

## METALE.

Metale tworzą grupę pierwiastków, nierównie liczniejszą od metaloidów. Odnaczają się blaskiem sobie właściwym, który nazywamy metalicznym; są dobrymi przewodnikami ciepła i elektryczności; ich związki niższe z kwasorodem zwykle są zasadowe, to jest: mogą się łączyć z kwasami i wydają sole. Własności te dosyć dobrze odróżniają metale od metaloidów; wszelako między obu działami niema ścisłej granicy.

1. Charaktery fizyczne metalów są rozmaite; nie można o nich w ogóle ścisłego dać wyobrażenia. Najczęściej mają kolor biały z rozmaitemi odcieniami. Najbielszém jest srebro; po niém idzie cyna, kadmium, platyna i t. d. Bismut jest czerwonawy, złoto żółte, tytan i miedź czerwone i t. d.

Metale są w ogólności nieprzezroczyste w stanie stałym i ciekłym. Blaszka srebra najcieńsza nie przepuszcza ani jednego promienia światła; blaszka zaś złota 20 razy grubsza, przeciw światłu trzymana, okazuje się zieloną; przepuszcza więc promienie tego koloru. Od téj doskonałej nieprzezroczystości zależy blask metalom właściwy, ponieważ promienie światła

zupełniej niż inne ciała od powierzchni swojej odbijają. Największy blask posiada platyna, po niej stal, srebro, merkuryusz, złoto, miedź, cyna, ołów.

Metale posiadają dosyć znaczną c. g. Pomiedzy dawniej znanymi, najlżejszy był przynajmniej 6 razy cięższy od wody; dla tego c. g. uważano za własność odznaczającą metale od innych pierwiastków; lecz to odróżnienie straciło na wartości, gdy odkryto potasium i sodium lżejsze od wody, i inne metale, które niewiele jęj ciężar przewyższają.

Platyna jest najcięższą, potassium najlżejsze; między temi ostatecznościami, mieszczą się wszystkie inne metale.

Tablica c. g. główniejszych metalów.

Platyna walcowana	22,069
ciągnięta . . . . .	21,041
kuta . . . . .	20,336
Złoto kute . . . . .	19,361
topione . . . . .	19,258
Irydium . . . . .	18,680
Tungsten . . . . .	17,600
Merkuryusz . . . . .	13,548
Palladium . . . . .	11,300
Rodium . . . . .	10,649
Ołów topiony . . . . .	10,352
Srebro topione . . . . .	10,474
Osmium . . . . .	10,000
Bizmut topiony . . . . .	9,822
Miedź w drnatach . . . . .	8,878
Miedź topiona . . . . .	8,788
Molybden . . . . .	8,611

Kadmium. . . . .	8,604
Nikiel topiony . . . . .	8,279
Kobalt topiony . . . . .	7,811
Żelazo w sztabach . . . . .	7,788
Żelazo topione . . . . .	7,207
Cyna topiona . . . . .	7,291
Zynk topiony . . . . .	6,861
Manganec . . . . .	7,500
Chrom . . . . .	5,900
Tytan . . . . .	5,300
Sodium. . . . .	0,972
Potassium . . . . .	0,865

2. Wszystkie metale mogą krystalizować, lecz otrzymanie form dobrze wykształconych bywa połączone z wieloma trudnościami. Często znajdujemy w naturze kryształy rodzime złota, srebra, miedzi i t. d.; Zwykle ich formy są: oktaeder, sześcián i inne należące do szeregu jednomiarowego. Sztucznie można otrzymać krystalizacye metalów, zwołna oziębiając ich masy stopione. Tą drogą łatwo krystalizuje bizmut; trudniej otrzymać kryształy ołowiu, cyny i t. d. Niekiedy tworzą się kryształy wśród mass stałych, które długo były wystawione na działanie wysokiéj temperatury, np. wewnątrz brył żelaza użytego do budowy pieców hutniczych. Można także otrzymać wiele metalów w postaci krystalicznej, strącając je powoli z roztworów, szczególniej pod wpływem słabych strumieni elektrycznych. Zanurzając np. w siarczanie miedzi dwie blaszki, zostające w związku z stośem, blaszka przy biegunie ujemnym powleka się kryształkami miedzi, blaszka bieguna dodatniego zwołna się rozpuszcza.

