub>3</sub> = 50,92 - 51,34%; Ca (și probabil

Mn și Mg) substituie parțial Pb. Mo poate substitui W până la raportul Mo : W  $\approx$  1 : 1, existând o serie parțială între stolzit și wulfenit. În materialele artificiale Mo, Cr și S substituie W în cantități mici.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** uniax negativ.

Indicii de refracție: ( $\pm 0,01$ ) :  $\omega = 2,27$ ,  $\epsilon = 2,19$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 355 ; 375 m; 770- 782 fp; 845 i.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 3,252/100/(112); 3,014/22/(004); 2,732/32/(200); 2,394/1/(211); 2,024/35/(204); 1,9309/16/(220); 1,8377/< 1/(222); 1,7817/21/(116); 1,6603/33/(312); 1,6255/16/(224); 1,5056/3/(008); 1,3653/4/(400); 1,3184/7/(208); 1,3092/8/(316); 1,2590/6/(332); 1,2436/5/(404); 1,2213/5/(420); 1,1872/5/(228); 1,1498/4/(1.1.10); 1,1317/7/(424); 1,0836/4/(336); 1,0546/6/(512); 1,0114/3/(408); 1,0040/1/(0,0,12.); 0,9882/6/(3.1.10); 0,9656/1/(440); 0,9486/3/(428); 0,9451/5/(516); 0,9423/2/(2.0.12.); 0,9256/4/(532); 0,9193/2/(444); 0,9104/1/(600); 0,8906/3/(2.2.12); 0,8796/3/(3.3.10); 0,8713/3/(604); 0,8635/3/(620); 0,8488/5/(536); 0,8398/3/(1.1.14); 0,8301/5/(624).

### XIII. SILICAȚI

#### *Caractere generale și clasificare*

Mineralele silicaticice aparțin tuturor tipurilor de roci cunoscute în scoarța terestră și reprezintă aproape o treime din numărul total de minerale. Împreună cu diferitele forme de apariție ale silicei, ele totalizează 80% din greutatea scoarței din care 12% revine mineralelor  $\text{SiO}_2$ . Deși au o răspândire atât de mare silicații rețin un număr mic de elemente în rețeaua lor, rolurile principale revenind cationilor de Na, K, Ba, Ca, Mg, Al, Fe.

În structura lor unitatea de bază este reprezentată prin gruparea tetraedrică  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  în care fiecare ion de  $\text{Si}^{4+}$  coordonează 4 ioni de  $\text{O}^{2-}$ , primul aflându-se în centru iar ultimii în colțurile tetraedrului. Întrucât raza cationului de  $\text{Si}^{4+}$  este de 0,39 Å, iar cea a anionului  $\text{O}^{2-}$  este de 1,32 Å, rezultă distanțe Si - O de 1,71 Å și O - O de 2,64 Å. Caracteristica generală a silicaților este aceea că legăturile între tetraedrii se realizează numai prin colțuri, prin intermediul ionilor de oxigen și niciodată prin muchii sau fețe, întrucât astfel se obține cea mai mică forță de respingere intercationică.

Raportul Si : O este diferit de la o categorie la alta de silicați frecvente fiind valorile: 1 : 4, 1 : 5, 1 : 3, 2 : 5, 2 : 7, 3 : 8 ceea ce corespunde grupărilor  $\text{SiO}_4$ ,  $\text{SiO}_5$ ,  $\text{SiO}_3$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Si}_3\text{O}_8$ .

Posibilitățile de asociere a grupărilor tetraedrice sunt suficient de variate astfel încât în funcție de acestea precum și de natura cationilor care ocupă diferitele poziții structurale s-a putut realiza următoarea clasificare a silicaților:

1. - nezosilicați sau silicați cu grupări tetraedrice izolate de  $\text{SiO}_4$ ;
2. - sorosilicați sau silicați cu grupe de doi tetraedrii de  $\text{SiO}_4$ ;
3. - nezo-sorosilicați sau silicați cu grupe mixte de  $\text{SiO}_4$ ;
4. - ciclosilicați sau silicați cu grupe inelare de 3,4 și 6 tetraedrii de  $\text{SiO}_4$ ;
5. - inosilicați sau silicați cu tetraedrii de  $\text{SiO}_4$  legați în formă de lanțuri infinite dezvoltate;
6. - filosilicați sau silicați care formează rețele stratificate infinite;
7. - tectosilicați sau silicați cu rețele tridimensionale de  $\text{SiO}_4$ .

Caracteristica silicaților este manifestarea unui izomorfism complet sau parțial, recunoscându-se atât cel izovalent cât și cel heterovalent.

Desigur că substituția cea mai frecventă este cea a  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ , ceea ce conduce la apariția altor substituții cationale, situațiile cele mai cunoscute fiind la filosilicați și la tectosilicați. Se cunosc însă și cazuri în care Al apare atât în tetraedrii cât și ca un cation care satisface sarcinile electrice negative ale grupărilor tetraedrice. De asemenea au fost identificate cazuri numeroase de participare a anionilor suplimentari de  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ , F, Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ș.a. Mineralele pot fi anhidre sau hidratate, participarea apei la constituția mineralelor luând o formă specială la filosilicați (argile), dar mai ales la zeoliți. În acest ultim caz, ca urmare a reținerii sale în spații canaliculare specifice zeoliților precum și datorită ușurinței de manifestare a proceselor de deshidratare și rehidratare a fost introdusă noțiunea de „apă zeolitică”.

Silicații au un rol important în acumulările de substanțe minerale utile, unde participă nu numai ca însoțitori, dar pot reprezenta ei înșiși materiale de interes economic pentru Ni, Zr, Be, Li, Ca, Rb, U, Tr. De asemenea, minerale cum sunt argilele (caolin, montmorillonit), miclele, feldspații, asbestul ș.a. sunt exploatate și întrebuințate datorită proprietăților lor.

# 1. NEZOSILICAȚI

În această clasă sunt cuprinși silicații cu grupări tetraedrice izolate de  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ , care sunt legați în rețea prin intermediul unor cationi metalici dintre care cei mai importanți sunt cei de  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{Mn}^{2+}$ ),  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$ ,  $\text{Th}^{4+}$ , ( $\text{Nb}^{5+}$ ). Cationii monovalenți de  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$  participă extrem de rar la alcătuirea mineralelor. De asemenea nu se constată substituția  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$  în grupările tetraedrice. La nezosilicați tetraedrii nu au vârfuri comune, ci constituie insule izolate în ansamblul edificiului cristalin. Legătura între tetraedrii se realizează prin intermediul cationilor bivalenți cu coordinare 6, edificându-se astfel rețele tridimensionale.

Din punct de vedere chimic aceste minerale sunt niște ortosilicați. În structuralor, cu dispoziția insulară a tetraedrilor de  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  ionii de  $\text{O}^{2-}$  formează o rețea hexagonală aproape compactă cu o simetrie rombică sau pseudohexagonală. În spațiile libere ale acestei structuri sunt așezați ionii de  $\text{Si}^{4+}$  în coordinare tetraedrică și cei metalici în coordinare octaedrică. Această structură le conferă proprietăți fizice specifice cum ar fi greutatea specifică și duritatea ridicată, lipsa clivajului etc.

Următoarea clasificare a nezosilicaților, realizată pe baze chimico-structurale, cuprinde toate speciile cunoscute, fără a detalia seria izomorfă a olivinei:

## 1.1. Grupa olivinei

Forsterit	$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$
Olivină	$(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$
Fayalit	$\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$
Monticellit	$\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$
Tefroit	$\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$
Glaucoicroit	$\text{CaMn}[\text{SiO}_4]$
Knebelit	$(\text{Mn,Fe})_2[\text{SiO}_4]$

## 1.2. Grupa humitului

Norbergit	$\text{Mg}_2[\text{SiO}_4] \cdot \text{Mg}(\text{OH,F})_2$
Condroidit	$2 \text{Mg}[\text{SiO}_4] \cdot \text{Mg}(\text{OH,F})_2$
Humit	$3 \text{Mg}_2[\text{SiO}_4] \cdot \text{Mg}(\text{OH,F})_2$
Clinohumit	$4 \text{Mg}_2[\text{SiO}_4] \cdot \text{Mg}(\text{OH,F})_2$

## 1.3. Grupa zirconului

Zircon	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$
Thorit	$\text{Th}[\text{SiO}_4]$

## 1.4. Grupa wilemitului

Wilemit	$\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$
Fenacit	$\text{Be}_2[\text{SiO}_4]$

## 1.5. Grupa granaților

### 1.5.1. 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	$\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

### 1.5.2. 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	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$

## 1.6. Grupa topazului

Topaz	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F,OH})_2$
-------	--

## 1.7. Grupa silicaților de aluminiu

Sillimanit	$\text{Al}[\text{AlSiO}_5]$
Andaluzit	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_0$
Disten	$\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_0$

## 1.8. Grupa staurolitului

Staurolit	$\text{Fe}_2\text{Al}_9[\text{SiO}_4]_6(\text{OH})_2$
-----------	---

## 1.9. Grupa sfenului

Sfen	$\text{CaTi}[\text{SiO}_4](\text{O, OH, F})$
------	--

## 1.10. Alți nezosilicați

Datolit	$\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$
Lamproflit	$\text{Na}_2(\text{Sr,Ba})_2\text{Ti}_3[\text{SiO}_4]_4(\text{OH,F})$

## 1.1. GRUPA OLIVINEI

Serie izomorfă completă formată prin substituția  $\text{Mg}$  și  $\text{Fe}^{2+}$ , în următorii termeni:

- forsterit $\text{Mg}_2 [\text{SiO}_4]$	0,00 - 10,00% Fe
- crisolit	10 - 30% Fe
- hialosiderit	30 - 50% Fe
- hortonolit	50 - 70% Fe
- ferhortonolit	70 - 90% Fe
- fayalit $\text{Fe}_2 [\text{SiO}_4]$	90 - 100% Fe

## FORSTERIT : Mg<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

*Izostructural cu toți termenii seriei izomorfe din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,756 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,195 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,981 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4665 : 1 : 0,5867$ .

**Celula conține:** Mg<sub>8</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale tabulare groase. De obicei apare masiv, compact sau granular; granule încrustate, neregulate sau rotunjite.

**Culoarea:** verde, verde de lămâie, alb.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre gras. Transparent sau translucid.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 50^\circ 04' & (101) \wedge (\bar{1}01) = 102^\circ 54' \\ (021) \wedge (0\bar{2}1) = 99^\circ 40' & (111) \wedge (\bar{1}\bar{1}1) = 40^\circ 80' \\ (120) \wedge (\bar{1}20) = 93^\circ 54' & (121) \wedge (\bar{1}21) = 72^\circ 18' \end{array}$$

**Macle:** (100), (011) rare.

**Clivaj:** (010) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H** = 7 ; **G** = 3,275.

**Compoziția chimică:** MgO = 57,83%, FeO = 1,11%, SiO<sub>2</sub> = 41,72%. Întrucât Mg și Fe sunt elemente diadochy, este normal ca forsteritul să posede cantități reduse (< 10,00%) de FeO. Mg poate fi substituit de mici cantități de Mn, Ca, precum și de Cr<sup>3+</sup> și Ni<sup>2+</sup>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:  $a = 1,635$ ,  $b = 1,651$ ,  $g = 1,670$ . Birefringența:  $\Delta = 0,035$ . Biax pozitiv.  $2V = 82^\circ$ . P.A.O. (001).

Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 407 p; 429 fp; 468 i; 506 fp; 524 i; 545 i; 610 p; 840 m; 890 fp,l; 960 i; 995 p.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 5,10/50/(020); 4,30/10/(110); 3,883/70/(021); 3,723/10/(101); 3,496/10/(111); 3,478/20/(120); 3,007/10/(121); 2,992/10/(002); 2,768/60/(130); 2,512/70/(131); 2,458/100/(112); 2,383/5/(200); 2,347/20/(041); 2,316/10/(210); 2,269/40/(122); 2,250/30/(140); 2,161/10/(220); (211); 2,032/5/(132); 1,876/20/(150); 1,785/5/(151); 1,750/40/(222); 1,740/10/(240); 1,731/10/(132); 1,671/10/(241); 1,636/10/(061); 1,634/10/(232); 1,619/20/(133); 1,590/5/(152); 1,497/20/(004); 1,479/20/(062); 1,397/10/(170), (233); 1,388/5/(312); 1,351/20/(322); 1,316/10/(134).

## CRISOLIT (Mg, Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

*Izostructural cu toți termenii izomorfi din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

**Z** = 6.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,77 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,28 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,00 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4640 : 1 : 0,5837$ .

**Celula conține:** (Mg, Fe)<sub>8</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** de obicei cristale tabulare groase, cu striații verticale; zonele terminale au formă de pană. Apare

masiv, compact sau granular; poate fi întâlnit și ca granule încrustate, neregulate sau rotunjite.

**Culoarea:** verde, galben de lămâie.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** asemănătoare celor de la forsterit.

**Macle:** (100) și (011); rare.

**Clivaj:** (010) și (100) imperfect.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7$  ;  $G = 3,33 - 3,53$ , în funcție de raportul  $Mg : Fe$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$  și conține 10 - 30%  $Fe^{2+}$ . Izomorf cu termenii din grupa olivinei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:

$n = 1,650$ . Biax pozitiv.  $2V \approx 90^\circ$ . P.A.O. (001). Dispersia:  $r > v$ .

**Difracția de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 5,13/40/(020); 3,880/40/(021); 3,730/10/(101); 3,502/20/(111); 3,485/10/(120); 3,010/10/(121); 2,995/10/(002); 2,771/100/(130); 2,515/60/(131); 2,461/60/(112); 2,381/5/(200); 2,351/20/(041); 2,319/5/(210); 2,273/30/(122); 2,252/30/(140); 2,162/10/(220), (211); 2,034/5/(132); 1,953/5/(221), (230), (042); 1,880/10/(150); 1,794/10/(161); 1,751/50/(222); 1,743/10/(240); 1,733/10/(123); 1,673/10/(241); 1,639/10/(062); 1,632/10/(232); 1,621/20/(133); 1,529/10/(152); 1,517/5/(213); 1,506/5/(242); 1,499/20/(004); 1,482/20/(062); 1,399/5/(170); 1,397/5/(233); 1,390/10/(312); 1,354/10/(322); 1,319/10/(134).

### HIALOSIDERIT : $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$

*Izostructural cu toți termenii izomorfi din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,783 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,335 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,031 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4628 : 1 : 0,5836$ .

**Celula conține:**  $(Mg, Fe)_8[SiO_4]_4$ .

**Habitus:** cristale tabulare groase, cu striații verticale și cu terminații în formă de pană. Frecvent apare masiv, compact sau granular. Se întâlnesc și granule încrustate, neregulate sau rotunjite.

**Culoarea:** verde, galben de lămâie.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos, înclinând spre gras. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** comune la toți termenii seriei izomorfe.

**Macle:** (100), (011), rare.

**Clivaj:** (010) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7$  ;  $G = 3,69$ , variază conform raportului  $Mg : Fe^{2+}$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $(Mg, Fe)_2[SiO_4]$  și conține 30 - 50%  $Fe^{2+}$ . Izomorf cu termenii din grupa olivinei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:

$\alpha = 1,721$ ,  $\beta = 1,748$ ,  $\gamma = 1,757$ ,  $\Delta = 0,036$ . Biax negativ.  $2V \approx 80^\circ$ .

**Difracția de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 5,15/20/(020); 3,916/40/(021); 3,744/10/(101); 3,516/30/(111); 3,481/10/(120); 3,030/10/(121); 3,014/10/(002); 2,791/100/(130); 2,601/10/(022); 2,578/5/(040); 2,533/60/(131); 2,475/60/(112); 2,391/5/(200); 2,370/20/(041); 2,330/5/(210); 2,285/30/(122); 2,270/30/(140); 2,173/10/(220), (211); 2,048/5/(132); 1,962/5/(221), (230); 1,894/10/(150); 1,823/5/(113); 1,807/10/(151);

1,761/50/(222); 1,754/10/(240); 1,743/10/(123); 1,684/10/(211); 1,654/10/(061); 1,644/5/(232); 1,631/20/(133); 1,604/10/(152); 1,586/10/(043); 1,523/5/(213); 1,513/5/(242); 1,508/20/(004); 1,494/20/(062); 1,408/10/(170); 1,406/10/(233); 1,397/10/(312); 1,359/10/(322).

### HURTONOLIT : (Fe, Mg)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

*Izostructural cu toți termenii izomorfi din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,799 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,393 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,063 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4618 : 1 : 0,5834$ .

**Celula conține:** (Fe, Mg)<sub>8</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale tabulare groase, rotunjite. Frecvent apare masiv, compact sau granular.

**Culoarea:** verde deschis până la brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** comune la toți termenii seriei izomorfe.

**Macle:** (100) rare.

**Clivaj:** (010) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**H = 7 ; G = 3,88**, variază conform raportului Fe<sup>2+</sup> : Mg.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei (Fe, Mg)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] și conține 50 - 70% Fe. Izomorf cu termenii din grupa olivinei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,752$ ,  $\beta = 1,781$ ,  $\gamma = 1,795$ ,  $\Delta = 0,043$ . Biax negativ.  $2V = 65^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 s; 495 p,l; 566 p,l; 825 p,a; 875 p; 920 i; 955 p; 970 i; 1080 i.

**Difractometria de raze X:** 5,21/20/(020); 3,945/20/(021); 3,762/10/(101); 3,535/30/(111); 3,045/5/(121); 3,027/10/(002); 2,810/100/(130); 2,616/20/(022); 2,599/10/(040); 2,549/60/(131); 2,489/70/(112); 2,400/5/(200); 2,389/20/(041); 2,340/5/(210); 2,297/20/(122); 2,286/30/(140); 2,184/10/(220), (211); 2,062/5/(132); 1,974/5/(221), (230); 1,908/10/(150); 1,834/5/(111); 1,820/10/(151); 1,769/40/(222); 1,761/10/(240); 1,753/5/(123); 1,693/10/(241); 1,665/20/(061); 1,640/10/(133); 1,615/10/(152); 1,595/10/(043); 1,531/5/(213); 1,525/5/(242); 1,515/20/(004); 1,504/20/(062); 1,419/5/(170); 1,414/5/(233); 1,403/5/(312); 1,367/10/(322); 1,333/10/(134); 1,275/5/(262).

### FEROHORTONOLIT : (Fe, Mg)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

*Izostructural cu toți termenii izomorfi din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,804 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,403 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,070 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4618 : 1 : 0,5835$ .

**Celula conține:** (Fe, Mg)<sub>8</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale tabulare groase rotunjite. De obicei apare masiv, compact sau granular.

**Culoarea:** galben-verzui până la brun.

**Urma:** incoloră.



**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** comune la toți termenii seriei izomorfe.

**Clivaj:** (010) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7$  ;  $G = 4,15$ ; variază cu raportul  $Fe^{2+} : Mg$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $(Fe, Mg)_2[SiO_4]$  și conține 70 - 90% Fe. Izomorf cu termenii din grupa olivinei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben de lămâie. Ușor pleocroic cu absorbția  $\gamma > \beta$ .

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,786$ ,  $\beta = 1,822$ ,  $\gamma = 1,833$ ;  $\Delta = 0,047$ . Biax negativ.  $2V = 58^\circ$ .

**Difractometria de raze X:** 5,22/20/(020); 3,958/20/(021); 3,770/10/(101); 3,547/30/(111); 3,055/5/(121); 3,037/10/(002); 2,821/100/(130); 2,625/20/(022); 2,612/10/(040); 2,559/50/(131); 2,495/70/(112); 2,409/5/(200); 2,400/20/(041); 2,346/5/(210); 2,306/20/(122); 2,297/30/(140); 2,189/10/(220), (211); 2,066/5/(132); 1,917/5/(150); 1,838/5/(113); 1,829/10/(151); 1,775/40/(222); 1,766/10/(240); 1,699/10/(241); 1,675/20/(061); 1,646/10/(133); 1,622/10/(152); 1,602/10/(043); 1,534/5/(213); 1,530/5/(242); 1,520/20/(004); 1,511/20/(062); 1,426/5/(170); 1,417/5/(233); 1,407/10/(312); 1,370/5/(322); 1,338/10/(134); 1,280/5/(262)



*Izostructural cu toți termenii seriei izomorfe din grupa olivinei*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,817 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,477 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,105 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4598 : 1 : 0,5827$ .

**Celula conține:**  $Fe_8[SiO_4]_4$ .

**Habitus:** cristale tabulare groase, mici, uneori cu terminațiile în formă de pană. Apare masiv, compact sau granular.

**Culoarea:** galben-verzui, brun-gălbui, brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent până la translucid.

**Forme principale** și unghiuri:

$$\begin{array}{ll} (110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 50^\circ 04' & (101) \wedge (\bar{1}01) = 102^\circ 54' \\ (021) \wedge (0\bar{2}\bar{1}) = 99^\circ 40' & (111) \wedge (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 40^\circ 80' \\ (120) \wedge (\bar{1}20) = 93^\circ 54' & (121) \wedge (\bar{1}\bar{2}\bar{1}) = 72^\circ 18' \end{array}$$

**Macle:** (100), rare.

**Clivaj:** (010) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7$  ;  $G = 4,32$ .

**Compoziția chimică:** FeO = 66,10%, MnO = 3,20%,  $Fe_2O_3 = 0,83\%$ ,  $SiO_2 = 29,75\%$ ,  $H_2O^+ = 0,19\%$ . Fayalitul poate să conțină cantități mici de Mg (< 10%).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben de lămâie, galben-verzui. Ușor pleocroic cu absorbția  $\gamma > \beta$

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,827$ ,  $\beta = 1,869$ ,  $\gamma = 1,879$ ,  $\Delta = 0,052$ .

Biax negativ  $2V = 134^\circ$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 320 m; 370 m; 480 m,l; 495 i; 505 i; 562 m,l; 828 m; 875 fp; 915 i; 948 p; 960 i; 1060 s,l.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 5,25/20/(020); 3,97/20/(021); 3,784/10/(101); 3,558/30/(111); 3,075/5/(121); 3,047/10/(002); 2,831/100/(130); 2,634/20/(022); 2,621/20/(040); 2,566/50/

(131); 2,501/70/(112); 2,416/5/(200); 2,408/20/(041); 2,350/5/(210); 2,313/20/(122); 2,303/30/(140); 2,194/10/(220), (211); 2,071/5/(132); 1,842/5/(113); 1,834/10/(151); 1,778/30/(222); 1,770/10/(240); 1,703/10/(241); 1,679/10/(061); 1,650/10/(133); 1,626/10/(252); 1,606/10/(043); 1,539/5/(213); 1,533/5/(242); 1,523/20/(004); 1,516/20/(062); 1,430/5/(170); 1,420/5/(233); 1,412/5/(312); 1,371/5/(322); 1,341/10/(134); 1,283/5/(262)

### MONTICELLIT : $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$

*Varietate: kirschsteinit, conține  $\text{Fe}^{2+}$  în substituție pentru Mg*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,815 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,08 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,37 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4346 : 1 : 0,5749$ .

**Celula conține:**  $\text{Ca}_4\text{Mg}_4[\text{SiO}_4]_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice lungi ( $\approx 8 \text{ cm}$ ). Apare masiv, granular; este întâlnit și sub forma granulelor diseminate.

**Culoarea:** incolor, cenușiu, verzui.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Macle:** (031) plan de maclă.

**Clivaj:** (010) slab. Casant.

**H = 5 1/2 ; G = 3,08 - 3,27 ; F = 1490°C.**

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 30,96 - 39,37\%$ ,  $\text{MgO} = 19,26 - 23,04\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 1,17\%$ ,  $\text{FeO} = 1,26 - 7,57\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,70\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,75\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,13\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 33,34 - 37,46\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,84\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,56\%$ . Mg poate fi substituit de mici cantități de  $\text{Fe}^{2+}$ , iar Ca de Mn, ceea ce presupune existența unei serii izomorfe de tipul monticellit ( $\text{CaMgSiO}_4$ ) - glaucocroit ( $\text{CaMnSiO}_4$ ) - kirschsteinit ( $\text{CaFeSiO}_4$ ). Când substituția Mg prin  $\text{Fe}^{2+}$  este înaintată, se definește varietatea denumită kirschsteinit cu următoarea compoziție chimică:  $\text{CaO} = 29,30\%$ ,  $\text{MgO} = 4,95\%$ ,  $\text{MnO} = 1,65\%$ ,  $\text{FeO} = 29,34\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,66\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,26\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,23\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 32,71\%$  și următoarea dimensiune a celulei elementare:  $a_0 = 4,859 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 11,132 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,420 \text{ \AA}$

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,639 - 1,654$ ,  $\beta = 1,646 - 1,664$ ,  $\gamma = 1,653 - 1,674$ ,  $\Delta = 0,012 - 0,020$ .

P. A.O. (001). Biax negativ.  $2V = 72^\circ - 82^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 311 p; (383 p + 428 p)d; 482 i; 518 p; 592 m; 828 p; 885 fp; 949 m; 975 fp; 1060 i,l

**Difractometria de raze X:** 4,15/30/(021); 3,84/5/(101); 3,62/40/(111), (120); 3,15/20/(121); 3,08/30/(012); 2,86/70/(130); 2,75/5/(022), (040); 2,65/100/(102); 2,57/50/(112); 2,39/50/(200), (122); 2,21/10/(220), (211); 2,10/10/(042); 1,902/10/(113); 1,811/90/(240), (222); 1,763/30; 1,714/30; 1,677/10; 1,590/90/(004); 1,538/20; 1,500/30; 1,427/20; 1,386/60; 1,355/20; 1,326/10; 1,286/5; 1,268/10; 1,221/2,5; 1,202/40/(400); 1,164/30; 1,140/0,5; 1,125/10.

### TEFROIT : $\text{Mn}_2[\text{SiO}_4]$

*Varietăți: picrotefroit, conține Mg; roepperit, conține Zn*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,86 - 4,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,60 - 10,62 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,22 - 6,25 \text{ \AA}$ .

**Celula conține:**  $\text{Mn}_8[\text{SiO}_4]_4$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice, modificate; de obicei sunt alungite paralel cu axa c. Apare masiv, compact sau sub forma granulelor diseminate.

**Culoarea:** cenușiu, verde-oliv, verde-albăstrui, roșu de flacără, brun-roșcat.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent sau translucid.

**Macle:** (011) rare.

**Clivaj:** (010) bun, (001) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 6$   $G = 4,113$

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - 2,32%, MgO = 0,46 - 2,10%, MnO = 62,12 - 66,81%, FeO = 0,31 - 4,57%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,21%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,48%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,05%, SiO<sub>2</sub> = 28,78 - 29,31%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00 - 0,20%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,00 - 0,02%. Mn poate fi substituit de Zn sau Mg. Varietățile de tefroit și knebelit, la care substituția (Mn, Fe<sup>2+</sup>) ↔ Mg este înaintată, au primit denumirea de picrotefroit.

Varietățile cu conținut ridicat de Zn și Fe<sup>2+</sup> au fost denumite roepperit; este posibilă, însă, ca acestea să reprezinte probe de tefroit contaminate cu zincit. Întrucât substituția Mn<sup>2+</sup> cu Fe<sup>2+</sup> este frecventă, se admite existența unei serii izomorfe între tefroit și knebelit, serie ce se continuă până la fayalit, ca ultim termen. Analizele au raportat și prezența apei, precum și cantități apreciabile de CO<sub>2</sub>, ultimul fiind datorat impurităților carbonatice.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun-roșcat, albăstrui. Pleocroic cu absorbția  $\alpha < \gamma < \beta$ .

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . P.A.O. (001). Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,775 - 1,815$ , brun-roșcat,  $\beta = 1,810 - 1,853$  roșcat,  $\gamma = 1,826 - 1,867$  albastru-verzui;  $\Delta = 0,046 - 0,051$ .

Biax negativ.  $2V = 44^\circ - 61^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 300 fp; 360 p; 435 i; 485 p; 510 i; 575 p; 820 p,a; 885 - 875 fp; 908 - 935 i; 943 - 968 p; 976 i.

**Difractometria de raze X** (radiație CrK $\alpha$ , filtru V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 5,29/10/(020); 4,44/10/(110); 4,25/10; 4,03/10/(021); 3,61/65/(111); 3,14/15/(121), (002); 2,86/85/(130); 2,81/10; 2,69/30/(022); 2,65/5/(040); 2,60/70/(121); 2,56/100/(112); 2,44/15/(200); 2,39/5/(210), (041); 2,36/15/(122); 2,33/10/(140); 2,23/10/(220), (211); 1,81/70/(222); 1,80/20/(240); 1,73/10; 1,70/20; 1,69/20; 1,65/10

GLAUCOCROIT : CaMn[SiO<sub>4</sub>]

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,92$  Å,  $b_0 = 11,14$  Å,  $c_0 = 6,50$  Å.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4417 : 1 : 0,5835$ .

**Celula conține:** Ca<sub>4</sub>Mn<sub>4</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale lung prismatice, dezvoltate individual sau în agregate. Apare masiv, fin până la larg granular

**Culoarea:** verde-albăstrui, alb, roz.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Macle:** (011), de împăntrundere și de contact.

**Clivaj:** (001) slab. Foarte casant.

$H = 6$ ;  $G = 3,48$ ;  $F = 1335^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 28,95%, MnO = 38,00%, SiO<sub>2</sub> = 31,48%. Corespunde formulei CaMn[SiO<sub>4</sub>]. Ca poate fi substituit de cantități mici de Mg, iar Mn de Fe<sup>2+</sup>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,685$ ,  $\beta = 1,723$ ,  $\gamma = 1,736$ ;  $\Delta = 0,051$ . Biax negativ.  $2V = 61 - 68^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 566 p; 816 m; 865 fp; 915 i; 938 i; 956 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 2,69/80; 2,63/80; 1,85/100.

## K N E B E L I T : (Mn, Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]

*Sinonim: manganofayalit*

*Varietăți: roepperit, conține Zn și picrotrofroit, conține Mg*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,82 - 4,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,49 - 10,60 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,09 - 6,22 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4595 : 1 : 0,5806$ .

**Celula conține:** (Mn, Fe)<sub>8</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale scurt prismatice. De obicei apare masiv, compact sau granular.

**Culoarea:** negru-cenușiu, negru-brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau gras. Translucid.

**Clivaj:** (010) bun, (001) și (110) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant

**H = 6 1/2 ; G = 3,96 - 4,2** în funcție de raportul Mn : Fe.

**Compoziția chimică:** CaO = 0,07 - 2,51%, MgO = 0,05 - 4,02%, MnO = 5,75 - 52,45%, FeO = 10,99 - 60,65%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 4,06%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,68%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,15%, SiO<sub>2</sub> = 27,97 - 29,40%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,00 - 4,02%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00 - 0,10% (Mn, Fe<sup>2+</sup>) pot fi substituie de Zn; când această substituție este importantă (ca în cazul tefroitului), varietatea poartă numele de roepperit. De asemenea, sunt citate substituții (Mn, Fe) ↔ Mg definind varietatea picrotrofroit. Sunt citate mici cantități de H<sub>2</sub>O și CO<sub>2</sub>, ultimul datorită impurităților carbonatice.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau gălbui, albăstrui, slab pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,775 - 1,815$ , gălbui,  $\beta = 1,810 - 1,853$ , incolor,  $\gamma = 1,826 - 1,867$ , albăstrui;  $\Delta = 0,046 - 0,051$ . Biax negativ.  $2V = 44^\circ - 61^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 p,l; 505 i; 562 fp; 663 fs; 725 i; 875 m,a; 912 i; 940 i; 952 p; 1020 i; 1058 i.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK, filtru Na): 5,31/30/(020); 4,02/20/(021); 3,58/30/(111); 3,08/20/(002); 2,86/100/(130); 2,66/10/(022); 2,59/30/(131); 2,49/20/(112); 2,44/20/(200); 2,34/20/(122); 2,09/10/(132); 1,945/10/(150); 1,792/30/(222); 1,719/40/(141); 1,696/10/(061); 1,667/20/(133); 1,540/20/(004); 1,530/10/(062).

## 1.2.GRUPA HUMITULUI

### H U M I T : 3 Mg<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]Mg(OH,F)<sub>2</sub>

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 20,86 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,74 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,23 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 4,4008 : 1 : 2,1582$ .

**Habitus:** cristale mici, cu habitus variat, de obicei intens modificat.

**Culoarea:** alb, galben, oranj închis, brun.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (100) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

**Macle:** Formează concreșteri paralele regulate cu condroitul -  $Mg(OH, F)_2 \cdot 2 Mg_2[SiO_4]$ , forsteritul, clinohumitul -  $Mg(OH, F)_2 \cdot 4 Mg_2[SiO_4]$  - și monticellitul în care planul (010) al mineralelor din grupa humitului este paralel cu planul (001) al celorlalte.

$H = 6$  ;  $G = 3,20 - 3,32$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00 - urme; MgO = 48,93 - 55,51%, MnO = 0,52 - 0,84%, FeO = 3,31 - 7,77%,  $Fe_2O_3 = 0,33 - 2,66\%$ ,  $Al_2O_3 = 0,00 - 1,46\%$ ,  $TiO_2 = 0,00 - 2,00\%$ ,  $SiO_2 = 34,56 - 35,79\%$ ,  $H_2O^+ = 0,91 - 1,70\%$ ,  $H_2O^- = 0,00\%$ , F = 2,77 - 4,37%.

Mg poate fi substituit cu  $Fe^{2+}$ , dar spre diferență de grupa olivinei, cantitățile înlocuite sunt mici. OH și F se substituie reciproc cu ușurință.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben. Pleocroic. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,607 - 1,643$ , gălbui, galben intens;  $\beta = 1,619 - 1,653$ , incolor, gălbui deschis;  $\gamma = 1,639 - 1,675$ , incolor, gălbui.  $\Delta = 0,029 - 0,031$ . Biax pozitiv.  $2V = 65 - 84^\circ$ . P.A.O. (001). Dispersia:  $r > v$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 10,4/6/(020); 5,17/10/(040); 5,11/10/(200); 4,97/18/(210); 4,59/20/(220); 4,20/2/(111); 3,97/6/(121); 3,90/12/(031); 3,66/6/(131); 3,64/50/(240); 3,47/6/(201); 3,453/30/(060); 3,430/25/(211); 3,312/50/(141); 3,119/8/(051); 3,102/8/(231); 2,980/6/(151); 2,885/6/(241); 2,770/25/(301); 2,744/30/(311); 2,691/50/(161); 2,674/6/(321); 2,589/8/(030); 2,572/40/(331); 2,490/4/(420); 2,453/4/(261); 2,443/30/(341); 2,438/70/(171); 2,399/20/(430); 2,308/8/(022); 2,304/(12)(351); 2,297/8/(440); 2,256/100/(271); 2,251/35/(401), (122); 2,218/18/(181); 2,189/8/(132); 2,158/6/(361); 2,107/40/(142); 2,103/30/(222); 2,057/6/(460); 1,920/6/(2.10.0), (291); 1,881/8/(501); 1,867/8/(1.10.1); 1,850/2/(521); 1,814/6/(531); 1,794/2/(471); 1,779/6/(2.10.1); 1,772/6/(391); 1,7477/6/(082); 1,7387/65/(272); 1,7229/6/(182); 1,7117/4/(490), (551); 1,6995/4/(481); 1,6859/12/(432); 1,6581/10/(3.10.1), (630); 1,6486/2/(442); 1,6256/2/(372); 1,6213/16/(640); 1,6032/4/(452); 1,5863/6/(621); 1,5575/4/(3.11.1); 1,5525/14/(462); 1,5419/4/(1.10.2), (123); 1,5223/10/(2.13.0); 1,5192/8; 1,5176/6/(4.11.0); 1,4948/2/(1.13.1); 1,4895/16; 1,4786/70/(670); 1,4644/2/(3.12.1); 1,4588/2/(1.11.2); 1,4326/2/(303); 1,4223/ < 1/(163), (2.14.0)

### 1.3. GRUPA ZIRCONULUI

Z I R C O N :  $ZrSiO_4$

*Varietate:* cyrtolit

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $I 4_1/a m d$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,60 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,98 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,9061$ .

**Celula conține:**  $Zr_4[SiO_4]_4$ .

**Habitus:** cristale prismatice; uncori bipiramidale. Apare în agregate fibro-radiare sau ca granule independente și paralele sau subparalele cu fețe și margini curbate.

**Culoarea:** incolor sau cu nuanțe de brun, verde, cenușiu, galben și roșu.

**Luciu:** sticlos sau adamantin; varietățile metamictice au luciul sticlos sau gras. Transparent, cu excepția cristalelor metamictice care sunt transparente, mergând până la opace.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (101) \wedge (011) = 56^\circ 40' & (100) \wedge (101) = 47^\circ 51' \\ (301) \wedge (031) = 83^\circ 08' & (100) \wedge (301) = 20^\circ 13' \\ (110) \wedge (211) = 31^\circ 43' & (211) \wedge (121) = 32^\circ 56' \end{array}$$

**Macle:** (111), (100) și (221) rare; cele cu planul (111) sunt uneori zonate.

**Clivaj:** (110) bun, (111) slab.

**Spărtura:** neregulată; varietățile metamictice se sparg concoidal. Casant.

$H = 7 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,6 - 4,7$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,02 - 0,55%, MgO = 0,00 - 1,09%, MnO = 0,00 - 0,41%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,08 - 2,64%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,02%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,52%, ZrO<sub>2</sub> + HfO<sub>2</sub> = 51,68 - 67,42%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,00 - 3,44%, ThO<sub>2</sub> = 0,00 - 2,15%, SiO<sub>2</sub> = 27,13 - 33,34%, H<sub>2</sub>O\* = 0,00 - 3,12%, H<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,32% Prezența HfO<sub>2</sub> este constantă și are concentrații mai mari în zirconul metamictic, Si<sup>4+</sup> poate fi înlocuit cu P<sup>5+</sup>. Întrucât Zr<sup>4+</sup> este înlocuit cu mici cantități de Th<sup>4+</sup> și U<sup>4+</sup>, mineralul se comportă radioactiv.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, brun deschis. Ușor pleocroic cu absorbție  $\omega > \epsilon$ .

Indicii de refracție:  $\omega = 1,923 - 1,960$ ,  $\epsilon = 1,968 - 2,015$ ,  $\Delta = 0,042 - 0,065$ . Uniax pozitiv.

Dispersia foarte puternică.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, fereastră Al): 4,44/40/(111); 3,298/100/(220); 2,658/20/(311); 2,525/80/(202); 2,338/40/(400); 2,287/10/(410); 2,219/20/(222); 2,063/60/(331); 1,927/20/(113); 1,827/20/(223); 1,750/40/(511); 1,713/80/(422); 1,655/60/(440), (133); 1,476/40/(620), (333); 1,383/40/(602); 1,295/40/(551), (711), (324); 1,256/20/(404); 1,194/40/(005); 1,169/20/(115), (800); 1,107/20/(444), (315); 1,064/20/(405).

THORIT : Th[SiO<sub>4</sub>]

**Varietăți:** uranotorit, conține 10 - 16% U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, iar U<sup>4+</sup> înlocuiește Th<sup>4+</sup>; macintoshit, conține U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>; thoroiumit, conține U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, H<sub>2</sub>O, P și Tr; orangit, transparent, de culoare portocalie

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4/a m d.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,32 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,8876$ .

**Celula conține:** Th<sub>4</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>4</sub>.

**Habitus:** cristale scurt prismatic cu fețele (100) și (101) mai dezvoltate; cristale piramidale (101), cu fețe de prismă mici sau absente. Apare masiv sau în mase reniforme; granule anhedrale încrustate.

**Culoarea:** galben-bruniu, galben, galben-oranj, brun închis până la negru, brun-roșcat, mai rar verde sau negru-verzui.

**Luciu:** sticlos; rășinos sau gras în spărtură proaspătă; mat când este alterat. Fragmentele subțiri sunt transparente; masiv este translucid sau opac. Nu este fluorescent.

**Clivaj:** (100) bun; nu se observă la cristalele metamictice.

**Spărtura:** concoidală, subconcoală sau așchioasă. Casant.

$H = 1/2$  ;  $G = 4,1 - 6,7$ , scade la creșterea conținutului în apă.

**Compoziția chimică:** corespunde formulei Th[SiO<sub>4</sub>]; U<sup>4+</sup> înlocuiește Th<sup>4+</sup> apărând varietățile denumite uranotorit, macintoshit și thoroiumit. Ultima dintre acestea conține cea mai mare cantitate de apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, galben, verzui. Varietățile metamictice sunt izotrope și au  $N = 1,664 - 1,870$ . Varietățile uniax pozitive au  $\omega = 1,818 - 1,825$ ,  $\epsilon = 1,839 - 1,840$ ,  $\Delta = 0,021 - 0,015$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 i; 460 p; ~ 700 s; 900 i; 1000 fp,l; ~ 1200 i; 1650 s,l

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 4,72/85/(101); 3,55/100/(200); 2,842/45/(211); 2,676/75/(112); 2,516/30/(220); 2,361/3/(202); 2,222/30/(301); 2,019/20/(103); 1,885/30/(321); 1,834/65/(312); 1,782/20/(400); 1,757/15/(213); 1,667/10/(411); 1,594/20/(420); 1,578/9/(004), (303); 1,484/20/(332); 1,444/15/(204), (323); 1,392/15/(501), (431); 1,338/15/(224), (413); 1,296/5/(521); 1,280/20/(512); 1,262/4/(440); 1,245/2/(105); 1,189/6/(600); 1,182/10/(404), (433); 1,175/7/(215); 1,152/5/(611); 1,141/15/(532); 1,128/8/(620); 1,123/15/(424), (523); 1,097/3/(541); 1,065/3/(325); 1,049/4/(631); 1,032/5/(116); 1,024/4/(613); 1,021/3/(415); 1,006/1/(701); 0,991/6/(640); 0,986/7/(444), (543).

## 1.4. GRUPA WILEMITULUI



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,34 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6700$ .

**Celula conține:**  $Z_{12}[\text{SiO}_4]_6$  în unitatea romboedrică.

**Habitus:** cristale prismatice, cu aspect pseudohexagonal, scurte și groase până la lungi și subțiri; terminațiile sunt fie pinacoizi bazali, fie mai mulți pinacoizi. Apare masiv, compact sau fibros. Se întâlnesc și granule diseminate.

**Culoarea:** incolor, alb sau în diferite nuanțe de verde, galben, roșu, brun, cenușiu.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau rășinos. Transparent sau translucid. De obicei prezintă o fluorescență intensă de culoare verde-gălbui când este expus la radiație ultravioletă. Adesea este puternic fosforescent.

**Clivaj:** (0001) și (11 $\bar{2}$ 0) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,89 - 4,19$ ;  $F = 1510^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $\text{Zn}_2[\text{SiO}_4]$ , cu mențiunea că o parte importantă din  $\text{Zn}^{2+}$  poate fi înlocuită cu  $\text{Mn}^{2+}$ . Cristalele provenite din zguri pot conține până la 7%  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$  și 36%  $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ . Se cunosc varietăți ce conțin  $\text{TiO}_2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** uniax pozitiv.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,691 - 1,695$ ,  $\epsilon = 1,710 - 1,723$ ;  $\Delta = 0,02 - 0,03$ . Indicii de refracție variază în funcție de chimism. Varietățile cu 7%  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$  au  $\omega_{\text{Na}} = 1,701$  și  $\epsilon_{\text{Na}} = 1,726$ ,  $\Delta = 0,025$ ; pleocroic cu  $\omega =$  violet-roșcat;  $\epsilon =$  violet albăstrui. Varietățile cu  $\text{TiO}_2$  au  $\omega = 1,701$ ,  $\epsilon = 1,724$ ,  $\Delta = 0,023$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (382 p + 400 p)d; 462 p,a; 575 p,a; 600 i; 615 p; 852 i; 868 - 885 p; (902 fp + 930 fp)d; 975; 1080 i,l.

**Difractometria de raze X**(radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,98/22/(110); 4,35/4/(012); 4,10/17/(211); 4,026/33/(300); 3,486/81/(220); 3,264/4/(122); 3,153/7/(131); 2,834/97/(113); 2,720/3/(312); 2,634/100/(140); 2,533/2/(042); 2,381/1/(232); 2,318/47/(223); 2,287/2/(104); 2,215/1/(241); 2,144/4/(502); 2,074/1/(214); 2,049/5/(422); 2,013/7/(600); 2,011/9/(413); 1,9656/2/(152); 1,9332/9/(250); 1,8502/36/(333); 1,8260/ < 1/(342); 1,8074/1/(161); 1,7817/1/(324); 1,7235/3/(125); 1,6882/7/(603); 1,6752/1/(054); 1,6491/2/(621); 1,6404/7/(523); 1,6273/10/(315); 1,5986/10/(710); 1,5863/ < 1/(514); 1,5516/11/(006); 1,5203/9/(630); 1,4570/ < 1/(271); 1,4475/ < 1/(306); 1,4205/30/(713).



**Sinonim:** fenakit

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

$Z = 18$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,45 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,23 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,665$ .

**Habitus:** cristale romboedrice, prismatice, columnare, mai rar lung prismatice sau aciculare. Apare granular: în agregate aciculare, columnare sau ca sferulite cu structură fibro-radiară.

**Culoarea:** incolor sau galben, roz-gălbui, roz, brun.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Macle:**  $(10\bar{1}0)$  comune.

**Clivaj:**  $(11\bar{2}0)$  bun și  $(10\bar{1}1)$  imperfect.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7\frac{1}{2} - 8$  ;  $G = 2,93 - 3,00$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $Be_2[SiO_4]$ . Cantități mici de Mg, Ca, Al și Na pot substitui Be.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,654$ ,  $\epsilon = 1,670$ .  $\Delta = 0,016$ . Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 427 p; 579 i; 597 m; 640 m; 695 p; 717 fp; 735 p; 748 i; 778 fp; 815 i; 901 fp; (911 p + 943 p + 1042 p); 1075 i ?.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 624/40/(110); 4,52/3/(021); 3,86/25/(012); 3,66/80/(211); 3,601/30/(300); 3,279/3/(202); 3,119/100/(220); 2,903/17/(122); 2,817/13/(131); 2,518/75/(113); 2,358/70/(410); 2,262/5/(042); 2,187/60/(303); 2,079/50/(330); 2,026/3/(104); 1,982/9/(241); 1,914/9/(502); 1,842/3/(214); 1,829/3/(422); 1,798/5/(600); 1,790/15/(413); 1,755/3/(152); 1,735/7/(431); 1,730/11/(520); 1,658/17/(333); 1,6391/3/(404); 1,6154/3/(161); 1,5850/1/(324); 1,5297/7/(612); 1,5062/25/(603); 1,4916/1/(054); 1,4732/7/(621); 1,4458/1/(315), (072); 1,4306/25/(710); 1,4129/1/(514); 1,4080/1/(045), (262); 1,3755/9/(006); 1,3737/6/(235); 1,3608/5/(630).

## 1.5. GRUPA GRANAȚILOR

Grupa este alcătuită din minerale cu formula  $X_3^{2+} Y_2^{3+} [SiO_4]_3$  în care  $X = Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}$  sau  $Mn^{2+}$ ,  $Y = Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}$  sau  $Ti^{3+}, Mn^{3+}$

Se recunosc două serii distincte între care apare o largă lacună de miscibilitate:

1.5.1. Seria piralspitelor:

pirop  $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$

almandin  $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$

spessartin  $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$

1.5.2. Seria ugranditelor:

grossular:  $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$

andradit:  $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$

uvarovit:  $Ca_3Cr_2[SiO_4]_3$

PIRO P :  $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$

**Varietate:** rhodolit, conține  $Fe^{2+}$  în substituție pentru  $Mg^{2+}$

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** I a 3 d.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,459 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristalele apar rar; de obicei sunt dodecaedrii sau trapezodrii; este găsit sub forma granulelor încrustate; granule rotunjite în depozitele aluvionare.

**Culoarea:** roșu-roz, roșu-purpuriu, roșu-oranj; roșu închis, aproape negru. Varietățile roșii închise denumite impropriu „rubine” sunt pietre semiprețioase. Culoarea depinde de cantitatea de  $Fe^{2+}$  care substituie Mg. Astfel, varietatea rhodolit, de culoare roz (de rododendron) are raportul  $Mg : Fe \approx 2 : 1$ ; creșterea cantității



de  $\text{Fe}^{2+}$  și conferă nuanțe roz-purpurii.

**Urma:** albă, roz.

**Luciu:** sticios. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210) mimetice, rare.

**Clivaj:** absent.

$H = 7 - 7 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,5 - 3,8$ , depinde de substituția  $\text{Mg}^{2+}$  prin  $\text{Fe}^{2+}$ .

**Spărtura:** concoidală. Casant.

**Compoziția chimică:**  $\text{CaO} = 4,71 - 7,98\%$ ,  $\text{MgO} = 11,48 - 20,45\%$ ,  $\text{MnO} = 0,29 - 0,97\%$ ,  $\text{FeO} = 6,17 - 19,63\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,31 - 2,36\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,72\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 21,73 - 24,72\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,26\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 39,25 - 41,97\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,36\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,09\%$ .

În natură nu au fost găsite cristale pure de piroop, ci numai cuprinzând un număr variabil de molecule de almandin și/sau grossular. MgO poate ajunge la 20,45%, el fiind înlocuit de FeO, raportul maxim  $\text{Mg} : \text{Fe} = 2 : 1$  caracterizând varietatea denumită rhodolit. S-au întâlnit și varietăți care conțin 7,90%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  substituind  $\text{Al}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** izotrop. Indicele de refracție,  $n = 1,714$ ; variază cu  $\lambda$  radiației și cu compoziția chimică: astfel, în funcție de  $\lambda$  :  $n_{\text{Li}} = 1,73885$ ,  $n_{\text{Na}} = 1,74436$ ,  $n_{\text{Tl}} = 1,74763$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (462 fp + 482 fp)d; 530 i; 578 p,l; 818 i; (866 - 880 fp + 894 - 910 fp)d; 963 - 980 fp; 1002 i; 1075 i; 2900 ?.

**Difractometria de raze X** (radiație MoK): 2,88/60/(400); 2,58/100/(420); 2,46/30/(332); 2,35/30/(422); 2,26/30/(510); 2,10/20/(521); 2,03/5/(440); 1,87/40/(611); 1,82/10/(620); 1,66/30/(444); 1,60/60/(640); 1,54/100/(642); 1,44/30/(800); 1,42/5/(811); 1,29/40/(840); 1,26/60/(842); 1,24/5/(921); 1,23/40/(664); 1,22/10/(930); 1,16/30/(941); 1,13/10/(862); 1,07/70/(666); 1,05/60/(10.4.2); 1,02/60/(880); 0,96/20; 0,95/20; 0,94/60.



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** I a 3 d.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,526 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale dodecaedrice sau trapezoidrice, combinații ale acestora între ele sau cu hexakisocaedrii.

Sunt cunoscute și cristale ikositetraedrice care subliniază forța de cristalizare a mineralului. Fețele de dodecaedru sunt uneori striate. Apare masiv, compact, larg sau fin granular. Sunt întâlnite și granule încrustate.

**Culoarea:** roșu închis, roșu-brun, negru-brun. Culoarea depinde de gradul de alterare al fierului și de raportul  $\text{Fe} : \text{Al}$ .

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios sau rășinos. Transparent sau translucid. Varietățile roșii și transparente sunt considerate pietre semiprețioase.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210), mimetice.

**Clivaj:** absent. Prezintă uneori separații după (110).

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 7 - 7 \frac{1}{2}$  ;  $G = 4,1 - 4,3$ , în funcție de raportul  $\text{Fe} : \text{Al}$ .

**Compoziția chimică:** Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,03%, CaO = 0,41 - 7,05%, MgO = 2,00 - 6,49%, MnO = 0,86 - 7,30%, FeO = 29,17 - 36,37%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,04 - 1,33%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20,66 - 22,42%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 1,68%, SiO<sub>2</sub> = 36,56 - 38,03%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,00 - 0,57%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00 - 0,13%

Conține cantități apreciabile de molecule de pirop și/sau spessartin. Ti poate interveni atât ca substituent al Si, cât și al cationilor metalici, având în vedere dimensiunea comparabilă a razelor ionice.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau roșcat-roz. Izotrop. Indicele de refracție: n = 1,830.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 i; 480 p,l; 528 i; 570 p,l; 637 i; 855 s; (875 fp + 900 fp)d; 965 fp; 1002 i; 1090 m; 1170 s.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 4,04/30/(220); 2,873/40/(400); 2,569/100/(420); 2,447/5/(332); 2,348/20/(422); 2,257/20/(510); 2,102/20/(521); 2,043/10/(440); 1,866/30/(611); 1,660/30/(444); 1,599/40/(640); 1,540/50/(642); 1,441/20/(800); 1,287/20/(840); 1,257/30/(842); 1,228/10/(664); 1,167/5/(941); 1,070/20/(10.2.2); 1,051/10/(10.4.2); 1,019/10/(880); 0,947/5/(12.2.0); 0,935/10/(11.5.2); 0,869/5/(12.4.4.); 0,860/10/(12.6.0); 0,850/5/(12.6.2); 0,835/5/(10.9.3); 0,792/20/(14.4.0); 0,785/30/(14.4.2).



*Varietate: spandit - cu compoziție intermediară între spessartin și andradit (?)*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m 3 2/m.

**Grupa spațială:** I a 3 d.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 11,621 Å.

**Habitus:** cristale dodecaedrice sau trapezoedrice; pot apare combinații între dodecadru, trapezoedru și hexakisocetaedru. Adesea cristalele au fețele striate. Apare sub forma granulelor încrustate; mase fin sau larg granulare.

**Culoarea:** diferite nuanțe de roșu; roșu oranj, brun-gălbui, brun-roșcat, brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** stielos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210) mimetice.

**Clivaj:** absent. Separații distincte după (110).

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 7-7 1/2 m ; G = 3,8-4,25**, în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** CaO = 1,17-8,58%, MgO = 0,00-3,29%, MnO = 25,96-39,83%, FeO = 1,78-14,27%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-1,80%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20,18-21,63%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-0,42%, SiO<sub>2</sub> = 34,99-37,39%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,00-0,75%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,15%. Mineralul conține uneori molecule de pirop, almandin și grossular. Prezența unor cantități de Fe<sup>3+</sup> și Ti<sup>4+</sup> au sugerat existența unei varietăți de granat denumită spandit, cu compoziție intermediară între spessartin și andradit. Mn poate fi substituit de Y conform schemei: Y<sup>3+</sup> Al<sup>3+</sup> ↔ Mn<sup>2+</sup> Si<sup>4+</sup>.

De altfel, a fost obținută o serie completă între cristale sintetice cu termeni finali spessartinul și ytrogametul, Y<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]<sub>3</sub>, seria posibilă și în natură. A fost identificat și un spessartin cu 43,10% MnO și la care a fost depistată substituția SiO<sub>4</sub> cu PO<sub>4</sub>.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz deschis, brun deschis. Uneori arată zonări bine delimitate. Izotrop; deseori arată o anizotropie anomală datorată presiunii. Indicii de refracție n = 1,800. Cu N<sup>+</sup> pot fi observate macles cu 12,24 sau 48 indivizi dispuși zonar.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (451 fp + 471 fp)d; 520 i; 563 p,l; 631 s; 855 i; (867 fp + 888 fp)d; 952 fp; 990 i; 1070 s,l.

**Difracțiometria de raze X** (radiație FeK $\alpha$ ): 2,90/50/(400); 2,60/100/(420); 2,48/5/(332); 2,37/20/(422); 2,28/20/(431); 2,12/20/(521); 2,05/5/(440); 1,89/50/(532); 1,68/40/(444); 1,66/5/(543); 1,61/60/(640); 1,58/3/(552); 1,55/80/(642); 1,45/20/(800); 1,30/40/(840); 1,27/60/(842); 1,24/30/(664); 1,23/5/(754); 1,17/20/(853); 1,14/5/(862); 1,08/70/(10.4.0); 1,06/60/(10.4.2); 1,03/60/(880); 0,97/20/(884); 0,96/20/(974); 0,94/60/(10.6.4.); 0,90/10/(976).

G R O S S U L A R :  $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

**Varietate:** hessonit, colorat în roșu gălbui, brun-roșcat

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:** 4/m  $\bar{3}$  2/m.

**Grupa spațială:** I a 3 d.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,851 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale dodecaedrice, trapezoedrice; combinații ale acestora între ele sau cu hexakisocetraedrul. Apare masiv, compact; fin sau larg granular; granule încrustate.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, galben, verde-gălbui, verde, brun-gălbui, brun, roz, roșu, negru. Culoarea este larg determinată de cantitatea de Fe și Mn pe care o deține mineralul. Varietatea de culoare roșu-gălbui sau brun-roșcat poartă denumirea de hessonit.

**Urma:** albă.

**Luciu:** stielos sau rășinos. Transparent până la aproape opac.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210), mimetice.

**Clivaj:** absent. Separații după (110).

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 6 1/2-7 ; G = 3,4-3,6,** în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** CaO = 31,76-37,10%, MgO = 0,00-2,75%, MnO = 0,00-2,20%, FeO = 0,28-6,08%, Fe $_2$ O $_3$  = 0,68-14,14%, Al $_2$ O $_3$  = 12,47-23,21, TiO $_2$  = 0,00-0,77%, SiO $_2$  = 26,92-39,96%, H $_2$ O = 0,00-0,57%. Conține un număr variabil de molecule de almandin, pirop sau spessartin. Existența unei serii între grossular și hidrogrossular -  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{SiO}_4)_{1-m}(\text{OH})_{4m}$  - este pusă sub un mare semn de întrebare. Prezența unor cantități mici de Cr îi conferă o culoare sau o tentă verde.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu tente slabe ale culorii naturale. Izotrop. Slabă birefrință anomală datorată presiunii interne din cristal. Indicii de refracție:  $n = 1,734-1,750$ ; în funcție de chimism. Cu N $^+$  pot apare macle sectoriale cu 12, 24 sau 48 indivizi.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 400 p,a; 450 fp; 470 m; 515 i; 540 p; 550 i; 615 șL; 935 fp; 855 fp; 911 fp; 955 i; 1080 i; 2800 ?

**Difracțiometria de raze X** (radiație MoK $\alpha$ , filtru Zr): 2,96/80/(400); 2,65/100/(420); 2,53/20/(332); 2,44/60/(422); 2,33/50/(510), (431); 2,16/60/(521); 2,10/20/(440); 1,92/70/(611), (532); 1,71/60/(444); 1,65/80/(640); 1,58/90/(642); 1,49/50/(800); 1,46/10/(741); 1,33/50/(840); 1,30/60/(842); 1,27/20/(664); 1,21/20/(853), (941); 1,16/10/(862), (10.2.0); 1,11/50/(864), (10.4.0); 1,08/40/(10.4.2.); 1,05/40/(880); 0,993/10/(12.0.0), (884); 0,976/10/(12.2.0); 0,960/30/(10.6.4.), (12.2.2.); 0,883/20/(12.6.0.), (10.8.4.).

# ANDRADIT : $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$

*Varietăți (în funcție de culoare și de chimism): topazolit - galben de miere; demantoidit - verde transparent; melanit și schorlomit - conțin cantități mai mari de  $\text{TiO}_2$ ; allocroit - varietate masivă de culoare brună; poliadelfit - brun gălbui; bogat în  $\text{MnO}$*

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:** I a 3 d.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,048 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale dodecaedrice, trapezoidice sau în combinație între ele și/sau cu hexakisocetraedrii. Apare masiv, compact; fin sau larg granular; granule încrustate.

**Culoarea:** variază mult între verde gălbui, verde, brun verzui, brun, brun-roșcat, negru-cenușiu, negru.

**Culoarea** este dependentă de cantitatea de Ti și Mn; în funcție de aceasta sunt definite varietățile de andradit.

**Luciu:** sticlos sau rășinos. Transparent, mergând până la aproape opac.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210), mimetice.

**Clivaj:** absent. Separații distincte după (110).

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 6 1/2-7; G = 3,7-4,1** - variază în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:**  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,14\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,45\%$ ,  $\text{CaO} = 22,90-33,20\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-1,55\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-11,40\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-4,47\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 17,37-30,40\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,69-10,08\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-17,30\%$ ,  $\text{SiO}_2 = 26,88-37,39\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-1,25\%$ .

Conține cantități variabile de piroop și grossular. Topazolitul poate ajunge la 31,42%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  și 32,49%  $\text{CaO}$ .

Uzual, melanitul conține 1-5%  $\text{TiO}_2$ , dar au fost citate și varietăți cu 20%  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ti}^{4+}$  apare ca un substituent frecvent al  $\text{Fe}^{3+}$  și doar în ocazii rare cu substituent al  $\text{Si}^{4+}$ . De aceea se folosește uneori formula  $\text{Ca}_3(\text{Fe}^{3+}, \text{Ti})_2[\text{Si}_3\text{O}_{12}]$  pentru andradit.

Pe cale sintetică a fost obținută o serie izomorfă completă cu termenii finali andradit - grossular.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau în tente slabe ale culorii macroscopice. Izotrop.

Birefringența anomală slabă manifestată destul de frecvent datorită presiunilor interne. Indicii de refracție:  $n = 1,887$ . Cu  $\text{N}^+$  se observă maciele zonare, cu 12, 24, 48 de indivizi, de formă piramidală, cu vârfulurile unite în centrul maclei.

**Spectrometrie de absorbție în infraroșu:** 439 p; 481 m; 511 p; 591 s; 640 fs? 815 m,a; (833 fp,a + 891 fp,a)d; 930-945 i; 1088 o; ~1500 ?.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,263/13/(220); 3,015/60/(400); 2,696/100/(420); 2,571/13/(332); 2,462/45/(422); 2,365/17/(510); 2,202/17/(521); 1,9564/25/(611); 1,9068/11/(620); 1,7406/9/(444); 1,6728/25/(640); 1,6412/3/(721); 1,6112/60/(642); 1,5073/13/(800); 1,4213/3/(822); 1,3483/13/(840); 1,3157/20/(842); 1,2856/13/(664); 1,2309/3/(844); 1,2182/5/(941); 1,1195/25/(10.4.0); 1,1008/16/(10.4.2.); 1,0659/13/(880); 1,0049/7/(12.0.0.); 0,9912/7/(12.2.0); 0,9781/17/(12.2.2); 0,9359/5/(11.6.3.); 0,8988/7/(12.6.0); 0,8889/5/(12.6.2); 0,8703/5/(888); 0,8527/3/(14.2.0); 0,8361/3/(12.8.0); 0,8282/7/(14.4.0); 0,8205/15/(14.4.2.).

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** I a 3 d.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,00 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** dodecaedric, trapezoedric sau combinații între ele; combinații între acestea și hexakisocaedrii. Fețele de dodecaedru sunt adesea striate. Apare masiv; larg granular sau ca granule încrustate.

**Culoarea:** verde închis, verde-smaragd. Cristalele sintetice sunt de asemenea verzi. Cu creșterea cantității de FeO culoarea verde se adâncește, în timp ce la creșterea cantității de  $\text{TiO}_2$  capătă o culoare verde, "ruginie", prin adâncirea tentei roz sau purpurie.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (110), (211), (321).

**Macle:** (210), mimetice.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulară sau concoidală. Casant.

**H** = 6 1/2-7 ; **G** = 3,4-3,8.

**Compoziția chimică:** CaO = 32,74-34,25%, MgO = 0,04-0,50%, MnO = 0,00-0,15%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  = 0,30-2,46%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  = 14,97-27,54%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  = 1,13-10,77%,  $\text{SiO}_2$  = 35,88-38,40%.

Conține cantități variabile de molecule de grossular și de andradit. Poate conține și mici cantități de  $\text{TiO}_2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Izotrop; presiunile interne și conferă însă o birefrință anomală. Indicele de refracție:  $n = 1,860$ . Cu  $\text{N}^+$  se observă macle sectoriale cu 12, 24, 48 indivizi de formă piramidală, cu vârfurile îndreptate spre centrul maclei. Sectoarele pot fi ușor biaxiale.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 375 p; 425 fp; 455 fp; 540 fp; 610 m; (818 p + 822 p)d; 840 fp; 887-900 fp; 942 i; 1080 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 2,97/61/(400); 2,80/3/(411); 2,65/100/(420); 2,52/15/(332); 2,42/33/(422); 2,33/20/(510), (431); 2,16/15/(521); 2,04/2/(530), (433); 1,97/2/(600), (422); 1,93/38/(611), (532); 1,87/5/(620); 1,83/2/(541); 1,713/18/(444); 1,645/51/(640); 1,588/65/(642); 1,503/2/(732), (651); 1,486/13/(800); 1,415/4/(653); 1,327/20/(840); 1,296/37/(842); 1,256/17/(664); 1,208/2/(853), (941); 1,197/6/(941), (853); 1,166/3/(10.2.0); 1,102/18/(10.4.0), (864); 1,085/16/(10.4.2.); 1,049/13/(880); 0,989/6/(12.0.0.), (884); 0,976/7/(12.2.0); 0,963/18/(10.6.4.), (12.2.2.); 0,895/6/(12.4.4); 0,885/15/(12.6.0), (10.8.4.); 0,873/8/(13.4.0); 0,857/7/(888); 0,823/6/(12.8.0); 0,815/21/(14.4.0), (12.8.2.); 0,808/28/(14.4.2.).

## 1. 6. GRUPA TOPAZULUI

T O P A Z :  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4] (\text{F}, \text{OH})_2$

**Varietate:** pycnit-columnar, compact

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $2/m 2/m 2/m$ .

**Grupa spațială:** P m n b.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,650 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,800 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,394 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5284 : 1 : 0,9539$ .

**Habitus:** cristale scurt sau lungi prismatiche, uneori modificate de la simetria rombică și cu striații verticale.

Apare masiv, larg sau fin granular; varietățile columnare poartă denumirea de pycnit.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, albastrui, verzui, gălbui, brun-gălbui, oranj, roz, roșcat.

**Urma:** albă sau incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (010) \wedge (120) = 43^\circ 26' & (001) \wedge (011) = 43^\circ 41' \\ (010) \wedge (110) = 62^\circ 10' & (001) \wedge (021) = 62^\circ 22' \\ (001) \wedge (121) = 69^\circ 12' & (001) \wedge (111) = 63^\circ 56' \end{array}$$

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** subconoidală sau neregulată. Casant. Piroelectric și piezoelectric.

$H = 8$ ;  $G = 3,49-3,57$ .

**Compoziția chimică:** CaO = 0,00-0,13%, MgO = 0,00-0,07%, FeO = 0,00-0,07%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-0,32%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 55,67-56,76%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-0,01%, SiO<sub>2</sub> = 31,93-33,00%, F = 13,23-20,37%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,19-2,67%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,04%. Prezintă o compoziție chimică stabilă; corespunzătoare formulei Al<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>](F, OH)<sub>2</sub>, singurele variații fiind legate de raportul F : OH. Cantitatea teoretică maximă de F este de 20,7%. În structură poate intra o cantitate mică de Fe și urme de alte elemente.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau având nuanțe ale culorii macroscopice; varietățile colorate sunt pleocroice. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și pleocroismul (pentru varietățile de culoare galben, roz, oranj):  $\alpha = 1,606-1,629$  gălbui;  $\beta = 1,609-1,631$  gălbui;  $\gamma = 1,616-1,638$  roz. Refringența variază invers proporțional cu conținutul în (F, OH),  $\Delta = 0,008-0,011$ ; variază proporțional cu conținutul în (F, OH). Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 48^\circ-68^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 i; 445 fp; 483 m; 525 m,l; 556 m; 585 i; 627 fp; 652 fp; 665 i; 708 m; 775 i; 880-900 p; 935 i; 955 p; 1010 m; 1080 i; 1171 p; 1850 s; 2325 fs; (3330 s + 3570 s)d; 3850 s; 4550 s.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, fereastră Al): 4,12/50/(110); 3,67/70/(111); 3,20/90/(120); 2,96/100/(022), (121); 2,60/20; 2,43/20; 2,32/70/(200); 2,15/20; 2,07/90; 2,01/60; 1,951/20; 1,834/70; 1,795/50; 1,758/50; 1,677/50; 1,651/90; 1,600/50; 1,560/20; 1,538/20; 1,509/70; 1,448/50; 1,425/50; 1,403/100; 1,384/100; 1,343/90; 1,317/20; 1,288/20; 1,271/50; 1,241/50; 1,225/20; 1,205/50; 1,191/20; 1,158/60; 1,147/60; 1,134/60; 1,114/20; 1,094/50; 1,077/20; 1,056/50; 1,077/20; 1,023/70; 1,004/70.

## 1.7. GRUPA SILICAȚILOR DE ALUMINIU

S I L L I M A N I T : Al[AlSiO<sub>5</sub>]

Varietate de fibrolit - fibros; conține 2-3% H<sub>2</sub>O

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b n m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,44 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,59 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,75 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,975 : 1 : 0,702$ .

**Habitus:** cristale lung prismatiche sau aciculare dezvoltate // [001]; fețele terminale nu sunt dezvoltate, iar cele de prismă au striații verticale; varietățile fibroase sunt uneori curbate sau dezvoltate în fascine. Formează mase radiare compacte, agregate fibroase; incluziuni aciculare în cuarț și feldspați; uneori columnar.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, brun, verzui, albastrui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau mătășos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată.

$H = 6 \frac{1}{2} - 7 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,23 - 3,27$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,66 - 37,22\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 59,42 - 63,11\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,09 - 1,26\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,16\%$ ,  $\text{CaO} = 0,12 - 0,80\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 3,16\%$ .

Corespunde formulei  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ .  $\text{Al}^{3+}$  poate fi substituit de  $\text{Fe}^{3+}$   $\text{Ca}^{2+}$  și alte metale alcaline, prezente în mici cantități sunt datorate impurităților. Apa este găsită frecvent fiind absorbită mai ales de varietățile fibroase (fibrolit).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu nuanțe deschise ale culorii naturale; varietățile colorate sunt pleocroice. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,654 - 1,661$ , brun deschis sau galben deschis;  $\beta = 1,658 - 1,662$ , brun sau verzui;  $\gamma = 1,673 - 1,683$ , brun închis sau albastrui.  $\Delta = 0,020 - 0,022$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 21^\circ - 30^\circ$ . P.A.O. (010).  $Bx_a \perp (001)$ . Dispersia :  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 322 s; 335 s; 346 s; 374 s; 440 fs; 491 p,l; 511 s; 534 i; 544 p; 578 i,l; 638 m,l; 693 p; 750 m; 804 i; 825 p; 891 p; 909; 915 fp; 965 fp; 1003-1020 p; 1045 p; 1072 i; 1125; 1169; 1182 p; 1205 i; 3367?.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 5,35/70/(110); 4,56/30/(101); 3,73/50/(200); 3,41/90/(120); 3,36/100/(210); 3,19/10/(021); 2,93/10/(121); 2,88/70/(002); 2,67/80/(220); 2,53/90/(112); 2,42/60/(130); 2,37/10/(310); 2,30/30/(022); 2,28/60/(202); 2,20/100/(122); 2,10/60/(230); 2,09/30/(320); 1,980/20/(231); 1,959/20/(222); 1,868/50/(400); 1,829/60/(312); 1,815/20/(410); 1,807/10/(113); 1,783/30/(330); 1,705/50/(240); 1,690/60/(322); 1,679/70/(420); 1,595/70/(042); 1,567/60/(402); 1,559/30/(142); 1,535/20/(412); 1,516/90/(332); 1,467/10/(242); 1,450/40/(422); 1,440/70/(004); 1,418/20/(250); 1,392/50/(520); 1,343/10/(342); 1,337/20/(440).

#### ANDALUZIT : $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

**Varietăți:** viridin, conține Mn și Fe; chiastolit - cristale în formă de cruce, identificate în șisturile argilo-cărbunoase, materialul argilo - cărbunos dispunându-se orientat, după anumite direcții cristalografice

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,78 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,92 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,57 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9823 : 1 : 0,7032$ .

**Habitus:** cristale prismatice, columnare cu unghiul dintre fețele de prismă de  $89^\circ 12'$ ; cristale în formă de cruce (chiastolit) în șisturi argilo-cărbunoase. Apare masiv, compact, formează agregate columnare sau fibroase.

**Culoarea:** frecvent este roz; alb, roșcat, cenușiu, violet, galben, verde, viridinal este verde închis, aproape negru.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau semisticlos. Transparent, mergând până la opac.

**Macle:** (101), rare.

**Clivaj:** (110) bun, (100) slab;  $(110) \wedge (\bar{1}10) = 89^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

$H = 6 \frac{1}{2} - 7 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,13 - 3,16$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,06 - 36,86\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 60,16 - 62,70\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,11\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,36 - 1,82\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,22\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 0,22\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,48\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,25\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,94\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,08\%$ . Corespunde formulei  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$ , fiind considerat un mineral cu puritate ridicată. Se pare că prezența unor mici cantități de  $\text{Na}_2\text{O}$  și  $\text{K}_2\text{O}$  este solicitată de procesul de formare a mineralului. Viridinal conține până la 9,60  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  și 7,66%  $\text{MnO}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** frecvent este incolor, dar poate fi roz sau verde; varietățile colorate sunt pleocroice. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,629-1,640$ , roz;  $\beta = 1,633-1,644$ , galben verzui;  $\gamma = 1,638-1,650$ , galben verzui.  $\Delta = 0,009-0,011$ .

Biax negativ.  $2 V_{\alpha} = 73^{\circ}-86^{\circ}$ . P.A.O.(010). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 310 p; 360 m; 390 m; 415 i; 440 i; 455 fp; 482 p; 520 p; 559 i; 605 fp,l; 685 p,l; 738 m; 777 m; 855 i; 890 p; 940 fp; 978 p; 1015 i.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ ): 6,26/40; 5,71/80/(001), (110); 5,10/60; 4,61/100/(101), (011); 3,99/80/(200), (020); 3,55/80/(210), (120); 3,11/40/(141); 2,81/80/(002); 2,53/70/(130); 2,46/40/(310); 2,39/40/(031); 2,29/80/(022); 2,18/80/(212), (122); 1,99/40; 1,91/40; 1,86/40; 1,82/60; 1,77/60; 1,72/20; 1,69/20; 1,66/60; 1,60/60; 1,55/60; 1,52/20; 1,49/100; 1,39/70; 1,35/20; 1,30/40; 1,29/40; 1,25/80; 1,22/40; 1,19/40; 1,18/40; 1,14/30; 1,12/20; 1,10/20; 1,09/20; 1,04/20; 1,03/60; 1,02/60.

D I S T E N :  $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$

**Sinonim:** cyanit

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,74 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,57 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9173 : 1 : 0,7196$ ;  $\alpha = 90^{\circ}5'12''$ ,  $\beta = 101^{\circ}2'$ ,  $\gamma = 105^{\circ}44'12''$ .

**Habitus:** cristale tabular - lamelare, aplatizate (100) și alungite // [001]; cristalele nu au fețe terminale. Poate apare și masiv (distenit), lamelar sau fibros. Cristalele sunt adesea răsucite, încovoiate.

**Culoarea:** frecvent este albastrui; de asemenea alb, cenușiu, verzui, gălbui roz, aproape negru. Culoarea poate varia în cadrul unui singur cristal. Culoarea poate să dispară prin încălzire.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos sau perlat. Transparent sau translucid.

**Macle:** (100) lamelare; (001) polisintetice, datorate presiunii.

**Clivaj:** (100) perfect, (010) bun, (001) potrivit.

$H = 4-7 \frac{1}{2}$ ; variază după fața de cristal pe care se determină; depinde de direcția cristalografică; pe fața (100) este  $4-5 // [001]$  și  $6-7 \frac{1}{2} // [010]$ . Cristalele laterale sunt flexibile.  $G = 3,53-3,65$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,55-37,49\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 60,43-62,74\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,43\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,29-1,12\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-0,36\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme}$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,009$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,15\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,12\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,87\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-0,79\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,21\%$ . Mineral cu o puritate ridicată, distenul posedă mici cantități de  $\text{TiO}_2$  datorită incluziunilor de rutil. Au fost identificate și varietăți conținând  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Prezența  $\text{H}_2\text{O}^+$  este pusă pe seama proceselor de alterare de tip micaceu.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau albastrui; Slab pleocroic.  $\gamma \wedge c$  (100) =  $27^{\circ}-32^{\circ}$ ;  $\gamma \wedge c$  (010) =  $5^{\circ}-8^{\circ}$ ;  $\alpha \wedge a$  (001) =  $0^{\circ}-3^{\circ}$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,712-1,718$  incolor;  $\beta = 1,721-1,723$  albastru-violet;  $\gamma = 1,727-1,734$  albastru-cobalt.  $\Delta = 0,012-0,016$ .

Biax negativ.  $2 V_{\alpha} = 82^{\circ}-83^{\circ}$ .  $Bx_{\alpha} = \perp(100)$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 442 p; 470 p; 512 p,l; 550 p; 572 m; 598 i; 610 fp; 630 i; 645 p,l; 720 i,l; 734 i; 881 fs; 902 p; 945 fp; 971 i; 1005 m; 1035 m; 1640 s.

**Diffractometria de raze X:** 6,70/3/(100); 5,89/3/(\bar{1}10); 4,42/5/(110); 4,30/25/(011), (\bar{1}\bar{1}\bar{1}); 3,77/20/(020), (\bar{1}\bar{1}\bar{1}); 3,44/5/(210); 3,35/65/(200); 3,18/100/(021), (111); 3,02/15/(021), (\bar{1}\bar{2}\bar{1}); 2,947/20/(120), (\bar{2}\bar{2}\bar{0}); 2,782/1/(210); 2,727/9/(002), (10\bar{2}); 2,699/25/(\bar{2}\bar{1}\bar{1}); 2,694/25/(21\bar{1}); 2,612/7/(012), (1\bar{1}\bar{2}); 2,602/3/(\bar{1}\bar{3}\bar{0}); 2,520/30/(012), (11\bar{2}); 2,509/20/(030); 2,460/5/(121), (2\bar{2}\bar{1}); 2,366/<1/(102), (131); 2,361/<1/(1\bar{1}\bar{2}), (20\bar{2}); 2,355/30/(\bar{2}\bar{1}\bar{2}); 2,350/30/(\bar{2}\bar{3}\bar{0}); 2,331/20/(03\bar{1}), (431); 2,272/11/(02\bar{2}), (\bar{1}\bar{2}\bar{2}); 2,233/9/(300); 2,214/15/(220),



( $3\bar{2}0$ );  $2,181/7/(2\bar{2}1)$ , ( $3\bar{2}1$ );  $2,168/5/(112)$ ;  $2,163/20/(21\bar{2})$ ;  $2,151/3/(022)$ , ( $12\bar{2}$ );  $2,006/7/(31\bar{1})$ ;  $1,973/3/(2\bar{1}2)$ ;  $1,962/55/(140)$ , ( $3\bar{3}0$ );  $1,935/50/(131)$ , ( $202$ );  $1,930/50/(30\bar{2})$ , ( $3\bar{3}1$ );  $1,883/5/(2\bar{2}2)$ , ( $2\bar{4}0$ );  $1,865/3/(1\bar{3}2)$ , ( $2\bar{3}2$ );  $1,846/3/(1\bar{4}1)$ ;  $1,820/<1/(003)$ ;  $1,791/<1/(11\bar{3})$ ;  $1,764/11/(311)$ , ( $4\bar{1}1$ );  $1,754/<1/(20\bar{3})$ ;  $1,747/3/(041)$ ? ( $013$ );  $1,676/9/(02\bar{3})$ , ( $1\bar{1}3$ );  $1,650/3/(12\bar{3})$ , ( $2\bar{2}2$ );  $1,621/7/(43\bar{1})$ , ( $412$ );  $1,606/3/(132)$ ;  $1,593/20/(1\bar{4}2)$ , ( $1\bar{4}2$ );  $1,573/3/(30\bar{3})$ , ( $341$ );  $1,537/<1/(22\bar{3})$ , ( $3\bar{2}3$ );  $1,516/1/(03\bar{3})$ , ( $1\bar{5}1$ );  $1,506/7/(050)$ , ( $1\bar{3}3$ );  $1,502/9/(1\bar{5}1)$ , ( $2\bar{1}3$ );  $1,490/<1/(4\bar{3}1)$ ;  $1,477/5/(13\bar{3})$ , ( $1\bar{3}3$ );  $1,475/15/(2\bar{5}1)$ , ( $330$ );  $1,465/1/(2\bar{2}3)$ ;  $1,452/5/(3\bar{5}0)$ ;  $1,433/1/(333)$ ;  $1,414/3/(421)$ , ( $411$ ), ( $5\bar{1}1$ ), ( $5\bar{2}1$ );  $1,403/3/(232)$ , ( $4\bar{1}3$ );  $1,392/25/(10\bar{4})$ , ( $4\bar{4}2$ ), ( $5\bar{2}0$ ), ( $420$ );  $1,388/7/(5\bar{1}0)$ ;  $1,377/75/(3\bar{5}1)$ , ( $4\bar{4}2$ ), ( $40\bar{3}$ ), ( $2\bar{3}3$ ), ( $142$ ).

## 1.8. GRUPA STAUROLITULUI

STAUROLIT:  $\text{Fe}_2\text{Al}_9[\text{SiO}_4]_4\text{O}_6(\text{OH})_2$

*Varietate: lusckit, conține Co*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (pseudorombic).

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare** (variabilă):  $a_0 = 7,83-7,95 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 16,50-16,82 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,55-5,71 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 \approx 0,473 : 1 : 0,682$ ,  $\beta \approx 90^\circ$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatică cu fețe (001) și (010).

**Culoarea:** brun închis, brun roșcat, brun gălbui, negru brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Translucid, aproape opac.

**Forme principale** și unghiuri:  $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 50^\circ 26'$ ;  $(001) \wedge (201) = 55^\circ 17'$ .

**Macle:** frecvente și caracteristice, în formă de cruce, cu înclinări diferite ale brațelor: (032) brațe la  $90^\circ$ ; (231) brațe la  $60^\circ 31'$ .

**Clivaj:** (010) slab.

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant.

**H = 7-7 1/2** ; **G = 3,65-3,83.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 26,93-28,33\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,55-1,10\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 52,12-54,16\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,90-3,41\%$ ,  $\text{FeO} = 10,78-13,90\%$ ,  $\text{MnO} = 0,04-0,42\%$ ,  $\text{MgO} = 2,09-3,17\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,29\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,78-2,47\%$ .

Mineral cu mare stabilitate chimică, staurolitul este caracterizat prin substituția  $\text{Fe}^{2+}$  prin  $\text{Mg}^{2+}$  și mai puțin prin  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .

Varietatea care conține  $\text{Co}^{2+}$  (maximul depistat 8,48%), lusckit, are o formulă empirică  $\text{H}_2\text{O} \cdot 4(\text{Fe}^{2+}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mg})\text{O} \cdot 9(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2\text{O}_3 \cdot 8 \text{ SiO}_2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben auriu, pleocroic. Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,739-1,747$ , incolor;  $\beta = 1,745-1,753$ , gălbui;  $\gamma = 1,752-1,761$ , galben-auriu.  $\Delta = 0,012-0,014$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 82^\circ-90^\circ$ . P.A.O. (100). Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 m; 485 p,l; 595 i; 650 p; 695 i,l; (782 s + 801 s)d; 852 i,l; 910 i; 990-1030 fp,l; 1090-1110 p,l; 1180 i; ~ 1630 fs,l; 3420 p,l.

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,012/100; 2,693/100; 2,372/80.

## 1.9. GRUPA SFENULUI

S F E N :  $\text{CaTi}[\text{SiO}_4]$  (O, OH, F)

*Sinonim:* titanit

*Varietăți:* keilhauit sau ytrotitanit, conține  $\text{Y}^{3+}$ ; grothit, conține  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,56 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,72 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,44 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7523 : 1 : 0,8532$ ,  $\beta = 119^\circ 43'$ .

**Habitus:** foarte variat, datorită numeroaselor combinații ale formelor; mai frecvent sunt cristalele turtite (001), în formă de plic și cu aspect de pană în secțiune transversală. Apare masiv, compact, uneori lamelar; cel mai des sunt întâlnite cristale izolate.

**Culoarea:** incolor, galben, verde, cenușiu, brun, roz-roșcat, negru; uneori culoarea variază în cadrul unui singur cristal.

**Urma:** albă.

**Luciu:** adamantin sau rășinos. Transparent, aproape opac.

**Forme principale:** (110), (111), (001).

**Macle:** frecvente de împănare și de juxtapunere după (001) și (100); lamelare după (221).

**Clivaj:** (110) distinct; separații după (221) datorită maclelor lamelare.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H** = 5 - 5 1/2 ; **G** = 3,45 - 3,55.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 28,45 - 31,27\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 33,70 - 40,43\%$ ,  $\text{ZrO}_2 = 0,00 - 0,11\%$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,69\%$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,03\%$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,10\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,44\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 2,70\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 1,05\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,25\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,75\%$ ,  $\text{CaO} = 25,72 - 28,46\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,04\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,37\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,07\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 1,40\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,93\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,18\%$ . Ca poate fi substituit de Na, Mn, Sr, Ba, pământuri rare. Prezența Y și uneori a Ce ca substituenți ai Ca definește varietatea keilhauit sau ytrotitanit, care are maximum 12% (Y, Ce) $_2\text{O}_3$ . Grothitul este o varietate de sfen care conține cantități mai mari de  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{3+}$  și mai mici de pământuri rare. Ti poate fi substituit de Nb, Sn și Ta, apărând în compensație o substituție de Ca prin Na; alți substituenți ai Ti sunt Al,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg, V și Cr. O poate fi substituit de OH, F sau Cl.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, galben, brun; pleocroic. Orientarea:  $\gamma \wedge c \approx 51^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,843 - 1,950$ , galben pal;  $\beta = 1,870 - 2,034$ , galben-brun;  $\gamma = 1,943 - 2,110$ , brun-oranj. Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 17^\circ - 40^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 p,l; 500 s; 568 m,l; 610 s,l; 830 s; 865 - 885 fp,l; 995 i; 1100 i

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,93/30/( $\bar{1}11$ ); 3,233/100/(111),(002); 2,989/90/( $\bar{2}02$ ); 2,841/5/(200); 2,595/90/( $\bar{2}21$ ), (022); 2,362/5/( $\bar{1}13$ ), (220); 2,273/30/(112), ( $\bar{1}32$ ); 2,225/5/(131); 2,101/20/( $\bar{3}12$ ); 2,058/40/( $\bar{3}11$ ); 1,972/10/(221); 1,945/10/( $\bar{3}13$ ); 1,848/5/( $\bar{2}04$ ), (310); 1,802/10/(042), ( $\bar{2}41$ ); 1,741/20/( $\bar{3}32$ ); 1,725/10/(240); 1,703/30/( $\bar{2}24$ ); 1,643/40/( $\bar{3}33$ ); 1,554/20/(151), (244); 1,537/10/(043), ( $\bar{1}34$ ); 1,494/40/(133); 1,418/40/(400); 1,409/20; 1,344/20; 1,306/20; 1,275/10; 1,227/5; 1,132/10; 1,117/5; 1,107/10; 1,077/5; 1,042/5; 1,030/5; 1,015/5; 0,999/5.

## 1.10. ALȚI NEZOSILICAȚI

D A T O L I T :  $\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,84 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,60 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,62 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6368 : 1 : 1,2658$ ,  $\beta = 90^\circ 09'$ .

**Habitus:** de obicei cristale scurt prismatice, cu variații ale formelor. Apare granular, cu aspect porțelanos, compact.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui, verzui; roz, roșcat, sau brun datorită impurităților.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H** = 5 - 5 1/2 ; **G** = 2,8 - 3,0.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 35,92 - 38,00\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 19,38 - 22,60\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,31 - 0,65\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,28\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,31\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,39\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,65\%$ ,  $\text{CaO} = 33,44 - 35,39\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = \text{urme} - 0,13\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 5,40 - 6,06\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,26\%$ .

Correspunde formulei  $\text{CaB}[\text{SiO}_4](\text{OH})$  cu mențiunea că mici cantități de Ca pot fi substituie de Mn, Mg, Na, K.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma \wedge c = 1^\circ - 4^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,622$   $\vee 1,626$ ,  $\beta = 1,649 - 1,654$ ,  $\gamma = 1,666 - 1,670$ ;  $\Delta = 0,044 - 0,046$ . Biax negativ.  $2 V_\alpha = 72^\circ - 75^\circ$ .

P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$  mică.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,98/7/(110); 4,83/16/(001), (200); 3,763/45/(111), ( $\bar{1}11$ ); 3,404/30/(201); 3,114/100/(211), ( $\bar{2}11$ ); 2,986/35/(220), (021); 2,855/65/(121), ( $\bar{1}21$ ); 2,524/30/(311), ( $\bar{3}11$ ); 2,409/9/(400); 2,297/9/(410); 2,243/35/( $\bar{1}12$ ), (230); 2,189/60/(321), ( $\bar{3}21$ ); 2,158/13/(401), ( $\bar{4}01$ ); 2,075/9/(411), ( $\bar{4}11$ ); 2,039/7/(420), ( $\bar{2}31$ ); 1,997/35/( $\bar{1}22$ ); 1,995/35/(122); 1,875/40/( $\bar{4}21$ ), (213); 1,770/11/(141); 1,747/7/( $\bar{5}11$ ), (430); 1,718/13/(520); 1,708/9; 1,662/17; 1,644/40; 1,620/5; 1,612/5; 1,606/5; 1,526/20.

L A M P R O F I L I T :  $\text{Na}_2(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{Ti}_3[\text{SiO}_4]_4(\text{OH}, \text{F})$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (rombic).

