

Chemia materiałów budowlanych **Chemistry of building materials**

**dla kierunku budownictwo
cywilne stacjonarne i niestacjonarne
I-go stopnia – inżynierskie**

Prof. dr hab. inż. Sławomir NEFFE

slawomir.neffe@wat.edu.pl

Zakład Radiometrii i Monitoringu Skazań
w Instytucie Chemii WAT

Budynek 55A, pokój 6, tel. 261-83-93-63

INFORMACJA O PRZEDMIOCIE

CHEMIA MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Ogólna liczba godzin: **30**, w tym:

- **10 godziny wykładów,**
- **10 godzin ćwiczeń audytoryjnych**
(5 x 2 godzin w podgrupach),
- **10 godzin ćwiczeń laboratoryjnych**
(1x2 godz. + 2x4 godz. w podgrupach).

Budowa materii. Układ okresowy pierwiastków.

UKŁAD OKRESOWY PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH

										18									
1																		2	
1	H wodor 1,008																	2	He hel 4,003
2	3	4											5	6	7	8	9	10	
	Li lit 6,941	Be beryl 9,012											B bor 10,811	C węgiel 12,011	N azot 14,007	O tlen 15,999	F fluor 18,998	Ne neon 20,18	
3	11	12											13	14	15	16	17	18	
	Na sód 22,99	Mg magnez 24,305											Al glin 26,982	Si krzem 28,085	P fosfor 30,974	S siarka 32,065	Cl chlor 35,453	Ar argon 39,948	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	K potas 39,098	Ca wapń 40,078	Sc skand 44,956	Ti tytan 47,867	V wanad 50,942	Cr chrom 51,996	Mn mangan 54,938	Fe żelazo 55,845	Co kobalt 58,933	Ni nikiel 58,693	Cu miedź 63,546	Zn cynk 65,38	Ga gal 69,723	Ge german 72,63	As arsen 74,922	Se selen 78,96	Br brom 79,904	Kr Krypton 83,798	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	Rb rubid 85,468	Sr stront 87,62	Y itr 88,906	Zr cyrkon 91,224	Nb niob 92,906	Mo molibden 95,96	Tc technet 97,905	Ru ruten 101,07	Rh rod 102,906	Pd pallad 106,42	Ag srebro 107,868	Cd kadm 112,411	In ind 114,818	Sn cyna 118,710	Sb antymon 121,760	Te tellur 127,60	I jod 126,904	Xe ksenon 131,293	
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
	Cs cez 132,906	Ba bar 137,327	La lantan 138,905	Hf hafn 178,49	Ta tantal 180,948	W wolfram 183,84	Re ren 186,207	Os osm 190,23	Ir iryd 192,217	Pt platyna 195,084	Au złoto 196,967	Hg rtęć 200,59	Tl tal 204,383	Pb ołów 207,2	Bi bismut 208,980	Po polon 208,982	At astat 209,987	Rn radon 222,018	
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
	Fr frans 223,020	Ra rad 226,025	Ac aktyń 227,028	Rf rutherford 263	Db dubn 268	Sg seaborg 266	Bh bohr 270	Hs has 277	Mt meitner 278	Ds darmsztadt 281	Rg roentgen 281	Cn kopernik 285	Nh nihonium 286	Fl flerowium 289	Mc moscovium 289	Lv livermorium 292	Ts tennessine 294	Og oganeson 294	

liczba atomowa (liczba porządkowa) — 13
symbol pierwiastka chemicznego — Al
nazwa pierwiastka chemicznego — glin
masa atomowa — 26,982

- metale
- niemetale
- gazy szlachetne

Lantanowce

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce cer 140,116	Pr prazeodym 140,908	Nd neodym 144,242	Pm promet 144,913	Sm samar 150,36	Eu europ 151,964	Gd gadolin 157,25	Tb terb 158,925	Dy dysproz 165,50	Ho holm 164,930	Er erb 167,259	Tm tul 168,934	Yb iterb 173,04	Lu lutet 174,967

Aktynowce

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th tor 232,038	Pa Protaktyn 231,036	U uran 238,029	Np neptun 237,048	Pu pluton 244,064	Am ameryk 243,061	Cm kiur 247,070	Bk berkel 247,070	Cf kaliforn 251,080	Es einstein 252,088	Fm ferm 257,095	Md mendelew 258,098	No nobel 259,101	Lr Lorens 262,110

Budowa materii. Układ okresowy pierwiastków.

Krzem: ${}_{14}\text{Si}$

Pierwiastki są zbudowane z cząstek elementarnych: protonów, neutronów i elektronów.

Proton: ładunek elektryczny +1, masa $1,6726 \times 10^{-24}$ grama.

Neutron: ładunek elektryczny 0, masa $1,6749 \times 10^{-24}$ grama.

Elektron: ładunek elektryczny -1, masa $0,91094 \times 10^{-27}$ grama.

