

z kwasem siarczanym Savallea. Wyjątek stanowi tu fabryka S, gdzie wszystkie frakcje niefiltrowanego rektyfikatu dają zabarwienie z kwasem siarczanym. Po filtrowaniu zaś danego surowego materiału przez węgiel, druga połowa frakcji wytrzymała próbę Savallea.

(dok. nast.)

Z historii poznania składników powietrza.

Dwa odczyty publiczne.

Przez Jana Zawidzkiego.

(Dalszy ciąg).

W konsekwencji tych zapatrywań na istotę pierwiastków, Boyle kategorycznie zaprzeczył, by powietrze miało być ciałem prostem. Przeciwnie, rozpatrywał je jako mieszaninę najróżnorodniejszych wyziewów. Fakt, iż procesy gorzenia zachodzą tylko w powietrzu był dla niego dowodem, iż zawiera ono specjalną substancję, niezbędną płomieniowi. Owej substancji powietrze zawiera stosunkowo nie wiele, bowiem płomień szybko gaśnie w szczelnie zamkniętej przestrzeni powietrznej. Nadto powietrze winno zawierać drugą substancję niezbędną dla życia. Substancji tych Boyle nie wydzielił z powietrza i nie poznał ich własności. Natomiast pierwszy zbadał systematycznie prężność powietrza i wykrył prawo, określające zależność prężności od objętości, prawo znane już z uprzednich wykładów. Nadto podał Boyle proste sposoby zbierania gazów, wydzielających się przy różnych procesach chemicznych. Sposoby te ilustrują następujące dwa doświadczenia, opisane przez samego Boylea. W pierwszych z nich otrzymał on gaz ze skorup ostryg, działając na nie octem; w drugim zaś otrzymał inny gaz, działając H_2SO_4 na żelazo. Charakteru wszakże i własności tych gazów Boyle również nie zbadał.

Znacznie dalej w sprawie poznania przyrody powietrza posunął się współczesny Boyleowi, młody lekarz angielski John Mayow (1643+1679). W rozprawach o saetrze i oddychaniu, ogłoszonych pierwotnie w r. 1668, a uzupełnionych w r. 1674, dochodzi Mayow do wniosku, iż powietrze przedstawia mieszaninę przynajmniej dwóch gazów. Jeden z tych gazów, nazwany przezeń saetrzano-powietrznym, jest niezbędny dla podtrzymania procesów palenia.

Spalając świecę pod szklaną kolbą, zamkniętą od spodu wodą, znajduje Mayow, iż prawie $\frac{1}{3}$ część zwykłego powietrza składa się z powietrza saletrzanego.

Ten to gaz podtrzymuje, zdaniem jego, również i procesy życiowe. Na dowód tego twierdzenia przytacza on następujące doświadczenie: Jeżeli umieścić mysz w zamkniętej przestrzeni powietrznej, to niebawem zdycha ona; jednocześnie wszakże i objętość zawartego powietrza znacznie się zmniejsza. W tak zmienionym powietrzu zapalona świeca gaśnie prawie natychmiastowo.

Procesy oddychania zwierząt zmieniają przeto naturę powietrza w tenże sam sposób jak i procesy spalania, usuwają zeń jedne i też same części składowe.

Według Mayowa oddychanie zwierząt polega na tem, iż organizm za pomocą płuc wydziela z powietrza pewne jego składniki, które następnie mieszają się z krwią. Ztąd to krew, przepływająca do płuc, jest ciemną, odpływająca zaś z nich jasną. Umieściwszy krew pod pompą powietrzną, obserwujemy jej pienie się, wywołana obfitą wydzieleniem pęcherzyków powietrza. Istotnie więc krew zawiera części powietrza saletrzanego.

Chociaż Mayow zastrzega się w jednym miejscu swej rozprawy przeciwko temu, by powietrze saletrzane miało powodować spalanie się krwi, tem niemniej na innem miejscu twierdzi stanowczo, iż owo powietrze jest głównym źródłem życia i ruchu. Ciepło krwi rozpatruje on jako skutek działania powietrza saletrzanego na palne składniki tej cieczy. Znaczne ilości ciepła, jakie zwierzęta wydzielają podczas gwałtownych ruchów, przypisuje wzmożonemu oddychaniu, skutkiem którego większe ilości powietrza saletrzanego dostają się do krwi.