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/m$ .

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 19,76 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,06 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,40 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,7989 : 1 : 0,7649$ ,  $\beta = 96,5^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare, alungite. Apare și în agregate stelare și segregări fin aciculare.

**Culoarea:** brun-auriu, brun închis.

**Luciu:** sticlos; varietățile alterate au luciu semimetalic. Translucid.

**Macle:** (100), uneori polisintetice.

**Clivaj:** (100) perfect, de tip micaccu.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 2 - 3$  ;  $G = 3,44 - 3,53$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**  $\alpha = 1,746$  (variabil),  $\beta = 1,754$ ,  $\gamma = 1,779$ ;  $\Delta = 0,033$ .

Biax pozitiv.  $2V = 21^\circ - 43^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii):

Monoclinic: 3,43/55; 2,773/100; 2,130/45.

Rombic: 3,17/100; 2,75/90; 2,12/50.

## 2. SOROSILICAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Sunt denumite astfel acele minerale silicatică în a căror structură se recunosc grupe de câte doi tetraedri de siliciu - oxigen uniți printr-un singur ion  $O^{2-}$  amplasat între doi ioni  $Si^{4+}$ . Ionul de oxigen comun este inert din punct de vedere electrostatic. Se realizează, astfel, perechi de tetraedri care reprezintă un radical de tipul  $[Si_2O_7]^{6-}$ ; sarcinile negative ale acestuia sunt satisfăcute de cationi diverși de tipul Na, K, Ca, Fe, Mn, Be, Al, Zr, Ti, Sc și Y. Clasificarea acestor minerale este următoarea:

Thortveitit	$(Sc, Y)_2[Si_2O_7]$
Astrofilit	$(K, Na)_3(Fe^{3+}, Mn)_7Ti_2[Si_8O_{24}] (O, OH)_7$
Hemimorfit	$Zn_4[Si_2O_7] (OH)_2 \cdot H_2O$
Lawsonit	$CaAl_2[Si_2O_7] (OH)_2 \cdot H_2O$
Ilvait	$CaFe_2^{2+} Fe^{3+}[Si_2O_7] (O, OH)$
Bertrandit	$Be_4[Si_2O_7] (OH)_2$

THORTVEITIT :  $(Sc, Y)_2[Si_2O_7]$

*Varietate* : befanamit; conține Th

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare** (artificial):  $a_0 = 6,508 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,506 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 4,677 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7651 : 1 : 0,5498$ ,  $\beta = 102^\circ 43,4'$ .

**Habitus:** cristale prismatice sau bitetraedrice; de obicei sunt distorsionate și oarecum ascuțite. Fețele de prismă (110) sunt mai dezvoltate.

**Culoarea:** verde-cenușiu, verzui-cenușiu deschis.

**Forme principale:** (110).

**Macle:** (110), comune.

**Luciu:** sticlos. Translucid. aproape transparent.

**Clivaj:** (110) distinct; separații după (001).

**Spărtura:** concoidală până la neregulată. Casant.

$H = 6 - 7$  ;  $G = 3,58$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei  $(Sc, Y)_2[Si_2O_7]$ . Varietatea befanamit conține Th și Y ca înlocuitori ai Sc; de asemenea, o mică parte din  $Si^{4+}$  este substituită prin  $Al^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,750 - 1,756$ ,  $\beta = 1,789 - 1,793$ ,  $\gamma = 1,800 - 1,809$ ,  $\Delta = 0,050 - 0,053$ .

Biax negativ.  $2V = 60^\circ - 65^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 m,l; 508 i,l; 598 p,l; 860 - 877 m; 902 - 920 fp,l; 1160 - 1175 p.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii) - sintetic: 3,13/100; 3,11/100; 2,93/45.

**Sistemul de cristalizare:** triclinic (pseudo-monoclinic).

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,72 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,41 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 21,14 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,1663 : 1 : 3,9076$ ,  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\beta = 94^\circ$ ,  $\gamma = 103^\circ$ .

**Habitus:** cristale prismatice alungite // [001], uneori dispuse în grupări stelare.

**Culoarea:** galben de bronz, galben-auriu.

**Luciu:** semimetalic; perlat pe suprafața de clivaj (010). Fragmentele subțiri sunt translucide.

**Clivaj:** (010) perfect, (100) slab. Casant.

$H = 3$ ;  $G = 3,3 - 3,4$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** Indicii de refracție:  $\alpha = 1,678$ ,  $\beta = 1,703$  (variabil),  $\gamma = 1,733$ .

Biax pozitiv; uneori negativ.  $2V = 70^\circ - 80^\circ$ .

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 10,6/100; 3,51/80; 2,77/60.

### HEMIMORFIT $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$

**Sinonim:** *calamina*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:**  $m \bar{m} 2$ .

**Grupa spațială:**  $I m \bar{m} 2$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,38 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,70 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,11 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7832 : 1 : 0,4776$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri, extinse paralel cu (010) și cu striații verticale. Cristalele cu terminații duble arată o dezvoltare hemimorfă distinctă; de obicei terminațiile inferioare prezintă numai formele (211). Formează agregate în formă de evantai; cruste cristaline cu structură radiară. Apare și masiv, granular, stalactic; mase mamelare compacte cu structură fibroasă, mase pământoase.

**Culoarea:** de obicei, alb sau incolor; masele compacte sunt albe sau cenușii; de asemenea, albastrui, verzui, gălbui, brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; în funcție de starea fizică, poate fi ușor mătășos sau mat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (100), (010), (101), (301), (031), (312), (201), (211), (011), (121).

**Macle:** (001) rare.

**Clivaj:** (110) perfect, (101) slab, (001) în urme.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

$H = 4 \frac{1}{2} - 5$ ;  $G = 3,4 - 3,5$ .

**Compoziția chimică:** corespunde formulei:  $Zn_4[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$ . Jumătate din cantitatea de apă se pierde până la  $500^\circ$ , cristalele păstrându-și transparența.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** orientarea:  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,614$ ,  $\beta = 1,617$ ,  $\gamma = 1,636$ ;  $\Delta = 0,022$ . Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 46^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 p; 498 fs; 543 i; 562 p; 608 p,l; 675 m; 864 p,s; 940 fp; 1028 i; 1088 p,a; 1604 - 1635 s; ~ 3200 s,l; 3450.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 6,60/86/(110); 5,36/55/(020); 4,62/41/(011); 4,18/38/(200); 3,296/73/(220); 3,288/75/(130); 3,104/100/(211); 2,929/40/(031); 2,698/10/(310); 2,679/7/(040);

2,559/51/(002); 2,450/32/(301); 2,400/54/(231); 2,309/3/(022); 2,284/2/(141); 2,229/11/(321); 2,198/19/(330); 2,183/16/(202); 2,092/10/(400); 2,077/1/(150); 2,020/13/(222); 1,977/2/(051); 1,857/4/(312); 1,851/7/(042); 1,808/17/(341); 1,786/16/(060), (251); 1,702/6/(431); 1,699/4/(350); 1,693/4/(242); 1,686/3/(013); 1,668/10/(332); 1,654/4/(161); 1,650/8/(440); 1,644/4/(260); 1,620/3/(402); 1,590/3/(123), (501); 1,563/8/(213); 1,540/6/(033); 1,526/4/(521); 1,516/14/(530).

L A W S O N I T :  $\text{CaAl}_2[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C c m m.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare** (variabila):  $a_0 = 8,75 - 8,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,75 - 5,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,09 - 13,33 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 \approx 1,5217 : 1 : 2,2765$ .

**Habitus:** cristale prismatice, uneori tabulare // [001], tablete subhedrale; apare și masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, albastrui, roz.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos spre gras. Translucid.

**Clivaj:** (100) și (010) perfect; (101) slab.

**H** = 6 ; **G** = 3,05 - 3,12

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 37,80 - 38,81\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,12 - 0,69\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,35 - 32,56\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,05 - 0,86\%$ ,  $\text{FeO} = 0,10 - 0,34\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme}$ ,  $\text{MgO} = 0,16 - 0,32\%$ ,  $\text{CaO} = 16,10 - 17,81\%$ ,

$\text{Na}_2\text{O} = 0,06 - 0,51\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,21 - 0,24\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} + = 10,67 - 11,26\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} - = 0,00 - 0,36\%$ ,

$\text{F} = 0,00 - 0,02\%$ . Formula chimică ideală este  $\text{H}_4\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ , apropiindu-se de formula anortitului față

de care prezintă diferențe în ceea ce privește structura, durezza și greutatea specifică. Structural este,

însă, mai apropiat de ilvait -  $\text{CaFe}_2^+\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O},\text{OH})$  care are  $a_0 = 8,84 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,06 \text{ \AA}$  și  $c_0 = 5,88 \text{ \AA}$ .

Ca poate fi substituit de Na. Ca și moleculele  $\text{H}_2\text{O}$  ocupă golurile din structură și nu în canalele // axa y.

De aceea, deshidratarea nu se produce ca în mineralele zeolitice.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verde-albastrui; varietățile colorate sunt pleocroice.

Orientarea:  $\gamma = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
1,665	1,674 - 1,675	1,684 - 1,686
albastru	verde-gălbui	incolor
galben-brun	verde-albastru	gălbui
deschis	închis	

$\Delta = 0,019 - 0,021$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 76^\circ - 87^\circ$ . P.A.O. (100). Dispersia:  $r > v$ , foarte puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 450 i; 487 p; 520 i,l; 557 m; 650 l; 678 m; 698 s; 735 fs; 770 fs; 793 s,a; 895 i; 1008 fp; 1050 i; 1115 p.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,56/40/(002); 4,88/50/(110); 4,58/20/(111); 4,17/40/(201); 3,65/60/(202); 3,25/40/(113); 2,92/50/(020); 2,73/70/(114); 2,68/10/(204); 2,63/100/(022), (310); 2,44/70/(312); 2,39/10/(221); 2,26/40/(222), (313); 2,19/10/(401); 2,13/70/(223); 1,96/40/(403), (206); 1,885/10; 1,754/20; 1,727/10; 1,700/10; 1,646/20; 1,625/50; 1,575/10; 1,551/80; 1,500/10; 1,462/60; 1,432/10; 1,392/20; 1,361/20; 1,338/1; 1,312/20; 1,291/20; 1,259/10; 1,229/10; 1,217/10; 1,200/40.

**I L V A I T :  $\text{CaFe}^{2+}_2\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O},\text{OH})$** **Sinonim:** *lievrit, yenit***Sistemul de cristalizare:** rombic.**Clasa:**  $2/m\ 2/m\ 2/m$ .**Grupa spațială:**  $P\ b\ n\ m$ .**Z** = 4.**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,84\ \text{Å}$ ,  $b_0 = 13,06\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 5,88\ \text{Å}$ .**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6769 : 1 : 0,4502$ .**Habitus:** prisme groase cu striații verticale. Apare masiv compact; agregate columnare cu structură radiară.**Culoarea:** negru, negru-cenușiu cu nuanțe brune sau verzui.**Urma:** neagră-cenușie sau neagră-brună.**Luciu:** semimetalic sau gras. Opac.**Forme principale:** (110), (010), (210), (120), (001), (100), (010), (031), (111).**Clivaj:** (001) și (010) bun.**Spărtura:** neregulată. Casant.**H** = 5 1/2 - 6 ; **G** = 3,8 - 4,1, depinde de compoziția chimică.**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 29,36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 19,55\%$ ,  $\text{FeO} = 35,20\%$ ,  $\text{CaO} = 13,69\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 2,2\%$ . $\text{Mn}^{2+}$  poate înlocui  $\text{Fe}^{2+}$ , astfel încât se cunosc și probe cu  $\approx 9,0\ \text{MnO}$ .**Proprietăți optice în lumină transmisă:** aproape opac.Indicii de refracție:  $\alpha = 1,727$ ,  $\beta = 1,870$ ,  $\gamma = 1,883$ .  $\Delta = 0,156$ . Biax negativ.  $2V = 20^\circ - 30^\circ$ .**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 432 i; 451 m,l; 495 p; 538 m; 571 m; 701 s,a; 760 i; 820 p; 903 fp; 951 m; 982 i; 1032 p;  $\sim 3400$ .**B E R T R A N D I T :  $\text{Be}_4[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{OH})_2$** **Varietăți:** *gelbertrandit, coloidal; sferobertrandit, sferulitic***Sistemul de cristalizare:** rombic.**Clasa:**  $m\ m\ 2$ .**Grupa spațială:**  $C\ c\ m\ 2_1$ .**Z** = 4.**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,22\ \text{Å}$ ,  $b_0 = 8,69\ \text{Å}$ ,  $c_0 = 4,54\ \text{Å}$ .**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7514 : 1 : 0,5224$ .**Habitus:** cristale groase, tabulare sau prismatice, de obicei larg dezvoltate (= 3 cm lungime). Formează pseudomorfoze după beril.**Culoarea:** incolor sau galben deschis.**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj (001). Transparent.**Macle:** (011) sau (021), comune.**Clivaj:** (001) perfect; (110), (010), (100) bun. Casant.**H** = 6 - 7 ; **G** = 2,60.**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolorIndicii de refracție:  $\alpha = 1,584 - 1,591$ ,  $\beta = 1,603 - 1,605$ ,  $\gamma = 1,611 - 1,614$ ,  $\Delta = 0,023 - 0,027$ .Biax negativ.  $2V = 73^\circ - 81^\circ$ .**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 432 p,l; 478 m; 524 s; 546 m; 610 s; 637 s; 675 i ?; 694 m; 718 i; 735 i; 755 m,a; 776 i; 783 - 802 i; 828 p,a; 898 p,a; 928 i; 950 m; 987 i; 1015 i; 1035 p; 1108 - 1122 m; 1133 i; 1170 i; 1390 s; 1635 fs; (3509 p,a + 3585 p,a,d); 3620 m; 3650 i; 3690**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,56/10/(020), (110); 4,385/55/(130); 4,350/35/(200); 3,914/20/(021), (111); 3,807/100/(040), (220); 3,164/45/(131); 2,925/4/(041); 2,913/4/(221); 2,876/6/(150); 2,865/8/(240); 2,850/6/(310); 2,543/75/(060); 2,521/40/(330); 2,417/4/(341); 2,283/20/(002); 2,222/14/(061); 2,206/6/(331); 2,177/4/(400), (022); 2,102/4/(170), (350); 2,021/4/(132), (202); 1,978/6/(261); 1,917/4/(171); 1,907/12/(351), (080); 1,790/2/(152); 1,704/2/(031); 1,698/2/(062); 1,648/4/(460), (530); 1,579/2; 1,563/4; 1,556/6; 1,551/6.

### 3. NEZO-SOROSILICAȚI

#### Caractere generale și clasificare

În această clasă sunt cuprinse minerale cu rețele complexe, intermediare între nezosilicați și sorosilicați. În structura acestor minerale se recunosc atât grupări anionice izolate de tip  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  cât și grupări  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ . Sarcinile negative libere ale acestor grupări precum și a anionilor suplimentari (O, OH) sunt neutralizate rar de cationii monovalenți (de exemplu Na în melilit), dar foarte frecvent de cei divalenți (Ca, Mg, Fe) și trivalenți (Fe, Al, Mn). În cantități mici mai apar Ce, La, Y și Th (allanit) și Ti (lotrit). Mineralele cu o asemenea structură aparțin la trei grupe diferite, conform următoarei clasificări:

#### 3.1. Grupa epidotului

Zoizit	$\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4] (\text{O},\text{OH})$
Clinozoizit	$\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4] (\text{O},\text{OH})$
Epidot	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$
Piemontit	$\text{Ca}_2(\text{Mn}^{3+},\text{Fe}^{3+}, \text{Al})_2\text{Al}[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$
Allanit	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Ce}, \text{La}, \text{Y}, \text{Th})_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti})(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$
Lotrit	$\text{Ca}_2(\text{Ti}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{Mn})_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})(\text{H}_2\text{O})$

#### 3.2. Grupa vezuvianului

Vezuvian	$\text{Ca}_{10}(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]_5 (\text{OH},\text{F})_4$
----------	--

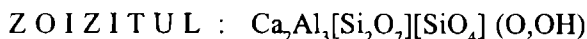
#### 3.3 Grupa melilitului

Akermanit	$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$
Melilit	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_2(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})[(\text{Si}, \text{Al}), \text{SiO}_7]$
Gehlenit	$\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Al}, \text{Si}) \text{SiO}_7]$

### 3.1. GRUPA EPIDOTULUI

Cuprinde silicați de Ca, Al cu cantități mai mici de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Mg, Mn, Ce. Toate mineralele din această grupă cristalizează în sistemul monoclinic cu excepția silicatului de Ca și Al care este dimorf, rombic și monoclinic (zoizitul și clinozoizitul). Formula generală a mineralelor din grupă, reflectând relațiile bazate

pe compoziție, este următoarea:  $\text{X}_2 \text{Y}_3 \text{Z}_3 (\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{13}$   
în care:  $\text{X} = \text{Ca}, \text{Ce}^{3+}, \text{La}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{Th}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}$   
 $\text{Y} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ti}$   
 $\text{Z} = \text{Si}, \text{Be}$



*Dimorf cu clinozoizitul*

*Varietăți: thulit, conține Mn; tanzanit, de culoare purpurie. Asociația zoizit, plagioclaz sodic, calcit, formată prin alterare hidiotermaală poartă denumirea de saussurit*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m e.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 16,2 - 16,3 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,45 - 5,63 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,04 - 10,21 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 \approx 2,97 : 1 : 1,84$ .

**Habitus:** sunt frecvente cristalele prismatice care adesea au fețele de prismă striate vertical; fețele terminale sunt slab dezvoltate sau lipsesc. Apare masiv, compact sau granular. Formele masive au o structură granulară sau cilindrică.



**Culoarea:** cenușiu, alb, cenușiu-verzui, brun-verzui, verde. Varietatea thulit este roz, incolor sau albăstrui, iar cea denumită tanzanit este purpurie.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj (100). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (110), (100), (010), (310), (210), (530), (120), (130), (011), (201), (111), (211), (410).

**Clivaj:** (100) perfect, (010) slab.

**Spărtura:** neregulată spre concoidală. Casant.

$H = 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,355$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 37,20 - 39,20\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,08\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,78 - 34,94\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,34 - 1,75\%$ ;  $\text{FeO} = 0,00 - 0,54\%$ ;  $\text{MnO} = 0,00 - 0,47\%$ ;  $\text{MgO} = 0,00 - 0,20\%$ ;  $\text{CaO} = 24,52 - 25,68\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,57 - 3,80\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,06\%$ .

Variațiile compoziționale sunt mici, corespund formulei ideale  $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ . Sunt însă înregistrate substituții ale Si prin Al. Prezența unor cantități mici de Mn (thulit) imprimă mineralului culoarea roz.

Sunt cunoscute și varietăți care conțin Cr.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor: thulitul este roz-gălbui.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,685-1,705$ ;  $\beta = 1,688-1,710$ ,  $\gamma = 1,697-1,725$ ;  $\Delta = 0,004-0,008$ . Thulitul este slab pleuroic:  $\alpha$  - roz deschis sau clar;  $\beta$  = aproape incolor sau roz strălucitor;  $\gamma$  - galben deschis, galben.

Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 0-60^\circ$ . P.A.O. (100). Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 p?; 443 p; 470 p; 512 p; 575 fp,1; 595 i; 620 m; 655 p; 695 i; 715 i; 755 m; 780 i; 865 i; 900 fp; 950 i; 975 i; 1040 i; 1115 fp,1; 3140.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,03/50; 2,87/65; 2,69/100.



*Dimorf cu zoizitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,87-8,88 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 5,59-5,60 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 10,15-10,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,59 : 1 : 1,82$ ;  $\beta = 115^\circ 27'$ .

**Habitus:** cristale scurt sau lungi prismatiche, uneori aciculare și adesea striate: cristalele columnare, rarori izometrice. Toate sunt caracterizate printr-un număr foarte mare de fețe. De obicei apare masiv, larg până la fin granular; de asemenea fibros cu structură paralelă, divergentă sau radiară.

**Culoarea:** incolor, gălbui, cenușiu, verde, roz.

**Urma:** incoloră sau cenușie.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Macle:** (100), lamelare, destul de rare.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,21-3,38$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 38,01-40,36\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,09\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30,67-31,71\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,61-4,68\%$ ;  $\text{FeO} = 0,23-1,77\%$ ;  $\text{MnO} = 0,00-0,01\%$ ;  $\text{MgO} = 0,01-0,74\%$ ;  $\text{CaO} = 22,62-23,86\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,83-3,50\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,01$ .

Deși corespunde formulei  $\text{Ca}_2\text{Al}_3[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$ , poate conține până la 10%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,670-1,715$ ,  $\beta = 1,674-1,725$ ,  $\gamma = 1,690-1,734$ .

$\Delta = 0,005 - 0,015$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 14-90^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r < v$ .

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 2,89/100; 2,79/80; 2,59/70.

**E P I D O T** :  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7\text{SiO}_4(\text{O},\text{OH})$

**Sinonim:** pistacit

**Varietate:** tawmawit, de culoare verde închis

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,63 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,5808 : 1 : 1,8117$ ,  $\beta = 115^\circ 21'$ .

**Habitus** : cristale scurt sau lung prismatice, adesea striate; de asemenea tabulare sau aciculare. De obicei, apare masiv. Larg sau fin granular; de asemenea fibros, paralel sau divergent.

**Culoarea:** verde gălbui, verde brun; de asemenea cenușiu, alb-cenușiu, negru, verde închis (tawmawit); rarori incolor.

**Urma:** incoloră sau cenușie.

**Luciu:** sticlos, uneori perlat sau rășinos. Transparent până la aproape opac.

**Forme principale** și unghiuri:

(100) (110) = $55^\circ 11'$	(001) (011) = $58^\circ 35'$
(001) (100) = $64^\circ 36'$	(001) ( $\bar{1}11$ ) = $75^\circ 10'$
(001) ( $\bar{1}01$ ) = $63^\circ 32'$	(100) ( $10\bar{1}$ ) = $51^\circ 52'$

**Macle:** (100) lamelare, destul de rare.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6-7$  ;  $G = 3,35-3,50$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,12-38,04\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,10\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13,10-24,36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 11,07-23,42\%$ ,  $\text{FeO} = 0,20 - 0,84\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,75\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,72\%$ ,  $\text{CaO} = 22,18-24,15\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,38 - 1,98\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,53\%$ .

Correspunde formulei:  $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O},\text{OH})$ , având puține substituții în rețea, cele mai frecvente fiind  $\text{Al}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Mn}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde gălbui, pleocroic.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,715 - 1,751$ , incolor, gălbui, verzui;  $\beta = 1,725 - 1,784$ , galben verzui,  $\gamma = 1,734 - 1,797$ , verde gălbui;  $\Delta = 0,015 - 0,049$ .

Biax negativ.  $2 V_\gamma = 90^\circ - 116^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 m,l; 520 p,l; 570 l; 650 p,l; 720 m; 838 i; 860 i; 885 p; 950 fp; 1025-1040 m; 1072 i; 1108 p; 3360.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,98/5/(100),(10 $\bar{1}$ ); 7,02/3; 5,018/40/(101),(10 $\bar{2}$ ); 4,621/<1/(11 $\bar{1}$ ),(002); 3,997/40/(200),(20 $\bar{2}$ ); 3,762/1/(111); 3,492/40/(21 $\bar{1}$ ); 3,372/7/(102),(10 $\bar{3}$ ); 3,197/7/(21 $\bar{2}$ ),(201); 3,060/<1/(003); 2,900/100/(30 $\bar{2}$ ); 2,809/50/(211),(020); 2,677/60/(013),(300); 2,593/55/(31 $\bar{2}$ ); 2,525/10/(103),(202); 2,449/7/(121),(310); 2,396/70/(21 $\bar{3}$ ).(313); 2,289/25/(22 $\bar{2}$ ),(301); 2,161/25/(40 $\bar{1}$ ),(40 $\bar{3}$ ); 2,111/40/(22 $\bar{3}$ ),(221); 2,065/11/(41 $\bar{2}$ ),(205); 2,043/<1/(203); 2,020/1/(404),(400); 2,003/1/(105); 1,914/<1/(410); 1,869/60/(312),(414); 1,773/1; 1,742/1; 1,705/1; 1,687/1; 1,669/1; 1,635/65; 1,622/11; 1,590/11; 1,574/13; 1,539/7; 1,458/15; 1,435/7; 1,404/30; 1,389/25.

PIEMONITIT :  $\text{Ca}_2(\text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_2\text{Al}[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{O}, \text{OH})$

*Varietate: withamit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,93 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,70 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,44 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,5667 : 1 : 1,8316$ ,  $\beta = 115^\circ 42'$ .

**Habitus:** cristale prismatice sau aciculare. De obicei apare masiv, larg până la fin granular; de asemenea fibros cu dispunere paralelă a fibrelor.

**Culoarea:** brun roșcat până la negru roșcat; poate fi roșu carmin până la galben pai. Translucid până la aproape opac.

**Macle:** (100) lamelare, rare.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 3,45 - 3,52$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,55 - 37,57\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,10 - 0,61\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,43 - 24,70\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,80 - 11,31\%$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3 = 0,96 - 22,00\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,28\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,85\%$ ,  $\text{CaO} = 16,00 - 24,75\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 2,59\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,59\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,92 - 3,02\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,21\%$ .

Piemontitul reprezintă un epidot manganifer cu participarea medie a  $\text{Mn}_2\text{O}_3 = 11,95\%$  (din 7 analize, valorile extreme de participare fiind cele de mai sus).

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** violet, roz; pleocroic.

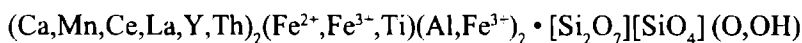
Orientarea:  $\beta = a$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,732 - 1,794$ , galben;  $\beta = 1,750 - 1,807$ , violet;  $\gamma = 1,762 - 1,829$ , roșu.  $\Delta = 0,025 - 0,073$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 64^\circ - 85^\circ$ . P.A.O. (010).

Dispersia:  $r \gg v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 468p,l; 502 i; 516 p,l; 522 i; 570 l; 650 m; 710 i; 800 i; 840 m; 890 p; 960 p,l; 990 i; (1030 p + 1070 p + 1110 p)t.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,50/80; 2,91/100; 2,84/80.

ALLANIT



**Sinonim:** ortit

**Varietate:** nagatelit, conține P; apare și în stare metamictică

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,98 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,75 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,23 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,5617 : 1 : 1,7791$ ,  $\beta = 115^\circ 00'$ .

**Habitus:** frecvent apar cristale tabulare // (100) sau prismatice până la aciculare alungite [010]. Formează mase compacte, lamelare sau apare ca granule încrustate.

**Culoarea:** brună sau neagră.

**Luciu:** rășinos sau semimetalic. Translucid până la opac.

**Macle:** (100) comune, polisintetice; (001) rare.

**Clivaj:** (001) imperfect, (100), (110) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2} - 6$  ;  $G = 3,9 - 4,0$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 25,20 - 33,73\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 2,02\%$ ;  $\text{ZrO}_2 = 0,00 - 0,57\%$ ;  $\text{ThO}_2 = 0,00 - 2,04\%$ ;  $\text{SnO}_2 = 0,00 - 0,41\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,00 - 19,09\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,40 - 10,68\%$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5 = 0,00 - 0,27\%$ ;  $\text{Y}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,51\%$ ;  $\text{Ce}_2\text{O}_3 = 7,44 - 17,20\%$ ;  $\text{La}_2\text{O}_3 = 7,84 - 14,74\%$ ;  $\text{BeO} = 0,00 - 2,49\%$ ;  $\text{FeO} = 3,87 - 12,38\%$ ;  $\text{ZnO} = 0,00 - 0,72\%$ ;  $\text{MnO} = 0,06 - 6,74\%$ ;  $\text{MgO} = 0,13 - 1,04\%$ ;  $\text{CaO} = 4,28 - 16,18\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,08 - 3,33\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,88\%$ .

Variațiile în compoziția chimică sunt legate esențial de substituția Ca prin pământuri rare și Al prin  $\text{Fe}^{2+}$ , substituții care se fac concomitent pentru menținerea neutralității electrice.  $\text{Fe}^{2+}$  este un component esențial.

Varietatea nagatelit conține  $\approx 6,48\% \text{P}_2\text{O}_5$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben brun, brun; pleocroic. Uneori este incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,690 - 1,791$ , brun roșcat, brun, incolor;  $\beta = 1,700 - 1,815$ , galben brun, brun roșcat; verzui;  $\gamma = 1,706 - 1,828$ , brun-verzui, brun roșcat închis; verde.  $\Delta = 0,013 - 0,036$ . Biax pozitiv sau negativ.  $2 V_\alpha = 40^\circ - 123^\circ$ . P.A.O. (010).

Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 500 p; 550 m; 620 m; 670 i; 850 i; 910 fp; 1050 fp; 1450s.

**Difractometria de raze X:** 4,88/30/(0002); 3,56/30/(1120); 2,863/100/(1122); 2,573/30; 2,440/30/(0004); 2,041/60/(3030); 2,004/60/(1124); 1,873/80/(3032); 1,765/20/(2240); 1,651/20/(2242); 1,566/20/(3034).



**Sinonim:** pumpeliyit

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/m X.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,81 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,14 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,4832 : 1 : 3,222$ ;  $\beta = 97,6^\circ$ .

**Habitus:** cristale fibroase; cristale plate și înguste turtite (001). Formează agregate în formă de ciorchini, uncori cu dispunerea stelară a fibrelor; mase dense cu dispunerea anizotropă a fibrelor.

**Culoarea:** verde, verde albăstrui, brun, galben.

**Luciu:** sticlos. Translucid.

**Macle:** (001) și (100) comune.

**Clivaj:** (001) și (100) bun.

**H = 6 ; G = 3,18 - 3,23.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 37,18 - 38 - 38,09\%$ ,  $\text{TiO} = 0,00 - 0,41\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,50 - 27,14\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 5,29\%$ ,  $\text{FeO} = 2,09 - 3,25\%$ ,  $\text{MnO} = 0,12 - 1,03\%$ ,  $\text{MgO} = 1,47 - 3,58\%$ ,  $\text{CaO} = 21,49 - 23,08\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,19 - 0,67\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,20\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 6,28 - 7,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,21\%$ .

Formula sintetică a lotritului poate fi scrisă sub forma  $\text{Ca}_4\text{R}_6\text{Si}_6\text{O}_{23}(\text{OH})_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  unde  $\text{R} = \text{Al, Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg, Mn, Ti}$  și în care există raportul  $(\text{Al} + \text{Fe}^{3+} + \text{Ti}) : (\text{Mg} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mn}) = 5 : 1$ . Substituția Si prin Al este mică. De asemenea sunt mici substituțiile  $\text{Al} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ ; atunci când se fac substituțiile acestea se realizează împreună  $(\text{Al, Mg}) \leftrightarrow (\text{Fe}^{3+} \text{Fe}^{2+})$ . Conținutul în Ca este relativ constant, iar înlocuirea acestuia prin (Na, K) este de mică importanță.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, verde, brun deschis sau galben. Pleocroic.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,674 - 1,702$  incolor, brun gălbui deschis, galben verzui deschis,  $\beta = 1,675 - 1,715$ , verde albăstrui, verzui, galben cafeniu;  $\gamma = 1,688 - 1,722$ , incolor, brun gălbui deschis, galben cafeniu.  $\Delta = 0,012 - 0,022$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 26^\circ - 85^\circ$ . P.A.O. (010).

Dispersia :  $r < v$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,9/< 10/(102); 6,1/< 10/(102); 4,75/10/(001); 4,66/10/(111); 4,38/20/(200),(104); 4,18/< 10/(202); 3,96/< 10/(104); 3,79/50/(202); 3,45/10/(204); 3,11/< 10/(115),(106); 3,03/20/(204); 2,96/10/(020); 2,90/100/(115),(300); 2,74/50/(206); 2,69/< 10/(302);

2,64/30/(311); 2,51/20/(024);2,45/40/(117),(2.0.10); 2,33/20/(222); 2,28/10; 2,21/30/(208); 2,19/20/(402); 2,16/<10/(026) 2,12/10; 2,09/10/(404), 2,07/10/(402);2,01/10; 1,920/10; 1,853/10/(028); 1,739/<10; 1,718/<10; 1,698/20; 1,664(20/(2.0.10),(1.1.11); 1,638/<10; 1,597/30/(424); 1,581/20/(0.0.12); 1,556/10/(2.2.10); 1,513/20/(408).

### 3.2. GRUPA VEZUVIANULUI

V E Z U V I A N :  $\text{Ca}_{10}(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{Al}_4[\text{Si}_2\text{O}_7]_2[\text{SiO}_4]_5(\text{OH},\text{F})_4$

*Sinonim:* idiocraz

*Varietăți:* ciprin, albastru; californit, compact, verde; wiluit, verde brun

*Sistemul de cristalizare:* tetragonal.

*Clasa:* 4/m 2/m 2/m.

*Grupa spațială:* P 4/n n c .

*Z* = 4.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 15,5 - 15,6 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 11,80 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : c_0 \approx 1 : 0,7613$ .

*Habitus:* cristale scurt prismatice, mai rar bipiramidale și tabulare. Sunt frecvente combinațiile de forme ((110), (100), bipiramidale (111) și pinacoid (001). Apare masiv, granular, criptocristalin, columnar. Cristalele idiomorfe sunt specifice cavităților.

*Culoarea:* diferite nuanțe de verde, brun, alb, galben, roșu și mai rar albastru.

*Urma:* albă.

*Luciu:* sticlos, uneori rășinos. Transparent până la translucid.

*Forme principale și unghiuri:*

$$(001) \wedge (112) = 28^\circ 11'$$

$$(001) \wedge (101) = 37^\circ 08'$$

$$(001) \wedge (301) = 66^\circ 14'$$

$$(101) \wedge (011) = 50^\circ 32'$$

$$(211) \wedge (121) = 31^\circ 36'$$

*Clivaj:* (110) slab; (100) și (001) urme.

*Spărtura:* neregulată sau concoidală. Casant.

*H* = 6 - 7 ; *G* = 3,33 - 3,45.

*Compoziția chimică:*  $\text{SiO}_2 = 35,73 - 37,70\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 4,73\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,14 - 19,30\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,85 - 7,80\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 3,96\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 4,48\%$ ,  $\text{MgO} = 0,81 - 4,10\%$ ,  $\text{ZnO} = 0,00 - 0,43\%$ ,  $\text{CaO} = 32,02 - 38,30\%$ ,  $\text{BeO} = 0,00 - 1,56\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,86\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,21\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 3,22\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,60 - 3,25\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,43\%$ . Ca poate fi substituit prin Mg,  $\text{Fe}^{2+}$  și mai rar prin Na K și Mn; de asemenea Al poate fi înlocuit de  $\text{Fe}^{3+}$  și/sau Ti. Se cunosc varietăți care conțin Be și Cr.

*Proprietăți optice în lumină transmisă:* incolor, gălbui, verde sau brun. Pleocroism slab la varietățile colorate în tonuri de galben brun, galben verzui. Indicii de refracție:  $\omega = 1,703 - 1,752$ ,  $\epsilon = 1,700 - 1,746$ .  $\Delta = 0,001 - 0,008$ . Uniax negativ. Dispersia: puternică.

*Spectrometria de absorbție în infraroșu:* 414 m; 488 p; 432 i; 472 p; 604 i; 636 i; (680 s + 691 s)d; 801 m; 874 i; 910 i; [(916 - 925)p + (693 - 995)p + (1012 - 1030)p]t; 1640 fs; 3440; 3570.

*Diffractometria de raze X* (radiație Cu, fereastră Al): 4,07/20/(321); 3,90/20/(302); 2,47/20/(420); 3,22/20/(402); 2,93/60/(511),(004); 2,74/100/(440); 2,59/80/(600),(224); 2,45/70/(620); 2,34/40/(404); 2,20/20/(533); 2,12/60/(315),(641); 1,88/40/(820),(424),(216); 1,81/50/(733),(661); 1,76/50/(535); 1,66/70/(663),(842); 1,631/80/(217),(851); 1,562/40/(327),(941); 1,502/40/(844)?; 1,389/40/(905),(10.3.3.); 1,346/70/(428); 1,305/50/(009); 1,285/20/(209),(538); 1,266/50/(309),(817); 1,228/20/(12.4.0); 1,102/60/(10.6.6); 1,071/60/(778); 1,029/20/(10.4.8); 0,999/20/(8.2.10).

### 3.3. GRUPA MELILITULUI

Cuprinde minerale cu structură și compoziție chimică complexă care reprezintă o soluție solidă între termenii akermanit,  $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$  și gehlenit  $\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Al}, \text{Si})\text{SiO}_7]$  fiind caracterizate prin substituția  $\text{Mg}^{2+} + \text{Si}^{4+} \leftrightarrow \text{Al}^{3+} + \text{Al}^{3+}$  și alte substituții cationice solicitate de aceasta.

Formula chimică structurală a întregii grupe de minerale este:  $\text{X}_2 \text{Y Z}_2 (\text{O}, \text{OH})_7$  în care:  $\text{X} = \text{Ca}, \text{Na}(\text{K})$ ;  $\text{Y} = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}$ ;  $\text{Z} = \text{Si}, \text{Al}$ . Termenii principali și compoziția lor sunt:

akermanit	$\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$
melilit	$(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_2(\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) [(\text{Si}, \text{Al}) \text{SiO}_7]$
gehlenit	$\text{Ca}_2\text{Al}[(\text{Al}, \text{Si}) \text{SiO}_7]$

Purtătorul structurii este akermanitul, iar compoziția chimică cea mai complexă aparține melilitului. Toate proprietățile fizice ale mineralelor depind de substituțiile din rețea, care sunt influențate la rândul lor de valorile sarcinilor cationice implicate în procesele de înlocuire.

A K E R M A N I T :  $\text{Ca}_2\text{Mg}[\text{Si}_2\text{O}_7]$

*Izomorf cu gehlenitul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4} 2 m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4} 2_1 m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,84 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,01 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6390$ .

**Habitus:** sunt frecvente cristalele scurt prismatice. De obicei apare masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, cenușiu, verde brun.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Transparent până la translucid.

**Macle:** (100), (001).

**Clivaj:** (001) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 5-6$  ;  $G = 2,944$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,55\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,96\%$ ,  $\text{FeO} = 0,12\%$ ,  $\text{MgO} = 13,30\%$ ,  $\text{CaO} = 39,30\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,632$ ,  $\epsilon = 1,640$ ,  $\Delta = 0,008$ .

Uniax pozitiv.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 4,22/30/(101); 3,72/50/(111); 3,51/30/(210); 3,09/70/(201); 2,87/100/(211); 2,51/20/(002); 2,48/70/(310); 2,43/50/(221); 2,39/60/(102); 2,28/50/(112); 2,22/20/(311); 2,11/20/(202); 2,04/70/(212); 2,00/30/(321); 1,98/60/(400); 1,90/60/(410); 1,88/30/(222); 1,85/60/(330); 1,78/60/(411); 1,76/80/(312); 1,73/50/(331); 1,67/20/(003); 1,66/20/(421); 1,64/50/(322); 1,60/30/(113); 1,54/30/(203); 1,52/30/(412); 1,51/60/(213); 1,49/30/(332); 1,47/50/(511); 1,46/20/(520); 1,44/60/(422); 1,43/60/(223); 1,41/50/(303); 1,40/70/(521); 1,39/50/(440); 1,39/20/(313).

M E L I L I T : (Ca, Na, K)<sub>2</sub>(Mg, Al, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>)[Si, Al]SiO<sub>7</sub>]

*Varietate: humboldtillit, conține 12-15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4} 2 m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4} 2_1 m$ .

**Z = 2**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,8 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,0 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6410$ .

**Habitus:** scurt prismatic. Apare masiv, granular.

**Culoarea:** galben de miere, brun, brun-verzui.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (001), (100), (111), (310), (210), (110).

**Macle:** (100) și (001).

**Clivaj:** (001) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 5-6 ; G = 2,95-3,05**, în funcție de substituțiile din rețea.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 37,84-44,13%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-0,66%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 5,02-12,89%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,16-7,76%, FeO = 0,40-5,66%, MnO = 0,00-0,16%, MgO = 3,12-9,43%, CaO = 29,85-38,58%, Na<sub>2</sub>O = 1,21-5,27%, K<sub>2</sub>O = 0,20-1,72%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,16-1,59%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,15%. Melilitele au o compoziție chimică mai apropiată de termenul final gehlenit și doar rareori se apropie de akermanit. Termenii mai bogați în Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (12-15%) poartă denumirea de humboldtillit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau brun, gălbui. Pleocroic.

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\omega = 1,624-1,666$  brun auriu;  $\epsilon = 1,616-1,661$ , incolor, gălbui.

$\Delta = 0,001-0,013$ . Uniax pozitiv sau negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 617 i; 640 i; 685 m; 715 i; 859 m; 940 p; 982 i; 1028 fp; 1070 i; 1640 fs; 3440.

G E H L E N I T : Ca<sub>2</sub>Al[(Al, Si)SiO<sub>7</sub>]

*Izomorf cu akermanitul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:**  $\bar{4} 2 m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4} 2_1 m$ .

**Z = 2**.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,69 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,08 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6606$ .

**Habitus:** sunt frecvente cristalele scurt prismatice. De obicei apare masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, verde cenușiu, brun, gălbui.

**Luciu:** sticlos spre rășinos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (310), (703), (111), (221).

**Macle:** (100), (001).

**Clivaj:** (001), bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 5-6 ; G = 3,038**.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 26,33-32,60%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-0,03%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 18,10-27,82%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,95-1,43%, FeO = 0,50-2,14%, MnO = 0,01-0,04%, MgO = 2,44-6,91%, CaO = 38,36-40,08%, Na<sub>2</sub>O = 0,18-0,75%, K<sub>2</sub>O = 0,10-0,21%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,48-1,64%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,669$ ,  $\epsilon = 1,658$ ,  $\Delta = 0,011$ . Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 453 m; 485 p,l; 527 i; 675 s; 715 s; 815 m; 860 i; 880 i; 922 fp; 980 fp; 1020 i; 3430.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 4,23/20/(101); 3,71/60/(111); 3,44/20/(210); 3,06/60/(201); 2,85/100/(211); 2,72/20/(220); 2,53/20/(002); 2,43/70/(310); 2,41 + 2,40/70/(102), (221); 2,30 + 2,29/70/(112), (301); 2,19/30/(311); 2,12/20/(202); 2,04/60/(212); 1,97/30/(321); 1,92/60/(400); 1,87/50/(410); 1,85/50/(222); 1,81/60/(330); 1,76 + 1,75/100/(312), (411); 1,72/50/(420); 1,71/20/(331); 1,63/50/(322), (421); 1,61/30/(113); 1,55/20/(203); 1,52/70/(213); 1,47/30/(332); 1,45/20/(511); 1,44/50/(223); 1,42/30/(422); 1,41/20/(303); 1,39/30/(313); 1,37/70/(521); 1,36/50/(440).

## 4. CICLOSILICAȚI

### *Caractere generale și clasificare*

Silicații cu grupe inelare de tetraedrii de  $\text{SiO}_4$  au grupări anionice de tipul  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$  și  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ . În cadrul acestor structuri tetraedrii de siliciu-oxigen sunt uniți prin intermediul a doi ioni de oxigen comuni, amplasați în colțurile tetraedrilor. Sunt posibile grupări inelare de 3 tetraedrii (wolastonit, benitoit ș.a.), 4 tetraedrii (axinit apofilit) și respectiv 6 tetraedrii (beril, dioptaz, crisocol). În cazul ultimului tip inelele hexagonale se suprapun formând canale largi și alungite prin care sunt orientate axele senare și în care sunt dispuși cationii care satisfac sarcinile electrice negative, moleculele de apă, anionii suplimentari etc.

Principalii cationi care participă la alcătuirea rețelelor ciclosilicaților sunt Na, Ba, Li, Ca, Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Mn, Be, Al, Ti. Sub forma anionilor suplimentari apar  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  și  $\text{F}^-$ . În structura turmalinei și axinitului sunt intercalate și grupări anionice suplimentare de tip  $(\text{BO}_3)^{3-}$  care complică aspectul curbelor A.T.D. al acestor minerale, ducând însă la identificarea lor sigură.

Între ciclosilicați sunt cuprinse următoarele specii minerale:

Wolastonit	$\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$
Bustamit	$\text{Ca}_3\text{Mn}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]_2$
Benitoit	$\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$
Pectolit	$\text{NaCa}_2\text{H}[\text{Si}_3\text{O}_9]$
Eudialit	$\text{Na}_4(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Ce}, \text{Mn})_2\text{ZrSi}_6\text{O}_{17}(\text{OH}, \text{Cl})_2$
Rodonit	$\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$
Beril	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
Cordierit	$\text{Al}_3(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$
Axinit	$(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{BO}_3)[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH})$
Turmalina	$\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH}, \text{F})_4$
Dioptaz	$\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
Crisocol	$\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \text{H}_2\text{O}$

W O L A S T O N I T :  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

**Z** = 6.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,94 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,07 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0819 : 1 : 0,9658$ ,  $\alpha = 90^\circ 03'$ ,  $\beta = 95^\circ 17'$ ,  $\gamma = 102^\circ 28'$ .



**Habitus:** sunt frecvente cristale tabulare, alungite [010] și cu dezvoltarea prioritară a fețelor (001) și mai puțin a celor (100), (110) și (101). Formează mase foioase, radiare, cilindrice, solzoase și fibroase.

**Culoarea:** albă sau cenușie, rareori incolor sau verzui, gălbui; foarte rar roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau perlat; varietățile fibroase au luciu mătăsos. Transparent sau translucid. Uneori prezintă fluorescență prin expunerea la radiații ultraviolete.

**Forme principale:** (100), (001), (102), (320), ( $\bar{1}02$ ), (201), (301), (120).

**Macle:** (100) sau (001), comune.

**Clivaj:** (100) perfect; ( $\bar{1}02$ ) și (001) bun.

**Spărtura:** așchioasă.

$H = 4 \frac{1}{2}-5$  ;  $G = 2,87-3,09$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 51,61-53,53\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,31-0,46\%$ ,  $\text{CaO} = 44,80-46,20\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,54-1,51\%$ .  
Se cunosc varietăți conținând  $\text{MgO}(1,08\%)$ ,  $\text{FeO}(0,51-9,00\%)$ ,  $\text{MnO}(0,47\%)$ ,  $\text{K}_2\text{O}(0,11\%)$ ,  $\text{Na}_2\text{O}(0,11\%)$ .

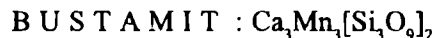
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha \wedge c = 30^\circ-44^\circ$ .

Indicii de refracție  $\alpha = 1,616-1,640$ ,  $\beta = 1,628-1,650$ ,  $\gamma = 1,631-1,653$ ,  $\Delta = 0,013-0,015$ .

Biax negativ:  $2 V_\alpha = 38^\circ-60^\circ$ . P.A.O. (010).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (452 p + 467)d; 476 s; 491 i; 511 p; 568 p; 646 p; 685 m; 903 fp; 925 i; 967 p; 1022 p; 1034 i; (1058 p + 1095 p)d; 1640 ?; 3400 s,l.

**Diffractometria de raze X**(radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,7/40/(200); 4,05/10; 3,83/80/(400); 3,52/80/(002); 3,40/5; 3,31/80/(202); 3,16/5/(111); 3,09/30/(202); 2,97/100/(310); 2,80/10/(311); 2,72/10/(402); 2,55/30/(112), (600); 2,47/60/(112), (402); 2,33/40/(003), (510), (312); 2,29/40/(601), (203); 2,18/60/(602), (312), (511); 2,08/5/(403); 2,01/20/(512); 1,98/20/(602); 1,91/20/(800); 1,88/20; 1,86/10/(020); 1,83/60; 1,80/5; 1,79/5; 1,75/40; 1,72/60; 1,602/40; 1,531/10; 1,515/10; 1,478/20; 1,455/30; 1,426/5; 1,387/5; 1,358/30; 1,332/10; 1,312/5.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

$Z = 12$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 15,46 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,18 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,1532 : 1 : 1,9276$ ,  $\alpha = 89^\circ 34'$ ,  $\beta = 94^\circ 53'$ ,  $\gamma = 102^\circ 47'$ .

**Habitus:** cristale tabulare // (001) de obicei cu marginile rotunjite. Apare masiv, compact sau clivabil; uneori cu caracter fibros.

**Culoarea:** roz, roșu de flacără, brun-roșcat.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (100) perfect; (110) și ( $\bar{1}10$ ) bun; (010) slab.

$H = 5 \frac{1}{2}-6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,32-3,43$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,72\%$ ,  $\text{CaO} = 5,36\%$ ,  $\text{MnO} = 45,72\%$ ,  $\text{FeO} = 1,50\%$ ,  $\text{MgO} = 0,70\%$ .

Există și varietăți în care prezența Fe și Mg poate fi mai importantă; se citează raportul  $\text{Ca} : \text{Fe} + \text{Mg} : \text{Mn} = 34 : 18 : 48$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz, roșcat.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,662-1,692$ ,  $\beta = 1,674-1,705$ ,  $\gamma = 1,676-1,707$ ,  $\Delta = 0,014-0,015$ .

Biax negativ.  $2 V_\alpha = 30^\circ-44^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (110). Dispersia:  $r < v$ , slabă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 435 i; 454 p,l; 462 p; 503 fp; 516 s; 523 i; 558 m,l; 617 s,l; 666 s,l; 725 s; 780 s; 803 i; 850 i?; 872 p ?, (910 fp + 947 fp)d; 975 i; 1058 m; 1090 fp.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru Mn): 7,29/10/(200); 6,76/< 10/(201); 4,78/< 10/(112); 4,35/10/

(112), (2 $\bar{1}$ 2); 3,88/ < 10/( $\bar{1}$ 13), (302); 3,675/30/(4 $\bar{1}$ 0)<sub>2</sub>, (3 $\bar{1}$ 2); 3,56/10/(113), (401); 3,39/30/(021), (0 $\bar{2}$ 1); 3,31/10/(104); 3,195/70/( $\bar{1}$ 22), (12 $\bar{1}$ ); 3,109/ < 10/(014), (022); 2,982/60/(122), (501); 2,872/100/(501), (3 $\bar{2}$ 2); 2,701/10/(12 $\bar{3}$ ), (412); 2,618/20/(123); 2,551/10; 1,5035/10; 2,4545/40; 2,389/30; 2,261/20; 2,2235/50; 2,1135/20; 2,101/20; 2,020/10; 1,9535/20; 1,915/20; 1,887/ < 10; 1,852/ < 10; 1,824/ < 10; 1,775/40; 1,746/10; 1,706/50; 1,6655/50; 1,6555/20; 1,608/ < 10; 1,552/30; 1,504/10; 1,4785/20; 1,442/20.

### B E N I T O I T : BaTi[Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>]

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{6}m2$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{6}c2$ .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,60 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,71 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,4712$ .

**Habitus:** cristale piramidale sau bipiramidale; tabulare; turtite în lungul axei „c.. Fețele mai dezvoltate sunt (10 $\bar{1}$ 1), (10 $\bar{1}$ 2), (10 $\bar{1}$ 0), (01 $\bar{1}$ 2) ș.a.

**Culoarea:** albastru, purpuriu, roz, alb sau incolor; uneori se observă variații de culoare într-un singur cristal.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid. Prin expunerea la radiații ultraviolete cu  $\lambda$  mic, prezintă o fluorescență albăstruie.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 1) slab.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată. Casant.

**H = 6-6 1/2 ; G = 3,64-3,68.**

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, albastru. Dicroic, având culori de la incolor, slab albăstrui la albastru intens. Indicii de refracție:  $\omega = 1,757$ ,  $\epsilon = 1,804$ . Uni-ax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (445 p + 485 p)d; 572 s; 761 fp; 920 i ?; (935 fp, l + 1035 fp,l)s.

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,72/100; 3,32/40; 2,742/75.

### P E C T O L I T : NaCa<sub>2</sub>H[Si<sub>3</sub>O<sub>9</sub>]

**Sinonim:** pektolith

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P  $\bar{1}$ .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,99 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,02 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,1252 : 1 : 0,9972$ ,  $\alpha = 90^\circ 23'$ ,  $\beta = 95^\circ 17'$ ,  $\gamma = 102^\circ 28'$ .

**Habitus:** agregate de cristale aciculare, alungite // [010]; frecvent formează mase globulare cu structură radiaară. Predomină fețele (001), (101), (102), (140), (301), (450), (340).

**Culoarea:** incolor, alb.

**Luciu:** sticlos sau mătășos. Transparent până la translucid.

**Macle:** (100) plan de maclă.

**Clivaj:** (001) și (100) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant .

**H = 4 1/2-5 ; G = 2,74-2,88.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 54,2%, CaO = 33,8%, Na<sub>2</sub>O = 9,3%, H<sub>2</sub>O = 2,7%. Sub formă de impurități apar și Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO și K<sub>2</sub>O. Se presupune că Fe, Mg și Mn substituie Ca. Structural, este un caz rar în care un

oxigen din gruparea tetraedrică [SiO<sub>4</sub>] este înlocuit cu un (OH), complicând astfel distribuția cationilor în rețea. Datorită acestui fapt, precum și datorită unui conținut uneori mare de H<sub>2</sub>O (≈ 5,0%) este considerat de unii autori ca un zeolit.

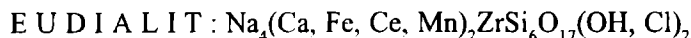
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha \wedge c = 10^\circ$ ,  $\gamma \wedge b = 13^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,595-1,610$ ,  $\beta = 1,605-1,615$ ,  $\gamma = 1,632-1,645$ .  $\Delta = 0,035-0,037$ .

Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 50^\circ-63^\circ$ . P.S.O.  $\perp$  (010).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 416 i; 449 i; 455 fp; 486 m; 500 i; 531 m; 570 fs; (646 m + 674 m)d; 810 l; (903 fp + 924 fp)d; 968 i; 997 i; (1010 fp,l + 1040 fp, l + 1060 fp,l)t; ~ 1400 s; 1610; 3400-3450 s,l.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>): 7,68/20; 6,92/20; 5,43/20; 3,85/60; 3,58/50; 3,28/70; 3,08/90; 2,89/100; 2,72/60; 2,58/60; 2,42/50; 2,31/70; 2,28/70; 2,15/70; 2,07/20; 1,99/50; 1,93/20; 1,87/50; 1,82/50; 1,77/70; 1,71/90; 1,70/70; 1,65/60; 1,59/60; 1,54/70; 1,52/40; 1,48/60; 1,43/20; 1,38/20; 1,37/20; 1,35/20; 1,30/50; 1,29/50; 1,26/10; 1,23/50; 1,20/20; 1,18/50; 1,16/60; 1,14/40; 1,13/20; 1,10/60; 1,09/40; 1,08/50; 1,06/20; 1,04/20; 1,00/20.



**Varietăți:** eucolit, optic negativ; termenii intermediari între eudialit și eucolit sunt cuprinși sub denumirea de mesodialit; lovezeritul este varietatea asemănătoare eudialitului dar care are 3 H<sub>2</sub>O

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:** R  $\bar{3} m$ .

**Z** = 12.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 14,34 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 30,21 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,1067$ .

**Habitus:** cristale tabulare, turtite după (0001), cu aspect trigonal sau hexagonal; cristale lung prismatice, romboedri. Fețele principale sunt (11 $\bar{2}$ 0), (1001), (10 $\bar{1}$ 0), (10 $\bar{1}$ 4), (10 $\bar{1}$ 1), (01 $\bar{1}$ 2), (01 $\bar{1}$ 5), (02 $\bar{2}$ 1), (11 $\bar{2}$ 3) ș.a. Rarori apare masiv, în mase granulare neregulate sau reniform.

**Culoarea:** nuanțe variate de brun-gălbui, brun-roșcat, roz, roșu.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** stielos până la gras sau mat. Translucid; fragmentele subțiri sunt transparente.

**Clivaj:** (0001) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 5-5 1/2 ; **G** = 2,74-2,98.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 47,2-51,2%, MnO = 0,03-3,1%, FeO = 3,1-7,1%, (Ce, La, Y)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,3-2,9%, ZrO<sub>2</sub> = 12,0-14,5%, CaO = 8,9-11,3%, Na<sub>2</sub>O = 11,6-17,3%, Cl = 0,7-1,6%, H<sub>2</sub>O = 0,03-2,9%. Au mai fost identificate și cantități mici de K<sub>2</sub>O. Eucolitul are practic aceeași compoziție chimică, iar lovezeritul conține 3 H<sub>2</sub>O în formula chimico-structurală.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz, brun roșcat deschis. Dicroism slab. Indicii de refracție:  $\omega = 1,591-1,623$ ,  $\epsilon = 1,594-1,633$ . Uniax pozitiv (eudialit) și negativ (eucolit).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 m; 480 p; 545 m; 555 i; 580 fs; 610 fs; 610 fs; 660 f; 700 m; 742 m; 840 i; 910 i; (936 p + 977 fp + 1028 fp)t; 1055 i; 1650 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 6,48/60/(104); 6,07/10/(021); 3,74/80/(202); 5,42/20/(015); 4,34/70/(205); 4,14/50/(300); 4,00/40/(214); 3,82/50/(303); 3,57/60/(220); 3,42/50/(131); 3,20/60/(306); 2,99/70/(315); 2,87/80/(404); 2,70/50/(410); 2,61/50/(413); 2,53/10/(0.0.12); 2,47/10/(051); 2,39/20/(330); 2,34/10/(241); 2,28/10/(1.0.13); 2,21/10; 2,16/50; 2,07/20; 2,04/10; 1,99/40; 1,95/10; 1,91/20; 1,874/10; 1,844/50; 1,791/50; 1,716/20; 1,685/40; 1,652/10; 1,610/40; 1,572/10; 1,488/20; 1,468/10; 1,434/20.

## R O D O N I T : $\text{CaMn}_4 [\text{Si}_5\text{O}_{15}]$

*Varietăți: fowlerit, conține 5-8% ZnO; ferrodonit, conține ≈ 14,5% FeO; piroxangit, conține FeO și MnO*

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:** 1.

**Grupa spațială:** P 1.

**Z = 10.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,66 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,27 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,68 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6243 : 1 : 0,5444$ ,  $\alpha = 86^\circ 0'$ ,  $\beta = 93^\circ 2'$ ,  $\gamma = 111^\circ 1'$ .

**Habitus:** cristale tabulare // (001), de obicei rotunjite; fețe dominante: (001), (010), (100), (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (111), (010), (111), ( $\bar{2}\bar{2}\bar{1}$ ). Frecvent apare masiv, granular, compact. Mase clivabile.

**Culoarea:** roz, roșcat, brun-roșcat; rareori galben cenușiu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; uneori perlat pe suprafețele de clivaj. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (110) și ( $\bar{1}\bar{1}0$ ) perfect, (001) bun.

**Spărtura:** concoidală sau neregulată; se obține dificil când materialul este compact.

**H = 5 1/2-6 1/2 ; G = 3,57-3,76.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 45,9\%$ ,  $\text{MnO} = 54,1\%$ . O parte din MnO este înlocuită cu ~ 5% CaO; poate conține FeO, MgO sau ZnO. Varietatea denumită fowlerit conține 5-8% ZnO. Datorită impurităților mai apar și cantități mici de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor; secțiunile mai groase sunt ușor pleocroice:  $\alpha =$  galben roșcat,  $\beta =$  roz-roșcat,  $\gamma =$  galben-roșcat deschis. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,711-1,738$ ,  $\beta = 1,716-1,741$ ,  $\gamma = 1,724-1,751$ ,  $\Delta = 0,013$ . Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 63^\circ-76^\circ$ . Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 461 fp; 498 p; 518 l; 530 i; (558 m + 579 m)d; 658-676 m,l; 695-710 fs; 728 s; 873 i; 892 i; 905 i; 918 p; 955 p; 1003 i; 1030 m; 1060 fp; 1082 i; 1628; 3420 s,l; 3660.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 3,54/20; 3,34/20; 3,08/60; 2,97/90; 2,94/100; 2,76/80; 2,60/80; 2,52/20; 2,47/10; 2,37/30; 2,22/20; 2,17/20; 2,11/20; 2,06/20; 1,887/40; 1,832/20; 1,722/20; 1,685/30; 1,610/40; 1,554/60; 1,476/30; 1,427/60; 1,386/10; 1,335/10; 1,297/20; 1,270/30; 1,098/20; 1,081/50; 1,063/50; 1,049/20.

## B E R I L : $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$

*Varietăți: smaragd, verde intens; aquamarin, verde marin, albastru; vorobyerit sau morganit, roz; heliodor sau goldberyll, galben*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 6/m c c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,188 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,189 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,0001$ .

**Habitus:** scurt sau lung prismatic; combinații între fața de prismă (1010) și pinacoidul (0001); terminațiile sunt modificate prin apariția unor fețe de piramidă sau bipiramidă. Uneori prezintă striții verticale, rareori transversale. Fețele principale sunt ( $10\bar{1}0$ ), (0001), ( $10\bar{1}1$ ), ( $11\bar{2}1$ ), ( $30\bar{3}2$ ), ( $31\bar{4}2$ ), ( $10\bar{1}2$ ), ( $20\bar{2}1$ ), ( $11\bar{2}0$ ), ( $11\bar{2}2$ ), ( $2132$ ), (8.4.12.1.). Apare în mase compacte sau granulare și în agregate columnare.

**Culoarea:** incolor sau în nuanțe diferite, unele dintre ele definind varietățile mineralului - verde-intens (smaragd) verde marin, albastru (aquamarin), roz (vorobyerit sau morganit), galben (heliodor sau goldberyll).

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid. Varietățile transparente și colorate sunt considerate pietre prețioase.

**Clivaj:** (0001) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 7 \frac{1}{2}$ -8 ;  $G = 2,6$ -2,9 ;  $F = 1420^\circ\text{C}$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 61,88$ -66,42%,  $\text{TiO}_2 = 0,00$ -0,06%,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,10$ -19,00%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00$ -0,96%,  $\text{FeO} = 0,0$ -1,50%,  $\text{BeO} = 10,54$ -13,76%,  $\text{MgO} = 0,00$ -0,50%,  $\text{CaO} = 0,00$ -1,02%,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00$ -2,50%,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00$ -0,50%,  $\text{Li}_2\text{O} = 0,00$ -1,00%,  $\text{Ca}_2\text{O} = 0,00$ -4,13%,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,14$ -2,26%,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00$ -0,23%. Be poate fi substituit de Na, Li, K, Ca (voroberit). Au fost raportate și mici cantități de Rb, Zr și Nb. Al poate fi substituit de  $\text{Fe}^{3+}$ , Cr.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** ușor pleocroic cu absorbție  $\omega < \epsilon$ , rareori invers.

Indicii de refracție și pleocroismul (smaragd):  $\epsilon = 1,565$ -1,590, verde marin:  $\omega = 1,569$ -1,598, verde gălbui. Indicii de refracție variază proporțional cu procentul de participare al BeO.  $\Delta = 0,004$ -0,008.

Uniax negativ; unele exemplare se comportă însă biax cu  $2V > 17^\circ$ . Dispersia: mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 p ?; 487 m; 530 p,l; 592 m; 653 s; 680-693 p; 745 m; 807 p; 955-975 fp,l; 1020 m; 1035 i; 1090 i; 1205 fp; 3450 p,l; 3590 p,a; 3690 p,a.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,981/90/(100), 4,60/50/(110), (002); 3,99/45/(200), (102); 3,254/95/(112), 3,015/35/(210), (202); 2,867/100/(211); 2,660/3/(300); 2,523/30/(212); 2,293/11/(220), (302); 2,213/7/(310); 2,208/3/(104); 2,152/15/(311); 2,060/3/(222); 2,056/5/(114); 1,9926/20/(312), (204); 1,8308/7/(320), (402); 1,7954/17/(321), (313); 1,7397/20/(304); 1,7110/13/(411); 1,7007/3/(322); 1,6265/17/(412), (221); 1,5953/7/(500), (314); 1,5710/9/(322); 1,5690/7/(215); 1,5349/5/(330); 1,5320/7/(006); 1,5138/15/(413); 1,4882/1/(421); 1,4566/9/(332); 1,4535/11/(116); 1,4324/13/(510), (422); 1,4148/1/(315); 1,3682/7/(512); 1,3656/6/(216); 1,3306/<1/(600); 1,3117/<1/(430), (504); 1,2977/<1/(513), (325); 1,2774/11/(520), (602); 1,2657/13/(415), (521).

C O R D I E R I T :  $\text{Al}_3(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2 [\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$

**Sinonim:** iolit, dichroit

**Varietate:** indialith, de temperatură înaltă

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C c c m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,7 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,1 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,4 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5673 : 1 : 0,5497$ .

**Habitus:** cristale scurt prismetice cu muchii rotunjite pseudohexagonale datorită maclării; prezintă frecvent fețele (001), (010), (100), (110), (011), (310), (092), (101), (112), (111). Formează mase compacte sau apare sub forma granulelor diseminate.

**Culoarea:** diferite nuanțe de albastru; rareori verzui, cenușiu gălbui, brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale și unghiuri:**  $(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 60^\circ 50'$ .

**Macle:** (110) și (310), repetate, cu aspect pseudohexagonal; uneori imită macelile polisintetice.

**Clivaj:** (010) bun; (001) și (100) slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

$H = 7$ -7  $\frac{1}{2}$ ;  $G = 2,53$ -2,78.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,75$ -50,77%,  $\text{TiO}_2 = 0,00$ -0,38%,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,52$ -35,26%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,01$ -1,52%,  $\text{FeO} = 2,12$ -7,12%,  $\text{MnO} = 0,05$ -1,09%,  $\text{MgO} = 8,38$ -12,72%,  $\text{CaO} = 0,03$ -1,24%,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,14$ -1,12%,  $\text{K}_2\text{O} = \text{urme}$  - 0,56%,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,25$ -3,07%,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,05$ -1,01%. Majoritatea analizelor arată o predominare a Mg asupra Fe. Mg poate fi substituit și de Mn. Deseori prezintă un exces de  $\text{SiO}_2$ . Cordieritul alterat și

hidratat poartă diferite denumiri: bonsdorffit, auralit, fahlunit, csmarkit, praseolit, pinit, gigantolit, clorofilit. Conține frecvent incluziuni de sillimanit, spinel, staurolit, apatit, zircon.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab albastrui. Pleocroic, cu nuanțe diferite, în funcție de chimism. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ . Indicii refracției:  $\alpha = 1,522-1,558$ ,  $\beta = 1,524-1,572$ ,  $\gamma = 1,527-1,578$ ,  $\Delta = 0,005-0,018$ .

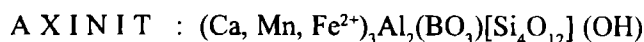
Pleocroismul:

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Fe - cordierit	incolor		violet
Mg - cordierit	gălbui sau verzui	albastrui	albastru, violet

Biax pozitiv sau negativ în funcție de chimism și de gradul și direcția de transformare.  $2V_{\alpha} = 65^{\circ}-104^{\circ}$ . P.A.O.(100). Dispersia:  $v > r$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (415 p + 434 p)d; 445 i; 486 p; 566 i; 580 s; 674 s; 769 p; 918 fp,l; 962 fp,l; 990 i; 1024 i; 1105 i; 1143 i; 1172 p; 1650.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 8,58/100/(110), (200); 4,92/40/(310), (020); 4,69/10/(002); 4,11/80/(112), (202); 3,38/90/(312), (022); 3,18/80/(222), (402); 3,04/90/(511); 2,65/60/(512), (422); 2,45/10/(620), (040); 2,34/40/(004); 2,24/10/(513); 2,18/10/(622); 2,11/40/(314), (024); 2,05/10/(404), (441); 1,95/10; 1,878/50; 1,805/40; 1,715/10; 1,615/10; 1,590/20; 1,557/10; 1,531/10; 1,501/20; 1,485/10; 1,464/10; 1,448/10; 1,446/10; 1,401/20; 1,365/10; 1,350/40.



**Varietăți:** feroaxinit -  $\text{Ca} > 1,5$ ;  $\text{Fe} > \text{Mn}$   
 manganoaxinit -  $\text{Ca} > 1,5$ ;  $\text{Mn} > \text{Fe}$   
 tinzenit -  $\text{Ca} < 1,5$ ;  $\text{Mn} > \text{Fe}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,15 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,16 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,96 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7806 : 1 : 0,9782$ ,  $\alpha = 88^{\circ}04'$ ,  $\beta = 81^{\circ}36'$ ,  $\gamma = 77^{\circ}42'$ .

**Habitus:** cristale tabulare, în formă de pană; adesea în agregate lamelare. Apare masiv, lamelar; uneori granular sau în vinișoare.

**Culoarea:** violet - brun; de asemenea incolor, gălbui, violet deschis până la roșcat. Incluziunile de clorit îi pot conferi o culoare verde. Manganoaxinitul este galben.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{aligned} (010) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) &= 135^{\circ}25' & (010) \wedge (011) &= 45^{\circ}12' \\ (0\bar{1}0) \wedge (\bar{1}20) &= 28^{\circ}58' & (010) \wedge (\bar{1}21) &= 33^{\circ}20' \end{aligned}$$

**Clivaj:** (100) și (001) bun; (110) și (011) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

**H = 6 1/2 - 7 ; G = 3,26 - 3,36.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 40,80 - 42,95\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,19\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 5,13 - 6,54\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,23 - 18,47\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,24 - 1,87\%$ ,  $\text{FeO} = 1,35 - 9,36\%$ ,  $\text{MnO} = 0,69 - 21,19\%$ ,  $\text{MgO} = 0,07 - 2,08\%$ ,  $\text{CaO} = 12,51 - 19,93\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,33\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,21\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,64 - 1,87\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,07\%$ . CaO și MnO variază invers proporțional. Raporturile dintre Co, Mn și Fe definesc varietățile speciei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau având nuanțe mai slabe ale culorii macroscopice.

Pleocroic în secțiuni mai groase. Orientarea:  $\alpha \sim \perp (111)$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,674 - 1,693$  brun deschis;  $\beta = 1,681 - 1,701$ , violet;

$\gamma = 1,684 - 1,704$ , gălbui sau incolor;  $\Delta = 0,009 - 0,011$ . Biax negativ,  $2V_{\alpha} = 63^{\circ} - 80^{\circ}$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 412 m; 437 m; 460 m;; 483 m; 521 p; 555 fp; 590 fp; 605 i; 635 i; 785 m; 884 m; 890 m; 935 i; 988 fp; 1012 i; 1049 fp; 1070 i; 1105 fp; 667p;

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 6,30/70; 5,87/5; 5,15/5; 4,99/10; 4,80/20; 4,53/30; 3,99/20; 3,80/30; 3,68/60; 3,46/80; 3,42/5; 3,39/5; 3,28/60; 3,23/5; 3,19/5; 3,16/90 3,08/40; 3,02/50; 2,998/60; 2,968/50; 2,931/30; 2,874/30; 2,839/40; 2,812/100; 2,792/40; 2,760/40; 2,667/40; 2,643/40; 2,575/50; 2,564/60; 2,526/30; 2,489/20; 2,474/20; 2,444/50; 2,424/50; 2,396/10; 2,363/50; 2,318/5; 2,292/10; 1,271/30; 2,250/30; 2,226/10; 2,206/30; 2,190/60; 2,179/20; 2,163/70; 2,134/30; 2,060/50; 2,040/50; 2,014/30; 1,998/30; 1,989/50; 1,973/5; 1,955/40; 1,926/50; 1,895/10; 1,808/20; 1,788/40; 1,744/10; 1,732/30; 1,721/30; 1,704/20; 1,691/10; 1,680/10; 1,668/40; 1,652/40; 1,636/50; 1,623/30; 1,608/20; 1,597/30; 1,580/40; 1,570/20; 1,538/30; 1,516/20; 1,495/30; 1,478/20; 1,460/40; 1,442/10; 1,435/10; 1,426/30.



*Termen general reflectând dezvoltarea parțială a trei specii minerale. Există o secție continuă extinsă între dravit și schorlit precum și una între schorlit și elbait. Dar între elbait și dravit este imiscibilitate. Compoziția termenilor finali este:*

- dravit:  $\text{NaMg}_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH,F})_4$

- schorlit:  $\text{Na}(\text{Fe,Mn})_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH,F})_4$

- elbait:  $\text{Na}(\text{Li,Al})_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH,F})_4$

**Varietăți** (pe bază de compoziție chimică și culoare): rubelit, roz, roșu și transparent; indigolit albastru, violet; dravit - brun, verde; smaragd (impropriu), crisolit sau peridot de Brazilia - verde și transparent; peridot de Ceylon - galben de mierel achroit - incolor; schorlit sau afrizit - negru; mobren - kopfe - cu un singur capăt negru; verdelit - verde închis, negru.

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 3 m.

**Grupa spațială:** R 3 m.

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	$a_0$ (Å)	$c_0$ (Å)	$a_0 : c_0$
Dravit	15,945,98	7,19 - 7,23	1 : 0,4511
Schorlit	15,934503	7,12 - 7,19	1 : 0,4469
Elbait	15,84-15,93	7,10 - 7,13	1 : 0,4482

**Habitus:** cristale columnare și mai rar prismatiche scurte alungite după axul ternar de simetrie; fețele de prismă au striatii verticale. Cele mai frecvente fețe sunt:

(0001), (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0), (14 $\bar{5}$ 0), (12 $\bar{3}$ 0), (10 $\bar{1}$ 1), (10 $\bar{1}$ 4), (10 $\bar{1}$ 2), (40 $\bar{4}$ 1),

(50 $\bar{5}$ 1), (04 $\bar{1}$ 1), (01 $\bar{1}$ 2), (02 $\bar{2}$ 1), (05 $\bar{5}$ 1); (11 $\bar{2}$ 3), (32 $\bar{5}$ 1), (12 $\bar{3}$ 2), (13 $\bar{4}$ 1), (24 $\bar{6}$ 1).

Formează agregate baccilare radiare („snopi de turmalină”), fibroase sau aciculare. Este întâlnit și în mase granulare compacte; depinde de compoziția chimică fiind verde, negru, roz sau roșu. Mn, Li și Ca îi conferă o culoare roz (rubelit). Turmalinele ferifere sunt închise la culoare - negru, verde închis (verdelit, schorlit), albastru închis, brun-închis - iar cele bogate în Mg sunt brune sau galbene. Există și varietăți mai rare, incolore și transparente (achroit). Secțiunile transversale prezintă zone coloristice cu nuanțe mai închise spre centru și mai decolorate marginal.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale** și unghiuri:

$$\begin{aligned} (0001) \wedge (10\bar{1}1) &= 27^{\circ}20' & (10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) &= 46^{\circ}52' \\ (02\bar{2}1) \wedge (\bar{2}021) &= 77^{\circ}00' & (32\bar{5}1) \wedge (\bar{3}5\bar{2}1) &= 66^{\circ}01' \\ (0001) \wedge (02\bar{2}1) &= 45^{\circ}57' & (32\bar{5}1) \wedge (\bar{5}3\bar{2}1) &= 42^{\circ}36' \end{aligned}$$

**Macle:**  $(10\bar{1}1)$  și  $(40\bar{4}1)$ ? rare.

**Clivaj:**  $(11\bar{2}0)$  și  $(10\bar{1}1)$ , foarte slab.

$H = 7$ ;  $G = 3,00 - 3,25$ , depinde de chimism. Piroelectric și piezoelectric.

**Compoziția chimică:** formula chimico-structurală cea mai adecvată este:  $\text{NaR}_3\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH})_4$ , în care Na poate fi parțial înlocuit de K sau Ca; R este în principal  $\text{Fe}^{2+}$  în schorlit. Mg în dravit (Al + Li) în elbait. Alți cationi pot ocupa pozițiile structurale așa cum sunt Mn (în tsilaisit) sau  $\text{Fe}^{3+}$  și Cr. Si poate fi substituit de Al, iar grupările (OH) de F. În linii mari, repartiția cationică, și prin aceasta definirea unor varietăți, este următoarea:

	Dravit	Turmalina cromiferă	Schorlit	Indicolit	Rubelit	Verdelit
$\text{SiO}_2$	35,96-36,52	36,79	33,50-35,10	35,52-37,88	37,34-38,06	36,36-38,10
$\text{TiO}_2$	0,14-0,17	-	0,00-0,41	0,00-0,02	0,00-0,04	urme-0,09
$\text{B}_2\text{O}_3$	10,32-10,73	9,51	8,31-10,70	9,98-10,80	10,28-10,88	10,30-10,70
$\text{Al}_2\text{O}_3$	30,85-33,41	30,56	31,80-34,07	34,36-39,73	40,05-43,85	38,50-40,48
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	-	10,86	-	-	-	-
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	-	-	0,20-2,15	0,00-0,50	0,00-0,08	-
FeO	0,30-0,76	2,91	11,38-15,11	3,18-12,41	0,00-0,52	3,64-3,87
MnO	0,00-0,57	-	0,00-3,75	0,63-0,78	0,11-2,04	0,46-1,05
MgO	11,25-13,67	4,47	0,74-3,23	0,0-0,82	0,00-0,28	0,09-0,10
CaO	0,42-2,41	0,72	0,00-0,46	0,37-0,70	0,07-1,13	0,10-0,67
$\text{Na}_2\text{O}$	1,63-2,34	1,36	1,92-2,72	2,07-2,45	2,36-2,48	2,20-2,93
$\text{K}_2\text{O}$	0,09-0,57	-	0,00-0,20	0,13-0,32	0,00-0,25	0,21-0,44
$\text{Li}_2\text{O}$	-	-	-	0,60-1,44	1,43-1,66	1,27-1,52
F	0,00-0,12	0,65	0,00-0,98	0,00-1,16	0,10-1,06	0,10-0,77
$\text{H}_2\text{O}^+$	3,76-4,16	2,25	1,95-3,68	1,01-3,81	2,12-3,47	2,69-3,64
$\text{H}_2\text{O}^-$	-	-	0,00-0,30	-	-	0,00-0,08

Uvitul este varietatea ipotetică definită ca având constituția:  $\text{CaMg}_4\text{B}_3\text{Al}_5\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH})_4$ . În majoritatea varietăților se constată substituția (OH) prin F, fenomenul fiind cel mai des întâlnit la elbait. Se subliniază imiscibilitatea sau în orice caz, foarte slaba miscibilitate între turmalinele litifere și cele magneziene. A fost citat și un dravit conținând V.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** culoarea variază în funcție de compoziția chimică. Dicroism puternic, de obicei cu absorbția.

Indicii de refracție și culoarea microscopică:

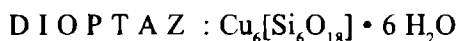
	$\omega$	$\epsilon$	$\Delta$	Culoarea microscopică
Dravit	1,635-1,661	1,610-1,632	0,021-0,026	incolor, galben
Schorlit	1,655-1,675	1,625-1,650	0,025-0,035	albastru, gălbui
Elbait	1,640-1,655	1,615-1,630	0,017-0,024	incolor

Uniax negativ. Dispersia: mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 s,l; 475 p; 520 p,l; 715 m, ; 750 m,l; 788 s; 870 s; 1000 p,l; 1030 p,l; 1112 p,l; 1185 s; 1285 m; 1337 p; 1450 s.



**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,41/40/(101); 5,00/30/(021); 4,61/20/(300); 4,24/70/(211); 4,00/70/(220); 3,505/70/(012); 3,406/5/(131); 2,977/90/(122); 2,906/5/(321); 2,635/5/(312); 2,584/100/(051); 2,419/10/(003); 2,388/10/(232); 2,361/10/(511); 2,200/10/(502); 2,177/10/(431); 2,133/20/(303); 2,050/50/(152); 1,926/40/(342); 1,887/5/(413); 1,854/5/(621); 1,788/5/(333),(104); 1,751/2/(024); 1,697/2/(262); 1,670/30/(603),(063); 1,648/20/(271); 1,598/30/(550); 1,535/5/(900); 1,516/30/(054); 1,488/5/(244); 1,464/30/(514); 1,439/5/(015); 1,416/30/(205),(404).



**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}$ .

**Grupa spațială:**  $R \bar{3}$ .

**Z = 3.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 14,66 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,83 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,5341$ .

**Habitus:** cristale scurt sau lung prismatice, uneori terminate prin forme romboedrice. Fețe principale sunt:  $(10\bar{1}0)$ ,  $(11\bar{2}0)$ ,  $(10\bar{1}1)$ ,  $(01\bar{1}2)$ ,  $(13\bar{4}1)$ ,  $(02\bar{2}1)$ ,  $(21\bar{3}1)$ ,  $(31\bar{4}2)$ ,  $12\bar{3}2$ . Fețele  $(11\bar{2}0)$  au striatii verticale, iar  $(10\bar{1}1)$  sunt striate paralel cu muchia  $(10\bar{1}1)$  /  $(11\bar{2}0)$ . Apare sub forma cristalelor izolate, agregatelor cristaline sau masiv.

**Culoarea:** verde smaragd, verde albăstrui închis.

**Urma:** verzui-albăstrui deschis.

**Luciu:** sticios; gras pe suprafețele de clivaj și de spărtură.

**Clivaj:**  $(10\bar{1}1)$  perfect.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant. Piroelectric.

**H = 5 ; G = 3,28 - 3,35.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 38,16\%$ ,  $\text{CuO} = 50,40\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11,44\%$ .

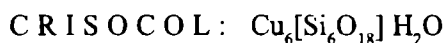
Corespunde formulei  $\text{Cu}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$  sau  $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicii de refracție -  $\omega = 1,644 - 1,658$ ,  $\epsilon = 1,697 - 1,7094$ .

Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 412 m; 457 m; 518 m,l; 550 s; 547 p,l; 612 i; 692 fs; 732 fs; (773 m + 780 m)d; 885 s,a; 930 i; 955 i; 998 fp; 1635 s.

**Diffractometria de raze X:** 1,614/10/(524); 1,594/10/(262),(253); 1,586/5/(360),(941); 1,546/5/(081); 1,507/40/(244); 1,491/20/(452),(443); 1,457/10/(550); 1,451/10/(911); 1,434/10/(922); 1,421/30/(461),(415); 1,404/15; 1,396/20; 1,377/10; 1,367/10; 1,355/30; 1,334/5; 1,322/10; 1,303/15; 1,276/20; 1,245/10; 1,239/5; 1,216/5; 1,211/5.



**Sinonim:** kieselmalachit

**Varietăți:** pilarit, conține  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; demidovit, conține  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  și  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; cornuit coloidal

Varietățile fin cristalizate poartă diferite denumiri: bisbeeit, rombic cu 2 V mic; plancheit, rombic, fibros sau mamelonar; optic pozitiv; asociat cu diopsidul

Este un gel. Cristalele microscopice de la Mackay (Idaho) par a aparține sistemului rombic (?).

**Habitus:** cristale aciculare, microscopice, formând grupe radiare sau agregate cu orientarea anizotropă.

Cea mai mare frecvență o au însă masele opalifere, stalactitice, reniforme, crustele și masele pământoase.

**Culoarea:** diferite nuanțe de albastru și verde albăstrui; uneori brun sau negru, datorită incluziunilor de hidroxizi de fier.

**Urma:** alb-verzui.

**Luciu:** sticlos; de asemenea rășinos, mat sau pământos. Translucid până la aproape opac.

**Clivaj:** absent.

$H = 2-4$  ;  $G = 2,0-2,4$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 34,3\%$ ,  $\text{CuO} = 45,2\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 20,5\%$ .

Sub formă de impurități pot conține și alți cationi, definind varietățile: pilarit,  $> 17\% \text{Al}_2\text{O}_3$ ; demadovit,  $> 7\% \text{Fe}_2\text{O}_3$  și  $> 7-9\% \text{P}_2\text{O}_5$ ; poate conține de asemenea și  $\text{MnO}$ . Varietățile cristalizate conțin mai puțină apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă** (pentru varietățile cristalizate):

$\alpha = 1,575-1,585$ ,  $\beta = 1,597-1,635$ ,  $\gamma = 1,598 - 1,635$ .  $\Delta = 0,023-0,050$ . Biax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 475 l; 500 p,l; 675 s; 790 fs,l; 1015 i; 1040 pf,l; 1635 s; 3410 p,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 4,85/100; 3,36/10; 2,92/20; 2,81/20; 2,46/20; 1,63/10; 1,48/80; 1,32/10.

## 5. INOSILICAȚI

În această clasă tetraedrii de  $\text{SiO}_4$  sunt legați sub formă de lanțuri infinite simple sau duble prin punerea în comun a câte unui ion de oxigen din colțurile a doi tetraedrii învecinați. Realizarea acestor lanțuri se poate face fie prin repetarea simplă unilaterală sau alternativă a tetraedrilor, fie prin repetarea unor grupe liniare spirale sau arcuite de 3-7 tetraedrii.

Lanțurile astfel formate se dezvoltă la infinit, pe direcția [110] facilitând și dezvoltarea unui clivaj bun paralel cu această direcție. În funcție de modul în care sunt alcătuite aceste lanțuri, inosilicații se subîmpart în două categorii mari de minerale și anume:

- piroxenii caracterizați prin prezența unor lanțuri simple și a unor grupări tetraedrice de tipul  $[\text{SiO}_3]^{2-}_\infty$  ;
- amfibolii care posedă lanțuri duble și grupări tetraedrice de tipul  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}_\infty$  .

### 5.1. PIROXENII

Având o structură în lanțuri simple a grupărilor  $\text{SiO}_4$ , care, punându-și în comun câte un ion de oxigen la fiecare doi tetraedrii, definesc parametrul  $c_0 \approx 5,2 \text{ \AA}$ , piroxenii au o structură chimico-structurală de tipul  $(\text{X},\text{Y},\text{W})_2\text{Z}_2\text{O}_6$ , în care  $\text{X} = \text{Ca}, \text{Na}$ ;  $\text{Y} = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Li}$ ;  $\text{W} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti}$ ;  $\text{Z} = \text{Si}, \text{Al}$ .

Excluzând o serie de elemente, cum sunt  $\text{Na}, \text{Li}$  și  $\text{Mn}$  care individualizează unele specii, piroxenii aparțin la patru sisteme:  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  -  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$  -  $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$  -  $\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ .

În funcție de ocuparea pozițiilor cationice și de dispunerea lanțurilor în structurile cristaline se definesc două grupe mari de piroxenii: rombici și monoclinici; între aceștia silicatul de magneziu formează o serie izodimorfă; enstatitul și clinoenstatitul.

Compoziția piroxenilor este următoarea:

- Piroxenii rombici :  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$

- Piroxenii monoclinici:

    Clinoenstatit  $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

    Clinohipersten  $(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$

    Diopsid - hedenbergit  $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}) [\text{Si}_2\text{O}_6]$

    Johannsenit  $\text{Ca}(\text{Mn},\text{Fe}^{2+}) [\text{Si}_2\text{O}_6]$

    Egirin  $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

*Spodumen* LiAl [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
*Jadeit* NaAl [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
*Augit* (Ca,Mg,Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ti,Al)<sub>2</sub> [(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
*Pigeonit* (Mg,Fe<sup>2+</sup>,Ca)(Mg,Fe<sup>2+</sup>) [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
*Omfacit* (Ca,Na)(Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al) [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]  
*Fassait* Ca(Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al) [(Si,Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

### 5.1.1. Piroxenii rombici

Formează o serie izomorfă unică cu formula generală (Mg,Fe<sup>2+</sup>)<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>].

În funcție de raportul Mg : Fe<sup>2+</sup> sunt definite următoarele specii:

*Enstatit* Mg<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 0 - 10% *ferosilit*  
*Bronzit* (Mg,Fe)<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 10 - 30% *ferosilit*  
*Hipersten* (Mg,Fe)<sub>2</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 30 - 50% *ferosilit*  
*Ferohipersten* (Fe,Mg)<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 50-70% *ferosilit*  
*Eulyt* (Fe,Mg)<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 70-90% *ferosilit*  
*Ferosilit* Fe<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>] ; 0 - 10% *enstatit*

Toate mineralele seriei conțin cantități importante de silicat de calciu precum și mici cantități de Cr, Ni, Na, K.

ENSTATIT : Mg<sub>2</sub> [Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasă:** 2/m 2/m 2/m..

**Grupa spațială:** P b c a .

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 18,228 Å, b<sub>0</sub> = 8,805 Å, c<sub>0</sub> = 5,185 Å.

**Relația axială** = a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 2,0701 : 1 : 0,5889.

**Habitus:** rare cristale prismatice. Frecvent aparate masiv, lamelar sau fibros. Concreșteri cu piroxenii monoclinici.

**Culoarea:** incolor, cenușiu, verde, gălbui, brun.

**Urma:** incoloră, cenușie.

**Luciu:** sticlos până la perlat. Transparent în fragmente foarte subțiri, dar mergând până la translucid sau opac.

**Forme principale:** (110), (1 $\bar{1}$ 0), ( $\bar{1}\bar{1}$ 0), ( $\bar{1}$ 10).

**Macle:** (100) simple și lamelare.

**Clivaj:** (210) bun; (100) și (010) slab; (210)  $\wedge$  (2 $\bar{1}$ 0)  $\approx$  88°.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 5-6 ; **G** = 3,209-3,431.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 55,70-59,92%, TiO<sub>2</sub> = 0,00- 0,17%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,87%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,13%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,46%, FeO = 0,38 - 7,15%, MnO = 0,00 - 0,19%, NiO = 0,00 - 0,35%, MgO = 32,12 - 39,51%, CaO = 0,23 - 1,48%, Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,07%, K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,03%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,00 - 0,64%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00 - 0,07%.