Blaszka cynku w roztworze octanu ołowiu, powleka się świetnymi kryształkami tegoż metalu (drzewo Saturna).

3. Spójność cząstek metalów okazuje się w rozmaitym stopniu i postaci. Niektóre są miękkie np. potassium, sodium, ołów, cyna i t. d. Żelazo posiada wysoki stopień twardości; tytan szkło narzyna.

Niektóre metale pod uderzeniem młota tracą spójność, kruszą się i na proch zamieniają; w innych cząstki mogą zmieniać swoje położenie; dają się więc mechanicznie urabiać w rozmaite postaci.

Własność urabiania się pod młotem nazwiemy *kowalnością* (malléabilité, Schmiedbarkeit). Metale posiadające kowalność uważano za doskonałe; kruche nazywano półmetalami albo kruszcami.

Metale kowalne posiadają *wytrzymałość* (tenacité), to jest, silny stawiają opór działaniom zmierzającym do rozerwania ich cząstek. Własność tę oceniają wielkością ciężarów, które rozrywają dróty jednakowej średnicy i długości, jednym końcem przymocowane, na drugim stopniowo obciążane. Według doświadczeń czynionych, dróty mające 2 millimetry średnicy, pękają pod ciężarem:

żelazny	250	kilogramów
miedziany	137	„
platynowy	125	„
srebrny	85	„
złoty	68	„
zynkowy	50	„
niklowy	48	„
cynowy	16	„
ołowiany	12	„

Wypadki te dla każdego metalu nie zawsze są jednakowe; zależą od czystości i sposobu wyrobienia. Obecność małej ilości materji obcej, wiele zmniejsza wytrzymałość metalów.

Drót zwolna obciążany, przedłuża się stosunkowo do wielkości ciężarów zawieszonych, i powraca do pierwiastkowej długości; lecz przechodząc pewną granicę napięcia, zatrzymuje przedłużenie nabyte, chociaż potem zmniejszono ciężary. Nazywamy to *przekroczeniem granicy sprężystości normalnej*.

Największy ciężar, który to działanie sprawia, jest o wiele mniejszy od ciężaru potrzebnego do rozerwania; jednak w konstrukcyach nie należy drótów tyle obciążać; ponieważ ciągłym działaniem takiego napięcia, po jakimś czasie mogłyby się zerwać pod ładunkami daleko słabszemi, jakieby w początku łatwo znosiły.

Metale kowalne i wytrzymałe mają właściwą *ciągliwość* (ductilité), dają się spłaszczać na blaszki i wyciągać na dróty. Blachy wybijają pod młotem, albo przepuszczają metal między walcami, dopóki nie dojdzie cienkości żądanej. Niektóre metalle mogą być wyciągane na zimno, inne potrzebują ogrzewania. W tém gwałtowném gnieceniu i płaszczeniu na blachy, zachodzi widoczna zmiana własności fizycznych, mianowicie ciągliwości; metal staje się twardszym i kruchym; w przedłużoném walcowaniu, kuciu i wyciąganiu na dróty, niezawodnieby pękał; dlatego potrzeba go wygrzewać do czerwoności, ażeby cząsteczki w powolném stygnięciu odzyskały położenie normalne i metal do pierwiastkowej ciągliwości powrócił. Złoto jest naj-

ciąglejsze ze wszystkich metalów; wiadomo że można otrzymać blaszki mające  $\frac{1}{10,000}$  milimetra grubości; po niem idą: srebro, miedź, cyna, platyna, ołów, cynk, żelazo, nikiel.

Odmienne są kółej metallów co do własności wyciągania się na dróty; ponieważ oprócz ciągłości muszą posiadać odpowiednią wytrzymałość, ażeby się nie rwały w przeciąganiu przez otwory platy stalowej, *filière* zwanój.

Tu także złoto okazuje się najciąglejszém, następnie: srebro, platyna, żelazo, nikiel, miedź, cynk, cyna, ołów.