Budowa jądra atomowego

Najważniejsze cząstki elementarne atomu:

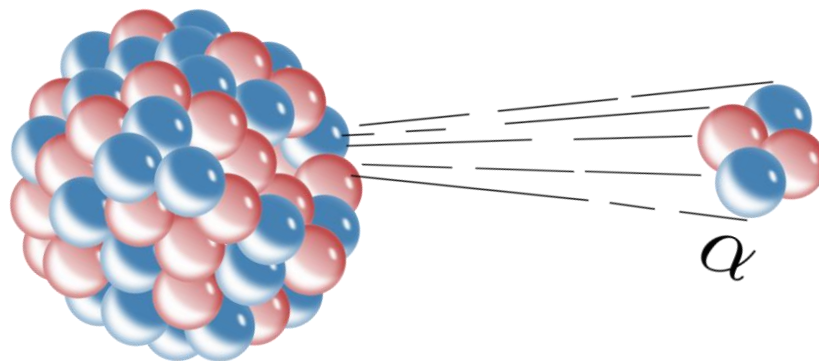
protony, neutrony i elektrony.

Izotopy tego samego pierwiastka to atomy o takiej samej liczbie protonów i różnej liczbie neutronów w jądrze atomowym.

Nuklidy to atomy o określonym składzie jądra atomowego. Każdy izotop danego pierwiastka to odrębny nuklid.

Budowa materii. Układ okresowy pierwiastków.

Otoczająca nas materia to: cząstki elementarne, atomy, cząsteczki, związki chemiczne, związki biologiczne, materiały.



Cząstki elementarne:

Proton: ładunek elektryczny +1,

Neutron: ładunek elektryczny 0,

Elektron: ładunek elektryczny -1,

Pozyton: ładunek elektryczny +1,

Cząstka α: ładunek elektryczny +2,
grama.

i ponad 200 innych cząstek elementarnych.

masa $1,6726 \times 10^{-24}$ grama.

masa $1,6749 \times 10^{-24}$ grama.

masa $0,91094 \times 10^{-27}$ grama.

masa $0,91094 \times 10^{-27}$ grama.

masa ok. $6,990 \times 10^{-24}$

Budowa materii

Pierwiastki chemiczne

- Pierwiastkiem chemicznym nazywamy zbiór atomów o tej samej liczbie protonów w jądrze atomowym atomu.
- Znanych jest 118 różnych pierwiastków chemicznych. Zawierają one w jądrach atomowych od 1 do 118 protonów.
- Na ich powłokach elektronowych występuje od 1 do 118 elektronów.
- Prawo okresowości – Układ Okresowy Pierwiastków
- <https://www.ptable.com/?lang=pl>

Budowa materii

Studenci nie muszą pamiętać fizycznych i chemicznych właściwości pierwiastków chemicznych oraz ich prostych związków. W ramach ćwiczeń i nauki własnej muszą opanować umiejętność znalezienia tych danych na stronie:

<https://www.ptable.com/?lang=pl>

Po dokładnym zapoznaniu się z informacjami zawartymi na tej stronie studenci muszą nauczyć się szybkiego wyszukiwania odpowiednich danych i ich właściwej interpretacji.

Układ okresowy pierwiastków

Związki chemiczne



Kwarc: SiO_2 nazywany też kryształem górskim. Niewielka domieszka jonów żelaza nadaje kryształowi górskiemu kolor fioletowy. Minerale ten nazywa się ametystem.

Chemia materiałów budowlanych

Nauka o substancjach, ich budowie, właściwościach oraz o przemianach i reakcjach chemicznych, które prowadzą do powstania innych substancji.

Chemia dzieli się na działy różniące się zakresem zadań, metodami badawczymi i substancjami, które są przedmiotem ich zainteresowania.

Chemia ogólna, nieorganiczna, organiczna, fizyczna, analityczna, elektrochemia, chemia środowiskowa, geochemia, biochemia, **chemia materiałów budowlanych**, chemia jądrowa, chemia żywności, i inne.

Budowa materii, oddziaływania międzyatomowe i międzycząsteczkowe(1)

Substancje i ich właściwości. Ilościowe relacje w chemii (**masa atomowa, mol i masa molowa**). Podstawowe prawa dotyczące reakcji chemicznych.

Budowa atomu. Struktury elektronowe atomów. Prawo okresowości. Struktura elektronowa powłok walencyjnych a właściwości pierwiastków.

Budowa materii, oddziaływania międzyatomowe i międzycząsteczkowe

Wiązania chemiczne i ich właściwości. Wiązania wewnątrzcząsteczkowe: elektrowalencyjne (jonowe), kowalencyjne (atomowe), koordynacyjne, metaliczne.

Wiązania międzycząsteczkowe. Zależność między strukturą cząsteczek, rodzajem wiązań i właściwościami związków chemicznych.