Conține între 0 și 10% ferosilit. La T = 1050°C trece în protoenstatit, având tendința de a-și modifica structura. La T = 1100°C trece în clinoenstatit (monoclinic).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha$  = b.

Indicii de refracție:  $\alpha$  = 1,650-1,662,  $\beta$  = 1,653-1,671,  $\gamma$  = 1,658-1,680;  $\Delta$  = 0,007-0,011.

Biax pozitiv. 2 V = 55°- 90°. P.A.O.(100). Dispersia: r < v, mică sau moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 m; 460 p,l; 505 m,l; 530 i; 560 i; 586 i; 651 s,l; 694 m; 724 i; 745 i; 760 i; 852-877 fp,l; 905 p; 928-942 fp,l; 975 i; 1015 p; 1063 fp; 1118 i; 1180 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,33/<1/(120); 4,41/14/(200); 3,303/35/(211); 3,167/100/(240),(221); 2,941/44/(231); 2,872/87/(160); 2,825/23/(151); 2,706/26/(241); 2,537/43/(311); 2,494/51/(022); 2,471/31/(340),(251); 2,358/7/(331); 2,280/5/(080); 2,252/7/(042),(261),(171),(212); 2,232/7/(341); 2,114/24/(360); 2,096/2/(351); 2,058/13/(271),(152); 2,019/10/(280), (242); 1,984/13/(421); 1,958/24/(361); 1,926/4/(431),(162); 1,887/6/(291); 1,854/3/(441),(332); 1,800/7/(262),(380); 1,786/10/(460), (1.10.0); 1,773/7/(451); 1,732/3/(291); 1,702/9/(381); 1,698/8/(272); 1,679/9/(182),(412); 1,649/7/(471); 1,603/20/(2.10.1); 1,588/10/(391); 1,525/7/(551); 1,520/14; 1,485/34; 1,470/22.

**B R O N Z I T :  $(\text{Mg,Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$**

*Produs de transformare: bastit (schilrrspat, protobastit)*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b c a.

**Z** = 16.

**Habitus:** formează agregate granulare. Cristale izolate, cu forme bine determinate apar mai ales în meteoriți.

Conține intercalate lamele de augit.

**Culoarea:** brun-verzui; diverse nuanțe de gălbui.

**Luciu:** sticlos; sidefos sau mătăsos pe suprafețele de clivaj.

**Urma:** incoloră, cenușiu-gălbuie. Transparent sau translucid în fragmente foarte subțiri.

**Macle:** (014) rare; (100) rare, în formă de cruce sau stea.

**Clivaj:** (210) bun; (100) și (010) slab; fețele de clivaj sunt rotunjite și striate datorită translației; uneori ondulate.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 5-6 ; **G** = 3 - 3,5.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 52,60 - 55,20\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,12 - 0,22\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,12 - 2,69\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,81\%$ ,  $\text{Ce}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,34\%$ ,  $\text{FeO} = 7,18 - 17,14\%$ ,  $\text{MnO} = 0,19 - 0,41\%$ ,  $\text{NiO} = 0,00 - 0,07\%$ ,  $\text{MgO} = 25,65 - 32,13\%$ ,  $\text{CaO} = 0,48 - 2,17\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,88\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,01\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,30\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,06\%$ .

Conține 10-30% ferosilit. Compoziția chimică este complicată prin intercalațiile lamelare de augit apărute prin dezamestec. Prin alterare trece în bastit, prezentat uneori ca varietate de bronzit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, brun-gălbui, galben deschis. Pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = b$ . Indicele de refracție = 1,685. Biax pozitiv. P.A.O. (100). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 s; 455 m; 508 m; 540 s; 565 i; 650 m; 695 m; 722 s; 745 fs; 860 m; 930 m; 1015 m; 1065 m; 1125 i.

**H I P E R S T E N :  $(\text{Mg,Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$**

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b c a.

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,433 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,060 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,258 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,035 : 1 : 0,580$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice, rare. Frecvent apare masiv, lamelar.

**Culoarea:** verde-brun, negru cenușiu, negru verzui, brun.

**Urma:** cenușie, brun-cenușie.

**Luciu:** perlat sau mătășos pe suprafețele de clivaj, sticlos. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) simple și lamelare.

**Clivaj:** (210) bun, (100) și (101) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 5-6$  ;  $G = 3,42 - 3,84$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 50,26- 53,18\%$ ;  $\text{TiO} = 0,08 - 0,47\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,16 - 3,13\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00- 1,34\%$ ;  
 $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,10\%$ ;  $\text{FeO} = 17,18 - 26,54\%$ ;  $\text{MnO} = 0,31 - 0,83\%$ ;  $\text{MgO} = 16,36\% - 23,81\%$ ;  
 $\text{CaO} = 0,47 - 2,09\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,47\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,60\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,44\%$ ;  
 $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00- 0,21\%$ . Conține 30-50% ferosilit.

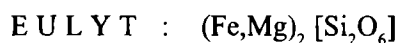
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui - brun verzui, galben - verzui. Pleocroic.

Orientarea:  $\alpha = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,6843$ ,  $\beta = 1,6920$ ,  $\gamma = 6959$ .  $\Delta = 0,0116$ .

Biax pozitiv sau negativ.  $2 V_\alpha = 69^\circ$ . P.A.O (100). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 408 m; 456 m; 508 p; 536 s; 562 i; 635 i; 650 m; 725 s; 760 fs;  
855 fs; 872 fs; 895 i; 945 p; 1028 i; 1070 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație FeK ?): 3,36/30; 3,20/100; 2,98/20; 2,89/80; 2,73/30; 2,55/50; 2,48/50;  
2,13/10; 2,11/50; 2,03/20; 1,96/40; 1,78/40; 1,60/60; 1,53/50; 1,49/80; 1,39/60; 1,34/30; 1,30/50; 1,27/40;  
1,25/20; 1,18/20; 1,05/40.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P b c a.

$Z = 16$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0898 : 1 : 0,5864$ ,  $\beta = 108^\circ 21'$ .

**Habitus:** rareori apar cristale prismatice scurte; de obicei apare masiv prismatic sau lamelar.

**Culoarea:** verde, brun închis.

**Urmă:** cenușie-verzuie.

**Luciu:** sticlos; perlat saumătășos pe suprafețele de clivaj. Translucid, aproape opac.

**Macle:** (100) simple sau lamelare.

$H = 5-6$  ;  $G = 3,90$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,36 - 48,70\%$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,07 - 0,16\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,29 - 1,90\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,16 - 0,41\%$ ;  
 $\text{FeO} = 39,37\%$ ;  $\text{MnO} = 0,06 - 0,89\%$ ;  $\text{MgO} = 5,09- 8,68\%$ ;  $\text{CaO} = 0,85 - 1,64\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,01\%$ ;  
 $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,02 - 0,05\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,07 - 0,09\%$ .

## 5.1.2. PIROXENI MONOCLINICI

CLINOENSTATIT :  $Mg_2[Si_2O_6]$

*Dimorf cu enstatitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 /c$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,6065 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,8146 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,1688 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0898 : 1 : 0,5864$ ,  $\beta = 108^\circ 21'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic sau tabulare. Apare masiv, lamelar.

**Culoarea:** incolor, brun-gălbui, verzui, negru; culoarea se închide pe măsură ce crește cantitatea de Fe.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent spre translucid.

**Macle:** (100) comune.

**Clivaj:** (110) bun. Casant.

$H = 5 - 6$  ;  $G = 3,19$ .

**Compoziția chimică:** identică cu cea a enstatitului din care se obține prin încălzire la  $1400^\circ\text{C}$  pentru 24 ore.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde-gălbui, brun, roz. Pleocroic. **Orientarea:**  $\alpha = \gamma \wedge c = 22^\circ\text{C}$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,651$ , verde-gălbui;  $\beta = 1,654$ , roz-brun;  $\gamma = 1,660$ , verzui.

$\Delta = 0,009$ . Biax pozitiv.  $2V = 53^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 684 s; (725 s + 737 s)d; 800 s,l; 858 p; 900 p; 942 fp,l; 992 s; 1012 p; 1076 fp; 1102 i; 1152 i; 1197 i.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 3,487/20; 3,283/30; 3,149/80; 2,953/40; 2,859/80; 2,792/20; 2,711/20; 2,520/70; 2,453/70; 2,088/70; 2,010/40; 1,974/40; 1,784/40; 1,766/40; 1,726/30; 1,680/20; 1,640/20; 1,603/70; 1,588/20; 1,519/80; 1,482/80(060); 1,468/80; 1,388/20; 1,374/80; 1,356/40; 1,298/50; 1,267/70; 1,212/40; 1,189/20; 1,164/20; 1,155/20; 1,139/20; 1,104/20.

DIOPSID :  $CaMg[Si_2O_6]$

SALIT :  $Ca(Mg, Fe)[Si_2O_6]$

FEROSALIT :  $Ca(Fe, Mg)[Si_2O_6]$

**Varietăți:** *schefferit*, conține Mn; *jeffersonit*, conține Zn, salit și ferosalit conțin  $Fe^{2+}$  care înlocuiește Mg; se realizează, astfel, seria izomorfă diopsid-salit-ferosalit-hedenbergit; *dialog* - varietate cu separații după (100)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,73 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,91 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,25 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $1,092 : 1 : 0,589$ ,  $\beta = 105^\circ 50'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic cu o largă dezvoltare a fețelor (100) și (010). Frecvent apare masiv, lamelar, columnar sau granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, verzui, negru-verzui; brun-gălbui, brun-roșcat (*schefferit*); rareori albastru.

**Urma:** albă sau cenușie

**Luciu:** sticlos, uneori mat. Transparent până la aproape opac.

**Forme principale și unghiuri:**

$$(110) \wedge (1\bar{1}0) = 92^\circ 50' \quad (021) \wedge (0\bar{2}1) = 97^\circ 10'$$

$$(001) \wedge (100) = 74^\circ 10' \quad (001) \wedge (111) = 33^\circ 49'$$

$$(001) \wedge (101) = 31^\circ 19' \quad (011) \wedge (0\bar{1}1) = 59^\circ 04'$$

**Macle:** (100) și (001) frecvente; simple și multiple.

**Clivaj:** (110) bun; varietatea dialag prezintă separații după (100) sau (010).

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,22 - 3,38$ ; variază în funcție de raportul Mg : Fe.

**Compoziția chimică:** principala variație este legată de substituția  $Mg \leftrightarrow Fe^{2+}$  în cadrul seriei izomorfe diopsid-salit-ferosalit-hedenbergit. În această serie, Ca, Mg și  $Fe^{2+}$  sunt înlocuiți de alți cationi, printre care Na, K, Mn, Cr, Ni. Cantitatea de Mn crește în serie, pornind de la diopsid spre hedenbergit.

Mineral	Diopsid	Salit	Ferosalit
Oxizi %			
SiO <sub>2</sub>	49,23 - 54,66	45,86 - 52,96	45,80 - 51,00
TiO <sub>2</sub>	urme - 2,25	0,10 - 3,04	0,00 - 0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07 - 6,42	1,21 - 8,30	0,00 - 5,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,56 - 2,87	0,49 - 4,41	0,53 - 5,87
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00 - 2,03	0,00 - 0,04	-
FeO	0,00 - 4,34	3,53 - 10,88	12,44 - 18,57
MnO	0,00 - 0,24	0,00 - 0,56	0,18 - 0,41
NiO	0,00 - 0,04	0,00 - 0,04	-
MgO	14,69 - 18,78	9,53 - 15,43	5,70 - 8,80
CaO	21,10 - 25,92	20,23 - 24,29	22,42 - 23,28
Na <sub>2</sub> O	0,00 - 1,37	0,00 - 0,94	0,00 - 0,35
K <sub>2</sub> O	0,00 - 0,15	0,00 - 0,15	0,00 - 0,02
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,04 - 0,66	0,01 - 1,58	0,08 - 0,38
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00 - 0,11	0,00 - 0,20	0,00 - 0,10

Este posibil să existe o serie izomorfă completă între diopsid-hedenbergit și johannsenit. Sunt citate probe în care Mg și  $Fe^{2+}$  sunt substituiți de Zn; varietatea poartă denumirea de jeffersonit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** variază în funcție de chimism:

Proprietăți optice	Diopsid	Salit	Ferosalit
Culoare	incolor	incolor, verzui	incolor, verzui
Pleocroism	-	slab	slab
Orientare	$\beta = b, \gamma \wedge c = 38^\circ - 46^\circ$	$\beta = b, \gamma \wedge c = 38^\circ - 46^\circ$	$\beta = b, \gamma \wedge c = 38^\circ - 46^\circ$
$\alpha$	1,664 - 1,695	verzui	verzui
$\beta$	1,672 - 1,701	brun-verzui	brun-verzui
$\gamma$	1,695 - 1,721	verde-brun	verde-brun
$\Delta$	0,024 - 0,031		
2V	50° - 50°	50° - 60°	50° - 60°
P.A.O.	(010)	(010)	(010)
Dispersia	r > v mică	r > v mică, moderată	r > v mică, moderată

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Diopsid: 405 m? 475 p,l; 515 p; 564 i? 640 m; 673 m; 866 p; 926 p; 968 p; 983 i; 1075 fp; 1092 i; 1118 i.

**Difractometria de raze X:**

Diopsid (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 4,44/5/(020); 3,33/5/(021); 3,23/80/(220); 2,98/100/(221); 2,94/70/(310);

2,89/10/( $\bar{3}11$ ); 2,82/5/(130); 2,56/10/( $\bar{2}02$ ); 2,53/40/(002), ( $\bar{1}31$ ), ( $\bar{1}12$ ), (221); 2,29/10/(400); 2,18/5/(022); 2,146/20/(330); 2,124/20/( $\bar{3}31$ ); 2,101/30/( $\bar{4}21$ ); 2,034/10/(041); 2,002/30/( $\bar{4}02$ ); 1,959/5/( $\bar{2}41$ ); 1,830/5/( $\bar{4}22$ ); 1,809/5/( $\bar{3}32$ ); 1,748/40/(150); 1,680/5/(312); 1,668/5/(042); 1,655/5/( $\bar{3}13$ ); 1,622/20; 1,612/20; 1,560/5; 1,548/5; 1,520/10.

H E D E N B E R G I T :  $\text{CaFe}^{2+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

*Varietăți:* baikalit, cristale lamelare de culoare verde închis. Violan, cristale prismatice, violet-albastru cu clivaj bun. Cocolit (kokkolith), varietate cu muchii rotunjite sau granular; verde închis sau negru. Jeffersonit, bogat în Mn și Zn

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Clasa:* 2/m.

*Grupa spațială:* C 2/c.

*Z* = 4.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,26 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,092 : 1 : 0,583$ ,  $\beta = 104^\circ 20'$ .

*Habitus:* cristale scurt prismatice, cu aspect aproape pătratic. De obicei apare masiv, lamelar.

*Culoarea:* verde-brun, verde-cenușiu, verde închis, negru-cenușiu, negru.

*Urma:* albă sau cenușie.

*Luciu:* sticlos până la rășinos sau mat. Translucid până la aproape opac.

*Macle:* (001) sau (100) comune; simple și multiple.

*Clivaj:* (110) bun; (100), (010) slab.

*Spărtura:* neregulată sau concoidală. Casant.

*H* = 6 ; *G* = 3,50 - 3,56.

*Compoziția chimică:*  $\text{SiO}_2 = 44,76 - 48,34\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,08\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,30 - 1,70\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 =$  urme - 3,32%,  $\text{FeO} = 19,27 - 22,94\%$ ,  $\text{MnO} = 0,81 - 6,22\%$ ,  $\text{MgO} = 1,06 - 3,25\%$ ,  $\text{CaO} = 20,35 - 22,20\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,14 - 0,34\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,03 - 0,18\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,17 - 1,72\%$ . Prin substituția  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  se realizează o serie continuă între diopsid și hedenbergit, prin intermediul salitului și ferosalitului. De asemenea, formează o serie izomorfă cu johannsenitul, un termen intermediar fiind mangano-hedenbergitul. Pe această linie, jeffersonitul și schefferitul pot fi privite și ca varietăți ale hedenbergitului. Componentii hedenbergitici ai rocilor bazice și ultrabazice conțin Cr.

*Proprietăți optice în lumină transmisă:* verzui, galben-verzui, verde-brun. Pleocroic.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 47^\circ - 48^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,716 - 1,726$ , verzui, verde-albăstrui;  $\beta = 1,723 - 1,730$ , verde, verde-albăstrui,  $\gamma = 1,741 - 1,751$ , verde, verde-gălbui.  $\Delta = 0,025 - 0,029$ .

Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 52^\circ - 62^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ , puternică.

*Spectrometria de absorbție în infraroșu:* 454 - 475 fp,l; 495 i; 513 p,l; 628 m; 667 s; 865 p; 916 m; 965 i; 990 i; 1056 - 1070 fp; 1090 i; 1620 s; 3420 s.

*Difractometria de raze X* (cele mai intense linii): 2,97/100; 2,56/30; 2,53/50.

J O H N N S E N I T :  $\text{Ca}(\text{Mn}, \text{Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_6]$

*Polimorf cu bustamitul. Izomorf cu hedenbergitul*

*Sistemul de cristalizare:* monoclinic.

*Clasa:* 2/m.

*Grupa spațială:* C 2/c.

*Z* = 4.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,83 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,27 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,087 : 1 : 0,583$ ,  $\beta = 105^\circ$ .



**Habitus:** cristale scurt prismatice. Apare masiv, columnar. Formează agregate radiare și sferulitice alcătuite din cristale fibroase sau prismatice, alcătuite din cristale fibroase sau prismatice.

**Culoarea:** cenușiu, verzui, brun, negru. Suprafața are o culoare mai închisă (chiar neagră) datorită oxidării manganului. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) comune, simple și lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; (001), (010), (100) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 3,44 - 3,55$ , depinde de raportul  $Mn : Fe^{2+}$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 47,62 - 48,98\%$ ,  $TiO_2 =$  urme -  $0,14\%$ ,  $Al_2O_3 =$  urme -  $0,91\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00 - 1,07\%$ ,  $FeO = 0,70 - 13,44\%$ ,  $MnO = 14,13 - 27,47\%$ ,  $MgO = 0,53 - 2,19\%$ ,  $CaO = 20,64 - 22,18\%$ ,  $Na_2O = 0,00 - 0,10\%$ ,  $K_2O = 0,00 - 0,05\%$ ,  $H_2O^+ = 0,08 - 0,50\%$ ,  $H_2O = 0,00 - 0,26\%$ . Prin încălzire la  $830^\circ C$  trece în polimorful său triclinic, bustamitul. Prin intermediul johannsenitului ferifer formează o serie izomorfă cu hedenbergitul, datorită substituției  $Mn \rightleftharpoons Fe^{2+}$ . Este susceptibil pentru alterările de tip oxidare, hidratare și carbonatare; de obicei trece în rodonit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ;  $\gamma \wedge c = 46^\circ - 48^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,703 - 1,716$ ,  $\beta = 1,711 - 1,728$ ,  $g = 1,732 - 1,745$ .  $\Delta = 0,028 - 0,029$ .

Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 68^\circ - 70^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,02/100; 2,60/60; 2,55/80.

E G I R I N :  $NaFe^{3+}[Si_2O_6]$

**Sinonim:** acmit

E G I R I N - A U G I T :  $(Na,Ca)(Fe^{2+},Fe^{3+},Mg,Al)[Si_2O_6]$

**Varietate:** blanfordit, conține  $MnO > 4\%$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,65 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,79 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,29 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,098 : 1 : 0,602$ ,  $\beta = 107^\circ 4'$ .

**Habitus:** cristale lung prismatice, aciculare sau columnare cu striații verticale; terminațiile sunt teșite (egirin) sau ascuțite (acmit). Fața cea mai dezvoltată a cristalelor este (100). Formează agregate sau grupări de cristale aciculare sau fibroase; mase compacte și agregate radiare.

**Culoarea:** verde închis, negru-verzui (egirin); brun-roșcat, verde închis până la negru (acmit); verde închis până la negru, verde, verde-gălbui sau brun (egirin-augitul).

**Urma:** cenușiu-gălbui.

**Luciu:** sticlos, uneori rășinos. Translucid până la opac.

**Macle:** (100) comune, simple sau lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; separații după (100).  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \approx 87^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 3,55 - 3,60$  (egirin),  $3,40 - 3,55$  (egirin-augitul).

**Compoziția chimică:**

În egirin substituția cea mai frecventă este  $NaFe^{3+} \leftrightarrow Ca(Mg, Fe^{2+})$ . Variația în conținutul de  $Na_2O$  și  $K_2O$  depinde de variațiile procentuale ale  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  și  $V_2O_5$ . Cantitatea de Mg și  $Fe^{2+}$  variază direct proporțional cu cea de Ca, în timp ce Na și K variază invers proporțional cu aceasta. În egirin substituția Si prin Al este neglijabilă.

Acmitul posedă mici cantități de Zr, Ce și alte pământuri rare. Se presupune că V este responsabil de culoarea brună a acmitului. Mn este și el implicat în manifestarea culorii mineralelor. Egrin-augitul cu conținut ridicat de Mn (MnO > 4%) se individualizează ca varietate: blanfordit.

Oxizi	Egrin	Egrin-augit
SiO <sub>2</sub>	51,35 - 51,92	49,73 - 53,11
TiO <sub>2</sub>	0,65 - 0,77	0,38 - 2,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,85 - 2,88	0,38 - 5,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,43 - 31,44	6,44 - 25,43
FeO	0,75 - 3,70	1,11 - 9,87
MnO	0,00 - 0,18	0,38 - 4,72
MgO	0,00 - 0,58	3,08 - 8,90
CaO	0,00 - 3,29	4,38 - 20,80
Na <sub>2</sub> O	11,65 - 12,86	1,76 - 10,46
K <sub>2</sub> O	0,14 - 0,19	0,00 - 0,22
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,17 - 0,24	0,00 - 0,47
H <sub>2</sub> O	0,00 - 0,19	0,00 - 0,24

Egrinul formează serii izomorfe cu unii piroxeni monoclinici, așa cum sunt augitul, diopsitul și hedenbergitul; egrin-augitul fiind astfel un termen intermediar între cele două capete de serie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** variază foarte mult în funcție de chimism. Acmitul este brun deschis, galben sau galben-verzui.

	Egrin	Egrin-augit
Orientarea	$\alpha \wedge c = 0^\circ - 10^\circ$ ; $\beta = b$	$\alpha \wedge c = 0^\circ - 20^\circ$ ; $\beta = b$
$\alpha$	1,750 - 1,776	1700 - 1,750
$\beta$	1,780 - 1,820	1,710 - 1,780
$\gamma$	1,800 - 1,836	1,730 - 1,800
$\Delta$	0,040 - 0,060	0,030 - 0,050
Culoare	verzui, verde închis, verde-gălbui	verzui, verde, verde-gălbui
Plecrocism	slab cu absorbția $\alpha > \beta > \gamma$	slab cu absorbția $\alpha > \beta > \gamma$
$2 V_\alpha$	$60^\circ - 70^\circ$	$70^\circ - 110^\circ$
P.A.O.	(010)	(010)
Dispersia	$r > v$ medie sau puternică	$r > v$ medie sau puternică

#### **Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Egrin: 466 fp,l; 506 m; 545 i; 561 p; 641 m; 730 fs; 862 m; 897 i; 911 i; 950 - 965 p,l; 1012 i; 1058 i; ~1100 i,l.

#### **Difracțometria de raze X:**

Egrin (radiație MoK<sub>α</sub>): 6,54/40/(110); 4,50/40/(020); 4,05/10/(201); 3,68/10/(111); 3,01/100/(201), (221); 2,92/70/(311); 2,54/100/(002); 2,48/60/(201); 2,29/10/(311); 2,21/40/(040); 2,12/40; 2,03/40; 1,94/10; 1,90/10; 1,82/10; 1,73/30; 1,56/40; 1,52/40; 1,50/40; 1,47/10; 1,39/40; 1,33/20; 1,29/20; 1,26/20; 1,23/20; 1,19/10; 1,15/10; 1,14/10; 1,06/20; 1,03/10.



**Sinonim:** trifan

**Varietăți:** hiddenit, verde, kunzit, roz

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** C 2.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,52 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,32 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,25 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,1442 : 1 : 0,6310$ ,  $\beta = 110^\circ 28'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, uneori turtite și striate vertical. Formează mase clivabile, uneori criptocristaline, agregate lamelare sau columnare.

**Culoarea:** incolor, alb-cenușiu, roz-violet (kunzit), verzui, gălbui, verde-smaragd (hiddenit).

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, sidefos pe suprafața de clivaj; mat în spărtură. Transparent sau translucid. Unele cristale sunt fluorescente prin expunerea la radiații ultraviolete.

**Macle:** (100) comune.

**Clivaj:** (110) bun; separații după (100) și (010);  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87^\circ$ .

$H = 6\frac{1}{2} - 7\frac{1}{2}$ ;  $G = 3,0 - 3,2$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 63,21 - 65,05\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26,70 - 28,18\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,04 - 1,58\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,36\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,32\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00$  - urme;  $\text{CaO} = 0,00$  - urma;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,05 - 1,68\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,52\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 5,80 - 7,12\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} + = 0,00 - 0,77\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} - = 0,00 - 0,17\%$ . Arată puține variații față de formula ideală  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ . Singurele substituții care apar mai frecvent sunt  $\text{Al}^{3+}$  prin  $\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Li}^+$  prin  $\text{Na}^+$ . Nu se constată replasări ale  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ . Spectrometric au fost depistate și unele elemente minore sau în urmă, așa cum sunt Ga, Cr, V, Co, Ni, Cu, Sn, Ge.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 22^\circ - 26^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,648 - 1,663$ ,  $\beta = 1,655 - 1,669$ ,

$\gamma = 1,662 - 1,679$ ,  $\Delta = 0,014 - 0,027$ . Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 58^\circ - 68^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

$\alpha$  - spodumen; 478 fp,l; 538 i,l; (596 p,l + 642 p,l)d; 866 m; 918 m; 1017 fp; 1042 i; 1073 - 1095 fp; 1035 i,l.

$\beta$  - spodumen; 430 - 470 fp,l; 560 p,l; 698 i; 765 m; 896 fs; 1017 fp; 1040 i; 1073 - 1095 fp; 1035 i,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,12/30/(110); 4,38/50/(\bar{1}11); 4,21/60/(020); 3,45/40/(111); 3,19/40/(021); 3,04/5/(220); 2,93/100/(\bar{2}21); 2,87/10/(\bar{3}11); 2,80/80/(310); 3,67/10/(130); 2,56/10/(\bar{2}02); 2,45/60/(002), (\bar{1}31); 2,35/20/(221), (\bar{4}01); 2,21/5/(400), (131); 2,17/3/(\bar{2}22); 2,14/8/(311); 2,10/40/(022), (112); 2,05/20/(\bar{3}31), (\bar{4}21); 2,02/10/(330); 1,928/20; 1,862/40; 1,824/5; 1,787/5; 1,737/10; 1,718/5; 1,683/3; 1,666/3; 1,647/5; 1,606/60; 1,593/5; 1,568/70; 1,523/30; 1,486/5; 1,460/40; 1,418/3; 1,397/30; 1,359/20; 1,241/10; 1,234/40.

J A D E I T :  $\text{NaAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$

**Varietate:** cloromelanit, conține  $\text{Fe}^{3+}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,418 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,562 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,219 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,099 : 1,0609$ ,  $\beta = 107^\circ 58'$ .

**Habitus:** cristalele individuale sunt rare; ele sunt prisme alungite cu fețe dominante (110); cristale rectangulare plate cu fața (100) dominantă. Fețele din zona [100] sunt striate. Cristalele cu terminații duble sunt foarte rare. Frecvent apare fin sau larg granular, fibros sau foios; acumulări aluviale; mase criptocristaline.

**Culoarea:** cristalele sunt incolor sau cu diverse nuanțe de verde.

**Luciu:** sticlos. Transparent. Materialele masive sunt verzui, verde-smaragd, alb-verzui, alb, cenușiu, mov; cele care au oxizi de fier sunt brune, roșii, oranj sau galben, luciu este gras sau sticlos.

**Urma:** incoloră. Transparente sau translucide.

**Macle:** (100), (001) simple, lamelare.

**Clivaj:** (110) bun.

**Spărtura:** așchiosă. Materialele masive sunt foarte rezistente la acțiunile mecanice.

$H = 6$  ;  $G = 3,24-3,43$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 56-28-61,66\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,44\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,18-24,31\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,32-4,45\%$ ,  $\text{FeO} = \text{urme} - 1,28\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-0,07\%$ ,  $\text{MgO} = 0,12-9,02\%$ ,  $\text{CaO} = 0,13-12,60\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 5,94-14,37\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,02-0,57\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,06-0,87\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,61\%$ . Variațiile chimice principale sunt datorate înlocuirii  $\text{Al}^{3+}$  prin  $\text{Mg}^{2+}$  sau  $\text{Fe}^{3+}$ . Întrucât substituția  $\text{Al}^{3+} \leftrightarrow \text{Mg}^{2+}$  presupune și înlocuirea  $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Ca}^{2+}$ , apare evidentă dezvoltarea unei soluții saline de tipul jadeit-diopsid.  $\text{Al}^{3+}$  poate fi înlocuit și prin  $\text{Fe}^{3+}$ , ceea ce conduce la definirea varietății denumită cloromelanit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 33^\circ - 40^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,640-1,658$ ,  $\beta = 1,645-1,663$ ,  $\gamma = 1,652-1,673$ ;  $\Delta = 0,012-0,013$ .

Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 67^\circ - 70^\circ$ . P.A.O (010). Dispersia:  $r > v$ , medie sau puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 429-442 i; 469 fp, l; 515-535 i,l; 590 p,l; 615 m; 661 m; 718 i ?; 746 fs; 859 m; 932 p,l; 992 m; 1050-1065 fp,l; 1070-1090 i,l; 1131 i.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 6,24/10/(110); 4,35/40/(\bar{1}11), (020); 4,05/10; 3,30/10/(021); 3,15/10/(220); 2,94/100/(\bar{2}21); 2,84/70/(310), (\bar{3}11); 2,50/90/(\bar{1}31), (002); 2,42/60/(221); 2,32/10/(131); 2,22/40/(\bar{3}12), (311); 2,17/40/(112); 2,08/40/(330), (\bar{3}31); 1,98/40/(041); 1,90/10/(\bar{2}41); 1,77/20; 1,69/20; 1,65/20; 1,61/30; 1,56/30; 1,48/60; 1,44/10; 1,35/70; 1,30/30; 1,27/30; 1,24/30; 1,22/30; 1,17/10; 1,13/20; 1,11/10.

AUGIT: (Ca, Mg, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ti, Al)<sub>2</sub>[(Si, Al)<sub>2</sub>O<sub>6</sub>]

**Varietăți:** - titanoaugitul, conține = 3-5% TiO<sub>2</sub>,  
- feroaugit, conține = 3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
- augitul sodic, conține Na

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \simeq 9,8 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \simeq 9,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \simeq 5,25 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,089 : 1 : 0,583$ ,  $\beta = 105^\circ$ .

**Habitus:** scurt prismatic sau scurt columnar, tabular, cu fețele de prismă mai dezvoltate decât pinacoizii.

Secțiunile transversale au contur octogonal caracteristic, cu laturi cvasiegale. Apare masiv, compact; granular diseminate și agregate granulare; rareori fibros.

**Culoarea:** brun deschis sau închis, brun purpuriu, verzui, verde închis, negru.

**Urma:** verde-cenușie.

**Luciu:** sticlos, mergând până la mat. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) comune, simple și multiple; (001) mai rare, multiple.

**Clivaj:** (110) bun; separații după (100) și (010).

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}-6$  ;  $G = 3,23-3,52$ , în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** Prezența unor cantități sporite de TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> și Na<sub>2</sub>O conduce la individualizarea varietăților: titanoaugit, feroaugit și augitul sodic. Ultimul dintre acestea, cu un conținut mare de (Na, Fe<sup>3+</sup>) formează o serie continuă cu egrin-augitul. TiO<sub>2</sub> poate să ajungă până la concentrația maximă de 8,97%. În titanoaugite se întâlnește și un procent ridicat de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. În augitele comune raportul Fe<sup>2+</sup> / Fe<sup>3+</sup> este mai mic pentru varietățile bogate în fier. Cele mai mari conținuturi în Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aparțin augitelor subcalcice și feroaugitelor. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se asociază frecvent augitelor bogate în MgO.

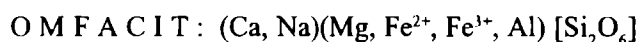
Compoziția chimică a diferitelor varietăți de augit este următoarea:

Minerale Oxizi	Augit	Titanoaugit	Feroaugit	Augit sodic
SiO <sub>2</sub>	46,76-52,43	37,52-47,11	46,06-51,53	48,30-50,09
TiO <sub>2</sub>	0,00-2,96	2,92-5,72	0,16-1,58	0,66-1,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95-7,26	3,00-14,29	0,98-4,06	3,35-5,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35-7,83	3,84-5,35	11,80-26,08	3,82-8,58
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00-1,06	-	0,28-9,65	-
FeO	3,53-21,10	4,23-12,20	11,80-26,08	6,13-11,69
MnO	urme - 0,49	0,00-0,19	0,38-1,11	0,15-0,28
NiO	0,00-0,10	-	-	-
MgO	9,65-16,00	6,72-16,65	3,34-10,03	5,88-10,95
CaO	13,35-22,14	13,54-24,06	14,32-21,36	18,28-19,17
Na <sub>2</sub> O	0,12-0,97	0,09-1,06	urme - 1,04	1,62-2,78
K <sub>2</sub> O	0,00-0,28	urme - 0,18	0,00-0,13	0,04-0,60
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,01-1,70	0,00-0,26	0,10-0,60	0,00-0,07
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00-0,89	0,00-0,12	0,04-0,28	0,09-0,55

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, brun deschis, brun purpuriu, brun verzui, verzui. Varietățile colorate sunt ușor sau mediu pleocroice. Titanogaugitul are un pleocroism mediu sau puternic. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 35^\circ-48^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul,  $\alpha = 1,671-1,735$ , verzui, galben verzui, brun deschis;  $\beta = 1,672-1,741$  brun deschis, verde gălbui, violet;  $\gamma = 1,703-1,761$  verde deschis, verde cenușiu, violet,  $\Delta = 0,018-0,033$ . Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 25^\circ-60^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ , slabă sau moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 m; 472 fp; 513 m; 528 i; 632 s; 671 fs; 860-875 fp; 917 m; 966 fp; 1068 fp,l; 1625 s; 3422 s.

**Difractometria de raze X (radiație FeK):** 3,31/50; 3,26/50; 3,20/60; 2,99/100; 2,94/73; 2,86/60; 2,77/50; 2,56/85; 2,51/85; 2,36/25; 2,29/50; 2,20/50; 2,13/75; 2,04/75; 2,00/60; 1,97/50; 1,93/25; 1,82/75; 1,78/25; 1,74/75; 1,71/25; 1,68/60; 1,66/50; 1,62/100; 1,57/30; 1,55/50; 1,53/60; 1,51/60; 1,49/50; 1,46/25; 1,45/25; 1,43/100; 1,41/85; 1,39/50; 1,38/50; 1,33/85; 1,28/86; 1,27/50; 1,25/75; 1,22/25; 1,19/25; 1,18/25; 1,15/50; 1,14/25; 1,09/50; 1,08/100; 1,07/100; 1,06/50; 1,05/25; 1,04/60; 1,03/50; 1,02/75; 1,00/75.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z = 4.**

**Habitus:** masiv, granular sau fibros. Uneori apare interlaminat cu amfiboli. Asociat cu granații în șisturile cristaline cu înalt grad de metamorfism (eclogite).

**Culoarea:** verde, verde închis.

**Luciu:** sticlos, mătășos pe suprafața de clivaj. Translucid.

**Macle:** (100) comune, simple sau lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; separații supă (100).  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 87^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

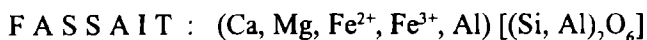
**H = 5-6 ; G = 3,29-3,39.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 49,60-54,88%, TiO<sub>2</sub> = 0,02-1,34%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,02-11,54%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,99-5,80%, FeO = 0,85-5,86%, MnO = 0,00-0,10%, MgO = 5,13-17,09%, CaO = 11,82-25,24%, Na<sub>2</sub>O = 0,08-6,81%, K<sub>2</sub>O = 0,03-0,59%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,03-2,13%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,15%. Caracteristic omfacitului este conținutul ridicat în Si și Al și relativ ridicat în Na (sunt citate probe cu 8% Na<sub>2</sub>O). Substituția Si prin Al se manifestă slab, mai frecventă fiind cea de forma Ca, Mg ↔ Na, Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau slab verzui. Ușor pleocroic. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 36^\circ - 48^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,662 - 1,691$ , incolor;  $\beta = 1,670 - 1,700$ , slab verzui;  $\gamma = 1,688 - 1,718$  slab verzui.  $\Delta = 0,018 - 0,027$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 58^\circ - 83^\circ$ . P.A.P. (010).  
Dispersia:  $r > v$ , moderată.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 fp,l; 508 i; 570 m; 646 i; 694 s; 742 fs; 852 i; 966 fp,l; 995 i; 1044 i,l; 1075 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai puternice linii): 2,98/100; 2,13/70; 1,40/80.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \approx 9,71 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \approx 8,86 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \approx 5,26 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,096 : 1 : 0,594$ ,  $\beta \approx 106^\circ$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatiche asemănătoare celor de epidot. Apare ca granule diseminate sau masiv.

**Culoarea:** verde deschis, verde închis, negru.

**Luciu:** sticlos sau mat. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) simple sau lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; separații după (100), (110)  $\wedge$  (110)  $\approx 87^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 6$ ;  $G = 2,96 - 3,34$  în funcție de chimism.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 37,52 - 49,55\%$ ,  $\text{TiO} = 0,34 - 5,72\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 6,42 - 15,75\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,79 - 6,91\%$ ,  $\text{FeO} = 0,24 - 7,12\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,17\%$ ,  $\text{MgO} = 6,72 - 16,15\%$ ,  $\text{CaO} = 24,03 - 25,94\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,35\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,36\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,92\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,34\%$ .

Caracteristicile fassaitului sunt conținuturile ridicate de Ca (aproximativ un ion pe unitatea de formulă), ridicate și variabile de Al și valoarea ridicată a raportului  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ . Față de omfacit are o concentrație mai mică de Al +  $\text{Fe}^{3+}$ , dar se aseamănă prin conținutul ridicat de Si și Na și scăzut de Ca. Principalele substituții sunt de tipul  $(\text{Mg, Fe}^{2+})\text{Si} \leftrightarrow (\text{Al, Fe}^{3+})\text{Al}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verzui, slab pleocroic.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $g \wedge c = 41^\circ - 47^\circ$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,676 - 1,712$ , verzui;  $\beta = 1,683 - 1,719$ , verde-gălbui deschis;  $\gamma = 1,702 - 1,736$ , verde deschis;  $\Delta = 0,018 - 0,028$ . Biax pozitiv  $2 V = 51^\circ - 62^\circ$ .

P.A.O. (010). Dispersia:  $r > v$ , moderată până la puternică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 412 m; 440 i?; 475 p,l; 515 m; 640 i,l; 670 i; 790 i; 870 p; 925 i,l; 970 p; 1035 i; 1070 p.

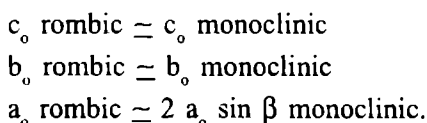
## 5.2. AMFIBOLII

Prin unirea a câte două lanțuri simple de tetraedri de  $\text{SiO}_4$ , unire care se realizează prin intermediul ionilor de oxigen, puși în comun din doi în doi tetraedri se realizează structura amfibolilor. Cea mai adecvată formulă chimico-structurală a acestora este:



în care: X = Ca, Na, K, (Li); Y = Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mn, (Al); W = Al,  $\text{Fe}^{3+}$ , Ti; Z = Si, Al. Pozițiile X, Y și W sunt ocupate de cationi cu raze ionice similare, ceea ce facilitează substituțiile. Raportul Si/O este 4/11, iar Al/Si  $\approx$  1/3. În cazul compușilor dubli care cuprind elemente bivalente, raportul X : Y este 2 : 5, iar formula generală se poate scrie sub forma  $\text{X}_{2-3}\text{Y}_5[\text{Z}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})$ . În cazul termenilor dubli care conțin elemente trivalente raportul X : Y este 3 : 5 datorită substituției simultane a  $\text{Si}^{4+}$  cu  $\text{Al}^{3+}$  în gruparea anionică de bază.

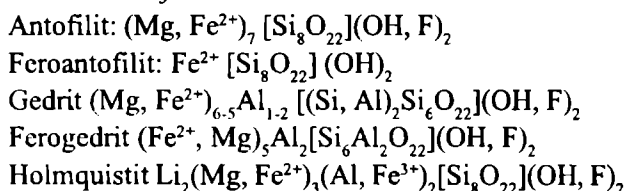
Din punct de vedere al simetriei amfibolii se împart în două grupuri mari: rombici și monoclinici. Relațiile structurale dintre aceștia pot fi sintetizate astfel:



Pornind de la structura reticulară și de la ocuparea pozițiilor ionice s-a realizat următoarea clasificare a amfibolilor:

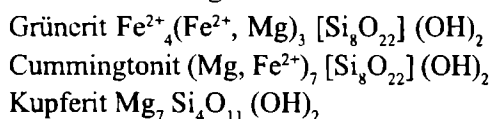
### 5.2.1. AMFIBOLI ROMBICI

#### 5.2.1.1. Seria antofilitului:

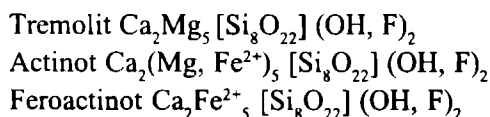


### 5.2.2. AMFIBOLI MONOCLINICI

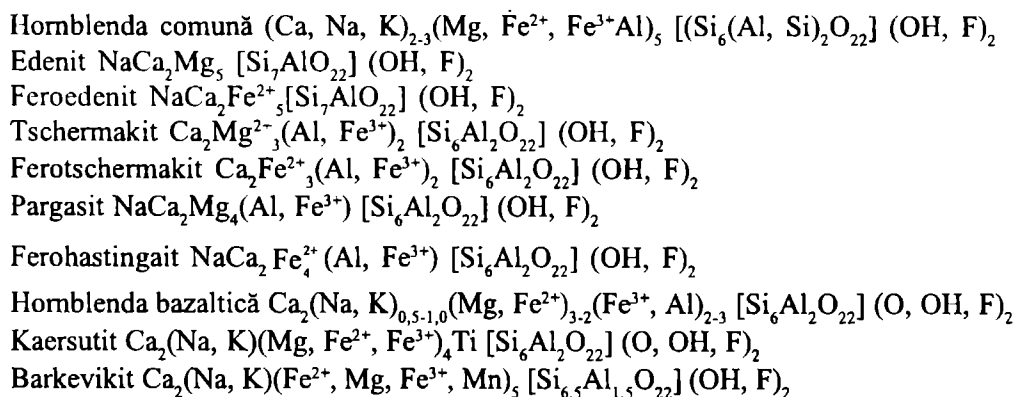
#### 5.2.2.1. Seria cummingtonitului



#### 5.2.2.2. Seria actinot - tremolit



#### 5.2.2.3. Seria hornblendei



#### 5.2.2.4. *Seria amfibolilor alcalini*

Galucofan  $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Magnesioriebeckit  $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Fe}^{3+}_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Riebeckit  $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3, \text{Fe}^{3+}_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Richterit  $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Katoforit  $\text{Na}_2\text{CaFe}^{2+}_4(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}) [\text{Si}_7\text{AlO}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Magneziokatoforit  $\text{Na}_2\text{CaMg}_4(\text{Fe}^{3+}, \text{Al}) [\text{Si}_7\text{AlO}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

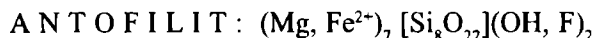
Eckermannit  $\text{Na}_{2,5}\text{Ca}_{0,5}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}\text{Al}, \text{Li})_5 [\text{Si}_{7,5}\text{Al}_{0,5}\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

Arfvedsonit  $\text{Na}_{2,5}\text{Ca}_{0,5}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al})_5 [\text{Si}_{7,5}\text{Al}_{0,5}\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

### 5.2.1. AMFIBOLII ROMBICI

Formează o serie izomorfă continuă datorită substituțiilor  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  și  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}) + \text{Si} \leftrightarrow \text{Al} + \text{Al}$  care definesc toți membrii seriei: antofilit, feroantofilit, gedrit și ferogedrit. Aceste substituții controlează și proprietățile fizice ale mineralelor seriei. Lor li se adaugă și componentul litifer, holmquistitul.

#### 5.2.2.2. SERIA ANTOFILITULUI



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,5-18,6 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,7-18,1 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,27-5,32 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** rareori apar cristale prismatice. De obicei apare fibros sau lamelar.

**Culoarea:** alb, cenușiu, verzui, verde-brun, brun, brun-gălbui, brun închis.

**Urma:** incoloră sau cenușie.

**Luciu:** sticlos sau mătășos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent, translucid sau aproape opac.

**Clivaj:** (210) perfect; (010) și (100) slab;  $(210) \wedge (2\bar{1}0) \simeq 54 \text{ } 1/20$ .

**H = 5 1/2-6 ; G = 2,85-3,57;** variază în funcție de raportul Mg : Fe.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 50,06-58,90\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-1,17\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,57-8,06\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-4,53\%$ ,  $\text{FeO} = 3,07-20,50\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-2,53\%$ ,  $\text{MgO} = 17,57-30,81\%$ ,  $\text{CaO} = 0,12-3,45\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,76\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,19\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,59-4,85\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,86\%$ ,  $\text{F} = 0,00-0,52\%$ .

Deși formula ideală a antofilitului poate fi scrisă sub forma  $\text{Mg}_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$  în compoziția sa se remarcă importante cantități de Fe, mai ales sub formă de  $\text{Fe}^{2+}$  și un mic procent de F. Prezența Fe, datorată substituțiilor  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  și/sau  $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Si} \leftrightarrow \text{Al} + \text{Al}$ , atestă trecerea spre feroantofilit și subliniază existența seriei izomorfe antofilit - ferogedrit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor; verzui sau galben. Ușor sau moderat pleocroic cu absorbția  $\gamma = \beta > \alpha$  sau  $\gamma > \beta = \alpha$ . Orientarea:  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,596-1,694$ ,  $\beta = 1,605-1,710$ ,  $\gamma = 1,615-1,722$ .  $\Delta = 0,013-0,028$ .

Culorile de pleocroism variază în funcție de culoarea macroscopică, respectiv de chimismul mineralului; variația aceasta este specifică întregii serii izomorfe antofilit - gedrit.

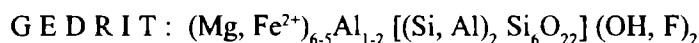


$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
galben verzui	galben verzui	verde cenușiu
galben deschis	galben brun	cenușiu
brun deschis	brun	brun închis
incolor	incolor	violet deschis
brun gălbui	verde albăstrui	verde albăstrui
cenușiu-brun	cenușiu brun	cenușiu brun
deschis	deschis	sau brun
brun verzui	brun	albastru verzui

Biax pozitiv sau negativ.  $2 V_{\gamma} = 78^{\circ}-111^{\circ}$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r \gtrsim v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 413 i; 442 m; 466 i; 500 p; 534 m; 660 s; 693 s; 708 m; 738 fs; 756 fs; 782 s,a; 908 m; 985 fp; 1008 i; 1055 i; 1100 p; 1125 i; 1640 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_{\alpha}$ , filtru Ni): 9,3/25/(200); 8,9/30/(020); 8,26/55/(210); 7,48/7; 5,04/13/(101), (011); 4,90/9/(111); 4,62/13/(400), (201); 4,50/25/(410), (211); 4,13/20/(420); 3,90/13/(311), (031); 3,65/35/(321), (231), (430); 3,36/30/(141), (250), (411); 3,24/60/(421), (440); 3,05/100/(610), (501); 2,87/20/(521); 2,84/40/(450), (260); 2,74/20/(441), (630); 2,68/30/(531), (351); 2,590/30/(102), (161), (112); 2,540/40/(621), (640); 2,434/13; 2,318/20; 2,290/20; 2,253/13; 2,174/9; 2,142/30; 2,074/9; 2,060/9; 1,991/15; 1,875/11; 1,839/20; 1,734/30; 1,693/13; 1,639/9; 1,618/30; 1,583/20.



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,591 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,890 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,304 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,039 : 1 : 0,296$ .

**Habitus:** cristale prismatice rare. Uzual apare masiv, fibros sau lamelar.

**Culoarea:** alb, cenușiu, verzui, verde-brun, brun, brun gălbui, brun închis.

**Urma:** incoloră sau cenușie.

**Luciu:** stielos sau mătăsos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent până la aproape opac.

**Clivaj:** (110) perfect; (010) și (100) slab; (210)  $\wedge$  (2 $\bar{1}$ 0)  $\simeq 54 \frac{1}{2}^{\circ}$

**H = 5 1/2-6 G = 3,15-3,57;** variază în funcție de raportul Mg : Fe.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 44,09-48,49\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,89\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,88-23,79$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,20-3,52\%$ ,  $\text{FeO} = 9,04-18,96\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-0,37\%$ ,  $\text{MgO} = 14,89-20,69\%$ ,  $\text{CaO} = 0,04-0,87\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-1,73\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,12\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,19-2,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,29\%$ . Ca și în ceilalți membri ai seriei există substituțiile  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  și/sau  $(\text{Mg, Fe}^{2+})\text{Si} \leftrightarrow \text{Al} + \text{Al}$ , care stau la baza soluției solide dezvoltată între antofilit și ferogedrit. Aceste substituții sunt responsabile de variația tuturor proprietăților fizice ale mineralelor seriei.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, verde deschis, galben deschis. Pleocroic cu absorbție  $\gamma = \beta > \alpha$  sau  $\gamma > \beta = \alpha$ . Orientarea:  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,671$ ,  $\beta = 1,681$ ,  $\gamma = 1,690$ .  $\Delta = 0,019$ . Biax negativ.  $2 V_{\gamma} = 75^{\circ}$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r \gtrsim v$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_{\alpha}$ ): 8,99/50; 8,28/70/(210); 7,19/50; 4,45/30/(040); 4,11/30/(420); 3,87/15/(131); 3,63/50/(321); 3,56/30; 3,32/30/(331); 3,21/85/(440); 3,04/100/(610); 2,87/50; 2,81/50; 2,74/50/(630); 2,66/50; 2,56/50/(202); 2,53/50; 2,49/50/(451); 2,31/30/(551); 2,14/30/(502); 2,12/30/(56); 2,06/15/(840); 1,98/15/(751); 1,84/15/(860); 1,73/15; 1,61/15; 1,54/15/(12.0.0.); 1,51/50/(0,12.0); 1,42/15/(1.16.1); 1,41/30; 1,33/15; 1,15/15; 1,04/15; 1,03/15/(16.8.0); 1,02/15; 1,00/15.

H O L M Q U I S T I T :  $\text{Li}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

*Izostructural cu antofilitul*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n m a.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,27-18,56 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,69-18,07 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,28-5,30 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,033 : 1 : 0,298$ .

**Habitus:** cristale prismatice subțiri sau aciculare, adesea cu striații verticale. Apare și masiv sau ca agregate fibroase cu structură fibroasă.

**Culoarea:** variații de la violet închis, aproape negru până la albastru deschis.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (210) perfect; separații după (001), (112) și (113);  $(210) \wedge (2\bar{1}0) = 54^\circ$ .

**H = 5-6 ; G = 3,13.**

**Compoziția chimică:** 55,48-59,73%,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,64\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,19-14,64\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,80-9,35\%$ ,  $\text{FeO} = 4,88-13,04\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme} - 0,65\%$ ,  $\text{MgO} = 6,93-11,66\%$ ,  $\text{CaO} = 0,21-1,32\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,11-1,24\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,74\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 2,40-3,56\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,87-3,16\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-0,12\%$ .

Substituția Si prin Al este neînsemnată. Prezența Li în structură este contrabalansată de ionii de Al și  $\text{Fe}^{3+}$ , astfel încât structura holmquistului poate fi privită ca derivând din cea a antofilitului prin intermediul substituției:  $\text{Mg}_4 \leftrightarrow \text{Li}_2(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2$ . Întrucât mineralul este caracterizat și prin substituțiile Mg prin  $\text{Fe}^{2+}$  și Li prin (Na, K) compoziția sa poate fi redată prin formula:



**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben până la violet. Pleocroic. Orientarea:  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,622-1,642$ ,  $\beta = 1,642-1,660$ ,  $\gamma = 1,646-1,666$ .  $\Delta = 0,023-0,029$ . Culorile de pleocroism variază în funcție de culoarea naturală și respectiv de chimism astfel:

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
incolor	violet	violet
galben-verzui	violet	albastru
galben deschis	violet	violet purpuriu
galben verzui	violet-roz	violet-albăstrui
verde gălbui	-	violet-albăstrui

Biax negativ.  $2 V_\alpha = 44^\circ-52^\circ$ . P.A.O. (010).

Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 500 fp; 560 i; 580 i; 600 i; 740 s,l; 800 s; 880 i; 1030 fp; ~ 1100 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 8,107/100; 4,427/70; 3,000/90.

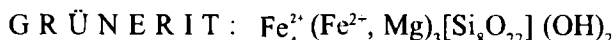
## 5.2. AMFIBOLII MONOCLINICI

În funcție de ocuparea pozițiilor cationice, respectiv de substituțiile izomorfe din rețea, amfibolii monoclinici sunt grupați în 4 serii și anume:

- seria cummingtonitului;
- seria actinot-tremolit;
- seria hornblendei;
- seria amfibolilor alcalini.

Compoziția amfibolilor monoclinici, ca de altfel și a celor rombici, poate fi proiectată în trei diagrame ternare, corespunzătoare sistemelor:

- Mg - Ca - Fe, în absența alcaliilor și a elementelor trivalente;
- Mg - Fe - (Al, Fe<sup>3+</sup>) - în absența alcaliilor și în prezența unor mici cantități de Ca;
- Mg - Na - (Fe<sup>2+</sup> + Fe<sup>3+</sup>) - în absența Ca.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,6 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,3 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,3 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5245 : 1 : 0,2896$ ,  $\beta = 101^\circ 50'$ .

**Habitus:** fibros sau fibro-lamelar. Formează agregate cu structură radiară.

**Culoareaa:** cenușiu, verde închis, brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** mătăsos. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) foarte frecvente, simple sau lamelare.

**Clivaj:** (110) bun;  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 55^\circ$ .

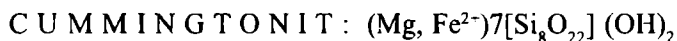
**H = 5 - 6 ; G = 3,44 - 3,60.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 47,17 - 51,79%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,20 - 1,00%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,56 - 2,92%, FeO = 31,91 - 47,25%, MnO = 0,08 - 2,14%, MgO = 0,04 - 9,08%, CaO = 0,00 - 4,62%, Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,47%, K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,20%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,68 - 2,42%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00 - 0,20%. Prin substituția Fe<sup>2+</sup> ↔ Mg formează o serie izomorfă completă cu cummingtonitul. Poate conține mici cantități de Ca și Mn și foarte mici de Na și K. (OH) poate fi substituit prin F.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** gălbui, brun deschis. Pleocroic. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 10^\circ - 15^\circ$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,665 - 1,696$ , gălbui deschis sau brun;  $\beta = 1,675 - 1,709$ , gălbui deschis sau brun;  $\gamma = 1,698 - 1,729$ , brun deschis.  $\Delta = 0,030 - 0,045$ . Biax negativ.  $2 V_\gamma = 90^\circ - 96^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r \gtrsim v$ , mică.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe, filtru Mn): 9,26/40; 8,38/80/(110); 4,87/30; 4,65/50; 4,17/50; 3,89/50; 3,28/50; 3,08/100/(310); 3,01/20; 2,77/100/(25 $\bar{1}$ ); 2,64/80/(16 $\bar{1}$ ); 2,51/80/(002); 2,42/20; 2,31/30; 2,23/40; 2,21/40; 2,11/40; 2,05/40; 1,67/40; 1,60/40; 1,41/40/(561); 1,31/40.

### 5.2.2.1. SERIA CUMMINGTONITULUI



**Varietăți:** dannemorit, conține Mn; amosit, impurificat cu magnetit, hematit, cuarț, goethit

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,6 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,3 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,3 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5245 : 1 : 0,2896$ ,  $\beta = 101^\circ 50'$ .

**Habitus:** cristale fibroase sau fibro-lamelare, adesea dispuse radiar.

**Culoarea:** verde închis, verde-cenușiu, brun, uneori alb, cenușiu deschis.

**Urma:** albă.

**Luciu:** mătășos. Translucid, mergând până la aproape opac.

**Macle:** (100) foarte comune, simple sau lamelare.

**Clivaj:** (110) bun;  $(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) \simeq 55^\circ$ .

$H = 5 - 6$ ;  $G = 3,10 - 3,47$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 49,60 - 53,40\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,60\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 8,65\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 3,40\%$ ,  $\text{FeO} = 16,91 - 31,18\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 1,41\%$ ,  $\text{MgO} = 9,80 - 21,18\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 1,89\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,79\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,15\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,04 - 2,60\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,64\%$ . Prin substituția  $\text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  se dezvoltă o serie continuă între cummingtonit și grünerit.  $\text{Fe}^{2+}$  poate fi substituit și de mici cantități de  $\text{Fe}^{3+}$  și Mn, iar Mg de Ca. Varietățile bogate în Mn ( $\approx 14,8\%$ ) poartă denumirea de dannemorit. Grupările (OH) pot fi substituite de F și de această înlocuire determină variații ale proprietăților fizice. Varietatea denumită amosit reprezintă un cummingtonit impurificat de cuarț, magnetit, hematit, goethit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau verzui. Varietățile bogate în fier sunt plecroice:  $\alpha = \beta$ , incolor;  $\gamma =$  verzui. Dannemoritul nu este plecroic. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 15^\circ - 21^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,635 - 1,665$ ,  $\beta = 1,644 - 1,675$ ,  $\gamma = 1,655 - 1,698$ .  $\Delta = 0,020 - 0,030$ . Biax pozitiv.  $2 V_\gamma = 65^\circ - 90^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r = v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 433 p; 455 i; 492 p; 519 i; 648 s; 690 s; 740 i; 778 s; 900 m; 978 fp; 1000 i; 1085 p; 1126 m.

**Difractometria de raze X**(radiație Fe): 8,32/60/(110); 4,651/20/(040); 4,152/20/(220); 3,871/40/(\bar{1}31); 3,602/20/(\bar{2}21); 3,450/50/(131); 3,261/70/(240); 3,073/50/(310); 2,990/20/(221); 2,759/100/(330), (151); 2,623/90/(061); 2,513/90/(\bar{2}02); 2,301/80/(\bar{3}51); 2,229/20/(\bar{3}12); 2,189/90/(261); 2,099/40/(202); 2,038/40/(351); 1,956/40/(402), (\bar{3}71); 1,877/20/(\bar{1}91); 1,691/20/(\bar{5}12); 1,661/70/(461); 1,632/40/(1.11.0), (480); 1,598/30/(\bar{1}53); 1,560/10/(600); 1,519/70/(263), (0.12.0); 1,463/20/(3.11.0); 1,407/10/(\bar{6}61); 1,385/40/(512); 1,333/30/(710); 1,304/20/(004); 1,300/90/(\bar{2}.12.2); 1,279/40/(\bar{7}51); 1,257/20/(404); 1,229/30/(602); 1,186/50/(5.11.2); 1,170/30/(800); 1,040/40/(880).

### 5.2.2.2. SERIA ACTINOT - TREMOLIT

TREMOLIT:  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH}, \text{F})_2$

**Varietate:** hexagonit, de culoare roz; conține  $\approx 1\%$  Mn

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,84 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,02 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,27 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5461 : 1 : 0,2925$ ,  $\beta = 104^\circ 57'$ .

**Habitus:** cristale fibroase sau lamelare alungite // [001]; cele scurte și groase sunt mai rare. Frecvent formează agregate fibroase sau columnare, uneori radiare. De asemenea, apare masiv, fibros sau granular. Poate să apară și în mase compacte, criptocristaline, plastice.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, verzui, roz (hexagonit), brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Macle:** (100) comune, simple sau lamelare; (001) rare, lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; separații după 100;  $(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) \equiv 56^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant. Varietățile criptocristaline compacte pot fi plastice.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 54,90 - 59,45\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,25\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00 - 4,60\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,50\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,50\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 3,35\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,38\%$ ,  $\text{MgO} = 21,65 - 25,45\%$ ,  $\text{CaO} = 11,88 - 13,14\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 1,29\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,64\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 2,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,27\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 4,65\%$ .

Formează o serie izomorfa continuă cu actinotul și feroactinotul datorită substituției  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ . Substituția Si prin Al este nesemnificativă, așa cum de altfel este și prezența Na și K. Rareori se poate acumula Mn (maximum 1%), definind varietatea de culoare roz, hexagonitul. F apare în cantități mici. În unele probe a fost depistat și Cl.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor, verzui, verde. Fără pleocroism.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 10^\circ - 21^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,599 - 1,688$ ,  $\beta = 1,612 - 1,697$ ,  $\gamma = 1,622 - 1,705$ .  $\Delta = 0,027 - 0,017$ . Biax negativ.  $2V_\alpha = 65^\circ - 86^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r < v$ , mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 i; 453 i; 468 fp,l; 512 i; 532 i; 547 i; 645 s; 676 m; 686 m; 725 s; 756 m; 922 p; 953 fp; 998 fp; 1015 i; 1048 i ? 1060 - 1075 fp; 1108 fp.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 8,4/80/(110); 5,0/20/(11 $\bar{1}$ ), (130); 4,82/40/(200); 4,47/50/(040); 4,20/20/(220); 3,95/55/(13 $\bar{1}$ ); 3,36/80/(131), (041); 3,24/55/(240); 3,104/90/(310); 2,918/60/(15 $\bar{1}$ ), (221); 2,790/20/(330); 2,692/100/(151); 2,578/50/(061); 2,524/60/(20 $\bar{2}$ ); 2,266/40; 2,195/10; 2,153/55; 2,033/30; 2,005/40; 1,951/5; 1,924/5; 1,886/20; 1,856/20; 1,805/5; 1,744/10; 1,676/40; 1,647/50; 1,608/30; 1,573/40; 1,554/20; 1,529/30; 1,498/50; 1,466/5; 1,434/60; 1,365/30; 1,355/20; 1,332/40; 1,306/20.



**Varietăți:** - jadul sau nefritul, criptocristalin, compact, de culoare verde, plastic, luciu strălucitor;  
- amiantul (asbest tremolitic) - fibros, dispus perpendicular pe pereții fisurilor fine;  
- byssolit;  
- manganoactinot, conține Mn

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \simeq 9,85 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \simeq 18,10 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \simeq 5,30 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,544 : 1 : 0,293$ ,  $\beta = 104^\circ 50'$ .

**Habitus:** cristale lamelare alungite; mai rar scurte și groase. Alungirea este //  $[00\bar{1}]$ . Formează agregate fibroase sau columnare subțiri, adesea cu structură radiară. Apare și masiv, fibros sau granular.

**Culoarea:** verde deschis, verde închis sau negru.

**Luciu:** sticlos, uneori mat. Transparent, translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) simple, lamelare, comune; (001) lamelare, rare.

**Clivaj:** (110); separații după (100);  $(110) \wedge (1\bar{1}0) \simeq 56^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată sau subconcoidală. Casant. Varietățile compacte (jadul) sunt plastice.

**H = 5 - 6 ; G = 3,02 - 3,44**, în funcție de raportul  $\text{Mg} : \text{Fe}^{2+}$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 47,21 - 56,06\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,04 - 1,40\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = \text{urmc} - 3,88\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 3,90\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,32\%$ ,  $\text{FeO} = 5,12 - 23,87\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 7,38\%$ ,  $\text{MgO} = 6,15 - 20,41\%$ ,  $\text{CaO} = 10,17 - 12,76\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 1,67\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,53\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 1,52 - 2,84\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,56\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 0,31\%$ .

Membreu al seriei izomorfe tremolit-feroactinot realizată prin substituția  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ . Substituția Si prin Al este slabă. Prezența Na, K și F este, de asemenea, puțin importantă;  $\text{Fe}^{3+}$  este prezent în cantități mici, în schimb Mn poate ajunge la procente mai însemnate (manganoactinot).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verzui, gălbui. Pleuroic. Orientarea:  $\beta = b, \gamma \wedge c = 10^\circ - 21^\circ$ .

Indicii de refracție și pleuroismul:  $\alpha = 1,599 - 1,688$ , gălbui, verde-gălbui,  $\beta = 1,612 - 1,697$ , verde-gălbui, verde;  $\gamma = 1,622 - 1,705$ , verde deschis, verde-albăstrui.  $\Delta = 0,027 - 0,017$ . Biax negativ.

$2V_\alpha = 65^\circ - 86^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r < v$  mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 449 i; 464 fp,l; 476 fp,l; 508 m; 540 i; 558 i; 683 s; 757 m; 920 m; (953 fp + 1002 fp)d; 1037 i; 1055 m; 1100 p; 3430; 3540; 3654; 3668.

**Difractometria de raze X**(radiație Fe, fereastră Al): 4,58/10; 4,30/20; 3,92/30; 3,77/20; 3,65/10; 3,42/60; 3,28/60; 3,14/90; 2,973/40; 2,938/60; 2,794/50; 2,705/10; 2,595/60; 2,541/80; 2,404/20; 2,320/70; 2,280/30; 2,195/20; 2,155/80; 2,030/40; 2,008/70; 1,930/20; 1,881/30; 1,863/40; 1,806/50; 1,742/30; 1,679/50; 1,642/80; 1,614/30; 1,576/80; 1,551/30; 1,527/50; 1,507/90; 1,468/30; 1,432/100; 1,398/10; 1,359/80; 1,334/70; 1,305/70; 1,292/80; 1,275/60; 1,267/40; 1,231/20; 1,196/50; 1,188/20; 1,158/40; 1,148/30; 1,125/40; 1,111/20; 1,081/30; 1,074/40; 1,060/30; 1,046/100; 1,030/80.

### 5.2.2.3. SERIA HORNLENDEI

HORNLENDA COMUNĂ :  $(Ca, Na, K)_{2,3}(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[(Si, Al)_2O_{22}] (OH, F)_2$

EDENIT-FEROEDENIT :  $NaCa_2(Mg, Fe^{2+})_5[Si_7AlO_{22}] (OH, F)_2$

TSCHERMAKIT-FEROTSCHERMAKIT :  $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_3(Al, Fe^{3+})_2[Si_6Al_2O_{22}] (OH, F)_2$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \simeq 9,9 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \simeq 18,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \simeq 5,3 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,55 : 1 : 0,29$ ,  $\beta \simeq 105^\circ$ .

**Habitus:** cristale lung sau scurt prismatic sau columnare, cu terminații pseudoromboidale; în secțiune transversală cu aspect hexagonal datorită combinației formelor (110) și (010). Prezintă combinații ale următoarelor fețe: (110),  $(\bar{1}\bar{1}0)$ , (001), (111), (021),  $(\bar{1}\bar{1}1)$ , (010),  $(\bar{1}01)$ , (011),  $(\bar{2}\bar{1}1)$ , (100), (031),  $(0\bar{3}1)$ . Apare masiv: compact, granular, columnar, lamelar sau fibros. Formează concreșteri paralele cu augitul și dialagul.

**Culoarea:** verde, verde închis, negru, brun.

**Urma:** alb-verzui.

**Luciu:** sticios, uneori mătășos. Translucid sau aproape opac.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 55^\circ 35' & (001) \wedge (\bar{1}01) = 31^\circ 37' \\ (011) \wedge (0\bar{1}1) = 31^\circ 44' & (031) \wedge (0\bar{3}1) = 80^\circ 56' \\ (001) \wedge (100) = 74^\circ 29' & (\bar{1}01) \wedge (011) = 34^\circ 41' \end{array}$$

**Macle:** (100) simple sau lamelare, comune.

**Clivaj:** (110) bun; separații după (100) și (001);  $(110) \wedge (\bar{1}\bar{1}0) = 56^\circ$ .

**H = 5 - 6 ; G = 3,02 - 3,45**, în funcție de substituțiile din rețea.

**Compoziția chimică:** variază foarte mult datorită numeroaselor substituții care afectează rețeaua. Substituția cea mai frecventă este  $Mg \rightleftharpoons Fe^{2+}$ , astfel încât raportul Mg :  $(Mg + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn)$  variază între 5,7 - 99,5 la hornblende. Plasarea Na și K în poziția A în locul Ca, din structură este compensată de substituțiile  $Si \leftrightarrow Al$  și  $(Al, Fe^{3+})Al \leftrightarrow (Mg, Fe^{2+})Si$ . Substituția Si prin Al nu poate depăși limita de 2 atomi pe

unitatea de formulă. Conținutul în  $Fe^{3+}$  este mare, dar rareori raportul  $Fe^{3+} : Fe^{2+}$  este supraunitar. Analizele spectrometrice au arătat că hornblendele pot conține zeci până la sute p.p.m. de Ba, Sr, Cr, V, Ni, Co, Cu, Sc, Zr, Mo, Ge, Y.

	Hornblenda comună	Edenit
SiO <sub>2</sub>	39,28 - 53,71	47,60 - 50,91
TiO <sub>2</sub>	0,02 - 3,80	0,08 - 0,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,90 - 14,90	6,49 - 8,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94 - 9,34	1,61 - 6,07
FeO	0,22 - 17,79	3,61 - 11,00
MnO	0,02 - 1,30	0,12 - 0,35
MgO	2,78 - 25,42	11,94 - 19,38
CaO	9,84 - 13,86	9,40 - 10,25
Na <sub>2</sub> O	0,50 - 2,29	3,38 - 3,40
K <sub>2</sub> O	0,03 - 1,69	0,11 - 1,49
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,22 - 2,68	1,74 - 1,80
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00 - 0,61	0,00 - 0,17
F	0,00 - 0,53	0,00 - 0,20

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui, brun-verzui, brun. Pleocroic cu absorbția  $\gamma \geq \beta > \alpha$  sau  $\beta > \gamma > \alpha$ . Orientarea:  $\beta = b$ .  $\gamma \wedge c = 13^\circ - 34^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,615 - 1,705$ ;  $\beta = 1,618 - 1,714$ ;  $\gamma = 1,632 - 1,730$ ; variază odată cu compoziția chimică.  $\Delta = 0,014 - 0,026$ . Pleocroismul:

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
incolor	verde-gălbui deschis	verzui
incolor	verde-brun deschis	verzui
verde-gălbui	verde-gălbui	verde-albăstrui
galben deschis	verde deschis	verde-albăstrui deschis
verde-gălbui	brun deschis	brun
brun-gălbui deschis	galben deschis	brun-gălbui
verde-gălbui	verde	verde-albăstrui
brun-verzui	brun-roșcat	brun-roșu

Biax pozitiv sau negativ.  $2 V_\alpha = 27^\circ - 95^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r \gtrsim v$ .

#### Spectrometria de absorbție în infraroșu:

Hornblenda comună: 445 fp; 505 p; 540 p; 635 p; 655 s; 695 p; 725 s; 778 fp,a; 880 p,a; 900 s,a; ~ 990 fp; 1010 i; 1110 fp,a; 1146 m,a.

#### Difractometria de raze X:

Hornblenda comună (radiație  $CoK_\alpha$ , filtru Fe): 9,03/10/(020); 8,45/50/(110); 4,93/10/(111); 4,50/10/(040); 4,00/5; 3,89/5/( $\bar{1}$ 31); 3,65/3/( $\bar{3}$ 12); 3,38/90/(131); 3,29/70/(240); 2,09/95/(310); 3,03/5; 2,94/65/( $\bar{1}$ 51), (221); 2,82/40/(330); 2,76/25/( $\bar{3}$ 31); 2,70/(100), (151); 2,59/70/(061); 2,568/70/(002); 2,383/5/(350), (400); 2,349/60/( $\bar{3}$ 51); 2,303/30/(112), ( $\bar{1}$ 71); 2,228/5/( $\bar{2}$ 42), (042); 2,159/60/( $\bar{3}$ 32), (132); 2,058/40/(261), (202); 2,019/10/(351); 1,998/10/(222); 1,957/3/(190), (152); 1,909/5; 1,862/5/( $\bar{1}$ 91); 1,823/1; 1,805/3/(0.10.0); 1,776/3/(312); 1,698/10/( $\bar{1}$ 53), (082); 1,683/10/(172), ( $\bar{3}$ 91); 1,653/25/(480); 1,614/15/(1.11.0); 1,5865/15/(600); 1,557/25/( $\bar{5}$ 71); 1,523/12/( $\bar{2}$ 63); 1,502/10/(0.12.0).

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \simeq 10,0 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \simeq 18,1 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \simeq 5,35 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 \simeq 0,552 : 1 : 0,296$ ,  $\beta \simeq 106^\circ$ .

**Habitus:** cristale lung sau scurt prismatic; forme columnare. Prezintă combinații ale fețelor ( $\bar{1}10$ ), (110), (001), ( $\bar{1}11$ ), (021), (111), (010), ( $\bar{1}01$ ), (011), ( $\bar{2}11$ ) ș.a. Formează agregate radiale, paralele sau fibroase; masiv, fin sau larg granulare.

**Culoarea:** brun până la negru.

**Luciu:** sticlos. Translucid sau aproape opac.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (110) \wedge (\bar{1}10) = 55^\circ 35' & (001) \wedge (\bar{1}01) = 31^\circ 37' \\ (011) \wedge (0\bar{1}1) = 31^\circ 44' & (031) \wedge (0\bar{3}1) = 80^\circ 56' \\ (001) \wedge (100) = 74^\circ 29' & (\bar{1}01) \wedge (011) = 34^\circ 41' \end{array}$$

**Macle:** (100) simple lamelare.

**Clivaj:** (110) perfect;  $(110) \wedge (\bar{1}10) \simeq 56^\circ$ .

**H = 5 - 6 ; G = 3,19 - 3,30.**

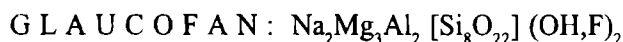
**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 39,57 - 45,17\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 2,11 - 4,19\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,68 - 16,29\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,13 - 14,30\%$ ,  $\text{FeO} = 1,56 - 3,78\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,41\%$ ,  $\text{MgO} = 13,44 - 14,92\%$ ,  $\text{CaO} = 9,32 - 12,39\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,35 - 3,48\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 1,09 - 1,95\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,19 - 0,84\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,23\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 0,35\%$ . Mineralul se caracterizează printr-o valoare ridicată a raportului  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  și un conținut scăzut de OH. Conține cantități mai mari de  $\text{TiO}_2$  decât hornblenda comună.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, brun-roșcat închis. Pleuroic.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 0^\circ - 18^\circ$ . Indicii de refracție și pleuroismul:  $\alpha = 1,662 - 1,690$ , galben deschis, galben;  $\beta = 1,672 - 1,730$ , brun închis;  $\gamma = 1,680 - 1,760$ , brun închis, brun-roșcat închis.  $\Delta = 0,018 - 0,070$ . Biax negativ.  $2 V_\alpha = 60^\circ - 82^\circ$ . P.A.O. (010). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 fs; 465 p,l; 510 fs; 630 fs; 680 s; 740 i; (908)i; 955 fp; 980 i; 1050 i; 1650 s.

#### 5.2.2.4. SERIA AMFIBOLILOR ALCALINI



**Varietăți:** gastaldit - conține molecule de actinot; crossit - conține Fe, intermediar între glaucofan și riebeckit; torendrickit - bogat în Mg și cu 2 V mare; feroglaucofan - bogat în Fe

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,541 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,740 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,293 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5378 : 1 : 0,2984$ ,  $\beta = 103^\circ 40'$ .

**Habitus:** cristale prismatic, aproape aciculare. De obicei apare masiv; fibros, columnar sau granular. Poate avea aspect asbestiform sau să formeze agregate granulare.



**Culoarea:** cenușiu, cenușiu albastrui, albastru - deschis, negru albastrui.

**Urma:** albastru cenușie.

**Luciu:** stielos până la mat; perlat pe suprafața de clivaj. Translucid.

**Macle:** (100) simple, lamelare.

**Clivaj:** (110) bun, (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}$ 0)  $\simeq$  58°.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 3,08 - 3,30$ .

**Compoziția chimică:** variază destul de mult datorită substituițiilor Mg prin Fe<sup>2+</sup> și Al prin Fe<sup>3+</sup> astfel încât un termen final cu compoziția (OH)<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub> apare extrem de rar.

Oxizi	Glaucofan	Crossit
SiO <sub>2</sub>	53,86-59,30	50,41-56,03
TiO <sub>2</sub>	0,00-0,87	0,36-8,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,66-12,04	0,23-8,67
• Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,16-5,61	7,11-8,73
FeO	5,41-12,02	9,46-13,41
MnO	0,00-1,78	0,11-0,23
MgO	7,69-13,02	7,39-8,81
CaO	1,04-2,42	0,81-5,19
Na <sub>2</sub> O	5,62-6,98	4,63-7,04
K <sub>2</sub> O	urme-0,68	0,003-0,57
H <sub>2</sub> O+	1,42-2,27	1,17-2,44
H <sub>2</sub> O-	0,00-0,32	0,00-0,29

Variațiile în compoziția chimică definesc varietățile și justifică variația proprietăților optice. Astfel: Crossitul conține o cantitate mai mare de Fe, cu predilecție Fe<sup>3+</sup>, iar torendrickitul este bogat în Mg. Substituția Mg<sup>2+</sup> prin Fe<sup>3+</sup> este însoțită și de substituția Al cu Fe<sup>3+</sup> conducând la varietatea denumită feroglaucufan. Este posibil să existe o serie completă dezvoltată între glaucufan (OH)<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub> și magnezioriebeckit, (OH)<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>Fe<sup>3+</sup><sub>2</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>, trecând printr-o fază intermediară, crossitul.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastrui sau incolor. Pleocroic.

Orientarea:  $\gamma \wedge c = 4-14^\circ$ ,  $\beta = b$ .

Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,606$  - incolor;  $\beta = 1,622$  - albastrui cenușiu;  $\gamma = 1,627$  - albastru.  $\Delta = 0,008$ . Biax negativ,  $2 V_\alpha = 0 - 50^\circ$ . P.A.O. (010).

Dispersia:  $r < v$  la glaucufan și  $r \gtrsim v$  la crossit.

Torendrickitul are o poziție neobișnuită a P.A.O. și  $2 V$  mare.

Indicii de refracție și birefringența pentru crossit:  $\alpha = 1,661$ ,  $\beta = 1,667$ ,  $\gamma = 1,670$ ,  $\Delta = 0,022$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 440 i; 480 p; 515 i; 555 m; ~ 650 i; (673 s + 695 s)d; 730 i; 790 m; 880 i; 978 fp; 996 i; 1045 p; 1102 p; 1145 i.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,120/90; 2,714/100; 2,502/80.

RIEBECKITUL  $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+} [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH},\text{F})_2$

**Varietăți:** - rhodisit (magnezioriebeckit)

- crocidolit, fibros, asbestiform

- abriachanitul, varietăți pământoase

- osannit și ternovskit; denumiri mai vechi discreditate în prezent

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,75 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,3 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5417 : 1 : 0,2944$ ,  $\beta = 103^\circ$ .

**Habitus:** cristale lung prismatice, striate paralel cu alungirera. Apare masiv: fibros, columnar granular.

**Culoarea:** albastru sau albastru închis.

**Luciu:** sticlos, mătăsos. Translucid sau aproape opac.

**Forme principale:** (110), (010), (001), (111).

**Macle:** (100) simple, lamelare.

**Clivaj:** (110) bun; (110)  $\wedge$  (1 $\bar{1}$ 0)  $\simeq 56^\circ$ .

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H = 5**; **G = 3,02 - 3,42.**

**Compoziția chimică:**

Oxizi	Riebeckit	Magnezioriebeckit	Crocidolit
SiO <sub>2</sub>	47,60-52,41	51,02-54,61	51,94-56,10
TiO <sub>2</sub>	0,00-1,90	0,00-1,41	0,00-0,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61-3,49	0,38-1,93	0,20-1,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,90-16,41	13,05-20,06	15,60-18,64
FeO	14,82-24,40	3,56-10,96	4,06-19,39
MnO	0,48-1,46	0,05-0,14	0,00-urme
MgO	0,00-5,07	8,62-15,20	1,37-14,50
CaO	0,00-2,56	0,27-4,85	0,19-1,11
Na <sub>2</sub> O	4,72-8,80	4,51-6,01	0,71-6,77
K <sub>2</sub> O	1,40-2,10	0,21-0,74	0,04-0,71
H <sub>2</sub> O+	0,91-2,84	2,26-3,28	1,62-2,58
H <sub>2</sub> O-	0,00-0,74	0,18-0,61	0,03-0,51
F <sup>-</sup>	0,00-1,70	0,00-0,20	-

Modificările în compoziția chimică definesc varietățile: ele sunt legate în principal de substituția  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$  și  $\text{Al} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$ .

Magnezioriebeckitul se caracterizează prin prezența unei cantități mari de Mg, iar crocidolitul de  $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ . Magnezioriebeckitul poate fi privit ca un termen final al seriei: glaucofan, crossit și magnezioriebeckit.

Ca și Na pot intra în pozițiile y ale mineralului.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albastru închis, verde gălbui. Pleocroic.

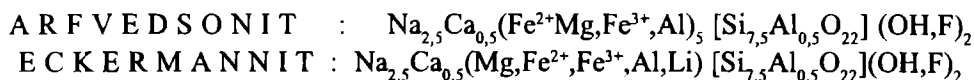
Orientarea:  $\gamma \wedge c = 3^\circ - 21^\circ$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție și pleuroismul:

Biax pozitiv sau negativ,  $2 V_\alpha = 40^\circ - 90^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010). Dispersia:  $r > v$ , puternică

	Riebeckit	Magnezioriebeckit	
$\alpha$	1,701	1,654	albastru de Prusia
$\beta$	1,711	1,662	albastru indigo
$\gamma$	1,717	1,668	verde-galben
$\Delta$	0,016	0,006	

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 451 fp; 486 i; 537 m; 644 s; 670 i; 702 fs; (753 s + 775 s)d; 892 i; 964 - 980 fp; 994 i; 1030 i; 1074 m; 1124 i; 1630 fs; 3430; 3612.

**Diffractometria de raze X** (radiație CoK<sub>α</sub>, filtru Fe): 8,42/100; 4,51/25; 3,34/9; 3,27/15; 3,313/60; 2,81/11; 2,72/25; 2,60/7; 2,54/7; 2,38/3; 2,33/5; 2,18/9; 2,03/5; 1,809/7; 1,684/3; 1,661/7; 1,639/3; 1,619/7; 1,594/3; 1,504/7; 1,458/3.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa axială:** C 2/m.

**Z = 2**.

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	Arfevedsonit	Eckermannit
a <sub>o</sub>	9,7	9,9
b <sub>o</sub>	17,7	18,0
c <sub>o</sub>	5,3	5,3
a <sub>o</sub> : b <sub>o</sub> : c <sub>o</sub>	0,5480 : 1 : 0,2994	0,5500 : 1 : 0,2944
β	104°	104°

**Habitus:** Arfevedsonitul prezintă cristale lung-prismatice, adesea tabulare (010) rareori cu terminații distincte; formează agregate prismatice. Eckermannitul are cristale lung prismatice și de asemenea formează agregate prismatice.

**Culoarea:** verde albastrui închis pentru eckermannit și negru verzui , negru pentru arfevedsonit.

**Luciu:** sticlos.

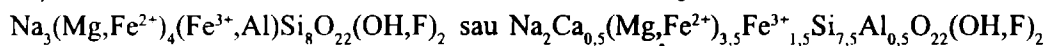
**Urma:** cenușie albastrui sau cenușie-verzuie. Translucid sau aproape opac.

**Macle:** (100) simple, lamelare.

**Clivaj:** (110) perfect; separații după (010); (110) ∧ (1 $\bar{1}$ 0) = 56°.

**H = 5-6 ; G = 3,00 - 3,50** în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** formulele ideale ale celor două minerale pot fi scrise sub forma:



dar numeroase substituții afectează pozițiile X, Y, W. Între eckermannit și arfevedsonit se plasează un termen intermediar denumit magnezioarfevedsonit.

Întreaga serie poate fi cuprinsă în formula sintetică Na<sub>2,5</sub>Ca<sub>0,5</sub>(Mg,Li, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>,Al)<sub>5</sub>[Si<sub>7,5</sub>Al<sub>0,5</sub>O<sub>22</sub>](OH,F)<sub>2</sub>.

Variațiile chimice sunt următoarele:

	Eckermannit	Magnezioarfevedsonit	Arfevedsonit
SiO <sub>2</sub>	56,48-58,65	49,79-53,70	46,55-49,12
TiO <sub>2</sub>	0,00-0,35	0,29-5,37	0,38-2,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,22-6,19	1,85-4,02	0,45-4,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,37-8,38	7,54-15,27	0,79-17,53
FeO	1,34-2,69	0,97-11,80	14,31-35,81
MnO	0,00-0,34	0,36-7,69	0,00-0,75
MgO	9,13-18,56	9,32-11,59	0,05-5,63
CaO	0,13-2,70	0,21-3,91	1,18-5,43
Na <sub>2</sub> O	8,09-9,77	6,79-10,40	6,58-8,24
K <sub>2</sub> O	1,10-2,38	0,22-2,06	1,18-2,89
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,50-2,20	1,02-1,89	0,94-1,89
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,00-0,08	0,00-0,36	0,00-0,17
F	0,00-2,69	0,00-2,11	0,00-2,95

Mineralele au un conținut relativ constant în Ca. Raportul  $Fe^{2+} / Fe^{3+}$  variază între 98 : 1 și 21 : 79.

Li apare în cantități mici și el este caracteristic mai ales pentru eckermannit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Eckermannit		Arfvedsonit	
Culoarea:	verzui-albăstrui	verde-gălbui, verde-brun verde-cenușiu, violet-cenușiu	
Orientarea:	$\beta = b$ 1,612-1,638 1,625-1,652 1,630-1,654 0,009-0,020	$\gamma = b$ 1,674-1,700 1,679-1,709 1,686-1,710 0,005-0,012	
P.A.O. $2 V_{\alpha}$	(010) 80°-15°	(010) 0°-50°	
Dispersia	$r > v$ , foarte puternică	$r < v$ , foarte puternică	
Pleocroism	$\alpha$ verde-albăstrui $\beta$ verde-albăstrui deschis $\gamma$ verzui gălbui deschis sau incolor	$\alpha$ verde-albăstrui $\beta$ albastru cenușiu până la galben brun $\gamma$ cenușiu verzui până la cenușiu-albăstrui	
		verde albăstrui închis verde albăstrui sau indigo	
		galben-oranj deschis violet verzui	
		albăstrui sau galben-verzui verde gălbui deschis	
Absorbția	$\gamma < \beta < \alpha$	variabilă	
Semn optic	(-)	(-)	

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Arfvedsonit: 420 i; 450 p; 490 i; 642 s; 660 i; 742 s; 865 i; 890 i; 960 fp; 1060 i; 1126 m; 1630 fs; 3440.

**Difractometria de raze X:**

Arfvedsonit (cele mai intense linii): 8,51/70; 3,161/100; 2,732/80.

Eckermannit (cele mai intense linii): 3,40/70; 3,10/100; 2,71/80.

## 6. FILOSILICAȚII

### Caractere generale și clasificare

Retelele cristaline de tip stratificat caracteristice majorității acestor minerale sunt constituite din două unități structurale distincte.

1. Un strat al tetraedrilor silicici care formează o rețea hexagonală repetată la infinit cu formula structurală  $Si_4O_6(OH)_4$ , în care se recunosc complexele cationice  $[Si_2O_3]^{2-}$  sau  $[Si_4O_{10}]^{4-}$  sau, prin înlocuirea Si prin Al  $[AlSi_3O_{10}]^{5-}$  sau  $[Al_2Si_2O_{10}]^{6-}$ . Rețeaua astfel formată poate fi considerată ca fiind compusă din trei șiruri de atomi de oxigen intersectate după unghiuri de  $120^\circ$ . Tetraedrii aferenți unui strat au bazele coplanare și apexurile îndreptate către stratul octaedric. Grosimea unității nederanjate este de 4,65 Å, iar înălțimea centru la centru este de 2,10 Å. Distanța 0-0 este 2,55 Å, iar spațiul disponibil pentru ionul de coordinare tetraedrică este de 0,55 Å.

2. Un strat de cationi în coordinare octaedrică de  $Al^{3+}$  și/sau  $Mg^{2+}(Fe^{2+})$  care sunt echidistanți față de 6 ioni de  $O^{2-}$  sau grupări  $(OH)^-$ . Prezența  $Al^{3+}$  determină realizarea stratului dioctaedru caracterizat printr-o structură hidrargilitică cu compoziția  $Al_2(OH)_6$  în care sunt ocupate numai 2/3 din totalul pozițiilor octaedrice posibile. Atunci când în aceste poziții se găsește  $Mg^{2+}$  rezultă o structură asemănătoare brucitului, cu compoziția  $Mg_3(OH)_6$  în care sunt ocupate toate pozițiile octaedrice, iar stratul astfel realizat se numește trioctaedric.