Powietrze, podtrzymujące procesy gorzenia, nazywa Mayow saletrzaniem dlatego, iż jego cząsteczki wchodzi w skład zwykłej saletry. Na dowód przytacza następujące fakty i doświadczenia: Proch myśliwski spala się zarówno w próżni jak i pod wodą. Że zaś dla wywołania spalania niezbędną jest obecność powietrza, a węgiel i siarka, wchodzące w skład prochu, owego powietrza nie zawierają, więc może się ono znajdować tylko w trzecim składniku prochu, t. j. w saletrze. Istotnie saletra zawiera cząstki powietrza, podtrzymującego spalanie. Węgiel, siarka, podobnie jak inne palne materye, zmieszane z saletrą, spalają się raptownie, jeśli je dotknąć końcem płonącej drzazgi. Podobnie kawałek tlejącego węgla, rzucony na roz-

topioną saletrę, pali się jaskrawym płomieniem, wyrzucając mnóstwo iskier.

Przedwczesna śmierć Mayowa uniemożliwiła mu otrzymanie powietrza saletrzanego w stanie czystym, zarówno jak i dokładniejsze zbadanie jego własności. Dokonali tego Scheele i Priestley, lecz dopiero w sto lat później!

Tymczasem rodak Mayowa, niejaki Stephan Kales (1677+1761), kaznodzieja i jałmużnik księżnej Wales, dokonał nad powietrzem całego szeregu badań, wychodząc z punktu widzenia odmiennego od dotychczasowych. Będąc z zamiłowania botanikiem, doszedł on w swych studyach nad wzrostem i rozwojem roślin do wniosku, iż rośliny pochłaniają znaczne ilości powietrza. Chcąc oznaczyć owe ilości powietrza, zastosował on nieco dziwną metodę badania; mianowicie poddawał działaniu ognia w szczelnie zamkniętych naczyniach różne substancje roślinne. Gazy, wydzielające się podczas tego procesu, t. zw. suchej destylacji, zbierał on nad wodą i próbował, czy podtrzymują one procesy gorzenia, lub też czy się same spalają. Prócz substancji roślinnych poddał on temu badaniu również wiele ciał mineralnych. Jednym słowem Kales wykonał olbrzymią masę doświadczeń, w których otrzymał w stanie mniej lub więcej czystym wiele gazów nieznanych. Jednakże żadnego z tych gazów dokładnie on nie zbadał, dla każdego nie wykazał jego cech charakterystycznych—i ostatecznie wszystkie je uznał za zwykłe powietrze, zanieczyszczone domieszkami ciał obcych. Z nagromadzonej przez się prawdziwej skarbnicy danych doświadczalnych wysnuł on jeden jedyny dziwaczny wniosek, iż powietrze przedstawia chaos.

Trwałą wszakże zasługę położył Kales wydoskonaleniem oraz ulepszeniem aparatów, służących do otrzymywania i zbierania gazów. W szczególności oddzielił on zbiorniki gazów od ich wydzielaczy.

Podczas tego, gdy w Anglii gorliwie uprawiano badania nad powietrzem, na kontynencie europejskim torowała sobie drogę nowa wielka teoria chemiczna,—teoria procesów gorzenia, zwana teorią flogistonu. Początki jej sięgają jeszcze czasów alchemicznych, gdy palność ciał przyrodzonych przypisywano obecności w nich siarki.

Lekarz i alchemik niemiecki Johann Becker (1635+1682) znacznie rozszerzył pojęcie zjawisk gorzenia, uważając za identyczne procesy spalania drzewa i węgla z procesami utleniania, czyli t. zw. zwapniania metali (rdzewienia). Becker przypuszczał, iż we wszyst-

kich tego rodzaju procesów spalania, zarówno jak i w przeciwnych im procesach odtleniania, jak np. otrzymywania metali i ich tlenków coś nieokreślonego przechodzi to w jednym, to w odwrotnym kierunku.

Uczeń Beckera, znakomity prof. medyczny w Halli, Georg Ernst Stahl (1660+1734), zmateryalizował owo coś, nazwawszy je flogistonem. Zdaniem Stahla każda substancja posiada zdolność gorzenia tylko skutkiem obecności w niej pewnego ciała, zwanego flogistonem. Podczas gorzenia traci ona flogiston i przestaje być palną. By przywrócić jej palność, należy ją wprowadzić w zeknięcie z ciałem nadzwyczaj zasobnym w flogiston, jak np. z węglem.