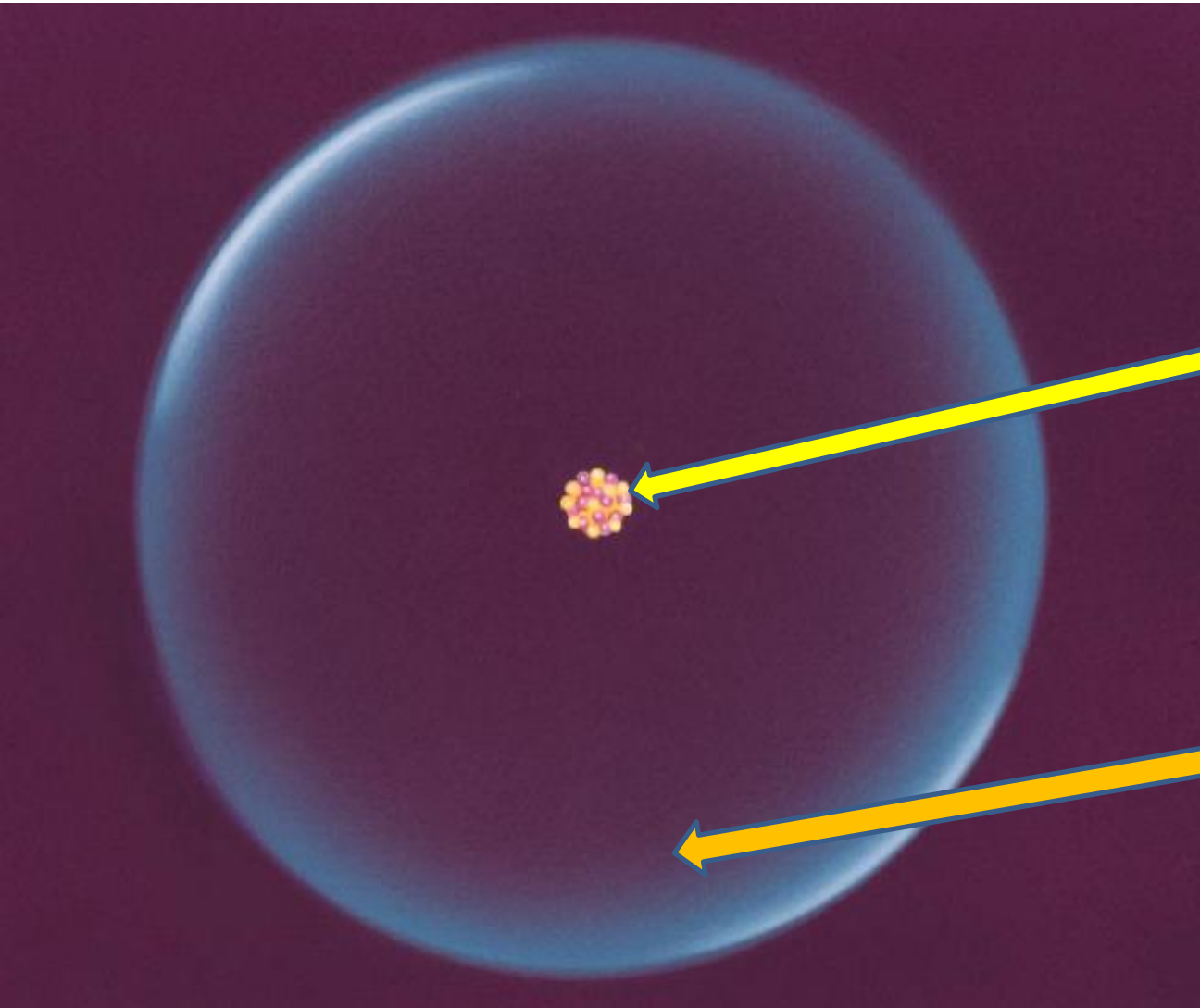
Siły spójności materiałów jednorodnych i niejednorodnych – kohezja i adhezja.

Atomy i ich rozmiary

Budowa atomu.

Wewnątrz atomu znajduje się **jądro atomowe składające się z cząstek elementarnych: protonów i neutronów. Masa atomu skupiona jest w jądrze atomowym.**

Na zewnątrz atomu znajdują się **powłoki i orbitale atomowe, na których znajdują się elektrony.**



Różne substancje chemiczne



Krystaliczny
węglan wapnia
(kalcyt) - **CaCO₃**

Płatki grafitu (**C**)

Metaliczny wapń
(**Ca**) pokryty
cienką warstwą
tlenku wapnia
(**CaO**)