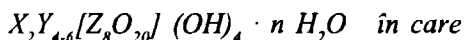
Grosimea unei unități nederanjate este 5,05 Å, distanța 0-0 este de 2,60 Å, distanța  $(OH)-(OH)$  este de 2,94 Å iar spațiul disponibil pentru ionul de coordinare octaedrică de 0,61 Å.

Prin asocierea straturilor tetraedrice cu cele octaedrice se formează un pachet în exteriorul căruia sunt reținuți cationii monovalenți sau bivalenți și, cel puțin la mineralele argiloase, molecule de apă. Între suprafețele exterioare ale pachetelor lipsite de ioni de oxigen activi, se manifestă forțe Van der Waals reziduale. Suprapunerea diferențiată a straturilor tetraedrice și octaedrice conduce la individualizarea unor grupe structurale mai largi și anume:

- minerale cu structură de tip 1 : 1 sau T/Oc (pachet de tip caolinit);
- minerale cu structură de tip 2 : 1 sau T/Oc/T (pachet de tip mică);
- minerale cu structură de tip 2 : 1 + un strat brucitic sau T/Oc/T/Oc (pachet de tip clorit).

În această clasă sunt cuprinse și minerale cu structură fibroasă, intermediară între amfiboli și filosilicați, având în compoziție un lanț dublu de tetraedrii de tipul  $[Si_4O_{11}]^{6-}$  (palygorskît, sepiolit). Lanțurile tetraedrice duble sunt limitate de cationi de  $Al^{3+}$  și/sau  $Mg^{2+}$ , înconjurați de 6 ioni  $O^{2-}$  activi, care au o singură legătură satisfăcută de ioni centrali de  $Si^{4+}$ .

Din punct de vedere chimic filosilicații sunt caracterizați prin formula chimico-structurală:



X = frecvent  $K^+$ , Na,  $Ca^{2+}$  și mai rar  $Mg^{2+}$ ;

Y = în special  $Al^{3+}$ , Mg,  $Fe^{2+}$ , uneori  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ti^{4+}$

Z = în special  $Si^{4+}$  și  $Al^{3+}$ , foarte rar  $Fe^{3+}$  și  $Ti^{4+}$ .

În grupa mineralelor argiloase, caracterizate prin dimensiunea extrem de fină a granulelor, capacitatea de schimb ionic (cu predilecție cationic) și posibilitatea de reținere a apei sunt cuprinse și structurile de minerale interstratificate, regulate și neregulate.

Clasificarea filosilicaților, fără a lua în considerare varietățile și structurile de minerale interstratificate, este următoarea:

### 6.1. Grupa caolinit - serpentină

Caolinit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$
Dickit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$
Nacrit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$
Anauxit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$

### 6.2. Grupa halloysitului

Halloysit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4 H_2O$ (10 Å)
Metahalloysit	$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 2 H_2O$ (7 Å)

### 6.3. Grupa alofanului

Alofan	$m Al_2O_3 \cdot n SiO_2 \cdot p H_2O$
--------	--

### 6.4. Grupa talcului și pirofilitului:

Talc	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$
Pirofilit	$Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$

### 6.5. Grupa smectitelor

Montmorillonit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}(Al_{3,34}Mg_{0,66})[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Beidelit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}Al_4[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Nontronit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}Fe^{3+}_4[(Si_{7,34}Al_{0,66})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Stevensit	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$
Saponit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}Zn_{4-5}(Mg, Al, Fe^{3+})_{2-1}[(Si_{6,7}Al_{1,3})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$ (1/2)
Sauconit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}Mg_6[(Si_{7,34}Al_{0,66})O_{22}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Hectorit	$(1/2 Ca, Na)_{0,66}Mg_{5,34}Li_{0,66}[(Si, Al)_8O_{20}](OH, F)_4 \cdot n H_2O$

### 6.6. Grupa vermiculitului

Vermiculit	$(Mg, Ca)_{0,66}(Mg, Fe^{3+}, Al)_6[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4 \cdot 8 H_2O$
------------	---

### 6.7. Grupa illitului

Illit	$K_{2-x}Al_4[(Si_{6+x}Al_{2-x})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Idiomuscovit	$(K, H_3O^+)_2Al_4[(Si_6Al_2)O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Fengit	$K_2Al_{4-x}[(Si_{6+x}Al_{2-x})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Celadonit	$K_2Al_2Mg_2[Si_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Glauconit	$K_2Mg_2Fe_2[Si_8O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$
Erammalit	$Na_{2-x}Al_4[(Si_{6+x}Al_{2-x})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$

### 6.8. Grupe palygorskit - sepiolit

Palygorskit	$(Mg, Al)_2[(Si_4O_{10}](OH) \cdot 4 H_2O$
Sepiolit	$Mg_2[Si_4O_{10}] 2 H_2O$
Garnierit	$(Mg, Ni)_6[Si_4O_{10}](OH)_8 \cdot 4 H_2O$

### 6.9. Grupa cloritelor argiloase

Clorit argilos	$(Mg, Al, Fe)_6[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_4$
----------------	--

### 6.10. Grupa micelor

#### 6.10.1. Subgrupa micelor dioctaedrice

Muscovit	$K_2Al_4[Si_6Al_2O_{20}](OH, F)_4$
Paragonit	$Na_2Al_4[Si_6Al_2O_{20}](OH)_4$
Lepidolit	$K_2(Li, Al)_{5-6}[Si_{6-7}Al_{2-1}O_{20}](OH, F)$
Fucsit	$K_2(Al, Cr)_4[Si_6Al_2O_{20}](OH, F)_4$
Zinnwaldit	$K_2(Fe^{2+}_{2-1}Li_{2-3}Al_2)[Si_{6-7}Al_{2-1}O_{20}](OH_{1-2}F_{3-2})$

### 6.10.2. Subgrupa micelor trioctaedrice

Biotit	$K_2(Mg,Fe^{2+})_{6-4}(Fe^{3+},Al,Ti)_{0-2}[Si_{6-5}Al_{2-3}O_{20}](OH,F)_{4-2}$
Flogopit	$K_2(Fe^{2+},Mg)_6[Si_6Al_2O_{20}](OH,F)_4$
Eastonit	$K_2(Mg,Fe^{2+})_5Al[Si_5Al_1O_{20}](OH)_4$
Annit	$K_2Fe^{2+}_6[Si_6Al_2O_{20}](OH,F)_4$

### 6.10.3. Subgrupa micelor casante

Margarit	$Ca_2Al_4[Al_4Si_4O_{20}](OH)_4$
Clintonit	$Ca_2(Mg_{4,6},Al_{1,4})[(Al_{5,5},Si_{2,5})O_{20}](OH)_4$
Xantofilit	$Ca_2(Mg_{4,6},Al_{1,4})[(Al_{5,5},Si_{2,5})O_{20}](OH)_4$
Cloritoid	$Fe_4Al_4[Si_4Al_4O_{20}](OH)_8$
Stilpomelan	$(K,Na,Ca)_{0-1}(Fe^{3+},Fe^{2+},Mg,Al,Mn)_{5,9-8,2}[(Si_8O_{20})(OH)_4(O,OH,H_2O)_{3,6-8,5}]$

## 6.11. Grupa cloritelor

### 6.11.1 Subgrupa cloritelor neoxidate

Pennin	$Mg_{10}Al_2[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$
Clinoclor	$(Mg,Fe)_{10}Al_2[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$
Proclorit (Ripidolit)	$(Mg,Fe)_{10}Al_2[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$
Corundofilit	$(Mg,Fe)_{10}Al_2[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$
Amesit	$Fe_{10}Al_2[(Si,Al)_8O_{20}](OH)_{16}$

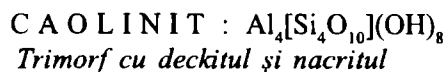
### 6.11.2. Subgrupa cloritelor oxidate

Thuringit	$Fe_{3,5}(Al,Fe)_{1,5}[(Si_{2,5},Al_{1,5})O_{10}](OH)_6 \cdot 4 H_2O$
Chamosit	$Fe_4Al[(Si_3Al)O_{10}](OH)_6 \cdot n H_2O$

## 6.12. Grupa prehnitului și apofilitului

Prehnit	$Ca_2Al[Si_3Al_{10}O](OH)_2$
Apofilit	$KCa_4[Si_8O_{20}]F \cdot 8 H_2O$

## 6.1. GRUPA CAOLINIT - SERPENTINA



**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** P 1.

**Z = 2 .**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,15 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,95 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,39 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5754 : 1 : 0,8257$ ;  $\alpha = 91^\circ 80'$ ,  $\beta = 104^\circ 50'$ ,  $\gamma = 89^\circ 94'$ .

**Habitus:** lamele subțiri hexagonale, solzoase sau alungite; uneori ușor curbate. De cele mai multe ori apare masiv, friabil; pământos sau pulverulent. Uneori stalactitic.

**Culoarea:** incolor, alb; prin impurificare cu oxizi și hidroxizi de fier, substanță organice etc., poate fi gălbui, roșcat bruniu sau albăstrui.

**Luciu:** perlat pe suprafața de clivaj; mat sau pământos. Transparent sau translucid.

**Macle:** rare.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele subțiri sunt flexibile, dar nu au elasticitate. La umiditate ridicată devine plastic.

**H = 2 - 2 1/2 ; G = 2,61 - 2,63.**

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 45,48 - 46,07\%$ ;  $TiO_2 = 0,00 - 0,86\%$ ,  $Al_2O_3 = 38,07 - 39,82\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,10 - 0,57\%$ ,  $FeO = 0,00 - 0,18$ ,  $MgO = 0,00 - 0,17\%$ ,  $CaO = 0,00 - 0,41\%$ ,  $Na_2O = 0,00 - 0,27\%$ ,  $K_2O = 0,03 - 0,43\%$ ,  $H_2O^+ = 13,47 - 13,95\%$ ,  $H_2O^- = 0,17 - 0,71\%$ .

Mineralul arată o mare stabilitate chimică. Prezența Ca, Mg este datorată ocupării unor poziții vacante,

situație caracteristică mai ales caolinitelor slab cristalizate Ti, Fe<sup>3+</sup> și Fe<sup>2+</sup> și probabil o parte din Mg substituie Al. Cantitatea de apă reținută și capacitatea de schimb cationic (T) cresc invers proporțional cu gradul de cristalizare. T = 0 - 15 me/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,553 - 1,563$ ,  $\beta = 1,559 - 1,569$ ,  $\gamma = 1,560 - 1,570$ ;  $\Delta = 0,006 - 0,007$

Biax negativ.  $2V = 24^\circ - 50^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ ;  $\gamma \perp (010)$ ,  $\beta \wedge c = 1^\circ - 3^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , slabă.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 575(4,1)Ψ; 970(1,5)Λ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 190 s; 202 s; 277 s; 347 s; 431 m; 471 p; 538 p; 605 s; 694 m; 755 s; 792 s; 913 p; 938 m; (1012 p + 1032 p)d; 1111 p; 3627 p,s; 3645 s; 3673 m; 3696 p,a.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 7,15/100/(001); 4,45/40/(020); 4,35/60/(1 $\bar{1}$ 0); 4,17/60/(11 $\bar{1}$ ); 4,12/30/(1 $\bar{1}$  $\bar{1}$ ); 3,845/40/(02 $\bar{1}$ ); 3,741/20/(021); 3,573/100/(002); 3,372/40/(111); 3,144/30/(1 $\bar{1}$  $\bar{2}$ ); 3,097/30/(1 $\bar{1}$  $\bar{2}$ ); 2,753/30/(022); 2,558/60/(1 $\bar{3}$ 0),(20 $\bar{1}$ ),(130); 2,526/40/(13 $\bar{1}$ ),(1 $\bar{1}$  $\bar{2}$ ); 2,491/80/(1 $\bar{3}$  $\bar{1}$ ),(200),(112); 2,379/60/(003); 2,338/90/(20 $\bar{2}$ ),(1 $\bar{3}$  $\bar{1}$ ); 2,288/80/(1 $\bar{3}$  $\bar{1}$ ),(131); 2,247/20/(132),(040); 2,186/30/(2 $\bar{2}$ 0); 2,131/30/(02 $\bar{3}$ ); 2,061/20/(2 $\bar{2}$  $\bar{2}$ ); 1,989/60/(20 $\bar{3}$ ),(1 $\bar{3}$  $\bar{2}$ ); 1,939/40/(132); 1,896/30/(1 $\bar{3}$  $\bar{3}$ ); 1,869/20/(042); 1,839/40/(1 $\bar{3}$  $\bar{3}$ ),(202),(2 $\bar{2}$  $\bar{3}$ ); 1,809/20/(1 $\bar{1}$  $\bar{4}$ ); 1,781/40/(004); 1,707/20/(2 $\bar{2}$  $\bar{2}$ ); 1,685/20/(24 $\bar{1}$ ); 1,662/70/(20 $\bar{4}$ ),(1 $\bar{3}$  $\bar{3}$ ); 1,619/133; 1,584/40/(134); 1,542/50/(1 $\bar{3}$  $\bar{4}$ ); 1,489/60/(060),(3 $\bar{3}$  $\bar{1}$ ),(33 $\bar{1}$ ); 1,467/20/(06 $\bar{1}$ ),(33 $\bar{2}$ ); 1,452/40/(3 $\bar{3}$ 0); 1,429/40/(005); 1,403/20/(20 $\bar{5}$ ); 1,390/20/(333); 1,190/30/(006); 1,021/20/(007).

**Microscopia electronică:** caolinitul apare sub forma plachetelor semitransparente pentru fascicoul de electroni și cu un contur pseudohexagonal. Pe plachetele de dimensiuni mai mari se pot observa urmele de clivaj. Distingerea față de halloysit se realizează prin faptul că în timp ce caolinitul nu este curbat și are o serie de terminații angulare, halloysitul prezintă frecvent flexuri ale planelor bazale (001) datorită diferenței dimensionale dintre planul atomilor de oxigen și planului grupelor (OH).

O diferențiere mai greu de făcut este între caolinit și dickit, mai ales atunci când ambele minerale au plachete largi, euhedrale și de formă pseudohexagonală. Dimensiunea particulelor de caolinit, ca și grosimea acestora, variază în limite largi. Dimensiunile uzuale variază între 0,5 μm și 2,0 μm, valorile medii fiind de 0,2 μm - 2,5 μm. Se apreciază faptul că dimensiunea plachetelor variază atât în funcție de tipul depozitului din care a fost prelevată proba, cât și de modul în care a pregătită pentru analiză.



*Trimorf cu caolinitul și nacritul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** C c.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,14 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5749 : 1 : 1,6130$ ,  $\beta = 90,3^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri, pseudohexagonale; uneori lamele ușor alungite. Cristale mai bine formate decât cele ale caolinitului. De obicei apare masiv, compact, friabil sau pulverulent.

**Culoarea:** incolor sau alb. Datorită impurităților poate avea o tendință gălbuie sau brun - deschisă.

**Luciu:** satinat până la mat sau pământos. Transparent până la translucid.

**Macle:** rare.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar fără elasticitate. Masele cu umiditate ridicată sunt plastice.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,60$ .

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 44,87 - 46,15%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,64% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 38,04 - 39,61%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,67%, MgO = 0,00 - 0,36%, CaO = 0,00 - 0,27% K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,12%, H<sub>2</sub>O\* = 13,91% - 14,41%.

Variațiile compoziționale sunt mici. Ti, Fe<sup>3+</sup> și parțial Mg pot substitui Al. Unele poziții vacante din structură, caracteristice varietăților slab cristalizate pot fi ocupate de cationii schimbabili așa cum sunt K, uneori Na, Ca și posibil Mg. Capacitatea de schimb cationic (T) este scăzută: 0 - 15 ml/100 g.



**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge c = 15^\circ - 20^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,560 - 1,562$ ,  $\beta = 1,561 - 1,570$ ,  $\gamma = 1,566 - 1,571$ .  $\Delta = 0,006 - 0,009$ .

Biax pozitiv.  $2V = 52^\circ - 80^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010). Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 708 (4,6)∩; 999 (2,5)∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 429 p; 472 p,l; ~ 540 fp,l; 608 i; 676-700 m,l; 749 s,l; 796 s,l; 914 p; 940 m; 1000 fp; 1036-1053 fp,l; 1105 i; 1125 p; 1620 s; 3620 p,a; 3660 p; ~ 3700 m,a.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,16/100/(002); 4,462/5/(020); 4,439/40/(110); 4,370/40/(11 $\bar{1}$ ); 4,270/30/(021); 4,131/70/(111); 3,950/20/(11 $\bar{2}$ ); 3,795/60/(022); 3,587/100/(004); 3,427/30/(11 $\bar{3}$ ); 3,272/20/(023); 3,101/20/(113); 2,938/20/(11 $\bar{4}$ ); 2,794/20/(024); 2,560/40/(13 $\bar{1}$ ),(200); 2,510/50/(131),(20 $\bar{2}$ ), 2.400/10/(006); 2,376/20/(132); 2,322/90/(13 $\bar{3}$ ),(202); 2,212/30/(133),(20 $\bar{4}$ ); 2,106/10/(026); 1,975/50/(13 $\bar{5}$ ),(204); 1,937/10/(223),(11 $\bar{7}$ ); 1,898/20/(044); 1,859/30/(135),(20 $\bar{6}$ ); 1,805/10/(136),(224); 1,785/10/(008),(117); 1,720/10/(11 $\bar{8}$ ),(226); 1,652/50/(13 $\bar{7}$ ),(206); 1,613/10/(153),(242); 1,586/10/(31 $\bar{4}$ ); 1,555/40/(137),(20 $\bar{8}$ ); 1,489/50/(060),(33 $\bar{1}$ ); 1,458/30/(062),(33 $\bar{3}$ ),(331); 1,429/20/(0.0.10),(138); 1,395/10/(208); 1,374/30/(064),(333).

**Microscopia electronică:** dickitul este caracterizat prin dimensiuni mari ale cristalelor (1  $\mu\text{m}$  - 0,5 mm) ceea ce oferă posibilitatea de a fi studiat și cu microscopul optic. Formele cele mai frecvente sunt cele de pinacoizi (bazal, clinopinacoid, ortopinacoid), prismele (110), piramidele (111) și (h k l) și clinodomurile (o k l).

Datorită forțelor interstițiale puternice se pot întâlni plachete groase, formate prin suprapunerea celor individuale în direcția axului c. Pe astfel de plachete urmele de clivaj sunt foarte clar exprimate.

Unele probe (de exemplu cele din zona Wales, Anglia, precum și cele de la Sydney, Australia) prezintă și forme vermiculare, mai puțin caracteristice.

Uneori incluziunile de aer din dickit conduc la efecte de interferență circulară, așa cum s-au întâlnit la dickitul de la Barckley East, Africa de Sud.

Se pare că există o dependență a morfologiei electrono-microscopice a cristalelor largi de dickit de geneza acestora, lucru care este însă mai greu de evidențiat la probele prelevate din formațiunile cu cărbuni, calcare sau gresii.



*Trimorf cu caolinitul și dickitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** C c.

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,14 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 43,00 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5749 : 1 : 4,8098$ ,  $\beta = 90,3^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri, pseudohexagonale. Frecvent apare masiv, compact, friabil sau pulverulent; mase fin solzoase sau lamelare radiare.

**Culoarea:** incolor, alb. Uneori are o tentă brun deschisă sau gălbuie, datorată impurităților.

**Luciu:** satinat, perlat pe suprafața de clivaj; mat sau pământos pentru varietățile compacte.

**Macle:** rare.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar fără elasticitate. Prin absorbția apei devin plastice.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,60$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 45,99\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,16\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,34\%$ ,  $\text{MgO} = 0,09\%$ ,  $\text{CaO} = 0,17\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,14\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 13,70\%$ .

**Compoziția chimică** prezintă puține variații. Na, K, Ca, Mg apar în poziții schimbabile la varietățile slab cristalizate care au capacitatea de schimb cationic (T) de 0 - 15 me/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge c = 10 - 12^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,557 - 1,560$ ;  $\beta = 1,562 - 1,565$ ;  $\gamma = 1,563 - 1,566$ .  $\Delta = 0,003 - 0,006$ .

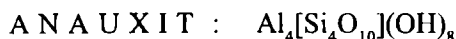
Biax negativ,  $2V = 40^\circ$  sau pozitiv,  $2V \approx 90^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.D.T.): 700 ; 950 .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 427 m; 471 fp; 535 fp.l; 604 i; 698 m,l; 754 m; 794 m; 914 p; 934 m; 956 fs; 1002 fp; 1036 fp; 1120 p; 3450 ; 3627; 3656 p,a; 3705 m,a.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ ): 7,17/100; 4,414/70; 4,123/30; 3,577/100; 3,061/10; 2,578/30; 2,503/30; 2,438/70; 2,397/70; 2,330/20; 2,237/5; 2,099/10; 1,982/5; 1,921/20; 1,818/20; 1,792/30; 1,668/30; 1,617/5; 1,488/50; 1,462/10; 1,435/5; 1,329/5; 1,285/5; 1,266/5; 1,228/5.

**Microscopia electronică:** micrografiile electrono-microscopice ale nacritului arată forme neregulate, cu aspect de mozaic, sau forme pseudohexagonale. Probele de nacrit de la Schlaggenwald, Cehoslovacia, arată și unele interferențe electronice datorită stressului manifestat la nivelul plachetelor.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** C c.

$Z = 4$ .

**Habitus:** cristale vermiculare.

**Culoarea:** incolor, alb.

**Luciu:** sedefos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,52$ .

**Compoziția chimică** și structura: asemănătoare cu cea a caolinitului, dickitului și nacritului; le deosebește raportul  $\text{SiO}_4 : \text{Al}_2\text{O}_3$  care este  $\approx 1,17$  la primele și  $\approx 3,00$  la anaxit. Se consideră că anaxitul este format din plachete de tip caolinitic, între care sunt intercalate unități compuse dintr-un strat dublu de tetraedrii uniți prin intermediul oxigenilor apicali, care devin astfel comuni la doi tetraedrii.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ .

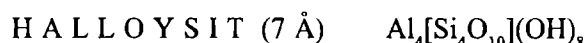
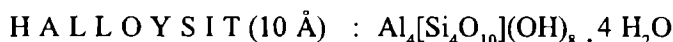
Indicii de refracție:  $\alpha = 1,559$ ,  $\beta = 1,564$ ,  $\gamma = 1,565$ .  $\Delta = 0,007$ ,  $\alpha \wedge c = 2^\circ$ .  $2V_\alpha = 0^\circ - 42^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 430 p; 468 p; 536 p,l; 695 m,l; 755 s; 792 s; 913 p; 938 i; (1010 fp + 1032 fp)d; (1100 p + 1116 p)d; 3618; 3652; 3670; 3695.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}$ ): 7,4/80; 4,6/100; 4,08/100; 3,59/80; 2,58/60; 2,37/60; 1,91/60; 1,72/40; 1,67/60; 1,50/80; 1,31/20; 1,25/20; 1,17/20.

**Microscopia electronică:** probele de anaxit de la Bilin, Cehoslovacia, precum și cele de la Ione, California, sunt caracterizate prin existența unor „fulgi” cu o grosime uniformă care, uneori, arată forme cristalografice bine exprimate.

## 6. 2 GRUPA HALLOYSITULUI



**Sinonim:** endelit pentru halloysitul (10 Å) și metahalloysit pentru halloysitul (7 Å)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** Am.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,2 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,9 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,2 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5843 : 1 : 1,1461$ ,  $\beta = 83^\circ$ .

**Habitus:** cristalitele vizibile numai la microscopul electronic, sunt tubulare. Formează mase compacte, uneori pământoase. Apare și în fracțiunea pelitică a solurilor.

**Culoarea:** incolor sau alb. Datorită impurităților poate avea o tentă gălbuie, brună, roșcată sau albăstrui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** perlat, mat sau pământos. Transparent sau translucid.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** pământoasă.

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ .  $G$  este strâns dependentă de gradul de hidratare. Astfel halloysitul (7 Å) are  $G = 2,55 - 2,56$ , iar halloysitul (10 Å) are  $G = 2,0 - 2,2$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 40,8\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 34,7\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 24,5\%$ .

Prin tratarea termică la  $110^\circ\text{C}$  halloysitul (10 Å) trece la varietatea (7 Å), trecere însoțită de sporirea intensității reflexelor (001) și (002) cu valori de 7,2 Å și respectiv de 3,6 Å. La halloysitul (7 Å), nesatisfacerea valențelor marginale creează posibilitatea păstrării la limita unității celulare a unor cationi schimbabili, ceea ce induce și la existența unei capacități totale de schimb cationic de 5-10 me/100 g. La halloysitul (10 Å) capacitatea de schimb cationic crește până la 40-50 me/100 g datorită existenței unor valențe nesatisfăcute nu numai pe marginile unităților structurale, dar și pe suprafața internă dintre straturi.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție medii sunt de 1,526-1,535 pentru halloysitul (10 Å) și 1,548 - 1,556 pentru halloysitul (7 Å). Birefringența este probabil de 0,001 - 0,002.

**Proprietăți termice (A.T.D.):**

Halloysit (10 Å): 180 $\nabla$ ; 620 $\nabla$ ; 960 $\nabla$ .

Halloysit (7 Å): 555(6,2) $\nabla$ ; 990(0,8) $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Halloysit (10 Å): 436 m; 477 p; 547 p,l; 660 m,l; 697 m,l; 754 m; 794 m; 830 i,l; 914 p; 1012 i; 1037 fp; 1093-1112 i; 1645 s; 3250 , 3414 p,l; 3627 p,a; 3699 p,a.

Halloysit (7 Å): 420 i; 450 m; 480 p; 550 p; 650 i; 680 m; 750 s,l; 790 s,l; 915 p; 1020 i; 1045 fp,l; 1122 m,i; 3410 i,l; 3570 i; 3625 m,a; 3696 m,a.

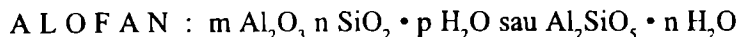
**Difractometria de raze X:**

Halloysit (10 Å): 10,1/90/(001); 4,42/100(11-),(02-); 3,34/90/(003); 2,56/80/(20-),(13-); 2,36/60?; 2,23/20/(04-),(22-); 2,06/10?; 1,678/80/(24-),(31-),(15-); 1,481/90/(33-),(06-); 1,283/70/(40-),(26-); 1,232/70/(42-),(35-),(17-); 1,105/40/(08-),(44-); 1,021/20/(51-).(28-),(37-); 0,963/20/(53-),(46-),(19); 0,855/40/(60-),(39); 0,838/20/(62-),(2.10-),(48-).

Halloysit (7 Å): 7,41/60/(061); 4,432/100/(02-); 3,603/40/(002); 2,562/40/(20-); 2,405/10/(003); 2,222/5/(04-); 1,805/5/(004); 1,680/20/(24-); 1,484/50/(06-); 1,283/15/(40-); 1,233/15/(42-); 1,203/5/(006); 1,110/5/(08-); 1,023/5/(28-); 0,970/5/(46-); 0,858/5/(60-); 0,842/5/(2.10-).

**Microscopia electronică:** intens studiat pe micrografii electronice, halloysitul este recunoscut prin forma predominant tubulară a cristalelor. Morfologia sa variază în limite largi, de la forma general recunoscută de tuburi, până la cea cu contururi sferice sau de plachete poligonale, ceea ce ar corespunde tranziției de la stadiul structural și morfologic dezordonat al alofanului până la cel bine cristalizat al caolinitului. Tuburile însăși pot avea o secțiune poligonală. Forma tubulară a halloysitului a fost explicată prin procese de deshidratare ce pot avea loc în cadrul unei evoluții secundare a materialului sau în cadrul procesului de preparare a probei pentru analiză. Unele forme tubulare de halloysit (7 Å) își pot datora existența formării mineralului prin alterarea caolinitului în condiții de deșert sau în procesele pedogenetice.

### 6.3. GRUPA ALOFANULUI



**Sistemul de cristalizare:** nedeterminat. Are un grad incipient de cristalizare, suficient pentru a da câteva linii de difracție.

**Habitus:** masiv. Formează cruste opalescente, agregate stalactitice sau pulverulente.

**Culoarea:** incolor, alb, verzui, albastrui, gălbui, brun.

**Luciu:** sticlos, rășinos sau mat.

**Urma:** incoloră. Transparent până la translucid.

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală sau pământoasă. Foarte casant. Prin umezire devine plastic.

$H = 2-3$  ;  $G = 1,85-1,89$ .

**Compoziția chimică și structura:**  $\text{SiO}_2 = 21,4 - 39,1\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,5 - 41,6\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 39,0 - 43,9\%$ , mai apar  $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,8\%$ ,  $\text{MgO} < 2\%$ ,  $\text{K}_2\text{O}^+ < 0,3\%$ ,  $\text{CuO} < 1,6\%$ ,  $\text{ZnO} < 4\%$ ,  $\text{CO}_2 < 1,2\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 < 1,3\%$ ,  $\text{SO}_3 < 0,2\%$ .

Posedă probabil o serie de cationi de  $\text{Si}^{4+}$  în coordinare octaedrică. Alături de aceștia pot apare și alte unități ocazionale așa cum sunt tetraedrii fosfatici. Mineralul are o capacitate de schimb cationic scăzută.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu o slabă tentă a culorii naturale. Izotrop.

Indicii de refracție: 1,395 - 1,512; variază în funcție de umiditate astfel:

Umiditate (%) și Temperatura	Indice de refracție
34,69 (T = 20°C)	1,398
10,58 (T = 100°C)	1,473 - 1,480
T = 500°C	~ 1,480

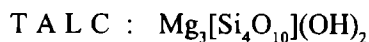
**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1002 fp,l; 1070 i; 1206 fs; 1380 fs; 1610 fs; 3425 m,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$  ?): 11,0/100; 3,3/80; 2,2/60; 1,4/40; 1,2/20.

**Microscopia electronică:** alofanul apare asociat cu halloysitul în sticlele vulcanice bazice alterate exogen.

Se pare că există o tranziție gradată între cele două minerale, alofanul apărând ca particulă opace, sferice sau nodulare.

### 6.4. GRUPA TALCULUI ȘI PIROFILITULUI



**Varietate:** steatit; mase compacte

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,28 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 18,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5770 : 1 : 2,0656$ ,  $\beta = 100^\circ 15'$ .

**Habitus:** frecvent apare în cristale tabulare subțiri, pseudohexagonale sau pseudorombice. De obicei apare masiv, fin granular; mase foioase, solzoase, fibroase. Varietățile masive și compacte poartă denumirea de steatit. Apare și în grupări stelare, globulare.

**Culoarea:** verzui, verde - cenușiu; masele foioase groase pot fi chiar verzi; alb cu nuanțe gălbui, verzui, cenușiu, brune.

**Urma:** albă.

**Luciu:** perlat sau sidefos pe suprafața de clivaj; gras sau mat la varietățile masive. Translucid. Gras la pipăit.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar fără elasticitate.

$H=1$  ;  $G = 2,58-2,83$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 60,02-62,67\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,10\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,38 - 2,42\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,51\%$   
 $\text{FeO} = 0,00 - 2,46\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,01\%$   $\text{MgO} = 29,13 - 31,76\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 1,35\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O}^- = 4,70 - 5,37\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,32\%$  Ti și Al apar ca substituenți ai Si în grupările tetraedrice. Mg poate fi replasat de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Ca, Mn, Al.

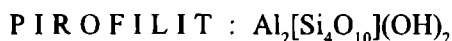
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau ușor verzui, gălbui.

Orientarea:  $\alpha \sim \perp (001)$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,539 - 1,550$ ,  $\beta = 1,589 - 1,594$ ,  
 $\gamma = 1,589 - 1,600$ ;  $\Delta \cong 0,05$ . Biax negativ.  $2V = 0-30^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 942 (3,0)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 m; 442 i; 450 fp; 462 m; 500 p; 536 p; 672 p,a; 695 i; 740 m;  
777 s; 1008 fp; 1024 fp,l; 1045 i; 1630 s; 3660; 3676; 3685.

**Difracțiometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 9,3/48/(002); 4,58/64/(020),(111); 4,11/5/( $\bar{1}13$ ); 3,13/40/  
(006); 2,62/32/(130); 2,49/100/(132),( $\bar{2}04$ ); 2,22/14/(134),( $\bar{2}06$ ); 2,10/6/( $\bar{1}36$ ),(204); 1,95/3/(136),( $\bar{2}08$ );  
1,87/3/(0.0.10); 1,72/11/( $\bar{3}11$ ),( $\bar{3}13$ ); 1,68/5/(138),(2.0. $\bar{1}0$ ); 1,60/2/(208); 1,56/2/(0,0,12); 1,53/64/  
(060),( $\bar{3}32$ ); 1,46/2; 1,40/5; 1,32/11; 1,30/13; 1,27/3.



**Varietate:** agalmatolit sau pagodit - compact, fin solzoș

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,16 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,90 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 18,64 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5798 : 1 : 2,0944$ ,  $\beta = 99^\circ 55'$ .

**Habitus:** cristale subhedrale, tabulare // (010) și alungite; adesea curbate și distorsionate. Formează mase foioase, lamelar-radiare sau fibroase; mase granulare sau compacte. Varietățile compacte, fin solzoase poartă denumirea de agalmatolit sau pagodit.

**Culoarea:** alb, alb-cenușiu, gălbui, albastrui, verzui, verde cenușiu sau verde brun.

**Urma:** albă.

**Luciu:** perlat pe suprafețele de clivaj, mat pentru varietățile masive. Semitransparent sau opac

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile și lipsite de elasticitate. Gras la pipăit.

$H=1-2$  ;  $G = 2,65-2,90$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 63,57 - 66,07\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,41\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 27,09 - 29,25\%$ ,  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,10 - 0,64\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,12\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,02\%$   $\text{MgO} = 0,00 - 0,37\%$ .  
 $\text{CaO} = 0,00 - 0,38\%$   $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,60\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,18\%$   $\text{H}_2\text{O}^+ = 4,90 - 5,66\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,66\%$ .

Al poate fi substituit de Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Unele poziții y din formula chimico-structurală a filosilicaților pot fi ocupate de Na, K sau Ca. Si poate fi substituit de mici cantități de Ti.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu tentă verzui, gălbui.

**Varietățile** ușor colorate pot avea un pleocroism foarte slab, vizibil mai ales pe fața (001).

Orientare:  $\alpha = y$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,534 - 1,556$ ,  $\beta = 1,586 - 1,589$ ,  $\gamma = 1,596 - 1,601$

$\Delta = 0,050$ . Biax negativ.  $2V = 53^\circ - 62^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 745(2,4)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 m; 463 i; 482 p; 520 m; 538 p; 580 m; 625 i; 738 fs; 780 fs;  
(810 s + 836 s + 855 s)t; 945 p; (1050 p + 1070 fp)d; 1120 p; 3440 i; 3640; 3668.

**Difracțiometria de raze X:** 9,21/60/(002); 4,58/50/(004); 4,40/20/(110),(021); 4,17/15/( $\bar{1}1\bar{2}$ ),(111); 3,08/100/  
(006); 2,97/2/( $\bar{1}1\bar{5}$ ),(114); 2,59/5/(130); 2,55/10/(200),( $\bar{1}3\bar{2}$ ); 2,44/15/(202),(132); 2,31/5/(008); 2,17/5/

(131),(204); 2,09/5/(206̄); 2,07/5/(136̄); 1,893/2/(136); 1,848/15/(0.0.10.); 1,692/5/(208̄); 1,650/10/(138); 1,542/5/(0,0,12); 1,492/10/(060); 1,475/2/(062),(332̄); 1,437/2/(1.3.10); 1,388/10/(2.0.10.); 1,373/10/(1.2.12).

## 6.5. GRUPA SMECTITELOR

MONTMORILLONIT  $(1/2 \text{ Ca, Na})_{0,66}(\text{Al}_{3,34}\text{Mg}_{0,66})(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 1.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,23 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,06 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,3 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5773 : 1 : 1,6887$ ,  $\beta = 99^\circ 54'$ .

**Habitus:** masiv cu granule de fine, vizibile numai la microscopul electronic. Formează roci argiloase tipice.

**Culoarea:** alb, cenușiu, gălbui, verzui, roz. Culoarea maselor de montmorillonit (bentonite) depinde de natura impurităților: oxizi și hidroxizi de Fe, substanță organice, carbonați, oxizi de Mn.

**Urma:** albă.

**Luciu:** mat (pentru varietățile pământoase masive).

**Clivaj:** (001) perfect. Deosebit de plastic prin umezire.

**H = 1-2 ; G -** depinde de cantitatea de Fe și de apa reținută în rețea.

În funcție de cantitatea de apă absorbită, G variază astfel:

Umiditatea relativă	Umiditatea prin uscare în cuptor	G
	0,0	2,348
0,00		2,608
0,25	11,6	2,199
0,50	16,6	2,134
0,75	28,4	2,001
1,00	46,0	1,772

Smectitele sărace în Fe au  $G \cong 2,53$ , în timp ce, acelea care posedă 3,6% fier, au  $G \cong 2,74$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 49,90 - 59,75\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,48\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,97 - 24,41\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,83 - 5,65\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,95\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,06\%$ ,  $\text{MgO} = 2,20 - 4,47\%$ ,  $\text{CaO} = 1,62 - 3,52\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,11 - 0,64\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,04 - 1,59\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 3,93 - 9,12\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 10,40 - 14,81\%$ .

Montmorillonitul este afectat în principal de substituții în poziția Y. Sunt citate însă și mineralele smectitice în care pozițiile tetraedrice pot fi ocupate de mici cantități de  $\text{Ti}^{4+}$  și  $\text{Fe}^{2+}$ , iar pozițiile octaedrice pot fi ocupate în proporții reduse de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  și  $\text{Ni}^{3+}$ . Raportul molar  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  variază în smectite de la 1,5 : 1, când corespunde în principal substituțiilor  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$  din stratul tetraedric și mai puțin substituțiilor  $\text{Al}^{3+}$  din stratul octaedric, până la 4,8 : 1 când corespunde în principal substituțiilor Al octaedric și mai puțin substituțiilor din pozițiile tetraedrice.

$\text{Fe}^{3+}$  poate substitui  $\text{Al}^{3+}$  numai atunci când raportul Si: (Al + Fe) este aproximativ 3: 2, iar  $\text{Fe}^{3+}$  nu substituie  $\text{Al}^{3+}$  din grupările tetraedrice. De asemenea, numărul total al ionilor în coordinare șase, se păstrează foarte aproape de patru, iar variațiile afectate de aceasta substituție sunt sărace în  $\text{Mg}^{2+}$ . Substituția  $\text{Si}^{4+}$  din pozițiile tetraedrice poate să fie făcută nu numai de către  $\text{Al}^{3+}$ , dar și de  $\text{P}^{5+}$ , în genertal substituția  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$  nedepășind valoarea de 15%, în timp ce substituția  $\text{Al}^{3+}$  din stratul octaedric se poate face printr-un număr mult mai mare de cationi.

Aceste substituții creează posibilitatea apariției în structura montmorillonitului a pozițiilor cationilor schimbabili cu dispoziție interstratală. În mineralele smectitice sensul în care acești cationi sunt substituiți este:  $\text{Li}^- < \text{Na}^+ < \text{H}^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{NH}_4^+$ .

Capacitatea totală de schimb cationic a montmorillonitului este de 70 - 100 me/100 g. Cationii schimbabili (interstratali) orientează moleculele de apă dispuse în straturi monomoleculare.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha_L(100)$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,480-1,570$ ,  $\beta = 1,500-1,600$ ,  $\gamma = 1,500-1,600$ .  
 $\Delta = 0,020 - 0,030$ . Biax negativ,  $2V = 0,30$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 132(27)↘; 190(1,3)↘; 674(1,2)↘; 880(0,6)↘; 1000(0,3)↗.

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 194 fs; 278 fs; 430 i; 470 p; 540 m,i; 627 m,l; 797 s; 842 s; 883 fs; 915 m; 1015-1040 fp,l; 1090-1130 m; 3390-3428 p; 3620-3644 p.

**Difractometria de raze X:**

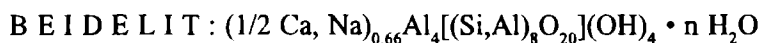
Na - montmorillonit (radiației  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 11,9/100/(001); 5,90/20/(002); 4,45/90/(110),(020); 2,97/60/(004); 2,56/80/(130),(200); 2,23/20/(220),(040); 1,69/60/(240); 1,49/80/(330),(060); 1,29/40/(260),(400); 1,24/40/(420); 1,11/10/(440),(080); 1,04/10/(280); 0,28/20/(190); 0,86/20/(190),(600).

Ca - montmorillonit: 14,0/100; 5,0/20; 4,41/100; 4,26/10; 3,09/60; 2,80/30; 2,51/80; 2,33/30; 1,98/20; 1,83/20; 1,65/60; 1,49/80; 1,28/30; 1,11/5.

**Microscopia electronică:** relevă două forme esențială de montmorillonit - cel de Camp-Berteaux (Maroc) și cel de Wyoming (SUA). Ambele tipuri au forme nebuloase, parțial cutate și semitransparente, dar o serie de caracteristici morfologice, dependente de alcătuirea lor chimico-structurală, le conduc la individualizare. Pe filme orientate montmorillonitul de Camp-Berteaux este fragil și are un grad de orientare moderat. Diametrul particular este de cca 100 Å, ele apărând asociate muchie-muchie, astfel încât dau un aspect de mozaic. Diferența dintre particulele mai fine și cele mai larg dezvoltate este legată numai de numărul de elemente primare asociate.

Asocierea de tip muchie-muchie a plachetelor este posibilă la saturarea în  $\text{Ca}^{2+}$ , mai ales atunci când concentrația în  $\text{Ca}^{2+}$  depășește jumătate din valoarea capacității de schimb cationic a mineralului. La saturarea mai înaintată în  $\text{Ca}^{2+}$  apar atât asocieri de tipul muchie-muchie, cât și de tipul față-față a plachetelor.

Montmorillonitul de Wyoming are o mică tendință de asociere spontană a elementelor. Studiile efectuate au arătat că o ușoară hidratare determină creșterea substanțială a grosimii filmelor orientate. De asemenea s-a dovedit că acest tip de montmorillonit nu realizează asocieri de tipul muchie-muchie. Montmorillonitul de Wyoming arată de obicei o slabă participare a particulelor cu diametrul mic ( $\approx 100$  Å), majoritatea având 2000 - 5000 Å.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 1.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,24$  Å,  $b_0 = 9,16$  Å,  $c_0 = 15,2$  Å.

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5721 : 1 : 1,6594$ .  $\beta = 99^\circ 55'$ .

**Habitus:** cristale plate subțiri, vizibile numai la microscopul electronic. Formează mase pămâtoase pulverulente.

**Culoarea:** alb, roșcat, cenușiu-gălbui.

**Luciu:** sticlos sau gras, varietățile pămâtoase au luciu mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

$H=1-2$ ;  $G=2-3$ ; variază cu umiditatea, identic ca la montmorillonit.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 45,32-47,28\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,46\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,27-27,84\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,70-8,68\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,28\%$ ,  $\text{MgO} = 0,16 - 0,86\%$ ,  $\text{CaO} = 1,41-2,76\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,10- 0,97\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = \text{urme} - 0,12\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 14,48$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 8,16 - 13,07\%$ , Spre deosebire de montmorillonit și hectorit care sunt afectate de substituții în special în poziția Y, beidelitul și saponitul prezintă importante substituții în poziția Z. Prezența unor cantități variabile de Mg în coordinare octaedrică în montronit și beidelit ridică problema unei serii continue de tipul montmorillonit-beidelit-nontronit. Beidelitul are capacitatea totală de schimb cationic mai scăzută decât a montmorillonitului.  $T = 60 - 80 \text{ mc}/100 \text{ g}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor.

Orientarea:  $\alpha \perp (100)$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție ai lamelelor variază în funcție de conținutul în apă:  $\alpha = 1,500- 1,530$ ,  $\gamma = 1,530 - 1,560$ .  $\Delta = 0,030$ . Biax negativ,  $2V = 9^\circ - 16^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 426 p; 479 p; 511 i; 537 p; 566 m; 624 fs; 693 fs; 729 fs; 776 m; - 819 s; 877 s; 942 m; 1022 i; 1035 fp; 1084 i; 1630 s; 3450 m; 3540 m,a.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 15,1/100; 5,03/80; 4,45/100; 3,02/100; 2,60/100; 2,49/100, 2,38/40; 2,24/20; 2,16/20; 2,09/20; 1,89/20; 1,69/60; 1,65/100; 1,49/100; 1,28/60; 1,24/60; 0,970/20; 0,862/20.

**Microscopia electronică:** prezintă forme triunghiulare la care, de cele mai multe ori, numai una din laturi este rectilinie. Liniile de demarcație a plachetelor sunt paralele cu direcțiile [010], [310] sau  $[\bar{3}10]$ . O altă morfologie caracteristică a beidelitului este cea în formă de panglică, lungimea unei astfel de unități fiind de  $1 - 10 \mu$ .



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,25 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,18 \text{ \AA}$ ,  $c_0 > 10,0 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 \cong 0,5718 : 1 : 1,0893$ ,  $\beta \cong 99^\circ$ .

**Habitus:** masiv, compact, fin granular. Mineral argilos. Pulverulent când este uscat.

**Culoarea:** alb.

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

$H=1-2$ ;  $G=2-3$ , depinde de cantitatea de apă.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 53,99\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,14\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,03\%$ ,  $\text{MgO} = 25,89\%$ ,  $\text{CaO} = 0,16\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 3,04\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,23\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 1,22\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 5,61\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 9,29\%$ .

Principalele substituții afectează poziția Y în care  $\text{Mg}^{2+}$  poate fi replasat de  $\text{Li}^+$  sau  $\text{Fe}^{3+}$ . În poziția X Na poate fi substituit de K.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \perp (001)$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,485$ ,  $\beta = 1,502$ ,  $\gamma = 1,516$ ,  $\Delta = 0,031$ .

Biax negativ,  $2V$  mic.

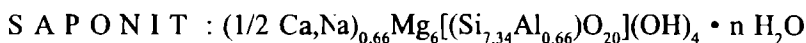
**Proprietăți termice** (A.T.D.): 155(2,0)  $\nabla$ ; 634(0,1)  $\nabla$ ; 769(1,5)  $\nabla$ ; 1010(0,4)  $\wedge$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 467 fp,l; 531 i; 655 m; 704 m; 780-820 i; 853-873 s; 1008 fp,l; 1074 p; 1430 m; 1640 s; 3400 - 3450 m; 3610 - 3670 m.



**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,58/100; 1,58/100; 1,53/100.

**Microscopia electronică:** arată de cele mai mult: ori forme de „drug”. Asocierile de tip muchie-muchie sunt numeroase și ele apar paralel cu axa lungă a cristalitelor. Asocierea „cap la cap” a formelor de „drug” se face după unghiuri de 60°-120°, astfel încât rezultă agregate stelate. Totuși, sunt publicate și micrografiile electronice ale probelor de la Hector, California (SUA), în care formele de „drug” sunt asociate cu plachete neregulate și semitransparente.



**Sinonime:** *bowlingit, seifenstein*

**Varietăți:** *medmontit, conține Cu; pimelit chel-saponit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,30 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,16 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,4 \text{ \AA}$ .

**Relații axiale:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5786 : 1 : 1,3537$ ;  $\beta = 100^\circ 15'$ .

**Habitus:** masiv, fin granular; apare nodular, în vinișoare sau umplând cavitățile rocilor.

**Culoarea:** alb sau cu tentă gălbuie, verzuie, albastrii roșcată.

**Luciu:** gras.

**Clivaj:** (001) perfect. Casant sau pulverulent în stare uscată. Prin umezire devine plastic.

$H=1-2$ ;  $G=2,24-2,30$ , depinde de cantitatea de apă. Gras la pipăit.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 40,46-53,88\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,25\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,89-10,15\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,06 - 3,56\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 4,89\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,24\%$ ,  $\text{MgO} = 20,71 - 31,61\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 2,85\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,25\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 4,24 - 12,02\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 7,28 - 17,42\%$ .

Prezintă substituții în poziția Z, unde Si poate fi replasat de Al și mai puțin de Ti. Capacitatea de schimb cationic este mai mică decât la celelalte smectite,  $T \approx 40-50 \text{ me}/100 \text{ g}$ . Este posibil să existe o serie continuă între saponit și stevensit. Se citează și o varietate cuprifera denumită medmontit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha \perp (001)$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,480-1,490$ ,  $\gamma = 1,510-1,525$ .  $\Delta = 0,030 - 0,035$ .

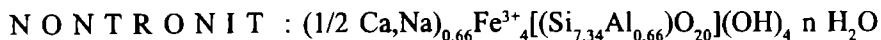
Biax negativ,  $2V = \text{moderat}$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 127(1,3)✗; 204(1,6)✗; 842(2,2)✗; 985(0,2)∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 s; (450 fp + 467 fp)d; 490 i; 537 m; 655 m; 672 m; 784 i; 805 fs; 1002 fp,1; 1056 fp; 1430 s,1; ~ 1620 m; 2940 m; ~ 3400 p.1; 3670 s; 3697 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 15,7/100/(001); 7,49/40/(002); 5,03/40/(003); 4,58/100/(110),(020); 3,63/60/(004); 2,95/60/(005); 2,56/100/(130),(200); 2,40/60/(006); 1,73/60/(310),(150); 1,53/100/(330),(060); 1,32/60; 1,27/40; 1,05/40; 0,99/60; 0,88/60.

**Microscopia electronică** prezintă forme diferite. Unele probe din Africa de Sud arată aspecte de „panglică sau drug”, în timp ce într-o serie de probe din California (SUA) apare în particule plate sub forma agregatelor neregulate, asemănătoare celor de montmorillonit. Se cunosc și preparate în care saponitul prezintă o asociere de cristalite în formă de panglică și particule izometrice. Studiile de difracție electronică au dovedit că particulele de saponit sunt alungite paralel cu direcția [100] iar parametrii a și b calculați au fost în acord cu cei determinați prin difractometria de raze X.



**Sinonim:** faratsinit

**Varietăți:** cloropal (gramenit, pinguit, unghwarit), nontronit de culoare verzuie, intim amestecat cu opal

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,23 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,11 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,6 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5741 : 1 : 1,7124$ ,  $\beta = 99^\circ 55'$ .

**Habitus:** mase compacte, foarte fin granulare; aspect pământos pulverulent. Cristalele sunt vizibile numai la microscopul electronic.

**Culoarea:** alb-gălbui, galben-verzui, verde-oliv, verde.

**Luciu:** mat, rășinos sau de ceară. Aproape opac.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Spărtura:** concoidală, așchioasă sau pământoasă. Prin umezire devine plastic.

**H** = 1-2 ; **G** = 2-3, variază în funcție de umiditate.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 39,92\text{-}40,25\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,03\text{-}0,08\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,37\text{-}5,50\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 29,44\text{-}29,46\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00\text{-}0,28\%$ ,  $\text{MgO} = 0,53\text{-}0,93\%$ ,  $\text{CaO} = 2,29\text{-}2,46\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00$  - urme;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00$  - urme;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00\text{-}7,25\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 14,38\text{-}15,09\%$ .

Rareori corespunde formulei ideale. Astfel  $\text{Al}_2\text{O}_3$  poate ajunge până la 14%, iar  $\text{MgO}$  până la 8%. Aceste cantități de Mg ridică problema existenței unei serii continue de tipul montmorillonit-beidelit-nontronit. Se cunosc și varietăți care conțin NiO și  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Cloropalul manifestă un excedent de  $\text{SiO}_2$  datorită amestecului cu opalul. Capacitatea totală de schimb, (T) = 60 - 80 me/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben-verzui, pleocroic.

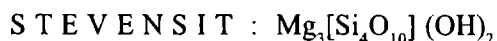
Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \perp (001)$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,565\text{-}1,600$ ,  $\gamma = 1,600\text{-}1,640$ ,  $\Delta = 0,035\text{-}0,040$ . Biax negativ,  $2V = 25^\circ\text{-}70^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 110(2,15)  $\nabla$ ; 160(1,6)  $\nabla$ ; 470(1,5)  $\nabla$ ; 860(0,15)  $\nabla$ ; 950(0,25)  $\wedge$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 438 p; 457 i; 494 p; 600 i; 686 m; 760-781 s; 822 m; 853 s; 1020-1050 p,l; 1092-1120 i; 1637 s; 3400-3425 p; 3620-3636 p.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, FeK): 15,6/100; 4,55/100; 3,11/20; 2,98/20; 2,62/80; 2,56/80; 1,72/40; 1,67/40; 1,52/100; 1,32/40; 1,30/40; 1,27/40; 1,25/40.

**Microscopia electronică:** apare sub forme asemănătoare montmorillonitului, fie sub forme alungite, de panglici, răsfirate la capete, astfel încât au un aspect de pană. Cele două forme de cristalite pot coexista în același preparat. Uneori plachetele de nontronit pot forma asocieri de tipul muchie-muchie cu dimensiuni de cca 2000  $\text{\AA}$ .



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = b_0 / \sqrt{3} \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,12 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = \text{variabil}$ .

**Habitus:** mase compacte, fin granulare. Cristalele pot fi aciculare, fibroase. Formează pseudomorfoze după pectolit.

**Culoarea:** diferite nuanțe de roz, galben-roz.

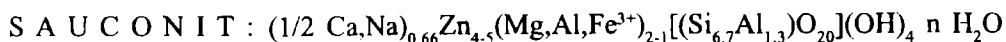
**Luciu:** mat, uneori rășinos, transparent.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

**H** = 2 ; **G** = 2,150 - 2,565.

**Compoziția chimică:** este posibilă existența unei soluții solide de stevensit și saponit.

**Difractometria de raze X** (cele mai intense linii):  $\sim 12,0/100$ ;  $4,54/100$ ;  $2,62/90$ .



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Habitus:** masiv, compact, foarte fin granular; mineral argilos. Apare și în lamele subțiri, fine, formând mase cu dispoziția paralelă a componentelor.

**Culoarea:** brun-roșcat; galben-brun.

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic

$H = 1-2$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 33,40-38,59\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,15-0,31\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,45-13,36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,73-3,41\%$ ,  $\text{ZnO} = 23,50-36,73\%$ ,  $\text{MgO} = 0,78-1,18\%$ ,  $\text{CaO} = 0,94-1,92\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,01-0,22\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,18 - 0,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 7,14-8,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 9,78-10,39\%$ .

Este caracterizat prin cantitatea mare de Zn și capacitatea de schimb cationic scăzută pentru un smectit ( $T \approx 40-60$  me/100 g).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** gălbui-roșcat. Pleocroic.

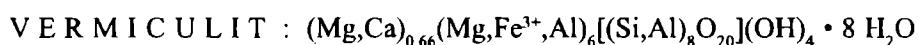
Orientarea:  $\alpha \perp (001)$ ,  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,550-1,575$ ,  $\gamma = 1,592-1,615$ .  $\Delta = 0,035-0,042$ .

Biax negativ, 2 V mic.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 15,4/100/~(001); 7,9/60~(002); 5,48/60; 4,55/60/(02-),(11-); 3,94/10/~(004); 3,16/50/~(005); 2,83/10/~(006); 2,67/60/(13-),(20-); 2,59/60/(13-),(20-); 1,554/80/(60-),(33-); 1,334/40/(26-),(40-); 1,293/10/(17-),(35-),(42-); 1,137/10/(08-),(44-); 1,015/10/(19-),(46-),(53-); 0,896/10/(39-),(60-); 0,816/10.

**Microscopia electronică:** sauconitul se prezintă sub forma particulelor plate, cu contur neregulat, de multe ori similare cu cele ale montmorillonitului.

## 6.6. GRUPA VERMICULITULUI



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Grupa spațială:** Cc.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,3 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 28,9 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5761 : 1 : 3,1413$ ,  $\beta = 97^\circ$ .

**Habitus:** pseudomorfoze după biotit, flogopit ferifer și probabil clorit. Apare masiv, filonian, în depozite argiloase și în soluri. Particulele sunt deosebit de fine, vizibile numai la microscopul electronic.

**Culoarea:** tentă generală verzuie care se suprapune peste nuanțe de brun, galben-brun, galben-auriu, galben de bronz.

**Luciu:** sidefos, uncori gras sau mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Când este hidratat devine plastic. Uscat este pulverulent. Foițele individuale sunt ușor elastice.

$H = 1 \frac{1}{2}-2$ ;  $G = 2,3$ , depinde de gradul de hidratare.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 32,97-36,54\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 1,84\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,68-17,88\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,74-10,94\%$ ,  $\text{FeO} = 0,41-2,60\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,22\%$ ,  $\text{NiO} = 0,00 - 11,25\%$ ,  $\text{MgO} = 18,18-27,25\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 0,56\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,39\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,10\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 9,34-19,33\%$ ,

$H_2O = 1,49 - 11,42\%$ .

Față de talc, cu care se aseamănă, vermiculitul are o structură care diferă în două direcții principale. Prima constă în substituția a  $Si^{4+}$  prin  $Al^{3+}$ , ceea ce conduce la unitatea celulară. Acest deficit este anihilat prin prezența cationilor interstratali, dispuși între straturile tetraedrice și reprezentați în principal prin  $Mg^{2+}$  și în secundar prin  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Li^+$ ,  $H^+$  și  $NH_4^+$ .

Pozițiile octaedrice pot fi ocupate nu numai de  $Mg^{2+}$  și/sau  $Fe^{2+}$ , ci - prin substituție - pot să apară  $Al^{3+}$  și  $Fe^{3+}$  precum și cantități minore de  $Ti^{4+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Ni^{3+}$ ,  $Li^+$ ; este astfel descris un vermiculit care conține 8,60% NiO, 19,22%  $Fe_2O_3$  și 5,03% FeO.

Luând în considerare toate substituțiile cationice posibile, formula generală a vermiculitului poate fi scrisă sub forma:  $(OH)_4(Mg,Ca)_x(Si_{8-x}Al_x)(Mg,Fe)_6O_{20} \cdot y H_2O$  în care  $x = 1,0-1,4$  iar  $y = 8,0$ .

Structura sa îi asigură o capacitate de schimb cationic de 100-150 me/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun pal, verzui. Pleuroic.

Orientarea:  $\alpha \perp (001)$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,525-1,564$ ,  $\beta = 1,545-1,583$ ,  $\gamma = 1,544-1,583$ .

$\Delta = 0,020 - 0,030$ . Biax negativ,  $2V = 0-8\%$ . P.A.O.(010). Dispersia:  $r \leq v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):

Vermiculit saturat în cationi monovalenți și divalenți: 90(0,5)∇; 125(1,3)∇∇; 503(0,25)∇; 826(0,35)∇; 851(0,2)∧.

Vermiculit saturat în cationi monovalenți, divalenți și trivalenți: 95,(0,3)∇; 133(1,5)∇; 240(0,3)∇; 580(0,1)∇; 818(0,15)∇; 845(0,25)∧.

Vermiculit complex saturat: 100(0,3)∇; 151(1,1)∇; 228(0,8)∇; 263(0,5)∇; 610(3,8)∇; 865(0,6)∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** ~455 p.l; ~660 s.l; 1008 pf,l; 1380 s; 1630 s,l; 3390; 3510 m,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $FeK_{\alpha}$ ): 14,2/100/(002); 7,1/20/(004); 4,76/50/(020); 4,59/50/(020); 4,07/30; 3,52/60/(008); 3,43/50; 2,82/40/(0.0.10); 2,75/10; 2,64/50/(130),(202); 2,54/30/(134),(202); 2,49/5; 2,38/40/(136),(204), (0.0.12); 2,30/5/(136),(208); 2,19/5/(138),(206); 2,09/5/(138),(2.0.10); 2,01/10/(0.0.14); 1,967/5; 1,739/10; 1,625/5; 1,533/60/(060); 1,504/5; 1,441/5; 1,409/5; 1,328/20; 1,314/20; 1,273/5.

**Microscopia electronică.** Probele din Carolina de Sud-SUA, conțin particule plate de vermiculit cu forme angulare, datorate marginilor drepte. Particulele au laturile 1-5 și sunt semitransparente pentru fascicolul de electroni.

## 6.7. GRUPA ILLITULUI

ILLIT:  $K_{2-x}Al_4[(Si_{6+x}Al_{2-x})O_{20}](OH)_4 \cdot n H_2O$

*Sinonim: monotermit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,95 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5778 : 1 : 1,1055$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ .

**Habitus:** masiv, alcătuit din granule extrem de fine, vizibile numai la microscopul electronic. Asociat cu de alte minerale argiloase: caolin, montmorillonit, vermiculit ș.a.

**Culoarea:** alb sau cu tente gălbui, cenușiu, verzui, datorate impurităților (oxizi și/sau hidroxizi de Fe, substanță organice ș.a.).

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

$H = 1-2$ ;  $G = 2,6-2,9$ , depinde de gradul de hidratare.

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 51,26-56,91\%$ ,  $TiO_2 = 0,05-0,81\%$ ,  $Al_2O_3 = 18,50-30-15\%$ ,  $Fe_2O_3 = 2,36-4,99\%$ ,  $FeO = 0,26-0,59\%$ ,  $MnO = 0,00 - 0,04\%$ ,  $MgO = 1,37-2,07\%$ ,  $CaO = 0,00- 1,59\%$ ,  $Na_2O = 0,13 - 0,43\%$ ,  $K_2O = 5,10 - 7,77$ ,  $H_2O^+ = 5,98 - 6,28\%$ ,  $H_2O^- = 0,00 - 2,86$ .

Substituția  $Si^{4+}$  cu  $Al^{3+}$  afectează 1/6 din totalul pozițiilor tetraedrice (față de 1/4 cât este în mice) definind raportul:  $SiO_2 : Al_2O_3 \approx 1,3$  pe unitatea celulară.

Datorită acestei substituții rezultă un deficit de sarcină care este anihilat de prezența cationilor interstratali de  $K^-$ ; aceștia pot fi parțial replasați de cationi de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $H^+$ . Cationii interstratali de  $K$ , care au o participare mai scăzută decât în muscovit, orientează stratele monomoleculare de apă.

A fost descrisă și o mică argiloasă cromiferă care posedă 0,4-0,6%  $Cr_2O_3$  și care este o mixtură a polimorfilor  $1M_1$  și  $1M_2$ . De asemenea a fost descris și un illit trioctaedric cu o compoziție chimică de tipul:  $(K, Na, Ce)_{22}O_{3,33}(Mg, Mn)O_{4,3}(Al, Fe, Ti)_2O_3 \cdot 16(Si, Al)O_8 \cdot 4H_2O$ .

Existența unor substituții în structura illitului în direcția compoziției montmorillonitului a condus și la existența unei soluții solide de tipul muscovit - illit - montmorillonit.

Capacitatea de schimb cationic,  $T = 10-40$  me/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Uneori ușor pleocroic. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,545 - 1,630$ ,  $\gamma = 1,570 - 1,670$ ,  $\Delta = 0,022 - 0,055$ .

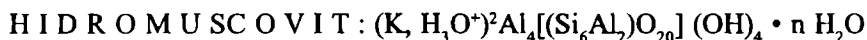
Biax negativ,  $2V_\alpha > 10^\circ$ ,  $\alpha \wedge c = 1-2^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 107(0,5)✓; 517(0,3)✓; 864(0,6)✓.

**Spectroscopia de absorbție în infraroșu:** 164 fs; 194 fs; 264 i; 370 i; 415 fs; 432 i,l; 467 fs,l; 527 fs,l; 620 i; 709 fs,l; 765 s,l; 800 s; 812 fp,l; 823 s,l; 870 i; 1075 i; 1150 i; 1640 s; ~ 3400 s; 3630 p.

**Difractometria de raze X** (radiația  $CuK_\alpha$ , filtru Ni): 9,98/80/(002); 4,97/60/(004); 4,46/100/(110); 4,29/40/(111); 4,11/40/(022); 3,88/60/(11 $\bar{3}$ ); 3,65/50/(023); 3,36/100/(006); 3,10/50/(025),(11 $\bar{5}$ ); 2,86/60/(115); 2,57/100/(20 $\bar{2}$ ); 2,45/50/(202),(13 $\bar{3}$ ); 2,39/60/(20 $\bar{4}$ ),(133); 2,24/50/(22 $\bar{1}$ ); 2,14/60/(20 $\bar{6}$ ),(043); 1,992/60/(0.0.10); 1,94/40/(206); 1,650/60/(2,0.10),(312); 1,500/80/(060),(33 $\bar{1}$ ); 1,345/50/(335); 1,297/60/(400); 1,269/40/(402); 1,245/50/(0.0.16).

**Microscopia electronică:** de obicei illitul apare sub forma unor plachete neregulate, angulare, opace pentru fasciculul de electroni și cu dimensiuni variind în limite foarte largi. O serie de proprietăți morfologice par a fi specifice diferitelor varietăți de illit. Astfel, Fe - illitul este caracterizat prin particule plate, de dimensiuni variate, cu formă neregulată și având limite angulare. Spre diferență de aceasta, illitul gonflabil are forme rotunjite, ușor scobite și o grosime mai mare a plachetelor. Nu se poate face însă o diferențiere între illitul expandat și celelalte tipuri de illit.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 5778 : 1 : 1,100$ ,  $\beta \approx 95^\circ$ .

**Habitus:** masiv, granule deosebit de fine, vizibile doar la microscopul electronic. Cuiburi fine cu aspect sericitos.

**Culoarea:** albă; impurificat cu oxizi și/sau hidroxizi de fier, substanță organică ș.a., poate fi gălbui, verzui, cenușiu.

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin umezire devine plastic.

$H = 1-2$  ;  $G = 2,6-2,9$ .

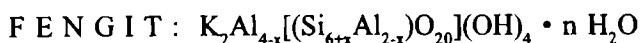
**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 45,34-47,55\%$ ,  $TiO_2 = 0,03-1,15\%$ ,  $Al_2O_3 = 28,79-36,37\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,46-5,74\%$ ,  $FcO = 0,36-1,85\%$ ,  $MnO = 0,00-0,09\%$ ,  $MgO = 0,50-2,74\%$ ,  $CaO = 0,06-1,09\%$ ,  $Na_2O = 0,00-1,06\%$ ,  $K_2O = 5,72-9,31\%$ ,  $H_2O^+ = 5,81-8,01\%$ ,  $H_2O^- = 0,00-1,13\%$ ,  $P_2O_5 = 0,00-0,06\%$

În comparație cu illitul nu posedă un exces de  $Si^{4+}$ . Deficitul în  $K^+$  este compensat prin prezența grupării  $(H_3O)^+$ , din pozițiile potasiului și/sau prin replasarea  $O^{2-}$  de grupări  $(OH)$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,554$ ,  $\beta \gamma = 1,582$ .  $\Delta = 0,028$ . Biax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 10,0/80/(001); 5,03/80/(002); 4,52/60/(020); 3,63/80/(112); 3,36/100/(003), (022); 3,10/80/(112); 2,90/80/(113); 2,60/100/(130); 2,47/60/(131); 2,39/80/(114), (132); 2,27/40/(040); 2,18/40/(041); 2,14/80/(133), (202); 1,99/100; 1,72/20; 16,5/80; 1,51/80; 1,42/20; 1,38/20; 1,35/60; 1,34/60; 1,25/40.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \approx 10,0 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5778 : 1 : 1,1111$ ,  $\beta \approx 100^\circ$ .

**Habitus:** masiv, uneori se dezvoltă în cuiburi și are aspect sericitos.

**Culoarea:** alb, verzui, cenușiu, gălbui, culoarea este larg controlată de natura impurităților.

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect.

$H = 1-2$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 49,16-50,05\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,14\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30,11-30,81\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-1,47\%$ ,  $\text{FeO} = 0,43-1,43\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,01\%$ ,  $\text{MgO} = 2,22-2,49\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,48-1,97\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 9,80-10,90\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 3,58-4,73\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-0,15\%$ .

În structura fengitului există substituții importante ale  $\text{Al}^{3+}$  din pozițiile Y prin  $\text{Mg}^{2+}$  sau  $\text{Fe}^{2+}$  ceea ce conduce la un raport Si : Al mărit până la 3 : 1. Aceste modificări în compoziția stratului octaedric fac să dispară deficitul în  $\text{K}^+$ , deficit care constituie una din caracteristicile chimico-structurale ale mineralelor din grupul illitului.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 465 fp; 525 m; ~ 595 i; 700 fs; 800 s; 815 s; 935 i; 980 i; 1050 fp; 1085 i; 1175 i.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** A 2/m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,27 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5778 : 1 : 1,1411$ ,  $\beta = 101^\circ$ .

**Habitus:** masiv, pământos sau sub formă de lamele fine, cu aspect micaceu.

**Culoarea:** verde, verde-gălbui, verde albastrui, verde negru.

**Luciu:** mat.

**Clivaj:** (001) perfect.

$H \approx 2$ ;  $G = 2,95-3,05$ .

**Compoziția chimică:** poate conține mici cantități de Fe, făcând astfel trecerea spre glauconit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Pleurocric

Indicii de refracție:  $N = 1,63$ . Biax negativ,  $2V$  mic

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 10,0/80/(001); 5,00/20/(002); 4,53/80/(020); 4,33/60/(111); 4,12/60/(021); 3,63/80/(112); 3,32/80/(003), (022); 3,09/80/(112); 2,90/40/(113); 2,68/60/(029); 2,58/100/(130); 2,48/20/(131); 2,39/80/(132), (114); 2,25/40/(040); 2,20/40/(041); 2,14/40/(133); 1,99/40/(005); 1,95/40/(133); 1,82/20; 1,71/20; 1,65/60; 1,59/40; 1,51/80; 1,30/60; 1,28/20; 1,25/40.

**Microscopia electronică:** relevă forme alungite, plate, cu aspect de „scândurele” semitransparente pentru fasciculul de electroni. Aceasta atestă o grosime mică a plachetelor datorită unui clivaj bazal bun.



**Varietate:** scolit, conține Al

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m sau 2/m.

**Grupa spațială:** Cm sau C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,24 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,07 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5778 : 1 : 1,1058$ ,  $\beta = 100^\circ$ .

**Habitus:** rareori apar cristale subțiri, pseudohexagonale, asociate anizotrop. Frecvent se întâlnesc granule mici, rotunjite formând agregate diseminate în rocile sedimentare. Apare și masiv, compact.

**Culoarea:** verde, verde-închis, negru-verzui.

**Urma:** verde.

**Luciu:** sticlos sau gras pe suprafețele cristalelor, mat pentru varietățile compacte.

**Clivaj:** (001) perfect; se observă foarte rar.

**H = 2 ; G = 2,40-2,95.** Slab magnetic.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 49,29\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,12\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,17\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 21,72\%$ ,  $\text{FeO} = 3,19\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme}$ ,  $\text{MgO} = 3,85\%$ ,  $\text{CaO} = 0,74\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,12\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 6,02\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 7,21\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 4,60\%$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,32\%$ .

Pozițiile octaedrice sunt ocupate de Mg și Fe care se află în raport de 1 : 1. Substituțiile  $\text{Si}^{4+}$  cu  $\text{Al}^{3+}$  în grupările tetraedrice sunt puțin importante sau lipsesc; se întâlnesc în schimb urme de  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Na}^+$  și  $\text{Ca}^{2+}$  apar ca substituenți ai  $\text{K}^+$  și respectiv ai  $\text{Mg}^{2+}$ . Reține o cantitate variabilă de apă. Capacitatea scăzută de schimb cationic. Varietatea aluminoasă poartă denumirea de scolit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, galben verzui. Pleocroic.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,543-1,630$ ;  $\beta = \gamma = 1,570-1,660$ .  $\Delta = 0,022-0,030$ . Biax negativ,  $2V_\alpha = 0-20^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100(1,0)✓; 142(0,2)✓; 220(0,5)✓; 573(2,1)✓;

658(0,2)✓; 822(0,2)✓; ultimele două efecte (x/) sunt datorate impurificării cu clorit.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 i; 475 p; 500 m; 575 i,l; 610 i; 678 s; 750 fs; 1000-1030 fp,l; 1110 i; 1270 i; 1630 fs; 3410; 3540; 3560.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 10,1/100/(001); 4,98/10/(002); 4,59/80/(020); 4,35/20/(11 $\bar{1}$ ); 4,12/10/(021); 3,63/40/(11 $\bar{2}$ ); 3,33/60/(003),(022); 3,09/40/(112); 2,89/5/(11 $\bar{3}$ ); 2,67/10/(023); 2,587/100/(130),(13 $\bar{1}$ ),(200); 2,396/60/(13 $\bar{2}$ ),(201); 2,263/20/(040),(22 $\bar{1}$ ); 2,213/10/(220),(041); 2,154/20/(13 $\bar{3}$ ),(202); 1,994/20/(005); 1,817/5/(22 $\bar{4}$ ); 1,715/10/(31 $\bar{1}$ ),(24 $\bar{1}$ ); 1,650/30/(240),(31 $\bar{2}$ ),(310),(241); 1,511/60/(060),(33 $\bar{1}$ ); 1,307/30/(260),(400); 1,258/10/(170),(350),(420).

**Microscopia electronică.** Glaucunitul este întâlnit de cele mai multe ori în agregate mari și doar rareori în fragmente plate, relativ subțiri, pe care se observă urme de clivaj. O trăsătură caracteristică glaucunitului este aceea că agregatele sunt striate paralel cu clivajul, iar părțile terminale sunt zdrobite și dispuse neregulat. De multe ori agregatele sunt opace datorită fierului reținut în rețea. Ocazional, glaucunitul este asociat cu granule opace de limonit.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,60 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5778 : 1 : 1,0667$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ .

**Habitus:** pământos, compact. Lamele vizibile numai la microscopul electronic.

**Culoarea:** alb, cenușiu-verzui, verzui-gălbui.

**Luciu:** mat pentru varietățile compacte.

**Clivaj:** (001) perfect. Prin absorbția apei devine plastic.

$H = 2$  ;  $G = 2,6-2,9$ , depinde de gradul de hidratare.

**Compoziția chimică:** asemănătoare cu cea a illitului. Cationul interstratal poate fi în exclusivitate Na, dar în multe cazuri este prezent și K, citindu-se concentrații de 5,22%  $\text{Na}_2\text{O}$  și 2,58%  $\text{K}_2\text{O}$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație Fe): 10,2/100/(002); 4,8/50/(004); 4,4/100/(110); 3,6/50/(023); 3,2/100/(114); 2,81/50/(115); 2,69/20; 2,54/90/(20 $\bar{2}$ ); 2,43/70/(133); 2,34/70/(13 $\bar{3}$ ); 2,15/50/(22 $\bar{3}$ ); 1,95/50/(0.0.10); 1,68/50/(1.3. $\bar{10}$ ); 1,64/70/(312); 1,49/100/(060); 1,28/60/(400); 1,26/20; 1,24/50/(0.0.16).

## 6.8. GRUPA PLYGORSKIT - SEPIOLIT



**Varietăți:** attapulgit, posedă fibre mai scurte; feripalygorskit (gunnbjyrnit), conține Fe

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,9 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,2 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7167 : 1 : 0,2889$ ,  $\beta = 95^\circ 50'$ .

**Habitus:** cristale fibroase alungite cu aspect de drug; lamele subțiri, flexibile asociate neregulat cu fibre fine.

**Culoarea:** alb, cenușiu.

**Luciu:** mat. Translucid.

**Clivaj:** (110) bun.

$H = \text{moale}$  ;  $G = 2,217$ .

**Compoziția chimică:** poate fi redată prin formula:  $(\text{OH}_2)_4(\text{OH})_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ . Structura de tipul lanțurilor duble, amfibolice, este afectată de substituții ale  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ . Sunt citate probe cu 6,82-15,44%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  și 0,87-3,80  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Raportul Al : Mg  $\approx 1 : 1$  poate fi modificat prin substituția  $\text{Al}^{3+}$  prin  $\text{Fe}^{3+}$ , ceea ce definește varietatea feripalygorskit sau gunnbjarnit. Capacitatea de schimb cationic:  $T = 20-30 \text{ me}/100 \text{ g}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\gamma //$  alungirea. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,502-1,524$ ,  $\gamma = 1,512-1,533$ .  $\Delta = 0,011-0,020$ .

Biax negativ ,  $2V = 51^\circ - 61^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 108(1,0) $\nabla$ ; 139(0,3) $\nabla$ ; 285(0,2) $\nabla$ ; 478(2,5) $\nabla$ ; 706(0,4) $\nabla$ ; 808(0,1) $\nabla$ ; 910(0,5) $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 444 i,l; (485 p + 512 p)d; 580 i; 640 i,l; 880 i; 912 i; 975-1015 fp; 1030 fp,l; 1100 i; 1121 i; 1195 i; 1620-1660 p; 3130; 3200; 3300; 3400; 3567; 3606.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ ): 10,50/100/(110); 6,44/60/(200); 5,42/50/(130),(220), 4,49/80/(040); 4,18/30/(310); 3,69/50/(240); 3,50/30/(330),(150); 3,23/100/(400); 3,03/10/(420),(350); 2,61/80/(440); 2,55/30/(510); 2,38/30/(530),(080); 2,15/50/(600),(550),(480); 1,82/10/(390),(660); 1,62/10/(800); 1,56/30/(680); 1,50/50/(0.12.0).

**Microscopia electronică:** morfologia electrono-microscopică a palygorskitului este foarte asemănătoare cu cea a sepiolitului datorită mării lor asemănări structurale.



„Trăsăturile inosilicatică” ale structurii lor reticulare le conferă forme fibroase, cu lungime și grosime variabile. Probele de palygorskite (attapulgit) de la Attapulgi și de la Pinas Altos, SUA, prezintă fibre alungite, uneori ascuțite la capete. Acestea sunt dispuse în grupuri în care paralelismul indivizilor poate conduce la constituirea unor agregate. În mod asemănător apar și probele de la Mormoiron, Franța, care conțin însă și cantități apreciabile de materiale amorfe. Aceste agregate în formă de snopi se datoresc probabil modului în care au fost pregătite probele pentru analiză.



*Sinonim: meerschaum*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic sau rombic.

Sistemul de cristalizare	Monoclinic	R o m b i c
Grupa spațială	C 2/m	P n a n
Dimensiunea celulei elementare	$a_o \sin \beta = 13,4 \text{ \AA}$ $b_o = 27,0 \text{ \AA}$ $c_o = 5,3 \text{ \AA}$	$a_o = 13,4 \text{ \AA}$ $b_o = 27,8 \text{ \AA}$ $c_o = 5,28 \text{ \AA}$
Relația axială	$a_o : b_o : c_o = 0,4963 : 1 : 0,1963$	$a_o : b_o : c_o = 0,4820 : 1 : 0,1899$
		$a_o : b_o : c_o = 0,1926 : 1 : 0,4926$
	$\beta = 90^\circ$	

**Habitus:** masiv; fibre foarte fine. Frecvent apare nodular, compact, pământos, cu aspect caracteristic argilelor.

**Culoarea:** alb, cenușiu, gălbui; tentă verzuie sau roșcată

**Luciu:** mat. Aproape opac.

**Clivaj:** nedeterminat.

$H = 2-2 \frac{1}{2}$  ;  $G \approx 2$ .

**Compoziția chimică:** poate fi redată printr-o formulă raționalizată de tipul:  $\text{H}_6\text{Mg}_8\text{Si}_{12}\text{O}_{30}(\text{OH})_{10} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ , care este cea mai adecvată structurii în lanțuri duble, de tip amfibolic a sepiolitului. Mineralul poate conține cantități mici de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . Capacitatea totală de schimb cationic,  $T = 20-30 \text{ me}/100 \text{ g}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,483-1,520$ ,  $\gamma = 1,505-1,530$ .  $\Delta = 0,009-0,027$ . Biax negativ,  $2V = 0^\circ - 60^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $99 + 113(1,0)\curvearrowright$  ;  $630(0,2)\curvearrowright$ ;  $800(0,6)\curvearrowright$ ;  $824(0,4)\curvearrowright$ .

Fe - sepiolit:  $128(1,6)\curvearrowright$ ;  $387(0,5)\curvearrowright$ ;  $506(3,0)\curvearrowright$ ;  $840(3,0)\curvearrowright$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 443 m; 475 p; 535 i; 640 m; 685 i,l; 790 i,l; 868 i; 890 i; 975-1008 m; 1027 fp; 1068 i; 1120 i; 1200 i; 1639 s; 3410-3440; 3640-3690.

**Difractometria de raze X:** 12,05/100/(110); 7,45/10/(130); 6,73/15/(200),(040); 5,01/7/(150); 4,498/25/(060); 4,306/40/(131); 4,022/7/(330); 3,750/30/(260); 2,533/12/(241); 3,366/30/(080); 3,196/35/(331); 3,050/12/(261); 2,932/4/(370); 2,825/7/(081); 2,77/4/(421); 2,691/20/(0.10.0),(510); 2,617/30/(441),(281); 2,586/20/(530); 2,560/55/(112),(371),(191); 2,479/5/(132); 2,449/25/(202),(042); 2,406/15/(1.11.0),(222),(461); 2,263/30/(062),(312),(2.10.1); 2,206/3/(620),(570),(332); 2,125/7/(640),(2.12.0),(4.10.0); 2,069/20/(082); 2,033/4/(571).

**Microscopia electronică:** morfologia electrono-microscopică a sepiolitului este asemănătoare cu cea a palygorskiteului, el formând agregate din fibre cu marginile paralele și drepte, dar rupte neregulat la capete. Agregatele au formă de snopi, atunci când fibrele sunt dispuse subparalel, dau forme radiare, când se manifestă o reală anizotropie în dispunerea fibrelor. Probele de sepiolit de la Ampandrandava și Little Cottonwood au fibrele mai lungi și mai fragile decât cele din probele de la Eskischir, Turcia, ultimele luate uneori drept termen de referință pentru studiile electrono-microscopice ale sepiolitului.



*Sinonim: noumeit*

**Habitus:** mase criptocristaline, stalactitice, mase pământoase, constituite din agregate fibroase.

**Culoarea:** verde-albăstrui, verde ca iarba.

**Luciu:** mat, uneori gras sau de ceară.

**Spărtura:** concoidală, colțuroasă sau chiar plană.

**H** = 2-4 ; **G** = 2,2-2,7.

**Compoziția chimică:** variază foarte mult, Conține frecvent peste 15% MgO și 4-30% NiO, cei doi cationi substituindu-se cu multă ușurință.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Pleocroic. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,622$ ,  $\gamma = 1,630$ .

$\Delta = 0,008-0,010$ . Biax pozitiv,  $2 V_{\gamma} = 0-10^{\circ}$ . Când are 2-5% NiO este izotrop sau aproape izotrop.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 427 m; (453 p + 463 p)d; 500 s,a; 536 s; 605 s; 672 m; 1020 p; 1040 i; 1635 fs; 3430; 3672; 3685.

**Difractometria de raze X** (radiație FeK): 9,9/100;6,9/20; 4,5/40; 3,59/40; 3,19/40; 2,86/40; 2,65/60; 2,40/60; 1,68/50; 1,52/80; 1,31/50.

## 6.9. GRUPA CLORITELOR ARGILOASE



**Varietăți:** separate în funcție de structură:

- clorite dioctaedrice, care au o structură dioctaedrică atât în pachetul de tip mică, cât și în stratul hidroxilic (de exemplu, donbasitul);
- cloritele trioctaedrice, care posedă o configurație trioctaedrică în ambele straturi octaedrice;
- cloritele di-trioctaedrice, care sunt dioctaedrice în pachetul de tip mică și trioctaedrice în stratul hidroxilic (de exemplu, sudoitul și cookeitul)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

Tipuri de unități celulare	A	B	C	D
Caracteristici structurale				
Numărul de straturi	1	1	2	3
Simetria	C <sub>1</sub>	C 2/m	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>
Parametrii celulei monoclinice	a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>	$\beta$
	5,3 Å	5,3 Å	5,3 Å	5,3 Å
	9,2 Å	9,2 Å	9,2 Å	9,2 Å
	14,3 Å	14,3 Å	28,6 Å	42,6 Å
	97°6'	97°6'	97°6'	86°0'

**Habitus:** cristale tabulare subțiri (001), extrem de mici; vizibile numai la microscopul electronic. Apare și masiv, compact; în asociație cu alte minerale argiloase apare și în soluri. Pseudomorfoze după alte minerale.

**Culoarea:** verzui, verde, verde-gălbui, verde-cenușiu, brun.

**Urma:** verzui.

**Luciu:** sidefos, perlat pe suprafața de clivaj.

**Macle:** (001) plan de maclă.

**Clivaj:** (001) perfect.

$H = 2 - 3$  ;  $G = 2,60 - 2,96$ , în funcție de chimism.

**Compoziția chimică:** substituțiile  $Si^{4+}$  prin  $Al^{3+}$  din grupările tetraedrice ale pachetului de tip mică, care pot merge de la  $(Si_3Al)$  până la  $(Si_2Al_2)$ , determină substituții corespunzătoare în stratul octaedric central. Ca urmare, compoziția acestui strat octaedric variază și ea de la  $Mg_5Al$  până la  $Mg_4Al_2$ . Cationii de  $Mg^{2+}$  pot fi și ei replasați de  $Fe^{2+}$  și/sau  $Mn^{2+}$ , iar  $Al^{3+}$  este substituit de  $Fe^{3+}$  și/sau  $Cr^{3+}$ . Datorită acestor substituții, legătura dintre straturile tetraedrice și octaedrice ale pachetului de tip mică are un caracter parțial electrostatic, iar definitivarea unității tristratale se realizează prin legăturile existente între ionii  $O^{2-}$  și  $(OH)^-$  care formează perechi.

Prezentând o formulă structurală de tipul  $(Mg,Al)_6(OH)_{12}$ , stratele de tip hidroxic au o distribuție alternativ regulată cu pachetele de tip mică. În acest strat există un exces de sarcină electrică pozitivă datorat substituției  $Mg^{2+}$  cu  $Al^{3+}$ , care are rolul de a contrabalansa excesul de sarcină negativă care apare în pachetul de tip mică, ca urmare a substituției  $Si^{4+}$  prin  $Al^{3+}$  din unitățile tetraedrice.

În straturile octaedrice pot apare Mn, Cr, Ni, Ti, ca elemente minore.

**Capacitatea totală de schimb cationic** variază între 10-40 ml/100 g.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde-oliv. Pleocroic în tonuri verzui, verde, verde-oliv.

Absorbția:  $\alpha < \beta = \gamma$  sau  $\alpha = \beta > \gamma$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,60 - 1,67$ ,  $\beta = 1,61 - 1,69$ ,  $\gamma = 1,61 - 1,69$ ,  $\Delta = 0,01 - 0,02$ . Biax negativ sau pozitiv. 2 V mic. Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):

Mg - clorit: 630(5,5)✗; 845(0,6)✗; 874(1,8)✗; 925(0,1)✗;

Fe - clorit: 540(2,0)✗;

Al - clorit: 498(0,8)✗; 898(0,3)✗.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 612 m; 758 m; 812 s; 953 s; 981 - 992 p; 1042 s; 1081 fs; 1640 s; 3400 m; 3560 m; 3660 s

**Difractometria de raze X:** 14,1/70/(001); 7,07/90/(002); 4,72/80/(003); 4,59/10/(020); 3,54/100/(004); 2,84/50/(005); 2,58/30/(131), (20 $\bar{2}$ ); 2,53/60/(13 $\bar{2}$ ), (201); 2,43/50/(132), (20 $\bar{3}$ ); 2,37/40/(13 $\bar{3}$ ), (202), (006); 2,25/30/(133), (20 $\bar{4}$ ); 2,06/10/(134), (20 $\bar{5}$ ); 2,026/20/(007); 2,000/60/(204), (13 $\bar{5}$ ); 1,883/30/(20 $\bar{6}$ ), (135); 1,825/30/(205), (13 $\bar{6}$ ); 1,73/5/(136), (20 $\bar{7}$ ); 1,660/10/(13 $\bar{7}$ ), (206); 1,562/40/(208), (137); 1,534/70/(33 $\bar{1}$ ), (060); 1,500/20/(062), (331); 1,458/10/(063); 1,417/20/(0.0.10); 1,407/5/(064); 1,392/50/(208), 1,349/5/(065); 1,317/20/(26 $\bar{2}$ ), (2.0.1 $\bar{0}$ ); 1,297/5/(26 $\bar{3}$ ); 1,287/20/(066); 1,220/20/(2.0.1 $\bar{1}$ ); 1,190/5/(26 $\bar{6}$ ), (2.0.10); 1,82/10/(0.0.12).

**Microscopia electronică.** Cloritele nu pot fi separate specific prin studii electronmicroscopice, dar pot furniza informații privind geneza lor. Astfel, cloritele hidrotermale au de cele mai multe ori forme enhedrale sau subhedrale, hexagonale, cu delimitări marginale angulare sau ocazional, cu margini rupte. Distribuția dimensională în probă este uniformă. Cloritele sedimentare au particule plate, cu un clivaj perfect după bază. Uneori apar și fisuri de interferență datorate presiunii sau proceselor exogene.

Fără a arăta particularități morfologice deosebite, cloritul gonflabil are particule plate și margini angulare.

## 6.10. GRUPA MICELOR



**Varietăți:** *roscoelit*, *cafeniu-cenușiu*, conține V; *ferimuscovit*, conține  $Fe^{3+}$ ; *sericit*, *lamele fine*, *microscopice*; *mariposit*, conține un exces de Si și un deficit de Al

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,19 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,08 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5741 : 1 : 2,2212$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ .

**Habitus:** cristale tabulare sau foioase, lamelare, cu aspect pseudohexagonal. Prin suprapunerea unui număr mare de lamele se obțin agregate columnare sau piramidale, striate paralel. Formează agregate stelate, rotunjite, solzi diseminați. Sericitul poate să apară masiv, compact.

