

## V. PROCESY CHEMICZNE. PIERWIASTKI I ZWIĄZKI CHEMICZNE.

### 1. TYPY PROCESÓW CHEMICZNYCH.

#### PROCESY ŁĄCZENIA SIĘ — SYNTEZY.

Omawiane dotychczas zjawiska zmiany stanu skupienia materji, zachodzące podczas procesów topnienia i parowania, zarówno jak i t. zw. procesy przejścia odmian polimorficznych jednych w drugie przedstawiają tylko pewną, nieliczną kategorię procesów chemicznych, które można nazwać procesami prostemi. Istnieje poza niemi nieporównanie liczniejsza, a zarazem donioślejsza kategoria chemicznych procesów złożonych, z którymi należy się zapoznać przynajmniej w ogólnych zarysach.

W tym celu odważmy w próbówce z trudno topliwego szkła 1 gr siarki i 6,24 gr rtęci i spróbujmy nagrzać tę mieszaninę na płomieniu gazowym. Zauważymy wówczas, że naprzód poczynie się topić siarka, a następnie zajdzie gwałtowne wzajemne działanie obu pomienionych substancyj, skutkiem którego powstanie czarna nielotna materja, w niczem nie przypominająca ani siarki, ani też rtęci. Materję tę zwiemy siarczkiem rtęci.

W przypadku tym z dwóch różnych substancyj, z siarki i rtęci powstaje trzecia, całkiem od nich odmienna materja. Tę nową substancję powstałą z połączenia siarki i rtęci, nazywamy związkiem chemicznym.

Takie procesy łączenia się pewnych materjy na związki, czyli na substancje bardziej złożone, zachodzą bezustannie w otaczającej nas przyrodzie.

Wykonajmy jeszcze jeden taki proces łączenia się czyli syntezy. Gdy nagrzejemy w próbówce mieszaninę 13,93 gr żelaza z 8 gr siarki, ujrzymy, iż z chwilą, gdy temperatura tej mieszaniny dojdzie do pewnej wysokości, cała zawartość próbówki rozpali się naraz i rozżarzy, zamieniając się na czarną masę, zwaną siarczkiem żelaza, wykazującą własności różniące ją zarówno od żelaza, jak i od siarki.

Każde zjawisko, w którym pewne substancje znikają, dając początek innym, wykazującym inny zespół własności fizycznych i chemicznych, — zwiemy procesem chemicznym. Istota materialna tego rodzaju procesów chemicznych daje się wyrazić symbolicznie ogólnym wzorem:

$A_1 + A_2 + A_3 + \dots \rightarrow B_1 + B_2 + B_3 + \dots$ ,  
 istota zaś obu procesów łączenia się, omawianych poprzednio,  
 wzorem  $A_1 + A_2 \rightarrow B_1$ .

Uwzględniając omówione już przez nas prawo zachowania materji, stosujące się do wszelkich zjawisk i przemian chemicznych, możemy nadać powyższym wzorom postać równań, jeśli przez symbole  $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots$  będziemy rozumieli nie tylko różne gatunki materji, lecz zarazem określone ilości wagowe tychże substancyj. Będziemy przeto mieli ogólnie

$$A_1 + A_2 + A_3 \dots = B_1 + B_2 + B_3 \dots,$$

lub w szczególnym wypadku

$$A_1 + A_2 = B_1,$$

względnie

$$\text{siarka} + \text{rtęć} = \text{siarczek rtęci}$$

$$\text{siarka} + \text{żelazo} = \text{siarczek żelaza}.$$

Wzory te odtwarzają symbolicznie materialną stronę przemienionych procesów, wyrażając poglądowo, że ilości wagowe substancyj znikających winny być równe ilościom wagowym substancyj nowopowstałych.

Wskazują nam one zarazem, że nazwy związków chemicznych tworzymy z nazw substancyj składowych, przez wzajemne ich zestawienie.

☒ Charakterystyczną cechą chemicznego łączenia się substancyj ze sobą stanowi to, że zjawiskom tego rodzaju towarzyszy prawie we wszystkich znanych przypadkach wydzielanie większych lub mniejszych ilości ciepła. Tem właśnie zjawiska chemiczne różnią się zasadniczo od procesów fizycznych tworzenia się mieszanin mechanicznych albo rozтворów. W tych wypadkach bowiem efekty cieplne nie występują zupełnie lub nawet następuje pochłanianie ciepła. Znane są wprawdzie związki chemiczne, podczas powstawania których ciepło zostaje pochłaniane (t. zw. związki endotermiczne), jednakże tego rodzaju związki prawie nigdy nie powstają bezpośrednio z ich składników w zwykłych warunkach (w zwykłej temperaturze i pod zwykłym ciśnieniem). ☒

#### STOSUNKI WAGOWE.

Do doświadczeń poprzednio omówionych użyliśmy pewnych określonych ilości wagowych siarki, rtęci oraz żelaza. Dłaczego-



gośmy to uczynili i co by się stało, gdybyśmy substancje te mieszała w innych ilościach wagowych? Gdybyśmy dajmy nato mieszała 2 gr siarki z 12,48 gr rtęci lub 3 gr siarki z 18,72 gr rtęci, przebieg procesu byłby ten sam, siarka i rtęć zamieniłyby się całkowicie na siarczek rtęci. Bezwzględne ilości substancyj reagujących nie mają zatem w tym przypadku wpływu na wynik procesów chemicznych.

Inaczej będzie, jeśli zmienimy stosunek wagowy siarki do rtęci, jeśli np. mieszaemy 2 gr siarki z 6,24 gr rtęci. Działanie chemiczne zajdzie również, ale część siarki, mianowicie 1 gr siarki nie ulegnie zmianie. Podobnie gdybyśmy mieszała 0,5 gr siarki z 6,24 gr rtęci, wówczas tylko połowa rtęci weszła by w połączenie z siarką.

Wynika stąd, że dana ilość siarki może się połączyć tylko z pewną ściśle określoną ilością rtęci ani mniejszą, ani też większą. Zatem siarka niejako nasycza rtęć, ale różnica pomiędzy tem nasyceniem, a zjawiskiem nasycenia roztworów polega na tem, że stopień nasycenia roztworu zmieniał się wraz z temperaturą, — natomiast »stopień nasycenia« w przypadku powstawania związków chemicznych jest zawsze jeden i ten sam, zupełnie niezależnie od temperatury i innych czynników fizycznych.

Siarka łączy się przeto z rtęcią w stałym stosunku wagowym, mianowicie w stosunku 1:6,24, zawsze w tym samym, niezależnie od okoliczności i czynników zewnętrznych.

To samo dotyczy również procesu łączenia się siarki z żelazem. Dwie te substancje łączą się z sobą w stałym stosunku wagowym 8:13,93.

Ale nietylko w tych dwóch konkretnych przypadkach, lecz naogół stale i zawsze, we wszystkich przypadkach, gdy dwie substancje łączą się z sobą tworząc związek chemiczny, łączenie ich dokonywa się stale w pewnym stałym stosunku wagowym, charakterystycznym dla danego związku.

To samo dotyczy procesów bardziej złożonych, w których biorą czynny udział nietylko dwie, lecz trzy, cztery lub większa liczba substancyj składowych.