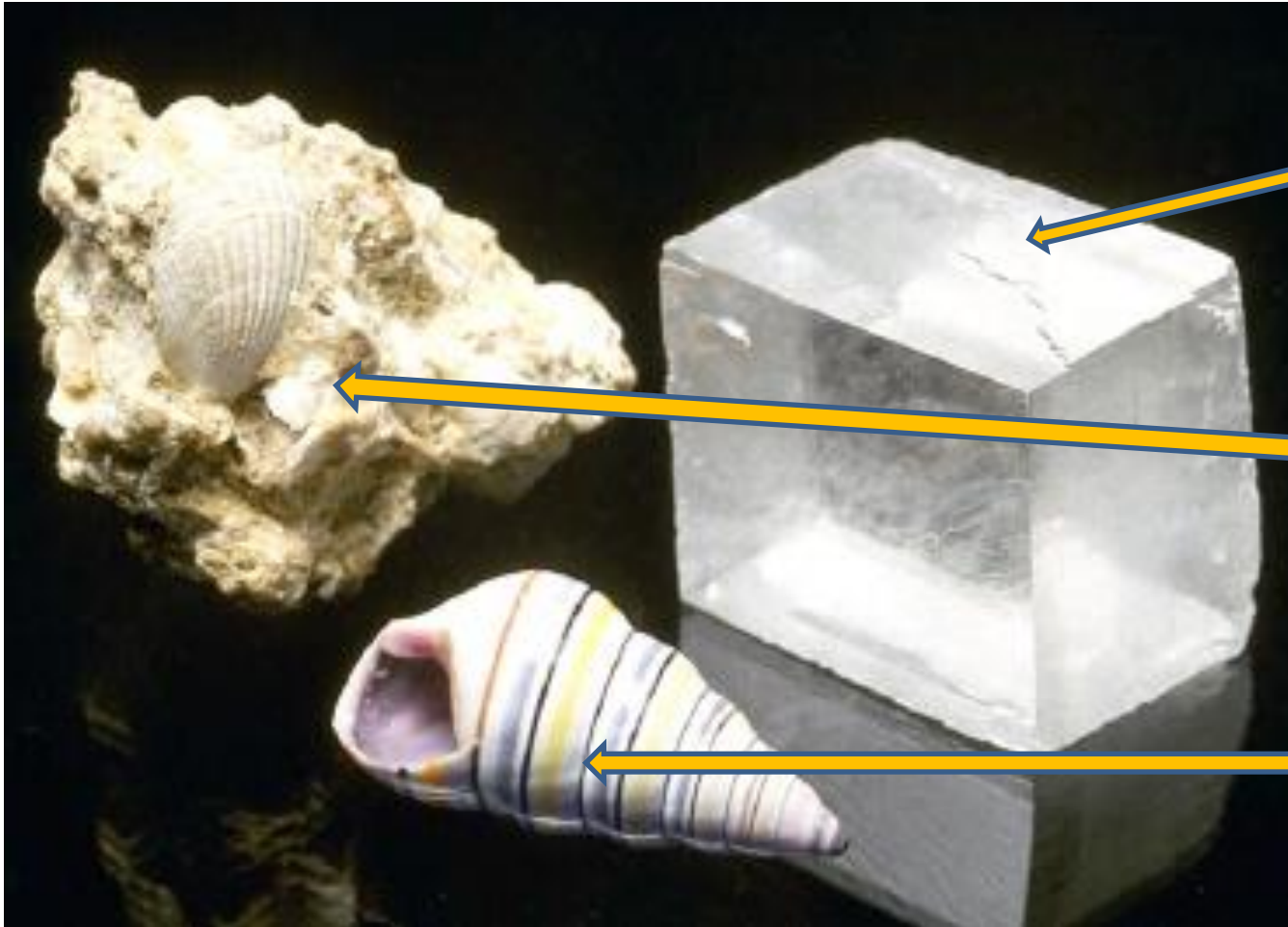
Różne substancje chemiczne

Węglan wapnia

Krystaliczny
węglan wapnia
(kalcyt) - CaCO_3

Kamień
wapienny -
 CaCO_3

Muszelka
zbudowana z
 CaCO_3



Różne substancje chemiczne

Węglan wapnia



Kopalnia
kamienia
wapiennego
- CaCO_3

Widok ogólny typowej cementowni



Reakcje chemiczne - podstawy termodynamiki, kinetyki i statyki chemicznej(1)

Przemiany energii w reakcjach chemicznych.

Prawa termodynamiki i funkcje termodynamiczne. Podstawy termochemii. Ciepła reakcji (spalania, tworzenia, rozpuszczania), wartość opałowa.

Szybkość reakcji chemicznej. Czynniki wpływające na szybkość reakcji chemicznej. Energia aktywacji. Zjawisko katalizy. Mechanizmy reakcji chemicznych.

Reakcje chemiczne - podstawy termodynamiki, kinetyki i statyki chemicznej(2)

Dynamiczny charakter równowagi chemicznej i odwracalność reakcji chemicznych. **Prawo działania mas.**

Wydajność reakcji chemicznych. Zakłócanie stanu równowagi chemicznej, **reguła Le Chateliera i Brauna (reguła przekory).**

Fizykochemia wody, roztwory, reakcje w roztworach

Właściwości wody jako rozpuszczalnika.