Dróty dochodzące pewnej średnicy, nie wytrzymując napięcia w przeciąganiu, nie mogą być doprowadzone do nadzwyczajnej cienkości. Jednak można wyrobić drót platynowy cienki jak pajęczyna, używając następującego sposobu. W kierunku osi wałka srebrnego wierci się otwór 1—2 milim. średnicy, i w nim umieszcza równie gruby drót platynowy; w cienkim drócie srebrnym, z takiego wałka wyrobionym, znajduje się drót platynowy nierównie cieńszy, który po rozpuszczeniu srebra w słabym kw. saletrzanym, pozostaje nienaruszony.

4. Wszystkie metale mogą być stopione, lecz do tego potrzeba różnych stopni ciepła. Merkuryusz jest ciekły w temp. zwyczajnej, krzepnie w  $-39^{\circ}$ ; żelazo i platyna są nietopliwe w ogniu zwykłych pieców naszych; dopiero w ognisku wielkich szkieł palących i w płomieniu wodoru przez kwasoród podsycanym, mogą być stopione. Pomiedzy temi granicami leżą sto-

pnie topliwości innych metalów, jak następująca tablica wskazuje.

Merkuryusz	topi się w	— 39°
Potassium	+	58
Sodium	+	90
Cyna	+	220
Bismut	+	246
Ołów	+	312
Kadmium	+	360
Zynk	+	370
Srebro	+	1022
Miedź	+	1092
Złoto	+	1102
Surowiec szary	+	1587
Stal między surowcem i żelazem		
Manganek między surowcem i żelazem		
Nikiel w tymże stopniu		
Żelazo kute	topi się w	+ 2118°
Palladium	}	Prawie nietopliwe, tylko się zlepiają w najmocniejszym ogniu kuźniczym.
Molybden		
Uran		
Tungsten		
Chrom		
Tytan	}	Topią się w płomieniu mieszaniny piórunkującej.
Cerium		
Osmium		
Irydium		
Rodjum		
Platyna		

Według doświadczeń *Frémy*, metale przed stopieniem odmiękają; w tym stanie cząstki ich mogą się spajać, lecz stopień ciepła, w którym to następuje, u wielu jest bliskim istotnego stopienia; dlatego własność ta nie ma zastosowania u metali łatwo-topliwych. W żelazie i w platynie obadwa stany są od siebie odległe, i ich odmiękanie w ogniu jest nadzwyczaj ważnym przymiotem. Wiadomo, że z niego korzystają przy wyrabianiu platyny kulęj; że kawałki żelaza ogniem białości odmiękczone, przez mechaniczne naciski ściśle się łączą i jednostajną masę tworzą. Przymiot ten nazywamy *spajalnością* (*Schweissbarkeit*); bez niej platyna i żelazo, tyle użyteczne w towarzystwie, nie miałyby dzisiejszej wartości.

5. Niektóre metale, np. merkuryusz, cynk, kadmiem, potassium, sodium, i t. d. są lotne, mogą być odpędzone (destylowane); inne wytrzymują wysokie stopnie ciepła bez straty; zawsze jednak, ruch powietrza lub innych gazów nad metalem stopionym, mniej lub więcej jego ulotnienie ułatwia.

6. Starożytni znali niewielką liczbę metali: złoto, srebro, miedź, merkuryusz, żelazo, cynę, ołów. W wieku XVI, około 1576 r. *Agricola* odróżnił bizmut, *Paracelsus* wspomina o cynku; *Brandt* o kobaltcie. W r. 1741 *Wood* przywiózł do Europy platynę. W tym samym wieku odkryto nikiel (*Cronstedt* 1751), mangan (*Gahn* i *Scheele* 1774), wolfram (*Scheele* i *d'Elhujart* 1781), molybden (*Scheele* 1778), uran (*Klaproth* 1789), tytan (*Gregor* 1791) chrom (*Vauquelin* 1797).

W wieku XIX odkryto tantal (*Hatchett* 1801 i *Eckeberg* 1802), palladium, rodium (*Wollaston* 1803), irydium, osmium (*Tennant* 1803), cerium (*Berzelius* i *Hisinger* 1803).