Będziemy przeto mieli dla procesu:

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= B, \\ A_1 : A_2 &= \text{stała}, \\ \text{dla} \quad A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots &= B, \end{aligned}$$



$A_1 : A_2 = \text{stała}$ ,  $A_1 : A_3 = \text{stała}$ ,  $A_1 : A_4 = \text{stała}$ ,  $A_2 : A_3 = \text{stała}$  i t.d.  
 $A_1 : A_2 : A_3 : A_4 \dots = \text{stała}$ .

Prawo to zwiemy »prawem stałych stosunków wagowych«.

Jest to prawo ogólne i bezwzględne, prawo charakteryzujące materjalną stronę wszelkich prostych i złożonych procesów chemicznych. Wynika ono rozumowo samo przez się z faktu stałości własności związków chemicznych. Wiemy bowiem, że własności roztworów zależą od stosunku wagowego ilości substancji rozpuszczonej do ilości rozpuszczalnika. Własności te są jednakże takie same dla stałego stosunku owych ilości, że zaś związki chemicznie jednorodne wykazują zawsze te same własności fizyczne i chemiczne, przeto również i ich skład wagowy winien być stale ten sam.

Prawo stosunków stałych reguluje w sposób jednoznaczny powstawanie związków chemicznych z ich składników. Odkrycie tego prawa zawdzięczamy chemikom niemieckim Wenzlowi (1777) oraz Richterowi (w latach 1789—1802), jednakże doświadczalne uzasadnienie i uogólnienie tego prawa na wszystkie związki chemiczne jest dziełem wieloletnich badań francuskiego chemika Józefa Ludwika Prousta, wykonanych w czasie od r. 1801 do r. 1808. Do prawa tego powrócimy później, tymczasem zaś przejdziemy do zapoznania się z inną kategorią złożonych procesów chemicznych.

#### PROCESY ROZKŁADU — ANALIZY.

Substancje złożone dają się naogół rozłożyć z powrotem na składowe ich materje. Jeśli bowiem przez połączenie dwóch substancyj  $A_1$  i  $A_2$  w pewnym określonym stosunku wagowym powstaje nowa materja złożona  $B$ ,

$$A_1 + A_2 = B,$$

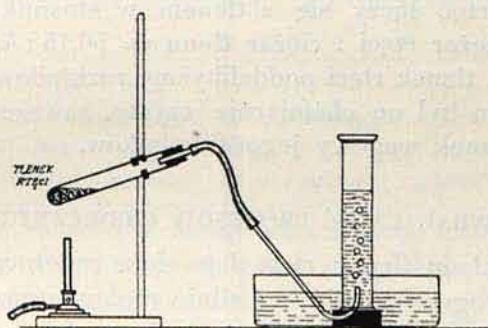
to materja ta, winna się dać rozłożyć na pierwotne składniki  $A_1$  i  $A_2$ , czyli możliwy i wykonalny powinien być proces odwrotny

$$B = A_1 + A_2.$$

Ten proces odwrotny, zwany procesem rozkładu lub analizy, niezawsze daje się skutecznie w sposób bezpośredni i na tyle oczywisty, by móc go pokazać doświadczalnie. Tak np. ani siarczku rtęci, ani też siarczku żelaza nie można bezpośrednio rozłożyć na siarkę oraz na odpowiednie metale

ani zapomocą nagrzewania tych związków do wysokich temperatur, ani też zapomocą innych prostych zabiegów fizycznych, które dałyby się zademonstrować. Można jednakże od siarczku rtęci odjąć wchodzącą w jego skład siarkę, jeśli będziemy nań działali żelazem w podwyższonej temperaturze.

Nagrzewając w probówce mieszaninę siarczku rtęci z żelazem zauważymy występowanie działania chemicznego, skutkiem którego rtęć uwalnia się z połączenia z siarką, a pary jej skraplając się na chłodnych ściankach probówki, tworzą na nich nalot metaliczny.



Rys. 34. Rozkład tlenku rtęci.

Prosty przykład rozkładu związku chemicznego można uwioczyć na innym połączeniu rtęci, mianowicie na t. zw. czerwonym tlenku rtęci. Jeśli będziemy go ogrzewać w probówce z trudno topliwego szkła, to zauważymy, że czerwona ta substancja poczyną czernieć, a na ściankach probówki zaczyna się osadzać szary nalot, składający się z drobnych kropelek rtęci. Że podczas tego procesu wydziela się jeszcze druga materja gazowa, o tem można się z łatwością przekonać, wprowadzając do probówki tlejącą drzazgę drzewną. Drzazga ta wtedy zapala się momentalnie, czego nie czyni w zwykłym powietrzu. Gaz wypełniający probówkę różni się przeto od zwykłego powietrza, zowie się on tlenem i znajdował się w połączeniu z rtęcią w czerwonym tlenku tego metalu.

Wydzielanie się tlenu podczas rozkładu tlenku rtęci można okazać w sposób jeszcze bardziej przekonywujący, zbierając ten gaz nad wodą w odpowiednim naczyniu i badając następnie jego zachowanie się względem drzazgi tlejacej. (rys. 34).



Na zasadzie powyższych danych możemy wyrazić rozkład tlenku rtęci zapomocą następującego równania:



Równanie powyższe orzeka w myśl prawa zachowania materji, że ciężar substancyj powstających — rtęci i tlenu równa się ciężarowi wziętego tlenku rtęci.

Gdybyśmy w ten sposób poddali rozkładowi pewną określoną ilość tlenku rtęci, dajmy nato 54,15 gr, a następnie zważyli ilość powstającej rtęci oraz ilość wydzielonego tlenu, to przekonalibyśmy się, że rtęć będzie ważyła 50,15 gr, a tlen 4 gr. Zatem rtęć łączy się z tlenem w stosunku wagowym ciężar rtęci : ciężar tlenu = 50,15 : 4.

Jakikolwiek tlenek rtęci poddaliśmy rozkładowi termicznemu, byle tylko był on chemicznie czysty, zawsze otrzymamy ten sam stosunek wagowy jego składników.

#### ODWRACALNOŚĆ PROCESÓW CHEMICZNYCH.

Proces rozkładu tlenku rtęci daje się w zupełności odwrócić. Jeśli bowiem ogrzewać niezbyt silnie rtęć w atmosferze tlenu, to powierzchnia rtęci poczyną się zwolna pokrywać ciekłą powłoką czerwonego tlenku rtęci. Ten proces odwrotny przebiega jednak w tempie bardzo powolnem.