Rozpuszczalność substancji. Roztwory i ich stężenia. Elektrolity i dysocjacja elektrolityczna.

Kwasy i zasady. Iloczyn jonowy wody, pojęcia pH i pOH. Reakcje zubożenia, hydrolizy i hydratacji. Amfoteryczność. Twardość wody i metody zmiękczenia wody.

Reakcje utleniania i redukcji. Korozja elektrochemiczna i jej zapobieganie.

Chemia mineralnych materiałów budowlanych (1)

Klasyfikacja i nomenklatura związków nieorganicznych.

Najważniejsze pierwiastki i związki chemiczne stosowane w technice budowlanej.

Chemia wapnia i krzemu.

Spoiwa mineralne: wapno, gips i cementy.

Chemia mineralnych materiałów budowlanych (2)

Cement portlandzki i jego wpływ na właściwości betonu. Chemia procesów twardnienia i wiązania zapraw i spoiw budowlanych.

Ceramika i szkło budowlane.

Starzenie się tworzyw cementowych.

Metale i stopy metali stosowane w budownictwie. **Korozja metali.**

Procesy fizykochemiczne - Termodynamika, elektrochemia i korozja

Ciepło reakcji, ciepło spalania.

Ogniwa galwaniczne i elektrolizery.

**Korozja elektrochemiczna metali. Korozja
materiałów niemetalicznych.**

Chemia organiczna materiałów budowlanych (1)

Węglowodory i ich pochodne:

chlorowcopochodne, alkohole, aldehydy, kwasy organiczne, estry, fenole, aminy, nitrozwiązki.

Chemia organiczna materiałów budowlanych (2)

Związki wielkocząsteczkowe.

Polimeryzacja: polikondensacja i poliaddycja.

Tworzywa sztuczne i ich zastosowanie w technice budowlanej.

Materiały bitumiczne.

Starzenie się tworzyw sztucznych i innych materiałów organicznych.

Człowiek i Środowisko.

Tematy ćwiczeń audytoryjnych

10 godzin = 5x2 godz.

- **Jakościowy i ilościowy opis materii.** Wzory i równania chemiczne. Masy cząsteczkowe związków chemicznych. Ilościowe zależności w chemii. Rodzaje reakcji chemicznych.
- **Roztwory i ich stężenia.** Reakcje w roztworach. Iloczyn jonowy wody. Wartość pH. Iloczyn rozpuszczalności. Reakcje utleniania i redukcji. Obliczenia stechiometryczne.
- **Obliczenia przy sporządzaniu** roztworów i mieszanin stosowanych w budownictwie.
- **Zaliczenie ćwiczeń** (*samodzielne, pisemne rozwiązanie zadań problemowych i rachunkowych*).

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych. Zagadnienia do kolokwium wejściowego na laboratoriach. 10 godz.

Przepisy BHP w laboratorium chemicznym.

Reakcje chemiczne (RCh). Rodzaje RCh. Przebieg RCh, energia aktywacji, szybkość reakcji, równowaga chemiczna. Katalizatory i inhibitory. Prawo działania mas. **Reguła Le Chateliera i Brauna (reguła przekory).**

Metody otrzymywania soli. Reakcje chemiczne w roztworach. Amfoteryczność i hydroliza soli.

Charakterystyczne reakcje kationów i anionów. Reakcja zobojętnienia. Analiza miareczkowa. Iloczyn jonowy wody. Definicje pH i pOH.

Obliczenia wartości pH. Metody określania pH roztworów. Roztwory buforowe. Hydroliza soli.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych. Zagadnienia do kolokwium wejściowego na laboratoriach. 10 godz.

Reakcje utleniania i redukcji. Procesy elektrochemiczne. Szereg napięciowy metali. Ogniwa galwaniczne i akumulatory.

Zjawisko elektrolizy i prawa Faradaya – obliczenia. Elektroliza wodnych roztworów kwasów, zasad i soli.

Korozja elektrochemiczna jej rodzaje i metody ochrony przed korozją.

Zasady realizacji i zaliczenia przedmiotu chemia materiałów budowlanych (1)

- **Wykłady (10 godzin)** stanowią przewodnik dla studentów do samodzielnego studiowania zagadnień podanych w karcie informacyjnej przedmiotu. *Prof. dr hab. inż. Sławomir Neffe*
- W czasie **10 godzin ćwiczeń audytoryjnych** prowadzący zajęcia będą sprawdzali umiejętność rozwiązywania problemów i zadań z chemii oraz stopień opanowania bieżącego materiału. *Mgr inż. Anna Szymańczyk.*
- W czasie **10 godzin laboratorium** studenci pod opieką prowadzącego wykonują **ćwiczenia laboratoryjne**, z przebiegu których opracowują sprawozdanie pisemne. *Mgr inż. Anna Szymańczyk.*

Zasady realizacji i zaliczenia przedmiotu chemia materiałów budowlanych (2)

Przedmiot chemia zaliczany jest na trzy oceny.