Najważniejsze jest odkrycie *Davy'ego* (w 1807), że potaż, soda, baryta, stronecyana, wapno, uważane za ciała pojedyncze, są związkami metalów z kwasorodem. Od téj chwili nauka szybkim postąpiła krokiem. W nowszych nam współczesnych czasach, odkryto: kadmium (*Roloff, Herman, Stromeyer* r. 1818), litium (*Arfwedson* 1817); aluminium, yttrium i berylium w stanie metalicznym, otrzymał *Wöhler* 1828 r. — Później r. 1829 *Berzelius* odkrył thorium; *Bussy* r. 1829 otrzymał magnezium, *Sefström* odkrył nanadium, roku 1830. *Mosander* r. 1839 oddzielił lantan i dydim. — Pellopium, niobium, ruthenium, norium, ilmenium i t. d. są najnowszemi odkryciami.

## ZWIĄZKI METALÓW.

Metale tworzą wiele związków; łączą się między sobą i prawie ze wszystkimi metaloidami.

Połączenia metalów z metalami tworzą *aliaże*, *spize* i *bronzy*; związki ich z merkuryszem odróżniają nazwiskiem *amalgamatów*.

### Aliaże.

7. Prawie wszystkie metale handlowe, zawierają mniej więcej znaczne domieszania innych; jednak takie

tylko massy metaliczne nazywamy aliażami, w których własności jednego metalu zostały widocznie przez drugi zmienione, jak np. w srebrze nowolnym, w mosiądzu i t. d. Ten wzajemny ich wpływ służy do tworzenia niejako nowych metalów, które własnościami swymi więcej odpowiadają potrzebom przemysłu, niż metale pojedynczo używane. Miedź np. jest kowalna, łatwo się pod młotem urabia, lecz nie ma dostatecznej twardości; przez stopienie z  $\frac{1}{3}$  cynku, twardość jej o wiele się podnosi bez straty kowalności; nabywa przytém koloru złota, mniej łatwo śniedzieje i ma daleko liczniejsze zastosowania. Mosiądz tym sposobem otrzymany, trudno się obrabia, przylega do narzędzi; lecz tę wadę usuwa dodanie 2—3% cyny lub ołowiu.

8. Metale mogą być stopione we wszystkich stosunkach; wszelako nie można wątpić, że się łączą w ilościach stałych i oznaczonych. Aliaże naturalne mają skład ściśle atomistyczny; jeżeli zaś sztuczne na pozór odstępują od ogólnego prawa związków, to ztąd pochodzi, że utworzone związki chemiczne rozpuszczają się w jednym lub drugim metalu, którego nadmiar trudno oddalić. W niektórych przypadkach można to osiągnąć, gdy się związek chemiczny oddziela w kryształach.

9. Aliaże po stopieniu nagle ostudzone, tworzą masę jednorodną; w powolnym stygnięciu rozdzielają się na związki oznaczone, które niekiedy wydzielają się w kryształach. To dążenie jest powodem, że bronz na działa używany, okazuje się w massie swojej niejednorodnym.

Takie wydzielenie związków oznaczonych może na-

stąpić, gdy aliaz długo jest wystawiony na temperaturę wysoką, lecz do stopienia go niewystarczającą. W aliazach łatwo topliwych można je dostrzedz za pomocą termometru. Zanurzając kulkę termometru w cieple stopionej cieplem wyższém od punktu jój topliwości, dostrzegamy naprzód, że w czasie jój stygnięcia termometr szybko, lecz coraz wolniéj opada; ponieważ prędkość stygnięcia ciał w powietrzu jest proporcjonalną do różnicy ich temperatury i środka, który je otacza. Dochodząc do  $225^{\circ}$ , termometr nagle się wstrzymuje i stosownie do masy użytego metalu, staje w mierze przez czas niejaki, potém nagle opada. Fenomena te ztąd pochodzą: W chwili krzepnięcia metalu termometr się wstrzymuje; ponieważ ciepło w przejściu do stanu stałego wywiązane nagradza straty, które metal ponosi przez promieniowanie i zetknięcie z powietrzem mniej ogrzaném. Po zupełném skrzepnięciu metal stygnąć zaczyna. Podobnie zachowują się wszystkie ciała, których skład nie ulega zmianie w czasie powolnego stygnięcia. Lecz w aliazach złożonych łatwo topliwych, do tego rodzaju doświadczeń najdogodniejszych, dostrzegamy kilka peryodów takich przystanków termometrycznych, odpowiadających wydzielaniu i tężeniu aliazów w stosunkach oznaczonych. Po oddzieleniu się jednego lub kilku takich związków, materya przybiera stan sypki i dopiero wtenczas tężeje, gdy krzepnie aliaz, który w stanie ciekłym pozostawał.