Tę teorię gorzenia wysnuł Stahl z dobrze znanych procesów spalania drzewa, węgla oraz innych substancji pochodzenia przeważnie roślinnego, jednym słowem z procesów połączonych zazwyczaj z pozorną stratą materji. Ztąd to przypuszczał on, iż podczas spalania wszystkie ciała tracą, a nie zyskują na wadze, wszystkie wydzielają, a nie pochłaniają flogiston.

Teorya flogistonu,—to pierwsza na szerszą skalę zakrojona teoria procesów chemicznych. Jako taka wywarła ona olbrzymi dodatni wpływ na postęp i rozwój badań chemicznych. Natomiast na sprawę poznania przyrody powietrza wpływ jej był wprost zabójczym. Odmawiając powietrzu czynnej jego roli w procesach spalania, odwróciła odeń uwagę świata chemicznego na długi szereg lat. Trafne spostrzeżenia i wnioski Mayowa utonęły w powodzi gwałtownie wzrastającej liczby publikacji chemicznych—uległy zupełnemu zapomnieniu!

Powoli zaczęły się jednak znów gromadzić drobne fakty, spostrzeżenia i obserwacje nad substancjami gazowymi, które ponownie zwróciły na nie uwagę świata chemicznego, tym razem jednak nie daremnie.

Pierwszym donioślejszym odkryciem w tym kierunku było otrzymanie i poznanie własności bezw. węglowego, dokonane przez Józefa Blacka (1728+1799) w r. 1755 i opisane w jego rozprawie doktorskiej o t. zw. „magnesja alba”. Jak nam wiadomo, bezw. węglowy odkrył poraz pierwszy van Helmont około r. 1630 i nazwał go gazem dzikim. Boyle, Hales oraz wielu innych chemików również mieli go w swym ręku. Jednakże dopiero pierwszy

Black wydzielił ten gaz w stanie czystym oraz dokładnie zbadał jego własności.

Black otrzymał bezw. węglowy metodą Kalesa, przepalając wapień w rurze żelaznej, i zbierając wydzielające się przytem produkty gazowe. Jest to ten sam proces, tylko na małą skalę, którym z dawien dawna posiłkuje się technika, przystosowując tak zwane wapno palone z różnych wapieni, znajdujących w przyrodzie. Black skonstatował, iż skutkiem przepalania, wapień tracą przeszło połowę swej wagi, przyczem strata ta jest powodowana wyłącznie tylko wydzielaniem się z nich bezw. węglowego, nazwanego przezeń powietrzem stałym.

Owo powietrze stałe można wydzielić z wapieni, działając na nie jakimkolwiek kwasem, np. octem, jak to czynił Boyle w poprzednio przytoczonym przez nas doświadczeniu.

Wapno palone pozostając przez czas dłuższy na powietrzu, pochłania zeń bezw. węglowy i zamienia się ponownie na wapień, nie wykazujący żrących własności wapna. Bezw. węglowy znajduje się również w zycznej sodzie, a to w połączeniu z alkalicznymi żrącymi. Działając jakimkolwiek kwasem na sodę, można z niej wydzielić wolny bezw. węglowy. Z tych danych wnioskuje Black, iż powietrze stałe (CO_2) posiada własności kwasowe, co zresztą uwidocznia jego zachowanie się względem pewnych barwników roślinnych (lakmus). Bezw. węglowy tworzy się w wielkich ilościach przy procesach spalania drzewa, węgla i w ogóle wszelkich substancji pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Wydziela się on również podczas fermentacji piwa i wina, oraz podczas oddychania.

Zapalona świeca gaśnie w nim momentalnie, a zwierzęta prawie natychmiastowo zdychają. Z wodą wapienną bezw. węglowy daje biały osad nierozpuszczalnego węglanu wapnia. Przy pomocy tego odczynnika można się przekonać, iż zwykłe powietrze zawiera na ogół bardzo nieznaczne ilości CO_2 . Natomiast powietrze, wydzielane z płuc, zawiera go bardzo wiele.

Bezw. węglowy jest prawie półtora raza cięższy od zwykłego powietrza; zbiera się przeto na dnie naczyń. Ztąd też można go, podobnie jak ciecze, przelewać z jednego naczynia do drugiego. Na zasadzie tych wszystkich danych Black zdecydował, iż powietrze stałe (CO_2) jest zupełnie różne od powietrza zwykłego.