1. **Zaliczenie ćwiczeń rachunkowych (audytoryjnych)** stanowi ocena szczegółowa wystawiona na podstawie ocen częściowych z ćwiczeń i sprawdzianu ***pisemnego***.
2. **Zaliczenie laboratoriów** stanowi ocena szczegółowa wystawiona na podstawie ocen częściowych za poszczególne zadania laboratoryjne i ***pisemne sprawozdania***.
3. **Ocena z całości przedmiotu – zaliczenie na ocenę** wystawiana jest na podstawie wyniku ***kolokwium pisemnego z całości obowiązującego materiału***.

Literatura

- **T. Szymura**, Chemia w inżynierii materiałów budowlanych, Wyd. Politechnika Lubelska, Lublin 2012.
- **Czarnecki L., Broniewski T., Henning O.**, Chemia w budownictwie, Arkady, 1995 lub nowsze.
- **Pajdowski L.** Chemia ogólna, PWN 1997 lub nowsze.
- **Sienko M. J., Plane R. A.** Chemia. Podstawy i zastosowania, WNT 1999 lub nowsze.
- **Neffe S.**, red. Chemia, ćwiczenia laboratoryjne, WAT 1989.
- **Burakiewicz-Mortka W., Darlewski W., Neffe S.**, Chemia. Zbiór zadań do ćwiczeń audytoryjnych. WAT 1991.
- **Kurdowski W.**, Chemia materiałów budowlanych, AGH, Kraków 2003
- **Bielański A.**, Podstawy chemii nieorganicznej, t. 1 i 2. PWN, Warszawa 2002
- **Karty charakterystyki substancji i materiałów stosowanych w budownictwie.**
- Oraz inne podręczniki akademickie z chemii ogólnej i fizycznej wydane po roku 1990.

W laboratorium chemicznym stosuje się sprzęt wykonany ze szkła lub tworzyw sztucznych



Typowy sprzęt laboratoryjny:

- zlewka zwykła
- zlewka Erlenmayera
- kolba miarowa
- pipeta jednomiarowa
- biureta
- cylinder miarowy

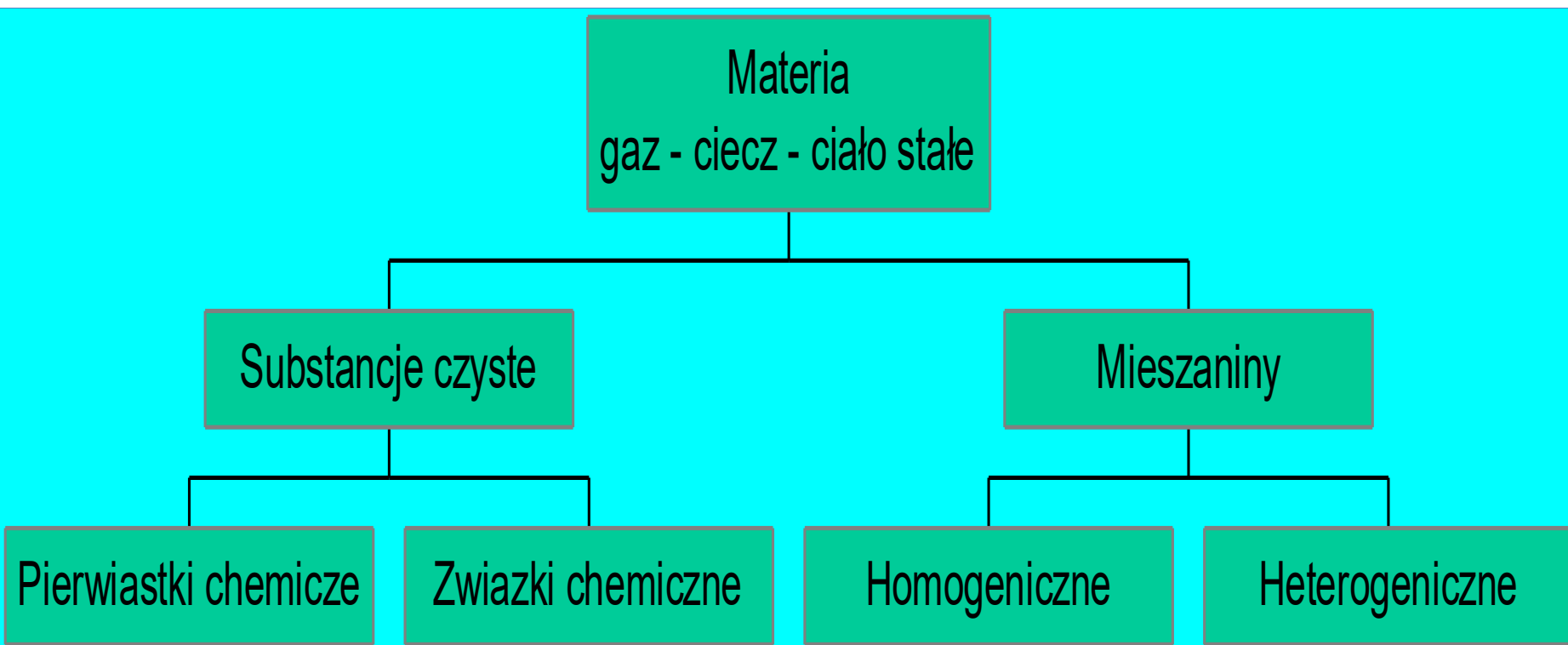
1. Budowa materii, oddziaływania międzyatomowe i międzycząsteczkowe