Z faktu tego, wielokrotnie obserwowanego, daje się wyciągnąć bardzo ważne uogólnienie mianowicie, że procesy łączenia i rozkładu są naogół odwracalne, że przeto w każdym przypadku, gdy z dwóch składników *A* i *B* powstaje związek *C*, związek ten daje się z powrotem rozłożyć na swe składniki *A* i *B*, przyczem składniki te otrzymują się zawsze z ich pierwotnemi własnościami oraz w tych samych ilościach, w jakich wchodziły w skład związku *C*. Wskazaniem jest przeto fakt ten uwidocznic w naszych wzorach, uwidocznic w symbolu związku obecność składowych jego części. W tym celu związek *C*, powstały przez połączenie dwóch substancyj *A* i *B*, będziemy wyrażali symbolicznie zestawieniem obu liter *A* i *B*, oznaczających jego składniki. Stosownie do tego równanie symboliczne najprostszego procesu syntezy przyjmie kształt



równanie zaś rozkładu postać



## SYMBOLE CHEMICZNE.

Powyższym równaniom ogólnym można nadać charakter bardziej określony, bardziej specyficzny, jeśli przyjąć pewne stałe symbole dla oznaczania poszczególnych substancyj. Mając na względzie oszczędność czasu i pracy, chemicy dawno już myśleli o stworzeniu własnej symboliki chemicznej, o stworzeniu ogólnego międzynarodowego języka symbolicznego takiego, jaki już dawniej posiadała muzyka w postaci nut, a matematyka w postaci liczb, liter oraz różnych znaków, służących do wyrażania działań matematycznych. Już w wieku XIII używali alchemicy na oznaczenie pewnych metali następujących symboli:

symbole alchemiczne	☉	☾	☿	♀	♂	♁	♂
symbole współczesne	Au złoto	Ag srebro	Hg rtęć	Cu miedź	Fe żelazo	Sn cyna	Pb ołów,

które łączono ze sobą w odpowiedni sposób. Pod koniec XVIII wieku weszły w użycie nieco prostsze symbole: kółka, w których umieszczano pierwsze litery nazw prostych substancyj, jak np.

Ⓐ	Ⓐ	Ⓒ	Ⓔ	Ⓕ	Ⓖ
Au	Ag	Cu	Pb	Fe	Ni
złoto	srebro	miedź	ołów	żelazo	nikiel itp.

Wreszcie około r. 1815 chemik szwedzki Jan Jakób Berzelius wprowadził jeszcze prostsze symbole, wyrażające się w postaci początkowych liter nazw łacińskich prostych substancyj chemicznych.

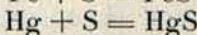
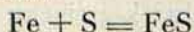
Zamiast przeto pisać słowami:

żelazo + siarka = siarczek żelaza,

rtęć + siarka = siarczek rtęci,

rtęć + tlen = tlenek rtęci,

wyrażamy dziś według Berzeliusa procesy te następującymi prostszymi równaniami:



w których Fe — oznacza ferrum, Hg — hydrargyrum, S — sulphur, O — oxygenium.



## PROCESY WZAJEMNEJ WYMIANY.

Prócz rozpatrzonych dotychczas procesów syntezy oraz rozkładu istnieje jeszcze trzecia bardzo liczna kategoria złożonych procesów chemicznych, zwanych procesami wzajemnej wymiany. O jednym z prostszych procesów tego rodzaju wspominaliśmy już poprzednio mówiąc, że siarczek rtęci daje się rozłożyć zapomocą żelaza na rtęć i siarczek żelaza. Istota tej reakcji da się wyrazić równaniem



lub równaniem ogólnem



W przypadku zaś, gdy obie działające na siebie substancje będą związkami chemicznymi, będziemy mieli ogólnie



Omówione wyżej trzy kategorie procesów chemicznych, a mianowicie procesy rozkładu, syntezy oraz wzajemnej wymiany obejmują sobą wszystkie znane możliwości złożonych działań chemicznych.

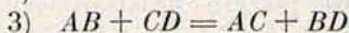
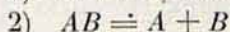
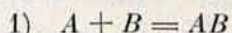
✱ W ten sposób otrzymujemy następujący schemat równań chemicznych:

I. procesy proste:



całkowicie odwracalne w określonych temperaturach;

II. procesy złożone:



częściowo tylko odwracalne, w szerokich granicach temperatur. ✱

## 2. PIERWIASTKI CHEMICZNE.

Procesy syntezy oraz procesy rozkładu prowadzą w konsekwencji do rozróżnienia związków chemicznych od ich składników, prowadzą do rozróżnienia substancji chemicznie złożonych od substancji chemicznie prostych. Składowe bowiem części jakiegokolwiek związku chemicznego mogą się okazać również połączeniami chemicznymi, dającymi się rozłożyć na jeszcze prostsze składniki.

Nasuwa się przeto samo przez się pytanie, czy istnieje kres rozkładu związków na substancje proste — czyli na pier-



wiastki, które żadnymi sposobami zarówno fizycznymi, jak i chemicznymi nie dają się rozłożyć na prostsze składniki?

Pytanie to kielkowało już w umysłach kapłanów starożytnego Egiptu, bowiem filozofowie greccy, spadkobiercy zasobów egipskiej wiedzy przyrodniczej, próbowali dać na nie odpowiedź szczegółową. Nie będąc wszakże przyrodnikami, rozstrzygnęli oni to pytanie w sposób dedukcyjno-apriorystyczny, czyli drogą rozumowań ogólnych. Tales z Miletu (600 lat przed Chr.), znany twórca jońskiej filozofii przyrody, pierwszy wygłosił tezę, że świat cały został stworzony i zbudowany z jednej jedynej materji pierwotnej — czyli pierwiastka (elementu), którym według jego mniemania miała być woda.

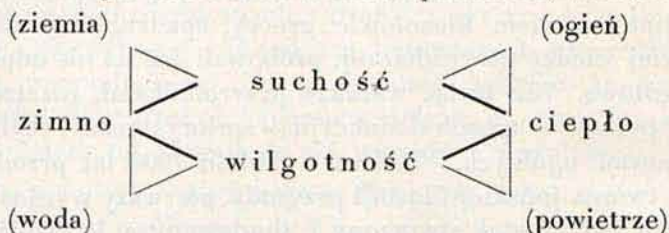
Zwolennicy i następcy Talesa zachowali ten jego pogląd unitarny na istotę materjalną ciał i przedmiotów przyrodzonych, byli jednak zdania, że woda nie posiada własności pramaterji i że raczej ogień, duch lub byt mógł być owym domniemanym elementem twórczym materji. Inni natomiast filozofowie przeciwstawiali unitarnym zapatrywaniom Talesa poglądy dualistyczne, wedle których nadzwyczajna mnogość i różnorodność substancyj przyrodzonych nie mogła żadną miarą powstać z jednej, jedynej pramaterji. Zdaniem ich konieczne było do tego współdziałanie dwóch przeciwnych sobie zasad takich, jak np. zło i dobro lub miłość i nienawiść<sup>1)</sup>.

Wszystkie te domniemania i przypuszczenia nie liczyły się zupełnie z rzeczywistością — z faktami realnymi, to też musiały upaść, nie posuwając naprzód naszych wiadomości o istocie materji.

Więszem powodzeniem i uznaniem cieszyły się poglądy Arystotelesa, który wychodząc z założenia, że przedmioty realne poznajemy i rozróżniamy według ich własności, przyjął najogólniejsze własności materji za podstawę, czyli za pierwiastki tychże przedmiotów. W poszukiwaniu własności, czyli cech istotnych i ogólnych materji, Arystoteles doszedł do wniosku, iż wszystkie ciała są bądź ciepłe lub zimne, bądź suche lub wilgotne. Te cztery cechy t. j. ciepło i zimno, suchość i wilgotność miały odgrywać zdaniem jego rolę twórczych pier-

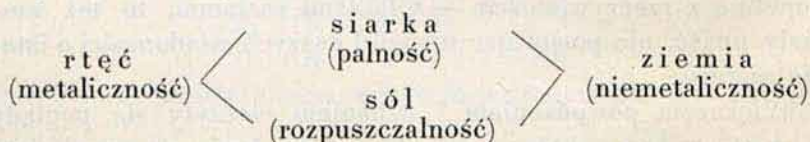
<sup>1)</sup> W najnowszych czasach utrwaliło się w nauce przekonanie, że temi prapierwiastkami wszechświata są przeciwne ładunki elektryczne, „protony” i „elektrony”.

wiastków materji. Z zespołów dwójkowych tych cech charakterystycznych wyprowadza następnie Arystoteles cztery typowe pramaterje, mianowicie ziemię i powietrze, wodę i ogień.