**Culoarea:** incolor sau având nuanțe variate: cenușiu, verzui, gălbui, brun, violet; uneori roz-roșcat sau roșu închis. Culorile închise se obțin prin suprapunerea unui număr mare de indivizi.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat sau mătășos pe suprafețele de clivaj. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (010), ( $\bar{1}11$ ), (021), ( $\bar{1}31$ ), (130), (023), (221), (011), (043), (112), ( $2\bar{2}\bar{1}$ ).

**Macle:** prin suprapunere pe fețele (001) în zona (001)/(221).

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile și elastice. Figuri de presiune caracteristice cu șase raze.

$H = 2 \frac{1}{2} // (001)$  și  $4 \perp (001)$ ;  $G = 2,77 - 2,88$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 41,37 - 46,77\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,21\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 32,64 - 38,69\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,84\%$ ,  $\text{ZnO} = 0,00 - 1,84\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,77\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme} - 0,62\%$ ,  $\text{MgO} = 0,04 - 1,55\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00 - 1,12\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 9,89\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,47 - 1,88\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 6,33 - 10,61\%$ ,  $\text{Rb}_2\text{O} = 0,00 - 1,20\%$ ,  $\text{Ca}_2\text{O} = 0,00 - 0,20\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 0,00 - 0,69\%$ ,  $\text{F} = 0,00 - 0,91\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 4,05 - 4,67\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,08 - 0,46\%$ . K poate fi înlocuit prin Na, Rb, Cs, Ca și Ba, iar Al octaedric poate fi replasat de Mg,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , Mn, Cr, Si, Ti, V.

Gruparea tetraedrică reprezintă anioni de forma  $[(\text{Al}_2\text{Si}_6)\text{O}_{20}]^{10-}$  sau  $[(\text{AlSi}_7)\text{O}_{20}]^9-$ , anionii suplimentari fiind (OH) sau F. Substituțiile izomorfe în rețea definesc varietățile de muscovit așa cum sunt: ferimuscovitul  $\text{K}_2\text{Fe}^{3+}\text{Al}_2[(\text{Al}_2\text{Si}_6)\text{O}_{20}](\text{OH},\text{F})_4$ , roscoelitul, care conține V; maripositul care are următoarea compoziție:  $\text{SiO}_2 = 56,00\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,52\%$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,78\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,30\%$ ,  $\text{FeO} = 0,51\%$ ,  $\text{MgO} = 2,12\%$ ,  $\text{CaO} = 0,37\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 2,72\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 7,03\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 3,52\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,552 - 1,574$ ,  $\beta = 1,582 - 1,610$ ,  $\gamma = 1,587 - 1,616$ ,  $\Delta = 0,036 - 0,049$ . Biax negativ -  $2V = 30 - 47^\circ$ .  $\alpha \wedge c = 0 - 5^\circ$ ,  $\beta \wedge a = 1 - 3^\circ$ . P. A.O.  $\perp (010)$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $83(0,3)\psi$ ;  $887(035)\psi$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 i,l; [475 p + (500 - 535)p]d; 690 s,l; 752 s; 805 fs; 829 s; 932 s,l; 996 i; 1025 p,l; 1062 i; 3439; 3630; 3730.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 10,08/100/(001); 5,04/37/(002); 4,49/90/(020); 4,35/27/(11 $\bar{1}$ ); 4,11/16/(021); 3,66/60/(11 $\bar{2}$ ); 3,36/100/(003), (022); 3,07/50/(112); 2,929/6/(11 $\bar{3}$ ); 2,689/16/(023); 2,582/50/(130); 2,565/90/(13 $\bar{1}$ ); 2,550/22/(200); 2,450/11/(131); 2,405/4/(13 $\bar{2}$ ); 2,380/12/(114); 2,246/8/(040); 2,219/7/(220); 2,405/4/(13 $\bar{2}$ ); 2,380/12/(11 $\bar{4}$ ); 2,246/8/(040); 2,219/7/(220); 2,191/4/(041); 2,156/20/(13 $\bar{3}$ ); 2,109/6/(202); 2,013/32/(005); 1,957/7/(133); 1,900/4/(13 $\bar{4}$ ); 1,668/18/(11 $\bar{6}$ ); 1,653/12/(151); 1,635/12/(204); 1,514/4/(135); 1,499/33/(060).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau m.

**Grupa spațială:** C 2/c sau C c.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,13 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,89 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,32 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5771 : 1 : 2,1732$ ,  $\beta = 95^\circ$ .

**Habitus:** lamelar, solzos; apare masiv, compact.

**Culoarea:** incolor, gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** perlat. Transparent spre translucid.

**Clivaj:** (001) perfect.

$H = 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,78 - 2,90$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 44,41 - 46,81\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,22\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,02 - 40,09\%$ ,

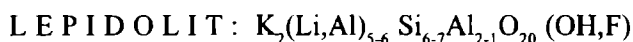
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = urme - 2,01%, FeO = 0,00 - 0,28%, MnO = 0,00 - 0,02%, MgO = 0,00 - 0,65%, CaO = 0,00 - 1,26%, Na<sub>2</sub>O = 5,80 - 6,40%, K<sub>2</sub>O = urme - 2,22%, H<sub>2</sub>O = + 4,45 - 4,91%, F = 0,00 - 0,08%. Față de muscovit, K este înlocuit cu Na, deși se regănesc în unele eșantioane și mici cantități de K.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \perp (001)$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,564 - 1,580$ ,  $\beta = 1,594 - 1,609$ ,  $\gamma = 1,600$ .  $\Delta = 0,028 - 0,038$ . Biax negativ.  $-2V = 0$ ,  $40^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ .

Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 417 p,l; (481 fp + 540 fp)d; 590 i,l; 620 i; 650 i; 695 i; 752 m; 805 s; 834 i; 875 i; 930 i; 994 fp,l; (1015 + 1038)d; 1082 i; 3640 m.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 9,7/80/(002); 4,96/60/(004); 4,85/60; 4,44/100/(110), (020); 4,27/40/(111); 4,15/20/( $\bar{1}$ 12); 4,06/60/(022); 3,79/60/( $\bar{1}$ 13); 3,68/60/(023); 3,48/20; 3,39/50/( $\bar{1}$ 14); 3,30/50/(024)?; 3,22/60/(008); 3,18/50/(114); 2,921/70/(025); 2,831/70/(115); 2,706/60/( $\bar{1}$ 16); 2,571/60/(200), (130); 2,536/90/(131), ( $\bar{2}$ 02); 2,430/80/( $\bar{1}$ 33); 2,356/60; 2,222/30; 2,186/6; 2,146/20; 2,103/60; 2,067/20; 2,027/30; 1,989/30; 1,933/60; 1,895/20; 1,834/30; 1,744/20; 1,728/10; 1,687/50; 1,658/20; 1,639/20; 1,616/60; 1,583/30; 1,549/20; 1,514/20; 1,486/60; 1,427/20; 1,410/20; 1,386/30; 1,349/40; 1,315/40; 1,284/50; 1,265/30; 1,238/40; 1,211/20; 1,119/20; 1,176/30; 1,150/10; 1,136/20; 1,118/20; 1,094/20; 1,049/20; 1,025/10; 1,013/10; 0,985/20; 0,967/20; 0,961/20; 0,9022/20; 0,8577/20.



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau m.

**Grupa spațială:** C 2/m sau C m.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,3 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,2 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5761 : 1 : 1,1087$ ,  $\beta = 100^\circ$ .

**Habitus:** cristale tabulare, lamelare sau solzoase, pseudohexagonale. Mase clivabile, agregate solzoase fine sau larg dezvoltate.

**Culoarea:** nuanțe diferite de roz, roșu-purpuriu; poate fi și incolor, alb, cenușiu sau gălbui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** perlat. Transparent până la translucid.

**Macle:** (001) rare.

**Clivaj:** (001) perfect, de tip micaceu; (110) și (010) slab. Lamellele sunt flexibile și elastice.

$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 2,8 - 3,3$ .

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 48,58 - 53,45%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,01%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 22,15 - 28,93%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 1,55%, FeO = 0,00 - 1,52%, MnO = 0,16 - 0,97%, MgO = 0,00 - 0,46%, CaO = 0,00 - 0,24%, Li<sub>2</sub>O = 3,70 - 5,95%, Na<sub>2</sub>O = 0,40 - 1,06%, K<sub>2</sub>O = 8,62 - 10,02%, Rb<sub>2</sub>O = 0,91 - 3,80%, Cs<sub>2</sub>O = 0,08 - 1,90%, F = 4,93 - 8,08%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,38 - 2,56%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,12 - 0,88%. Structura lepidolitului dovedește un deficit de Li<sub>2</sub>O. K poate fi substituit de Na, Rb și Cs. În pozițiile octaedrice pot apare Fe, Mg și Mn. Au fost identificate și mici cantități de Ca, Ba, Sr, Ga, Nb, Th și Ti.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz, roșcat. Pleocroic. Orientarea:  $\beta = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,525 - 1,548$ ,  $\beta = 1,551 - 1,585$ ,  $\gamma = 1,554 - 1,587$ .  $\Delta = 0,018 - 0,038$ .

Biax negativ.  $-2V = 0 - 58^\circ$   $\gamma \wedge a = 0 - 7^\circ$ . P.A.O., (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 553 i; 583 m; 688 fs; 657 s; 797 s; 967 m; 991 fp; 1024 fp; 1092 i,l; 1129 p; 3440; 3625.

**Diffractometria de raze X** (radiație CuK $_{\alpha}$ , filtru Ni): 10,0/75/(001); 4,99/75/(002); 4,53/35/(020); 4,35/20/( $\bar{1}$ 11); 4,13/20/(021); 3,87/20/(111); 3,62/75/( $\bar{1}$ 12); 3,34/100/(003); 3,08/75/(112); 2,90/35/( $\bar{1}$ 13); 2,680/50/(023); 2,578/75/(200); 2,472/35/(004), (113), (131); 2,391/50; 2,257/20; 2,136/50; 1,992/60; 1,960/5; 1,751/35; 1,718/20; 1,649/50; 1,584/5; 1,547/5; 1,514/50/(060); 1,423/5; 1,378/5; 1,355/5; 1,340/20; 1,302/20; 1,244/5; 1,201/5; 1,138/5.

F U C S I T :  $K_2(Al,Cr)_4[Si_6Al_2O_{20}](OH,F)_4$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,19 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,04 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,08 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5741 : 1 : 2,2212$ ,  $\beta = 95^\circ 30'$ .

**Habitus:** cristale prismatice; formează agregate fibroase fine; cristale tabulare, lamelare, pseudohexagonale.

**Culoarea:** verde de iarbă, verde-smaragd.

**Urma:** alb-verzui.

**Luciu:** sticlos, perlat pe suprafața de clivaj. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (010), (021), (130), (023).

**Macles:** prin suprapunere pe fețele (001) în zona (001) / (221).

**Clivaj:** (001) perfect. Lamellele sunt flexibile.

**H** = 2 1/2  $\perp$  (001) ; **G** = 2,85 - 2,88.

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 44,4 - 45,97\%$ ,  $TiO_2 = 0,00 - 2,10\%$ ,  $Al_2O_3 = 31,67 - 31,72\%$ ,  $Cr_2O_3 = 2,1 - 4,81\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00 - 2,56\%$ ,  $FeO = 0,53 - 2,30\%$ ,  $MnO = 0,00 - 0,05\%$ ,  $MgO = 0,31 - 0,70\%$ ,  $CaO = 0,10 - 0,15\%$ ,  $Na_2O = 1,03 - 1,10\%$ ,  $K_2O = 9,07 - 10,70\%$ ,  $H_2O^+ = 3,48 - 4,70\%$ ,  $H_2O^- = 0,00 - 0,51\%$ . Sunt citate și varietăți care au până la 6%  $Cr_2O_3$  și 11,58%  $MgO$ .  $Cr_2O_3$  este responsabil de culoarea mineralului.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui. Ușor pleocroic. Orientarea:  $\gamma = \beta$ .

Indicii de refracție și birefrigență:  $\alpha = 1,566 - 1,569$ ,  $\beta = 1,597 - 1,602$ ,  $\gamma = 1,602 - 1,603$ .

$\Delta = 0,034 - 0,036$ . Biax negativ. - 2V = 36° - 38°.

Z I N N W A L D I T :  $K_2(Fe_{2-1}^{2+}, Li_{2-3}Al_2)[(Si_{6-7}Al_{2-1})O_{20}](OH_{1-2}F_{3-2})$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m sau C 2/c.

**Z** = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,27 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,09 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 20,14 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5798 : 1 : 2,2156$ ,  $\beta = 100^\circ 00'$ .

**Habitus:** cristale prismatice scurte: tabular, lamelar. Apare sub forma lamelanelor diseminate sau în agregate lamelare, în evantai sau în rozete. Se întâlnesc și mase solzoase.

**Culoarea:** violet, galben brun, cenușiu și uneori verde.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos pe (010) și perlat pe (001); toate celelalte fețe sunt mate. Transparent.

**Forme principale:** (001), (010), (111), (201), (112), (221), (131).

**Macles:** prin suprapunere având planul (001) și axul [310].

**Clivaj:** (001) perfect, de tip micaceu. Lamellele sunt flexibile, elastice.

**H** = 2 1/2 - 4 ; **G** = 2,9-3,3.

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 38,83-51,88\%$ ,  $TiO_2 = 0,00-0,32\%$ ,  $Al_2O_3 = 20,65-22,96\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,59-4,40\%$ ,  $FeO = 1,99-11,67\%$ ,  $MnO = 0,37-2,01\%$ ,  $MgO = 0,00-0,38\%$ ,  $CaO = 0,00-1,14\%$ ,  $Li_2O = 1,92-5,26\%$ ,  $Na_2O = 0,48-0,74\%$ ,  $K_2O = 9,53-10,55\%$ ,  $Rb_2O = 0,00-1,04\%$ ,  $Ca_2O = 0,00 - 0,10\%$ ,  $F = 3,82-7,65\%$ ,  $H_2O^+ = 0,89-2,93\%$ ,  $H_2O^- = 0,08-3,74\%$ . Structura sa, asemănătoare cu cea a lepidolitului este caracterizată

prin largile posibilități de substituție. Astfel, Si este substituit prin Al (raport Si : Al = 3 : 1) și mai rar prin Ti. K poate fi replasat de Na, Rb, Ba, Sr, Ca, iar Al octaedric de Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ti, Mn, Mg. Substituțiile din poziția Y controlează și înlocuirea grupărilor (OH) prin F. Sub formă de urme pot apare și B, Be, Sn, Zn, Pb, Cs, P, He, Ga, Sc, Tl și Y.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun - roșcat, gălbui. Pleocroic cu absorbția:  $\alpha < \beta < \gamma$ .

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,535-1,558$ , gălbui sau roșcat;

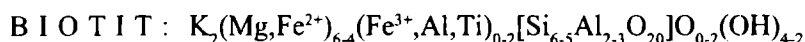
$\beta = 1,570-1,589$  brun-cenușiu sau brun;  $\gamma = 1,572-1,590$ , brun cenușiu sau brun.  $\Delta = 0,032-0,037$ .

Biax negativ,  $2 V_{\alpha} = 0 - 40^{\circ}$ . P.A.O. (010).  $\gamma \wedge \alpha = 0-2^{\circ}$ . Dispersia:  $r > v$ , mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 95(0,1)✓; 415(0,4)✓; 891(2,5)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 410 m; 435 p; 530 m,l; 702 s; 740 s; 780 i; 1005 fp,l; 1100 i,l; 1428 s; 1640 fs; 1802 fs; 3440; 3540-3571.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 10,0/100; 4,57/20; 3,34/100; 3,13/20; 2,89/20; 2,62/80; 2,482/40; 2,432/80; 2,184/80; 1,995/80; 1,672/80; 1,540/80; 1,470/20; 1,425/20; 1,358/60; 1,330/20; 1,302/40.



**Varietăți:** - Anomit, biotit de specie I;

- Meroxen, biotit de specia II;

- Lepidomelan, biotit de specie II, bogat în Fe și sărac în Mg;

- Manganoilit, mică de specie II, bogată în Mn<sup>2+</sup> și Mn<sup>3+</sup>;

- Ganofilit, manganoilit alterat;

- Astrolit, posedă Na și K

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic, polimorfi 1 M și 2 M; trigonal, polimorf 3 T.

**Clasa:** m (polimorf 1 M); 2/m(polimorf 2 M); 3 2 (polimorf 3 T).

**Grupa spațială:** Cm, C 2/c, C 3<sub>1</sub>2 sau C 3<sub>2</sub> 12.

Z = 2.

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

Polimorful			
Parametrii	1 M	2 M	3 T
a <sub>o</sub>	5,3 Å	5,3 Å	5,3 Å
b <sub>o</sub>	9,2 Å	9,2 Å	
c <sub>o</sub>	10,2 Å	20,2 Å	30,0 Å
a <sub>o</sub> : b <sub>o</sub> : c <sub>o</sub>	0,5761 : 1 : 1,1081	0,5761 : 1 : 2,1957	
β	100°	95°	

**Habitus:** cristale tabulare, lamelare, pseudohexagonale; apare columnar, piramidal sau scurt prismatic. Cristalele larg dezvoltate au structuri zonare. De obicei în agregate masive, solzii groși clivabili, solzi diseminați, mase compacte foioase. Fețele de piramidă sunt striate // cu muchia (001) / (111).

**Culoarea:** negru, nuanțe închise de brun, brun roșcat sau verde; rareori alb.

**Urma:** albă-cenușie sau incoloră.

**Luciu:** sticlos; sau semimetalic pe suprafețele de clivaj. Transparent până la aproape opac.

**Forme principale:** (001), (010), (100), (111), (111), (110), (112), (101), (132), (221).

**Macle:** de juxtapunere cu planul (001) și axul [310].

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele subțiri sunt flexibile, dar unele pot fi casante.

**H** = 2 1/2 - 3 ; **G** = 2,7-3,4.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 34,33-42,02%, TiO<sub>2</sub> = 1,30-5,28%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 11,83-20,52%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,58-12,94%  
FeO = 5,05-28,65%, MnO = 0,00 - 0,67%, MgO = 0,22-13,45%, CaO = 0,00-1,64%,  
Li<sub>2</sub>O = 0,00-1,20%, Na<sub>2</sub>O = 0,07-2,67%, K<sub>2</sub>O = 6,55-9,72%, Rb<sub>2</sub>O = 0,00-1,85%,

F = 0,00-4,36%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,60-4,58% H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,75%.

Compoziția chimică variază foarte mult, biotitul însuși fiind un rezultat al termenilor flogopit, annit și elastonit. Mg poate fi substituit de Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al.

În straturile tetraedrice, unde există raportul: Si : Al = 3 : 1; Si este înlocuit de Al; K este frecvent replasat de Na, Ca, Be, Rb, Cs. Fe<sup>2+</sup> poate fi și el înlocuit de Mn, Ti, Fe<sup>3+</sup>. Grupele (OH) sunt substituite de F și uneori de Cl; apariția Cl conduce la modificări ale proprietăților optice.

Numeroasele substituții au condus la definirea principalelor varietăți.

- Lepidomelanul este o mică de specia II, bogată în Fe și săracă în Mg; culoarea neagră sau brună. Optic negativ.

- Manganofilitul este o mică de specia II în care Mg este înlocuit cu Mn<sup>2+</sup>, iar Al cu Mn<sup>3+</sup>; culoare: roșu de cupru, brun. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,554-1,662$ ;  $\gamma = 1,582-1,636$ .

- Ganofilit este produsul de alterare al manganofilitului; monoclinic, brun-negru. Clivaj (001) perfect.

H = 4-4 1/2. G = 2,878.  $\beta = 1,586$ . Optic negativ.

- Astrolitul are habitus foios sau radiar. Culoarea verde. H = 3,5. G = 2,8.  $\beta = 1,598$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, verde-brun, verde-gălbui. Pleocroic cu absorbția  $\alpha > \beta = \gamma$

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,565-1,625$ , galben-cenușiu, verde brun;

$\beta = \gamma = 1,605-1,696$ , brun-închis, verde-închis, brun-roșcat închis.  $\Delta = 0,04-0,08$ . Biax negativ.

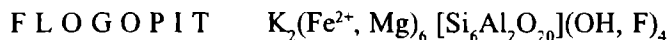
$2 V_{\alpha} = 0^{\circ} - 25^{\circ}$ . P.A.O (010).  $\gamma \wedge a = 0,9^{\circ}$ .

Dispersia:  $r > v$ , pentru biotitul ferifer și  $r < v$ , pentru biotitul magnezian.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 90(0,1)∇; 435(2,2)∧; 620(0,3)∇; 862(0,4)∇.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 454 p,l; 612 i,l; 696 m; 770 i; ~ 920 i; 972 i; 988-1023 p,l; 1050-1067 i; 1616 s; 3448; ~3700 s,l;

**Difractometria de raze X** (radiație FeK, filtru Mn): 10,1/100/(001); 4,59/20/(110),(020); 3,37/100/(003); 3,16/20/(112); 2,92/20/(113); 2,66/60/(201),(130); 2,52/40/(004),(113); 2,45/80/(201); 2,28/20/(040),(132); 2,18/80; 2,00/80; 1,91/20; 1,75/20; 1,67/80; 1,54/80; 1,47/20; 1,43/20; 1,36/60; 1,33/40; 1,31/40.



*Varietate: manganoflogopit, conține Mn<sup>2+</sup> și Mn<sup>3+</sup>*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic (polimorf I M).

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,36 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,29 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,41 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5770 : 1 : 1,1206$ ,  $\beta = 100^{\circ}00'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, lamelare sau solzoase, de cele mai multe ori larg cristalizate; uneori pseudohexagonale.

**Culoarea:** brun-gălbui, până la brun-roșcat; de asemenea incolor, alb-verzui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** perlat; semimetalic pe suprafața de clivaj. Transparent până la translucid.

**Forme principale** (001), (111), (101), (111).

**Macles:** de juxtapunere cu planul de maclă (001) și axul de maclă [310].

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile și elastice.

**H = 2-2 1/2 ; G = 2,76 - 2,90.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 35,64-42,70%, TiO<sub>2</sub> = 0,27-8,97% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10,95-19,88%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00- 5,52%

FeO = 0,30-8,25%, MnO = 0,00-0,25% MgO = 15,66-28,58%, CaO = 0,00 - 1,06% BaO = 0,00-1,11%,

Na<sub>2</sub>O = 0,00-3,58% K<sub>2</sub>O = 6,49-11,93%, F = 0,56-9,20%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 0,20-4,23%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,00-0,81%.

În straturile octaedrice apar substituții ale Fe<sup>2+</sup> și Mg prin Al, Fe<sup>3+</sup>, Ti și mai rar Li. În pozițiile X, K poate



fi substituit prin Na, chiar până la raportul Na : K  $\approx$  1 : 1. Există probabil o serie de tipul flogopit-elastonit-anit-biotit.

Varietatea denumită mangano-flogopit conține frecvent MnO + Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $\approx$  18%.

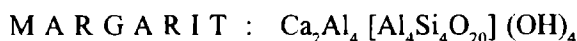
Unele varietăți prezintă asterism hexagonal datorat unor incluziuni microlitice de rutil.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** brun, brun-roșcat. Pleocroic cu absorbția:  $\alpha > \beta = \gamma$ .

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,530-1,590$ , brun;  $\beta = \gamma = 1,557-1,637$ , brun-roșcat.  $\Delta = 0,028-0,049$ . Biax negativ,  $2 V_{\alpha} = 0-15^{\circ}$ . P.A.O (010).  $\gamma \wedge a = 0-15^{\circ}$ . Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 466 p,l; 612 i,l; 675 m; 692 p; 725 i; 810 p,l; 900 i; 980 i; 990-1010 fp,l; 1075 i; 1430 s,l; 1622 s,l; 2860 m; 3445 m,l; 3650.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 10,0/100; 5,02/20; 4,57/40; 3,67/40; 3,35/100; 3,13/20; 2,89/20; 2,510/40; 2,435/80; 2,280/20; 2,175/80; 1,998/80; 1,906/20; 1,742/20; 1,669/80; 1,533/90; 1,475/20; 1,432/20; 1,358/20; 1,333/20; 1,305/40.



*Varietate: efesit, conține Na*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,13 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,92 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,50 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5751 : 1 : 2,1861$ ,  $\beta = 95^{\circ}$ .

**Habitus:** cristale bine dezvoltate se întâlnesc rar; acestea sunt tabulare, lamelare, pseudohexagonale. De obicei formează agregate foioase sau mase solzoase.

**Culoarea:** cenușiu cu tentă roz, roz, gălbui, verzui, alb-perlat.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** perlat, sedefos. Translucid.

**Forme principale:** (001), (111), (113), ( $\bar{1}$ 12), (101), ( $\bar{1}$ 14), (337). Fețele bazale au luciu, iar cele de piramidă sunt striate // (001).

**Macle:** plan de maclă (001), ax de maclă [310].

**Clivaj:** (001) perfect. Lamellele sunt casante.

**H = 3 1/2 - 4 1/2 ; G = 3,0-3,1.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 29,57-39,72%, TiO<sub>2</sub> = 0,00-0,10%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 41,50-51,68%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00-2,94%, FeO = 0,00-0,79%, MnO = 0,00-0,22%, MgO = 0,09-1,10%, CaO = 3,28-10,89%, BaO = 0,00-0,19%, SrO = 0,00-0,62%, Na<sub>2</sub>O = 0,92-5,64%, K<sub>2</sub>O = 0,00-0,68%, Li<sub>2</sub>O = 0,00-0,39%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 4,77-5,71% H<sub>2</sub>O = 0,00-1,01%.

Structura este asemănătoare muscovitului, cu diferența că există o substituție mai mare a Si<sup>4+</sup> prin Al<sup>3+</sup> în grupările tetraedrice. Ca poate fi înlocuit cu Ba, Sr, K, Na. Substituția prin Na și K determină înlocuirea unui O<sup>2-</sup> prin (OH). Când înlocuirea Ca prin Na este aproape completă ne aflăm în prezența varietății denumită efesit, de culoare roz deschis, având  $\beta = 1,625$  și  $2 V \approx 43^{\circ}$ .

Compoziția chimică a unci probe de efesit este: SiO<sub>2</sub> = 30,86%, TiO<sub>2</sub> = 0,03%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 51,68%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,47%, FeO = 0,04%, MnO = 0,12%, MgO = 0,09%, CaO = 0,02%, BaO = 0,17%, Na<sub>2</sub>O = 7,94%, K<sub>2</sub>O = 0,17%, Li<sub>2</sub>O = 3,80%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 4,92%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,06%.

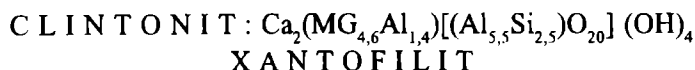
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** roz-galben. Ușor pleocroic.

Orientarea:  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,630-1,638$ ;  $\beta = 1,642-1,648$ ;  $\gamma = 1,644-1,650$ .

$\Delta = 0,012-0,014$ . Biax negativ,  $-2V = 40^\circ-67^\circ$ . P.A.O.  $\perp (010)$ .  $\beta \wedge a = 6^\circ-8^\circ$ . Dispersia:  $r < v$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 m,l; (490 p + 540 p)d; 608 m,l; 696 m,l; 724 i; 750 s; 800 fs; 812 fs; 830 fs; 860 fs; 900 i; 933 fp; 1000-1025 fp,l; 1060 i; 3400 m,l; 3624 i; 3636 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 9,66/30/(002); 4,81/5/(004); 4,40/80/(11 $\bar{1}$ ); 4,26/30/(111); 4,05/30/(022); 3,79/60/(1 $\bar{1}$ 3); 3,65/50/(023); 3,39/80/(11 $\bar{4}$ ); 3,20/90/(006); 3,11/50/(114); 2,94/70/(025); 2,77/60/(115); 2,54/50/(11 $\bar{6}$ ); 2,51/100/(20 $\bar{2}$ ); 2,42/80/(133); 2,33/60/(20 $\bar{4}$ ); 2,22/20/(22 $\bar{1}$ ); 2,16/40/(13 $\bar{5}$ ); 2,08/70/(043); 1,91/60/(0.0.10); 1,67/40/(31 $\bar{2}$ ); 1,58/80/(1.3. $\bar{1}$ 0); 1,49/70/(33 $\bar{1}$ ); 1,48/70/(060); 1,34/40/(33 $\bar{7}$ ).



*Varietăți: seybertit, brandisit*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c (clintonit); Cm sau C 2/m (xantofilit).

**Z** = 2 (clintonit); **Z** = 1 (xantofilit).

**Dimensiunea celulei elementare:**

Mineralul	Clintonit	Xantofilit
Parametrii		
$a_o$	5,21 Å	5,21-5,25 Å
$b_o$	9,02 Å	9,00-9,04 Å
$c_o$	$c_o \sin \beta = 19,24 \text{ Å}$	9,81-9,97 Å
$\beta$	$\approx 95^\circ$	100°05'

**Habitus:** cristale tabulare, pseudohexagonale. Apare și masiv, foios; agregate lamelare.

**Culoarea:** incoloră, gălbui sau cenușie.

**Luciu:** sticlos, perlat, semimetalic. Transparent spre translucid.

**Forme principale:** (001), ( $\bar{1}$ 02), (134).

**Maclă:** (001) plan de maclă, [310] ax de maclă.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt casante, sfărâmițoase.

**H** = 3 1/2 // (001) și 6  $\perp$  (001); **G** = 3,0-3,1.

**Compoziția chimică:**

Mineralul	Clintonit	Xantofilit
Oxizi		
$\text{SiO}_2$	17,02-18,34 %	16,28-17,11 %
$\text{TiO}_2$	-	0,00-0,23 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	39,60-43,02 %	40,95-42,70 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	urme-2,04 %	0,80-2,85 %
FeO	0,00-2,56 %	0,41-0,94 %
MnO	-	0,00-0,03 %
MgO	20,53-21,60 %	20,03-21,03 %
CaO	10,96-13,12 %	13,09-13,19%
BaO	-	urme
$\text{Na}_2\text{O}$	0,00-1,78 %	0,00 - 0,89%
$\text{K}_2\text{O}$	0,00-0,36%	0,00 - 0,32%
$\text{H}_2\text{O}^+$	4,62 - 4,81%	4,03 - 4,74%
$\text{H}_2\text{O}^-$	-	0,00 - 0,22

Ambele specii au mari afiliații structurale cu flogopitul datorită prezenței straturilor trioctaedrice în pachetul anionic,

Raportul Al : Si din straturile tetraedrice este 2 : 1. Sarcinile electrice se echilibrează prin substituție Ca prin K și Na și a Mg prin Al.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:**

Mineralul	Clintonit	Xantofilit
Proprietăți optice		
$\alpha$		1,643 - 1,648
$\beta$		1,635 - 1,662
$\gamma$		1,655 - 1,663
$\Delta$		$\approx 0,012$
Culoarea	mai deschisă decât culoarea eșantionului	
Absorbție		$\alpha = \beta \neq \gamma$
Orientarea	$\beta = a, \gamma = b$	$\beta = b, \gamma = a$
- 2V	$\approx 32^\circ$	$0^\circ - 23^\circ$
P.A.O	$\perp (010)$	(010)
$\alpha : c$	$\approx 5^\circ$	$\approx 10^\circ$
Dispersia	$r < v$ slabă	$r < v$ slabă

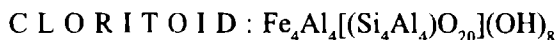
**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Xantofilit: 425 i.1; 450 fp.1; 490 i; 510 i; 560 i.1. 660 fp.1; 805 fp.1; 905 i; 940 fp.1.

**Difractometria de raze X :**

Clintonit (cele mai intense linii) : 3,21/70; 2,56/100; 2.11/70.

Xantofilit (radiație CoK): 4,53/20/(020); 3,58/30/(\bar{1}12); 3,24/80/(00\bar{3}); 2,85/10/(\bar{1}13); 2,57/100/(200),(\bar{0}\bar{3}2),(\bar{1}31); 2,44/10/(202),(\bar{1}13),(\bar{1}\bar{3}1); 2,36/10/(201),(\bar{0}14),(\bar{1}32); 2,20/10/(\bar{2}03),(\bar{1}32); 2,11/50/(202),(\bar{2}21),(\bar{1}33); 1,94/30/(005),(\bar{2}04),(\bar{1}33); 1,85/5/(\bar{1}34); 1,78/5/(025),(\bar{2}24); 1,69/5/(240),(\bar{1}51); 1,66/5/(242),(\bar{1}51); 1,61/30/(006); 1,50/70/(060); 1,48/70/(220); 1,36/10/(225),(\bar{3}32),(\bar{3}34); 1,21/10; 1,29/5; 1,27/9; 1,19/5; 1,10/5; 1,06/9; 0,983/5; 0,963/5; 0,934/5; 0,888/5; 0,864/5; 0,811/5; 0,789/5;



- Varietăți:** - *ottrelit*, conține Mn  
 - *sismondin* și *salmit*, bogate în Mg  
 - *masonit*, nu posedă Mg

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

Z = 4.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,52 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,47 \text{ \AA}$   $c_0 = 18,19 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7404 : 3,3254, \beta = 101^\circ 39'$ .

**Habitus:** cristale tabulare, pseudohexagonale, rar întâlnite. De obicei apare masiv, foios sau sub formă de lamele sau solzi. Formează agregate sferulitice, cu dispunere radiară a lamelanelor.

**Culoarea:** cenușiu închis, cenușiu verzui, verde închis, până la negru.

**Urma:** albă, alb - verzuie.

**Luciu:** perlat pe suprafața de clivaj. Transparent în lamele subțiri.

**Macle:** (001) comune, adesea lamelare. Axul de macă poate fi [210], [120], [310] ș.a.

**Clivaj:** (001) perfect; (110) bun. Separații după (010). Lamellele sunt casante.

**H** = 6 1/2 ; **G** = 3,61.

**Compoziția chimică:** față de compoziția teoretică ( $\text{SiO}_2 = 23,8\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 40,5\%$ ,  $\text{FeO} = 28,5\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 7,2\%$ ). Variațiile sunt următoarele:  $\text{SiO}_2 = 28,12 - 31,00\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,85\% - 1,15\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,55 - 35,51\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 12,95 - 15,19\%$ ,  $\text{FeO} = 11,28 - 13,12\%$ ,  $\text{MgO} = 1,81 - 3,00\%$ ,  $\text{CaO} = 0,54 - 1,77\%$ ,  $\text{MnO} = 0,39 - 0,41\%$ ,  $\text{S} = 0,36 - 0,41\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 4,00 - 4,22\%$

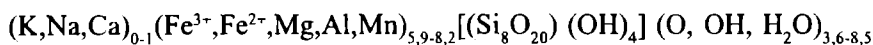
Varietatea bogată în Mn (până la 9% MnO) poartă denumirea de otrelit; varietățile bogate în Mg se numesc sismondin sau salmit; cele nemagnetizate sunt cunoscute ca masonit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** diferite tonuri de verde, albastrui, gălbui. Pleocroism puternic. Indicii de refracție și pleocroismul:  $\alpha = 1,722$ , incolor, verde - cenușiu, verde - oliv, verde de iarbă;  $\beta = 1,725$  - albastru - verzui, albastru - indigo, verde deschis;  $\gamma = 1,728$ , gălbui, verde - gălbui, cafeniu,  $\Delta = 0,006$ . Biax pozitiv.  $2V = 36^\circ - 6^\circ$ . P.A.O. // (100).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 450 fp.l; 518 i; 552 m; 590 i; 612 m; 672 m.l; 750 p; 805 m; 870 i; 908 p; 962 m; 1105 m; 1650 fs; 2980 m,l; 3340 i; 3450.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}\alpha$ , filtru Mn): 4,46/100/(004),(111); 3,39/10/(\bar{1}14); 2,96/50/(006); 2,75/20/(020); 2,62/40/(116),(022),(\bar{3}13); 2,51/20/(\bar{3}14); 2,46/20/(312); 2,36/50/(\bar{4}02),(220),(\bar{3}15); 2,30/50/(400),(313),(206); 2,25/10/(\bar{4}04); 2,13/20/(402); 2,04/20/(\bar{4}06),(\bar{3}17); 1,983/10/(315); 1,884/20/(\bar{3}18); 1,794/10/(130),(\bar{4}08); 1,749/10/(510),(\bar{3}19); 1,706/10/(\bar{5}15),(\bar{3}17); 1,650/10/(\bar{5}16); 1,781/50/(135).(\bar{1}.1.11); 1,562/20/(424),(\bar{1}36); 1,407/20/(3.1.12),(\bar{6}08); 1,370/20/(040); 1,330/20/(\bar{4}.2.10); 1,321/10/(\bar{5}.1.11).

### STILPNOMELAN



**Varietăți:** manganstilpnomelan, ferostilonomelan, feristilpnomelan

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,42 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,14 \text{ \AA}$  ( $d_{001}$ ).

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5732 : 1 : 1,2887$ ,  $\beta = 93^\circ$ .

**Habitus:** foios, pseudohexagonal. Poate să formeze și agregate compacte fibroase.

**Culoarea:** negru, brum roșcat închis, brun - auriu, verde închis.

**Luciu:** sticlos: perlat pe suprafața de clivaj. Varietățile ferifere de culoare brună pot avea un luciu semimetalic.

Transparent sau aproape opac.

**Clivaj:** (001) perfect; (010) slab. Casant.

$H = 3 - 4$ ;  $G = 2,59 - 2,96$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 35,64 - 48,03\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,23\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,27 - 7,59\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,12 - 33,24\%$ ,  $\text{FeO} = 0,85 - 22,88\%$ ,  $\text{MnO} = 0,05 - 2,74\%$ ,  $\text{MgO} = 2,12 - 7,79\%$ ,  $\text{CaO} = 0,23 - 4,28\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 1,58\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 2,06\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 6,12 - 8,33\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 1,35 - 7,31\%$ . Varietățile sunt definite de substituțiile chimice în rețea. Ele au proprietăți optice macroscopice și microscopice ușor diferențiate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben verzui. Pleocroism.

Orientarea:  $\beta = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,543 - 1,634$ ,  $\beta = \gamma = 1,576 - 1,745$

$\Delta = 0,030 - 0,110$ . Pleocroismul variază în funcție de chimism.

	$\alpha$	$\beta$ și $\gamma$
Ferostilpnomelan	galben - deschis	verde - închis
Manganostilpnomelan	incolor, gălbui	galben - verzui, închis
Feristilpnomelan	galben - auriu	cafeniu - măsliniu

Biax negativ.  $-2V = 0$ . P.A.O. (010).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 440 p.l; 660 s.l; 880 m; 1050 fp; 1100 i; 1200 i; 1430 s; 1640 fs; 3430; 3880.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe nefiltrată): 11,9/100/(001); 6,03/10/(002); 4,74/10; 4,138; 4,045/60/(003); 3,566/20; 3,036/50/(004); 2,831/20; 2,693/30; 2,549/50; 2,481/10/(005); 2,418/10; 2,431/40; 2,188/10; 2,109/30; 1,964/10; 1,888/30; 1,739/10; 1,686/30; 1,576/40; 1,561/40; 1,519/30; 1,416/20; 1,397/10; 1,359/10; 1,339/20/(400); 1,322/100; 1,305/10; 1,287/10; 1,229/10; 1,151/10; 1,093/10.

## 6.11. GRUPA CLORITELOR

PENNIN :  $Mg_{10}Al_2[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_{16}$

**Sinonim:** penninit

**Varietăți:** kammererit (rodocrom), conține Cr; pseudofit, cu aspect de serpentină; diabantit, bogat în Fe

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2**.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,34 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,24 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,38 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5779 : 1 : 1,5563$ ,  $\beta = 97^\circ 06'$ .

**Habitus:** cristale tabulare subțiri sau pseudoromboedrice cu fețe striate orizontal, formează grupe radiare, mase compacte, solzoase; se întâlnește și compact sau cu structură criptocristalină. Varietatea cu aspect de serpentină și culoare verde de măr poartă denumirea de pseudofit.

**Culoarea:** verde, verde - smaragd, verde - iarbă, verde - oliv; uneori alb - argintiu, gălbui roșietic, roz - roșu.

**Urma:** alb - verzui.

**Luciu:** sticios; perlat pe suprafață de clivaj (001). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (100), (311), (511), (733), (10 $\bar{1}$ ), (2.4.77), (1.7. $\bar{1}\bar{1}$ ), (1.4. $\bar{1}\bar{1}$ ), (1.3. $\bar{1}\bar{1}$ ).

**Macles:** frecvente cu planul (001); mai apar și macles cu planul (001) în zona (001) / (112).

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile dar fără elasticitate.

**H = 2 - 2 1/2 ; G = 2,60 - 2,85.**

**Compoziția chimică** =  $SiO_2 = 29,80 - 33,70\%$ ,  $Al_2O_3 = 13,80 - 21,30\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,00 - 5,70\%$ ,  $FeO = 0,7 - 17,4\%$ ,  $MgO = 17,4 - 35,9\%$ ,  $H_2O = 11,50 - 14,60\%$ .

Varietatea la care Al este înlocuit prin Cr (până la 5%  $Cr_2O_3$ ) poartă denumirile de kammererit sau rodocrom. Aceasta apare sub formă de piramide hexagonale sau de pelicule de culoare roșie sângerie.

Diabantitul, bogat în Fe are culoarea verde închis.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde - albastrui, galben sau roșu - brun. Pleocroic. Indicii de refracție și birefringenta:  $\beta = 1,56 - 1,59$ .  $\Delta = 0,000 - 0,004$ . Biax pozitiv sau negativ.  $2V = \text{mic}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 - 460 fp.l; 525 i; 658 m.l; 755 i; 820 s; 964 p; 982 - 1000 p; 1080 i; 1635 s; 3430 - 3470 m; 3590 - 3610 m.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 9,71/20; 8,46/30; 7,18/90/(002); 5,84/10; 4,795/100/(003); 4,601/40/(020); 3,585/100/(004); 3,311/10; 2,864/90/(005); 2,809/30; 2,705/40; 2,587/50; 2,538/100; 2,445/100; 2,385/60/(006); 2,268/70; 2,214/40; 2,078/10; 2,039/20/(007); 2,008/100; 1,893/60; 1,832/60; 1,741/60; 1,670/40; 1,575/90; 1,535/100/(060); 1,503/70; 1,462/40; 1,432/40/(0.0.10); 1,405/90; 1,357/30; 1,320/70/(400); 1,295/70; 1,277/10; 1,231/60; 1,193/50/(0.0.12); 1,1786/30; 1,1438/40; 1,1319/30; 1,1016/60; 1,0493/60; 1,0383/60; 1,0254/40.

CLINOCOLOR : (Mg, Fe)<sub>10</sub>A<sub>12</sub> [(Si, Al)<sub>8</sub>O<sub>20</sub>] (OH)<sub>16</sub>

*Varietăți:* leuchtenbergit (rumpfit), sărac în Fe; kotschubeit, conține Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; sheridanit, bogat în Al; grochautit, bogat în Fe

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 5,27 Å, b<sub>0</sub> = 9,21 Å, c<sub>0</sub> = 14,36 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,5722 : 1 : 1,5592, β = 96°58'.

**Habitus:** sunt frecvente cristalele tabulare, cu contur hexagonal. Când cristalele au fețele (132) și (101) bine dezvoltate acestea au aspect pseudoromboedric. De obicei apare masiv, foios; larg sau fin granular; de multe ori cu aspect pământos.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui, verzui, verde gras sau verde oliv.

**Urma:** incoloră sau alb verzui.

**Luciu:** perlat, gras sau mat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (112), ( $\bar{1}11$ ), (010), (043), ( $\bar{1}01$ ), (0.11.26), (1.1. $\bar{2}5$ ); (4.4.17), (132).

**Macles:** polisintetice cu planul (001) și axul [310].

**Clivaj:** (001) perfect. Lamellele sunt flexibile, dar fără elasticitate.

**H = 2 - 2 1/2 ; G = 2,60 - 3,02.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 30,29 - 31,99%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 16,49 - 17,11%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,71 - 6,20%, FeO = 1,54 - 5,15%, MnO = 0,81 - 1,12%, MgO = 28,65 - 32,91%, NaO = 12,70 - 12,94%.

Varietatea săracă în fier este incoloră și apare sub formă de cristale mari (leuchtenbergit) sau de lamelle dispuse în cuiburi (rumpfit).

Kotschubeitul este varietatea bogată în Cr (≈ 8%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) având cristale roz - roșietice cu habitus romboedric. Clinclorul bogat în Al poartă denumirea de sheridanit; este asemănător cu talcul; alb, transparent, cu luciu sticlos sau mătăsos.

Grochautitul este bogat în Fe și are o culoare verde - verde închis.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui, oliv, alb, roz, în funcție de culoarea eșantionului macroscopic. Pleocroic. Orientarea: α ⊥ (010). Indicii de refracție și pleuroismul: α = 1,57, verzui; β = 1,58 verzui; γ = 1,59 gălbui - verzui sau incolor. Δ = 0,02. Biax pozitiv. 2 V = 0 - 40°.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 580(0,1)∇; 847(3,2)∇; 872(0,1)∧; 900(0,05)∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 445 i; 460 fp; 525 p; 655 p.l; 824 s; [961 fp + (984 - 1002) fp, d; 1042 - 1058 m; 1082; 1637 s; 3455 p; 3110 p.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 14,20/50; 8,38/30; 7,05/60/(002); 4,715/70/(003); 3,530/100/(004); 2,812/80/(005); 2,684/10; 2,580/30; 2,531/70; 2,438/60; 2,378/50/(006); 2,255/40; 2,205/30; 2,070/20; 2,015/20/(007); 1,998/90; 1,879/50; 1,823/50; 1,726/20; 1,659/50; 1,564/90; 1,535/100/(060); 1,500/400; 1,458/30; 1,418/40/(0.0.10); 1,393/100; 1,347/20; 1,320/50/(400); 1,290/40; 1,220/80; 1,191/20; 1,182/30/(0.0.12); 1,133/70; 1,097/50; 1,0437/70; 1,0338/70; 1,0153/80/(0.0.14).

PROCLORIT : (Mg, Fe)<sub>10</sub>Al<sub>2</sub>[(Si,Al)<sub>8</sub>O<sub>20</sub>](OH)<sub>16</sub>

**Sinonim:** ripidolit

*Varietăți:* pyknoclorit; brunsvigit (grängesit, afrosiderit); dafnit (bavalit, mataclorit)

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Habitus:** cristale tabulare, pseudohexagonale, adesea interpătrunse sau reunite în grupe cu aspect vermicular sau sferoidal. Formează mase compacte cu structură foioasă sau granulară.

**Culoarea:** verde - iarbă, verde - oliv, verde închis.

**Urma:** incoloră sau cenușie - verzui.

**Luciu:** sidefos pe suprafețele de clivaj. Opac sau translucid.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar fără elasticitate.

$H = 2$  ;  $G = 2,78 - 2,96$ , în funcție de compoziția chimică.

**Compoziția chimică:** variază foarte mult. Se menționează o compoziție medie având:  $\text{SiO}_2 = 25,5\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 21,6\%$ ,  $\text{FeO} = 26,6\%$ ,  $\text{MgO} = 14,9\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11,4\%$ .

Pyknocloritul este varietatea care se situează între diabantit și proclorit. Brunsvigitul are formula aproximativă:  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Mg})_3 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$ ; formează mase compacte de culoare verde deschis și cu luciu gras.

Afrosidetritul și grăngesitul sunt varietăți sinonime cu brunsvigitul.

Dafnitul, întâlnit și sub denumirile de bavalit și metaclorit are formula  $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_3 [\text{Si}_{2,5}\text{Al}_{1,5}\text{O}_{10}] (\text{OH})_2 \cdot \text{Fe}_3(\text{OH})_6$ ; formează agregate radiare foioase, mase reniforme, cruste subțiri. Culoarea verde.  $G = 3,2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** galben - verzui, brun.

Pleocroism puternic. Biax pozitiv sau negativ 2 V mic. Dispersia foarte puternică.

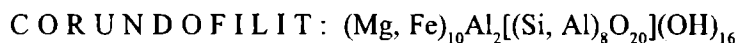
**Proprietăți termice** (A.T.D.): 614 (2,1)  $\sphericalangle$  ; 828(0,5)  $\sphericalangle$ ; 848(0,9)  $\sphericalangle$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 p; 460 i; 550 i; 660 m.l; 753 s; 820 i; 990 - 1016 fp; 1637 s; 3422 m; 3560 ms; 3635.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 13,6/40/(001); 6,90/80/(002); 4,646/60/(003).(020); 3,480/100/(004); 2,797/50/(005); 1,546/60/(131),(132),(202), (132̄),(201); 2,442/40/(132),(203); 2,373/40/(133̄),(202); 2,259/20/(133),(204̄); 1,993/80/(204); 1,873/40/(135),(206̄); 1,813/30/(136̄),(205); 1,700/20/(136),(207̄); 1,653/20/(137̄),(206); 1,560/70/(137),(208̄); 1,539/70/(060),(331̄); 1,505/40/(062),(331),(333̄); 1,464/10/(332),(338̄); 1,407/40/(0.0.10); 1,348/80/(139),(208); 1,314/3/(400),(401̄),(139̄).

Ripidolit (radiație Co, filtru Ni):

14,1/80/(001); 7,07/100/(002); 4,724/30/(003); 4,620/10/(02-); 3,537/50/(004); 2,827/10/(005); 2,664/5/(130),(201̄),(131̄),(200); 2,599/20/(131),(202̄); 2,556/30/(132̄),(201); 2,450/30/(132),(203̄); 2,389/20/(133̄),(202); 2,265/10/(133),(204̄); 2,077/5/(134),(205̄); 2,009/20/(135̄),(204); 1,566/10/(137),(208̄); 1,547/30/(331̄),(060); 1,512/10/(331),(062),(333̄); 1,470/5/(232),(063),(334̄); 1,416/5/(333),(064),(335̄); 1,395/10/(139̄),(208); 1,328/5/(262̄),(400); 1,236/5.



**Sistemul de cristalizare:** triclinic, monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau 1.

**Grupa spațială:** C 2/m sau P<sub>1</sub>.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare** (triclinic):  $a_0 = 5,35 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,36 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,34 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,3726 : 1 : 0,3719$ ,  $\alpha = 97^\circ 22'$ ,  $\beta = 119^\circ 56'$ ,  $\gamma = 86^\circ 20'$ .

**Habitus:** apare masiv, foios sau granular.

**Culoarea:** verde închis.

**Luciu:** perlat pe suprafețele de clivaj. Translucid.

**Macle:** (001) plan de macă.

**Clivaj:** (001) perfect. Lamelele sunt flexibile, dar lipsite de elasticitate.

$H = 2-3$   $G = 2,85$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Pleocroic. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,580$ ,  $\beta = 1,584$ ,

$\gamma = 1,596$ .  $\Delta = 0,016$ . Biax pozitiv  $2V \leq 30^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 661 m; 761 m; 816 s; 983 p; 1630 s; 3445 m; 3565 m; 3635 fs.

**Difractometria de raze X** (radiație Co, filtru Al): 14,0/100/(001); 7,0/100/(002); 4,7/80/(003); 3,51/100/(004); 2,80/50/(005); 2,59/60; 2,54/60; 2,44/50; 2,42/50; 2,25/40; 2,00/60/(007); 1,88/20; 1,81/20; 1,56/50; 1,54/60/(060); 1,50/40; 1,42/10; 1,39/40/(0.0.10); 1,32/20/(400).



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6.

**Grupa spațială:** P 6.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,31 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,04 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 2,6441$ .

**Habitus:** cristale hexagonale plate. Formează agregate foioase.

**Culoarea:** verde deschis, verde de măr.

**Luciu:** perlat pe suprafața de clivaj. Translucid

**Clivaj:** (0001) perfect.

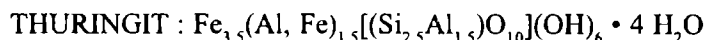
$H = 2 \frac{1}{2} - 3$ ;  $G = 2,77$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Pleocroic.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,597$ ,  $\beta = 1,600$ ,  $\gamma = 1,615$ .  $\Delta = 0,018$ . Biax pozitiv.  $2V = 10^\circ - 14^\circ$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 675 m; 697 m; 777 m; 825 m; 929 m; 985 m; 3425 m; 3560 m; 3595 m.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 6,93/80/(002); 4,529/10/(003), (020); 3,469/100/(004); 2,733/10/(005); 2,605/20/(131), (20 $\bar{2}$ ); 2,467/60/(132), (203); 2,315/30/(13 $\bar{3}$ ), (202); 1,995/10/(204); 1,920/70/(135), (20 $\bar{6}$ ); 1,685/10/(136), (20 $\bar{7}$ ); 1,596/30/(137), (20 $\bar{8}$ ); 1,529/50/(060), (33 $\bar{1}$ ); 1,494/10/(062), (331), (33 $\bar{3}$ ); 1,456/40/(332), (33 $\bar{4}$ ); 1,398/40/(0.0.10); 1,339/40/(400), (40 $\bar{1}$ ); 1,301/30.



**Sinonim:** owenit

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m (?).

**Grupa spațială :** C 2/m (?).

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 5,307 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,192 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,069 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5773 : 1 : 1,5306$ ,  $\beta = 97^\circ 20'$ .

**Habitus:** masiv; formează agregate solzoase, mase criptocristaline sau afânate.

**Culoarea:** verde oliv, brun verzui, negru verzui, brun închis.

**Urma:** verde-cenușie.

**Luciu:** perlat sau sidefos. Translucid.

**Clivaj:** (001) perfect.

**Macle:** pe (001) cu planul de maclă (310).

$H = 2 - 2 \frac{1}{2}$ ;  $G = 3,15 - 3,19$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 19,4 - 28,8\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,6 - 25,1\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,2 - 31,7\%$ ,  $\text{FeO} = 19,8 - 39,3\%$ ,



H<sub>2</sub>O = 4,6-13,2%. Sub formă de impurități mai apar: MgO < 6,0%, CaO < 1,9%, MnO < 2,7%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> < 1,2%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde, verde-brun. Puternic pleocroic.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,670$ ,  $\beta = 1,685$ ,  $\gamma = 1,685$ .  $\Delta = 0,015$ . Biax negativ. 2 V mic.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 539 (1,9)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 435 p,l; 460 fp; 490 i; 550 i; 620 m,l; 665 m,l; [(752-765)m + (794-808)m] d; 985 fp,l; 1632 fs,l; 3390-3430 m,l; 3555 m; 3635.

**Diffractometria de raze X** (radiație Co, filtru Fe): 14,1/90/(001); 7,07/100/(002); 4,726/30/(003); 4,57/20/(020); 3,541/60/(004); 2,845/30/(005); 2,642/10/(130), (20 $\bar{1}$ ), (13 $\bar{1}$ ), (200); 2,576/30/(131), (20 $\bar{2}$ ); 2,529/30/(13 $\bar{2}$ ), (201); 2,434/30/(132), (20 $\bar{3}$ ); 2,371/20/(13 $\bar{3}$ ), (202); 2,254/10/(133), (20 $\bar{4}$ ); 2,062/5/(134), (20 $\bar{5}$ ); 1,998/20/(13 $\bar{5}$ ), (204); 1,878/10/(135), (20 $\bar{6}$ ); 1,818/5/(13 $\bar{6}$ ), (205); 1,532/30/(331), (060); 1,497/10/(331), (062), (33 $\bar{3}$ ); 1,458/5/(332), (063), (33 $\bar{4}$ ); 1,392/10/(138), (20 $\bar{9}$ ); 1,349/5/(334), (065), (33 $\bar{6}$ ); 1,317/5/(26 $\bar{2}$ ), (400); 1,288/5/(262), (40 $\bar{4}$ ).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \approx 5,40 \text{ \AA}$ ,  $b_0 \approx 9,33 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \approx 7,04 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5788 : 1 : 0,7546$ ,  $\beta = 104,5^\circ$ .

**Habitus:** masiv; mase compacte criptocristaline sau pământoase. Formează concrețiuni oolitice cu structură zonală sau cimentul unor roci grezoase.

**Culoarea:** verde, cenușiu-verzui până la negru.

**Urma:** verde-cenușie.

**Luciu:** mat sau ușor sticlos.

**Clivaj:** nu s-a determinat.

**H**  $\approx$  3 ; **G** = 3,0-3,4.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 22,8-29,0%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 13,0-20,1%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,0-6,0%, FeO = 34,3-42,3%, H<sub>2</sub>O = 10,0-13,0%.

Sub formă de impurități mai apar: MgO < 4,4%, CaO < 1,6%, TiO<sub>2</sub> < 1,1%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verde. Ușor pleocroic. Indicii de refracție:  $\beta = 1,62-1,66$

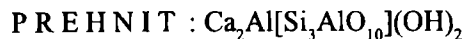
**Proprietăți termice** (A.T.D.): 523 (0,6)✓.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 p; 462 p,l; 540 i; 618 s,l; 670 s,l; 990 p,l; 1080 i; 3380-3410 m; 3545 m.

**Diffractometria de raze X:**

Mg - chamosit (radiație FeK nefiltrată): 14,0/90/(002); 7,1/100/(004); 4,73/20/(006); 4,70/70; 3,53/100/(008); 2,83/50; 2,69/20; 2,61/20; 2,52/10; 2,46/40; 2,39/40; 2,28/20; 2,14/10; 2,08/10; 2,01/50; 1,89/20; 1,83/10; 1,72/20; 1,67/20; 1,63/10; 1,573/3; 1,555/60/(060); 1,517/40; 1,479/10; 1,424/40; 1,395/45; 1,361/10; 1,333/10; 1,301/10; 1,228/10; 1,183/20; 1,136/10; 1,104/10; 1,043/50; 1,014/10.

## 6.12. GRUPA PREHNITULUI ȘI APOFILITULUI



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Grupa spațială:** P 2 c m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,61 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,47 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 18,48 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8031 : 1 : 3,2196$ .

**Habitus:** cristale tabulare (001), scurt prismatic sau piramidale. Cristalele individuale sunt rare. Fețele (001) sunt striate după (010) în timp ce fețele (110) sunt lucioase și câteodată striate paralel cu muchia (001)/(110). Frecvent formează agregate tabulare, agregate sferice cu structură fibroasă sau agregate globulare. Se întâlnește în mase granulare compacte, forme botrioidale, stalactitice; reniform cu structură columnară, radiară sau lamelară. Se cunosc pseudomorfoze după analcim, laumontit, natrolit, pectolit, calcit ș.a.

**Culoarea:** verde deschis sau închis, gălbui, cenușiu, alb, incolor.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; uncori perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (010), (100), (011), (012), (301), (034), (031), (111).

**Clivaj:** (001) bun; (110) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 6-6 1/2 ; **G** = 2,90-2,95. Piroelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 41,67-44,04\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,12\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 24,05-25,37\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,13-1,40\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-1,12\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-0,06\%$ ,  $\text{MgO} = \text{urme} - 0,25\%$ ,  $\text{CaO} = 26,65-27,25\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,32\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,38\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 3,28-4,54\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,08\%$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  apare ca înlocuitor al  $\text{Al}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** verzui până la incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,611-1,632$ ,  $\beta = 1,615-1,642$ ,  $\gamma = 1,623-1,665$ .  $\Delta = 0,022-0,035$ . Biax pozitiv.

$2V = 65^\circ-69^\circ$ . P.A.O (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 5,28/10/(011); 4,60/20/(100),(004); 4,15/10/(102),(013); 3,53/10/(110); 3,48/90/(111); 3,28/60/(112), (104); 3,08/100; 2,81/30/(114); 2,62/5/(022); 2,55/100/(106), (115); 2,37/40; 2,31/40; 2,18/5/(123); 2,13/10/(117), (211); 2,07/20/(108), (204); 1,93/30/(118), (214); 1,84/20/(0.0.10), (215); 1,77/70/(119), (220); 1,69/5/(130); 1,66/20/(217); 1,64/20/(133); 1,539/40; 1,510/5/(302); 1,463/10/(312); 1,447/10/(12.1.0.), (200); 1,406/10/(228); 1,375/10/(315); 1,339/10/(320), (321); 1,288/10/(324); 1,202/10/(146); 1,180/10/(240); 1,160/10/(242), (328); 1,154/10; 1,143/10/(402); 1,120/5; 1,064/20/(420).



**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/m n c.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,00 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,76$ .

**Habitus:** cristale pseudocubice cu modificări ale feței (111); apare tabular, piramidal sau prismatic recunoscându-se combinații ale fețelor (110), (101) și (001). Fețele de prismă sunt striate vertical, cele de bipiramide sunt inegale, iar pinacoizii bazați sunt matisați, uneori rușoși. Apare masiv, lamelar sau granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu; gălbui, verzui, roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (001), (100), (110), (310), (210), (105), (102), (101), (111), (113), (114), (115), (223), (211), (311), (533).

**Macle:** (111) rare.

**Clivaj:** (001) perfect, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant

**H** = 4 1/2-5 ; **G** = 2,3-2,4.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 51,90-52,41%, CaO = 25,11-25,58%, Na<sub>2</sub>O = 0,27-1,60%, K<sub>2</sub>O = 3,52-5,09%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 16,37-17,06%, H<sub>2</sub>O = 0,00-0,14%, F = 1,16-1,70%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** indicii de refracție  $\omega = 1,534-1,535$ ,  $\epsilon = 1,535-1,537$ .  $\Delta = 0,002$ .

Uniax pozitiv, rareori negativ. Prezintă numeroase anomalii optice, cu zone ce au caracter biax.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, filtru Ni): 7,85/9/(002); 7,76/9/(101); 4,534/20/(103); 4,473/3/(200); 3,943/100/(004); 3,882/6/(211); 3,606/2/(104); 3,570/10/(212); 3,347/9/(114); 3,168/5/(220); 2,976/70/(105); 2,934/6/(301); 2,812/3/(214); 2,788/2/(311); 2,664/3/(312); 2,493/15/(313); 2,479/30/(215); 2,428/10/(116); 2,199/5/(216); 2,187/7/(107); 2,155/3/(402); 2,109/10/(315); 2,103/10/(324); 2,004/6/(420); 1,771/7; 1,764/10; 1,721/5; 1,675/3; 1,655/2; 1,620/2; 1,607/2; 1,578/55; 1,522/8; 1,510/2; 1,470/4; 1,453/2; 1,442/2; 1,398/4; 1,334/4; 1,300/5.

## 7. TECTOSILICAȚII

Sub această denumire sunt cunoscuți silicații care posedă o rețea tridimensională continuă a tetraedrilor de  $[(\text{Si}, \text{Al})\text{O}_4]$  la care 25% până la 50% din atomii de  $\text{Si}^{4+}$  sunt înlocuiți de  $\text{Al}^{3+}$ . Se realizează anionii complecși de tipul  $[\text{Al Si}_3 \text{O}_8]^-$ ,  $[\text{Al Si}_3 \text{O}_8]^-$ ,  $[\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8]^{2-}$  ș.a. în care raportul Si: Al variază de la 3 : 1 până la 1 : 1. Sarcinile electrice negative sunt compensate de cationii cu raze și numere de coordinare mari așa cum sunt  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  și mai rar Rb și Cs. La unele minerale (felspatoizii) rețeaua este completată prin apariția unor anioni suplimentari de  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $(\text{OH})^-$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$ ,  $(\text{CO}_3)^{2-}$  etc. care fie sunt legați direct de  $\text{Si}^{4+}$  sau  $\text{Al}^{3+}$ , intrând astfel în compoziția tetraedrilor, fie sunt legați direct de cationii cu raze mari și sarcini mici de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ . Tectosilicații cuprind cinci grupe mari de minerale, cu proprietăți diferite și uneori cu structuri specifice, așa cum este cazul zeoliților. O primă sistematizare a acestora separă:

- 7.1. - grupa feldspaților;
- 7.2. - grupa feldspatoizilor;
- 7.3. - grupa scapolitului;
- 7.4. - grupa zeoliților;
- 7.5. - grupa mineralelor  $\text{SiO}_2$

### 7.1. GRUPA FELDSPAȚILOR

#### *Caractere generale și clasificare*

Regăsiți în forme variate în toate tipurile de roci, feldspații constituie cca 50% din scoarța terestră, proporțiile lor de participare fiind de 60% în rocile magmatice, 30% în cele metamorfice și 10% în cele sedimentare. Ei posedă o grupare anionică de tip  $[\text{Al Si}_3 \text{O}_8]^-$  sau  $[\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8]^{2-}$  și o formulă generală  $W Z_4 O_8$  în care W poate fi  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ba}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , iar în poziția Z apar  $\text{Si}^{4+}$  sau  $\text{Al}^{3+}$ . În funcție de structura lor și de modul în care sunt ocupate pozițiile cationice pot fi separați feldspații alcalini, feldspații plagioclazi și feldspații cu bariu. Separarea primelor două categorii se face în sistemul ternar ortoză - albit - anortit, în care termenii seriei ortoză - albit sunt definiți ca feldspați alcalini, iar cei aparținând seriei albit - anortit constituie feldspații plagioclazi. În soluție solidă, feldspații plagioclazi pot conține 5-10% molecule de ortoză în timp ce feldspații alcaline pot conține aceeași proporție de anortit.

În structura feldspaților alcalini  $\text{Si}^{4+}$  poate fi înlocuit de  $\text{Al}^{3+}$  în proporție maximă de 50%. La această valoare maximă se constată alternanțe riguroase ale Si cu Al, iar unitatea unortică posedă dimensiuni duble față de cea albitică. În funcție de condițiile genetice feldspatul potasic poate exista în mai multe stări structurale. Astfel, la temperaturi ridicate cristalizează sanidina care are o structură monoclinică și distribuție dezordonată a Si și Al.

La temperaturi mai coborâte se formează ortoza care are tot o structură monoclinică, dar o distribuție ceva mai ordonată a Si și Al. La temperaturile cele mai coborâte cristalizează microclinul care are o structură triclinică și o distribuție ordonată a Si și Al.

Compoziția chimică a feldspaților alcalini are mici variații față de formula generală  $(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_4 [(\text{Si}, \text{Al})_{16} \text{O}_{32}]$  în care valoarea reală a grupării cationice este 3,9. Ei sunt alumosilicații corespunzători sistemului binar K  $[\text{Al Si}_3 \text{O}_8]^-$  - Na  $[\text{Al Si}_3 \text{O}_8]^-$ , dar care conțin ~ 5% Ca  $[\text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8]^{2-}$ . Prin substituții izomorfe, care solicită condiții fizico-chimice bine definite, în rețeaua feldspaților alcalini pot pătrunde ionii de Ba, Ti,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mg, Sr, Pb. Mult mai rar apar și Mn, Li, Rb, Ca, Tl, S. Microclinul din pegmatite poate avea 0,33-0,53%  $\text{Rb}_2\text{O}$ .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  apare ca impurități și ca material de dezamestec fixându-se pe suprafețele de clivaj.

În structura feldspaților alcalini fiecare ion de  $\text{Si}^{4+}$  sau  $\text{Al}^{3+}$  coordonează tetraedric ionii de  $\text{O}^{2-}$ . Distanțele ideale Si - O și Si - Al sunt de 1,610 Å, și respectiv 1,750 Å. Între șirurile Si - Al - O apar cavități interstițiale în care sunt plasați ioni cu rază mare: în principal  $\text{K}^+$  (1,42 Å) și mai puțin  $\text{Na}^+$  (0,97 Å) și  $\text{Ca}^{2+}$  (0,99 Å). Dimensiunile mari ale acestor cationi conduce la o mărire a rețelei (în special în direcția a) și la realizarea

simetriei monoclinice.

Între feldspații alcalini și cei plagioclazi se dezvoltă patru serii izomorfe care sunt stabile în condiții termice diferite:

- sanidină de temperatură ridicată - albit de temperatură ridicată;
- sanidină de temperatură joasă - albit de temperatură ridicată;
- ortoza - albit de temperatură joasă;
- microclin - albit de temperatură joasă.

Prima serie reprezintă o soluție solidă continuă având în interiorul ei o tranziție de la simetria triclinică ( $Ab_{100} - Ab_{63}$ ) la cea monoclinică ( $Ab_{63} - Ab_0$ ).

Termenii triclinici ai seriei, reprezentând compozițiile dintre sanidina bogată în Na și cea bogată în K, definesc anortozele.

Soluția solidă a celei de a doua serie izomorfă este limitată la extreme, termenii compoziției intermediare fiind faze ce se pot separa la scară submicroscopică. În funcție de conținutul de  $Ab_{63}$  seria poate fi împărțită în patru termeni și anume: anortoză, anortoză criptopertitică, sanidină criptopertitică și sanidină.

Limitări stricte sunt caracteristice sariilor izomorfe de temperatură joasă, termenii acestora putând fi separați microscopic: ortoza - micropertit și microclin - micropertit. În cadrul acestor concreșteri au putut fi identificate varietăți microscopice așa cum sunt filonpertitele, fadenpertite și platenpertitele. De asemenea au fost definite varietăți și pentru macropertite, vizibile cu ochiul liber: fleekenpertite, aderpertite, latzpertite. Atunci când în dezamestec predomină componenta albitică, sunt definite antipertitele.

Feldspații plagioclazi formează o serie izomorfă continuă între termenii albit -  $Na Al Si_3 O_8$  - și anortit  $Ca Al_2 Si_2 O_8$ , substituția fiind astfel heterovalentă.

În funcție de temperatura de formare albitul prezintă mai multe varietăți structurale: albit de temperatură înaltă (analbitul), albit de temperatură intermediară și albit de temperatură joasă. Albitele de temperatură medie și joasă au o simetrie triclinică similară cu cea a feldspatului potasic având însă rețeaua deranjată prin ușoara deplasare a șirurilor de tetraedrii în jurul cationilor de  $Na^+$ . Ca urmare apar cele două clivaje perfecte dispuse la  $\sim 90^\circ$ . Albitele de temperatură înaltă au tendința de a realiza o simetrie monoclinică, așa cum se întâlnește la monalbit sau barbierit.

Un fenomen frecvent întâlnit la feldspați este maclarea, care respectă continuitatea rețelei prin planul de maclare. Cele mai frecvente macle ale feldspaților plagioclazi sunt: macla de hemitropie normală, macla periclinului, macla Karlsbad, macla Baveno și macla Manebach, Feldspaților alcalini le sunt caracteristice maclele după legile Karlsbad, Baveno și Manebach.

Clasificarea feldspaților este următoarea:

7.1.1. Feldspați alcalini:	
Sanidină	K $[Al Si_3 O_8]$
Ortoza	K $[Al Si_3 O_8]$
Microclin	K $[Al Si_3 O_8]$
Adular	K $[Al Si_3 O_8]$
Albit	Na $[Al Si_3 O_8]$
Anortoză	(K, Na) $[Al Si_3 O_8]$

7.1.2. Feldspați plagioclazi. Na $[Al Si_3 O_8]$ - Ca $[Al_2 Si_2 O_8]$	
Albit	$Ab_{100} An_0 - Ab_{90} An_{10}$
Oligoclaz	$Ab_{90} An_{10} - Ab_{70} An_{30}$
Andezin	$Ab_{70} An_{30} - Ab_{50} An_{50}$
Labradorit	$Ab_{50} An_{50} - Ab_{30} An_{70}$
Bitownit	$Ab_{30} An_{70} - Ab_{10} An_{90}$
Anortit	$Ab_{10} An_{90} - Ab_0 An_{100}$

7.1.3. Feldspați cu bariu

Celsian	Ba $[Al_2 Si_2 O_8]$
Paracelsian	Ba $[Al_2 Si_2 O_8]$
Hyalofan	Ba $K_2 [Al_4 Si_4 O_{16}]$
Banalsit	Ba $Na_2 [Al_4 Si_4 O_{16}]$

7.1.4. Alte minerale feldspatice

Danburit	Ca $[B_2 Si_2 O_8]$
----------	---------------------

## 7.1.1. FELDSPĂȚII ALCALINI



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 4.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,5642 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,0300 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,1749 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6573 : 1 : 0,5506$ ,  $\beta = 115^\circ 59'$ .

**Celula conține:** 4 K ( $\text{Si}_3\text{Al}$ ) $\text{O}_8$

**Habitus:** cristale izometrice sau prismatice cu fețe dominante (110), (010), (001), (101); uneori sunt de forma unor tablete (010) sau alungite // [100].

**Culoarea:** incolor sau alb; uneori tulbure datorită incluziunilor sau maclării submicroscopice.

**Luciu:** sticlos, sedefos pe planele de clivaj.

**Forme principale și unghiuri:**

$$\begin{array}{ll} (110) \wedge (110) = 61^\circ 16' & (001) \wedge (201) = 80^\circ 07' \\ (130) \wedge (130) = 58^\circ 46' & (001) \wedge (021) = 44^\circ 51' \\ (001) \wedge (101) = 50^\circ 05' & (021) \wedge (021) = 89^\circ 42' \end{array}$$

**Maclă:** Karlbud (plan de maclă (010), acs de maclă [001]); Baveno (plan de maclă (021), acs de maclă  $\perp$  (021)); Manebach (plan de maclă (001), acs de maclă  $\perp$  (001)).

**Clivaj:** (001), (010) perfect;  $(001) \wedge (010) = 90^\circ$ . Separații după (100),  $(\bar{1}10)$ , (110),  $(\bar{2}01)$ .

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

**H = 6 - 6 1/2 ; G = 2,55 - 2,63.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 63,58 - 67,27\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,27\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,35 - 20,24\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,04 - 0,79\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,07\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,65\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 1,56\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,38\%$ ,  $\text{CaO} = 0,06 - 1,54\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,80 - 6,35\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 6,58 - 12,87\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,68\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,40\%$ .

Datorită temperaturii ridicate de formare, sanidina posedă cantități de ioni de  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ , care apar în soluție solidă alături de cei de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  și  $\text{Si}^{4+}$ . Pot apare și mici cantități de  $\text{Li}_2\text{O}$  și  $\text{Rb}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,518 - 1,527$ ,  $\beta = 1,522 - 1,532$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,534$ .  $\Delta = 0,006 - 0,007$ .  $\alpha \wedge (001) = 5^\circ - 9^\circ$ . Biax negativ.  $2 V_\alpha = 18^\circ - 54^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 426 m,l; 463 i; 546 m; 584 p; 638 m; 724 s,l; 775 l,i; 1026 - 1060 fp,l; 1090 i; 1113 - 1130 m,l.

**Difractometria de raze X:**

High - sanidina (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,48/20/(020), (110); 5,806/3/( $\bar{1}11$ ); 4,118/25/( $\bar{2}01$ ); 3,880/12/(111); 3,746/35/(130), (200); 3,600/4/( $\bar{1}31$ ); 3,453/12/( $\bar{2}21$ ), ( $\bar{1}12$ ); 3,245/100/( $\bar{2}02$ ), (040), (220); 3,212/40/(002); 2,962/12/(131); 2,90/10/( $\bar{2}22$ ), (041); 2,757/5/( $\bar{1}32$ ); 2,547/15/( $\bar{3}12$ ), ( $\bar{2}41$ ); 2,50/4/(221), (112), (150), (240); 2,410/4/( $\bar{1}51$ ); 2,334/3/( $\bar{3}31$ ); 2,161/20/(060), (330).

**Sinonim:** ortoclaz. Dimorf cu microclinul**Varietăți:** adular, sanidină, valencianit, riocolit, isortoz, loxoclaz (natron-ortoclaz), murchisonit**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.**Clasa:** 2/m.**Grupa spațială:** C 2/m.**Z** = 4.**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,5616 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,9962 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,1934 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6588 : 1 : 0,5535$ ,  $\beta = 116^\circ 09'$ .**Habitus:** cristale scurt prismatice, uneori cu aspect pseudorombic sau pseudotetragonal. Poate fi și tabular, aplatizat // [010]. De obicei apare masiv, granular, lamelar sau criptocristalin. Riocolitul este o varietate transparentă cu cristale aplatizate după (010). Fețele din zona (110), (130), (010) sunt striate // [001].**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, roșietic, verzui. Varietatea denumită murchisonit are o culoare roșietică având reflexe galben-aurii în direcția perpendiculară pe (010). Adularul este incolor sau puțin colorat, strălucitor, transparent sau semitransparent.**Urma:** albă**Luciu:** sticlos sau perlat. Transparent până la translucid.**Forme principale și unghiuri:**

$$(110) \wedge (110) = 61^\circ 16' \quad (001) \wedge (201) = 80^\circ 07'$$

$$(130) \wedge (130) = 58^\circ 46' \quad (001) \wedge (021) = 44^\circ 51'$$

$$(001) \wedge (101) = 50^\circ 05' \quad (021) \wedge (021) = 89^\circ 42'$$

**Macle:** foarte comune, simple, multiple și repetate. Cele mai frecvente sunt maciele de tip Karlsbad (plan de maclă (010), acs de maclă [001], Baveno (plan de maclă (021), acs de maclă  $\perp$  (021)), Manebach (plan de maclă (001), acs de maclă  $\perp$  (001)).**Clivaj:** (001) și (010) perfect. Separații după (100), (110), ( $\bar{1}10$ ), ( $\bar{2}01$ ).**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.**H** = 6 - 6 1/2 ; **G** = 2,55 - 2,63.**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 63,01 - 65,76\%$ ,  $TiO_2 = 0,00 - 0,08\%$ ,  $Al_2O_3 = 18,82 - 20,84\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,08 - 0,64\%$ ,  $FeO = 0,00 - \text{urme}$ ;  $MgO = 0,00 - 0,19\%$ ,  $BaO = 0,00 - 0,50\%$ ,  $CaO = 0,14 - 1,19\%$ ,  $Na_2O = 0,80 - 8,44\%$ ,  $K_2O = 3,29 - 15,60\%$ ,  $H_2O + = 0,00 - 0,38\%$ ,  $H_2O - = 0,00 - 0,08\%$ . K poate fi înlocuit prin Na, uneori ultimul cation devenind mai important, ceea ce definește varietatea denumită natron-ortoclaz. Varietatea loxoclaz conține până la 7,56  $Na_2O$ .**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,518 - 1,529$ ,  $\beta = 1,522 - 1,533$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,539$ ,  $\Delta = 0,006 - 0,010$ .  $\alpha \wedge (001) = 5^\circ - 19^\circ$ .  $2 V_\alpha = 33^\circ - 103^\circ$ . P.A.O. este cuprins în zona (001) / (100). Dispersia:  $r \gtrsim v$ .**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

Ortoza: 434 p; 460 - 477 l,i; 515 i; 541 m; 588 p; 613 i; 648 p; (726 m + 767 m)d; 1040 fp,l; 1138 - 1150 m,l.

Adular: 438 p; 540 p; 585 p,l; 645 m; 725 m; 782 i; 1000 i; 1040 - 1060 fp,l; 1130 - 1150 p,l.

**Difractometria de raze X:**

Ortoza: 6,44/60; 5,86/20; 4,25/30; 4,02/90; 3,80/80; 3,493/20; 3,331/70; 3,183/100; 2,995/70; 2,929/70; 2,831/60; 2,645/60; 2,534/70; 2,470/60; 2,390/60; 2,286/70; 2,130/40; 2,097/70; 1,991/60; 1,908/60; 1,857/60; 1,820/70; 1,774/70; 1,728/70; 1,686/30; 1,595/60; 1,568/60; 1,534/60; 1,493/60; 1,454/80; 1,423/60; 1,373/70.

Adular: (radiație Fe): 4,68/20; 4,21/60; 3,94/10; 3,77/40; 3,61/20; 3,480/20; 3,313/100; 3,227/80; 2,995/40; 2,901/20; 2,763/20; 2,560/60; 2,378/20; 2,319/10; 2,263/10; 2,165/40; 2,119/20; 2,050/10; 1,919/20; 1,968/20; 1,915/20; 1,881/10; 1,848/20; 1,792/80; 1,768/20; 1,740/10; 1,718/10; 1,690/10; 1,671/10; 1,643/10; 1,622/20; 1,589/10; 1,565/20; 1,532/20; 1,510/20; 1,490/60; 1,474/10; 1,447/20; 1,435/20; 1,422/10; 1,402/20; 1,381/20; 1,345/10; 1,334/20; 1,312/10; 1,294/10; 1,284/20; 1,273/20; 1,264/20; 1,253/20.

**MICROCLIN :  $K[AlSi_3O_8]$** *Dimorf cu ortoza**Varietate: amazonit, de culoare verde***Sistemul de cristalizare:** triclinic.**Clasa:**  $\bar{1}$ .**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .**Z = 4.****Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,58 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,22 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6615 : 1 : 0,5567$ ;  $\alpha = 90^\circ 38,5'$ ,  $\beta = 115^\circ 56'$ ,  $\gamma = 87^\circ 41'$ .**Habitus:** cristale scurt prismatice, aproape izometrice; se întâlnesc și cristale tabulare, turtite de-a lungul axei [010]. Frecvent apare masiv, compact, granular.**Culoarea:** alb, cenușiu, gălbui, roșcat, verzui. Coloritul este mai intens în zonele marginale de unde pornesc vinișoare sau pete neuniforme către centrul cristalelor. Varietatea de culoare verde poartă denumirea de amazonit.**Urma:** albă.**Luciu:** sticlos; sedefos sau perlat pe suprafața de clivaj. Transparent sau translucid.**Macle:** foarte comune de tip polisintetic, Karlsbad, Manebach, Baveno ș.a. Microscopic se recunosc unele lamele maclate după legea albitului și altele după legea periclinului (paralele cu muchia (001) / (101). Formează structuri specifice cu albitul (dezvoltat în fâșii) denumite pertite sau antipertite.**Clivaj:** (001) și (010) perfect. Separații după (100), (110),  $(\bar{1}10)$ ,  $(\bar{2}01)$ .**Spărtura:** neregulată. Casant.**H = 6 - 6 1/2 ; G = 2,55 - 2,63.****Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 61,56 - 65,90\%$ ,  $TiO_2 = 0,00 - 0,01\%$ ,  $Al_2O_3 = 17,80 - 21,40\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,10 - 1,03\%$ ,  $FeO = 0,00 - 0,24\%$ ,  $MnO = 0,00 - 0,01\%$ ,  $MgO = 0,00 - 0,12\%$ ,  $BaO = 0,00 - 0,98\%$ ,  $CaO = 0,02 - 1,51\%$ ,  $Na_2O = 0,38 - 7,12\%$ ,  $K_2O = 6,20 - 16,07\%$ ,  $H_2O^+ = 0,19 - 0,64\%$ ,  $H_2O^- = 0,00 - 0,20\%$ . Conține întotdeauna mici cantități de  $Na_2O$ , care cresc la amazonit. Se cunosc și varietăți care conțin  $Rb_2O (< 3,30\%)$ ,  $Ca_2O (< 0,60\%)$ ,  $Li_2O (< 0,34\%)$ .**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,514 - 1,529$ ,  $\beta = 1,518 - 1,533$ ,  $\gamma = 1,521 - 1,529$ ,  $\Delta = 0,007 - 0,010$ .  $\alpha \wedge (001) = 15^\circ - 20^\circ$ .Biax negativ.  $2 V_\alpha = 66^\circ - 103^\circ$ . Dispersia:  $r \geq v$ .**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 330 p; 380 i; 428 fp; 466 i; 533 - 545 s.a; 585 m; 606 i; 647 s; 668 i?; (729 s + 772 s)d; 828; 1018 fp; 1050 m,i; 1088 i; 1134 m; 1325 s; 1640 s.**Difractometria de raze X (radiație  $FeK_\alpha$ ):** 6,46/20/( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (001), (020); 5,91/10/( $1\bar{1}\bar{1}$ ); 4,62/10/(021); 4,21/60/( $20\bar{1}$ ); 3,98/30/(111); 3,92/10/( $\bar{1}\bar{1}1$ ); 3,83/50/(200), (130); 3,71/40/( $\bar{1}\bar{3}0$ ); 3,64/10/( $13\bar{1}$ ); 3,57/20/( $22\bar{1}$ ), ( $\bar{1}31$ ); 3,48/50/( $11\bar{2}$ ), ( $\bar{2}21$ ), ( $\bar{1}12$ ); 3,366/50/(220); 3,290/40/( $20\bar{2}$ ); 3,244/100/( $\bar{2}\bar{2}0$ ), (002), (040); 3,025/40/(131); 2,964/50/( $22\bar{2}$ ), ( $\bar{1}\bar{3}1$ ); 2,902/50/(022), ( $02\bar{2}$ ), (041), ( $\bar{2}22$ ), ( $04\bar{1}$ ); 2,772/10/( $13\bar{2}$ ); 2,759/20/( $\bar{3}11$ ), ( $\bar{1}32$ ); 2,620/30/( $31\bar{2}$ ), ( $24\bar{1}$ ), (221); 2,572/20/(112); 2,531/30/(310), (240), ( $\bar{2}41$ ); 2,497/10/( $3\bar{1}0$ ); 2,429/10/( $\bar{2}40$ ), ( $\bar{1}50$ ), ( $\bar{1}\bar{5}1$ ), ( $33\bar{1}$ ); 2,391/10/( $\bar{1}51$ ), ( $20\bar{3}$ ); 2,333/10/( $\bar{3}31$ ), ( $11\bar{3}$ ), ( $\bar{1}13$ ); 2,228/5/( $\bar{3}32$ ), (151), ( $\bar{2}23$ ); 2,161/50/(241), (060).**ANORTOZA :  $(K,Na)[AlSi_3O_8]$** *Varietate: analbit***Sistemul de cristalizare:** triclinic.**Clasa:**  $\bar{1}$ .**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .**Z = 4.****Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,2 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,8 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,1 \text{ \AA}$ .



**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6406 : 1 : 0,5547$ ,  $\beta = 116^\circ$ .

**Habitus:** cristale scort prismatice; uneori izometrice cu aspect pseudorombic sau pseudotetragonal. Apare și tabular, aplatizat pe [010]. Frecvent apare masiv, compact, granular, lamelar sau criptocristalin.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, roșcat, verzui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent spre translucid.

**Forme principale:** (110), (110) și (201).

**Macle:** frecvente; simple, multiple sau repetate după legile Karlsbad, Baveno și Manebach. Caracteristică este combinarea tipului albit și tipului lamelar perechi; spre deosebire de microclin, benzile de albit sunt deosebit de înguste. La anortoză planul de macle a tipului periclin are un unghi de  $75^\circ - 78^\circ$  cu (001) și (010). Se întâlnește și maclearea pe o axă  $\perp (\bar{2}01)$ .

**Clivaj:** (001) și (010) perfect. Separații după (100), (110),  $(\bar{1}10)$  și  $(\bar{2}01)$ .

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,56 - 2,62$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 62,49 - 66,97\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,08\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,75 - 21,14\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,08 - 0,78\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 1,31\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,43\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,53\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,29\%$ ,  $\text{CaO} = 0,22 - 3,76\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 6,94 - 8,43\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 2,01 - 5,39\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,01 - 0,27\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,03 - 0,10\%$ . Din punct de vedere chimic, se apropie mai mult de albit decât de ortoză. Varietatea care conține mai mult de 10% K [ $\text{Al Si}_3\text{O}_8$ ] poartă denumirea de analbit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,519 - 1,523$ ,  $\beta = 1,524 - 1,528$ ,  $\gamma = 1,527 - 1,529$ .  $\Delta = 0,0060 - 0,0078$ .  $\alpha \wedge (001) = 5^\circ - 10^\circ$ .

Biax negativ.  $2 V_\alpha = 42^\circ - 60^\circ$ . Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 720 fs,l; 775 fs,l; 1040 fp,l; 1115 p,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,49/13/( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (020); 6,42/11/(110), (001); 5,83/1/( $1\bar{1}\bar{1}$ ); 5,78/1/( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ); 4,106/15/(201); 3,895/7/( $1\bar{1}\bar{1}$ ); 3,854/7/(111); 3,768/13/( $\bar{1}\bar{3}0$ ); 3,726/13/(200), (130); 3,622/3/( $1\bar{3}\bar{1}$ ); 3,590/3/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 3,467/7/( $1\bar{1}\bar{2}$ ), ( $\bar{2}\bar{2}\bar{1}$ ); 3,440/7/( $1\bar{1}\bar{2}$ ); 3,243/90/( $\bar{2}\bar{2}0$ ), (040), (202); 3,211/100/(220), (002); 2,987/7/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 2,931/7/(131), (041), (222); 2,905/5/( $0\bar{2}\bar{2}$ ); 2,780/1; 2,734/3; 2,547/9; 2,436/1; 2,327/3; 2,162/15; 2,140/1; 1,924/1; 1,874/3; 1,861/3; 1,825/5; 1,786/7.

## 7.2.1. FELDSPAȚI PLAGIOCLAZI

A L B I T (HIGH - TEMPERATURE) :  $\text{Na}[\text{Al Si}_3\text{O}_8]$

*Varietăți:* cleavelandit, periclin, peristerit

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	High temperature	Low - temperature
$a_0$ (Å)	8,15	8,14
$b_0$ (Å)	12,88	12,79
$c_0$ (Å)	7,11	7,16
$a_0 : b_0 : c_0$	0,6328 : 1 : 0,5520	0,6364 : 1 : 0,5598
$\alpha$	$93^\circ 22'$	$94^\circ 20'$
$\beta$	$116^\circ 18'$	$116^\circ 34'$
$\gamma$	$90^\circ 17'$	$87^\circ 39'$

**Habitus:** cristale tabulare, aplatizate în lungul axei b, uneori plate. De obicei masiv, lamelar sau granular; unele lamele pot fi curbate sau formează agregate divergente. Mai rar apar prismatice alungite, paralel cu axele a sau c.