Substancje i ich właściwości.

Ilościowe relacje w chemii (masa atomowa, mol substancji i masa molowa substancji).

Podstawowe prawa dotyczące reakcji chemicznych.

Substancje i ich właściwości: substancje czyste i mieszaniny



Substancje i ich właściwości



Mieszaniny

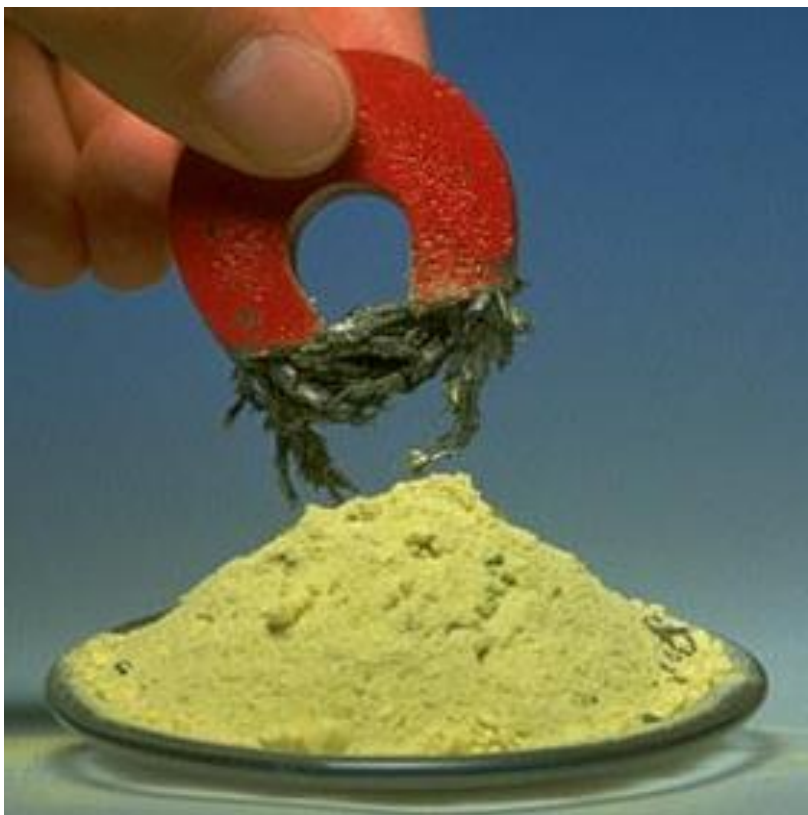
homogeniczne –

np. roztwory
rzeczywiste

heterogeniczne –

np. mieszanina
piasku i węgla

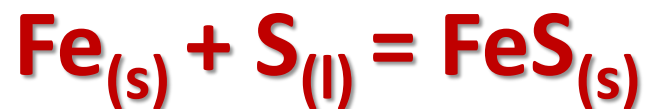
Substancje i ich właściwości



Mieszanina

heterogeniczna –
siarki i żelaza.

Siarka może w pewnych
warunkach (200 °C)
reagować
z żelazem tworząc
siarczek żelaza (II).



Substancje i ich właściwości



Mieszanina

homogeniczna roztwór
rzeczywisty otrzymany
w wyniku całkowitego
rozpuszczenia ciała
stałego w cieczy
(np. w wodzie).

Podział reakcji chemicznych



Ze względu na schemat przemiany:

- *reakcja syntezy: $A + B \rightarrow C$
- *reakcja analizy: $C \rightarrow A + B$
- *reakcja wymiany: $AB + C \rightarrow AC + B$
lub $AB + CD \rightarrow AD + CB$

Ze względu na efekt energetyczny reakcji:

- *reakcje egzoenergetyczne
- *reakcje endoenergetyczne

Ze względu na mechanizm:

- *reakcje kwas-zasada
- *reakcje utlenienia i redukcji
- *reakcje kompleksowania
- *reakcje strącania osadów

Pierwiastek chemiczny

Brom i jod zamknięte w kolbkach stożkowych

Wszystkie atomy bromu mają ładunek jądra atomowego równy +35, natomiast atomy jodu równy +53.