Te cztery pierwiastki abstrakcyjne nie uwzględniały również należycie ówczesnych wiadomości o własnościach i zachowaniu się materji i nie liczyły się z istotnemi jej własnościami, charakteryzowały raczej pewne przemiany materji, — jej dynamikę, a nie samą materję.

Powoli jednak z biegiem stuleci pojęcie pierwiastków poczęło przybierać kształty coraz bardziej realne, — bardziej materialne. Pierwsze kroki w tym kierunku uczynili Arabowie, którym zawdzięczamy znaczne rozszerzenie wiadomości konkretnych o metalach i ich związkach, zwłaszcza o solach. Chcąc zbliżyć się bardziej do rzeczywistości, wprowadzili oni na miejsce pierwiastków Arystotelesowskich cztery inne pierwiastki, a mianowicie rtęć i ziemię oraz siarkę i sól, mające wyrażać własności metaliczne i niemetaliczne, własności palności i rozpuszczalności.



I te pierwiastki abstrakcyjne także nie zdawały należycie sprawy z olbrzymiej różnorodności spotykanych w przyrodzie materji, ani też z ich własności ogólnych. Przyczyniły się one jednak do wytworzenia u współczesnych przekonania o istnieniu pewnej ograniczonej liczby pierwotnych typów, względnie pierwotnych gatunków materji, a tem samem skierowały usiłowania praktyczne do czynienia prób nad zamianą jednych substancyj na inne, — w szczególności do prób nad zamianą metali mniej szlachetnych na bardziej cenne, przede wszystkim zaś na złoto.



Prawie tysiącletnie bezskuteczne usiłowania alchemików w tym kierunku wykazały jednak, że tego rodzaju transmutacja, czyli przemiana jednych metali w drugie jest niewykonalna, nieziszczalna. W trakcie tych usiłowań, tych niezliczonych prób laboratoryjnych alchemicy zdobyli olbrzymi zasób doświadczenia praktycznego zarówno w dziedzinie hutnictwa, jak i przygotowywania różnych preparatów chemicznych. Z doświadczeń tych wyłoniła się następnie chemja, jako samodzielny i swoisty odłam przyrodoznawstwa.

Alchemicy pierwsi poczęli rozróżniać liczne grupy substancyj pokrewnych sobie, t. j. takich, które dawały się wyprowadzić z tej samej materji macierzystej, zarówno jak i dawały się do niej zpowrotem sprowadzić. Doprowadziło to ich do wniosku, że nie każdej substancji można nadać wszelkie dowolne własności lecz, że własności te przedewszystkiem zależne są od natury i charakteru materji macierzystych. Alchemicy wykryli i stwierdzili między innemi, że np. wiele substancyj przyrodzonych palnych takich, jak drzewo, słoma, cukier, krochmal, tłuszcze i t. p., podczas ogrzewania bez dostępu powietrza w temperaturach wysokich, ulegało częściowemu zwęglaniu, — czyli zamieniało się na węgiel. Oni to również stwierdzili, że te same metale dawały się wytapiać z całego szeregu przeróżnych substancyj kruszczowych, że np. żelazo można było otrzymywać zarówno z żelaziaka brunatnego ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), jak z hematytu ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetytu ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), szpatu żelaznego, pirytu i t. p. Z drugiej zaś strony alchemicy wykazali, że to samo żelazo, przy działaniu nań różnemi odczynnikami, zmieniał się bądź na zielony siarczan żelazawy (koperwas żelazny), bądź na siarczek żelaza, hematyt i t. p. substancje, z których można było otrzymać je z powrotem.

Okazało się przeto, że nie można przyjmować własności ogólnych za podstawę, za pierwiastki materji, lecz należało poszukiwać owych elementów twórczych w samych materjach wyjściowych, czyli w owych substancjach macierzystych. Pojęcie pierwiastka traciło coraz bardziej swój charakter pierwotny, czysto abstrakcyjny, ulegając stopniowej materjalizacji. Wreszcie Robert Boyle (1627 — 1691) wypowiedział w r. 1661 w dziele swem »Chemista scepticus« po raz pierwszy zasadę, że za pierwiastki należy uważać te substancje, które nie dają się rozłożyć na prostsze, a z których można złożyć przeróżne



inne materje, czyli t. zw. związki chemiczne. Ten pogląd Boyle'a utrzymał się w znacznej mierze dotąd w nauce.

### 3. PRZEGLĄD WAŻNIEJSZYCH PIERWIASTKÓW.

Liczba poznanych dotychczas pierwiastków wynosi dziewięćdziesiąt. Najdawniej, bo już w zamierzchłej starożytności przedhistorycznej znane były metale szlachetne, a mianowicie złoto i srebro, dalej metale półszlachetne: miedź, rtęć, ołów i cyna, występujące w przyrodzie bądź w stanie rodzimym, bądź też w związkach, z których dają się bardzo łatwo wytopić. Od dawna również znane było żelazo, a z pierwiastków niemetalicznych siarka i węgiel, a więc razem nie więcej jak dziewięć pierwiastków.

Do początków XVIII stulecia liczba tych pierwiastków zwiększyła się tylko o sześć nowych. Poznano mianowicie: fosfor, arsen, antymon, bizmut oraz magnez i cynk. Osiemnaste stulecie dodało do nich dwadzieścia cztery nowe pierwiastki, w tej liczbie przedewszystkiem tlen oraz inne pierwiastki gazowe, a mianowicie: wodór, azot i chlor, a nadto metale lekkie—potas, sód, wapń, stront, bar oraz glin. Pierwsza połowa XIX stulecia dorzuciła dziewiętnaście dalszych pierwiastków, w tem jod, brom, fluor oraz krzem, druga zaś połowa tegoż stulecia dalszych dwadzieścia, w tej liczbie całą nową grupę pierwiastków gazowych, zwanych helowcami oraz t. zw. pierwiastki promieniotwórcze: rad, polon, aktyn i inne.

Wszystkie poznane dotychczas pierwiastki dzielimy zazwyczaj na dwie wielkie niezbyt ściśle od siebie odgraniczone grupy, a mianowicie na pierwiastki elektroujemne, niemetaliczne czyli metaloidy oraz na pierwiastki elektrododatnie, metaliczne czyli metale. Każda z tych grup rozpada się ze swej strony na kilka podgrup czyli rodzin.

Celem ogólnego zorientowania się zrobmy krótki przegląd najważniejszych ich przedstawicieli.

#### A. METALOIDY.

*Tlen (Oxygenium)—O.* Jest to substancja gazowa, najbardziej rozpowszechniona na powierzchni kuli ziemskiej, wobec czego odgrywa rolę najdonioślejszą w gospodarce przyrody. W stanie wolnym tlen występuje w powietrzu atmosferycznym, stanowiąc  $\frac{1}{5}$  jego część. Bierze on czynny udział w procesach



oddychania, spalania oraz w całym szeregu innych procesów chemicznych, zachodzących na powierzchni kuli ziemskiej.