**Culoarea:** alb sau incolor; uneori poate fi albastrii, cenușiu-roșcat, verzui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, uneori perlat. Transparent sau translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (110), (1 $\bar{1}$ 0), (001), ( $\bar{1}$ 10), (011), (010), ( $\bar{1}$ 01), ( $\bar{2}$ 01), (403), (1 $\bar{1}$ 1), (130), ( $\bar{1}$ 30), ( $\bar{1}$ 11), (021), ( $\bar{0}$ 21), (11 $\bar{1}$ ). (001)  $\wedge$  (010) = 93°34'.

**Macie:** foarte frecvente, simple, multiple și repetate. Cele mai des întâlnite sunt maciele de hemitropie normală, denumită macla albitului (plan de maclă (010) și aks de maclă  $\perp$  (010), precum și maciele periclinului, Karlsbad, Baveno și Manebach.

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun și (110) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6 - 6\frac{1}{2}$ ;  $G = 2,60 - 2,63$ .

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 65,94 - 68,57%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,01%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 18,97 - 21,00%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,58%, FeO = 0,00 - 0,02%, MnO = 0,00 - 0,14%, MgO = 0,00 - 0,38%, CaO = 0,00 - 1,54%, Na<sub>2</sub>O = 9,53 - 11,69%, K<sub>2</sub>O = 0,03 - 2,14%, H<sub>2</sub>O + = 0,01 - 0,30%, H<sub>2</sub>O - = 0,01 - 0,30%. Peristeritul posedă o substituție mai mare de Si<sup>4+</sup> prin Al<sup>3+</sup>, ceea ce presupune o cantitate mai mare de Ca<sup>2+</sup> și mai mică de Na<sup>+</sup> și K<sup>+</sup>. Limitele de compoziție a două probe de peristerit sunt: SiO<sub>2</sub> = 65,62 - 66,16%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 21,38 - 21,72%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,33%, CaO = 1,14 - 1,48%, Na<sub>2</sub>O = 10,43 - 10,54%, K<sub>2</sub>O = 0,34 - 0,64%, H<sub>2</sub>O = 0,13 - 0,19%. Cleavelanditul este albitul lamelar, întâlnit în pegmatite și care posedă mici cantități de Li, Be, Cs și Ta. Periclinul posedă un habitus alungit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

	High albite	Low albite
$\alpha$	1,527	1,527
$\beta$	1,532	1,531
$\gamma$	1,534	1,538
$\Delta$	0,007	0,010
2 V	45°(-)	77°(+)
Dispersia	r < v	r < v

P.A.O.  $\wedge$  [001] = 96°16'. Extincția în planul (001) este de +5°, iar pe (010) de +20°.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 425 m; 460 m; 470 i; 533 m; 587 m; 610 i; 647 p; 722 m; 744 m; 761 s; 787 m; 990 - 1004 fp; 1028 - 1045 m; 1100 m; 1133 m; 1150 - 1165 m,l

**Difracțometria de raze X:**

High - albit (radiație CuK $\alpha$ , filtru Ni): 6,428/7/(020); 6,357/9/(001); 5,841/1/(11 $\bar{1}$ ); 5,666/1/( $\bar{1}$ 11); 4,690/1/(0 $\bar{2}$ 1); 4,040/15/(20 $\bar{1}$ ); 3,881/11/(1 $\bar{1}$ 1); 3,752/30/(1 $\bar{3}$ 0); 3,639/11/(130); 3,476/5/(11 $\bar{2}$ ); 3,370/7/( $\bar{1}$ 12); 3,211/30/(040); 3,176/100/(002); 3,129/11/(220); 3,016/7/(1 $\bar{3}$ 1); 2,950/9/(04 $\bar{1}$ ); 2,927/11/(02 $\bar{2}$ ); 2,917/17/(22 $\bar{2}$ ); 2,830/11/(131); 2,654/3/( $\bar{1}$ 32); 2,518/7/(24 $\bar{1}$ ); 2,506/7/( $\bar{2}$ 41); 2,450/1/(112); 2,369/3/(240); 2,301/1/( $\bar{3}$ 31); 2,281/1/(33 $\bar{1}$ ); 2,266/1/( $\bar{1}$ 13); 2,245/1/(1 $\bar{3}$ 2); 2,182/1/(042); 2,140/7/(060); 2,120/5/(003); 2,100/3/(151); 1,987/1/(311); 1,941/1/(2 $\bar{2}$ 2); 1,924/1/( $\bar{4}$ 22); 1,873/5/(222); 1,850/1/(40 $\bar{3}$ ); 1,826/7/(1 $\bar{1}$ 3)

Law - albit (radiație MoK, filtru ZrO<sub>2</sub>): 6,4/8; 4,05/35; 3,80/16; 3,66/25; 3,20/100; 2,96/25; 2,65/2; 2,56/12; 2,44/14; 2,32/12; 2,18/6; 2,13/12; 1,99/8; 1,90/12; 1,83/18; 1,80/8; 1,73/8; 1,67/6; 1,58/12; 1,50/8; 1,46/16; 1,43/16; 1,38/8; 1,35/14; 1,27/14; 1,22/12; 1,20/14; 1,17/8; 1,14/6; 1,05/4; 1,01/2; 0,96/4; 0,91/2; 0,90/2; 0,88/2.

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,163 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,875 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,107 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6340 : 1 : 0,552$ ,  $\alpha = 93^\circ 31'$ ,  $\beta = 116^\circ 26'$ ,  $\gamma = 89^\circ 31'$ .

**Habitus:** cristale tabulare rare, alungite // [010]. De obicei apare masiv, fiind lamelar, compact sau granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu; mai rar verzui, gălbui, brun, roșcat. Uneori prezintă reflexe strălucitoare datorită incluziunilor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (001), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (011), (010), ( $\bar{1}01$ ), ( $\bar{2}01$ ), (403), ( $1\bar{1}\bar{1}$ ), (130), ( $\bar{1}\bar{3}0$ ), ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ), ( $0\bar{2}1$ ), ( $1\bar{1}\bar{1}$ ), (001)  $\wedge$  (010) =  $93^\circ 42'$ .

**Macle:** frecvente, simple, multiple și repetate de tipul albitului sau Karlsbad (plan de maclă (010) și axul de maclă c).

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,63 - 2,67$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 60,85 - 64,92\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 21,34 - 24,44\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,91\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,32\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,01\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,40\%$ ,  $\text{CaO} = 2,18 - 5,81\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 7,38 - 10,15\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,05 - 1,49\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,03\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,03 - 0,56\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00 - 0,38\%$ . Poate avea lamele de oligist interpuse în crăpături, ceea ce îi conferă irizații.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,5585$ ,  $\beta = 1,5428$ ,  $\gamma = 1,5465$ .  $\Delta = 0,008$ . Biax negativ.  $2V = 82^\circ$ . Extincție pe fața (001) este de  $0^\circ - 2^\circ$ , iar pe fața (010) de  $6^\circ$ . P.A.O. variază în apropierea feței (001). Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 m; 470 m; 538 m; 590 m,l; 643 m; (724 s + 744 s + 789 s)c; (995 fp + 1010 fp + 1040 fp)t; (1102 m,l + 1160 m,l)d; 1330 fs; 1640 s.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 6,43/50/(020); 4,69/60/( $0\bar{2}\bar{1}$ ); 4,02/80/( $20\bar{1}$ ); 3,88/50/( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ ); 3,74/80/( $\bar{1}\bar{3}0$ ); 3,68/30/(111); 3,63/70/(130); 3,46/40/(112); 3,41/30/( $2\bar{2}\bar{1}$ ); 3,36/60/( $\bar{1}\bar{1}\bar{2}$ ); 3,26/30/( $\bar{2}\bar{2}0$ ); 3,20/100/(040); 3,17/80/(002); 3,12/70/(220); 3,01/60/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 2,94/70/( $0\bar{4}\bar{1}$ ); 2,91/60/( $2\bar{2}\bar{2}$ ); 2,65/50/( $\bar{1}\bar{3}\bar{2}$ ); 2,52/70/( $1\bar{1}\bar{2}$ ).

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,14 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,86 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6330 : 1 : 0,5575$ ,  $\alpha = 93^\circ 26'$ ;  $\beta = 116^\circ 28'$ ,  $\gamma = 89^\circ 59'$ .

**Habitus:** cristale tabulare întâlnite rar, aplatizate paralel cu axul [010]. De obicei apare în formațiuni masive cu aspect clivabil, granular sau compact.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (001), (011), (010), ( $\bar{1}01$ ), ( $\bar{2}01$ ), (201), (130), ( $\bar{1}\bar{3}0$ ), ( $\bar{1}\bar{1}1$ ), ( $\bar{1}\bar{1}1$ ), ( $1\bar{1}\bar{1}$ ), (021), ( $0\bar{2}\bar{1}$ ), (001)  $\wedge$  (010) = 93°50'.

**Macle:** frecvente realizate după legile albitului (plan de maclă (010) și axul de maclă  $\perp$  (010)), periclinului și Karlsbad (plan de maclă (010) și axul de maclă c).

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun și (110) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6-6\frac{1}{2}$ ;  $G = 2,66-2,68$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 56,10-62,94\%$ ,  $TiO_2 = 0,00-0,16\%$ ,  $Al_2O_3 = 22,04-27,66\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,04-0,92\%$ ,  $FeO = 0,00-0,45\%$ ,  $MnO = 0,00-0,03\%$ ,  $MgO = 0,00-0,74\%$ ,  $CaO = 6,31-9,70\%$ ,  $Na_2O = 5,48-8,12\%$ ,  $K_2O = 0,12-1,10\%$ ,  $SrO = 0,00-0,41\%$ ,  $BaO = 0,00-0,01\%$ ,  $H_2O^+ = 0,00-0,32\%$ ,  $H_2O^- = 0,00-0,09\%$ .

Sunt citate și probe care conțin  $P_2O_5 (< 0,04\%)$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,5500$ ,  $\beta = 1,5533$ ,  $\gamma = 1,5570$ .

$\Delta = 0,007$ . Biax pozitiv.  $2V = 76^\circ - 86^\circ$ . Extincția pe fața (010) este de  $0^\circ$ , iar pe fața (001) de  $2^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 i; 463 i; 540 p; 582 fp; 633 p; 745 p.l; 1005 fp; 1025 fp; 1100 l,i; 1145 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CoK_\alpha$ , filtru Fe): 6,41/50/(001); 5,86/20/( $1\bar{1}\bar{1}$ ); 5,66/20/( $\bar{1}\bar{1}1$ ); 4,68/20/( $0\bar{2}\bar{1}$ ); 4,04/80/( $2\bar{0}\bar{1}$ ); 3,88/50/( $1\bar{1}\bar{1}$ ); 3,76/70/(111); 3,72/60/( $\bar{1}\bar{3}0$ ); 3,65/70/( $1\bar{3}\bar{1}$ ); 3,47/50/( $1\bar{1}\bar{2}$ ); 3,44/40/( $2\bar{2}\bar{1}$ ); 3,37/60/( $\bar{1}\bar{1}2$ ); 3,21/100/(040); 3,18/90/(002); 3,14/70/(220); 3,00/60/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 2,93/70/( $0\bar{4}\bar{1}$ ); 2,84/60/(131); 2,65/50/( $\bar{1}\bar{3}2$ ); 2,53/70/( $2\bar{4}\bar{1}$ ); 2,49/60/( $\bar{2}41$ ).

L A B R A D O R I T : m Ca  $Al_2Si_2O_8$  cu n Na Al  $Si_3O_8$  sau  $Al_{50}An_{50}$  până la  $Ab_{30}An_{70}$

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:** C  $\bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,176 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,865 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,102 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6355 : 1 : 0,5520$ ,  $\alpha = 93^\circ 26'$ ,  $\beta = 116^\circ 6'$ ,  $\gamma = 90^\circ 15'$ .

**Habitus:** cristale izolate se întâlnesc rar, fiind tabulare, aplatizate în lungul [010]. Frecvent apare masiv, unde materialul poate fi granular, compact sau clivabil.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu. Frecvent arată irizații în nuanțe de albastru, verde, galben și cenușiu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid

**Forme principale și unghiuri:** (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (001), (011), (010), ( $\bar{2}01$ ), (111); (001)  $\wedge$  (010) = 93°57'

**Macle:** frecvente, realizate după legile Karlsbad (plan de maclă (010) și axul de maclă  $\perp$  (010)). Se mai întâlnesc și maclele de tip Baveno și Manebach. Sunt citate și macla Manebach Aclin A (cu planul de maclă (001) și axul de maclă  $\perp$  [010]), precum și macla albit-Ala B.

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6-6\frac{1}{2}$ ;  $G = 2,69-2,72$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 51,94-56,18\%$ ,  $TiO_2 = 0,00-0,11\%$ ,  $Al_2O_3 = 27,14-30,22\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,05-1,22\%$ ,  $FeO = 0,00-0,25\%$ ,  $MgO = 0,00-0,18\%$ ,  $CaO = 10,35-13,00\%$ ,  $Na_2O = 3,64-5,57\%$ ,  $K_2O = 0,13-1,02\%$ ,  $Ba = 0,00-0,05\%$ ,  $Sr = 0,00-0,19\%$ ,  $H_2O^+ = 0,00-0,40\%$ ,  $H_2O^- = 0,00-0,08\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,5398$ ,  $\beta = 1,5629$ ,  $\gamma = 1,5678$

$\Delta = 0,008$ . Biax pozitiv.  $2V = 75^\circ - 90^\circ$ .

Extincția pe față (010) este de 16°- 28°, iar pe față (001) este de 5°- 14°. Unghiul de extincție în zona normală la (010) este de 29°- 40°. Dispersia:  $r < v$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 i; 468 i; 535 i; 573 m; 620 i; 750 s; 778 i; 950 i,l; 1000 fp,l; 1028 i; 1100 i; 1136 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 6,48/40/( $\bar{1}\bar{1}0$ ); 4,68/40/( $0\bar{2}1$ ); 4,04/80/( $20\bar{1}$ ); 3,89/50/( $\bar{1}\bar{1}1$ ); 3,75/80/(111); 3,64/70/( $1\bar{3}\bar{1}$ ); 3,47/50/( $1\bar{1}\bar{2}$ ); 3,43/30/( $2\bar{2}\bar{1}$ ); 3,37/60/( $\bar{1}\bar{1}2$ ); 3,26/50?; 3,23/80/( $\bar{2}\bar{2}0$ ); 3,20/100/(040); 3,18/90/(002); 3,14/70/(220); 3,02/60/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 2,95/70/( $0\bar{4}\bar{1}$ ); 2,66/60/( $\bar{1}\bar{3}2$ ); 2,53/70/( $2\bar{4}\bar{1}$ ); 2,51/60/( $\bar{2}\bar{4}\bar{1}$ ).

**BYTOWNIT** :  $m \text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  cu  $n \text{Na Al Si}_3\text{O}_8$  sau  $\text{Ab}_{30}\text{An}_{70}$  până la  $\text{Ab}_{10}\text{An}_{90}$

*Varietate: maskelynit, sticlos, izotrop*

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $C \bar{1}$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,17 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,86 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6353 : 1 : 0,5521$ ,  $\alpha = 93^\circ 20'$ ;  $\beta = 116^\circ$ ,  $\gamma = 90^\circ 41'$ .

**Habitus:** rareori se întâlnesc cristale tabulare, aplatizate paralel cu axa [010]. Frecvent apare masiv, materialul fiind granular, clivabil sau compact.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Urma:** alb.

**Luciu:** sticlos. transparent până la translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (110), ( $\bar{1}\bar{1}0$ ), (001), (011), (010), ( $\bar{2}01$ ), (111), (001)  $\wedge$  (010) =  $94^\circ 04'$ .

**Macle:** frecvente respectându-se legile Karlsbad (plan de maclă (010) și axul de maclă c), periclinului și albitului (plan de maclă (010) și axul de maclă  $\perp$  (010)).

**Clivaj:** (001) frecvent, (010) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,72 - 2,74$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 45,16 - 51,09\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,06\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30,99 - 34 - 36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{urme} - 0,88\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,21\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,38\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00 - 0,01\%$ ,  $\text{CaO} = 13,83 - 17,92\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,18 - 3,36\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = \text{urme} - 0,29\%$ ,  $\text{Ba} = 0,00 - 0,03\%$ ,  $\text{Sr} = 0,00 - 0,18\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00 - 0,71\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00 - 0,34\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,5670$ ,  $\beta = 1,5720$ ,  $\gamma = 1,5760$ ,  $\Delta = 0,009$ . Biax negativ  $2V = 77^\circ - 90^\circ$ . Extincția pe față (010) este de  $28^\circ - 36^\circ$ , iar pe (001) de  $14^\circ - 30^\circ$ . Unghiul de extincție maxim este de  $40^\circ - 57^\circ$  în zona normală la (010).

Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 540 p; 578 p; 624 p; 680 i; 730 p; 750 i; 928 fp; 950 i,l; 990 i; 1010 - 1027 p; 1096 m; 1144 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 6,52/40/( $\bar{1}\bar{1}0$ ); 4,69/50/( $0\bar{2}1$ ); 4,03/80/( $20\bar{1}$ ); 3,89/50/( $\bar{1}\bar{1}1$ ); 3,75/80/(111); 3,62/70/( $1\bar{3}\bar{1}$ ); 3,46/50/( $1\bar{1}\bar{2}$ ); 3,41/40/( $2\bar{2}\bar{1}$ ); 3,36/60/( $\bar{1}\bar{1}2$ ); 3,26/50?; 3,23/50/( $\bar{2}\bar{2}0$ ); 3,20/100/(040); 3,17/80/(002); 3,12/60/(220); 3,02/50/( $\bar{1}\bar{3}\bar{1}$ ); 2,94/70/( $0\bar{4}\bar{1}$ ); 2,92/50/( $0\bar{2}2$ ); 2,65/60/( $\bar{1}\bar{3}2$ ); 2,52/70/( $\bar{2}\bar{4}\bar{1}$ ).

*Sinonim: indianit*

**Sistemul de cristalizare:** triclinic.

**Clasa:**  $\bar{1}$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{1}$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,18 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,88 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,16 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6351 : 1 : 1,0994$ ,  $\alpha = 93^\circ 10'$ ,  $\beta = 115^\circ 51'$ ,  $\gamma = 91^\circ 13'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice. Apare de asemenea masiv, având structura granulară, lamelară; mase clivabile.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (001), (010), (100), (110),  $(\bar{1}10)$ , (130),  $(\bar{1}30)$ , (201), (101), (02 $\bar{1}$ ), (021), (011), (111), (11 $\bar{1}$ ), (221),  $(\bar{2}41)$ ,  $(\bar{2}03)$ ,  $(\bar{1}0\bar{1})$ ,  $(\bar{2}01)$ , (023), (061),  $(\bar{1}11)$ , (001)  $\wedge$  (010) =  $94^\circ 12'$ .

**Macle:** foarte frecvente realizate după legile Karlsbad (plan de maclă (010) și axul de maclă c), Manebach, Baveno, albitului (plan de maclă (010) și axul de maclă  $\perp$  (010)) și periclinului.

**Clivaj:** (001) perfect, (010) bun, (110) slab.

**Spărtura:** neregulată sau concoidală. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,74 - 2,76$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 43,54 - 45,88\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00 - 0,04\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 34,31 - 36,16\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,08 - 0,83\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00 - 0,08\%$ ;  $\text{MgO} = 0,00 - 0,33\%$ ,  $\text{CaO} = 17,41 - 19,53\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,22 - 0,98\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,42\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,20 - 0,59\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 0,06 - 0,10\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,5755$ ,  $\beta = 1,5832$ ,  $\gamma = 1,5885$ .  $\Delta = 0,013$ . Biax negativ.  $2V = 78^\circ$ . Extincția pe (010) este  $37^\circ - 40^\circ$ , iar pe (001) este de  $30^\circ - 39^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 433 i; 470 s,l; 454 s; 538 m; 570 m; 603 i; 622 m; 664m; 728 m; 757 m; 773 i; 926 fp,l; 948 i; 987 i,l; 1015 i,l; 1081 m; 1035-1060 p; 1440 s,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CoK}_\alpha$ , filtru Fe): 6,56/40/( $\bar{1}\bar{1}0$ ); 4,70/60/(0 $\bar{2}1$ ); 4,04/70/(20 $\bar{1}$ ); 3,92/50/(1 $\bar{1}1$ ); 3,78/70/(1 $\bar{3}0$ ); 3,75/50/(111); 3,62/70/(1 $\bar{3}\bar{1}$ ); 3,46/50/(11 $\bar{2}$ ); 3,40/30/(22 $\bar{1}$ ); 3,36/60/( $\bar{1}12$ ); 3,26/80/( $\bar{2}20$ ); 3,20/100/(040); 3,17/80/(002); 3,12/70/(220); 3,04/60/(1 $\bar{3}1$ ); 2,95/70/(0 $\bar{4}1$ ); 2,93/50/(0 $\bar{2}2$ ); 2,89/50/(2 $\bar{2}2$ ); 2,83/60/(131); 2,65/60/( $\bar{1}32$ ).

### 7.1.3. FELDSPAȚII CU BARIU

CELSIAN :  $\text{Ba} [\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

*Dimorf cu paracelsianul*

*Varietăți: kasoit, conține K*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $I 2_1/c$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,627 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,045 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 14,408 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6613 : 1 : 1,1045$ ,  $\beta = 115,2^\circ$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatice cu fețele de prismă proeminente. Apare masiv și cu structură clivabilă.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Macle:** frecvente de tipul Karlsbad, Manebach și Baveno.

**Clivaj:** (001) perfect. (010 bun. (110) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 3,10-3,45$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 32,68-35,10\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,08\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,20-27,28\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-2,24\%$   
 $\text{MnO} = 0,00-0,13\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,26\%$ ,  $\text{Ba} = 35,80-38,94\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,12\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,12\%$ ,  
 $\text{K}_2\text{O} = 0,00-2,30\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-0,08\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-0,05\%$ .

Există și varietăți cu conținut ridicat în Ca (~ 4,00% CaO) denumite calciocelsian precum și unele cu conținut ridicat în K (~ 1,4%  $\text{K}_2\text{O}$ ) denumite kasoit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție  $\alpha = 1,579-1,587$ ,  $\beta = 1,583-1,593$ ,  $\gamma = 1,588-1,600$ .  $\Delta = 0,009-0,013$ .  $\alpha \wedge c = 3-5^\circ$ .

Biax pozitiv.  $2V\gamma = 83^\circ - 92^\circ$ . P.A.O. // (010).  $\beta = b$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație Cu, nefiltrată): 6,39/40/(020); 4,57/20/(021); 3,77/30/(130); 3,44/60/(112); 3,33/70/(220),(202); 3,24/70/(040),(002); 3,00/70/(131); 2,509/40/(041),(022); 2,2,758/50/(132),(311); 2,574/100/(221),(241); 2,406/30/(151),(203); 2,316/30/(042),(242); 2,263/20/(332),(223); 2,167/100/(060),(313); 2,104/10/(152); 2,056/10/(023),(311); 1,994/20; 1,946/20; 1,857/10; 1,801/50; 1,676/10; 1,625/20; 1,576/20; 1,521/10; 1,455/50; 1,428/60; 1,343/20; 1,317/20; 1,287/10.

## P A R A C E L S I A N : $\text{Ba}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

*Dimorf cu celsianul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $R 2_1/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,58 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,58 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,08 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,8953 : 1 : 0,9475$ ,  $\beta = 90^\circ 10'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, larg dezvoltate și asemănătoare celor de topaz. Au un puternic aspect pseudorombic.

**Culoarea:** incolor.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Macle:** complexe, multiple.

**Clivaj:** (110) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 3,31-3,32$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 33,01\%$ ,  $\text{TiO}_2 = \text{urme}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 27,16\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,28\%$ ,  $\text{MnO} = \text{urme}$ ,  
 $\text{MgO} = 0,14\%$ ,  $\text{BaO} = 38,53\%$ ,  $\text{CaO} = 0,06\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,15\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,54\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,05\%$ ,  
 $\text{H}_2\text{O} = 0,00\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha \approx \perp (100)$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție  $\alpha = 1,5702$ ,  $\beta = 1,5824$ ,  $\gamma = 1,5869$ .  $\Delta = 0,0167$ . Biax negativ.  $2V = 50^\circ - 53^\circ$ .

Dispersia:  $r < v$

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 6,58/20/(110); 6,38/20/(011); 5,22/10/(111); 4,00/100/(201); 3,80/70/(121); 3,70/5/(211); 3,59/45/(112); 3,29/35/(220); 3,19/15/(022); 3,12/7/(221); 3,07/7/(221); 3,01/35/(130),(122); 2,99/50/(031); 2,96/30/(212); 2,88/5/(310); 2,73/50/(311); 2,62/20/(113); 2,61/35/(222),(230); 2,56/50/(320); 2,39/20/(040),(312); 2,67/45/(123); 2,28/3/(400); 2,23/20/(232); 2,19/45/(330),(322); 2,16/5/(223); 2,14/15/(004); 2,05/7/(241); 2,03/7/(114),(142),(313); 1,874/20/(150); 1,849/10/(430),(422); 1,831/5/(151); 1,807/5/(431); 1,798/7/(143); 1,782/7/(510); 1,744/7/(134),(333); 1,718/13/(342),(152); 1,664/13/(521); 1,590/20/(351); 1,551/15/(531).

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,52 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,95 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,14 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6579 : 1 : 0,5513$ ,  $\beta \cong 116^\circ$ .

**Habitus:** cristale prismatice, cu aspect pseudorombic. Apare frecvent și în formațiuni masive.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent sau translucid.

**Macle:** destul frecvente realizate după legile Karlsbad, Baveno și Manebach.

**Clivaj:** (001) perfect, (010) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidal. Casant.

$H = 6 - 6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,58 - 2,88$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 55,10-61,17\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,17\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,35-23,20\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,45\%$   
 $\text{FeO} = 0,00-1,14\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,72\%$ ;  $\text{BaO} = 3,89-7,30\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-1,83\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,93-7,45\%$ ,  
 $\text{K}_2\text{O} = 0,83-11,52\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,30-3,72\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,520-1,542$ ,  $\beta = 1,524-1,545$ ,  
 $\gamma = 1,526-1,547$ .  $\Delta = 0,005-0,010$ .  $\alpha \wedge a = 0^\circ - 20^\circ$ . Biax negativ.  $2V\gamma = 101^\circ - 132^\circ$ . P.A.O  $\perp$  (010),  $\gamma = b$ .  
 Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 416 i; 430 m,l; 545 m; 585 m,l; 635 i; 730 s,l; 1030 fp,l; 1125 i,l.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 6,53/30; 5,87/10; 4,01/60; 3,93/20; 3,77/80; 3,60/10; 3,46/50; 3,30/90;  
 3,22/100; 2,98/80; 2,901/70; 2,759/50; 2,572/80; 2,427/10; 2,319/20; 2,162/60; 2,113/10; 2,057/10; 2,004/  
 10; 1,969/10; 1,920/20; 1,852/10; 1,796/80; 1,673/10; 1,626/20; 1,570/20; 1,529/10; 1,494/70.

#### 7.1.4. ALTE MINERALE FELDSPATICE

##### D A N B U R I T : $\text{Ca} [\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P n a m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,048 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,763 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,731 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9184 : 1 : 0,8822$ .

**Habitus:** cristale prismatice cu striații verticale; asemănător cristalelor de topaz. Apare și masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, alb, roz, galbenm brun-gălbui, brun; datorită incluziunilor poate fi verzui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos, uneori gras. Transparent până translucid.

**Forme principale:** (001), (100), (010), (230), (567), (120), (110), (140), (101), (041), (021), (121), (122),  
 (142), (141).

**Clivaj:** (001) slab.



**Spărtura** concoidală. Casant.

$H = 7$  ;  $G = 2,97-3,02$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 48,8\%$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3 = 28,4\%$ ,  $\text{CaO} = 22,8\%$ . mai poate conține cantități mici ( $< 1\%$ ) de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  și  $\text{MgO}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau ușor colorat în funcție de culoarea eșantionului microscopic. Orientarea:  $\alpha = a$ . Indicii de refracție ( $\lambda_{\text{Na}}$ ):  $\alpha = 1,6303$ ,  $\beta = 1,6332$ ,  $\gamma = 1,6360$ .  $\Delta = 0,057$ . Biax negativ.  $2V = 87^\circ - 90^\circ$ . P.A.O. // (001).

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 418 a; 444 s; 455 i; 493 p; 525-540 m; 617? 648? 680-698 m; 747 i; 815 m; 880 p; 950 fp; 975 p; 1030 i,l; (1100 p + ~ 1140 p)d.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, fereastră Al): 433/20/(220); 3,96/60/; 2,59/100; 3,41/60; 3,24/60; 2,99/90; 2,73/90; 2,66/70; 2,46/50; 2,14/70; 2,02/50; 1,95/70; 1,91/20; 1,83/20; 1,76/20; 1,72/70; 1,66/60; 1,566/50; 1,524/20; 1,498/50; 1,445/70; 1,401/50; 1,374/50; 1,354/20; 1,330/20; 1,285/20; 1,262/20; 1,230/50; 1,184/50; 1,167/20; 1,160/20; 1,131/20.

## 7.2. GRUPA FELDSPATOIZILOR

### Caractere generale și clasificare

*Tectosilicați cu structura asemănătoare feldspaților, aceste minerale au o ocurență mai mică în scoarța terestră, solicitând condiții genetice bine definite din punct de vedere chimic și termodinamic. Ca urmare în rețeaua lor cristalină sunt cuprinse un număr mult mai mare de elemente chimice, cu poziție bine determinată așa cum sunt: Na, K, Li, Cs, Ca și elemente metalice Mn, Zn, Fe. Compoziția loc chimică este caracterizată printr-o participare egală a Si și Al (nefin, kalsilit, sodalit, nosean ș.a.) sau printr-un raport Si : Al = 2 : 1 (leucit, pollucit). La unele minerale din această categorie, gruparea anionică este complicată prin apariția cationilor de Be (danalit, genthelvit, helvit).*

*Majoritatea sunt minerale anhidre, cunoscându-se însă și termeni cu grade de hidratare variată așa cum sunt pollucitul, cancrinitul și vianevitul. Sub formă de anioni suplimentari pot conține  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ . Multe minerale conțin și sulf anionic reținut, independent (helvit, genthelvit, danalit) sau asociat altor grupări anionice (häüyn, lazurit).*

*Asociat feldspatoizilor poate fi prezentat și scapolitul, care, deși are o structură asemănătoare prezintă o compoziție chimică deosebit de complexă. Ca urmare această categorie de tectosilicați poate fi sistematizată astfel:*

### GRUPA FELDSPATOIZILOR

Nefelin	$\text{Na}_3\text{K} [\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]$	Häüyn	$(\text{Na}, \text{Ca})_{4-8} [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] (\text{SO}_4 \cdot \text{S})_{1-2}$
Kalsilit	$\text{K} [\text{AlSiO}_4]$	Lazurit	$(\text{Ca}, \text{Na})_8 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] (\text{SO}_4 \cdot \text{S}_2 \cdot \text{Cl})_{1-2}$
Petalit	$\text{Li} [\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$	Helvit	$(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn})_8 [\text{BeSiO}_4]_6 \text{S}_2$
Kaliofilit	$\text{K} [\text{AlSiO}_4]$	Danalit	$\text{Fe}_8 [\text{BeSiO}_4]_6 \text{S}_2$
Leucit	$\text{K} [\text{AlSi}_2\text{O}_6]$	Genthelvit	$\text{Zn}_8 [\text{BeSiO}_4]_6 \text{S}_2$
Pollucit	$\text{Ca} [\text{AlSi}_2\text{O}_6] 1/2 \text{H}_2\text{O}$	Cancrinit	$(\text{Na}, \text{Ca})_{7-8} [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] (\text{CO}_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{Cl})_{1,5-2,0} 1-5 \text{H}_2\text{O}$
Sodalit	$\text{Na}_8 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] \text{Cl}_2$	Vishnevite	$(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_{6-7} [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] (\text{SO}_4, \text{CO}_3, \text{Cl})_{1,0-1,5} \cdot 1-5 \text{H}_2\text{O}$
Nosean	$\text{Na}_8 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] \text{SO}_4$		

**N E F E L I N :  $\text{Na}_3\text{K} [\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}]$** **Sinonim: eläolith****Sistemul de cristalizare:** hexagonal.**Clasa:** 6.**Grupa spațială:**  $P 6_3$ .**Z =** 8.**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,4 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,84$ .**Habitus:** prisme hexagonale, scurt - columnare având ca fețe dominante: (1010), (0001) și (10 $\bar{1}$ 1); cristalele au fețe rugoase. Apare ca granule diseminate sau, mai frecvent, masiv, compact.**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, verzui, negru-cenușiu, verde închis, brun-roșcat, roșu închis.**Urma:** albă.**Luciu:** sticlos pe suprafețele de clivaj, grea în spărtură. Transparent până la aproape opac.**Forme principale:** (0001), (10 $\bar{1}$ 0), (10 $\bar{1}$ 1), (11 $\bar{2}$ 0), (21 $\bar{3}$ 0), (20 $\bar{2}$ 5), (10 $\bar{1}$ 2), (20 $\bar{2}$ 3), (20 $\bar{2}$ 1), (40 $\bar{4}$ 1), (13 $\bar{4}$ 5), (60 $\bar{6}$ 1), (11 $\bar{2}$ 2), (11 $\bar{2}$ 1).**Maclă:** (10 $\bar{1}$ 0), (33 $\bar{6}$ 5), (11 $\bar{2}$ 2) plane de maclare; acestea se recunosc numai după figurile de coroziune și după striatiile fețelor.**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0) și (0001) slab.**Spărtura:** subconcoidală. Casant.**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 40,20-46,41\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,11\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,07-34,66\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-1,82\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,30\%$ ,  $\text{CaO} = 0,12-4,44\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 10,86-17,25\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 3,66-12,22\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-1,32\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 0,00-0,25\%$ . Variația largă a K este datorată amestecului izomorf cu kalsilitul. Ca arată o prezență constantă, dar mică. Conține mici cantități de Mg, Mn și Ti care pot apare ca substituenți pentru Na, K sau Ca.**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\epsilon = 1,526-1,542$ ,  $\omega = 1,529-1,546$ .  $\Delta = 0,003-0,005$ . Uniax negativ. Dispersia: mică.**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 472 p; 513 m; 582 fs; 668 i; 690 m,l; 707 m,l; 736 m; 770 i; 985-1000 fp,l; 1082 i; 1410 s; ~ 1520 fs; 1650 fs; ~ 2300 fs.**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,43/7/(200); 4,25/75/(002); 4,02/70/(201); 3,3501/60/(210); 3,1163/10/(211); 3,0691/100/(202); 2,9538/20/(300); 2,6315/15/(212); 2,5593/60/(220); 2,3886/30/(203); 2,3614/35/(311); 2,2165/7/(400); 2,1646/10/(213); 2,1271/50/(004); 2,0331/5/(320); 1,9342/5/(410); 1,9171/10/(204); 1,6369/10/(502); 1,5932/15/(413), (205); 1,5651/10/(511); 1,4780/5/(600); 1,4625/10/(333); 1,4185/10/(006).**K A L S I L I T :  $\text{K} [\text{Al Si O}_4]$** **Dimorf cu kaliofilitul****Sistemul de cristalizare:** hexagonal.**Clasa:** 622.**Grupa spațială:**  $P 6_3 22$ .**Z =** 2.**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \approx 5,2 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \approx 8,7 \text{ \AA}$ .**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,6731$ .**Habitus:** apare masiv, compact sau sub forma granulelor diseminate. Rareori pot fi observate tablete hexagonale.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Luciu:** sticlos pe suprafața de clivaj, gras în spărtură. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (0001), (1010).

**Clivaj:** (1010) și (0001) slab.

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

$H = 6$  ;  $G = 2,59-2,625$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 37,89-38,50\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,19\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26,27-32,60\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,98-5,07\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-0,53\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00-0,02\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,87\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,44\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-2,09\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 24,85-28,33\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-1,04\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,05\%$ . În comparație cu nefelinul, kalsilitul posedă o cantitate mai mică de Si și, în general, o deficiență în unii cationi. Prezența  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  este datorată substituției  $\text{Al}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\epsilon = 1,532-1,537$ ,  $\omega = 1,538-1,543$ .

$\Delta = 0,005-0,006$ . Uniax negativ . Dispersie: mică.

**Difractometria de raze X** (radiație Fe): 4,35/60/(0002); 3,979/100/(10 $\bar{1}$ 1); 3,11/100/(10 $\bar{1}$ 2); 2,590/100/(11 $\bar{2}$ 0); 2,470/60/(11 $\bar{2}$ 1); 2,428/60/(10 $\bar{1}$ 3); 2,218/40/(11 $\bar{2}$ 2); 2,163/60/(0004); 1,984/40/(2022); 1,955/40/(10 $\bar{1}$ 4); 1,926/40/(11 $\bar{2}$ 3); 1,770/40/(20 $\bar{2}$ 3); 1,660/60/(11 $\bar{2}$ 4); 1,618/60/(10 $\bar{1}$ 5); 1,576/60/(21 $\bar{3}$ 2); 1,556/20/(20 $\bar{2}$ 4); 1,490/60/(30 $\bar{3}$ 0); 1,460/40/(21 $\bar{3}$ 3); 1,375/40/(10 $\bar{1}$ 6); 1,335/40/(21 $\bar{3}$ 4); 1,294/40/(22 $\bar{4}$ 0); 1,264/60/(11 $\bar{2}$ 6); 1,231/60/(31 $\bar{4}$ 1); 1,212/60/(20 $\bar{2}$ 6); 1,194/60/(31 $\bar{4}$ 2); 1,141/40/(31 $\bar{4}$ 3); 1,111/20/(40 $\bar{4}$ 1); 1,005/40/(20 $\bar{2}$ 7); 1,078/20/(31 $\bar{4}$ 4); 1,055/40/(10 $\bar{1}$ 8); 1,045/40/(40 $\bar{4}$ 3); 1,036/40/(22 $\bar{4}$ 5); 1,011/60/(31 $\bar{4}$ 5); 1,000/60/(32 $\bar{5}$ 2).

PETALIT : Li [Al Si $_4$ O $_{10}$ ]

*Varietate: castorit, cu habitus acicular*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupă spațială:** P 2/a.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,76 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 5,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,62 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,2879 : 1 : 1,4825$ ,  $\beta = 112^\circ 24'$ .

**Habitus:** rare cristale cuhedrale mici, tabulare (010) sau alungite // [100]. Varietățile aciculare poartă denumirea de castorit. De obicei apare masiv, cu separări în blocuri mari; mase clivabile, lamelare.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, galben.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau perlat. Transparent până la translucid.

**Forme principale și unghiuri:** (110), (001), (120), (201), (010), (101), (001)  $\wedge$  (201) =  $38 \frac{1}{2}^\circ$ .

**Macle:** polisintetică cu planul de macă (001).

**Clivaj:** (001) perfect, (201) slab.

**Spărtura:** subconcoidală. Casant.

$H = 6-6 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,3-2,5$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 77,18-78,68\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,88-17,12\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,01-1,42\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-0,03\%$ ,  $\text{MnO} = 0,00$  - urme,  $\text{MgO} = 0,00-0,26\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,22\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 3,95-4,74\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,07-1,14\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,30\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ 0,01$  - 0,44%,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,10\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge a = 2^\circ-8^\circ$ ,  $\beta \wedge c = 24^\circ-30^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,504-1,507$ ,  $\beta = 1,510-1,513$ ,  $\gamma = 1,516-1,523$ .  $\Delta = 0,011-0,017$ .

Biax pozitiv.  $2V = 82^\circ-84^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010). Dispersia:  $r > v$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 p; 430 p; 472 p; 530 p; 547 p; 558 m; (760 m + 733 m + 757 m + 779 m)c; 1018 m; 1080 fp; 1160 i; 1210 m.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 7,1/2/(001); 5,44/4/(200),  $(\bar{2}01)$ ; 4,65/4/(110); 4,21/4/ $(\bar{1}11)$ ; 3,731/100/(210),  $(\bar{2}11)$ ; 3,670/90/(201),  $(\bar{2}02)$ ; 3,610/6/(111); 3,515/30/(002); 3,101/6/ $(\bar{3}11)$ ; 3,061/4/ $(\bar{1}12)$ ; 2,287/10/(211),  $(\bar{2}12)$ ; 2,968/4/(310); 2,717/4/ $(\bar{3}12)$ ,  $(\bar{4}02)$ ; 2,710/4/(400); 2,596/4/(112); 2,570/10/(020); 2,540/4/ $(\bar{2}03)$ ; 2,535/6/(202); 2,456/2/(311); 2,416 + 2,405/4/(021), (410),  $(\bar{4}12)$ ; 2,348/2/(003); 2,133/2/ $(\bar{5}11)$ ; 2,071/12/(022); 2,057/8/(411),  $(\bar{4}13)$ ; 1,994/2/(510); 1,934/12/ $(\bar{4}21)$ ; 1,902/9/ $(\bar{2}04)$ ; 1,897/9/ $(\bar{5}13)$ , (203); 1,836/9/(402),  $(\bar{4}04)$ ; 1,806/4/(600), (603); 1,757/4/(004); 1,731/6/(023); 1,720/4/(412),  $(\bar{4}14)$ ; 1,635/3/(230),  $(\bar{2}31)$ .

### KALIOFILIT : $\text{K}[\text{AlSiO}_4]$

*Dimorf cu kalsilitul*

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 622.

**Grupa spațială:**  $P 6_3 22$ .

$Z = 54$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 26,930 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,522 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,3165$ .

**Habitus:** cristale prismatice subțiri sau aciculare, adesea grupate în snopi.

**Culoarea:** incolor.

**Luciu:** sticlos, uneori mătășos. Transparent.

**Forme principale:**  $(10\bar{1}0)$ , (0001).

**Clivaj:** (0001) și  $(10\bar{1}0)$  slab.

$H = 6$ ;  $G = 2,49-2,67$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 38,00-39,20\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,80-33,36\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,98\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,15\%$ ,  $\text{CaO} = 0,33-0,50\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = \text{urme} - 3,89\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 22,84-32,20\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-0,60\%$ . La temperaturi ridicate este miscibil în orice proporție cu  $\text{Na Al Si O}_4$ . Mineralul conține 5-20  $\text{Na Al Si O}_4$ , ceea ce explică prezența  $\text{Na}^+$  în analizele chimice.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.  $\omega = 1,537$ ,  $\epsilon = 1,533$ .  $\Delta = 0,004$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{FeK}_\alpha$ , filtru Al): 4,25/40/(002), (411); 3,93/40/(421); 3,73/40/(520), (302); 3,47/40/(402); 3,41/60/(521); 3,29/20/(611); 3,10/(100/(710), (701), (531); 3,04/20/(621); 2,95/20/(630), (711); 2,87/40/(003), (720), (602); 2,80/40/(541), (522); 2,70/20/(550), (721), (213); 2,60/80/(900); 2,50/40/(731), (712); 2,45/20; 2,39/20; 2,34/20; 2,24/20; 2,21/40; 2,18/20; 2,16/20; 2,13/50; 2,05/20; 1,97/20; 1,93/40; 1,86/20; 1,82/40; 1,80/20; 1,76/40; 1,67/20; 1,65/60.

### LEUCIT : $\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal (sub  $605^\circ\text{C}$ ; la  $T > 605^\circ\text{C}$  devine cubic).

**Clasa:** 4/m.

**Grupa spațială:**  $1 4_1/a$ .

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 \simeq 13,0 \text{ \AA}$ ,  $c_0 \simeq 13,8 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,0615$ .

**Habitus:** cristale trapezodrice, bine dezvoltate cu fețe (100) sau (110). Uneori fețele sunt fin striate datorită maclării. Apare sub forma granulelor diseminate sau masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (211) - trapezodru - ikositetraedru care a primit numele de leucitaedru, (110) și (100).

**Macle:** comune, repetate, cu planul de maclă (110).

**Clivaj:** (110), foarte slab.

**Spărtura:** concoidală. Casant.

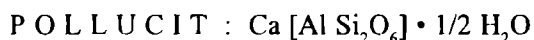
$H = 5 \frac{1}{2}$ -6 ;  $G = 2,47$ -2,50.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 53,69$ -56,39%,  $\text{TiO}_2 = 0,00$ -1,39%,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,08$ -23,30%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00$ -1,44%,  $\text{FeO} = 0,00$ -0,26%,  $\text{MnO} = 0,00$ -0,23%,  $\text{MgO} = 0,00$ -0,21%,  $\text{CaO} = 0,08$ -1,84%,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,30$ -2,17%,  $\text{K}_2\text{O} = 18,05$ -21,02%,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00$ -0,75%,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00$ -0,23%. Raportul Si : Al este de aproximativ 2,5 : 1, iar raportul K : Na variază de la 60 : 1 până la 10 : 1. Poziția Ca în structură este nesigură.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $w = 1,509$ ,  $e = 1,508$ .  $\Delta = 0,001$ . Uniax pozitiv. Cristale mici pot fi izotrope. Cele mai mari au incluziuni (sticlă, magnetit ș.a.) dispuse regulat, radiar sau paralel cu fețele.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 441 p,l; 479 i; 525 s; 547 s; 613 s; 635 s; 729 m,l; 769 m; 830 fs; 951 i; 1034 fp,l; 1114 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ ): 5,41/80/(211); 4,75/10/(202); 4,33/5/(103); 3,62/30/(213); 3,45/80/(004); 3,27/100/(400); 3,14/5/(303); 2,93/30/(420); 2,83/40/(332); 2,64/20/(314); 2,55/40/(431), (501); 2,47/10/(215); 2,36/20/(404); 2,30/10/(305), (440); 2,14/5/(523), (532); 2,06/10/(602), (620); 2,01/10/(316); 1,97/10/(622); 1,91/10/(631), (444); 1,86/10/(543); 1,84/20; 1,80/40; 1,78/20; 1,73/10; 1,70/20; 1,67/20; 1,64/10.



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $\Gamma$  a 3 d.

$Z = 16$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,682 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** rareori se întâlnesc cristale cubice sau dodecaedrice. De obicei apare masiv, fin granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu; uneori cu o tentă roz, albastră sau violet.

**Luciu:** sticlos, ușor gras. Transparent.

**Forme principale:** (100) și (211).

**Clivaj:** absent.

**Spărtura:** concoidală până la neregulată. Casant.

$H = 6 \frac{1}{2}$ -7 ;  $G = 2,936$ .

**Compoziția chimică:** lipsesc datele certe.  $\text{Ca}_2\text{O}$  variază între 30-32%. Poate să conțină  $\text{Rb}_2\text{O}$  sau  $\text{K}_2\text{O}$ .

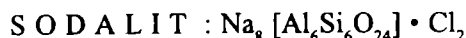
Formează cristale mixte cu analcimul de forma  $\text{Cs}_{16-x} [\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}] \cdot x \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție mediu:  $n = 1,520$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 413 i; 444 p; 494 m; 529 ?, 591 m; 650 s; 700 p; 730 m; 767 m; (817)p; (952)fp; 1035 fp,l; 1630 fs; 3670.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,64/20/(211); 4,90/30/(30/(220); 4,17/30/(311); 3,67/40/(321); 3,43/100/(400); 2,925/80/(332); 2,690/20/(510), (431); 2,424/60/(440); 2,224/40/(532), (611); 2,019/10/(631); 1,977/10/(444); 1,899/20/(640); 1,863/50/(633), (552), (721); 1,830/10/(642); 1,740/70/(732), (651); 1,713/20/(800); 1,686/10/(811), (741), (554); 1,637/10/(653); 1,592/20/(831), (743), (750); 1,551/20/(752); 1,531/20/(840); 1,477/20/(761), (655), (921); 1,444/10/(930), (851), (754); 1,413/30/(763), (932); 1,356/40/(10.1.1.), (772); 1,306/30/(10.3.1.), (952), (765); 1,282/20/(871), (855), (774); 1,260/20/(10.3.3.), (961); 1,219/30/(11.2.1.), (10.5.1.), (963); 1,182/30/(11.3.2.), (10.5.3.), (972), (776); 1,164/10/(11.4.1.),

(875); 1,140/10/(10.6.2.); 1,117/30/(11.5.2.), (10.7.1.), (10.5.5.); 1,088/10/(11.6.1.), (10.7.3.); 1,062/10/(11.6.3.), (976), (992); 1,036/20/(13.2.1.), (11.7.2.), (10.7.5.); 1,016/20/(13.3.2.), (11.6.5.), (10.9.1.); 1,004/20/(13.4.1.), (11.8.1.), (11.7.4.).



**Varietăți:** hackmanit, ameletit, berilosodalit și molibdosodalit

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P\bar{4}3m$ .

$Z = 1$ .

**Habitus:** frecvent apar cristale dodecaedrice. Apare și masiv sau ca granule diseminate. Uneori modular cu structură concentrică.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui, verzui, albăstrui, albastru, roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** stielos până la gras. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (100), (111), (110), (202), (211), (404), (411).

**Macles:** comune cu plan de maclă (111), axul ternar devenind ax de maclă.

**Clivaj:** (110) slab.

**Spărtura** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 5\ 1/2-6$ ;  $G = 2,14-2,40$ .

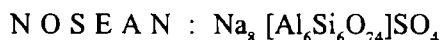
**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,69-38,06\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,17\%-32,09\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 =$  urme - 0,85%,  $\text{CaO} = 0,00$  - urme,  $\text{Na}_2\text{O} = 24,53-25,96\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-1,13\%$ ,  $\text{Cl} = 5,64-7,22\%$ ,  $\text{S} = 0,00-0,39\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-0,86\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,23\%$ . În proporții mici  $\text{Na}^+$  poate fi substituit de  $\text{K}^+$  și  $\text{Ca}^{2+}$ , iar  $\text{Al}^{3+}$  prin  $\text{Fe}^{3+}$ . Hackmanitul este o varietate care conține  $\approx 6\%$  molecule de  $3\ \text{NaAlSiO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{S}$ ; este de culoare roșie-violet, are  $n = 1,487$  și următoarea compoziție chimică:  $\text{SiO}_2 = 37,60\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 31,63\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,55\%$ ,  $\text{CaO} = 0,28\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 24,02\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,46\%$ ,  $\text{Cl} = 5,56\%$ ,  $\text{S} = 1,10\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,28\%$ .

Ameletitul este o varietate care conține  $9\ \text{Na}_2\text{O} \cdot 1/2\ \text{NaCl} \cdot 6\ \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\ \text{SiO}_2$ . Se cunosc și varietăți care conțin Mo și Be, denumite molibdosodalit și respectiv berilosodalit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu o tentă roz sau albăstrui. Indicele de refracție:  $n = 1,483-1,487$ . De cele mai multe ori prezintă anomalii optice.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (439 p + 465 p)d; 475 i; 670 m; (713 m,a + 738 p,a)d; 982 fp; 1025 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{MoK}_\alpha$ , filtru  $\text{ZrO}_2$ ): 6/3/17/(110); 4,42/3/(200); 3,63/100/(211); 2,81/5/(310); 2,56/13/(222); 2,37/17/(321); 2,08/33/(411); 1,98/2/(420); 1,88/2/(332); 1,80/2/(422); 1,73/2/(510); 1,61/1/(521); 1,56/10/(440); 1,52/5/(433); 1,48/7/(442); 1,43/8/(532); 1,40/1/(620); 1,37/2/(541); 1,33/2/(622); 1,31/2/(631); 1,28/1/(444); 1,20/7/(552); 1,12/3/(651).



**Sinonim:** noselit

**Varietăți:** itnerit, cenușiu-albăstrui; skolopsit, cenușiu deschis roșcat

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P\bar{4}3m$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,05\ \text{Å}$ .

**Habitus:** cristale dodecaedrice rare. Frecvent apare masiv, granular.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, albăstrui, brun; rareori roșcat sau negru. Varietatea cenușie-albăstrui poartă denumirea de itnecrit, iar cea cenușie până la roșu carmin skolopsit.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (110).

**Macle:** (111) plan de maclă.

**Clivaj:** (110) foarte slab.

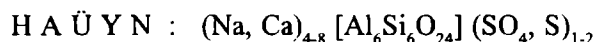
$H = 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,30-2,40$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 34,95-36,87\%$ ,  $Al_2O_3 = 26,60-29,41\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,28-1,38\%$ ,  $CaO = 0,63-4,40\%$ ,  $Na_2O = 19,01-23,90\%$ ,  $K_2O = 0,00-0,33\%$ ,  $SO_3 = 7,30-10,00\%$ ,  $Cl = 0,86-1,08\%$ ,  $H_2O = 0,37-2,15\%$ . Se remarcă o mică substituție a  $Na^+$  prin  $Ca^+$ , ceea ce solicită o creștere a cantității de  $SO^{2-}$ .  $Na^+$  poate fi replasat într-o proporție mică de  $K^+$ . Prezența  $Fe^{3+}$  poate fi pusă atât pe seama substituției  $Al^{3+}$ , cât și a impurităților. Se cunosc și situații în care  $SO^{2-}$  este substituit parțial prin  $CO^{2-}$  sugerând existența unor molecule de carbonat-sodalit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție:  $n = 1,495$ . Frecvent este optic anormal.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 i; 455 p; 465 i; 617 i; 660 s; 698 s; 724 i,l; 1007 fp; 1110-1145 l; 1630.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo): 6,40/30/(110); 4,52/10/(200); 3,69/100/(211); 2,86/50/(310); 2,61/60/(222); 2,42/30/(312); 2,26/20/(400); 2,13/6/(330); 1,930/10/(332); 1,775/40/(510), (431); 1,652/10/(521); 1,600/50/(440).



**Varietate:** röblingit, conține Pb

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4} 3 m$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{4} 3 n$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,13 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale dodecaedrice sau octaedrice; de obicei rotunjite. Apare și masiv, compact.

**Culoarea:** alb, cenușiu, verde albastru; culorile albastre predomină; rareori galben sau roșu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos sau gras. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (100), (111), (110), (210), (202), (211).

**Macle:** polisintetice cu plan de maclă (111) sau de împăntrundere.

**Clivaj:** (110) slab.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}-6$  ;  $G = 2,44-2,50$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 32,18-34,04\%$ ,  $Al_2O_3 = 27,11-28,27\%$ ,  $CaO = 9,51-10,26\%$ ,  $Na_2O = 10,39-16,34\%$ ,  $K_2O = 0,08-5,44\%$ ,  $SO_3 = 10,02-14,10\%$ ,  $Cl = 0,31-0,76\%$ ,  $H_2O = 0,00-0,34\%$ . Substituția  $Na^+$  prin  $Ca^{2+}$  controlează cantitatea de  $SO^{2-}$ . Se întâlnesc și substituții slabe de tipul  $Al^{3+}$  prin  $Fe^{3+}$  și  $Na^+$  prin  $K^+$ .  $SO^{2-}$  poate fi substituit nu numai de  $S^{2-}$ , dar și de  $Cl^-$ . Apariția  $Pb^{2+}$  alături de  $Ca^{2+}$  duce la definirea varietății röblingit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor sau cu tente ale culorii eșantionului macroscopic. Indicele de refracție:  $n = 1,496-1,505$ . Adesea prezintă incluziuni dispuse simetric.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 430 i?; 452 p,l; 540 i; 616 m; 656 m,l; 698 m; 724 i,l; 1010 fp,l; 1100-1150 l; 1200 i.

**Difractometria de raze X** (radiație Mo): 6,45/30/(110); 4,560/10/(200); 3,721/100/(211); 2,883/30/(310); 2,631/50/(222); 2,438/20/(321); 2,149/30/(330); 1,944/10/(332); 1,788/30/(510), (431); 1,664/10/(521); 1,612/30/(440).

L A Z U R I T :  $(\text{Ca}, \text{Na})_8 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] (\text{SO}_4, \text{S}_2, \text{Cl})_{1-2}$

**Sinonim:** lapis lazuli

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P\bar{4}3m$ .

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,09 \text{ \AA}$  (în funcție de substituțiile din rețea).

**Habitus:** cristale rare, dodecaedrii romboidali. De obicei apare masiv, compact.

**Culoarea:** albastru închis, albastru intens ca cerul, albastru-violet, albastru-verzui.

**Urma:** albastră strălucitoare.

**Luciu:** mat. Translucid.

**Forme principale:** (110).

**Clivaj:** (110) foarte slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 5-51/2 ; **G** = 2,38-2,45.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 32,52\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 27,61\%$ ,  $\text{CaO} = 6,47\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,945\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,28\%$ ,  $\text{SO}_3 = 10,46\%$ ,  $\text{Cl} = 0,47\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** albăstrui. Indicele de refracție:  $n \approx 1,500$

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 445 p; 470 i; 510 i; 570 m; 620 i; 647 m; 690 m,l; 729 i; 880 s?, 904 i; 930 m; 970 m; 1013 fp,l; 1056 i; 1088-1110 p,l.

**Difractometria de raze X** (radiație Cu, fereastra Al): 10,0/100; 6,4/20; 5,1/20; 4,5/50; 4,08/50; 3,74/100; 3,35/70; 3,20/60; 2,99/100; 2,64/70; 2,53/90; 2,43/50; 2,30/50; 2,21/50; 2,14/50; 2,02/70; 1,94/20; 1,86/50; 1,78/50; 1,74/50; 1,68/70; 1,62/70; 1,545/90; 1,517/50; 1,480/20; 1,422/70; 1,371/70; 1,322/60; 1,291/20; 1,275/20; 1,246/20; 225/20.

H E L V I T :  $(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn})_8 [\text{Be Si O}_4]_6 \text{S}_2$

**Sinonim:** helvin

**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $\bar{4}3m$ .

**Grupa spațială:**  $P\bar{4}3n$ .

**Z** = 1.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,20 - 8,27 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale frecvent tetraedrice și mai rar octaedrice. Apare și în agregate sferoidale

**Culoarea:** brun roșcat, cenușiu - gălbui, galben, verde - gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos până la rășinos. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (111), ( $\bar{1}11$ ), (211), (110), (100), (322), (202), (211), (321).

**Macles:** (111) plan de macles.

**Clivaj:** (111) bun.

**Spărtura** concoidală până la neregulată. Casant.

**H** = 6 ; **G** = 3,17 - 3,37. Piroelectric .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 31,54 - 33,62\%$ ,  $\text{BeO} = 12,88 - 13,75\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,33 - 1,21\%$ ,

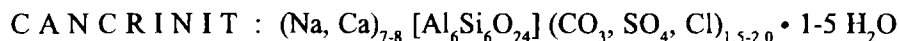


FeO = 2,24 - 18,02%, MnO = 26,51 - 45,46%, ZnO = 1,20 - 5,61%, MgO = 0,00 - urme,  
CaO = 0,23 - 1,62%, S = 5,34 - 5,34 - 5,64%, H<sub>2</sub>O = 0,02 - 0,17%. Față de structura sodalitului, cu care  
helvitul este izostructural, se constată prezența Be în locul Al și a (Mn, Fe, Zn) în locul Na. De asemenea  
Cl este înlocuit prin S.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** gălbui, brun deschis sau incolor.

Indicele de refracție:  $n = 1,728 - 1,749$ .

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 3,38/100; 2,218/50; 1,954/80.



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6.

**Grupa spațială:** P 6<sub>3</sub>.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 12,58 - 12,76 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 5,11 - 5,20 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 \approx 1 : 0,4062$ .

**Habitus:** rare cristale prismatice cu fețe bipiramidale teșite. Frecvent formează mase compacte. Bordează  
cristale de nefelin, din care se formează prin alterare.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, oranj, roz - roșcat, albastrui sau cenușiu - albastrui.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj și gras în spărtură. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0), (10 $\bar{1}$ 1), (0001).

**Macle:** rare, lamelare.

**Clivaj:** (10 $\bar{1}$ 0), perfect. (0001).

**Spărtura:** neregulată.

$H = 5 - 6$ ;  $G = 2,42 - 2,51$ .

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 33,64 - 35,38%, TiO<sub>2</sub> = 0,00 - 0,07%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 28,42 - 29,82%,  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - urme, MgO = 0,00 - 0,39%, CaO = 4,80 - 11,66%, Na<sub>2</sub>O = 9,82 - 18,69%,  
K<sub>2</sub>O = 0,17 - 1,23%, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> = 2,73 - 6,39%, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> = 0,23 - 0,60%, CO<sub>2</sub> = 5,88 - 7,00%,  
SO<sub>3</sub> = 0,03 - 1,37%, Cl = 0,03 - 0,42%.

Conținutul ridicat de Ca<sup>2+</sup> este legat de concentrații mari de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, în timp ce Na<sup>+</sup> este legat de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

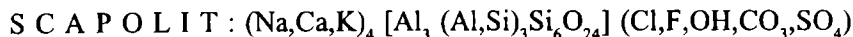
Creșterea conținutului în K<sup>+</sup> este legată de diminuarea cantității de Na<sup>+</sup> și Ca<sup>2+</sup>. Este posibil să existe o  
serie continuă între carbonat - cancrinitul și sulfat - cancrinitul cu trecere spre vishnevit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,507 - 1,528$ ,  $\epsilon = 1,495 - 1,503$ ,  
 $\Delta = 0,012 - 0,025$ . Uniax negativ. Dispersia: foarte mică.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** (430 p+ 465 p)d; 500 i; 530 i; 570 m; 625 m.l; 687 m.l; 748 m;  
858 fs; 945 i; 1004 fp.l; 1038 - 1055 p; 1118 m; 1395 s; 1438 fs; 1480 i; 1505 s; 1570 fs; 1638 s.

**Difracțometria de raze X** (cele mai intense linii): 4,61/67; 3,61/40; 3,19/100.

### 7.3. GRUPA SCAPOLITULUI



**Sinonim:** wernerit

Serie izomorfă completă dezvoltată între următorii termeni:

- Marialit  $\text{Na}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}]\text{Cl}$
- Dipyr  $m \cdot \text{Na}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}]\text{Cl}$  având  $n \cdot \text{Ca}_4[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{CO}_3$
- Mizzonit  $m \cdot \text{Ca}_4 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{CO}_3$  având  $n \cdot \text{Na}_4[\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}]\text{Cl}$
- Meionit  $\text{Ca}_4[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{CO}_3$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m.

**Grupa spațială:** P 4/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**

	Marialit	Dipyr	Mizzonit	Meionit
$a_0$ (Å)	12,075	12,150	12,169	12,130
$c_0$ (Å)	7,516	7,550	7,569	7,690
$a_0 : c_0$	1 : 0,6224	1 : 0,6214	1 : 0,6220	1 : 0,6340

**Habitus:** cristale prismatice, alungite // [001]. Apare și masiv, granular sau compact, uneori columnar

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu - albăstrui, galben - verzui, galben - roz, violet, brun, brun - oranj.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos, uneori rășinos; perlat pe suprafețele de clivaj. Unele cristale prezintă o fluorescență galbenă - strălucitoare sau roșie închis prin expunerea la radiații ultraviolete. Transparent sau translucid.

**Forme principale:** (001), (110), (100), (210), (010), (111), (131), (331), (101).

**Clivaj:** (100) și (110) bun.

**Spărtura:** neregulată până la concoidală. Casant.

**H = 5 1/2 - 6 ; G = 2,670 - 2,722.**

**Compoziția chimică:**

Oxizi %	Marialit	Dipyr	Mizzonit	Meionit
$\text{SiO}_2$	57,89 - 59,60	51,83 - 56,77	44,45 - 51,10	41,32 - 43,44
$\text{TiO}_2$	0,00 - 0,01	- 0,03	0,00 - 0,07	00 -
$\text{Al}_2\text{O}_3$	19,87 - 21,62	22,27 - 25,05	24,14 - 28,19	28,72 - 31,59
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,07 - 1,01	- 0,58	0,10 - 0,44	urme - 0,26
$\text{FeO}$	-	-	0,12 - 0,90	- 0,23
$\text{MgO}$	0,03 - 0,21	0,02 - 0,21	0,00 - 1,00	0,05 - 0,30
$\text{MnO}$	- 0,01	0,00 - urme	0,00 - 0,06	- 0,03
$\text{CaO}$	3,42 - 4,81	6,64 - 11,66	12,06 - 18,12	19,93 - 20,72
$\text{Na}_2\text{O}$	10,50 - 10,66	6,40 - 9,40	2,44 - 5,43	0,50 - 1,97
$\text{K}_2\text{O}$	1,16 - 1,47	0,87 - 2,52	0,10 - 2,21	0,48 - 2,33
$\text{H}_2\text{O}^+$	0,44 - 0,66	0,07 - 0,67	0,12 - 1,20	0,29 - 0,61
$\text{S}_2\text{O}^-$	- 0,06	0,00 - 0,10	0,02 - 0,50	- 0,09
$\text{CO}_2$	- 1,11	0,51 - 2,28	2,16 - 4,74	4,10 - 4,51
$\text{SO}_3$	- 0,03	0,07 - 0,98	0,00 - 4,17	0,08 - 0,60
<b>F</b>	- 0,00	0,00 - 0,11	0,00 - 0,37	-
<b>Cl</b>	2,96 - 3,23	1,30 - 3,30	0,03 - 1,59	0,12 - 0,18

### Clasificarea chimico-structurală a seriei izomorfe este:

marialit ( $Me_0 - Me_{20}$ ), dipyr ( $Me_{20} - Me_{50}$ ), mizzonit ( $Me_{50} - Me_{80}$ ) și meionit ( $Me_{80} - Me_{100}$ ).

Formula ideală a termenilor este:  $(Na_x Ca_y) Al_{0,75x+1,5y} Si_{2,25x+1,5y} O_{24} R_{1-2}$

Notând  $x + y = 4$ , atunci se poate extrage formula teoretică a scapolitelor  $W_4 Z_{12} O_{24} \cdot R$ , unde  $W = Ca, Na, K$  și incluzând mici cantități de  $Mg, Fe^{2+}, Mn, Ti, Z = Si, Al$  și  $R = Cl, F, OR, HCO_3, HSO_4$  pentru marialit și  $CO_3^{2-}$ , și  $SO_4^{2-}, (OH)_2, Cl_2, F_2$  pentru meionit. Întreaga serie este caracterizată prin dubla substituție de tipul:  $Na + Si, Ca + Al$  care are legături strânse cu natura anionilor suplimentari: Astfel  $Na^+$  este legat în principal de  $Cl^-$ , iar  $Ca^{2+}$  de grupele  $SO_4^{2-}$  și  $CO_3^{2-}$ . Marialitul este considerat termen pur sodic iar meionitul, termen pur calcic.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție variază în funcție de chimism existând următoarea relație între indicele de refracție mediu ( $n$ ) și proporția de meionit:

$(\epsilon + \omega)/2 = 1,5346 + 0,000507 (Me \%)$ . Uniax negativ.

	Marialit	Dipyr	Mizzonit	Meionit
$\epsilon$	1,540- 1,541	1,540- 1,570	-	1,556- 1,562
$\omega$	1,546- 1,550	1,545- 1,610	-	1,590- 1,600
$(\epsilon + \omega)/2$	1,535	-	-	1,585
$\Delta$	0,004- 0,008	0,005- 0,04	-	0,024- 0,037

**Difractometria de raze X** (radiație Cu): 8,49/40/(110); 6,16/40/(200); 2,24/70/(220); 2,78/90/(310); 3,44/100/(112); 3,21/20/(202); 3,08/100/(400); 2,84/40/(222); 2,68/90/(420); (312); 2,52/20/(322); 2,29/70/(301); 2,19/20/(422); 2,12/70/(440); 2,05/20/(530); 1,99/70/(600); (512); 1,90/90/(611); 1,81/60/(541); 1,73/40; 1,69/40; 1,66/20; 1,61/30; 1,58/20; 1,55/60; 1,50/40; 1,45/70; 1,41/70; 1,37/40; 1,36/70; 1,34/20; 1,32/20; 1,31/40; 1,28/40.

## 7.4. GRUPA ZEOLIȚILOR

### Caractere generale și clasificare

Definiți prin prisma proprietăților lor fizice și chimice ca adevărate minerale ale viitorului, zeoliții posedă o rețea tectosilicatică care conține o serie de canalicule în care sunt dispuse molecule de apă și cationii schimbabili. Unitatea primară a structurii lor o constituie desigur, gruparea anionică  $[SiO_4]^{4-}$  în care fiecare ion  $O^{2-}$  aparține la câte doi tetraedrii. Astfel raportul de distribuție al oxigenului este 2 sau ușor mai scăzut, iar formula chimică a rețelei poate fi scrisă  $Si_n O_{2n}$ . Dar în aceeași grupare tetraedrică este prezent și Al atunci formula devine  $[Al_m Si_{n-m} O_{2n}]^m$ , în care sarcina negativă  $m$  este neutralizată de cationii de  $K, Na, Ca$  (și mai rar  $Li, Mg, Sr, Ba$ ) situați în exteriorul rețelei tetraedrice. Formula generală a zeoliților naturali apare astfel ca fiind:

$(Li, Na, K)_a (Mg, Ca, Sr, Ba)_d [Al_{(a+2d)} Si_{n-(a+2d)} O_{2n}] \cdot m H_2O$  în care:  $m \leq n$  și  $Si \geq Al$ .

Această structura este caracterizată printr-un schimb cationic cu valori deosebit de ridicate,  $T_{cut} \in (50 - 150) me/100 g^x$  și printr-o mare abilitate de deshidratare la temperaturi scăzute ( $T \approx 150 - 400^\circ C$ ) și de rehidratare din umiditatea atmosferică. Ușurința în cedarea și adsorbția apei, ca și reținerea ei specifică în spațiile canaliculare au făcut ca, pentru această grupă de minerale, apa să fie denumită „apă de tip zeolitic”. Prin unirea între ele a unităților tetraedrice de bază se pot forma lanțuri finite sau infinite, caracteristice zeoliților fibroși (natrolit, mesolit, scolecit ș.a.) sau grupuri inelare simple sau duble cuprinzând 4 sau 6 lanțuri inelare. Structurile cele mai complexe aparțin heulanditului la care dispoziția unităților este de tip 4 - 4-1- 1.

Pe baza considerațiilor structurale și a naturii cationilor schimbabili clasificarea actuală a zeoliților este următoarea:

\* $x'/T_{cut}$  = capacitatea totală de schimb

#### 7.4.1. Zeoliți fibroși

Natrolit	$\text{Na}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Tetranatrolit	$\text{Na}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Paranatrolit	$\text{Na}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$
Mesolit	$\text{Na}_{16}\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{48}\text{Si}_{72}\text{O}_{240}] \cdot 64 \text{H}_2\text{O}$
Scolecit	$\text{Ca}_8[\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$
Thomsonit	$\text{Na}_4\text{Ca}_8[\text{Al}_{20}\text{Si}_{20}\text{O}_{80}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$
Edingtonit	$\text{Ba}_2[\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{29}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Gonnardit	$\text{Na}_5\text{Ca}_2[\text{Al}_9\text{Si}_{11}\text{O}_{40}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

#### 7.4.3. Zeoliți cu 4 inele duble

Gismondin	$\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{32}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Garronit	$\text{NaCa}_{2.5}[\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}] \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$
Amicit	$\text{Na}_4\text{K}_4[\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{32}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Gobbinsit	$\text{Na}_5[\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}] \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$
Phillipsit	$\text{K}(\text{Ca}_{0.5} \cdot \text{Na})_4[\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Harmoton	$\text{Ba}_2(\text{Ca}_{0.5} \cdot \text{Na})[\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Merlinoit	
Mazzit	$\text{K}_3\text{Ca}_{1.5}\text{Mg}_2[\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72}] \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$
Paulingit	$\text{Na}_{12}\text{K}_{68}\text{Ca}_{41}[\text{Al}_{162}\text{Si}_{500}\text{O}_{1344}] \cdot 705 \text{H}_2\text{O}$

#### 7.4.5. Subgrupa Mordenitului

Mordenitul	$\text{Na}_3\text{KCa}_2[\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}] \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$
Dachiardit	$(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}_{0.5})_4[\text{Al}_4\text{Si}_{20}\text{O}_{48}] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
Epistilbit	$\text{Ca}_3[\text{Al}_6\text{Si}_{18}\text{O}_{48}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Ferrierit	$(\text{Na}, \text{K})\text{Mg}_2\text{Ca}_{0.5}[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}] \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$
Bikitait	$\text{Li}_2[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot \text{H}_2\text{O}$

#### 7.4.7. Alte minerale zeolitice

Cowlesit	$\text{Ca}_6[\text{Al}_{12}\text{Si}_{18}\text{O}_{60}] \cdot 36 \text{H}_2\text{O}$
Goosecreekit	$\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Partheit	$\text{Ca}_8[\text{Al}_{16}\text{Si}_{16}\text{O}_{64}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$

#### 7.4.2. Zeoliți cu 4 inele simple

Analcim	$\text{Na}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Wairakit	$\text{Ca}_8[\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Viseit	$\text{Na}_2\text{Ca}_{10}[\text{Al}_{20}\text{Si}_6\text{P}_{10}\text{O}_{60}](\text{OH})_{36} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Hsianghualit	$\text{Li}_{16}\text{Ca}_{24}[\text{Be}_{24}\text{Si}_{24}\text{O}_{96}] \cdot \text{F}_{16}$
Laumonit	$\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
Leonhardit	$\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$
Yuhawaralit	$\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$
Roggianit	$\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{88}(\text{OH})_{16}](\text{OH})_{16} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$

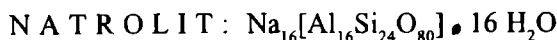
#### 7.4.4. Zeoliți cu 6 inele duble

Gmelinit	$\text{Na}_8[\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}] \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$
Chabazit	$\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Willhendersonit	$\text{K}_2\text{Ca}_2[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
Levynit	$\text{NaCa}_{2.5}[\text{Al}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{36}] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
Erionit	$\text{NaK}_2\text{MgCa}_{1.5}[\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}] \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$
Offretit	$\text{KCaMg}[\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36}] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$
Faujasit	$\text{Na}_{20}\text{Ca}_{12}\text{Mg}_8[\text{Al}_{60}\text{Si}_{132}\text{O}_{384}] \cdot 235 \text{H}_2\text{O}$

#### 7.4.6. Subgrupa Heulanditului

Heulandit	$(\text{Na}, \text{K})\text{Ca}_4[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$
Clinoptilolit	$(\text{Na}, \text{K})_6[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}] \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$
Stilbit	$\text{NaCa}_4[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}]$
Stellerit	$\text{Ca}_4[\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}]$
Barrerit	$\text{Na}_8[\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}]$
Brewsterit	$\text{Sr}[\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

## 7.4.1. ZEOLIȚI FIBROȘI



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m 2.

**Grupa spațială:** F d d 2.

**Z = 8.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,29 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,64 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,59 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9812 : 1 : 0,3535$ .

**Habitus:** cristale prismatice, subțiri până la aciculare, cu striatii verticale; cristale scurt prismatice.

Ambele tipuri de prisme sunt închise. Forme piramidale scurte. De obicei apare fibros, radiar. Apare și masiv, granular sau compact.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, uneori perlat. Transparent până la translucid. Iradiat cu ultraviolete dă o luminescență alb - gălbuie.

**Forme principale:** (110), (111), (100) și (010); mai puțin frecvente sunt: (101), (311), (131), (331).

**Macle:** rare cu axul de maclă [110] și planul de maclă (001).

**Clivaj:** (110) perfect; separații după (010).

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H = 5 - 51/2 ; G = 2,20 - 2,26.** Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,53 - 47,60\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26,63 - 27,67\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 1,34\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,12\%$ ,  $\text{CaO} = 0,12 - 0,44\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 14,74 - 15,89\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,02 - 0,50\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 9,47 - 9,64\%$ .

Sunt citate și probe care conțin  $\text{SrO} = 0,02\%$  și  $\text{BaO} = 0,09\%$ . Raportul  $\text{Si}/(\text{Si} + \text{Al})$  este foarte aproape de 0,6, iar Mg, Sr și Ba au frecvent 0,01 (rareori 0,02) atomi pentru 80 oxigeni. Substituția Na prin Ca este mai mică de 0,5 Ca pe unitatea celulară.

**Proprietăți optice în lumina transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,473 - 1,483$ ,  $\beta = 1,476 - 1,486$ ,  $\gamma = 1,485 - 1,466$ .  $\Delta = 0,012$ .

Biax pozitiv.  $2V = 58^\circ - 64^\circ$ . P.A.O. // (010).

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 125(0,4)✗; 190(0,2)✗; 370(2,65)✗; 531(0,4)✗.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 417 p; 426; 443; 490; 515 m; 545 m; 580; 605 i.l; 626; 680 i.l; 700; 725; 968; 980 - 1020 fp.l; 1044; 1065 m; 1090 i; 1640 fs.l; 2145; 3223; 3240 i.l; 3330 m; 3469; 3546 p.l.

**Difractometria de raze X:** 6,53/74/(220); 5,88/36/(111); 4,66/35/((040); 4,59/30/(400); 4,39/58/(131); 4,35/70/(311); 4,15/42/(240); 4,11/37/(420); 3,622/2/(331); 3,261/12/(440); 3,192/42/(151); 3,151/52/(511).(022); 3,098/29/(220); 2,939/36/(222).(260); 2,897/9/(620); 2,863/80/(351); 2,844/74/(531); 2,582/43/(242); 2,570/71/(422); 2,552/16/(640); 2,448/88/(171); 2,410/86/(711); 2,331/15/(080); 2,318/37/(442); 2,288/18/(371); (800); 2,260/36/(062); 2,239/71/(602); 2,222/71/(820); 2,194/58/(262); 2,177/100/(622).(660); 2,076/11/(480); 2,053/27/(840); 1,933/23/(911); 1,883/21/(153).(391).(513).

**TETRANATROLIT :  $\text{Na}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$** **Polimorf cu natrolitul**

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Grupa spațială:**  $I \bar{4} 2 d$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,10 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,63 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,5061$ .

**Habitus:** cristale prismatice scurte, aproximativ izometrice, cu dimensiuni de cele mai multe ori submicronice.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu.

**Forme principale:** (110) și (111)

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,90\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,06\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,60\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} = 0,11\%$ ,  $\text{CaO} = 1,48\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 14,00\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 1,12\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+ = 8,28\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 1,31\%$ . Raportul  $\text{Si}/(\text{Si} + \text{Al}) = 0,65$ , este doar cu 0,05 mai mare decât la natrolit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,480$ ,  $\epsilon = 1,495$ .  $\Delta = 0,015$ . Uniax.

**Difractometria de raze X:** 6,53/50/(220); 5,90/100/(111); 4,61/25/(040), (400); 4,38/50/(131), (311); 4,12/25/(240), (420); 3,171/50/(151), (511); 3,114/25/(022), (202); 2,949/25/(222); 2,914/5/(260), (620); 2,851/100/(351), (531); 2,580/25/(242), (422); 2,425/25/(171), (711); 2,322/5/(442); 2,250/5/(062), (602); 2,187/15/(262), (622); 2,061/10/(480), (840); 1,881/15/(153), (391), (513).

**MESOLIT :  $\text{Na}_{16}\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{48}\text{Si}_{72}\text{O}_{240}] \cdot 64 \text{H}_2\text{O}$** 

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $m m 2$ .

**Grupa spațială:**  $F d d 2$ .

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,41 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 56,65 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,55 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,3250 : 1 : 0,1156$ ,  $\beta = 90^\circ$ .

**Habitus:** cristale aciculare sau fibroase alungite // [010]. Formează agregate aciculare divergente sau mase compacte cu o dispunere radiaară a fibrelor.

**Culoarea:** incolor, alb, alb-cenușiu, alb-gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, varietățile fibroase au luciu mătășos. Transparent.

**Forme principale:** (110) și (11 $\bar{1}$ ).

**Macles:** frecvente cu plane de maclare probabile (100).

**Clivaj:** (101) și (101) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant. Masele compacte sunt dure; se sparg cu dificultate.

$H = 5$  ;  $G = 2,259$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 47,33\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 24,77\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,01\%$ ,  $\text{CaO} = 9,29\%$ ,  $\text{SrO} = 0,02\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 5,04\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,04\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,50\%$ . Raportul între cationii monovalenți (M) și cei divalenți (D) se poate exprima sub forma  $M/(M+D) = 0,491$ , având, deci, o valoare apropiată de cea medie a zeoliților: (0,455 - 0,517).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ .

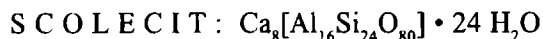
Indicii de refracție:  $\alpha = 1,505$ ,  $\beta = 1,506$ ,  $\gamma = 1,507$ ,  $\Delta = 0,002$ . Biax pozitiv.  $2 V = 84^\circ$ . P.A.O. // (010).

Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100 - 110 $\nabla$ ; 140 - 150 ; 400 $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 417; 426; 444; 509; 540; 630; 695; 719; 777; 870 fs,l; 938; 965 i; 980 fp; 1005 i; 1040 i; 1065 p; 1094 i; 1610; 1670; 3205; 3275; 3398; 3465; 3540.

**Difractometria de raze X:** 6,59/100/(260); 6,12/4/(111); 5,86/38/(131); 5,41/4/(151); 4,72/49/(0.12.0); 4,60/29/(400); 4,46/22/(311); 4,40/3/(191); 4,35/24/(331); 4,20/32/(2.12.0); 4,14/16/(460); 3,917/2/(371); 3,864/3/(480); 3,373/2/(3.11.1); 3,294/4/(2.16.0); 3,218/14/(1.15.1); 3,163/19/(531); 3,091/7/(062); 3,084/7/(202); 2,975/10/(2.18.0); 2,931/16/(262); 2,885/55/(3.15.1); 2,857/56/(591); 2,598/2/(4.18.0); 2,582/4/(2.12.2); 2,574/5/(6.12.0); 2,568/5/(462); 2,472/8/(1.21.1); 2,443/1/(6.14.0); 2,421/9/(731); 2,361/2/(0.24.0), (5.17.1); 2,312/4/(3.21.1), (800); 2,270/3/(0.18.2); 2,237/4/(602), (860); 2,198/17/(6.18.0); 2,178/4/(662), (682); 2,132/2/(8.10.0), (4.16.2), (7.13.1), (153), (1.25.1); 2,081/1/(6.20.0); 2,069/1/(8.12.0); 2,044/2/(333); 2,022/1/(353); 2,000/1/(8.14.0); 1,986/1/(1.27.1).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** F 1 d 1.

**Z** = 8.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,51 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,97 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 6,53 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9758 : 1 : 0,3442$ ,  $\beta = 90^\circ 39'$ .

**Habitus:** cristale scurt prismatic cu striațiuni verticale. Adesea formează mase radiare fibroase.

**Culoarea:** incolor, alb.

**Luciu:** sticlos; mătășos pentru varietățile fibroase. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (110), (111), ( $\bar{1}11$ ), (010), (101).

**Macle:** frecvente cu planul (100) și axul [001].

**Clivaj:** (110) și ( $1\bar{1}0$ ) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H** = 5 ; **G** = 2,27.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 45,16 - 46,63\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,05 - 25,90\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,55\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,32\%$ ,  $\text{CaO} = 13,58 - 14,86\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,05 - 0,64\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,13\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,66 - 13,91\%$ . Raportul Si : Al  $\approx 3 : 2$ , se păstrează relativ constant, deși poate apare o mică substituție a  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ , manifestată în fapt și prin intervenția unei substituții ale cationilor de  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Na}^+$  astfel:  $\text{NaSi} \leftrightarrow \text{CaAl}$ . Independent de acestea mai pot apare și substituții mici de tipul  $\text{Ca} \leftrightarrow 2 \text{Na}$  sau  $\text{Ca} \leftrightarrow 2 \text{K}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ .  $\alpha \wedge c = 16^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,507 - 1,513$ ,  $\beta = 1,516 - 1,520$ ,  $\gamma = 1,517 - 1,521$ .  $\Delta = 0,007$ . Biax negativ.  $2V = 36^\circ - 56^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010). Dispersia:  $r < v$ , puternică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 268(1,7)∇; 465(3,0)∇; 550(0,15)∇; 645(0,45)∇.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 428 p; 450 i; 500 m,l; 520 i; 605 i,l; 635 p; 677 i; 697 m; 718 m; 932 m; 954 m; 991 fp; 1025 m; 1045 i; 1068 i; 1102 p; 1595 fs; 1656 i; 1667 m; 3230; 3320; 3390; 3405; 3503; 3585.

**Difractometria de raze X:** 9,26/12/(110); 6,55/62/(020); 5,90/24/(012); 5,37/5/(112); 4,64/98/(220); 4,38/34/(212); 4,14/61/(130), (310); 3,953/6/(131); 3,789/5/(222); 2,506/67/(132), (312); 3,277/18/(040); 3,202/20/(014); 3,182/46/(322); 3,083/6/(330); 2,948/38/(024), (204); 2,926/40/(420); 2,859/100/(412); 2,794/16/(332); 2,677/78/(242); 2,582/17/(134), (314); 2,564/10/(510); 2,433/21/(432); 2,326/4/(044); 2,313/6/(440); 2,284/6/(252); 2,255/21/(334); 2,190/24/(244), (424); 2,178/50/(600); 2,124/9/(352), (532); 2,087/5/(026); 2,067/14/(620); 2,025/2/(514); 1,976/3/(262).

**Sistemul de cristalizare:** rombic, pseudotetragonal.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P c n n.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,05 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,09 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,22 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9969 : 1 : 1,0099$ .

**Habitus:** prisme lungi, dispuse radiar cu forme (100), (010), (110) și (001) și striate vertical; cristale fibroase dispuse în ciorchini; sferule botrioidale alcătuite din fibre. Se cunosc și cristale lamelare dezvoltate subparalel.

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui, roz, verzui (lintonit).

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat pentru varietățile fibroase. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (100), (010), (110), (001); mai rar apar (101), (401), (801).

**Macle:** (110) și mai rar (041), plane de maclă.

**Clivaj:** (100) perfect și (010) bun.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

**H = 5 - 5 1/2; G = 2,25 - 2,40.** Piroelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 36,68 - 40,39\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 29,27 - 31,98\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,05\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 1,00\%$ ,  $\text{CaO} = 5,92 - 14,69\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 9,72\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,15\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 3,02 - 10,54\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 2,16\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 12,19 - 15,32\%$ . În grupările tetraedrice Si ocupă 50 - 55% din poziții. Raportul dintre cationii monovalenți (M) și divalenți (D) este  $M/D = 0,50 - 0,64$ . Apariția Sr este destul de frecventă, uneori ajungând la concentrații ridicate (9,72% fiind, totuși, o valoare excepțional de mare). Se cunosc și probe bogate în K și Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = c$ ,  $\gamma = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,510 - 1,529$ ,  $\beta = 1,512 - 1,531$ ,  $\gamma = 1,525 - 1,542$ .  $\Delta = 0,013 - 0,015$ . Biax pozitiv.  $2V = 52^\circ - 55^\circ$ . P.A.O. // (001). Dispersia:  $r > v$ .

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 208(0,5)∇; 371(1,65)∇; 425(0,15)∇; 477(0,8)∇; 544(0,2)∇; 889(0,75)∇.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 418; 428; 440 p,l; 507; 543; 595 m,l; 634; 665; 695 i,l; 718 i; 743 i; 940 i; 969 i; 100 fp; 1053 i; 1094 - 1150 i,l; 1660 s,l; 3205; 3280; 3395; 3465; 3548.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 6,63/100/(220); 5,87/59/(111); 4,74/74/(040); 4,62/49/(400); 4,40/35/(131); 4,38/37/(311); 4,34/8/(311); 4,22/31/(240); 4,16/20/(420); 3,643/10/(331); 3,308/4/(440); 3,222/14/(151); 3,187/10/(511); 3,158/14/(511); 3,083/7/(202); 3,065/4/(202); 2,991/12/(260); 2,934/31/(222), (620); 2,902/40/(351); 2,889/54/(351); 2,882/48/(351), (531); 2,858/42/(531); 2,607/3/(460); 2,584/9/(242), (640), (242), (422); 2,579/7/(422); 2,479/8/(171), (171); 2,448/2/(551); 2,440/3/(711); 2,421/8/(711); 2,371/1/(080); 2,336/1/(442); 2,322/3/(371); 2,316/4/(442), (371), (800); 2,296/4/(280); 2,293/4/(280), (731); 2,272/4/(062); 2,254/3/(602); 2,248/3/(820); 2,208/29/(262), (660), (262); 2,170/3/(622); 2,134/1/(113); 2,111/3/(480); 2,078/5/(840); 2,063/1/(751); 2,032/4/(313); 1,993/3/(191).



**Sistemul de cristalizare, Clasa și Grupa spațială :**

Sistemul de cristalizare	Rombic	Tetragonal
Clasa	222	
Grupa spațială	P2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub>	P 4̄ 2 <sub>1</sub> m
Z	2	2
a <sub>0</sub> (Å)	9,55	9,58
b <sub>0</sub> (Å)	9,67	-
c <sub>0</sub> (Å)	6,52	6,52
a <sub>0</sub> :b <sub>0</sub> :c <sub>0</sub> sau a <sub>0</sub> :c <sub>0</sub>	0,9876:1:0,6743	1:0,6806

**Habitus:** cristalele tetragonale ale edingtonitului sunt prisme simple cu fețe dominante (110) și închise cu piramide complex constituite; cristalele rombice sunt, de asemenea, prismatice cu fețe dominante (110), (001), (111) și (121). Apare, de asemenea, și masiv.

**Culoarea:** alb, cenușiu, roz.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (110), (111), (11̄1), (001) pentru cristalele tetragonale și (110), (001), (111), (11̄1), (121) și (121) cele rombice.