Badania nad bezw. węglowym Black prowadził w dalszym ciągu i po r. 1755. W trakcie tych to badań uzupełniających zauważył on, iż przy spalaniu węgla w zamkniętej przestrzeni powietrznej

po usunięciu powstałego bezw. węglowego, pozostaje znaczna część powietrza niezmieniona. Chcąc bliżej poznać naturę tej części powietrza, polecił dokładniejsze jej zbadanie swemu uczniowi Danielowi Rutherfordowi (1749—1819). W r. 1772 Rutherford powtórzył doświadczenie Blacka i znalazł, iż owa część powietrza nie podtrzymuje ani procesów gorzenia, ani też procesów oddychania. Spalając fosfor w powietrzu, otrzymał Rutherford tąż samą pozostałość gazową, którą wobec tego uznał za odrębny gatunek powietrza i nazwał ją powietrzem flogistycznym, czyli według obecnej naszej terminologii azotem.

Black był „myślicielem z łaski bożej”, jam się o nim wyraża Mach, znakomity historyk fizyki. Czego się nie dotknął,—wszystko osiągał prawie bez trudu! Będąc z powołania lekarzem, cieszącym się olbrzymią praktyką, położył on fundamenty nauki o ciepłe, a jednocześnie w dziedzinie chemii, zapoczątkował kierunek badań ścisłych nad gazami!

O tej to ostatniej fazie rozwoju badań nad powietrzem pomówimy następnym razem!

II.

W uprzednim wykładzie zatrzymaliśmy się na odkryciu i wyodrębnieniu bezw. węglowego, dokonaniem przez Blacka w r. 1755. Zatrzymaliśmy się ma niem z umysłu, bowiem od owej chwili datują nową erę systematycznych, ścisłych badań nad gazami powietrza.

Odkrycie Blacka wywołało swego czasu prawdziwą sensację! Cały świat chemiczny żywo się niem zainteresował. Większość chemików, zwłaszcza niemieckich, wystąpiła gwałtownie przeciwko Blackowi, dowodząc, iż jego bezw. węglowy przedstawia zwykłe powietrze, zanieczyszczone drobnymi przymieszkami obcych wyziewów. W obronie poglądów Blacka stanęli przeważnie jego współrodacy, w ich liczbie znakomity Henry Cavendish (1731—1810), któremu należy poświęcić słów kilka.

Potomek rodu magnackiego, jednego z najdajwniejszych i najmniejszych w państwie Wielkiej Brytanii, Cavendish otrzymał za młodu wychowanie bardzo staranne, lecz nadzwyczaj skromne. Pod wpływem tego wychowania nabrał on niezwykłej prostoty obyczajów oraz skromności obejścia, które w wieku późniejszym dochodziły wprost do dziwaetwa. Zachęcony przez swego ojca do naukowych badań doświadczalnych, widział w nich młody Cavendish jedy-

ny cel swego życia, zadowolenie swych ambicyi, zarówno jak i jedyną rozrywkę. Z tej raz wytkniętej drogi pracy naukowej nie sprowadziło go ani dziedzictwo fortuny milionowej, ani zdradliwe pokusy życiowe, którym możni tego świata nazbyt łatwo ulegają. Do ostatnich chwil swego długiego żywota pracował Cavendish wyłącznie nad nauką i dla nauki. On to pierwszy zważył naszą kulę ziemską, on wprowadził rachunek matematyczny do badań nad elektrycznością, on obliczył drogi gwiazd spadających, udoskonalił narzędzia meteorologiczne i astronomiczne.

Wrodzona skromność powstrzymywała Cavendischa od publikowania wyników swych badań. Pozostało też po nim zaledwie kilkanaście niewielkich rozprawek, lecz każda z nich to perła najczystszej wody, to wzór ścisłości naukowej, piękne świadectwo niezwykłej przenikliwości umysłu. Nie bez racyi też wyraża się Biot o Cavendishu, iż „był on najbogatszym z uczonych i najuczeńszym z pośród bogaczy!”

Z racyi ożywej polemiki, wywołanej badaniami Blacka nad bezw. węglowym, ogłosił Cavendish w r. 1766 kilkunastonicową rozprawkę „o sztucznym powietrzu”, w której stara się dowieść tezy, iż powietrze nie jest pierwiastkiem, oraz iż istnieje kilka gatunków powietrza, zasadniczo różnych od zwykłego.