Połączenia tlenu z innymi pierwiastkami są również bardzo rozpowszechnione. Najważniejsze z nich są woda, krzemionka, glina oraz różne inne substancje ziemiste, wchodzące w skład skorupy ziemskiej.

*Azot (Nitrogenium)* — *N*. Azot jest podobnie jak tlen substancją gazową, występującą w stanie wolnym w powietrzu, którego  $\frac{4}{5}$  stanowi.

W połączeniu z innymi pierwiastkami azot wchodzi w skład wszelkich istot żyjących, zarówno zwierząt jak i roślin, w których odgrywa bardzo ważną rolę czynną. Mineralne części skorupy ziemskiej zawierają bardzo małe ilości związków azotowych, najważniejszymi z nich są saletra chilijska i potasowa.

*Wodór (Hydrogenium)* — *H*. Podobnie jak dwa poprzednie pierwiastki wodór jest również substancją gazową, najlżejszą ze wszystkich znanych materij. W stanie wolnym występuje on w bardzo małych ilościach w powietrzu atmosferycznym. Bardziej rozpowszechnione są jego związki, z których najważniejszy — woda, pokrywa  $\frac{4}{5}$  powierzchni kuli ziemskiej. Wodór wchodzi nadto w skład wszystkich tworów żyjących oraz w skład ropy naftowej, dosyć obficie występującej w niektórych miejscowościach powierzchni kuli ziemskiej.

*Węgiel (Carbo)* — *C*. W przeciwstawieniu do uprzednich pierwiastków węgiel przedstawia substancję stałą, najtrudniej topliwą ze wszystkich znanych materij. W stanie wolnym występuje najczęściej pod postacią węgla brunatnego oraz węgla kamiennego, tworząc nieraz olbrzymie złoża. Rzadziej spotyka się w postaciach krystalicznych, jako grafit oraz diament.

W połączeniu z innymi pierwiastkami węgiel stanowi stały składnik organizmów roślinnych i zwierzęcych. Stąd też wszystkie substancje pochodzenia organicznego ulegają podczas ogrzewania bez dostępu powietrza t. zw. zwęgleniu. Z mineralnych połączeń węgla najbardziej rozpowszechniony jest dwutlenek węgla, występujący w małej ilości w powietrzu oraz węglany wapnia i magnezu, tworzące całe formacje geologiczne oraz grzbiety górskie.

Wymienione cztery pierwiastki przedstawiają typowe pierwiastki niemetaliczne, to znaczy, że pozostałe pierwiastki niemetaliczne dają się zgrupować w szeregi lub rodziny, których



poszczególne człony okazują w większym lub mniejszym stopniu podobieństwo bądź do wodoru, tlenu albo azotu, bądź też do węgla.

*Chlorowce.* Pierwszą z tych rodzin stanowią t. zw. chlorowce, do których zaliczamy fluor, chlor, brom i jod, pierwiastki pod niektórymi względami podobne do wodoru.

*Fluor (Fluorum) — F.* Fluor jest gazem zabarwionym na kolor żółtawo-zielony. W przyrodzie znajduje się wyłącznie pod postacią połączeń z innymi pierwiastkami. Związki fluoru są dosyć rozpowszechnione, lecz występują w bardzo małych ilościach. Z połączeń najbardziej znany jest minerał zwany fluorytem.

*Chlor (Chlorum) — Cl.* Podobnie jak fluor chlor jest substancją gazową, zabarwioną na kolor żółtawo-zielony. W stanie wolnym nie spotyka się w przyrodzie, bowiem już w zwykłej temperaturze łączy się on bardzo gwałtownie prawie ze wszystkimi innymi pierwiastkami. Związki jego są natomiast bardzo rozpowszechnione. Najpowszechniejszym, najbardziej znanym z tych związków jest sól kamienna, znajdująca się w wielkich ilościach w wodach morskich i oceanicznych oraz występująca w wielu miejscach skorupy ziemskiej w złożach dosyć obfitych pochodzenia morskiego.

*Brom (Bromum) — Br.* Jest to ciecz koloru ciemno-czerwonego o silnym ostrym zapachu. Podobnie jak fluor i chlor brom spotyka się w przyrodzie tylko w postaci związków z różnymi metalami. Ze związków tych najbardziej znane są bromek potasu oraz bromek sodu, występujące w wodzie morskiej, w wodach pewnych źródeł mineralnych oraz w stassfurckich złożach soli potasowych.

*Jod (Jodum) — J.* W przeciwieństwie do uprzednich »chlorowców«, jod przedstawia substancję stałą, krystaliczną barwy szaro-metalicznej. Ulatnia się łatwo już w temperaturze pokojowej, dlatego też wykazuje silny, przenikliwy zapach. Jego roztwór alkoholowy, znany pod nazwą jodiny, bywa stosowany w medycynie. Związki jodu z metalami są dosyć rozpowszechnione w przyrodzie, występują jednak naogół w małych ilościach, przeważnie w wodzie morskiej oraz w wodach mineralnych.

*Tlenowce.* Drugą grupę metaloidów, własnościami i zachowaniem swoim dosyć zbliżoną do tlenu, zowiemy tlenowcami.



Zaliczają się do nich siarka, oraz dosyć rzadkie pierwiastki selen i tellur.

*Siarka (Sulfur)*—*S.* Jest ona substancją stałą, krystaliczną, koloru żółtego, łatwo palną. W przyrodzie jest dosyć rozpowszechniona. W stanie rodzimym występuje w większych ilościach, przeważnie w okolicach wulkanicznych jak np. w Sycylii oraz w stanie Louisiany w Stanach Zjednoczonych. Nie brak jej również i u nas w Czarkowej, w Swoszowicach oraz w Truskawcu. Dzięki temu rozpowszechnieniu znana była już w zamierzchłej starożytności.

Również i związki siarki, zwłaszcza z metalami ciężkimi, są dosyć rozpowszechnione i przedstawiają cenne nieraz rudy metaliczne, czyli kruszce, znane pod nazwą pirytów oraz błyszczy. Z innych związków siarki dobrze jest znany każdemu gips, minerał występujący niejednokrotnie w olbrzymich złożach pochodzenia morskiego.

*Azotowce.* Do rodziny azotu, czyli do t. zw. azotowców zaliczamy przede wszystkim fosfor, arsen, antymon i bizmut, a nadto z rzadkich pierwiastków wanad, niob i tantal. Najważniejsze z nich są fosfor, arsen i antymon.

*Fosfor (Phosphorus)* — *P.* Jest to substancja stała, barwy białej, miękka jak воск, samozapalna na powietrzu. Występuje ona ponadto w postaci czerwonej, trudno topliwej i nie tak łatwo palnej, jak fosfor biały. W przyrodzie znajdują się tylko połączenia fosforowe, z których najlepiej znane są t. zw. fosforyty, służące do przygotowywania superfosfatu, produktu stosowanego jako nawóz mineralny. Pozatem fosfor wchodzi w skład wszelkich organizmów żywych, w większych ilościach występuje on zwłaszcza w kościach zwierząt. W przemyśle metalurgicznym, przy fabrykacji stali metodą Thomasa, otrzymuje się duże ilości związków fosforowych, jako produkt uboczny zwany tomasyną.

*Arsen (Arsenium)*—*As.* Jest to substancja stała, koloru szaro-czarnego. Podobnie jak fosfor arsen występuje w przyrodzie naogół tylko w połączeniach z innymi pierwiastkami. Te jego związki są jednak mało rozpowszechnione. Najbardziej znanym połączeniem jest t. zw. arszenik, biała substancja krystaliczna, silnie trująca, stosowana jako trucizna na myszy i szczury.