**Macles:** rare, cu plan de macle (110).

**Clivaj:** (110) perfect.

**H = 4 G = 2,777.** Piezoelectric.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 35,14 - 37,42%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20,08 - 20,20%, MgO = 0,00 - 0,15%, CaO = 0,00 - 0,10%, SrO = 0,00 - 0,05%, BaO = 28,36 - 31,18%, Na<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,28%, K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,52%, H<sub>2</sub>O = 12,75 - 13,36%.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: α = c, β = b, γ = a. Indicii de refracție: α = 1,535 - 1,542, β = 1,542 - 1,553, γ = 1,545 - 1,557. Δ = 0,010 - 0,015. Biax negativ. 2 V = 15°62'. P.A.O. // (010). Dispersia: r < v, puternică.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 155∇; 170∇; 435∇; 500∧.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 875 fs,l; 975 i; 990 i; 1020 fp; 1050 i; 1100 i; 1165 s.

**Difractometria de raze X:**

- sistemul rombic: 6,78/14/(110); 6,51/40/(001); 5,40/33/(011); 5,38/35/(101); 4,83/73/(020); 4,77/64/(200); 4,70/55/(111); 4,30/18/(120); 4,28/11/(210); 3,878/7/(021); 3,591/100/(121); 3,578/93/(211); 3,393/65/(220); 3,256/7/(002); 3,085/16/(012), (102); 3,050/65/(130); 3,021/57/(310); 3,010/53/(221); 2,936/24/(112); 2,763/87/(131); 2,741/96/(311); 2,668/12/(230); 2,657/17/(320); 2,597/34/(122); 2,592/47/(212); 2,469/11/(231); 2,460/11/(321); 2,410/3/(040); 2,340/4/(140); 2,289/27/(032); 2,274/19/(302); 2,263/100/(330); 2,240/5/(401); 2,201/21/(141); 2,181/19/(411); 2,153/22/(240); 2,137/35/(420), (331); 2,116/7/(013), (103); 2,062/12/(232); 2,057/11/(322); 2,045/10/(241); 2,032/10/(421); 1,976/4/(203);
- sistemul tetragonal: 6,79/13/(110); 6,54/39/(001); 5,40/37/(011), (101); 4,81/75/(020), (200); 4,70/47/(111); 4,29/17/(120), (210); 3,867/4/(021); 3,587/100/(121), (211); 3,392/46/(220); 3,262/6/(002); 3,085/12/(012), (102); 3,027/47/(130), (310); 3,011/33/(221); 2,939/17/(112); 2,753/83/(131), (311); 2,658/14/(230), (320); 2,594/36/(122), (212); 2,461/8/(231), (321); 2,397/3/(040); 2,284/29/(032), (302); 2,261/75/(330); 2,222/3/(312); 2,192/17/(141), (411); 2,139/23/(420), (331); 2,069/8/(113); 2,063/9/(232), (322); 2,034/7/(241), (421); 1,981/4/(203).

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal sau rombic.

**Clasa:** m m 2.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 13,35 Å, b<sub>0</sub> = 13,35 Å, c<sub>0</sub> = 6,65 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1,000 : 1 : 0,4981.

**Habitus:** agregate fibroase, cu fibrele dezvoltate // [001]. Se întâlnesc și sferule cu structură fibro-radiară; masiv, fibros.

**Culoarea:** alb.

**Luciu:** mătășos. Translucid.

**Clivaj:** nu s-a observat.

**H = 4 1/2 - 5 ; G = 2,26.**

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 40,03 - 43,86%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 26,92 - 28,15%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,00 - 0,85%, MgO = 0,00 - 0,22%, CaO = 3,61 - 9,29%, Na<sub>2</sub>O = 7,25 - 13,16%, K<sub>2</sub>O = 0,00 - 0,40%, H<sub>2</sub>O = 11,74 - 14,36%. De obicei apare întim asociat cu thomsonitul și/sau tetranatrolitul, ceea ce duce la impurificarea chimică a materialului. Raportul Si/(Si + Al) ≈ 0,57, având oscilații mici. Raportul Na/(Na + Ca) variază între 0,6 și 0,9. K este foarte puțin sau absent. Poate conține, însă, Mg, Sr, Ba.

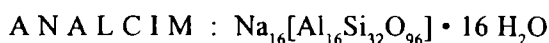
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: α = c sau β = c. Indicii de refracție: α = 1,497 - 1,506, β = 1,505, γ = 1,499 - 1,508. Δ ≅ 0,002. Biax negativ. 2 V < 50°.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 90∇, 360∇.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 1040 fp,l; 1100 l,i; 1235 i.

**Difractometria de raze X (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni):** 6,64/76/(200), (001); 5,90/39/(210), (101); 4,70/61/(220), (201); 4,41/37/(300), (211); 4,20/24/(310); 3,675/3/(320), (301); 3,580/4/(311); 3,213/31/(410), (321), (102); 3,109/2/(112); 2,954/27/(401), (202); 2,898/100/(411), (212); 2,608/11/(510), (312); 2,468/17/(520), (501), (431); 2,351/7/(440), (402); 2,306/5/(412); 2,268/5/(530), (332); 2,211/17/(600), (441), (422); 2,178/3/(103); 2,102/3/(620), (601); 2,067/4/(502), (432), (213); 1,981/4/(630), (541).

#### 7.4.2. ZEOLITI CU 4 INELE SIMPLE



**Sistemul de cristalizare și Grupa spațială :**

Sistemul de cristalizare	Rombic	Tetragonal	Cubic
Grupa spațială	I b c a	I 4 <sub>2</sub> /a c d	I a 3 d
a <sub>0</sub> (Å)	13,73	13,72	13,73
b <sub>0</sub> (Å)	13,71	-	-
c <sub>0</sub> (Å)	13,74	13,69	-
a <sub>0</sub> : b <sub>0</sub> : c <sub>0</sub> sau a <sub>0</sub> : c <sub>0</sub>	1,0015:1:1,0022	1: 0,9978	-

**Habitus:** cristale (pseudo) cubice de tipurile: trapezoedru, icositetraedru sau leucitaedru. Apare și masiv, granular sau compact cu structură concentrică.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, roz, roșu carmin, verxui

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (211), (100), (110), (210), (112).

**Macles:** lamelare cu plan de maclă (001) sau (110). Sunt citate și macles lamelare cu planul (101) caracteristice cristalelor rombice și tetragonale.

**Clivaj:** (100) foarte slab.

**Spărtura** subconcoidală. Casant.

$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,22-2,29$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 54,26-58,62\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 19,37-23,26\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,95\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,70\%$ ,  $\text{CaO} = 0,04-1,42\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 10,79-13,78\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,06-0,36\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 8,22-9,04\%$ .

Raportul Si : Al  $\approx$  3 : 2, cu variații mici  $\text{Na}^+$  poate fi substituit de mici cantități de  $\text{K}^+$  sau  $\text{Ca}^{2+}$ . De obicei acestea se datorează necesității de echilibrare electrică a rețelei afectată și de mici replasări ale  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție: mediu variază în funcție de valoarea raportului Si/Al astfel:

Compoziția chimică (art.)	n
$\text{Na}_{1,2}(\text{Al}_{1,2} \text{Si}_{1,8} \text{O}_{6,0}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,494
$\text{Na}_{1,0}(\text{Al}_{1,0} \text{Si}_{2,0} \text{O}_{6,0}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,488
$\text{Na}_{0,75}(\text{Al}_{0,75} \text{Si}_{2,25} \text{O}_{6,0}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,482

Izotrop. Unele cristale arată anomalii optice: birefringență ( $\Delta \approx 0,001$ ), semn optic negativ, 2 V mic.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 90-100 $\checkmark$ ; 375-380 $\checkmark$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**

446 p; 540 i; 608 i; 627 s; 666 fs; (736 m + 770 m)d; 862 fs; 972 i; 1020-1040 fp,l; 1111 i; 1632 s; 3620.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 5,61.51/(211); 4,86/13/(220); 3,804/<1/(320); 3,669/7/(321); 3,436/100/(400); 3,242/<1/(411),(330); 2,927/48/(332); 2,804/5/(422); 2,695/15/(431),(510); 2,508/13/(521); 2,428/8/(440); 2,230/8/(611),(532); 2,172/1/(620); 2,120/1/(541); 2,025/1/(631); 1,941/<1/(543),(710),(550); 1,905/12/(640); 1,869/7/(633); 1,836/<1/(642); 1,745/15/(651),(732).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m sau 2/m.

**Grupa spațială:** I a sau I<sub>2</sub>/a.

$Z = 8$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,69 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,64 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 13,56 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,0037 : 1 : 0,9941$ ,  $\beta = 90^\circ 30'$ .

**Habitus:** cristale subhedrale, uneori pdeuso-octaedrice sau pseudo-icositetradrice.

**Culoarea:** incolor sau alb.

**Luciu:** sticios sau mat.

**Macle:** lamelare cu plan de maclă (001) sau (110).

**Clivaj:** (100) slab. Casant.

$H = 5 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,26$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 55,90-57,07\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 20,64-23,00\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,48\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,43\%$ ,  $\text{CaO} = 6,17-11,70\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,06-6,57\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,14-0,17\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 8,50-9,43\%$ .

Între analcim și wairakit se dezvoltă o serie izomorfă continuă. Substituția

$\text{Na}^+$  prin  $\text{Ca}^{2+}$  este însoțită și de modificarea parametrilor celulei elementare, inclusiv a unghiului  $\beta$ .

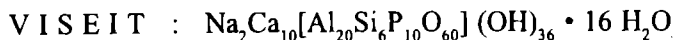
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta \approx a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,498$ ,  $\gamma = 1,502$ .  $\Delta = 0,004$ . 2 V = 70°- 105°.

Dispersia:  $r > v$  mică.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 80V; 170V; 395V; 565V.

**Difractometria de raze X** (radiație CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 682/19/(020); 5,57/59/(12 $\bar{1}$ ),(211),(121); 4,83/21/(220); 3,636/19/(132),(312); 3,405/100/(040); 3,212/3/(141); 3,062/4/(40 $\bar{2}$ ); 3,048/5/(20 $\bar{4}$ ),(042),(402); 2,914/43/(33 $\bar{2}$ ),(32 $\bar{3}$ ); 2,902/40/(332); 2,781/5/(22 $\bar{4}$ ); 2,768/7/(224); 2,677/14/(31 $\bar{4}$ ),(431); 2,488/20/(512),(152); 2,417/9/(440); 2,343/1/(350); 2,273/3/(24 $\bar{4}$ ); 2,262/2/(244); 2,211/9/(32 $\bar{5}$ ), (16 $\bar{1}$ ),(161),(532),(352); 2,146/2/(026); 1,109/2/(51 $\bar{4}$ ); 2,092/2/(415); 2,053/1/(22 $\bar{6}$ ); 1,996/5/(316).



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,65 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** masiv; noduli de mici dimensiuni.

**Culoarea:** alb, alb-albăstrui, alb-gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios. Translucid; fragmente subțiri sunt transparente.

**Clivaj:** nu s-a observat. Casant.

$H = 3-4$ ;  $G = 2,2$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție:  $n = 1,530$ . Izotrop.

**Difractometria de raze X**: 5,68/40/(211); 4,98/10/(220); 3,46/50/(400); 2,92/100/(332); 2,20/20/(532),(611); 2,11/<10/(541); 2,014/<10/(631); 1,686/30/(640); 1,740/60/(651),(732).



**Sinonim:** sloanit, shneiderit

**Varietate:** caporcianit, dihidratat, pulverulent

**Sistemul de cristalizare, Clasa și Grupa spațială :**

	Laumontit	Leonhardit
Sistemul de cristalizare	monoclinic	monoclinic
Clasa	2 sau m	2 sau m
Grupa spațială	C 2/m	C 2/m
$a_0$ (Å)	15,04	14,75
$b_0$ (Å)	13,17	13,07
$c_0$ (Å)	7,71	7,60
$a_0 : b_0 : c_0$	1,1420:1:0,5854	1,1285:1:0,5815
$\beta$	113°12'	111°54'
Z	4	4

**Habitus:** rareori apar cristale prismatice cu terminațiuni oblice ale fețelor (001) și ( $\bar{2}$ 01). Prin deshidratare formează cruste pulverulente de caporcianit.

**Culoarea:** alb, cenușiu, gălbui roz, brun.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticios sau perlat. transparent sau translucid, pulberile deshidratate sunt opace. Laumontitul este fluorescent atunci când este expus la radiații ultraviolete.

**Forme principale:** (110), (100), (001), (201).

**Macle:** (100) plan de maclă.

**Clivaj:** (110) și (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată.

**H** = 3-4 ; **G** = 2,20-2,41.

**Compoziția chimică:** nu arată diferențe între laumontit și leonhardt cu excepția normală a conținutului în apă:

Varietatea Oxizi(%)	Laumontit	Leonhardt
SiO <sub>2</sub>	50,63-52,60	51,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,55-22,44	22,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00-0,73	0,21
MgO	0,00-0,40	-
CaO	9,70-12,01	6,96
SrO	0,00-0,25	-
Na <sub>2</sub> O	0,07-1,35	2,58
K <sub>2</sub> O	0,12-1,75	4,36
H <sub>2</sub> O	13,26-14,65	12,34

Compoziția chimică este foarte apropiată de formula stoichiometrică a mineralelor. Raportul Si/Al este aproape constant. Sunt citate și probe care conțin FeO(0,14%), TiO<sub>2</sub>(0,02%), MnO(0,03-0,05%) și P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(0,03-0,05%). Conținutul în apă determină variația parametrilor reticulari astfel:

Mineralul Parametrii	Laumontit • 16 H <sub>2</sub> O 13,26% H <sub>2</sub> O	Laumontit • 16 H <sub>2</sub> O 14,24% H <sub>2</sub> O	Leonhardt • 14 H <sub>2</sub> O 12,34% H <sub>2</sub> O
a <sub>0</sub> (Å)	15,053	15,041	14,770
b <sub>0</sub> (Å)	13,160	13,180	13,056
c <sub>0</sub> (Å)	7,721	7,710	7,595
β	113°26'	113°8'	112°48'

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: β = b.

Laumontitul este biax negativ. Proprietățile optice variază cu gradul de hidratare apărând unele diferențe între laumontit și leonhardt astfel:

	Laumontit	Leonhardt
α	1,510	1,505
β	1,528	1,514
γ	1,522	1,517
Δ	0,012	0,012
γ ^ c	10°	33°
2V	-39°	-44°

**Proprietăți termice:**

Laumontit (A.T.D.): 100%; 240%; 430%

**Spectrometria de absorbție în infraroșu** (Laumontit): 410 i; 422 ; 437 p,l; 462; 486 m; 523; 565 m; 615 i; 670; 766 p; 954 m; 993 m; 1032 fp; 1095 i; 1130 p; 1655 m; 3288; 3430; 3560.

**Difractometria de raze X** (Laumontit): 9,43/78/(110); 6,83/56/(200); 6,18/9/(201); 5,04/18/(111); 4,72/16/(220); 4,49/32/(221); 4,15/100/(130); 3,762/8/(131); 3,657/42/(401); 3,506/94/(002); 3,404/26/(131); 3,538/34/(312); 3,265/63/(040); 3,196/45/(311); 3,091/4/(402); 2,947/8/(240); 2,876/38/(511), (422); 2,644/2/(512); 2,628/3/(331); 2,571/34/(241); 2,537/3/(132); 2,517/5/(222); 2,515/9/(203); 2,452/7/(601); 2,437/43/(441); 2,388/2/(403); 2,358/23/(151); 2,267/9/(350); 2,215/8/(622); 2,178/8/(060); 2,150/28/(620); 2,087/4/(332); 1,990/5/(533).

YUGAWARALIT :  $\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** m.

**Grupa spațială:** P c.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,73 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 13,95 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,03 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4824 : 1 : 0,7190$ ,  $\beta = 111^\circ 30'$ .

**Habitus:** cristale tabulare (010) cu contur hexagonal cu fețe dominante (010), (120), (100), (001) și (11 $\bar{1}$ ).

Pe fața (010) se dezvoltă striaiții // [001].

**Culoarea:** incolor sau alb.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; fața (010) prezintă frecvent irizații.

**Forme principale:** (010), (100), (001), (011), ( $\bar{1}11$ ), (110), (120).

**Clivaj:** (011) slab; (001) bun. **Spărtura:** concoidală. Nemagnetic. Casant.

$H = 4 \frac{1}{2} - 5$ ;  $G = 2,23$ . Piezoelectric și piroelectric;

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 58,47-61-74\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,14-17,43\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,003-0,31\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,11\%$ ,  $\text{CaO} = 8,29-10,15\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-0,21\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,06-0,39\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,17\%$ ;  $\text{H}_2\text{O} = 12,12-12,95\%$ .

Compoziția este aproape de formula stoichiometrică, exceptând micile cantități de Na, K și Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\beta \wedge c = 12^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,492$ ,  $\beta = 1,498$ ,  $\gamma = 1,502$ .  $\Delta = 0,010$ . Biax negativ,  $2V = 71^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 120 $\nabla$ ; 280 $\nabla$ ; 470 $\nabla$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 14,01/2/(010); 7,80/4/(011); 1,01/26/(020); 6,28/4/(100); 5,82/55/(11 $\bar{1}$ ); 5,61/2/(021); 4,67/100/(100), (030); 4,44/9/(012); 4,41/12/(11 $\bar{2}$ ); 4,30/30/(111); 4,18/16/(031); 3,896/8/(022); 3,769/9/(13 $\bar{1}$ ); 3,308/8/(032); 3,272/10/(21 $\bar{1}$ ); 3,237/36/(102); 3,194/5/(20 $\bar{2}$ ); 3,135/9/(200); 3,115/8/(21 $\bar{2}$ ); 3,049/93/(140), (013); 2,997/5/(12 $\bar{3}$ ); 2,938/17/(122); 2,906/24/(22 $\bar{2}$ ); 2,863/5/(220); 2,854/5/(023); 2,769/18/(141); 2,719/15/(213); 2,685/13/(051); 2,658/6/(132); 2,647/11/(211); 2,638/10/(23 $\bar{2}$ ); 2,602/2/(230); 2,575/7/(22 $\bar{3}$ ); 2,559/4/(150); 2,515/5/(10 $\bar{4}$ ); 2,474/5/(11 $\bar{4}$ ); 2,427/7/(113); 2,404/3/(052); 2,364/5/(12 $\bar{4}$ ); 2,360/7/(24 $\bar{2}$ ); 2,345/7/(004); 2,336/8/(231); 2,292/1/(21 $\bar{4}$ ); 2,227/3/(212); 2,205/3/(31 $\bar{2}$ ); 2,191/5/(16 $\bar{1}$ ); 2,179/4/(133); 2,148/5/(222); 2,136/6/(241); 2,119/2/(152); 2,105/4/(25 $\bar{2}$ ), (31 $\bar{3}$ ); 2,089/9/(300); 2,042/3/(14 $\bar{4}$ ); 2,014/4/(143), (33 $\bar{2}$ ); 2,003/5/(33 $\bar{1}$ ), (070); 1,974/5/(104).

ROGGIANIT :  $\text{Ca}_{16}[\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{88}(\text{OH})_{16}] (\text{OH})_{16} \cdot 26 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4 m m,  $\bar{4} 2$  m sau 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I 4 / m c m.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,37 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,14 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,4976$ .

**Habitus:** prisme alungite // [001] cu fețe (100), (010) și (110) și lipsite de terminații. Formează agregate fibroase.

**Culoarea:** incolor, alb, alb-gălbui.

**Urma:** albă. Transparent.

**Forme principale:** (100), (010) și (110).

**Clivaj:** (110) perfect.

**H** = nedeterminat.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 44,11\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,54\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,05\%$ ,  $\text{CaO} = 19,97\%$ ,  $\text{SrO} = 0,04\%$ ,  $\text{BaO} = 0,09\%$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 0,01\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,02\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (prin diferență) =  $17,17\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Indicii de refracție:  $\omega = 1,527$ ,  $\epsilon = 1,535$ . Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $113\text{V}$ ;  $361\text{A}$ ;  $874\text{V}$ ;  $907 + 912\text{A}$ .

**Difracția de raze X:**  $13,08/100/(110)$ ;  $9,27/90/(200)$ ;  $6,13/90/(211)$ ;  $5,81/35/(310)$ ;  $4,33/20/(330)$ ,  $(112)$ ;  $4,12/35/(202)$ ;  $3,74/20/(222)$ ;  $2,60/70/(312)$ ;  $3,41/70/(431)$ ;  $3,22/50/(402)$ ,  $(521)$ ;  $3,13/50/(530)$ ;  $2,88/60/(213)$ ;  $2,82/50/(512)$ ;  $2,67/20/(442)$ ;  $2,62/10/(631)$ ;  $2,57/10/(550)$ ,  $(710)$ ,  $(532)$ ;  $2,53/35/(413)$ ;  $2,45/35/(622)$ ;  $2,37/10/(433)$ ;  $2,31/35/((004)$ ;  $2,26/20/(552)$ ;  $2,19/10/(820)$ ,  $(224)$ ;  $2,14/10/(314)$ ;  $2,05/10/(802)$ ;  $2,02/10/(910)$ ;  $1,93/35/(930)$ .

### 7.4.3. ZEOLITI CU 4 INELE DUBLE

G I S M O N D I N :  $\text{Ca}_4 [\text{Al}_8\text{Si}_8\text{O}_{32}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $P 2_1/c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 10,02 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,62 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9435 : 1 : 0,9266$ ,  $\beta = 92^\circ 26'$ .

**Habitus:** cristale pseudo - octaedrice sau pseudotetragonale bipiramidale obținute probabil prin maclare.

**Culoarea:** incolor, alb, alb - albastrui, cenușiu, roșcat.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (101),  $(10\bar{1})$ .

**Macle:** (110) și (001) plane de maclă.

**Clivaj:**  $(\bar{2}32)$  bun.

$H = 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,27$ . Piezoelectric

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 32,40 - 40,38\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,00 - 27,95\%$ ,  $\text{CaO} = 11,76 - 15,37\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,24\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 2,02\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,77\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 20,76 - 24,09$ . Raportul  $\text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0,50$  dar poate ajunge și până la  $0,58$ ,  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$  apar de obicei în cantități mici  $\text{Sr}^{2+}$  apare rareori, iar  $\text{Ba}^{2+}$  lipsește.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 42^\circ$ ,  $\alpha \perp [101]$ , muchia dintre fețele  $(\bar{2}32)$  și  $(\bar{2}3\bar{2})$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,515 - 1,532$ ,  $\beta = 1,539 - 1,540$ ,  $\gamma = 1,523 - 1,548$ .  $\Delta = 0,008 - 0,016$ .

Biax negativ.  $2V = 86^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $201(2,9)\text{V}$ ;  $326(0,35)\text{V}$ ;  $745(025)\text{V}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**  $415 \text{ i}$ ;  $440 \text{ p.l.}$ ;  $465 \text{ i}$ ;  $585 \text{ i}$ ;  $597 \text{ m.l.}$   $686 \text{ i.l.}$   $735 \text{ i}$ ;  $785 \text{ i}$ ;  $1010 - 1027 \text{ fp.l.}$ ;  $1110 - 1130 \text{ i.l.}$ ;  $1655 \text{ s.l.}$ ;  $3250$ ;  $3440$ ;  $3550$ .

**Difracția de raze X** (radiație  $\text{CuK}\alpha$ , filtru Ni):  $10,00/3/(100)$ ;  $7,30/63/(110)$ ;  $5,94/7/(11\bar{1})$ ;  $5,77/15/(111)$ ;  $5,32/4/(020)$ ;  $5,00/17/(200)$ ;  $4,91/52/(002)$ ;  $4,68/17/(021)$ ,  $446/10/(012)$ ;  $4,33/6/(102)$ ;  $4,27/100/(12\bar{1})$ ;  $4,21/51/(121)$ ;  $4,18/34/(21\bar{1})$ ;  $4,05/30/(211)$ ;  $4,02/6/(112)$ ;  $3,642/8/(220)$ ;  $3,606/8/(022)$ ;  $3,587/5/(20\bar{2})$ ;  $3,431/16/(12\bar{2})$ ;  $3,383/8/(221)$ ;  $3,338/47/(031)$ ;  $3,186/90/(310)$ ;  $3,132/71/(013)$ ;  $3,065/4/(31\bar{1})$ ;  $3,022/$

5/(11 $\bar{3}$ ); 2,993/16/(311); 2,955/1/(113); 2,873/4/(032); 2,825/5/(320); 2,782/11/(13 $\bar{2}$ ); 2,744/76/(32 $\bar{1}$ ); 2,714/59/(12 $\bar{3}$ ); 2,693/78/(321); 2,662/69/(123); 2,658/72/(040); 2,624/17/(312); 2,607/11/(213); 2,567/(041); 2,521/15/(23 $\bar{2}$ ); 2,492/7/(14 $\bar{1}$ ); 2,475/8/(22 $\bar{3}$ ); 2,467/9/(232); 2,458/8/(004); 2,407/13/(033); 2,389/7/(41 $\bar{1}$ ); 2,340/16/(042); 2,293/4/(24 $\bar{1}$ ); 2,265/6/(420); 2,242/5/(20 $\bar{4}$ ); 2,193/15/(402); 2,135/8/(24 $\bar{2}$ ); 2,102/6/(242); 2,080/6/(150); 2,046/10/(34 $\bar{1}$ ).(430); 2,033/10/(14 $\bar{3}$ ); 2,011/12/(143); 1,967/8/(510).(134).

### C A R R O N I T : NaCa<sub>2,5</sub> [Al<sub>6</sub>Si<sub>10</sub>O<sub>32</sub>] · 13 H<sub>2</sub>O

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Grupa spațială:** I 4<sub>1</sub>/a m d (?) .

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 9,85 Å, c<sub>0</sub> = 10,32 Å .

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 1 : 1,0477.

**Habitus:** agregate compacte radiare.

**Culoarea:** incolor, alb.

**H** = 4 ; **G** = 2,13 - 2,17 .

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 43,21%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 24,20%, CaO = 10,64%, Na<sub>2</sub>O = 2,94%, K<sub>2</sub>O = 0,54%, H<sub>2</sub>O = 18,62%

**Proprietăți optice în lumină transmisă** incolor. Indicii de refracție: ω = 1,504 - 1,512, ε = 1,506 - 1,510.  
Uniax pozitiv sau negativ.

**Proprietăți termice** (A.T.D.) : 60∇; 170∇; 320∇.

**Difracțometria de raze X** (radiația CuK<sub>α</sub>, filtru Ni): 7,15/75/(101); 4,95/59/(200); 4,15/78/(112); 4,07/27/(211); 3,576/2/(202); 3,499/4/(220); 3,244/50/(103); 3,144/100/(301); 2,992/1/(311); 2,895/4/(222); 2,744/3/(320); 2,710/10/(213); 2,674/72/(312); 2,573/11/(001); 2,415/2/(114); 2,337/7/(411); 2,212/4/(420); 2,124/4/(332); 2,072/7/(224); 2,031/3/(422),(304); 2,015/3/(105); 1,987/7/(314).

### A M I C I T : Na<sub>4</sub>K<sub>4</sub>[Al<sub>8</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>32</sub>] · 10 H<sub>2</sub>O

**Grupa spațială:** I 2.

**Dimensiunea celulei elementare:** a<sub>0</sub> = 10,23 Å, b<sub>0</sub> = 10,42 Å, c<sub>0</sub> = 9,88 Å.

**Relația axială:** a<sub>0</sub> : b<sub>0</sub> : c<sub>0</sub> = 0,9818 : 1 : 0,9482, β = 38°19'.

**Habitus:** cristale care simulează bipiramide tetragonale.

**Culoarea:** Incolor.

**Urma:** albă. Transparent.

**Forme principale:** (011) și (110).

**Clivaj:** absent.

**H** = 4 1/2.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 36,38%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 29,46%, CaO = 0,22%, SrO = 0,03%, Na<sub>2</sub>O = 8,22%, K<sub>2</sub> = 12,96%, H<sub>2</sub>O = 12,80%. Se remarcă o mică substituție a Na<sup>+</sup> prin Ca<sup>2+</sup>

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: α = b, β ^ c = 12°. Indicii de refracție: α = 1,485, β = 1,490, γ = 1,494, Δ = 0,009. Biax negativ 2V = 82°.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 60 ; 140 ; 320 .

**Difracțometria de raze X:** 7,30/55/(110); 7,2010/(101).(011); 5,11/40/(200); 4,94/28/(002); 4,22/90/(211); 4,18/40/(12 $\bar{1}$ ); 4,12/8/(112), (21 $\bar{1}$ ); 4,05/4/(11 $\bar{2}$ ); 3,647/7/(220); 3,585/5/(022); 3,289/(130).(031); 3,238/45/(310); 3,141/80/(013); 2,965/10/(222); 2,759/35/(321); 2,722/100/(13 $\bar{2}$ ).(32 $\bar{1}$ ); 2,704/50/(123); 2,674/20/(31 $\bar{2}$ ).(12 $\bar{3}$ ); 2,605/40/(040); 2,470/5/(004); 2,424/8/(41 $\bar{1}$ ); 2,390/7/(411).(033); 2,355/3/(11 $\bar{4}$ ); 2,324/7/(114).(240); 2,305/



7/(042),(402); 2,249/5/(204); 2,243/7/(402),(420); 2,249/5/(204); 2,243/7/(402).(024); 2,183/4/(233).(323); 2,165/3/(332); 2,112/10/(242); 2,090/10/(242); 2,025/5/(224).(431).(341); 2,006/3/(413).(510).(431); 1,997/3/(143),(314).(501).

GOBBINSIT :  $\text{Na}_5 [\text{Al}_9\text{Si}_{11}\text{O}_{32}] \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Grupa spațială:**  $P n m 2_1$  sau  $P n 2_1 m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,80 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,10 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9655 : 1 : 0,9951$ .

**Habitus:** cristale fibroase alungite // [001].

**Culoarea:** alb de cretă.

**Luciu:** sticlos.

**Macle:** (101) plan de maclă.

**Clivaj:** absent.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 49,02\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,13\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,04\%$ ,  $\text{CaO} = 1,4\%$ ,  $\text{MgO} = 1,00\%$ ,  $\text{SrO} = 0,1\%$ ,  $\text{BaO} = 0,12\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 9,49\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,1\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,04\%$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,494$ ,  $\epsilon = 1,489$ . Uniax negativ.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 80 $\forall$ ; 150 $\forall$ ; 400 $\forall$ .

**Difractometria de raze X:** 7,11/100/(110),(101); 5,78/20/(111); 5,06/50/(200); 4,89/30/(002); 4,41/25/(102); 4,12/100/(211); 4,03/20/(112); 3,515/10/(202); 3,326/30/(212); 3,201/(100)(310).(301); 3,106/80/(103); 3,040/10/(311); 2,968/10/(113); 2,887/5/(222); 2,757/5/(302).(203); 2,699/80/(321).(312); 2,651/40/(213); 2,539/25/(400); 2,435/20/(402); 2,379/20/(104); 2,317/10/(114); 2,256/15/(402); 2,206/25/(204); 2,153/25/(214); 2,057/20/(442); 1,986/25/(431).

PHILLIPSIT :  $\text{K}_2(\text{Ca}_{0,5}\text{Na})_4 [\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}] \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

**Varietate:** wellsit, conține Ba

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau 2.

**Grupa spațială:**  $P 2_1 / m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,88 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,30 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,67 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6909 : 1 : 0,6063$ ,  $\beta = 124^\circ 12'$ .

**Habitus:** prisme scurte, pseudorombice, alungite // [100]. Toate sunt maclate. Apar cristale izolate sau asociate în druze sau în sferulite.

**Culoarea:** alb lăptos, alb gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** (001), (010), (110), (100).

**Macle:** Foarte frecvente alcătuite din 4 indivizi. Planul de maclă este (201) pentru două perechi de indivizi izo-orientați și anume I și III și respectiv II și IV. Acest plan este  $\perp$  [100]. Între perechile I și IV și respectiv II și III planul de maclă este (001). Acestea pot fi complicate mai departe prin asocierea cu un alt grup de 4 indivizi maclăți, asocierea făcându-se după planul (110).

**Clivaj:** (010) și (100) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4 - 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,20$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 41,42 - 54,97\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,24 - 24,33\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,17\%$ ,  $\text{MgO} = 0,03 - 0,10\%$ ,  $\text{CaO} = 0,10 - 8,50\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,28\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 1,24\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,50 - 5,51\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 2,49 - 13,00\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,06 - 17,88\%$ ,  $\text{Si}^{4+}$  poate ocupa între 54 - 74% din pozițiile tetraedrice. În unitatea celulară numărul cationilor de  $\text{K}^+$  este între 0,7 și 3,5.  $\text{Na}^+$  între 0,1 și 4,2, iar  $\text{Ca}$  între 0,00 - 2,1. Există o serie continuă între philipsit, wellsit și harmotom, procesul de  $\text{Ba}^{2+}$  crescând continuu în această serie.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea  $\alpha = b$ ,  $\gamma \wedge c = 11^\circ - 30^\circ$ .

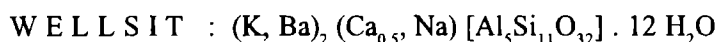
Indicii de refracție:  $\alpha = 1,490$ ,  $\beta = 1,493$ ,  $\gamma = 1,498$ ,  $\Delta = 0,008$ . Biax negativ.

$2V = 60^\circ - 80^\circ$ . P.A.C.  $\perp (010)$ . Dispersia:  $r < v$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 70 $\forall$ , 120 $\forall$ , 140 $\forall$ , 180 $\forall$ , 320 $\forall$ , 400 $\forall$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 i, 448 p; 462; 582 m,l; 630 i; 675 l,i; 737; 780 i; 874; 1006 fa; 1117 l; 1648 s; 3220; 3410; 3550.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,19/10/(10 $\bar{1}$ ); 7,14/79/(001); 7,10/74/(020); 6,38/20/(011); 5,36/25/(120),(121); 5,03/24/(021); 5,00/16/(20 $\bar{1}$ ); 4,29/11/(101); (10 $\bar{2}$ ); 4,11/47/(111),(11 $\bar{2}$ ); 4,09/30/(130), (13 $\bar{1}$ ),(22 $\bar{1}$ ); 3,943/11/(031); 3,667/7/(121),(12 $\bar{2}$ ); 3,461/8/(012); 3,254/39/(14 $\bar{1}$ ); 3,245/29/(30 $\bar{1}$ ); 3,177/100/(041); 3,099/6/(232); 2,948/17/(32 $\bar{1}$ ),(32 $\bar{2}$ ); 2,743/36/(102); 2,738/29/(141),(14 $\bar{2}$ ); 2,690/32/(22 $\bar{3}$ ); 2,683/41/(313); 2,559/8/(122),(12 $\bar{3}$ ); 2,548/7/(320),(32 $\bar{3}$ ); 2,515/9/(042); 2,392/8/(34 $\bar{1}$ ); 2,333/6/(250),(25 $\bar{2}$ ); 2,246/6/(241); 2,220/5/(052); 2,162/3/(34 $\bar{3}$ ); 2,074/7/(161).(321).(32 $\bar{4}$ ); 2,056/8/(222).(224); 2,050/5/(26 $\bar{2}$ ); 1,999/9/(10 $\bar{4}$ ).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau 2.

**Grupa spațială:** P 2 $_1$ /m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,914 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,147 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,706 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6959 : 1 : 0,6111$ ,  $\beta = 124^\circ 39'$ .

**Habitus:** prisma scurte, pseudorombice cu alungire // [100]. Cristalele sunt maclate; se dezvoltă în druze sau formează sferulite. Cristale izolate sunt rare.

**Culoarea:** alb, alb lăptos, alb gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios. Transparent.

**Forme principale:** (001), (010), (110), (100).

**Macles:** sunt o prezență constantă și sunt alcătuite din 4 indivizi, izo - orientați doi câte doi, planul de maclă fiind (201) pentru perechile I și III și respectiv II și IV. Planul este normal la „a”. Între perechile I și IV și respectiv II și III planul de maclă este (001). Câte două asemenea macles se pot asocia după planul comun al indivizilor componenți (110).

$H = 4 - 4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,21$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 48,10 - 50,30\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,15 - 18,97\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 3,15\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 1,52\%$ ,  $\text{CaO} = 0,64 - 6,70\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,11\%$ ,  $\text{BaO} = 4,36 - 12,60\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,22 - 3,33\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 2,24 - 3,41\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,88 - 17,40\%$ .

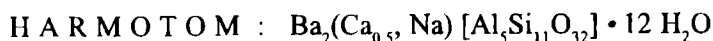
Are un conținut intermediar în BaO între phillipsit și harmotom (între 0,4 și 1,54 Ba pe unitatea celulară).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\beta \wedge a = 38^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,498$ ,  $\beta = 1,500$ ,  $\gamma = 1,503$ .  $\Delta = 0,005$ . Biax pozitiv.  $2V = 39^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 120 $\forall$ ; 230 $\forall$ ; 350 $\forall$ .

**Difractometria de raze X:** 8,15/19/(100),(101); 7,13/100/(020); 6,41/19/(011); 5,30/24/(120),(121); 5,05/23/(021); 4,96/19/(201); 4,30/16/(101),(102); 4,11/65/(111),(112),(130); 4,07/26/(221); 3,962/5/(031); 3,922/5/(210); 2,684/3/(122),(121); 3,474/5/(012); 3,263/38/(141); 3,220/31/(301); 3,189/100/(041); 3,138/58/(311).(312); 3,093/7/(232); 2,934/23/(321),(322); 2,752/30/(102),(103); 2,702/27/(112),(113); 2,690/47/(150),(223); 2,669/20/(310).(313); 2,569/7/(122).(123); 2,537/6/(320).(323); 2,528/9/(042); 2,479/3/(402); 2,388/5/(341),(342); 2,337/7/(250),(252); 2,311/4/(413); 2,250/7/(241); 2,228/4/(052); 2,159/5/(340).(343); 2,072/5/(321).(324); 2,058/5/(222).(224); 2,003/3/(104); 1,963/7/(353).(502).(503).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau 2 .

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,88 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 8,69 \text{ \AA}$  .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,6987 : 1 : 0,6146$ ,  $\beta = 124^\circ 49'$ .

**Habitus:** prisme scurt prismatic, pseudorombice cu alungire // [001] . Acestea sunt întotdeauna maclate în grupuri de câte patru indivizi, câte o pereche (I și III și respectiv II și IV) fiind izo - orientate. Planul de maclă este (201) pentru fiecare pereche, orientat  $\perp$  [100]. Între perechile I și IV și respectiv II și III planul de contact este (001). Pe planul (110) o astfel de maclă se poate alipi uneori de o alta identică.

**Culoarea:** incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Clivaj:** (010) perfect și (100) slab.

**Spărtura:** neregulată până la subconcoidală. Casant.

**H = 4 1/2 ; G = 2,41 - 2,50.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,30 - 46,67\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 16,35 - 16,40\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 0,50\%$ ,  $\text{CaO} = 0,10 - 0,78\%$ ,  $\text{BaO} = 18,80 - 20,35\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 1,90\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,20 - 0,23\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,66 - 15,80\%$ .

Unitatea celulară cuprinde 11 Si, 2 Ba,  $\approx 1$  ( $\text{Ca}_{0,5} + \text{Na}$ ) și  $\approx 2$  (Ba + K). Formează o serie continuă cu phillipsitul și wellsitul datorată substituției K prin Ba.

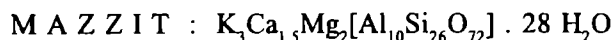
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\beta \wedge a = 23,5^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,506$ ,  $\beta = 1,509$ ,  $\gamma = 1,514$ ,  $\Delta = 0,008$ . Biax pozitiv.  $2V = 80^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010).

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 120 $\Psi$ ; 230 $\Psi$ ; 320 $\Psi$ ; 750 $\Delta$  .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415; 467; 522; 635; 710; 870 fs.l; 1030 fp; 1100 i; 1140 i; 1655; 3430.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni):  $\underline{8,12/60}/(\underline{101})$ ;  $\underline{7,16/65}/(\underline{001})$ ;  $\underline{7,05/19}/(\underline{110})$ ,  $(\underline{111})$ ;  $\underline{6,39/95}/(\underline{011})$ ;  $\underline{5,03/32}/(\underline{021})$ ;  $\underline{4,31/33}/(\underline{101})$ ;  $\underline{4,30/35}/(\underline{102})$ ;  $\underline{4,11/56}/(\underline{111})$ ,  $(\underline{112})$ ;  $\underline{4,07/67}/(\underline{131})$ ;  $\underline{4,05/59}/(\underline{221})$ ;  $\underline{3,895/32}/(\underline{212})$ ;  $\underline{3,667/10}/(\underline{122})$ ;  $\underline{3,357/5}/(\underline{002})$ ;  $\underline{3,528/10}/(\underline{040})$ ;  $\underline{3,466/28}/(\underline{012})$ ;  $\underline{3,410/5}/(\underline{231})$ ;  $\underline{3,241/62}/(\underline{141})$ ;  $\underline{3,195/28}/(\underline{022})$ ;  $\underline{3,169/70}/(\underline{041})$ ;  $\underline{3,126/100}/(\underline{312})$ ;  $\underline{3,075/31}/(\underline{230})$ ,  $(\underline{232})$ ;  $\underline{2,918/29}/(\underline{322})$ ;  $\underline{2,897/13}/(\underline{203})$ ;  $\underline{2,847/10}/(\underline{032})$ ;  $\underline{2,747/27}/(\underline{103})$ ;  $\underline{2,730/54}/(\underline{141})$ ,  $(\underline{142})$ ;  $\underline{2,697/61}/(\underline{112})$ ,  $(\underline{113})$ ;  $\underline{2,678/54}/(\underline{223})$ ;  $\underline{2,671/64}/(\underline{150})$ ,  $(\underline{151})$ ;  $\underline{2,628/15}/(\underline{051})$ ;  $\underline{2,561/9}/(\underline{123})$ ;  $\underline{2,529/33}/(\underline{323})$ ;  $\underline{2,515/20}/(\underline{042})$ ;  $\underline{2,470/11}/(\underline{402})$ ;  $\underline{2,464/11}/(\underline{233})$ ;  $\underline{2,369/18}/(\underline{133})$ ;  $\underline{2,343/15}/(\underline{333})$ ,  $(\underline{401})$ ;  $\underline{2,320/23}/(\underline{250})$ ,  $(\underline{252})$ ;  $\underline{2,299/17}/(\underline{413})$ ;  $\underline{2,261/10}/(\underline{160})$ ,  $(\underline{023})$ ;  $\underline{2,241/15}/(\underline{241})$ ,  $(\underline{243})$ ;  $\underline{2,151/18}/(\underline{340})$ ,  $(\underline{343})$ ;  $\underline{2,147/19}/(\underline{204})$ ;  $\underline{2,127/7}/(\underline{261})$ ;  $\underline{2,066/17}/(\underline{161})$ ,  $(\underline{162})$ ;  $\underline{2,059/18}/(\underline{222})$ ;  $\underline{2,053/16}/(\underline{223})$ ;  $\underline{2,025/10}/(\underline{251})$ ,  $(\underline{442})$ ,  $(\underline{253})$ ;  $\underline{2,005/8}/(\underline{414})$ ,  $(\underline{103})$ ;  $\underline{1,964/8}/(\underline{062})$ ,  $(\underline{334})$ .



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Grupa spațială:**  $P 6_3/m m c$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,39 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,65 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,4160$ .

**Habitus:** prisme hexagonale subțiri și lungi, terminate cu pinacoizi bazali sau cristale aciculare, toate dispuse în grupuri radiare, divergențe cu aspect de arici.

**Culoarea:** incolor.

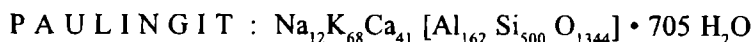
**Urma:** albă. Transparent.

$H = 4$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 58,10\%$ ,  $Al_2O_3 = 18,14\%$ ,  $MgO = 2,92\%$ ,  $CaO = 2,75\%$ ,  $Na_2O = 0,03\%$ ,  $K_2O = 3,27\%$ ,  $H_2O = 18,42\%$ . Raportul Si / (Si + Al) = 0,76.

**Proprietăți optice în lumină transmisă :** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,506$ ,  $\epsilon = 1,499$ . Uniax negativ.

**Difractometria de raze X:** 15,93/35/(100); 9,20/60/(110); 7,96/35/(200); 6,89/25/(101); 6,02/53/(210); 5,53/12/(201); 5,31/17/(300); 4,73/50/(211); 4,42/12/(310); 3,986/20/(400); 3,824/95/(311),(002); 3,655/47/(320); 3,531/90/(112); 3,474/12/(410); 3,452/10/(202); 3,185/100/(500); 3,102/30/(302); 3,065/38/(330); 3,010/40/(420); 2,941/100/(501),(222); 2,865/10/(510); 2,681/12/(511); 2,643/16/(322); 2,552/20/(520); 2,511/2/(601); 2,446/1/(502); 2,422/9/(203),(521); 2,393/1/(332); 2,302/22/(440); 2,298/22/(303); 2,210/9/(620),(313); 2,147/10/(403); 2,123/17/(621),(522); 2,037/10/(540),(711); 2,006/7/(630); 1,991/10/(800),(503).



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m \bar{3} 2/m$ .

**Grupa spațială:**  $I m \bar{3} m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 35,09 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** dodecaedrii romboidali cu dimensiuni de 0,1-1,0 mm.

**Culoarea:** incolor, gălbui, oranj.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Clivaj:** nu s-a observat .

$H \approx 5$ .

**Compoziția chimică:**  $SiO_2 = 55,11-63,53\%$ ,  $Al_2O_3 = 16,16-18,04\%$ ,  $Fe_2O_3 = 0,04-0,18\%$ ,  $MgO = 0,00-0,14\%$ ,  $CaO = 3,46-6,10\%$ ,  $SrO = 0,00-0,32\%$ ,  $BaO = 0,44-4,11\%$ ,  $Na_2O = 0,43-0,97\%$ ,  $K_2O = 3,14-7,19\%$ ,  $H_2O \approx 18,20\%$ . Raportul Si/(Si + Al) variază între 0,74 și 0,77.

În fiecare unitate celulară participă 10 Na precum și o cantitate importantă de Ba.

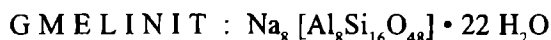
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție:  $n = 1,48$ . Izotrop.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100∇; 200∇; 380∇.

**Difractometria de raze X** (radiație  $CuK_{\alpha}$ , filtru Ni): 12,42/5/(220); 10,14/4/(222); 9,39/10/(321); 8,79/6/(400); 8,28/60/(330); 7,85/6/(420); 7,49/5/(332); 7,16/12/(422); 6,89/67/(431); 6,21/35/(440); 5,85/21/(600); 5,70/32/(532); 5,42/17/(541); 5,30/5/(622); 5,18/6/(631); 4,96/33/(710); 4,78/76/(633); 4,69/23/(642); 4,39/28/(800); 4,32/8/(554); 4,26/21/(820), (644); 4,08/25/(743); 3,974/4/(752); 3,877/32/(833); 3,700/11/(930); 3,620/20/(932); 3,583/60/(844); 3,444/7/(10.2.0.); 3,377/12/(10.2.2.); 3,349/69/(10.3.1.); 3,261/89/(10.4.0.); 3,231/8/(961); 3,204/6/(10.4.2.); 3,179/18/(954); 3,129/58/(11.2.1.), (10.5.1.); 3,081/100/(11.3.0.); 2,991/39/(11.4.1.); 2,969/31/(10.6.2.); 2,944/7/(965); 2,907/6/(11.5.0.); (974); 2,869/11/(11.5.2.); 2,848/11/

(11.6.4.); 2,828/7/(12.3.1.), (983); 2,794/13/(10.7.3.); 2,726/39/(11.6.3.); 2,631/17/(994); 2,618/45/(10.8.4.); 2,574/11/(11.7.4.); 2,522/12/(13.4.3.), (11.8.3.); 2,485/7/(14.2.0.), (10.10.0); 2,449/10/(10.9.5.); 2,306/5/(14.6.0.); 2,286/7/(14.6.2.), (10.10.6); 2,259/7/(11.11.0); 2,178/4/(14.8.0); 2,137/5/(14.7), (11.10.7.); 2,106/6/(11.11.6.); 2,063/8/(17.1.0.), (15.7.4.), (12.11.5.); 2,049/12/(17.2.1.), (14.7.7.); 2,034/5/(17.3.0.); 2,008/10/(13.11.4.); 1,945/4/(14.11.3.).

#### 7.4.4. ZEOLIȚI CU 6 INELE



**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:** 6/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:**  $P_6_3 / m m c$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,75 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,06 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,7316$ .

**Habitus:** prisme bipiramidale hexagonale, cu fețele de prismă deosebit de scurte. Sunt frecvente concreșterile gmelinit-chabazit.

**Culoarea:** alb, gălbui, roz, roșcat; rareori roșu închis.

**Luciu:** sticlos. Transparent, translucid sau opac.

**Forme principale:**  $(10\bar{1}1)$ ,  $(10\bar{1}0)$  și  $(0001)$ .

**Macles:** rare, cu planul de maclă  $(10\bar{1}1)$ .

**Clivaj:**  $(10\bar{1}0)$  slab; separații după  $(0001)$ .

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4 \frac{1}{2}$  ;  $G = 2,04-2,17$ . Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 46,89-50,00\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,87-19,19\%$ ,  $\text{CaO} = 0,08-5,55\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-6,72\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,17-11,79\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,10-0,37\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 19,37-20,16\%$ .

Raportul Si / (Si + Al)  $\approx 0,68$ . Raportul (Na + K) / (Mg + Ca + Sr) coincide ca valoare cu raportul Na / Ca, întrucât K, Mg și Sr apar în cantități mici, iar Ba lipsește. Se constată o corelare pozitivă între conținutul în Sr și valoarea parametrului „a” precum și între valoarea raportului (Na + K) : (Mg + Ca + Sr) și cea a parametrului „c”.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție mediu: 1,475-1,485; aproape întotdeauna uniax pozitiv; rareori negativ. Cristalele biaxe sunt atât pozitive cât și negative având 2 V mic.

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100☞ ; 175☞ ; 300☞ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 415 i; 430 i; 455 p,l; 522 i,l; 600 m,l; 698 m; 740 i; 775 m; 795 i; 1040 fp,l; 1080 i; 1655 s.

**Difracțometria de raze X:** 11,90/63/(100); 7,68/29/(101); 6,88/16/(110); 5,95/9/(200); 5,12/23/(201); 5,03/28/(002); 4,63/5/(102); 4,50/25/(210); 4,11/100/(211); 3,970/4/(300); 3,440/21/(220); 3,348/2/(212); 3,302/6/(310); 3,227/41/(103); 3,138/1/(311); 3,116/1/(302); 2,978/55/(400); 2,922/18/(203); 2,855/42/(401); 2,734/ < 1/(320); 2,690/44/(213); 2,636/3/(321); 2,597/14/(410); 2,561/2/(402), (303); 2,513/1/(411), (004); 2,400/1/(322); 2,355/1/(114), (313); 2,317/4/(501); 2,310/4/(412); 2,293/3/(330); 2,195/2/(421), (214); 2,124/2/(304); 2,118/2/(323); 2,086/12/(511), (332); 2,054/4/(422), (413); 1,984/ < 1/(600), (105).

C H A B A Z I T :  $\text{Ca}_2 [\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}] 12 \text{H}_2\text{O}$

*Sinonim:* acadialit, seebachit, haydenit

*Varietate:* herschelit; conține Na

*Sistemul de cristalizare:* trigonal.

*Clasa:*  $\bar{3} 2/m$ .

*Grupa spațială:*  $R \bar{3} m$ .

$Z = 6$ .

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 13,80 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,02 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : c_0 = 1 : 1,0884$ .

*Habitus:* cristale romboedrice pseudocubice. Sunt frecvente concreșterile cu gmelinitul.

*Culoarea:* incolor, alb, gălbui, roz, verzui.

*Urma:* incoloră.

*Luciu:* sticlos. Transparent spre translucid.

*Forme principale:* (1011), (0112), (0221).

*Macle:* complexe, de contact cu planul (1010) sau (0001).

*Clivaj:* (1011) imperfect.

*Spărtura:* neregulată. Casant.

$H = 4-5$ ;  $G = 2,05-2,16$ .

*Compoziția chimică:*  $\text{SiO}_2 = 38,21-49,82\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,37-22,66\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,06-1,28\%$ ,  $\text{MgO} = 0,04-0,79\%$ ,  $\text{CaO} = 1,01-10,04\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-5,27\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00-0,90\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,10-9,20\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,62-9,21\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 17,27-22,80\%$ . Mineralul arată largi varietăți ale compoziției chimice. Astfel Si ocupă între 59-80% din pozițiile tetraedrice. Se remarcă un conținut scăzut în Ba. Varietatea herschelit este bogată în Na.

*Proprietăți optice în lumină transmisă:* incolor. Cristalele pot fi uniaxe cu  $n = 1,470-1,494$ , dar și biaxe cu orientarea:  $\gamma = c$  Indicii de refracție:  $\alpha = 1,4848$ ,  $\beta = 1,4852$ ,  $\gamma = 1,4858$ .  $2V = +67^\circ$  la  $+75^\circ$

*Proprietăți termice* (A.T.D.): 108(0,15)∇; 176(1,6)∇; 321(0,2)∇; 495(0,9)∇; 520(0,4)∇; 650(0,15)∧; 882(0,5)∧.

*Spectrometria de absorbție în infraroșu:* 415 m; 426; 465 m; 523 m; 638; 708 l,i; 774; 860 fs,l? 910 fs,l? 1024 fp,l; 1140-1164 l; 1645 m; 3250; 3450; 3580.

*Difractometria de raze X* (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 9,26/70/(101); 6,85/22/(110); 6,30/8/(012); 5,51/32/(021); 4,96/38/(003); 4,64/4/(202); 4,29/100/(211); 4,02/5/(113); 3,957/5/(300); 3,844/20/(122); 3,549/47/(104); 3,427/21/(220); 3,217/10/(131); 3,152/11/(024); 3,056/2/(303); 3,011/1/(312); 2,885/22/(015); 2,911/62/(401); 2,864/34/(214); 2,820/6/(223); 2,757/3/(042); 2,681/2/(321); 2,662/6/(205); 2,591/11/(410); 2,556/3/(232); 2,481/12/(125); 2,322/1/(404); 2,298/2/(413); 2,285/2/(330); 2,263/4/(502); 2,149/1/(422); 2,103/3/(045); 2,076/6/(333); 2,002/2/(054); 1,979/1/(600).

W I L L H E N D E R S O N I T :  $\text{K}_2\text{Ca}_2 [\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

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

*Grupa spațială:* P 1.

*Dimensiunea celulei elementare:*  $a_0 = 9,20 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 9,18 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,49 \text{ \AA}$ .

*Relația axială:*  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,002 : 1 : 1,0338$ ,  $\alpha = 92^\circ 36'$ ,  $\beta = 92^\circ 26'$ ,  $\gamma = 90^\circ 03'$ .

*Habitus:* cristale tabulare sau lamelare.

*Culoarea:* incolor.

*Urma:* albă.

*Luciu:* sticlos.

**Forme principale:** (001), (100), (010).

**Macle:** frecvente cu axul de maclă [111].

**Clivaj:** (100), (010) și (001) perfect.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 34,80\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,10\%$ ,  $\text{CaO} = 10,70\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 8,00\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 18,40\%$ .

Compoziția chimică este apropiată de formula stoichiometrică. Se consideră că în tetraedrii distribuția Si și Al este ordonată, iar raportul Si : Al  $\approx 1$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,505-1,507$ ,  $\beta = 1,511$ ,  $\gamma = 1,517$ . Biax pozitiv.  $2V = 87^\circ$ .

**Difractometria de raze X:** 9,16/100/(100); 5,18/30/(111); 4,71/5/(002); 4,57/5/(200); 4,27/2/(102); 4,09/40/(210), (120); 3,93/20/(112); 3,82/20/(121), (112); 3,71/30/(211), (112); 3,06/10/(212), (300); 3,01/10/(013), (122), (221); 2,907/60/(113), (310); 2,804/50/(131), (131); 2,746/2/(311), (222); 2,674/1/(222); 2,538/20/(230), (203); 2,508/20/(032); 2,429/10; 2,264/15; 2,209/1; 2,163/15; 2,078/10; 2,042/10; 2,004/5; 1,979/5.

LEVYNIT :  $\text{NaCa}_{2,5}\text{Al}_6\text{Si}_{12}\text{O}_{36} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

**Sinonim:** levyn

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:**  $\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $R\bar{3}m$ .

$Z = 6$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,35 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 22,90 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,7154$ .

**Habitus:** lamele cu contur hexagonal rezultate din combinația fețelor de romboedru (1011), (0112) și (3032); ele sunt aplatizate // (0001). Frecvent formează concreșteri cu erionitul și/sau effretitul ale căror fibre se dezvoltă  $\perp$  pe fața (0001) a levynitului sau alcătuiesc o crustă la suprafața cristalelor acestuia.

**Culoarea:** incolor și transparent; uneori roșcat sau gălbui datorită impurităților.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** (0001), (1011), (0112), (3032).

**Macle:** de penetrație cu axul de maclă corespunzător axului  $A_3$  și planului de contact (0001).

**Clivaj:** (1011) bun.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4-4,5$  ;  $G = 2,09-2,16$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 43,88-49,76\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 19,09-22,73\%$ ,  $\text{CaO} = 3,90-10,57\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,36-7,26\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,65-1,79\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 18,15-20,54\%$ . Compoziția chimică este apropiată de formula ideală a mineralului. Raportul Si / Al este practic constant, dar se constată o cantitate destul de ridicată de Na.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,489-1,510$ ,  $\epsilon = 1,487-1,502$ .

Valorile indicilor de refracție sunt în strânsă corelație cu conținutul în Ca. Uniax negativ, dar sunt multe situațiile în care se compară biax negativ sau izotrop.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $70^\circ\text{C}$  ;  $180^\circ\text{C}$  ;  $300^\circ\text{C}$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 875 fs,l; 920 fs; 1020 fp; 1110 i,l.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 10,32/28/(101); 8,15/78/(012); 7,66/17/(003); 6,67/20/(110); 5,16/42/(202); 5,03/3/(113); 4,27/46/(015); 4,08/100/(122); 3,850/26/(300); 3,591/7/(205); 3,475/23/(214); 3,438/9/(303); 3,332/19/(320); 3,156/52/(107); 3,084/25/(312); 2,865/16/(401); 2,855/15/(027); 2,800/85/(042); 2,714/8/(306); 2,623/40/(217); 2,581/6/(232); 2,521/14/(410); 2,445/3/(045); 2,395/14/(413), (128); 2,293/8/(235), (137); 2,250/3/(1.0.10); 2,223/11/(330); 2,173/5/(241); 2,144/7/(054); 2,133/12/(333), (0.2.10); 2,129/14/(039); 2,103/5/(416); 2,064/10/(505); 2,039/4/(152), (244); 1,972/3/(425).

ERIONIT :  $\text{NaK}_2\text{Mg Ca}_{1,5} [\text{Al}_8 \text{Si}_{28} \text{O}_{72}] \cdot 23 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Grupa spațială:**  $P 6_3 / m m c$ .

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,15 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 15,05 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 1,1445$ .

**Habitus:** prisme hexagonale terminate cu pinacoizi bazali, forme fibroase, delicate, formând agregate subparalele sau asociații cu aspect păslos, de lână. Formează concreșteri cu offretitul și levynitul: prisma de erionit și offretitul dezvoltate normal pe lamelele // (0001) ale levynitului.

**Culoarea:** incolor și transparent.

**Urma:** albă.

**Clivaj:** probabil // [0001].

$H = 4$ ;  $G \approx 2,02$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 57,40\text{-}62,52\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,90\text{-}16,48\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00\text{-}1,44\%$ ,  $\text{MgO} = 0,42\text{-}1,17\%$ ,  $\text{CaO} = 0,65\text{-}4,32\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,64\text{-}4,39\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 2,46\text{-}4,85\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,63\text{-}19,12\%$ . Raportul Si / (Si + Al) este ușor mai ridicat (0,78) în probele de origine sedimentară decât în cele de origine hidrotermală (0,75).

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,458\text{-}1,477$ ,  $\epsilon = 1,462\text{-}1,480$ .

Uniax pozitiv.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $100\forall$ ;  $140\forall$ ;  $170\forall$ ;  $250\forall$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 990 fs,l; 1060 fp,l; 1160 i.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 11,56/76/(100); 9,18/5/(101); 7,55/9/(002); 6,65/48/(110); 6,31/6/(102); 5,76/28/(200); 5,39/20/(201); 4,60/26/(103); 4,58/30/(202); 4,35/78/(210); 4,18/28/(211); 3,839/60/(300); 3,771/94/(004), (212); 3,586/57/(104); 3,423/5/(302); 3,323/45/(220); 3,291/17/(213); 3,277/13/(114); 3,193/13/(310); 3,153/26/(204); 3,122/11/(311); 2,936/13/(312); 2,880/76/(400); 2,851/100/(214); 2,826/65/(401); 2,688/28/(304), (402); 2,513/33/(006), (410); 2,494/28/(224), (322); 2,215/19/(330); 2,125/13/(332); 2,091/7/(414), (422); 1,994/7/(512).

OFFRETIT :  $\text{K Ca Mg} [\text{Al}_5 \text{Si}_{13} \text{O}_{36}] \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** hexagonal.

**Clasa:**  $\bar{6} m 2$ .

**Grupa spațială:**  $P \bar{6} m 2$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,29 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,58 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,5704$ .

**Habitus:** prisme hexagonale termice cu pinacoizi bazali. Formează concreșteri cu orientitul, prismele lor dezvoltându-se normal pe lamele de levynit.

**Culoarea:** incolor și transparent.

**Urma :** albă.

**Clivaj:** probabil // [0001].

$H \approx 4$ ;  $G = 2,13$ .

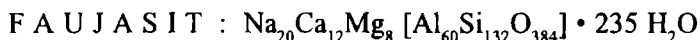


**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 50,64-56,44\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,10-20,04\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,11\%$ ,  $\text{MgO} = 0,26-2,00\%$ ,  $\text{CaO} = 4,10-8,04\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-0,26\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00-0,73\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 3,22-3,68\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 18,80-19,19\%$ .  
Compoziția chimică este apropiată formulei stoichiometrice, variațiile cele mai mari avându-le raportul Ca / Mg.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,489$ ,  $\epsilon = 1,486$ . Uniax negativ.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $125\psi$ ;  $195\psi$ .

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni):  $11,61/70/(100)$ ;  $7,60/13/(001)$ ;  $6,67/17/(110)$ ;  $6,36/7/(101)$ ;  $5,77/40/(200)$ ;  $4,59/30/(201)$ ;  $4,36/78/(210)$ ;  $3,842/50/(300)$ ;  $3,784/100/(002)$ , (211);  $3,607/52/(102)$ ;  $3,431/8/(301)$ ;  $3,329/19/(220)$ ;  $3,195/10/(310)$ ;  $3,172/17/(202)$ ;  $3,046/2/(221)$ ;  $2,946/17/(311)$ ;  $2,881/72/(400)$ ;  $2,862/94/(212)$ ;  $2,694/18/(401)$ ;  $2,644/3/(320)$ ;  $2,516/32/(410)$ ;  $2,499/16/(321)$ ;  $2,307/3/(500)$ ;  $2,218/22/(330)$ ;  $2,204/6/(501)$ ;  $2,129/7/(331)$ ;  $2,114/7/(303)$ ;  $2,090/8/(421)$ ;  $1,996/8/(511)$ .



**Sistemul de cristalizare:** cubic.

**Clasa:**  $4/m\bar{3}2/m$ .

**Grupa spațială:**  $Fd\bar{3}m$ .

$Z = 40$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 24,60 \text{ \AA}$ .

**Habitus:** cristale octaedrice.

**Culoarea:** incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:** (111).

**Maclé:** (111) de penetrație, comune.

**Clivaj:** (111) perfect.

$H = 5$ ;  $G = 1,92$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 42,13-50,80\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,93-19,73\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,48\%$ ,  $\text{MgO} = 0,64-1,29\%$ ,  $\text{CaO} = 3,57-6,85\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-0,15\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00-0,14\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,46-6,19\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,16-1,70\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 26,00-26,24\%$ . Si ocupă  $\approx 70\%$  din pozițiile tetraedrice. Cea mai importantă prezență cationică este Na (35 pe unitatea celulară), urmată de Ca (20 pe unitatea celulară); Mg este prezent în cantități destul de mari pentru un zeolit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție:  $n = 1,466-1,480$ . Izotrop.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $175\psi$ ,  $300\psi$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 455 p,l; 505 i; 572 m,l; 720 m,l; 794 m; 1020 fp,l; 1100 i,l; 1120-1150 p,l; 1660 s,l; 3430; 3580.

**Difractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni):  $14,28/100/(111)$ ;  $8,74/19/(220)$ ;  $7,45/12/(311)$ ;  $7,14/5/(222)$ ;  $6,17/2/(400)$ ;  $5,67/78/(331)$ ;  $5,04/4/(422)$ ;  $4,75/44/(511)$ ;  $4,37/52/(440)$ ;  $4,18/3/(531)$ ;  $4,13/3/(442)$ ;  $3,903/18/(620)$ ;  $3,760/95/(533)$ ;  $3,562/8/(444)$ ;  $3,457/22/(551)$ ;  $3,301/67/(642)$ ;  $3,210/19/(731)$ ;  $3,083/3/(800)$ ;  $3,015/25/(733)$ ;  $2,910/36/(660)$ , (822);  $2,850/78/(555)$ ;  $2,760/28/(840)$ ;  $2,710/11/(911)$ , (753);  $2,632/32/(664)$ ;  $2,587/14/(931)$ ;  $2,518/4/(844)$ ;  $2,418/4/(10.2.0)$ , (862);  $2,374/23/(10.2.2.)$ , (666);  $2,222/5/(775)$ ;  $2,182/13/(880)$ ;  $2,157/7/(11.3.1.)$ , (971);  $2,095/3/(11.3.3.)$ , (973);  $2,058/11/(884)$ ;  $2,002/2/(12.2.2.)$ ;  $1,983/4/(11.5.3.)$ , (975).

## 7.4.5. SUBGRUPA MORDENITULUI

MORDENIT  $\text{Na}_3\text{KCa}_2[\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}] \cdot 28 \text{H}_2\text{O}$

*Sinonim: ptilolit*

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** m m 2 sau 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** C m c m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,11 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 20,46 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,52 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,3851 : 1 : 0,3675$ .

**Habitus:** cristale aciculare sau fibroase, alungite // [001] și striate vertical. Formează agregate fibroase sau aciculare fine; cruste. Apare și compact, porțelanos.

**Culoarea:** incolor, alb: gălbui sau roșcat.

**Luciu:** sticlos sau mătăsos. Transparent până la translucid.

**Clivaj:** (100) perfect, (010) bun.

$H = 4-5$  ;  $G = 2,12-2,15$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 64,01-69,91\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,23-13,10\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,06-1,17\%$ ,  $\text{MgO} = 0,02-0,79\%$ ,  $\text{CaO} = 2,36-3,68\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00-0,10\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00-0,11\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,71-4,37\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,14-1,05\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 12,96-15,00\%$ . Raportul Si/(Si + Al) variază între 0,80 și 0,85%. Ca participă cu 1,6-2,5, Na cu 2,0-5,0 și K cu 0,1-0,0 pe unitatea celulară.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = c$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,471-1,473$ ,  $\beta = 1,474-1,475$ ,  $\gamma = 1,476-1,478$ .  $\Delta = 0,005$ .

Biax pozitiv sau negativ. 2 V mare.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $60\forall$ ;  $160\forall$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 418; 440; 467; 560; 582; 630; 695; 743; 800; 1060; 1185; 1222; 1648; 3258; 3435; 3608.

**Difractometria de raze X:** 13,58/18/(110); 10,26/5/(020); 9,06/100/(200); 6,59/14/(111); 6,40/17/(130); 6,07/4/(021); 5,80/18/(310); 4,88/3/(131); 4,60/2/(311); 4,53/31/(330); 4,46/2/(240); 4,15/8/(420); 4,00/(70/(150)); 3,842/7/(241); 3,765/4/(002); 3,629/3/(421); 3,568/4/(510); 3,532/2/(022); 3,476/43/(202); 3,417/11/(060); 3,394/33/(350); 3,291/3/(222); 3,221/40/(511); 3,201/34/(530); 3,155/2/(312); 3,101/4/(061), (441); 3,028/1/(042); 3,017/2/(600); 2,942/5/(261); 2,895/13/(402); 2,741/2/(152); 2,715/2/(550); 2,701/5/(171); 2,633/3/(370); 2,588/1/(512); 2,565/10/(080); 2,521/7/(352); 2,459/4/(641); 2,436/2/(532), (262); 2,294/1/(622); 2,279/1/(570); 2,263/1/(800); 2,232/2/(480); 2,166/2/(661); 2,117/1/(082); 2,052/7/(0.10.0.); 2,035/2/(732); 2,019/2/(443); 1,997/2/(841).

DACHARDIT :  $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}_{0,5})_4[\text{Al}_4\text{Si}_{20}\text{O}_{48}] \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 1$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 18,69 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 7,50 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,26 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,492 : 1 : 1,368$ ,  $\beta = 107^\circ 54'$ .

**Habitus:** cristale alungite // [010].

**Culoarea:** incolor sau alb-roz.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos până la gras; mătășos pe suprafața de clivaj. Transparent, mai rar translucid.

**Forme principale:** (100), (001), (110), (201).

**Macle:** frecvente; polisintetice cu plan de maclă (110), alcătuite din 8 indivizi.

**Clivaj:** (100) și (001) perfect. Casant.

$H = 4-4 \frac{1}{2}$ ;  $G = 2,165-2,206$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 65,15-75,09\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,36-12,91\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,67\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,30\%$ ,  $\text{CaO} = 0,02-3,91\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,85-5,18\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,95-3,00\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 10,94-14,42\%$ . Raportul Si/Al este constant. Si ocupă 83% din pozițiile tetraedrice. Conținutul în cationi schimbabili este variabil. În general raportul între cationi divalenți (D) și cei monovalenți (M) este:  $D : M = 114 : 1$ ; raportul Na : K oscilează între 0,43 și 2,31. Varietățile fibroase conțin  $\approx 1\%$   $\text{Cs}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ ;  $\gamma \wedge c = 2-38^\circ$ .

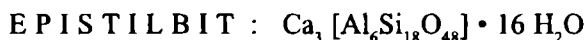
Indicii de refracție:  $\alpha = 1,471-1,494$ ,  $\beta = 1,475-1,496$ ,  $\gamma = 1,476-1,499$ .  $\Delta = 0,005$ .

Biax pozitiv sau negativ.  $2V = 23^\circ-78^\circ$ .

**Proprietăți termice:** 100-150 $\checkmark$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 890 fs,l; 1050 fp,l; 1205 l,i.

**Difractometria de raze X:** 9,79/10/(001); 8,90/50/(200); 6,91/50/(110); 6,00/35/(111); 5,35/20/(111); 4,97/50/(202); 4,88/50/(002); 4,61/10/(401); 4,44/10/(400); 4,23/10/(112); 3,932/50/(402); 3,848/10/(311); 3,801/50/(202); 3,773/20/(112); 3,750/20/(020); 3,634/20/(401); 3,498/20/(021); 3,452/100/(220); 3,396/35/(203); 3,375/20/(221); 3,328/35/(511); 3,204/100/(510); 3,114/10/(403); 3,077/10/(113); 3,018/20/(313); (312); 2,964/50/(602); 2,862/50/(420); 2,712/50/(422); 2,666/50/(222); 2,607/10/(421); 2,550/50/(204); 2,517/20/(223); 2,472/20/(130); 2,449/20/(023); 2,416/10/(131); 2,387/20/(512), (114); 2,306/20/(403); 2,273/10/(713); 2,234/10/(223); 2,216/10/(114); 2,185/10/(204); 2,170/10/(132); 2,067/10/(424); 2,040/20/(024), (205); 2,017/20/(532); 1,992/35/(332).



**Sinonim:** monofan, parastilbit, reissit, orizit

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m sau m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 3$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 9,10 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,77 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 10,22 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5121 : 1 : 0,5751$ ,  $\beta = 124^\circ 36'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, alungite // [001] maclate. Formează agregate sferice; granular.

**Culoarea:** incolor și transparent; uneori roșcat.

**Luciu:** sticlos.

**Forme principale:** (110), (001), (010), (011).

**Macle:** (100) frecvente și mai rar (110).

**Clivaj:** (010) perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 4$ ;  $G = 2,25$ . Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 57,4-61,9\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,5-17,7\%$ ,  $\text{CaO} = 6,8-8,4\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,5-1,9\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,8\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 14,5-16,0\%$ . Raportul Ca / (Na + K) variază între 2,0 și 9,0.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \wedge c = 10^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,500-1,505$ ,  $\beta = 1,510-1,515$ ,  $\gamma = 1,512-1,519$ .  $\Delta = 0,012-0,014$ .

Biax negativ.  $2V \approx 45^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 100-130 $\nabla$ ; 250 $\nabla$ ; 300 $\nabla$ ; 345 $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 880 fs,l; 1060 fp; 1185 l,i.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,90/100/(020); 6,90/33/(110); 6,12/3/(021); 4,92/55/(11 $\bar{2}$ ); 4,64/7/(130); 4,49/9/(20 $\bar{1}$ ); 4,44/10/(040); 4,33/20/(111); 4,24/4/(20 $\bar{2}$ ); 4,01/8/(22 $\bar{1}$ ); 3,924/23/(041); 3,870/(132); 3,824/14/(22 $\bar{2}$ ); 3,802/16/(022); 3,737/8/(200); 3,446/92/(220); 3,332/14/(20 $\bar{3}$ ); 3,270/21/(15 $\bar{1}$ ); 3,262/21/(11 $\bar{3}$ ); 3,208/83/(150); 3,154/3/(24 $\bar{1}$ ); 3,114/2/(22 $\bar{3}$ ); 3,061/7/(24 $\bar{2}$ ); 2,984/5/(31 $\bar{2}$ ); 2,958/9/(060); 2,917/50/(15 $\bar{2}$ ); 2,859/20/(240); 2,790/7/(31 $\bar{3}$ ); 2,694/11/(33 $\bar{2}$ ); 2,680/15/(132); 2,556/13/(20 $\bar{4}$ ); 2,457/4/(22 $\bar{4}$ ); 2,425/13/(26 $\bar{2}$ ), (15 $\bar{3}$ ); 2,322/3/(260); 2,215/6/(24 $\bar{4}$ ); 2,188/2/(42 $\bar{3}$ ); 2,094/3/(133), (40 $\bar{1}$ ); 2,058/3/(42 $\bar{4}$ ), (261); 2,004/5/(44 $\bar{2}$ ); 1,996/5/(242).



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Clasa:** 2/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** I m m m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 19,18 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 14,14 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,50 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,3564 : 1 : 0,5304$ .

**Habitus:** lamele (100) și forme prismatice sau aciculare, dezvoltate // [001]. Formează grupări radiare.

**Culoarea:** incolor, alb, alb-lăptos.

**Urma:** albă.

**Luciu:** stielos; perlat pe (100). Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (100), (010), (101) și (110) pentru cristalele lamelare.

**Clivaj:** (100) perfect.

**H = 3,5 ; G = 2,136.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 56,80 - 71,50\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,84 - 13,18\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,01 - 3,29\%$ ,  $\text{MgO} = 0,59 - 4,12\%$ ,  $\text{CaO} = 0,11 - 5,78\%$ ,  $\text{SrO} = 0,00 - 0,34\%$ ,  $\text{BaO} = 0,00 - 0,41\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,13 - 3,64\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,63 - 1,73\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 11,98 - 14,32\%$ . Raportul Si/Al se menține constant la 5/1. 80% din pozițiile tetraedrice fiind ocupate de Si. Conținutul în Mg este, de obicei, ridicat, în timp ce participarea Ca, Na și K este scăzută.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,473 - 1,488$ ,  $\beta = 1,474 - 1,489$ ,  $\gamma = 1,477 - 1,491$ .  $\Delta = 0,003 - 0,004$ .

Biax pozitiv.  $2V \approx 50^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 90 ; 220 ; 380 ; 680 .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 870 s; 1060 fp,l; 1150 s; 1220 i.

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 11,38/3/(110); 9,60/100/(200); 6,98/5/(101); 6,63/3/(011); 5,84/18/(310); 4,97/2/(121); 4,80/5/(400); 4,58/2/(130); 4,01/21/(321); 3,974/38/(420); 3,888/14/(411); 3,797/20/(330); 3,708/21/(510); 3,562/14/(112); 3,535/26/(040); 3,493/22/(202); 3,416/8/(501); 3,318/7/(240); 3,310/6/(022); 3,199/9/(600); 3,151/10/(141); 3,130/4/(222); 3,076/12/(521); 2,977/13/(530); 2,955/4/(402); 2,901/4/(132); 2,846/1/(440); 2,726/5/(422); 2,696/6/(710); 2,643/3/(051); 2,581/4/(350), (701); 2,572/3/(042); 2,432/4/(602); 2,372/9/(730); 2,319/1/(451); 2,255/2/(811); 2,212/2/(323); 2,190/2/(712); 2,115/4/(460); 2,109/3/(910); 2,051/3/(901); 2,021/3/(302); 2,006/3/(523), (642); 1,969/4/(921).

## BIKITAIT : $\text{Li}_2[\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 8,61 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 4,96 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,60 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 1,7359 : 1 : 1,5323$ ,  $\beta = 114^\circ 27'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, pseudorombice, alungite //  $[010]$ . Apare și masiv.

**Culoarea:** incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent.

**Forme principale:**  $(001)$ ,  $(\bar{1}01)$ ,  $(100)$ ,  $(\bar{1}02)$ ,  $(\bar{2}01)$ ,  $(010)$ ,  $(110)$ ,  $(210)$ ,  $(011)$ ,  $(121)$ .

**Clivaj:**  $(001)$  bun,  $(100)$  slab.

$H = 6$ ,  $G = 2,29$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 58,63 - 58,70\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 25,09 - 25,10\%$ ,  $\text{Li}_2\text{O} = 7,27 - 7,71\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 8,62 - 8,98\%$ . Este posibil să cuprindă și mici cantități de  $\text{Na}^+$  și/sau  $\text{K}^+$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge c = 28^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,509 - 1,510$ ,  $\beta = 1,520 - 1,521$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,523$ .  $\Delta = 0,013$ .

Biax negativ.  $2V = 45^\circ$ .

**Proprietăți termice (A.T.D.):**  $260^\circ\text{C}$ ;  $480^\circ\text{C}$ .

**Difracțometria de raze X:**  $7,87/80/(100)$ ;  $6,93/50/(001)$ ;  $6,73/30/(10\bar{1})$ ;  $4,37/40/(101)$ ;  $4,27/10/(20\bar{1})$ ;  $4,20/90/(110)$ ;  $4,02/20/(011)$ ;  $3,991/10/(11\bar{1})$ ;  $3,926/10/(200)$ ;  $3,806/30/(10\bar{2})$ ;  $3,462/100/(002)$ ;  $3,371/100/(20\bar{2})$ ;  $3,284/40/(111)$ ;  $3,215/40/(21\bar{1})$ ;  $3,076/40/(210)$ ;  $2,023/10/(11\bar{2})$ ;  $2,930/10/(201)$ ;  $2,870/20/(30\bar{1})$ ;  $2,794/10/(21\bar{2})$ ;  $2,739/10/(102)$ ;  $2,629/10/(300)$ ;  $2,523/20/(211)$ ;  $2,479/90/(020)$ ;  $2,423/10/(112)$ ;  $2,364/20/(120)$ ;  $(31\bar{2})$ ;  $2,337/10/(021)$ ;  $2,323/10/(12\bar{1})$ ;  $2,316/10/(310)$ ;  $2,240/10/(11\bar{3})$ ;  $2,167/10/(301)$ ;  $2,141/10/(22\bar{1})$ ;  $2,097/10/(220)$ ;  $2,094/10/(013)$ ;  $2,077/20/(12\bar{2})$ ;  $2,012/10/(022)$ ;  $2,005/10/(103)$ ;  $1,996/10/(212)$ ,  $(22\bar{2})$ .

### 7.4.6. SUBGRUPA HEULANDITULUI

## HEULANDIT : $(\text{Na,K})\text{Ca}_4[\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}] \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $C 2/m$ .

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,70 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,94 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,42 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9866 : 1 : 0,4136$ ,  $\beta = 116^\circ 24'$ .

**Habitus:** cristale tabulare //  $(010)$ , cu contur hexagonal. Formează agregate subparalele.

**Culoarea:** incolor și transparent; poate fi și roz, roșcat sau roșu.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat pe  $(010)$ .

**Forme principale:**  $(010)$ ,  $(100)$ ,  $(101)$ ,  $(\bar{1}01)$ ,  $(110)$ ,  $(011)$ .

**Macle:** rare, de contact, cu planul de contact  $(100)$ .

**Clivaj:**  $(010)$  perfect.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 2,1 - 2,2$ . Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 56,10 - 67,45\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13,27 - 17,03\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00 - 0,71\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00 - 1,39\%$ ,  $\text{CaO} = 3,77 - 7,00\%$ ,  $\text{SrO} = 0,12 - 7,89\%$ ,  $\text{BaO} = 0,18 - 5,60\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,10 - 1,60\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,38 - 2,26\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,52 - 17,30\%$ . Participarea cationică la realizarea unității celulare este următoarea:  $\text{Si} = 26,8 - 30,2$ ,  $\text{Al} = 5,8 - 9,2$ ,  $\text{Ca} = 0,0 - 4,0$ ,  $\text{Na}$  și  $\text{K} = 0,0 - 4,0$ ,  $\text{Sr}$  și  $\text{Mg}$  pot ajunge la 1,25 pe unitatea celulară, iar  $\text{Ba}$ , în mod excepțional, la 1,06. Se consideră ca  $\text{Fe}^{3+}$  este inclus în grupările tetraedrice și el apare într-o cantitate relativ ridicată pentru un zeolit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\gamma = b$ ,  $\alpha \wedge c = 15^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,492 - 1,504$ ,  $\beta = 1,494 - 1,507$ ,  $\gamma = 1,501 - 1,515$ .  $\Delta = 0,009 - 0,011$ .

Biax pozitiv.  $2V = 30^\circ - 70^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $97(0,4)\nabla$ ;  $176(0,5)\nabla$ ;  $392(0,2)\blacktriangle$ ;  $470(0,5)\nabla$ ;  $787(0,2)\blacktriangle$ ;  $887(0,1)\blacktriangle$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 422 s; 452; 465 p,l; 520 i; 602 m,l; 666 m; 720 m; 780 i; 800 s; 856 s,l; 1048 fp,l; 1198 i; 1,630 s; 3215; 3430 s,l; 3608.

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni):  $8,96/100/(020)$ ;  $7,94/12/(200)$ ;  $6,81/6/(20\bar{1})$ ;  $6,65/5/(001)$ ;  $5,94/4/(220)$ ;  $5,59/3/(130)$ ;  $5,33/7/(021)$ ;  $5,26/10/(311)$ ;  $5,12/16/(111)$ ;  $5,08/14/(310)$ ;  $4,65/32/(131)$ ;  $4,47/5/(040)$ ;  $4,37/9/(40\bar{1})$ ;  $3,980/65/(111)$ ;  $3,897/43/(240)$ ;  $3,843/11/(221)$ ;  $3,735/9/(24\bar{1})$ ;  $3,717/9/(202)$ ;  $3,564/9/(3\bar{1}\bar{2})$ ;  $3,479/8/(51\bar{1})$ ;  $3,429/21/(22\bar{2})$ ;  $3,405/15/(40\bar{2})$ ;  $3,325/7/(002)$ ;  $3,181/19/(42\bar{2})$ ;  $3,125/22/(44\bar{1})$ ;  $3,075/12/(13\bar{2})$ ;  $2,992/29/(331)$ ;  $2,972/91/(151)$ ;  $2,890/4/(401)$ ;  $2,806/23/(530)$ ,  $(62\bar{1})$ ;  $2,725/20/(061)$ ;  $2,667/7/(042)$ ;  $2,527/5/(170)$ ;  $2,519/10/(55\bar{1})$ ;  $2,486/6/(351)$ ;  $2,458/7/(64\bar{1})$ ,  $(40\bar{3})$ ;  $2,434/10/(20\bar{3})$ ;  $2,374/5/(42\bar{3})$ ;  $2,296/5/(242)$ ;  $2,229/9/(080)$ ;  $2,180/5/(13\bar{3})$ ;  $2,098/4/(621)$ ;  $2,075/3/(57\bar{1})$ ;  $2,019/4/(64\bar{3})$ ,  $(75\bar{2})$ ;  $1,960/9/(15\bar{3})$ .

## CLINOPTILOLIT : $(\text{Na,K})_6 [\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}] \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

$Z = 4$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 17,62 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,91 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,39 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,9838 : 1 : 0,4126$ ,  $\beta = 116^\circ 16'$ .

**Habitus:** cristale lamelare (010). Formează agregate cu dispunerea anizotropă sau subparalelă a lamelulelor.

**Culoarea:** incolor și transparent, roz, roșu.

**Luciu:** sticlos. Varietățile colorate sunt translucide.

**Forme principale:** (010), (001), (101) și (201).

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ ;  $G = 2,1 - 2,2$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 54,58 - 72,40\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 11,17 - 15,86\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,02 - 1,55\%$ ,  $\text{MgO} = 0,17 - 0,90\%$ ,  $\text{CaO} = 0,24 - 3,89\%$ ,  $\text{SrO} = 0,03 - 2,00\%$ ,  $\text{BaO} = 0,10 - 0,60\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 1,01 - 4,32\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,94 - 4,93\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,31 - 15,99\%$

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\alpha \wedge c = 15^\circ$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,476 - 1,478$ ,  $\beta = 1,479$ ,  $\gamma = 1,479 - 1,481$ .  $\Delta = 0,003$ .  $2V = 32^\circ - 48^\circ$

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $120\nabla$ ;  $840\blacktriangle$ .

**Diffractometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni):  $8,95/100/(020)$ ;  $7,93/13/(200)$ ;  $6,78/9/(20\bar{1})$ ;  $5,94/3/(220)$ ;  $5,59/5/(130)$ ;  $5,24/10/(31\bar{1})$ ;  $5,12/13/(111)$ ;  $4,65/19/(13\bar{1})$ ;  $4,35/5/(40\bar{1})$ ;  $3,976/61/(131)$ ;  $3,955/63/(400)$ ,  $(330)$ ;  $3,905/48/(240)$ ;  $3,835/7/(221)$ ;  $3,738/6/(24\bar{1})$ ;  $3,707/5/(041)$ ;  $3,554/9/(31\bar{2})$ ;  $3,513/4/(11\bar{2})$ ;  $3,424/18/(22\bar{2})$ ;  $3,392/12/(40\bar{2})$ ;  $3,316/6/(002)$ ;  $3,170/16/(42\bar{2})$ ;  $3,120/15/(44\bar{1})$ ;  $3,074/9/(13\bar{2})$ ;  $2,998/18/(35\bar{1})$ ;

2,971/47/(151); 2,795/16/(530), (62 $\bar{1}$ ); 2,730/16/(26 $\bar{1}$ ); 2,667/4/(202), (042); 2,527/6/(620), (170); 2,485/3/(351), (71 $\bar{1}$ ); 2,458/3/(64 $\bar{1}$ ); 2,437/8/(261), (511); 2,422/5/(441); 2,319/2/(37 $\bar{1}$ ); 2,089/3/(37 $\bar{2}$ ), (621); 2,056/2/(371), (113); 2,016/2/(64 $\bar{3}$ ), (75 $\bar{2}$ ); 1,974/4/(190).

S T I L B I T : NaCa<sub>4</sub> [Al<sub>9</sub>Si<sub>27</sub>O<sub>72</sub>] • 30 H<sub>2</sub>O

*Sinonim: desmin*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/m.

**Z = 2.**

**Dimensiunea celulei elementare și Relația axială:**

	Simetria monoclinică	Simetria pseudorombică
Grupa spațială	C 2/m	F 2/m
a <sub>o</sub> (Å)	13,61	13,61
b <sub>o</sub> (Å)	18,24	18,24
c <sub>o</sub> (Å)	11,27	17,80
a <sub>o</sub> :b <sub>o</sub> :c <sub>o</sub>	0,7462 : 1 : 0,6179	0,7462 : 1 : 0,9759
β	127°51'	90°45'

**Habitus:** cristale izolate, tabulare // (010) apar foarte rar, marea majoritate fiind maclate. Formează agregate radiare sau globulare, sau apare masiv, lamelar.

**Culoarea:** incolor, alb, cenușiu, gălbui, roz; rareori roșu strălucitor.

**Urma:** albă sau incoloră.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (010), (110) și (001).

**Macle:** de contact alcătuite din 8 indivizi având plane de contact (001), (100), (10 $\bar{1}$ ) și (101) după poziția lor reciprocă.

**Clivaj:** (010) perfect și (100) slab.

**Spărtura:** neregulată. Casant.

**H = 3 1/2 - 4 ; G = 2,09 - 2,20.** Piezoelectric.

**Compoziția chimică:** SiO<sub>2</sub> = 51,97 - 58,34%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 15,32 - 18,34%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,03 - 0,18%, MgO = 0,03 - 0,16%, CaO = 3,31 - 7,89%, Na<sub>2</sub>O = 1,00 - 4,78%, K<sub>2</sub>O = 0,03 - 0,88%, H<sub>2</sub>O = 17,00 - 19,75%. Compoziția chimică este apropiată de formula chimico-structurală prezentată.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea: β = γ, α ∧ a ≈ 5°, γ ∧ c ≈ 5°.