W tym celu zbadał on ponownie własności bezw. węglowego, oznaczył dokładnie jego gęstość (1,57), wykazał jego zdolność łączenia się z wodą zarówno jak i własności rozpuszczalne wapieni, powodującą tworzenie się w przyrodzie stalaktytów oraz skamieniałości.

Nadto wykazał on, iż gaz otrzymany swego czasu przez Boyle'a działaniem kw. siarczanego na żelazo, przedstawia nowy gatunek powietrza, różny zarówno od powietrza zwykłego jak i od bezw. węglowego. Gaz ten otrzymał Cavendish działaniem kwasów H_2SO_4 lub HCl na Fe , na Sn oraz na Zn . Charakterystyczną cechą tego gazu stanowi jego lekkość oraz palność. Jest on przeszło 14 razy lżejszy od zwykłego powietrza, a zapalony, spala się niebieskawym, ledwie widocznym płomykiem. Zmieszany z powietrzem i zapalony, wybuchł on gwałtownie.

Ze względu na tę jego palność, nazwał go Cavendish powietrzem palnym. W 11 lat później odkrył on, iż jedynym produktem spalania tego powietrza palnego jest woda, a zatem stanowi on jeden ze składników wody. Ztąd to nazwano go różnie wodorem, a jeszcze później wodorem.

Temi doświadczeniami obalił Cavendish raz na zawsze błędne mniemanie, jakoby powietrze przedstawiało pierwiastek, t. j. materię rojedyńczą, nie dającą się rozłożyć na bardziej proste składniki.

(d. c. n.)

Przyczynek do poznania istoty zapraw hydraulicznych.

(Według odczytu D-ra Michaelisa, wygłoszonego na posiedzeniu Związku niemieckich fabrykantów cementu).

(Dokończenie).

IV. 2 gr rzymskiego cementu, wyżarzonego wsypano do 1 l. wody wapiennej, która zawierała 0,53254 gr CaO.

Skład chemiczny: $\text{SiO}_2=25,720\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=9,380\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=3,683\%$, $\text{CaO}=45,379\%$, $\text{MgO}=4,032\%$, $\text{CaSO}_4=5,251\%$, suma $93,454\%$.

Ponieważ w cemencie rzymskim wytworzył się sulfoglinian wapienowy: $2(\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{CaO}) + \text{CaSO}_4 + \text{aq}$, przeto 5,251 CaSO_4 odpowiada 1,575 Al_2O_3 , a 2,594 CaO , zaś Fe_2O_3 i Al_2O_3 przyjęto jako równorzędne, a MgO jako niezwiązany i wytwarzający z wodą wodzian magnezu.

Po 3 miesięcznym wstrząsaniu znaleziono 0,62178 gr CaO, — 0,53254 gr CaO, a więc 0,08942 gr CaO, a więc dla 100 części 0,04462 gr CaO, dla sulfoglinianu 0,02594 gr CaO, odpowiada w całości 0,07056 gr CaO.

W postaci wodzianów pozostaje:

$\text{SiO}_2=25,720\% = 0,42867$ cząsteczek $\frac{1}{4} = 0,5358375$ gr CaO

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,814 = 0,07646$ " " " " " "

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,683 = 0,02302$ " " " " " "

$\text{CaO} = 38,323 = 0,68434$ " " " " " "

$\text{MgO} = 4,032$

Stąd związek: $4\text{SiO}_2, 5\text{CaO} + \text{aq} + 2\text{R}_2\text{O}_3, 3\text{CaO} + \text{aq}$.

IVa. 2 gr cementu rzymskiego, w formie handlowej, t. j. z dwutlenkiem węgla i wodą, wsypano do wody wapiennej o zawartości 0,6529 gr CaO.

Skład cementu był następujący: $\text{SiO}_2=16,472\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=7,265\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=3,302\%$, $\text{CaO}=24,151\%$, $\text{CaCO}_3=27,450\%$, $\text{MgO}=3,537\%$, $\text{CaSO}_4=4,172\%$, suma $87,349\%$.

4,172 CaSO_4 odpowiada 1,212 Al_2O_3 i 2,061 CaO .

Po 3 miesięcznym wstrząsaniu znaleziono: 0,7057 gr CaO, w 1 litrze wody wapiennej było 0,6529 gr CaO, a więc przeszło do