*Węglowce.* Do grupy węgla, czyli węglowców, zaliczają się



krzem, german, cyna i ołów oraz z rzadkich pierwiastków tytan, cyrkon, cer, hafn i tor.

*Krzem (Silicium)—Si.* Stanowi on obok węgla najważniejszy pierwiastek tej rodziny. W stanie wolnym krzem jest substancją stałą, koloru szarego o połysku metalicznym, bardzo trudno topliwą. W przyrodzie występuje on tylko w połączeniach z tlenem oraz metalami przeważnie lekkimi. Połączenia te zwane krzemianami są bardzo rozpowszechnione i stanowią główny składnik skorupy ziemskiej. Z połączeń tlenowych krzemu ogólnie znana jest t. zw. krzemionka, występująca jako piasek i kwarc oraz jako t. zw. kryształ górski.

*Helowce.* Ostatnią, piątą grupę metaloidów stanowią t. zw. helowce, pierwiastki gazowe, występujące w stanie wolnym przeważnie tylko w powietrzu i to w ilościach naogół bardzo małych. Do helowców zaliczamy: hel, neon, argon, krypton i ksenon. Są to pierwiastki nieczynnne, nie łączące się z żadnymi innymi pierwiastkami. Najbardziej rozpowszechniony z nich jest argon, występujący w powietrzu w ilości około 0,9%.

## B. METALE.

Liczba znanych pierwiastków metalicznych przewyższa 60. W celu łatwiejszego orjentowania się w ich obfitości dzieli je zazwyczaj na dwie wielkie grupy, na metale lekkie, których gęstość jest mniejsza od 5 oraz na metale ciężkie, o gęstości większej od 5. Jedne i drugie rozpadają się z kolei na szereg rodzin, których poszczególne człony wykazują pewne wzajemne podobieństwo do siebie. Zamierzczyła starożytność знаła tylko metale ciężkie w szczególności złoto, srebro, miedź, rtęć, ołów, cynę i żelazo. Przeważna część metali lekkich została odkryta dopiero z końcem XVIII-go stulecia, reszta zaś w wieku XIX-ym.

### METALE LEKKIE (nieszlachetne).

Metale lekkie dzieli się zazwyczaj na trzy rodziny, a mianowicie na t. zw. potasowce, wapniowce oraz glinowce.

*Potasowce.* Do potasowców zaliczamy sól i potas oraz z rzadkich pierwiastków lit, rubid i cez.

*Sól (Natrium)—Na.* Przedstawia on metal miękki, barwy srebrzystej, nieco lżejszy od wody ( $d=0.97$ ) oraz topiący się poniżej  $100^{\circ}$  ( $97,5^{\circ}$ ). Na powietrzu pokrywa się natychmiast



białą powłoką — rdzą — skutkiem czego szybko traci swój połysk metaliczny. W przyrodzie spotykamy tylko związki sodu z innymi pierwiastkami, w szczególności z metaloidami. Ze związków tych najbardziej rozpowszechniony, najbardziej znany jest chlorek sodu, czyli t. zw. sól kamienna, będąca połączeniem sodu z chlorem. Z innych związków sodowych, mających szersze zastosowanie praktyczne, zasługują na uwagę przede wszystkim soda, saletra chilijska oraz sól glauberska.

*Potas (Kalium)*—*K*. Jest to metal przypominający pod każdym względem sód. Podobnie jak sód jest on miękki, o pięknym połysku srebrzystym, lżejszy od wody, szybko rdzewiejący na powietrzu. Z jego związków najbardziej znane są saletra potasowa oraz potaż, otrzymywane z popiołu drzewnego. Najważniejszymi związkami potasu są kainit, karnalit oraz sylwin, występujące w wielkich ilościach w stassfurckich złożach solnych, zarówno jak i w złożach kałuskich. Połączenia te stanowią bardzo ważny nawóz mineralny, stosowany na wielką skalę w rolnictwie.

*Wapniowce*. Do wapniowców zaliczamy przede wszystkim wapń i magnez, a z pierwiastków rzadszych beryl, stront, bar oraz rad.

*Wapń (Calcium)* — *Ca*. Jest to metal biały, półtora razy cięższy od wody, szybko rdzewiejący na powietrzu. Związki jego są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie i występują niejednokrotnie w olbrzymich złożach, tworzących całe formacje geologiczne skał wapiennych i dolomitowych. Wiele z tych związków posiada szersze zastosowanie w technice budowlanej, jak np. wapno, cement, gips oraz marmur.

*Magnez (Magnesium)* — *Mg*. Jest to lekki, szary metal, koloru cynku, spalający się gwałtownie na powietrzu z wydzielaniem oślepiającego światła. Związki magnezu występują w przyrodzie w wielkich ilościach. Olbrzymie są zwłaszcza złoża t. zw. dolomitów, tworzące całe łańcuchy górskie. Z innych związków magnezu, sól gorzka występuje w wielkich ilościach w wodach morskich i oceanicznych, jak również w wodach wielu źródeł mineralnych, stosowanych do celów leczniczych.

*Rad (Radium)* — *Ra*. Bardzo rzadki ten pierwiastek został odkryty w końcu ubiegłego stulecia przez naszą rodaczkę Curie-Skłodowską i wyróżnia się swymi szczególnymi własnościami promieniotwórczymi.

*Glinowce.* Do glinowców zaliczają się oprócz glinu i boru liczne rzadkie pierwiastki, jak gal, ind, tal, skand, ytr, lantan yterb i inne.

*Glin (Aluminium) — Al.* Jest on najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem tej grupy. Glin przedstawia metal lekki, niespełna trzy razy cięższy od wody, koloru srebrzysto-białego na świeżych powierzchniach, matowo-szarego na starszych. W ostatnich czasach znalazł on szerokie zastosowanie w technice do wyrobu różnych naczyń i przedmiotów użytku codziennego, zarówno jak do budowy samolotów oraz samochodów. Połączenia glinu z innymi pierwiastkami są bardzo rozpowszechnione w przyrodzie. Najważniejszym z tych połączeń jest glina, znajdująca się w mniejszych lub większych ilościach w każdej glebie. Pewne gatunki tej gliny są używane do wyrobu cegły, dachówek, inne do wyrobów ceramicznych, np. majolikowych, fajansowych oraz porcelanowych. Związek glinu, znany pod nazwą bauksytu, stanowi główny materiał surowy, z którego otrzymujemy fabrycznie glin metaliczny.

*Bor (Borum) — B.* Pierwiastek ten własnościami oraz całym swoim zachowaniem przypomina bardziej metaloidy, aniżeli metale. Okazuje on zwłaszcza duże podobieństwo do krzemu. Związki jego są mało rozpowszechnione w przyrodzie. Najważniejszy z nich — boraks bywa stosowany do lutowania metali. Inny z jego związków, znany pod nazwą kwasu bornego stosuje się w medycynie jako środek antyseptyczny.

#### METALE CIĘŻKIE.

Metale ciężkie można podzielić na 5 grup, a mianowicie na t. zw. miedziowce, kadmowce, chromowce, żelazowce oraz platynowce. Podział ten uwidocznia poniższa tabliczka.