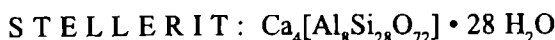
Indicii de refracție: α = 1,489, β = 1,498, γ = 1,501, Δ = 0,012. Biax negativ. 2 V ≈ 40°.

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 100(0,2)☞; 204(1,9)☞; 288(0,5)☞; 510(0,95)♠.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 420 i; 445 m; 466; 558 m; 602 i; 706 i,l; 745; 870 fs; 1035 fp,l; 1150 m,l; 1645 s; 3250; 3420; 3595.

**Difractometria de raze X:** 9,12/100/(020); 8,88/9/(002); 6,83/2/(200); 6,37/2/(022); 5,46/1/(220), (20 $\bar{2}$ ); 5,30/8/(13 $\bar{1}$ ), (131); 5,23/1/(11 $\bar{3}$ ); 4,68/16/(22 $\bar{2}$ ); 4,63/15/(222); 4,56/3/(040); 4,44/2/(004); 4,30/9/(31 $\bar{1}$ ); 4,27/7/(311); 4,06/58/(13 $\bar{3}$ ), (042), (133); 4,00/10/(024); 3,788/2/(240); 3,756/6/(20 $\bar{4}$ ); 3,699/6/(204); 3,504/3/(242); 3,474/5/(24 $\bar{2}$ ); 3,456/2/(151); 3,415/10/(400); 3,396/8/(11 $\bar{5}$ ); 3,368/5/(115); 3,199/13/(40 $\bar{2}$ ), (420), (044); 3,172/7/(402); 3,122/5/(33 $\bar{3}$ ); 3,088/2/(333); 3,028/36/(060), (15 $\bar{3}$ ), (153), (42 $\bar{2}$ ); 2,990/10/(13 $\bar{5}$ ), (422), (135); 2,965/4/(006); 2,877/3/(062); 2,811/4/(351); 2,780/21/(260); 2,751/1/(315); 2,730/8/(40 $\bar{4}$ ); 2,687/1/(404); 2,591/4/(226); 2,577/6/(424), (35 $\bar{3}$ ); 2,557/5/(353); 2,537/3/(171); 2,530/2/(335); 2,510/4/

(064); 2,484/3/(046); 2,474/3/(513̄), (531̄); 2,468/4/(117), (531); 2,444/3/(513); 2,352/4/(173̄), (264), (173); 2,311/2/(444), (533̄), (137); 2,276/1/(600); 2,255/1/(406̄); 2,239/2/(371), (355̄); 2,216/2/(317̄); 2,160/2/(028); 2,122/3/(066); 2,106/5/(282̄); 2,101/4/(282̄); 2,066/3/(228̄), (157); 2,056/4/(157), (535̄); 2,028/4/(084), (535); 1,995/1/(446).



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Grupa spațială:** F m m m.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,60 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,22 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7464 : 1 : 0,9791$ .

**Habitus:** cristale lamelar-prismatice, alungite // [001] și aplatizate // [010]. Fețele terminale sunt (100), (001) și (111).

**Culoarea:** incolor.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticios; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent până la translucid.

**Forme principale:** (010), (100), (001) și (111).

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 59,10\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 14,62\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,08\%$ ,  $\text{MgO} = 0,02\%$ ,  $\text{CaO} = 7,96\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,24\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,02\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 17,98\%$

Compoziția chimică este foarte apropiată de formula chimico-structurală ideală. Conține foarte mici cantități de BaO (0,13%) și SrO (0,01 - 0,06%).

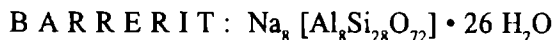
**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,484$ ,  $\beta = 1,492 - 1,496$ ,  $\gamma = 1,495 - 1,498$ .  $\Delta = 0,011 - 0,014$ .

Biax negativ.  $2V = 45^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.): 70∇; 175∇; 250∇; 480∧; 550∧; 735∧.

**Difracțometria de raze X:** 9,03/100/(020), (002); 6,37/ < 1/(022); 5,44/2/(220); 5,41/3/(202); 5,29/4/(131); 4,65/15/(222); 4,56/4/(040); 4,47/2/(004); 4,28/6/(311); 4,06/45/(133), (042); 4,01/6/(024); 3,784/1/(240); 3,734/5/(204); 3,482/3/(242); 3,397/7/(400), (115); 3,181/7/(420), (402); 3,100/3/(333); 3,028/23/(153); 3,003/10/(135), (422); 2,976/1/(006); 2,875/2/(062); 2,827/1/(026); 2,804/1/(351); 2,771/8/(260); 2,703/2/(404); 2,608/2/(226), (442); 2,562/4/(353); 2,546/1/(335); 2,532/ < 1/(171); 2,512/1/(064); 2,508/1/(155); 2,494/2/(046); 2,485/2/(117); 2,452/1/(513); 2,351/2/(264), (173); 2,318/1/(137); 2,267/1/(600), (460); 2,239/1/(406), (371); 2,233/1/(008); 2,223/1/(355); 2,206/1/(317); 2,201/1/(620); 2,168/ < 1/(028); 2,161/ < 1/(551), (280); 2,124/1/(066); 2,120/1/(208); 2,097/1/(282); 2,078/ < 1/(175); 2,066/2/(228), (157); 2,037/2/(535); 2,031/2/(640), (266), (084); 1,978/ < 1/(642).



**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Grupa spațială:** A m m a.

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 13,64 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 18,20 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 17,84 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7495 : 1 : 0,9802$ .

**Habitus:** cristale lamelare, aplatizate // (010) și alungite // [001].



**Culoarea:** incolor, alb.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj. Transparent spre translucid.

**Forme principale:** (010), (001), (011) și (111).

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ .

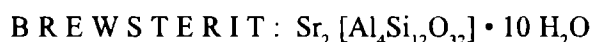
**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 58,82\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 14,75\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,04\%$ ,  $\text{MgO} = 0,24\%$ ,  $\text{CaO} = 1,66\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 5,97\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 1,76\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 16,40\%$ . Variația compozițională este scăzută, deși  $\text{Na}^+$  poate fi substituit de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  și  $\text{K}^+$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = a$ ,  $\beta = b$ ,  $\gamma = c$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,479$ ,  $\beta = 1,485$ ,  $\gamma = 1,489$ .  $\Delta = 0,010$ . Biax negativ.  $2V \approx 78^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $200 \approx$ .

**Difracțometria de raze X:** 9,10/100/(020); 6,83/4/(200); 5,30/6/(131); 5,23/5/(113); 4,66/21/(222); 4,55/6/(040); 4,46/3/(004); 4,29/12/(311); 4,05/100/(133); 4,01/13/(024); 3,752/12/204); 3,566/1/(331); 3,483/12/(242); 3,408/11/(400); 3,393/11/(115); 3,189/16/(402); 3,103/7/(333); 3,028/78/(153); 3,003/25/(422), (135); 2,974/4/(006); 2,885/2/(244); 2,871/3/(062); 2,824/3/(026); 2,805/3/(351); 2,773/22/(260); 2,727/3/(440), (206); 2,709/3/(404); 2,609/4/(226); 2,563/6/(353); 2,524/1/(171), (017); 2,507/5/(064); 2,487/3/(046); 2,354/3/(264); 2,347/3/(173); 2,274/1/(600); 2,267/1/(460); 2,225/3/(008), (355); 2,204/2/(317), (620), (082); 2,164/1/(028), (551); 2,122/4/(066); 2,097/3/(282); 2,084/1/(337); 2,075/1/(175); 2,062/3/(228), (157); 2,040/2/(535); 2,034/3/(640); 2,025/3/(266), (084); 2,018/2/(464); 2,012/ < 1/(446); 1,893/3/(193), (480).



**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

$Z = 2$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 6,77 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,51 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,74 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,3866 : 1 : 0,4420$ ,  $\beta = 94^\circ 18'$ .

**Habitus:** cristale prismatice, uncori turtite pe (010) și alungite în direcțiile [100] și [001].

**Culoarea:** incolor, alb, gălbui.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos; perlat pe suprafața de clivaj (010). Transparent.

**Forme principale:** (010), (100), (001), (110), (016).

**Macle:** (010) comune.

**Clivaj:** (010) perfect. Casant.

$H = 5$ ;  $G = 2,453$ . Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 54,02 - 54,42\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,25 - 15,86\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,08 - 0,11\%$ ,  $\text{CaO} = 0,80 - 1,19\%$ ,  $\text{SrO} = 8,99 - 11,80\%$ ,  $\text{BaO} = 3,01 - 6,80\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,00 - 0,21\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,00 - 0,14\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,22 - 13,72\%$ . Arată mici substituții ale Sr prin Ca și Ba.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha \wedge c \approx 22^\circ$ ,  $\gamma = b$ .

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,506 - 1,510$ ,  $\beta = 1,510 - 1,512$ ,  $\gamma = 1,522 - 1,523$ .  $\Delta = 0,013 - 0,016$ .

Biax pozitiv.  $2V_\gamma = 50^\circ - 60^\circ$ . P.A.O.  $\perp$  (010).

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $50\text{?}$ ;  $190\text{?}$ ;  $260\text{?}$ ;  $380\text{?}$ .

**Difracțometria de raze X** (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 8,78/31/(020); 7,73/3/(001); 7,08/9/(011); 6,75/8/(100); 6,62/21/(110); 5,80/3/(021); 5,30/4/(101); 5,07/14/(111); 4,90/6/(101); 4,72/12/(111); 4,66/71/(031); 4,53/20/(121); 4,38/11/(040); 4,28/2/(121); 3,925/15/(131); 3,864/11/(002); 3,812/13/(041); 3,772/15/(012);

3,677/10/(140); 3,534/18/(022); 3,404/7/(112); 3,269/37/(141); 3,191/16/(051); 3,111/22/(150); 3,044/12/(122); 2,967/6/(211); 2,920/100/(060), (151), (230); 2,848/9/(221); 2,798/5/(231); 2,732/24/(061); 2,724/24/(142); 2,675/7/(240), (231); 2,610/3/(142); 2,575/9/(003); 2,507/8/(161); 2,479/4/(241); 2,408/3/(232); 2,378/5/(123); 2,347/18/(170); 2,260/7/(232); 2,221/3/(043); 2,211/6/(260); 2,189/45/(080); 2,137/4/(242); 2,102/3/(330); 2,068/4/(143); 2,019/9/(153); 2,015/8/(302); 1,972/3/(341).

#### 7.4.7. ALTE MINERALE ZEOLITICE

C O W L E S I T :  $\text{Ca}_6[\text{Al}_{12}\text{Si}_{18}\text{O}_{60}] \cdot 36 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** rombic.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 11,27 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 15,25 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 12,61 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,7390 : 1 : 0,8269$ .

**Habitus:** cristale lamelare (010) dispuse radiar, subparalel sau anizotrop. Formează agregate sferice, globulare.

**Culoarea:** alb.

**Urma:** albă. Transparent.

**Forme principale:** (010), (100), (101).

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 3 \frac{1}{2} - 4$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 40,92-43,46\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 23,13-23,36\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,07\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,11\%$   
 $\text{CaO} = 11,09-13,52\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,52-0,72\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,00-0,36\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 21,00-22,80\%$ .

Arată variații mici față de formula chimico-structurală. De obicei Mg, Sr și Ba lipsesc, iar K apare în cantități foarte mici. Dacă excludem conținutul mare în apă poate fi privit ca un polimorf al scolecitului.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\alpha = b$ ,  $\beta = a$ ,  $\gamma = c$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,505-1,512$ ,  $\beta = 1,509-1,515$ ,  $\gamma = 1,509-1,517$ .  
 $\Delta \approx 0,004-0,005$ . Biax negativ.  $2V = 30^\circ - 44^\circ$ .

**Proprietăți termice (A.T.D.):**  $100\text{V}$ ;  $150\text{V}$ ;  $300\text{V}$ ;  $420\text{A}$ .

**Difracțometria de raze X:** 15,3/100/(010); 12,7/4/(001); 8,47/2/(101); 7,64/10/(020); 5,70/2/(121); 5,08/8/(030); 4,71/3/(031); 4,50/6/(122); 3,811/30/(040); 3,763/15/(300); 3,651/10/(310); 3,461/4/(141); 3,262/5/(042), (321); 3,177/8/(004); 3,048/15/(050); 2,953/25/(051), (150); 2,927/20/(024); 2,825/8/(043), (400); 2,773/2/(410); 2,738/3/(143); 2,600/3/(224); 2,529/2/(243); 2,220/2/(352); 2,189/2/(334); 1,996/5/(362).

G O O S E C R E E K I T :  $\text{Ca}_2[\text{Al}_4\text{Si}_{12}\text{O}_{32}] \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:**  $P 2_1/m$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,52 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 17,56 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,35 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,4282 : 1 : 0,4186$ ,  $\beta = 105^\circ 43'$ .

**Habitus:** cristale izolate, imperfect dezvoltate sau agregate policristaline.

**Culoarea:** incolor până la alb.

**Urma:** albă. Transparent.

**Forme principale:** (100) și (001).

**Clivaj:** (010) perfect.

$H = 4-4 \frac{1}{2}$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 59,3\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,2\%$ ,  $\text{CaO} = 9,3\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 15,0\%$ .

Această compoziție corespunde formulei:  $\text{Ca}_{2,01}[\text{Al}_{4,08}\text{Si}_{11,94}\text{O}_{32}] \cdot 10,07 \text{H}_2\text{O}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor.

Orientarea:  $\beta = b$ ,  $\gamma \perp c = 46^\circ$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,495$ ,  $\beta = 1,498$ ,  $\gamma = 1,502$ .

Biax negativ.  $2V = 82^\circ$ .

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $55-220\psi$ ;  $328\psi$ .

**Difractometria de raze X:**  $8,75/5/(020)$ ;  $7,19/50/(100)$ ;  $5,59/50/(120)$ ;  $4,91/50/(12\bar{1})$ ;  $4,53/100/(130)$ ,  $(031)$ ;  $4,36/5/(111)$ ;  $4,17/15/(13\bar{1})$ ;  $4,00/10/(121)$ ;  $3,750/5/(140)$ ;  $3,617/5/(200)$ ,  $(10\bar{2})$ ;  $3,526/25/(002)$ ,  $(14\bar{1})$ ,  $(11\bar{2})$ ;  $3,350/40/(22\bar{1})$ ,  $(220)$ ;  $3,277/25/(022)$ ;  $3,147/20/(141)$ ,  $(051)$ ,  $(150)$ ;  $3,073/25/(230)$ ,  $(13\bar{2})$ ;  $3,022/25/(032)$ ,  $(15\bar{1})$ ;  $2,925/10/(21\bar{2})$ ;  $2,866/5/(211)$ ,  $(112)$ ;  $2,775/20/(14\bar{2})$ ,  $(211)$ ;  $2,698/20$ ;  $2,610/15/(231)$ ;  $2,501/5$ ;  $2,438/10$ ;  $2,351/20$ .

P A R T H E I T :  $\text{Ca}_8[\text{Al}_{16}\text{Si}_{16}\text{O}_{64}] \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:**  $2/m$ .

**Grupa spațială:**  $C 2/c$ .

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 21,59 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 8,78 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 9,31 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 2,4590 : 1 : 1,0604$ ,  $\beta = 91^\circ 38'$ .

**Habitus:** granule hipidiomorfe sau agregate radiare. Granulele sunt alungite, chiar fibroase, fără a se putea preciza direcția de alungire.

**Culoarea:** alb, albastru închis.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Transparent până la translucid.

**Macle:** nu s-au observat.

**Clivaj:** (100), (110), (010).

$H = 4$ .

**Compoziția chimică** (valori medii din 3 analize):  $\text{SiO}_2 = 39,06\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 30,71$ ,  $\text{CaO} = 16,30\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,32\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,23\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} = 13,38\%$ . Corespunde formulei chimico-structurale.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** biax pozitiv.

Indicii de refracție:  $\alpha = 1,547-1,550$ ;  $\beta = 1,549-1,552$ ,  $\gamma = 1,559-1,565$ ,  $\Delta = 0,012-0,015$ .  $2V = 45^\circ - 48^\circ$

Extincția este de  $23^\circ - 30^\circ$  între și axa fibrei.

**Proprietăți termice** (A.T.D.):  $255\psi$ ;  $430\psi$ ;  $590\psi$ .

**Difractometria de raze X :**  $10,79/100/(200)$ ;  $8,12/80/(110)$ ;  $6,10/70/(111)$ ;  $5,39/5/(400)$ ;  $4,65/5/(002)$ ;  $4,38/10/(020)$ ;  $4,31/5/(20\bar{2})$ ;  $4,05/20/(220)$ ,  $(11\bar{2})$ ;  $3,870/10/(510)$ ;  $3,740/50/(22\bar{1})$ ;  $3,600/40/(31\bar{2})$ ,  $(51\bar{1})$ ;  $3,532/15/(312)$ ;  $3,400/15/(420)$ ;  $3,190/40/(022)$ ;  $3,046/30/(222)$ ;  $3,000/10/(51\bar{2})$ ;  $2,950/20/(512)$ ;  $2,900/30/(130)$ ;  $(113)$ ;  $2,790/10/(71\bar{1})$ ;  $2,710/10/(330)$ ;  $2,682/5/(313)$ ,  $(62\bar{1})$ ;  $2,600/5/(33\bar{1})$ ,  $(331)$ ;  $2,531/10/(023)$ ;  $2,454/10/(132)$ ,  $(223)$ ,  $(51\bar{3})$ ;  $2,427/5/(530)$ ;  $2,332/10/(531)$ ,  $(332)$ ;  $2,265/5/(204)$ ;  $2,231/20/(114)$ ,  $(911)$ ;  $2,200/5/(040)$ ;  $2,161/10/(31\bar{4})$ ,  $(53\bar{2})$ ;  $2,134/5/(532)$ ,  $(041)$ ,  $(314)$ ;  $2,094/5/(713)$ ,  $(24\bar{1})$ ,  $(62\bar{3})$ ,  $(91\bar{2})$ ,  $(241)$ ;  $2,051/10/(024)$ ,  $(623)$ ,  $(912)$ ,  $(33\bar{3})$ ;  $2,010/5/(51\bar{4})$ ,  $(224)$ ;  $1,974/15/(60\bar{4})$ ,  $(10.0.\bar{2})$ ,  $(514)$ .

## 7.5. GRUPA MINERALELOR $\text{SiO}_2$

### Caractere generale și clasificare

Grupa mineralelor de compoziție  $\text{SiO}_2$  aparține tectosilicaților grație afinității structurale ale acestora cu feldspații și feldspatoizii, deși din punct de vedere chimic ele reprezintă niște oxizi. Mineralele din compoziția  $\text{SiO}_2$  au o răspândire deosebit de largă în scoarța terestră, aproximativ 12%, ponderea cea mai mare revenind cuarțului. Deși apar mult mai rar, tridimitul și cristobalitul, aparținând rocilor vulcanice și sedimentare, sunt totuși mai des întâlnit decât opalul, coesitul și stishovitul. Lechatelieritul este mineralul cu ocurența cea mai slabă. Alături de aceste minerale, din grupă mai face parte și calcedonia, formă criptocristalină cu structură fibroasă și care poate fi privită ca fază intermediară între opal și cuarț.

Cele mai scăzute grade de cristalizare aparțin opalului și lechatelieritului, care sunt apreciate cu faze amorfe, primul având și cantități mari de apă (3,5-28,04%).

Caracteristic formelor cristalizate este fenomenul de enantiotropism. În funcție de temperatură, transformările faziale sunt următoarele, primele trei reacții fiind reversibile.

- Cuarț  $\leftarrow 573^\circ\text{C} \rightarrow \alpha$  - Cuarț  $\leftarrow 870^\circ\text{C} \rightarrow \alpha$  - Tridimit  $\leftarrow 1470^\circ\text{C} \rightarrow \alpha$  - Cristobalit  $\leftrightarrow$  Silice lichidă

Transformarea  $\beta$  - Cuarț  $\leftarrow 573^\circ\text{C} \rightarrow$  Cuarț se manifestă cu absorbție de temperatură din temperatura medie a sistemului analitic, ceea ce duce la înscrierea pe curba A.T.D. a unui slab efect endoterm. Modificațiile  $\beta$  - Tridimit și  $\beta$  - Cristobalit sunt instabile la temperatură ordinară. Transformarea fazială  $\alpha$  - Tridimit în  $\beta$  - Tridimit se produce la  $117^\circ\text{C}$  și  $163^\circ\text{C}$ , în timp ce tranziția  $\alpha$  - Cristobalit la  $\beta$  - Cristobalit se produce la  $200^\circ\text{C}$  și  $275^\circ\text{C}$ .

Întrucât la sistematizarea mineralelor  $\text{SiO}_2$  nu se pot lua în considerare decât doi parametrii - gradul de cristalizare și cantitatea de apă reținută în structură singura clasificare posibilă a acestora este următoarea:

Cuarț	$\text{SiO}_2$
Calcedonie	$\text{SiO}_2$
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	$\text{SiO}_2$

### CUARȚ : $\text{SiO}_2$

Polimorf cu tridimitul, cristobalitul, coesitul și stishovitul

**Varietăți:**  $\beta$ - Cuarț stabil între  $573^\circ$  -  $870^\circ\text{C}$ .

**Varietăți idiocromatice:** cristalul de stâncă, cuarțul fumuriu, morionul, citrinul, ametistul.

**Varietăți allocromatice:** prasem, aventurin ș.a.

**Sistemul de cristalizare:** trigonal.

**Clasa:** 32.

**Grupa spațială:** P 3<sub>1</sub> 21 sau P 3<sub>2</sub> 21.

**Z = 3.**

### Dimensiunea celulei elementare:

	$\alpha$ -Cuarț	$\beta$ -Cuarț
$a_0$ (Å)	4,913	5,010
$c_0$ (Å)	5,405	5,470
$a_0 : c_0$	1 : 1,100	1 : 1,0918

**Habitus:** bipiramide hexagonale cu fețe de prismă scurte sau inexistente. Cristalele bine dezvoltate aparțin modificărilor de temperatură joasă și se caracterizează prin apariția fețelor de prismă ( $10\bar{1}0$ ), de romboedrii ( $10\bar{1}1$ ) și ( $01\bar{1}1$ ), de bipiramidă trigonală ( $11\bar{2}1$ ) și de trapezodru trigonal ( $51\bar{6}1$ ). Cristalele cu formă de bipiramidă hexagonală au fețele de romboedrii cvasiegale, cu luciu și cu figuri de coroziune tipice. Cristale izolate, diseminate sau în druze. Frecvent apare masiv, larg sau fin granular. criptocristalin. Fețele de prismă prezintă deseori strițiuni orizontale.

**Culoarea:** variază foarte mult definind unele varietăți; frecvent este incolor, alb lăptos sau cenușiu.

Varietățile colorate idiocromatic sunt:

- cristallul de stâncă: transparent și incolor;
- cuarțul fumuriu: transparent, fumuriu, cenușiu-brun;
- citrin: galben auriu, galben ca lămâia;
- morion: negru, negru-cenușiu;
- ametistul: violet.

Datorită unor incluziuni de natură diferită sunt cunoscute următoarele varietăți colorate allocromatic:

- prasem: verde datorită unor incluziuni aciculare de actinot;
- aventurin: galben, roșu-brun cu irizații datorate incluziunilor de mică și hematit.

**Urma:** incoloră.

**Luciu:** sticlos; gras în spărtură. Transparent sau translucid.

**Forme principale** și unghiuri:

$$\begin{array}{ll} (10\bar{1}1) \wedge (\bar{1}101) = 85^\circ 46' & (10\bar{1}0) \wedge (01\bar{1}1) = 66^\circ 52' \\ (10\bar{1}1) \wedge (01\bar{1}1) = 46^\circ 16' & (10\bar{1}0) \wedge (11\bar{2}1) = 37^\circ 58' \\ (10\bar{1}0) \wedge (10\bar{1}1) = 38^\circ 13' & (10\bar{1}0) \wedge (51\bar{6}1) = 12^\circ 01' \end{array}$$

**Macle:** comune dezvoltate după mai multe legi care le definesc:

- Dauphiné (macla fizicienilor, l'Oisans sau electrică) cu planul de maclă ( $10\bar{1}0$ ) și axul  $[0001]$ ;
- Braziliană (macla opticienilor): plan de maclă ( $11\bar{2}0$ ) care este o prismă de specia a II-a;
- Japoneză (macla La Gardette): concreșterea a doi indivizi deja maclați după legea Dauphiné sau Braziliană având planul de maclă ( $11\bar{2}2$ ).

În mod excepțional se cunosc și macle ale cuarțului de tipul:

- macla Esterel, cu planul ( $10\bar{1}1$ );
- macla sardiniană, cu planul ( $10\bar{1}2$ );
- macla Solowda-Bencon, cu planul ( $30\bar{3}2$ );
- macla Cornish, cu planul ( $20\bar{2}1$ );
- macla Wheal Coates, cu planul ( $21\bar{3}1$ );
- macla Pierre Levée cu planul ( $21\bar{3}3$ ).

**Clivaj:** rareori distinct, pe  $r(10\bar{1}1)$ ,  $z(01\bar{1}1)$ ,  $m(10\bar{1}0)$ ,  $c(0001)$ ,  $a(11\bar{2}0)$ ,  $s(11\bar{2}1)$  și  $x(51\bar{6}1)$ .

**Spărtura:** concoidală sau subconcoidală pentru cristale, așchioasă pentru formele masive și prismatice. Casant.

$H = 7$ ;  $G = 2,65$ . Piezoelectric.

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 99,00-99,79\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,00-0,048\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,00-0,042\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,00-0,07\%$ ,  $\text{FeO} = 0,00-0,36\%$ ;  $\text{MnO} = 0,00-0,02\%$ ,  $\text{MgO} = 0,00-0,09\%$ ,  $\text{CaO} = 0,00-0,01\%$ ;  $\text{H}_2\text{O}^+ = 0,00-0,39\%$ ,  $\text{H}_2\text{O}^- = 0,00-0,13\%$ .

Compoziția chimică este foarte simplă. Se pare că pot exista mici substituții de tipul  $\text{Li} + \text{Al} \rightleftharpoons \text{Si}$ .

Analizele spectrometrice au depistat mici cantități de Fe, Mg, Al, Ca, Li, Na și K ce par a fi conținute mai ales de varietățile colorate.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\omega = 1,544$ ,  $\epsilon = 1,553$ .  $\Delta = 0,009$ .

Uniax negativ. Unele cristale au caracter biax. Datorită deformării 2 E variază între  $12^\circ - 24^\circ$ .

**Proprietăți termice (A.T.D.):** 573 $\nabla$ .

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 257 s; 360-390 m; 456 p; 479 s; 503-522 m; 668 fs; 695 s,a; (780-800 m)d; 915 fs; 1083 fp,1; 1150 i; 1171 i; ~ 1200 fs.

**Difractometria de raze X:**

$\alpha$  - Cuarț (radiație  $\text{CuK}_\alpha$ , filtru Ni): 4,26/25/(100); 3,343/100/(101); 2,458/12/(110); 2,282/12/(102); 2,237/6/(111); 2,128/8/(200); 1,980/6/(201); 1,817/17/(112); 1,801/<1/(003); 1,672/7/(202); 1,659/3/(103); 1,608/<1/(210); 1,541/15/(211); 1,453/3/(113); 1,418/<1/(300); 1,382/7/(212); 1,375/11/(203); 1,372/9/(301); 1,289/3/(104); 1,256/4/(302); 1,228/2/(220); 1,1997/5/(213); 1,1973/2/(221); 1,1838/4/(114); 1,1802/4/(310); 1,1530/2/(311); 1,1408/<1/(204); 1,1144/<1/(303); 1,0816/4/(312); 1,0636/1/(400); 1,0477/2/(105); 1,0437/2/(401); 1,0346/2/(214); 1,0149/2/(223); 0,9896/2/(402),(115); 0,9872/2/(313); 0,9781/<1/(304); 0,9762/1/(320); 0,9697/2/(321); 0,9285/<1/(410).

- Silice D: 4,32/40/(100); 3,38/100/(101); 2,498/10/(110); 2,303/8/(102); 2,169/18/(200); 2,013/12/(201); 1,842/60/(112); 1,696/4/(202); 1,568/25/(211); 1,404/20/(212); 1,393/35/(203).

TRIDIMIT :  $\text{SiO}_2$

*Polimorf cu cuarțul, cristobalitul, coesitul și stishovitul*

*Varietate: christensenit, conține nefelin*

**Sistemul de cristalizare, Clasa și Grupa spațială:**

$\alpha$ - Tridimit	$\beta$ - Tridimit
Sistemul de cristalizare: rombic	Sistemul de cristalizare: hexagonal
Clasa: 222	Clasa: 6/m 2/m 2/m
Grupa spațială: C 2 2 2 <sub>1</sub>	Grupa spațială: C 6/m m c
Z = 64	Z = 4

**Dimensiunea celulei elementare:**

	$\alpha$ - Tridimit	$\beta$ - Tridimit
$a_0$ (Å)	9,91	5,03
$b_0$ (Å)	17,18	-
$c_0$ (Å)	40,78	8,22
$a_0 : b_0 : c_0$ sau $a_0 : c_0$	0,5768 : 1 : 2,3737	1 : 1,6342

$\alpha$ - Tridimitul este stabil până la  $117^\circ\text{C}$ ,  $\beta$ - Tridimitul între  $117 - 163^\circ\text{C}$ , iar  $\beta_2$ - Tridimitul între  $870^\circ - 1470^\circ\text{C}$ .

**Habitus:** cristale tabulare, pseudohexagonale cu pseudomorfoze după  $\beta$ - Tridimit. Se întâlnesc și agregate solzoase cu indivizi dispuși în rozetă.

**Culoarea:** incolor, alb, alb cenușiu.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, uneori perlat de (001). Transparent.

**Macle:** compuse din 2, dar cel mai frecvent trei indivizi cu planul de maclă (110).

**Clivaj:** absent sau imperfect.

**H = 7 ; G = 2,26.**

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 95,1\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 0,26 - 0,28\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,40 - 2,70\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,25 - 0,36\%$ ,  $\text{MnO} = 0,000 - 0,003\%$ ,  $\text{MgO} = 0,03 - 0,30\%$ ,  $\text{CaO} = 0,20 - 0,40\%$ ,  $\text{Na}_2\text{O} = 0,67 - 0,80\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} = 0,37 - 0,75\%$ .

Tridimitul are o puritate mai scăzută decât cuarțul datorită unei slabe substituții a  $\text{Si}^{4+}$  prin  $\text{Al}^{3+}$  din coordonarea tetraedrică. Această substituție este probabil anihilată prin introducerea în rețea a cationilor de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  și  $\text{K}^+$ . Sunt citate probe care conțin nefelin ( $\approx 5\%$ ) în soluție solidă. (varietatea a fost denumită christensenit) sau alte impurități de tipul:  $\text{Na Ca Al}_3 \text{Si}_{15} \text{O}_{36}$ .

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Orientarea:  $\alpha = b$ . Indicii de refracție:  $\alpha = 1,471 - 1,479$ ,  $\beta = 1,472 - 1,480$ ,  $\gamma = 1,474 - 1,483$ .  $\Delta = 0,002 - 0,004$ . Biax pozitiv.  $2V\gamma = 66^\circ - 90^\circ$ . P.A.C. // (100).

Lamelele au extincție paralelă și alungirea negativă.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:**  $\sim 333$  s;  $388$  s;  $478$  fp.l;  $508$  i;  $569$  s;  $790$  m;  $1107$  fp.l;  $1175$  i.l.

**Difractometria de raze X:**

Low - tridimit:  $4,30/100/(040).(220)$ ;  $4,08/80/(004)$ ,  $3,81/80/(222).(042)$ ;  $3,25/20/(240)$ ;  $2,96/40/(224).(044)$ ;  $2,47/60/(400).(260)$ ;  $2,37/10/(026).(202)$ ;  $2,29/20/(155)$ ;  $2,07/10$ ;  $2,03/10$ ;  $1,97/10$ ;  $1,87/10$ ;  $1,76/10$ ;  $1,68/10$ ;  $1,61/10$ ;  $1,58/10$ ;  $1,53/10$ ;  $1,52/10$ ;  $1,39/10$ ;  $1,37/10$ ;  $1,33/10$ ;  $1,29/10$ .

## CRISTOBALIT: $\text{SiO}_2$

*Polimorf cu cuarțul, tridimitul, coesitul și stishovitul*

*Varietate: lussatit*

**Sistemul de cristalizare, Clasa și Grupa spațială:**

	$\alpha$ - Cristobalit	$\beta$ - Cristobalit
Sistemul de cristalizare	tetragonal	cubic
Clasa	422	
Grupa spațială	$P4_1 2_1 2$ sau $P4_3 2_1 2$	F d 3 m
Z	4	8
$a_o$ (Å)	4,97	7,13
$c_o$ (Å)	6,91 - 6,93	
$a_o : c_o$	1 : 1,3903	

**Domenii de stabilitate:**  $\alpha$  - cristobalitul este stabil până la  $180^\circ - 270^\circ\text{C}$  când trece în varietatea cubică,  $\beta$  - cristobalit.

**Habitus:** cristale pseudo- octaedrice și mai rar pseudocubice; foarte scheletice. Apare și masiv, cu structură fibroasă, stalactitic sau sferulitic. Formează cruste și agregate botrioidale.

**Culoarea:** alb, alb - lăptos, cenușiu - albăstrui, gălbui, cafeniu deschis.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos. Translucid sau opac.

**Macles:** comune cu (111) plan de maclă.

**Clivaj:** absent.

$H = 6 - 7$ ;  $G = 2,33$ .

**Compoziția chimică:**  $\text{SiO}_2 = 98,40\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,35\%$ ,  $\text{FeO} = 0,68\%$ ,  $\text{CaO} = 0,85\%$ .

Concentrația în  $\text{SiO}_2$  situează cristobalitul între cuarț și tridimit.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\epsilon = 1,484$ ,  $\omega = 1,487$ ,  $\Delta = 0,003$ .

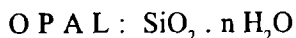
Uniax negativ.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 298 m; 372 m; 485 p.l; 517 i; 620 ; 725 l,i; 796 m; 1095 fp; 1160 i; 1205 m.

**Difractometria de raze X:**

$\alpha$  - Cristobalit: 4,04/100/(101); 3,138/12/(111); 2,845/14/(102); 2,489/18/(200); 2,468/6/(112); 2,342/<1/(201); 2,121/4/(211); 2,024/3/(202); 1,932/4/(113); 1,874/4/(212); 1,756/1/(220); 1,736/1/(004); 1,692/3/(203); 1,642/1/(104); 1,612/5/(301); 1,604/2/(213); 1,574/1/(310),(222); 1,535/2/(311); 1,495/3/(302); 1,432/2/(312); 1,423/1/(204); 1,401/1/(223)1,368/1/(214); 1,353/1/(321); 1,345/1/(303); 1,336/1/(105); 1,301/2/(313); 1,282/2/(322); 1,235/<1/(224); 1,224/<1/(401); 1,207/1/(410); 1,1842/2/(323); 1,1762/1/(215); 1,1659/1/(314); 1,1556/<1/(331); 1,1112/1/(420); 1,0989/3/(421).(116);

$\beta$  - Cristobalit: 4,15/100/(111); 2,92/5/(211); 2,53/80/(220); 2,17/10/(311); 2,07/30/(222); 1,99/5/(320); 1,795/5/(400); 1,69/5/(411); 1,641/60/(331); 1,460/50/(422); 1,380/20/(620); 1,266/30/(440); 1,210/30/(531); 1,131/20/(620);1,090/5/(533); 1,030/5/(444); 1,001/10/(711); 0,957/10/(642); 0,920/10/(731).



**Varietăți:** - *opalul nobil:* compact, alb, alb - gălbui, albăstrui; semitransparent sau translucid; strălucitor cu jocuri de culori;  
- *hidrofanul:* amestec de opal nobil și opal comun; ușor, poros; turbure când este uscat și transparent când conține apă;  
- *opalul comun:* compact, stalactitic sau în pseudomorfoze. Alb, cenușiu, verde, roșu, brun.

*Amorf. Silice hidratată conținând cristobalit .*

*Luciu: gras. Semitransparent sau translucid:*

- *hialitul (sticla lui Müller):* stalactitic, concrețiuni globulare sau reniforme. Luciu: sticlos. Puternic fluorescent.  $G = 2,15 - 2,18$ . Conține 3%  $\text{H}_2\text{O}$ ;

- *jasp - opal:* compact, roșcat, brun - gălbui. Luciu: gras. Opac.  $G = 2,5$ . Conține mult oxid de fier

**Habitus:** masiv; compact, poros sau pământos. Agregate microcristaline conținând cristalite de cristobalit și având cantități variate de apă. Forme stalactitice, vinișoare, concrețiuni, cruste sau pseudomorfoze după alte minerale. Se întâlnește și botrioidal, reniform, globular și coraliform.

**Culoarea:** incolor, alb, alb - albăstrui, alb - gălbui, gălbui, brun - roșcat, brun, oranj, verzui, cenușiu - albăstrui până la negru. Culoarea este allocromatică, un rol important jucându-l oxizii de fier.

**Urma:** albă.

**Luciu:** sticlos, rășinos, perlat sau mat. Transparent până la aproape opac. Unele exemplare prezintă o fluorescență verde sau verde - gălbui prin iradierea cu radiații ultraviolete.

$H = 5 - 5 \frac{1}{2}$ ;  $G = 1,9 - 2,5$ . Duritatea și greutatea specifică sunt dependente de cantitatea de apă.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicele de refracție:  $n = 1,400 - 1,460$ . Izotrop. Deformările interne și conferă o anizotropie anormală. Ca și alte proprietăți fizice, indicele de refracție variază în funcție de conținutul în  $\text{H}_2\text{O}$  astfel:

$\text{H}_2\text{O}$	3,5%	6,33%	8,97%	28,04% (art)
n	1,4592	1,4531	1,4465	1,4090
G	2,160	2,096	2,036	1,731

**Spectrometria de absorbție în infraroșu :** 478 p; 788 p; 1096 fp.l; ~ 1220 i; 1622 a; 3422 p.l.



## COESIT : SiO<sub>2</sub>

*Polimorf cu cuarțul, tridimitul, cristobalitul și stishovitul*

**Sistemul de cristalizare:** monoclinic.

**Clasa:** 2/m.

**Grupa spațială:** C 2/c.

**Z** = 16.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 7,17 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 12,38 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,17 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : b_0 : c_0 = 0,5792 : 1 : 0,5792$ ,  $\beta = 120^\circ$ .

**Habitus:** granule neregulate cu dimensiuni de 5 - 50  $\mu$ . Cristalele sunt turtite pe (010) și alungite // [001].

**Culoarea:** incolor.

**Luciu:** sticios. Transparent.

**Clivaj:** nu s-a observat.

**Spărtura:** subconcoidală.

**H** = 7 1/2 ; **G** = 2,93 ± 0.02.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție:  $\alpha = 1,593 - 1,599$ ,  $\beta = ?$ ,  $\gamma = 1,597 - 1,605$ ,  $\Delta = 0,004 - 0,005$ . Biax pozitiv.  $2V = 54^\circ - 64^\circ$ .

**Difractometria de raze X:** 6,22/5/(020); 4,40/4/(021); 3,432/20/(130).(111); 3,098/100/(002); (040); 2,77/15/(220),(041); 2,68/15/(131); 2,350/5/(201).(241); 2,303/10/(112).(150); 2,195/10/(240).(223); 2,034/10/(151),(310); 1,846/10/(330); 1,789/10/(261); 1,716/15/(260).(222); 1,741/10/(113).(352).

## STISHOVIT : SiO<sub>2</sub>

*Polimorf cu cuarțul, tridimitul, cristobalitul și coeistul*

**Sistemul de cristalizare:** tetragonal.

**Clasa:** 4/m 2/m 2/m.

**Grupa spațială:** P 4/m n m.

**Z** = 2.

**Dimensiunea celulei elementare:**  $a_0 = 4,1790 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 2,6649 \text{ \AA}$ .

**Relația axială:**  $a_0 : c_0 = 1 : 0,6377$ .

**Habitus:** apare masiv, fin granular, de obicei cu dimensiuni < 1  $\mu$ .

**Culoarea:** incolor.

**Clivaj:** nu s-a observat.

**Microduritate:** 2080 kg/mm<sup>2</sup> // cu alungirea, 1700 kg/mm<sup>2</sup> pe alungire; **G** = 4,35.

**Proprietăți optice în lumină transmisă:** incolor. Indicii de refracție (art):  $\omega = 1,799$ ,  $\varepsilon = 1,826$ .  $\Delta = 0,027$ .  
Uniax pozitiv.

**Spectrometria de absorbție în infraroșu:** 560 p; 628 p; 672 fp; 730 m.l; 769 i; 885 fp; 949 l.i.

# INDEX ALFABETIC DE MINERALE

## A

- Abriachanit (var. riebekit) 440  
 Acadialit 524  
 Acantit 38  
 Achroit (var. turmalina) 413  
 Acmit 423  
 Actinot 435  
 Adamit 330  
 Adular (var. ortoza) 485  
 Agalmatolit (var. pirofilit) 451  
 Aguilarit 35  
 Aikinit 83  
 Akermanit 404  
 Alabandina 41  
 Alabastru (var. gips) 253  
 Alaun de amoniu 251  
 Alaun de potasiu 249  
 Alaun de sodiu 250  
 Albit 487  
 Alexandrit (var. crisoberil) 141  
 Allactit 315  
 Allanit 401  
 Allemontit 20  
 Allocroit (var. andradit) 386  
 Alluaudit 290  
 Almandin 383  
 Alofan 450  
 Alstonit 189  
 Altait 40  
 Aluminit 272  
 Aluminocopiapit (var. copiapit) 275  
 Alundum (var. corindon) 104  
 Alunit 267  
 Alunogen 263  
 Amarantit 273  
 Amazonit (var. microclin) 486  
 Ambligonit 321  
 Amcleit (var. sodalit) 500  
 Amesit 478  
 Ametist (var. quart) 538  
 Ametist oriental (var. corindon) 104  
 Amiant (var. actinot) 435  
 Amicit 518  
 Amonioborit 225  
 Amosit (var. cummingtonit) 433  
 Analbit (var. anortoza) 486  
 Analcim 512  
 Anatas 115  
 Anauxit 448  
 Andaluzit 389  
 Andersonit 196  
 Andezin 489  
 Andradit 386  
 Anglezit 239  
 Anhidrit 240  
 Ankerit 187  
 Annabergit 306  
 Anomit (var. biotit) 469  
 Anortit 492  
 Anortoza 486  
 Antimonit 55  
 Antimoniu 21  
 Antlerit 265  
 Antofilit 430  
 Aphthitalit 236  
 Apofilit 480  
 Aquamarin (var. beril) 410  
 Aragonit 182  
 Arcanit 235  
 Ardealit 358  
 Arfvedsonit 441  
 Argentit 34  
 Argentojarosit 269  
 Argint 13  
 Argirodit 72  
 Arrojadit 293  
 Arsen 20  
 Arsenmiargirit (var. miargirit) 85  
 Arsenolit 107  
 Arsenopirita 64  
 Artinit 200  
 Ascharit 228  
 Astrofilit 395  
 Astrolit (var. biotit) 469  
 Atacamit 163  
 Atelestit 316  
 Attapulgit (var. palygorskit) 462  
 Augelit 332  
 Augit 426  
 Augit sodic (var. augit) 426  
 Aur 12  
 Auricalcit 197  
 Auripigment 54  
 Autunit 352  
 Aventurin (var. quart) 538  
 Awarnit 18  
 Axinit 412  
 Azurit 201
- ## B
- Baikalit (var. hedenbergit) 422  
 Bakerit 224  
 Bandyilit 227  
 Barandit (var. strengit) 311  
 Baritina 237  
 Baritocalcit 189  
 Barrenit 534  
 Bassanit 251  
 Bastanasit 205  
 Batrofilit 288  
 Baumhauerit 89  
 Bayldonit 344  
 Befanamit (var. thortveitit) 394  
 Beidelit 453  
 Benitoit 408  
 Beraunit 348  
 Beril 410  
 Berilonit 292  
 Berilosodalit (var. sodalit) 500  
 Berlinit 298  
 Bernonit 343  
 Berthierit 93  
 Bertrandit 397  
 Berzelianit 36  
 Berzeliit 293  
 Beudantit 356  
 Bianchit 255  
 Bieberit 257  
 Bikitait 531  
 Binnit (var. tennantit) 75  
 Biotit 469  
 Bisbeeit (var. crisocol) 415  
 Bischoffit 161  
 Bismit 118  
 Bismut 22  
 Bismutina 56  
 Bismutit 200  
 Bismutoplagonit 92  
 Bismutotantalit 147  
 Blanfordit (var. egrin-augit) 423  
 Blenda 41  
 Blödit 246  
 Bobierit 309  
 Bobrovkit 18  
 Boehmit 123  
 Bohmit 123  
 Boleit 164  
 Boracit 229  
 Borax 216  
 Bornit 39  
 Bort (var. diamant) 25  
 Botryogen 274  
 Boulangerit 84  
 Bournonit 82  
 Bowlingit 455  
 Brammalit 462  
 Brandisit (var. clintonit) 472  
 Brannerit 148  
 Braunit 110  
 Bravoit 58

Brazilianit 325  
Brewsterit 535  
Brochantit 264  
Broggerit (var. uraninit) 119  
Bromargirit 154  
Bromelit 101  
Brominit 154  
Bronzit 418  
Brookit 116  
Brucit 120  
Brugnatellit 126  
Brunsvigit (var. proclorit) 476  
Brushit 299  
Bustamit 407  
Bytownit 491

## C

Cabrerit (var. annabergit) 306  
Cahnit 231  
Calamina 395  
Calaverit 67  
Calcantit 255  
Calciocarnotit 361  
Calciovolborthit 319  
Calcit 174  
Calcocianit 241  
Calcodolomit (var. dolomit) 185  
Calcofanit 144  
Calcofililit 357  
Calcokyanit 241  
Calcopirita 42  
Calcosiderit 346  
Calcostibit 86  
Calcotrichit (var. cuprit) 99  
Calcouranit 352  
Calcozina 38  
Caledonit 277  
Californit (var. vezuvian) 403  
Calomel 157  
Camsellit 228  
Cancrinit 503  
Cannizzarit 92  
Caolinit 445  
Caporcianit (var. laumontit) 514  
Carbonado (var. diamant) 25  
Carbонатapatit 334  
Carbonato-whitlockit (var. whitlockit) 295  
Carfosiderit 269  
Carnalit 165  
Carnotit 360  
Carrollit 53  
Carronit 518  
Caryinit 294  
Casiterit 113  
Castorit (var. petalit) 497  
Celadonit 460

Celestina 238  
Celsian 492  
Cementit 18  
Cerofluorina (var. fluorina) 158  
Ceruzit 184  
Ceylonit (var. spinel) 132  
Chabazit 524  
Chalmersit (var. cubanit) 48  
Chamosit 479  
Chiaistolit (var. andaluzit) 389  
Chillagit (var. wulfenit) 367  
Christensenit (var. tridimit) 540  
Churchit 313  
Cinabru 50  
Ciprin (var. vezuvian) 403  
Citrin (var. quart) 538  
Claudetit 108  
Cleavelandit (var. albit) 487  
Cleiofan (var. de blenda) 41  
Clinoclor 476  
Clinoenstatit 420  
Clinoptilolit 532  
Clinozoizit 399  
Clintonit 472  
Cloantit 70  
Clorapatit 334  
Clorargirit 154  
Clorit 464  
Cloritoid 473  
Cloromagnezit 160  
Cloromelanit (var. jadeit) 425  
Cloropal (var. nontronit) 456  
Clorospinel (var. spinel) 324  
Cobaltcalcit 179  
Cobaltina 59  
Cobaltodolomit (var. dolomit) 185  
Cocolit (var. hedenbergit) 422  
Coesit 543  
Cohenit 18  
Colemanit 220  
Collinsit 303  
Colusit 77  
Cooperit 51  
Copiapit 275  
Coquimbit 263  
Cordierit 411  
Corindon 104  
Cometit 315  
Cornuit (var. crisocol) 415  
Cornwallit 343  
Corundofililit 47  
Covelina 49  
Cowlesit 536  
Crandallit 324  
Crichtonit (var. ilmenit) 106  
Criolit 168  
Criptomorfit 217  
Crisoberil 141

Crisocol 415  
Crisolit 372  
Cristal de stanca (var. quart) 538  
Cristobalit 541  
Crocidolit (var. riebekit) 440  
Crocoit 279  
Cromhercinit (var. hercinit) 133  
Cromit 140  
Crompicotit (var. magneziocromit) 139  
Crossit (var. glaucofan) 438  
Cuart 538  
Cubanit 48  
Cummignitonit 433  
Cuprit 99  
Cuprocopiapit (var. copiapit) 275  
Cuprogoslarit (var. goslarit) 259  
Cupru 14  
Cyanit 390  
Cyanocroit 248  
Cymophan (var. crisoberil) 141  
Cyrtolit (var. zircon) 379

## D

Dachiardit 528  
Dafnit (var. proclorit) 476  
Danait (var. mispichel) 64  
Danburit 494  
Dannemorit (var. cummignitonit) 433  
Datolit 393  
Daubreelit 54  
Dawsonit 203  
Delafossit 129  
Demantoidit (var. andradit) 386  
Descloizit 318  
Desmin 533  
Destinezit 358  
Diabantit (var. pennin) 475  
Diadochit 358  
Diaforit 84  
Dialag (var. diopsid) 420  
Diamant 25  
Diaspor 130  
Dichroit 411  
Dickinsonit 302  
Dickit 446  
Dietrichit 262  
Digenit 35  
Diopsid 420  
Dioptaz 415  
Disten 390  
Dolomit 185  
Domeykit 34  
Dravit (var. turmalina) 413  
Dudgeonit (var. annabergit) 306  
Dufrenit 333  
Duftit 317

Dussertit 324  
Dysanalyt (var. perovskit) 142

## E

Eckermanit 441  
Edenit 436  
Edingtonit 511  
Efesit (var. margarit) 471  
Eggonit 349  
Egirin 423  
Egirin-augit 423  
Eläolith 496  
Eleveit (var. uraninit) 119  
Ellsworthit (var. piroclor) 145  
Embolit (var. kerargirit) 154  
Emplectit 87  
Empressit 52  
Enargit 79  
Endlichit (var. vanadinit) 338  
Enstatit 417  
Eosit (var. wulfenit) 367  
Epidot 400  
Epistilbit 529  
Epsomit 258  
Erinit 343  
Eriocalcit 160  
Erionit 526  
Eritrina 307  
Eschweigit 148  
Eucolit (var. eudialit) 409  
Euclorit 345  
Eudialit 409  
Eulyt 419  
Evansit 343

## F

Fahlerz 74  
Fairchildit 190  
Fairfieldit 303  
Famatinit 78  
Faratsihit 456  
Farmacolit 299  
Fassait 428  
Faujasit 527  
Fauserit (var. epsomit) 258  
Fayalit 375  
Fenacit 381  
Fenakit 381  
Fengit 460  
Ferberit 364  
Ferimuscovit (var. muscovit) 465  
Feripalygorskit (var. palygorskit) 462  
Ferisicklerit 289  
Feristilpnomelan (var. stilpnomelan) 474  
Feroaugit (var. augit) 426

Feroaxinit (var. axinit) 412  
Ferobrucit (var. brucit) 120  
Feroglaucofan (var. glaucofan) 438  
Ferogoslarit (var. goslarit) 259  
Ferohortonolit 374  
Ferosalit 420  
Ferostilonomelan (var. stilpnomelan) 474  
Ferrierit 530  
Ferrodonit (var. rodonit) 410  
Fibroferit 274  
Fier 17  
Flogopit 470  
Fluoborit 164  
Fluoborit 226  
Fluocerit 162  
Fluorapatit 334  
Fluorina 158  
Forsterit 372  
Fosgenit 199  
Fowlerit (var. rodonit) 410  
Franckit 88  
Franklinit 137  
Freibergit (var. tetraedrit) 74  
Fremontit 321  
Frondelit 331  
Fucsit 468  
Fülöppit 90

## G

Gahnit 134  
Gahnospinel (var. spinel) 132  
Galaxit 135  
Galena 40  
Galenobismutina 92  
Ganofilit (var. biotit) 469  
Garnierit 464  
Gastaldit (var. glaucofan) 438  
Gaylussit 194  
Gedrit 431  
Gehlenit 405  
Gelbertrandit (var. bertrandit) 397  
Geocronit 80  
Gerhardtit 209  
Germanit 77  
Gersdorffit 60  
Geyerit (var. löllingit) 61  
Gibbsit 128  
Gips 253  
Gismondin 517  
Glaserit 236  
Glaskopf (var. hematit) 105  
Glauberit 242  
Glaucodot (var. mispichel) 64  
Glaucofan 438  
Glaucunit 461  
Glaucopirita (var. löllingit) 61

Glaucocroit 377  
Gmelinit 523  
Gobbinsit 519  
Goethit 131  
Gonnardit 512  
Goosecreekit 536  
Goslarit 259  
Grafit 26  
Graftonit 296  
Greenokit 44  
Grochaut (var. clinoclor) 476  
Grossular 385  
Grothit (var. sfen) 392  
Grünerit 433  
Guejarit 86  
Guitermanit 82

## H

Hackmanit (var. sodalit) 500  
Haidingerit 300  
Halit 152  
Halloysit 448  
Halotrichit 262  
Hambergit 226  
Hanksit 276  
Harmotom 521  
Hatchettolit 145  
Hausmanit 140  
Häüyn 501  
Haydenit 524  
Hectorit 454  
Hedenbergit 422  
Heliodor (var. beril) 410  
Helvin 502  
Helvit 502  
Hematit 105  
Hematolit 314  
Hemimorfit 395  
Hercinit 133  
Herderit 320  
Herschelit (var. chabazit) 524  
Hessit 36  
Hessonit (var. grossular) 385  
Heterogenit 125  
Heterosit 291  
Heulandit 531  
Hexagonit (var. tremolit) 434  
Hialit (var. opal) 542  
Hialosierit 373  
Hiddenit (var. spodumen) 424  
Hidrobocorit 220  
Hidroceruzit 202  
Hidrofän (var. opal) 542  
Hidrogoethit 132  
Hidromagnezit 202  
Hidromuscovit 459

Hidroniumjarosit 269  
Hidrotalcit 126  
Hidroxiil-herderit 320  
Hidroxiilapatit 334  
Hidrozinait 197  
Hilgardit 230  
Hipersten 418  
Hohmannit 273  
Hollandit 144  
Holmquistit 432  
Hopeit 304  
Hornblenda bazaltica 438  
Hornblenda comuna 436  
Horobetsuit (var. bismutina) 56  
Howlit 224  
Hübnerit 364  
Hühnerkobelit 287  
Hulsit 213  
Humboldtüllit (var. melilit) 405  
Humit 378  
Hurtonolit 374  
Hyalofan 494

## I

Idiocraz 403  
Illit 458  
Ilmenit 106  
Ilvait 397  
Inderborit 221  
Inderit 223  
Indialith (var. cordierit) 411  
Indianit 492  
Indigolit (var. turmalina) 413  
Inyoit 222  
Iodirit 156  
Iolit 411  
Iserit (var. rutil) 110  
Isortoza (var. ortoza) 485  
Itnerit (var. nosean) 500

## J

Jacobsit 137  
Jad (var. actinot) 435  
Jadeit 425  
Jalpait (var. argentit) 34  
Jamesonit 88  
Jarosit 268  
Jasp (var. opal) 542  
Jeffersonit (var. diopsid) 420  
Johannit 272  
Johnsenit 422  
Jordanit 81  
Joseit 32  
Josephinit 18

## K

Kainit 271  
Kalicinit 172  
Kaliofilit 498  
Kallilit (var. ullmannit) 60  
Kalsilit 496  
Kamacit (var. fier) 17  
Kammererit (var. pennin) 475  
Kasoit (var. celsian) 492  
Keilhaut (var. sfen) 392  
Kerargirit 154  
Kemit 215  
Kieselmalachit 415  
Kieserit 252  
Kilbrickenit 80  
Kirovit 256  
Kirschsteinit (var. monticellit) 376  
Knebelit 378  
Knopit (var. perovskit) 142  
Kolbeckit 349  
Kotoit 214  
Kotschubeit (var. clinoclor) 476  
Kottigit 308  
Kroehnkait 245  
Kunzit (var. spodumen) 424  
Kurnakovit 222  
Kutnahorit 188

## L

Labradorit 490  
Lamprofilit 393  
Lanarkit 266  
Langbeinit 243  
Langit 270  
Lapis lazuli 502  
Larderellit 225  
Laumontit 514  
Laurit 58  
Lautit 65  
Lawrecit 159  
Lawsonit 396  
Lazulit 339  
Lazurit 502  
Lecontit 244  
Leonhardit 514  
Leonit 247  
Lepidocrocit 122  
Lepidolit 467  
Lepidomelan (var. biotit) 469  
Lesserit 223  
Leuchtenbergit (var. clinoclor) 476  
Leucit 498  
Leucocalcit 328  
Leucosafir (var. corindon) 104  
Levynit 525

Levynit 525  
Libethenit 329  
Lievrilit 397  
Limonit 132  
Linarit 267  
Linnaeit 53  
Lintonit (var. thomsonit) 510  
Liroconit 342  
Litarga 103  
Litofilit 286  
Livingstonit 94  
Loewit 246  
Löllingit 61  
Lopezit 279  
Lotrit 402  
Lovezerit (var. eudialit) 409  
Loxoclaz (var. ortoza) 485  
Ludlamit 347  
Ludwigit 211  
Lueneburgit 230  
Luneburcit 230  
Lusckit (var. staurolit) 391  
Lussatit (var. cristobalit) 541

## M

Macintoshit (var. thorit) 380  
Maghemit 139  
Magnetit 136  
Magneziocopiapit (var. copiapit) 275  
Magneziocromit 139  
Magneziodolomit (var. dolomit) 185  
Magnezioferit 135  
Magneziomenaccanit (var. ilmenit) 106  
Magnezit 176  
Malachit 198  
Maldonit 13  
Malladrit 167  
Mangan alluaudit 290  
Manganit 124  
Manganoankerit (var. ankerit) 187  
Manganoaxinit (var. axinit) 412  
Manganoberzeliit 293  
Manganobrucit (var. brucit) 120  
Manganodiaspor (var. diaspor) 130  
Manganodolomit (var. dolomit) 185  
Manganofayalit 378  
Manganofililit (var. biotit) 469  
Manganoflogopit (var. flogopit) 470  
Manganoilmenit (var. ilmenit) 106  
Manganomagnetit (var. magnetit) 136  
Manganozit 99  
Manganstülpnomelan (var. stülpnomelan) 474  
Mansfieldit 311  
Marcasita 63  
Margarit 471  
Mariposit (var. muscovit) 465

Marmatit (var. de blenda) 41  
 Marshit 156  
 Mascagnit 235  
 Maskelynit (var. bytownit) 491  
 Masonit (var. cloritoid) 473  
 Massicot 103  
 Matildit 86  
 Mazzit 522  
 Medmontit (var. saponit) 455  
 Meerschaum 463  
 Melaconit (var. tenorit) 101  
 Melanit (var. andradit) 386  
 Melanocalcit (var. tenorit) 101  
 Melanterit 256  
 Melilit 405  
 Melonit 69  
 Menaccanit (var. ilmenit) 106  
 Meroksen (var. biotit) 469  
 Mesodialit (var. eudialit) 409  
 Mesolit 508  
 Metaautunit 355  
 Metastrengit 312  
 Metavauxit 351  
 Metazeunerit 355  
 Meyerhofferit 221  
 Miargirit 85  
 Microclin 486  
 Microlit 146  
 Miersit 155  
 Millerit 47  
 Mimetit 336  
 Mindigit 125  
 Minyulit 350  
 Mirabilit 244  
 Mispichel 64  
 Mitscherlichit 166  
 Mobren-kopfe (var. turmalina) 413  
 Molibdenit 66  
 Molibdosodalit (var. sodalit) 500  
 Molysit 161  
 Monazit 297  
 Monetit 285  
 Monofan 529  
 Monotermmit 458  
 Monticellit 376  
 Montmorillonit 452  
 Montrebasit 321  
 Mordenit 528  
 Morenosit 259  
 Morinit 314  
 Morion (var. quart) 538  
 Moschellandsbergit 16  
 Mosesit 165  
 Mottramit 318  
 Murchisonit (var. ortoza) 485  
 Muscovit 465

## N

Nacholit 172  
 Nacrit 447  
 Nadeleisenerz 131  
 Nagatelit (var. allanit) 401  
 Nagyagit 33  
 Nantokit 155  
 Natrolit 507  
 Natromontebrasit 321  
 Natron 193  
 Nefelin 496  
 Nematit (var. brucit) 120  
 Nesquehonit 192  
 Newberyit 301  
 Nichel - skutterudit 70  
 Nichel-fier 18  
 Nichelina 46  
 Nigrit (var. rutil) 110  
 Nitrobarit 208  
 Nitrokaliit 208  
 Nitromagnezit 209  
 Nitronatrit 207  
 Nocerit 164  
 Nocerit 226  
 Nontronit 456  
 Northupit 204  
 Nosean 500  
 Noselit 500  
 Noumeit 464

## O

Offretit 526  
 Oligoclaz 489  
 Olivenit 328  
 Omfacit 427  
 Opal 542  
 Orangit (var. thorit) 380  
 Orizit 529  
 Ortit 401  
 Ortoclaz 485  
 Ortoza 485  
 Otavit 181  
 Ottrelit (var. cloritoid) 473  
 Owentit 478

## P

Paigeit 211  
 Paladium 17  
 Palygorskit 462  
 Pandermit 217  
 Paracelsian 493  
 Paragonit 466  
 Paramelanoconit 102

Parastilbit 529  
 Parisit 204  
 Partheit 537  
 Paulingit 522  
 Pectolit 408  
 Pektolith 408  
 Pennin 475  
 Penninit 475  
 Pentlandit 48  
 Periclin (var. albit) 487  
 Peridot de Brazilia (var. turmalina) 413  
 Peridot de Ceylon (var. turmalina) 413  
 Peristerit (var. albit) 487  
 Perovskit 142  
 Petalit 497  
 Petzit 37  
 Phillipsit 519  
 Pickeringit 261  
 Picromerit 248  
 Picrotefroit (var. tefroit) 376  
 Piemontit 401  
 Pilarit (var. crisocol) 415  
 Pinakiolit 212  
 Pinnoit 214  
 Pirargirit 73  
 Pirta 57  
 Piroarsenit (var. berzeliit) 293  
 Piroclor 145  
 Pirocroit 121  
 Pirocromit 139  
 Pirofilit 451  
 Piroluzit 112  
 Piromorfit 336  
 Pirop 382  
 Pirotina 45  
 Piroxmangit (var. rodonit) 410  
 Pirssonit 193  
 Pisanit 256  
 Pistacit 400  
 Pitchblenda (var. uraninit) 119  
 Plagionit 90  
 Plancheit (var. crisocol) 415  
 Platina 16  
 Plumb 15  
 Plumbodolomit (var. dolomit) 185  
 Plumbojarosit 270  
 Plumbozit (var. jamesonit) 88  
 Poliadelphit (var. andradit) 386  
 Polianit (var. piroluzit) 112  
 Polibazit 71  
 Polihalit 249  
 Pollucit 499  
 Portlandit 122  
 Potarit 16  
 Powellit 367  
 Prasem (var. quart) 538  
 Prehnit 480

Priceit 217  
Probertit 217  
Proclorit 476  
Prousttit 74  
Pseudobookit 143  
Pseudofit (var. pennin) 475  
Pseudoheterosit 289  
Pseudomalachit 317  
Pseudowavellit 324  
Psilomelan 127  
Ptilolit 528  
Pumpeliyit 402  
Purpurit 291  
Pycniit (var. topaz) 387  
Pyknoclorit (var. proclorit) 476

## R

Rammelsbergit 63  
Ratovkit (var. fluorina) 158  
Realgar 51  
Redondit (var. variscit) 310  
Reissit 529  
Rhodolit (var. pirop) 182  
Rhodusit (var. riebeckit) 440  
Riacolit (var. ortoza) 485  
Riebeckit 440  
Rinneit 167  
Ripidolit 476  
Röblingit (var. häuyn) 501  
Rockbridgeit 331  
Rodocrozit 178  
Rodonit 410  
Roepperit (var. tefroit) 376  
Roggianit 516  
Romanechit 127  
Römerit 260  
Rosasit 198  
Roscoelit (var. muscovit) 465  
Roselit 304  
Rubelit (var. turmalina) 413  
Rubicelle (var. spinel) 132  
Rubin (var. corindon) 104  
Rutil 110

## S

Sacarambit 33  
Safflorit 62  
Safir (var. corindon) 104  
Sagenit (var. rutil) 110  
Salit 420  
Salpetru de potasiu 208  
Salpetru de sodiu 207  
Samarskit 149  
Samsonit 80  
Sanidina 484

Saponit 455  
Sarkinit 327  
Sarmientit 359  
Sassolit 127  
Sauconit 457  
Saussurit (var. zoizit) 398  
Scapolit 504  
Scheelit 366  
Scheffërit (var. diopsid) 420  
Schneiderit 514  
Schoepit 120  
Schorlit (var. turmalina) 413  
Schorlomit (var. andradit) 386  
Schroëckingerit 195  
Schulzit (var. enargit) 79  
Scolecit 509  
Scolit (var. glauconit) 461  
Scorodit 311  
Scorzalit 339  
Seebachit 524  
Seifenstein 455  
Selenit (var. gips) 253  
Seleniu 22  
Selenosulf (var.  $\alpha$  sulf) 24  
Sellait 159  
Semseyit 91  
Senarmontit 108  
Sepiolit 463  
Sericit (var. muscovit) 465  
Serpierit 271  
Seybertit (var. clintonit) 472  
Sfen 392  
Sferobertrandit (var. bertrandit) 397  
Sharpit 203  
Sheridanit (var. clinoclor) 476  
Shortit 191  
Sicklerit 289  
Siderit 177  
Sillimanit 388  
Silvanit 68  
Silvina 153  
Sismondin (var. cloritoid) 473  
Skolopsit (var. nosean) 500  
Skutterudit 69  
Sloanit 514  
Smaltina 70  
Smaragd (var. beril) 410  
Smaragd (var. corindon) 104  
Smithsonit 180  
Soda 193  
Sodalit 500  
Sommailit (var. melanterit) 256  
Sonesit 18  
Spandit (var. spessartin) 384  
Spat de Islanda (var. calcit) 174  
Specularit (var. hematit) 105  
Spessartin 384

Sphalerit 41  
Sphero-cobaltit 179  
Spinel 132  
Spodumen 424  
Stainierit 125  
Staniu 19  
Staurolit 391  
Steatit (var. talc) 450  
Stefanit 72  
Stellerit 534  
Sterrettit 349  
Stevensit 456  
Stibarsen 20  
Stibina 55  
Stibiocolumbit 146  
Stibioconit 118  
Stibioenargit 78  
Stibioniobit 146  
Stibiotantalit 146  
Stilbit 533  
Stilpnomelan 474  
Stishovit 543  
Stolzit 368  
Strengit 311  
Strontianit 183  
Struverit (var. rutil) 110  
Struvit 301  
Sulf  $\alpha$  24  
Sulf  $\beta$  25  
Sulfohalit 266  
Sulvanit 76  
Sussexit 228  
Svabit 339  
Svanbergit 357  
Sympleisit 309  
Syngenit 245  
Szaibelyit 228  
Szmikit 253  
Szomolnokit 252

## T

Tachydrilit 166  
Taenit (var. nichel-fier) 18  
Tahihidrit 166  
Talc 450  
Tangeit 319  
Tanteuxenit 148  
Tanzanit (var. zoizit) 398  
Tarapacait 278  
Tarbuttit 332  
Tawmawit (var. epidot) 400  
Tefroit 376  
Telurit 117  
Teluriu 23  
Telurobismutina 31  
Tennantit 75

Tenorit 101  
Termonatrit 191  
Teschemacherit 173  
Tetradimit 32  
Tetraedrit 74  
Tetranatrolit 508  
Thernardit 237  
Thomsonit 510  
Thorit 380  
Thorohumit (var. thorit) 380  
Thortveitit 394  
Thulit (var. zoizit) 398  
Thuringit 478  
Tilasit 323  
Tincalconit 216  
Tinticit 351  
Tinzenit (var. axinit) 412  
Titanit 392  
Titanoaugit (var. augit) 426  
Titanomagnetit (var. magnetit) 136  
Todorokit 113  
Topaz 387  
Topaz oriental (var. corindon) 104  
Topazolit (var. andradit) 386  
Torbernit 352  
Torendrickit (var. glaucofan) 438  
Tremolit 434  
Trevorit 138  
Tricalcit 344  
Tridimit 540  
Trifan 424  
Trifilit 286  
Triplit 326  
Triploidit 327  
Trögerit 350  
Troilit (var. pirotina) 45  
Trona 174  
Tschermakit 436  
Tschernigit 251  
Tsumebit 342  
Tungstenit 67  
Turcoaza 346  
Turmalina 413  
Tyrolit 344  
Tysonit 162  
Tyuyamunit 361

## U

Ulexit 218  
Ullmannit 60  
Uraninit 119  
Uranocircit 353  
Uranothorit (var. thorit) 380

## V

Valencianit (var. ortoza) 485  
Valentinit 109  
Vallerit 46  
Vanadinit 338  
Vanadomagnetit (var. magnetit) 136  
Vanthoffit 242  
Variscit 310  
Varulit 287  
Vashegyit 356  
Vaterit 181  
Veatchit 219  
Verdelit (var. turmalina) 413  
Vermiculit 457  
Veszelyit 341  
Vezuvian 403  
Williamit 153  
Violan (var. hedenbergit) 422  
Viridin (var. andaluzit) 389  
Viseit 514  
Vivianit 305  
Voglit 195  
Vollborthit 320  
Vorobyerit (var. beril) 410  
Vredenburgit 137

## W

Wagnerit 325  
Wairakit 513  
Warwickit 213  
Wavellit 348  
Weinschenkit 313  
Wellsit 520  
Wernerit 504  
Whitlockit 295  
Wilemit 381  
Willhendersonit 524  
Willyamit (var. ullmannit) 60  
Wiluit (var. vezuvian) 403  
Withamit (var. piemontit) 401  
Witherit 183  
Wolastonit 406  
Wolfeit 327  
Wolframit 364  
Wolfsabergit 86  
Wulfenit 367  
Würtzit 43

## X

Xantofilit 472  
Xenotim 296

## Y

Yenit 397  
Yttrocerit (var. fluorina) 158  
Yttrofluorina (var. fluorina) 158  
Yugawaralit 516

## Z

Zaratit 196  
Zeunerit 354  
Zinc 19  
Zincit 100  
Zinkenit 92  
Zinnwaldit 468  
Zircon 379  
Zoizit 398



## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- ANASTASIU N. (1977) - Minerale și roci sedimentare. Ed. Tehnică, București
- BEDELEAN I., STOICI S. D. (1984) - Zeoliții. Ed. Tehnică, București
- BEUTELSPACHER H., VAN DER MAREL H. W. (1968) - Atlas of Electron Microscopy of Clay Minerals and Their Admixtures. Elsevier Publishing Company, London, New York
- CIOFLICA G., MATEI L., ANASTASIU N., LUPULESCU M., MALDARESCU I., POPESCU GH. C., SECLEMAN M., PETRESCU LUMINIȚA (1985) - Mineralogical investigation of zeolites to mesozoic magmatites in the Vorta-Furcșoara Region (Southern Apuseni Montains), Revue Roumaine de Geol., Geoph., Geogr., Geologie, Tome 29, pag. 19.23
- DANA E. S. (1893) - A Text-Book of Mineralogy. John Wiley and Sons. New York
- CODARCEA AL. (1965) - Mineralogie. Vol. I, Cristalografia
- CONSTANTINESCU E. (1980) - Mineralogeneza Skarnelor de la Sasca Montana, Ed. Academiei, București
- COX K. G., PRICE N. B., HARTE B. (1967) - An Introduction to The Practical Study of Crystals, Minerals and Rocks. McGraw-Hill Publishing Company Limited. London, New York, Toronto
- DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J. (1960-1964) - Rock-forming Minerals. Vol. I-V, Longmans, London
- GADSDEN J. A. (1975) - Infrared Spectra of Minerals and Related Inorganic Compounds. Butterworths
- GARD J. A. (1971) - Electron-optical Investigation of Clays. Mineralogical Society (Clay Minerals Group), London
- GIUȘCĂ D. (1986) - Structura atomică a mineralelor. Ed. Tehnică, București
- GOTTARDI G., GALLI E. (1985) - Natural Zeolites. Springer Verlag
- GRIM R. E. (1986) - Clay Mineralogy. McGraw-Hill Book Company, Inc., London, New York, Sydney, Toronto
- IIANN H. P. (1987) - Pegmatitele din Carpații Meridionali, Ed. Academiei, București
- IANOVICI V., STIOPOL VICTORIA, CONSTANTINESCU E. (1979) - Mineralogie. Ed. Didactică și Pedagogică, București
- IANOVICI V., STIOPOL VICTORIA, CONSTANTINESCU E. (1983) - Proprietățile fizice și chimismul mineralelor. Tipografia Universității București
- JUDE LIDIA, DRĂGHICI I. (1984) - Cristalografie Optică. Îndrumător pentru lucrări practice. Tipografia Universității București
- JUDE R. (1986) - Metalogeneza asociată vulcanismului neogen din nord-vestul Munților Oaș, Ed. Academiei, București
- JUNCU A. (1964) - Determinarea microscopică a mineralelor. Ed. Tehnică, București
- LINDGREN W. (1933) - Mineral Deposits. Fourth Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, London
- MACKENZIE R. C. (1970) - Differential Thermal Analysis. Academic Press, London
- MASTACAN GH., MASTACAN IULIA (1976) - Mineralogie. Ed. Tehnică, București
- MATEI L., POJAR VICTORIA ADELA (1978) - Essais methodiques des mineraux argileux etalon de Roumanie, St. Teh. Econom., Seria I, Nr. 14, Miner, Petr., pag. 91-102
- MATEI L. (1983) - Argilele panoniene din Transilvania. Ed. Academiei, București
- MATEI L. (1986) - Minerale și roci argiloase. Partea I: Compoziția mineralogică și structura rocilor argiloase. Tipografia Universității București
- MATEI L. (1986) - Minerale și roci argiloase. Partea a III-a: Metode de analiză și identificare a mineralelor argiloase. Tipografia Universității București
- MATEI L. (1988) - Determinator pentru metode fizice de analiză a mineralelor și rocilor. Tipografia Universității București
- MATEI I. (1990) - Metode fizice de analiză a mineralelor și rocilor. Vol. I: Determinarea compoziției chimice. Tipografia Universității București
- MATEI L., CRĂCIUN C. (1991) - Metode fizice de investigare a mineralelor argiloase, Ed. Tehnică, București

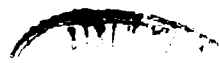
- MIHEEV V. I. (1957) - Rentgenometriceski opredelitel mineralov. Gosudarstvennoe naucino-tehniceskoe izdatelstvo literaturi po gheologii i ohrane nedr. Moskva
- MOENKE H. (1962) - Mineralspektren. Academie Verlag, Berlin
- MUREȘAN I. (1980) - Geologia și petrografia bordurii de Nord-Est a Munților Gilău, Ed. Academiei, București
- PALACHE CH., BERMAN H., FRONDEL C. (1960) - The System of Mineralogy of Dana J. D. and Dana E. S., Vol. I și II. John Wiley and Sons, Inc. New York, London
- PICOT P., JOHAN Z. (1982) - Atlas of Ore Minerals. B.R.G.M. Elsevier
- POPESCU GH. C. (1971) - Determinarea microscopică a mineralelor opace. Ed. Tehnică, București
- POPESCU GH. C., CONSTANTINESCU E. (1982) - Pyrophyllite from anchimetamorphic schists in the Paring Mountains, South Carpathians: petrogenetic significances. Proceedings of the 13-th General Meeting of the International Mineralogical Association, pag. 675-689, Varna
- POPESCU GH. C., PETRESCU M. I. (1989) - Contribuții la studiul optic cantitativ și cu microsonda electronică a unor sulfosăruri de la Herja (Munții Gufii). St. cerc. geol., geofiz., geogr., Geologie, t. 34, pag. 15-21
- PUSCH R. (1970) - Clay microstructure. National Swedish Building Research. Document 8.
- RĂDULESCU D. (1960) - Cercetări mineralogice în zăcământul de săruri de potasiu și magneziu de la Tg. Ocna-Găleanu. Stud. Cerc. Geol., 6, 3
- RĂDULESCU D., DUMITRESCU R. (1966) - Mineralogia topografică a României. Ed. Academiei, București
- RAMDOHR P. (1969) - The Ore Minerals and Their Intergrowths. Pergamon Press. Oxford, London, Edinburg, New York, Toronto, Sydney, Paris, Braunschweig
- ROBBINS M. (1983) - The Collector's Book Fluorescent Minerals. Van Nostrand Reinhold Company. New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne
- ROBERTS W. L., RAPP G. R. JR., WEBER J. (1974) - Encyclopedia of Minerals. Van Nostrand Reinhold Company. New York, Cincinnati, Toronto, Melbourne
- SANDU D., JUDE R., ȘTEFAN H. (1975) - Analiza microscopică a minereurilor: Caiet de lucrări practice. Centrul de multiplicare al Universității București
- SMYKATZ-KLOSS W. (1974) - Differential Thermal Analysis. Application and Results in Mineralogy. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- STUBICAN V., ROY R. (1961) - Isomorphous Substitution and Infrared Spectra of the Layer Lattice Silicates. Amer. Miner. 46, pag. 32-51
- THIOREZ J. (1975) - Phyllosilicates and Clay Minerals - A Laboratory Handbook for Their X-Ray Diffraction Analysis. G. Lelotte Ed., Dison
- THIOREZ J. (1976) - Practical identification of Clay Minerals, G. Lelotte Ed., Dison
- TODOR D. (1972) - Analiza termică a mineralelor. Ed. Tehnică, București
- TROGER W. E. (1952) - Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart
- VLAD S. N. (1974) - Mineralogeneza skamelor de la Dognecea. Ed. Academiei, București
- WINCHELL A. N., WINCHELL H. (1957) - Elements of Optical Mineralogy. New York
- ZAMFIRESCU F., COMȘA R., MATEI L. (1985) - Rocile argiloase în practica inginerescă. Ed. Tehnică, București
- \*\*\* Diffraction Data Cards at alphabetical and grouped Numerical Index of X-Ray Diffraction, A.S.T.M., Philadelphia, 1960
- \*\*\* (1964) - The Powder Diffraction file. Ed. J. V. Smith, New York

## CUPRINS

<i>Prefață</i> .....	5
<b>I. ELEMENTE NATIVE</b> .....	11
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	11
1. Metale .....	12
2. Semimetale și nemetale .....	20
<b>II. SULFURI ȘI SULFOSĂRURI</b> .....	28
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	28
1. Sulfuri simple și compuși similari .....	31
2. Sulfosăruri și compuși similari .....	71
<b>III. OXIZI ȘI HIDROXIZI</b> .....	95
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	95
1. Oxizi simpli .....	99
2. Oxizi conținând uraniu, thoriu și zircon .....	119
3. Hidroxizi și oxizi cu conținut în hidroxil .....	120
4. Oxizi multipli .....	129
5. Oxizi multipli cu niobiu, tantal și titan .....	145
<b>IV. HALOGENURI</b> .....	150
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	150
1. Săruri haloide normale, anhidre și hidratate .....	152
2. Oxihalogenuri și hidroxihalogenuri .....	163
3. Halogenuri complexe; alumino-fluoruri .....	165
4. Alumino-fluoruri .....	168
<b>V. CARBONAȚI</b> .....	170
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	170
1. Carbonați acizi .....	172
2. Carbonați normali anhidri .....	174
3. Carbonați normali hidratați .....	191
4. Carbonați cu conținut în hidroxil sau halogeni .....	196
<b>VI. NITRAȚI</b> .....	206
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	206
1. Nitrați normali anhidri sau hidratați .....	207
2. Nitrați conținând hidroxil sau halogeni .....	209
<b>VII. BORAȚI</b> .....	210
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	210
1. Borați anhidrii .....	211
2. Borați hidratați .....	214
3. Borați conținând hidroxil sau halogeni .....	226
4. Borați compuși .....	230

VIII. SULFAȚI .....	232
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	232
1. Sulfați normali acizi, anhidrii .....	235
2. Sulfați normali acizi, hidratați .....	244
3. Sulfați anhidrii conținând hidroxil sau halogeni .....	264
4. Sulfați hidratați conținând hidroxil sau halogeni .....	270
5. Sulfați compuși .....	276
IX. CROMAȚI .....	278
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	278
1. Cromați normali anhidri .....	278
X. FOSFAȚI, ARSENIAȚI ȘI VANADAȚI .....	281
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	281
1. Fosfați, arseniați și vanadați acizi anhidri .....	285
2. Fosfați, arseniați și vanadați normali anhidrii .....	286
3. Fosfați, arseniați și vanadați acizi hidratați .....	299
4. Fosfați, arseniați și vanadați normali hidratați .....	301
5. Fosfați, arseniați și vanadați anhidrii conținând hidroxil sau halogeni .....	314
6. Fosfați, arseniați și vanadați hidratați conținând hidroxil sau halogeni .....	341
7. Fosfați, arseniați și vanadați compuși .....	356
XI. OXISĂRURI DE VANADIU .....	360
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	360
XII. MOLIBDAȚI ȘI WOLFRAMAȚI .....	363
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	363
1. Molibdați și wolframați normali anhidri .....	364
XIII. SILICAȚI .....	370
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	370
1. Nezosilicați .....	371
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	371
1.1. Grupa olivinei .....	371
1.2. Grupa humitului .....	378
1.3. Grupa zirconiului .....	389
1.4. Grupa wilemitului .....	381
1.5. Grupa granaților .....	382
1.6. Grupa topazului .....	387
1.7. Grupa silicaților de aluminiu .....	388
1.8. Grupa staurolitului .....	391
1.9. Grupa sfenului .....	392
1.10. Alți nezosilicați .....	393
2. Sorosilicați .....	394
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	394
3. Nezo-sorosilicați .....	398
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	398
3.1. Grupa epidotului .....	398
3.2. Grupa vezuvianului .....	403
3.3. Grupa melilitului .....	404
4. Ciclosilicați .....	406
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	406
5. Inosilicați .....	416
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	416
5.1. Piroxeni .....	416
5.1.1. Piroxeni rombici .....	417
5.1.2. Piroxeni monoclinici .....	420
5.2. Amfiboli .....	429
5.2.1. Amfiboli rombici .....	430
5.2.1.1. Grupa antofilitului .....	430
5.2.2. Amfiboli monoclinici .....	433
5.2.2.1. Seria cummingtonitului .....	433
5.2.2.2. Seria actinot-tremolit .....	434
5.2.2.3. Seria hornblendei .....	436
5.2.2.4. Seria amfibolilor alcalini .....	438

6. Filosilicați .....	443
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	443
6.1. Grupa caolinit serpentină .....	445
6.2. Grupa halloysitului .....	448
6.3. Grupa alofanului .....	450
6.4. Grupa talcului și pirofilitului .....	450
6.5. Grupa smectitelor .....	452
6.6. Grupa vermiculitului .....	457
6.7. Grupa illitului .....	458
6.8. Grupa palygorskit-sepiolit .....	462
6.9. Grupa clorite argiloase .....	464
6.10. Grupa micelor .....	465
6.11. Grupa cloritelor .....	475
6.12. Grupa prehnitului și apofilitului .....	480
7. Tectosilicați .....	482
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	482
7.1. Grupa feldspaților .....	482
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	482
7.1.1. Feldspați alcalini .....	484
7.1.2. Feldspați plagioclazi .....	487
7.1.3. Feldspați cu bariu .....	492
7.1.4. Alte minerale feldspatice .....	494
7.2. Grupa feldspatoizilor .....	495
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	495
7.3. Grupa scapolitului .....	504
7.4. Grupa zeoliților .....	505
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	505
7.4.1. Zeoliți fibroși .....	507
7.4.2. Zeoliți cu 4 inele simple .....	512
7.4.3. Zeoliți cu 4 inele duble .....	517
7.4.4. Zeoliți cu 6 inele .....	523
7.4.5. Subgrupa mordenitului .....	528
7.4.6. Subgrupa heulanditului .....	531
7.4.7. Alte minerale zeolitice .....	536
7.5. Grupa mineralelor SiO <sub>2</sub> .....	538
<i>Caractere generale și clasificare</i> .....	538
Index alfabetic de minerale .....	544
Bibliografie selectivă .....	551



---

---

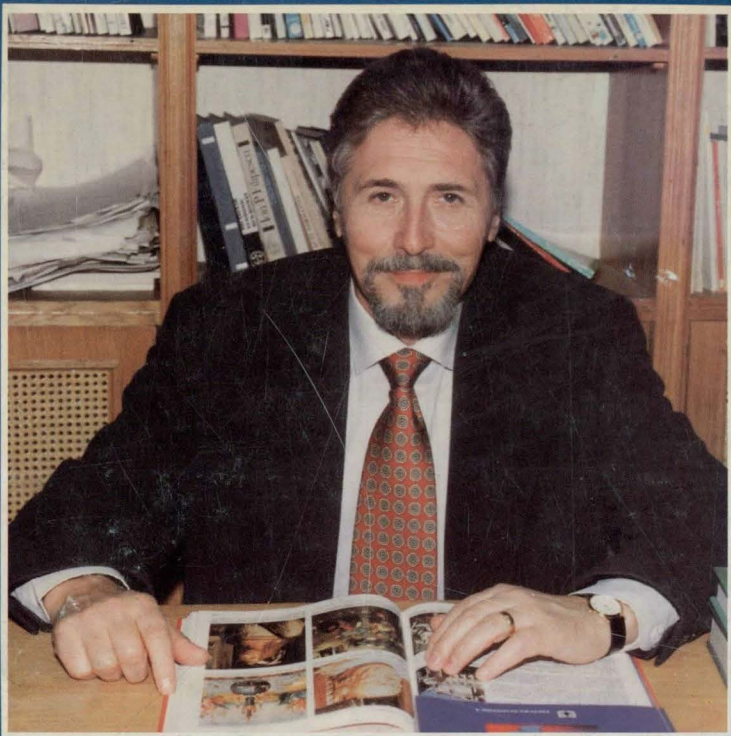
**Tiparul s-a executat sub c-da nr. 185/1996 la  
Tipografia Editurii Universității din București**

---

---

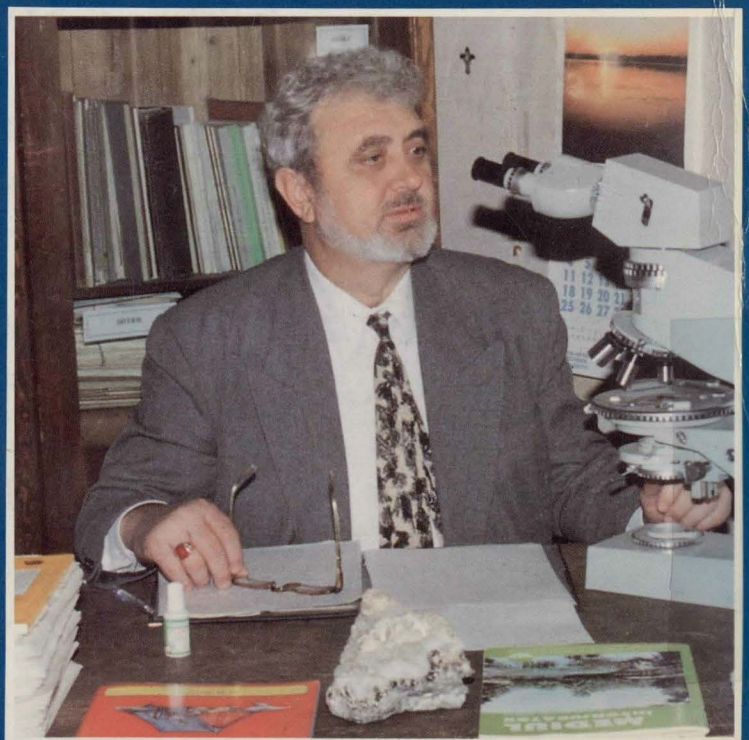






" ... în ultimile decenii, prin utilizarea unor metode avansate de investigație, create de tehnica modernă, s-a realizat trecerea Mineralogiei din sfera științelor descriptive în sfera științelor determinative exacte, ale căror obiective de studiu pot fi măsurate în condiții fizico-chimice controlate."

Emil Constantinescu, 1979  
(Mineralogie)



" ... tehnicile de vârf utilizate în domeniul mineralogico-petrografic au pătruns practic în toate laboratoarele și însoțesc orice contract de cercetare științifică. Să fie acesta un snobism intelectual? De bună seamă că nu, altfel nu s-ar explica dezvoltarea explozivă a mineralogiei și petrografiei tehnice, multiplicarea nebănuită, paroxismală a mineralelor sintetice, a căror "creștere" nu poate fi urmărită decât prin aceste tehnici analitice."

Lucian Matei, 1990  
(Metode fizice de analiză a mineralelor și rocilor)