Jeżeli metale połączone wiele się różnią w topliwości, aliaz może być rozłożony przez powolne ogrzanie do pewnego stopnia ciepła; ponieważ metal łatwo to-

pliwą odpływa, gdy trudnotopliwy zostaje w stanie stałym. Takie rozdzielanie nazwano *odtopieniem* (Saignern, liquation) i służy jako proces hutniczy do rozdzielania miedzi i srebra, za pośrednictwem ołowiu.

9. Aliaże w ogóle mają wejrzenie metalów; zatrzymują blask i nieprzezroczystość im właściwą; są dobrymi przewodnikami ciepła i elektryczności, lecz nabywają nowych przymiotów, których przewidzieć nie można. Ich kolor może być bardzo rozmaity; ciągłość i kowalność zwykle jest mniejsza. — Wszystkie aliaże, mające w składzie swoim metal kruchy, są także kruche; lecz niekiedy własności téj nabywają aliaże z metalów kowalnych złożone. Złoto np. z  $\frac{1}{12}$  ołowiu stopione, daje się łatwo sproszkować.

Twardość w aliazach zwykle jest większa; dlatego do srebra i złota dodają nieco miedzi, ażeby naczyniom z nich wyrobionym więcej trwałości udzielić.

Cieężkość gatunkowa aliazów, rzadko kiedy jest średnio-arytmetyczną cieężkości gatunkowych metalów połączonych, lecz może być większa lub mniejsza. Amalgamat srebra, w merkuryuszu tonie; aliaz 10 cz. potasium z 1 sodium, pływa na oleju skalnym.

10. Aliaże łatwiej się topią niż metale z których są złożone. Potassium i sodium w temp. zwyczajnej stałe, tworzą aliaz w 0° ciekły. Aliaz 1 at. ołowiu z 5 at. cyny topi się w  $+ 194^{\circ}$ , sam zaś ołów topi się w  $+ 335^{\circ}$ , cyna w  $+ 225^{\circ}$ .

Najwidoczniejszą zmianę okazuje platyna, która w zwykłych ogniskach naszych jest nietopliwa; lecz łatwo się topi połączona z cynkiem, ołowiem, miedzią

Aliaż 8 cz. bizmutu, 5 ołowiu, 3 cyny, topi się w parze wody wrzącej.

Z powodu tej własności aliaże służą do *lutowania*, to jest do spajania metalów. W tym celu używają rozmaitych mieszanin, łatwiej topliwych od metalów, które mają być spojone; jednak im mniej się różnią w topliwości, tém twarlszém będzie zlutowanie.

Dla metalów trudno-topliwych, używają aliażu trudno-topliwego (Schlagloth); dla łatwotopliwych, łatwotopliwego (Schnelloth). Ażeby aliaż do lutowania użyty ściśle się połączył z metalami lutowanymi, ich powierzchnie powinny być doskonale czyste; dla tego przy szlaglocie używają boraxu, który rozpuszcza kwasorodek utworzony. Przy metalach łatwotopliwych, żywica przeszkadza ukwasorodnieniu powierzchni (\*).

Niewiele znamy aliażów użytecznych; bliższą o nich wiadomość podamy, przy opisie szczegółowym związków metalicznych.

(\*) Platynę lutują złotem, albo aliażem złota z platyną w ilości przemagającej. Do lutowania złota używają aliażu złota i srebra, albo złota i miedzi; do srebra aliażu srebra z miedzią albo z mosiądzem. — Miedź lutują czystą cyną, mosiądzem, albo aliażem miedzi z cyną; twarde aliaże miedzi, schlaglothem złożonym z 8 — 16 cz. mosiądzu, 1 cz. cynku, albo aliażem 3 cz. cynku, 1 ołowiu. Do delikatnych robót stalowych używają, aliażu złota z wielką ilością miedzi, albo srebra z miedzią. Ołów i cynę lutują aliażem obu, z dodaniem bizmutu, ażeby go uczynić łatwiej topliwym.