#### Podział metali ciężkich.

##### Metale półszlachetne

##### Metale szlachetne

żelazowce	chromowce	kadmowce	miedziowce	platynowce	
żelazo	chrom	cynk	miedź	ruten	osm
kobalt	molibden	kadm	srebro	rod	iryd
nikiel	wolfram	rtęć	złoto	pallad	platyna
mangan	uran				



*Miedziowce* obejmują 3 pierwiastki szlachetne, a mianowicie: miedź, srebro oraz złoto.

*Miedź (Cuprum) — Cu.* Jest to jedyny metal barwy czerwonej, bardzo odporny na działanie czynników atmosferycznych, stąd też występujący w przyrodzie często w stanie rodzimym, zwłaszcza w wielkich ilościach w Ameryce Północnej, w Chili, Taszkencie oraz na wyspie Cypr, skąd też poszła nazwa łacińska miedzi Cuprum. Ze względu na swą mierną twardość, znakomitą ciągliwość i kowalność oraz zdolność przewodzenia prądu elektrycznego, miedź znalazła szerokie zastosowanie do wyrobu monety zdawkowej, różnych naczyń oraz pokrywania dachów, obecnie zaś stosowana jest szeroko w elektrotechnice oraz do wyrobu różnych stopów.

W przyrodzie miedź występuje nie tylko w stanie rodzimym, ale również w połączeniach z siarką i tlenem, stanowiących główne jej rudy. Ze związków miedzi w życiu codziennym najbardziej znany jest t. zw. siarczan miedzi (koperwas miedziowy), sól krystaliczna, koloru niebieskiego, stosowana w galwanoplastyce.

*Srebro (Argentum) — Ag.* Jest to metal biały, nie zmieniający się na powietrzu, zaliczany dlatego do rzędu szlachetnych. W naturze występuje bądź w stanie rodzimym, bądź też w połączeniach z siarką, arsenem, antymonem, tellurem i rtęcią. Służy do wyrobu przedmiotów zbytku oraz do wyrobu monety brzęczącej, zwłaszcza drobniejszej. Z połączeń srebra najbardziej znany jest t. zw. lapis, stosowany w medycynie oraz chlorek i bromek srebrowy, używane w fotografii do przygotowywania klisz oraz papierów fotograficznych.

*Złoto (Aurum) — Au.* Należy ono do metali najcięższych, a zarazem najbardziej odpornych na działanie czynników atmosferycznych i chemicznych. W naturze występuje niemal wyłącznie w stanie rodzimym. Stosuje się przeważnie do wyrobu monety zasadniczej, będącej miernikiem wartości, a pozatem do wyrobu przedmiotów zbytku.

*Kadmowce* obejmują trzy metale, a mianowicie cynk, kadm oraz rtęć.

*Rtęć (Hydrargyrum) — Hg.* Przedstawia ona jedyny metal ciekły w zwykłych warunkach temperatury. Rtęć jest najcięższą ze znanych nam cieczy, 13,59 razy cięższą od wody. W naturze zdarza się rzadko i występuje tylko w niewielkich ilo-



ściach, bądź jako rtęć rodzima, bądź też w połączeniu z siarką jako t. zw. cynober. Stosuje się przeważnie w technice laboratoryjnej do wyrobu termometrów i barometrów oraz w przemyśle elektrochemicznym. Z połączeń rtęci ogólnie są znane kalomel oraz sublimat, stosowane oddawna w medycynie.

*Cynk (Zincum) — Zn.* Metal ten jest barwy siwo-białej z odcieniem niebieskawym, budowy krystalicznej o połysku silnie metalicznym. W naturze występuje przeważnie w połączeniach z siarką oraz z tlenem, w Europie najobficiej na Śląsku polskim, pozatem w Stanach Zjednoczonych Ameryki Półn. Stosuje się przeważnie do wyrobu blachy cynkowej, służącej do pokrywania dachów.

*Chromowce.* Do chromowców zaliczamy cztery metale, a mianowicie chrom, molibden, wolfram i uran. Najbardziej rozpowszechniony w naturze jest chrom, stosowany do wyrobu specjalnych gatunków stali. Do tego samego celu bywa również stosowany molibden oraz wolfram. Uran cechują własności promieniotwórcze, analogiczne do własności promieniotwórczych radu.

*Żelazowce* obejmują cztery pierwiastki: żelazo, kobalt, nikiel, oraz mangan.

*Żelazo (Ferrum) — Fe.* Żelazo jest to metal barwy szarej — metal najważniejszy i najpożyteczniejszy ze wszystkich. Jego zastosowanie spoilo się najgłębiej ze wszystkimi gałęziami przemysłu oraz wszystkimi potrzebami naszego życia codziennego. To swoje niezmiernie szerokie zastosowanie, zawdzięcza żelazo nietylko temu, że znajduje się w naturze w olbrzymich ilościach, lecz głównie łatwości z jaką przybiera przeróżne własności użyteczne, zależnie od sposobu obrobienia oraz od dodatku niewielkich ilości węgla i pewnych metali. Żelazo występuje w przyrodzie w olbrzymich ilościach, pod postacią połączeń z tlenem, z tlenem i węglem oraz z siarką.

*Kobal (Cobaltum) — Co.* Jest to metal barwy różowo-srebrzystej, znacznie odporniejszy od żelaza. Tlenki jego są używane do barwienia szkła oraz porcelany na kolor niebieski (błękit kobaltowy).

*Nikiel (Niccolum) — Ni.* Nikiel jest metalem barwy srebrzystej, dosyć odpornym na działanie powietrza, stąd też często stosowanym do pokrywania wyrobów żelaznych, celem zabezpieczenia ich od rdzewienia. Nadto używa się go do wyrobu



naczyń kuchennych, monety zdawkowej, a przede wszystkim do przygotowywania stali niklowej.

*Mangan (Manganum) — Mn.* W stanie metalicznym mangan przypomina bardzo żelazo. Jest barwy różowo-szarej, o silnym połysku metalicznym. Jest on bardzo twardy i kruchy, na powietrzu rdzewieje łatwiej aniżeli żelazo. Stosują go na wielką skalę do wyrobu stali manganowej.

*Platynowce.* Zalicza się do nich sześć pierwiastków szlachetnych, mianowicie ruten, rod, pallad, osm, iryd i platynę. Wszystkie one są bardzo odporne na działanie powietrza oraz czynników chemicznych, stąd też występują w przyrodzie, podobnie jak złoto, prawie wyłącznie w stanie rodzimym. Najważniejszym z nich, a zarazem najbardziej rozpowszechnionym jest *platyna — Pt*, stosowana do wyrobu naczyń laboratoryjnych, jak tygli i parowniczek, a pozatem w elektrotechnice.

#### 4. ROZPOWSZECHNIENIE PIERWIASTKÓW NA POWIERZCHNI ZIEMI.

W uzupełnieniu powyższego przeglądu pierwiastków chemicznych przytoczymy poniżej tabelaryczne zestawienie danych liczbowych, wskazujących na ich rozpowszechnienie na powierzchni kuli ziemskiej. Dane te są zaczerpnięte z obliczeń amerykańskiego geo-chemika F. W. Clarke'a, opierających się na wynikach masowych analiz ziemi, skał oraz osadów rzecznych i morskich. Z natury rzeczy są one tylko przybliżone, tem niemniej rzucają jednak jasne światło na rolę oraz znaczenie poszczególnych pierwiastków w zjawiskach i procesach przyrodzonych.

W obliczeniu tem przyjmuje Clarke, iż masa atmosfery jest równa 0,03%, masa hydrosfery 6,58%, masa zaś litosfery do głębokości szesnastu kilometrów wynosi 93,39% całej skorupy ziemskiej.

Jak wynika z powyższego zestawienia, 99,5% całej masy skorupy ziemskiej składa się z dziewiętnastu zaledwie pierwiastków, podczas gdy pozostałych siedemdziesiąt pierwiastków czyni zaledwie 0,5%. Z tych dziewiętnastu pierwiastków tylko osiem występuje w większych stosunkowo ilościach. Dwa metaloidy, tlen i krzem czynią 75,88%, pięć zaś metali lekkich glin, wapń,

magnez, sól i potas oraz jeden metal ciężki — żelazo czynią 21,35%, czyli w sumie 97,23% całej masy skorupy ziemskiej.

Pierwiastki	Skład procentowy			
	powietrza	skorupy ziemskiej	wód oceanicznych	sumaryczny
1. Tlen	23,01	47,17	85,79	49,85
2. Krzem	—	28,00	—	26,03
3. Glin	—	7,84	—	7,28
4. Żelazo	—	4,44	—	4,12
5. Wapń	—	3,42	0,05	3,18
6. Sól	—	2,43	0,14	2,33
7. Potas	—	2,49	0,04	2,33
8. Magnez	—	2,27	0,14	2,11
9. Wodór	—	0,23	10,67	0,92
10. Tytan	—	0,44	—	0,41
11. Chlor	—	0,06	2,07	0,20
12. Węgiel	0,01	0,19	0,002	0,19
13. Fosfor	—	0,11	—	0,10
14. Siarka	—	0,11	0,09	0,10
15. Fluor	—	0,10	—	0,10
16. Bar	—	0,09	—	0,09
17. Mangan	—	0,08	—	0,08
18. Stront	—	0,03	—	0,03
19. Azot	75,68	—	—	0,03
20. Brom	—	—	0,08	—
21. Argon	1,30	—	—	—
22. Pozostałe	—	0,50	0,928	0,52
	100%	100%	100%	100%

Dane powyższe dotyczą jedynie składu powierzchniowej warstwy skorupy ziemskiej, której przeciętna gęstość wynosi 2,7.



Jak wiadomo, przeciętna gęstość całej kuli ziemskiej wynosi według nowszych pomiarów 5,57, z czego wynika, że przeciętny jej skład chemiczny winien być różny od składu jej powierzchni, czyli innymi słowy jądro ziemi winno się składać z metali ciężkich. Opierając się na danych, dotyczących składu chemicznego meteorytów oraz na danych dotyczących całokształtu fizycznego zachowania się globu ziemskiego, przyjmuje się obecnie, że kula ziemska składa się z wewnętrznego jądra o promieniu 5000 km, wytworzonego przez żelazo niklowe oraz z otaczającej to jądro zewnętrznej skorupy żuźlowej, grubej na 1500 km i złożonej z przeróżnych krzemianów oraz żelaza.

Mając to na względzie, możemy twierdzić, że przeważna część masy kuli ziemskiej została wytworzona zaledwie z ośmiu pierwiastków, wchodzących w jej skład w następującym porządku, odpowiadającym ich względnym ilościom: z żelaza, tlenu, krzemu, magnezu, glinu, wapnia, sodu i potasu. Z pierwiastków tych sześć: tlen, krzem, glin, wapń, potas i sód tworzą wierzchnią skorupę, cztery: tlen, krzem, magnez i żelazo warstwę przejściową, a prawdopodobnie żelazo tylko — jądro środkowe.

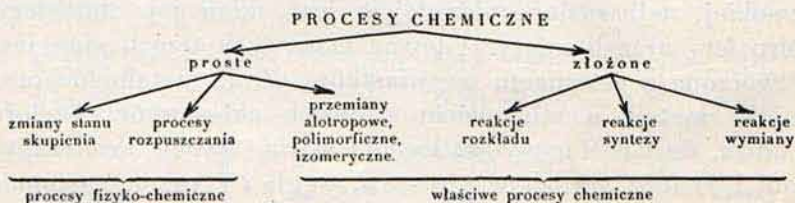
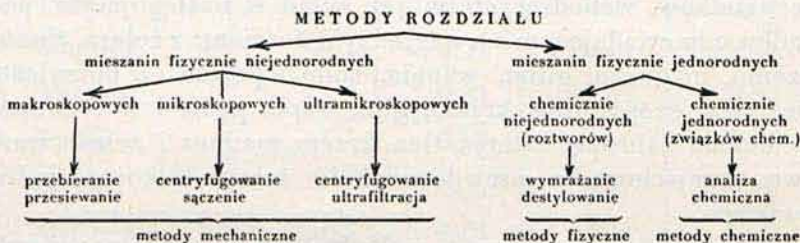
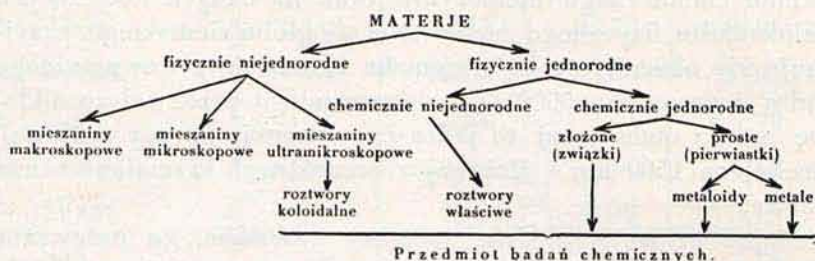
Dla procesów chemicznych, zachodzących na powierzchni kuli ziemskiej, najbardziej miarodajny jest skład jej atmosfery, hydrosfery oraz litosfery. Główna masa tych trzech sfer jest wytworzona z czternastu pierwiastków, ośmiu metaloidów oraz sześciu metali, a mianowicie z dwóch chlorowców, wodoru i chloru, dwóch tlenowców, tlenu i siarki, dwóch azotowców, azotu i fosforu, dwóch węglowców, węgla i krzemu, następnie z pięciu metali lekkich, a mianowicie dwóch potasowców, potasu i sodu, dwóch wapniowców, wapnia i magnezu, jednego glinowca, glinu oraz jednego metalu ciężkiego, żelaza.

Tym czternastu pierwiastkom poświęcimy więcej czasu i miejsca w naszych wykładach, omawiając pozostałe bardziej powierzchownie.

## 5. RZUT OKA WSTECZ.

Zanim przystąpimy do bardziej wyczerpującego omówienia poszczególnych pierwiastków oraz ich związków, wypada nam dokonać krótkiego przeglądu najważniejszych wyników dotychczasowego wstępu ogólnego. Przegląd ten uczyni-

my pod postacią zestawień tabelarycznych, uwidaczniających w sposób schematyczny podział materij przyrodzonych oraz metod stosowanych do ich rozdziału, a następnie podział procesów chemicznych, uwzględniający ich stronę materjalną i energetyczną.



#### CHARAKTER ENERGETYCZNY PROCESÓW CHEMICZNYCH



#### PRAWA OGÓLNE:

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| I. Prawo zachowania materji.  | III. Prawo przeciwdziałania.          |
| II. Prawo zachowania energii. | IV. Prawo stałych stosunków wagowych. |