W ujęciu makroskopowym - substancja, której wszystkie atomy mają taki sam ładunek jądra atomowego, czyli taką samą liczbę protonów w jądrze atomowym.

W ujęciu mikroskopowym – atom, charakteryzujący się określoną, stałą liczbą elementarnych ładunków dodatnich – protonów – w jądrze atomowym.

Substancje i ich właściwości

Właściwości fizyczne – cechy substancji, które z wyłączeniem właściwości chemicznych, czyli ujawniających się w reakcjach chemicznych.

Przykładami właściwości fizycznych są: **gęstość; temperatura: topnienia, wrzenia, mięknięcia; opór właściwy; lepkość; moduł sprężystości podłużnej, twardość; współczynnik załamania światła; ciepło właściwe,**

Właściwości fizyczne mogą również dotyczyć cech nie podlegających szczegółowym pomiarom, a tylko jakościowo opisujących substancję w sposób ułatwiający jej identyfikację. Cechami takimi są np. kolor lub zapach substancji.

Wśród właściwościach fizycznych substancji można wyróżnić:

Właściwości intensywne - takie, które nie zależą od wielkości układu (np. temperatura, gęstość, kolor).

Właściwości ekstensywne, które zależą od wielkości układu, a więc nie są cechami charakterystycznymi substancji, lecz konkretnego ciała fizycznego (np. masa, objętość, pojemność cieplna) .

Substancje i ich właściwości

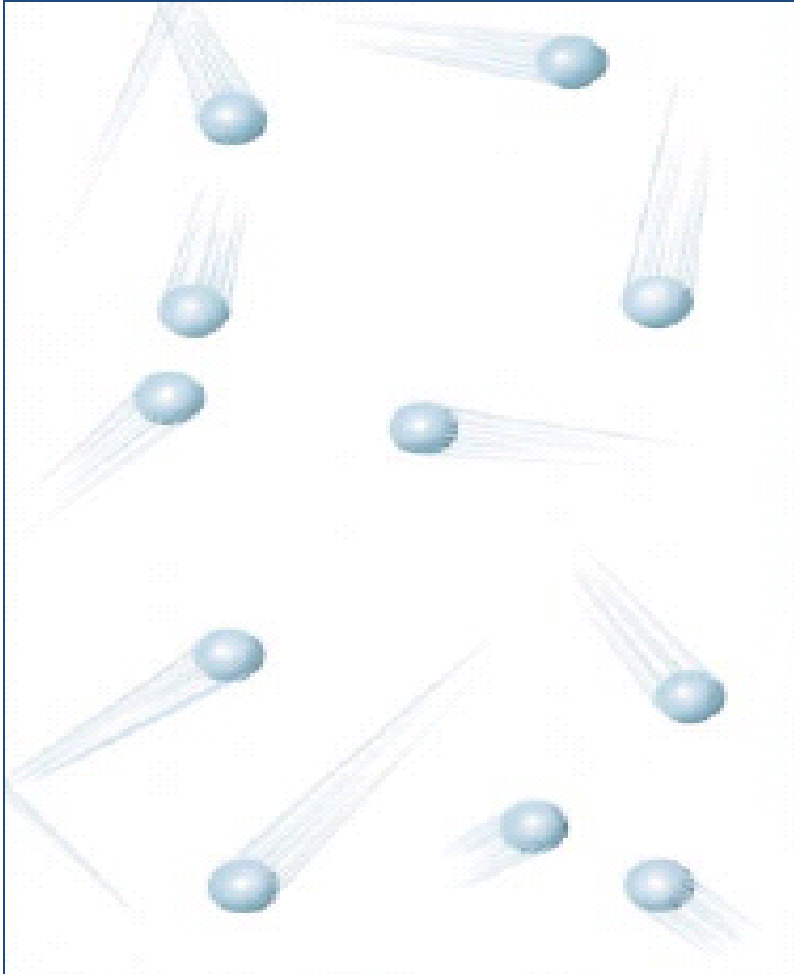
Właściwości chemiczne substancji to takie, które wiążą się z chemicznymi przemianami materii.

Do najczęściej wymienianych właściwości chemicznych należą:

- reakcje z tlenem i powietrzem (reakcje spalania),
- reakcja z wodą,
- reakcje z kwasami,
- reakcje z zasadami,
- przemiany związane z wymianą elektronów i przepływem prądu elektrycznego przez materię.

Stany skupienia materii – gaz

ciśnienie, objętość, temperatura , ilość



Substancje w stanie gazowym nie mają własnego kształtu ani własnej objętości.

Zawsze wypełniają całą przestrzeń naczynia, w którym się znajdują.

Objętość gazów istotnie zależy od temperatury i ciśnienia.

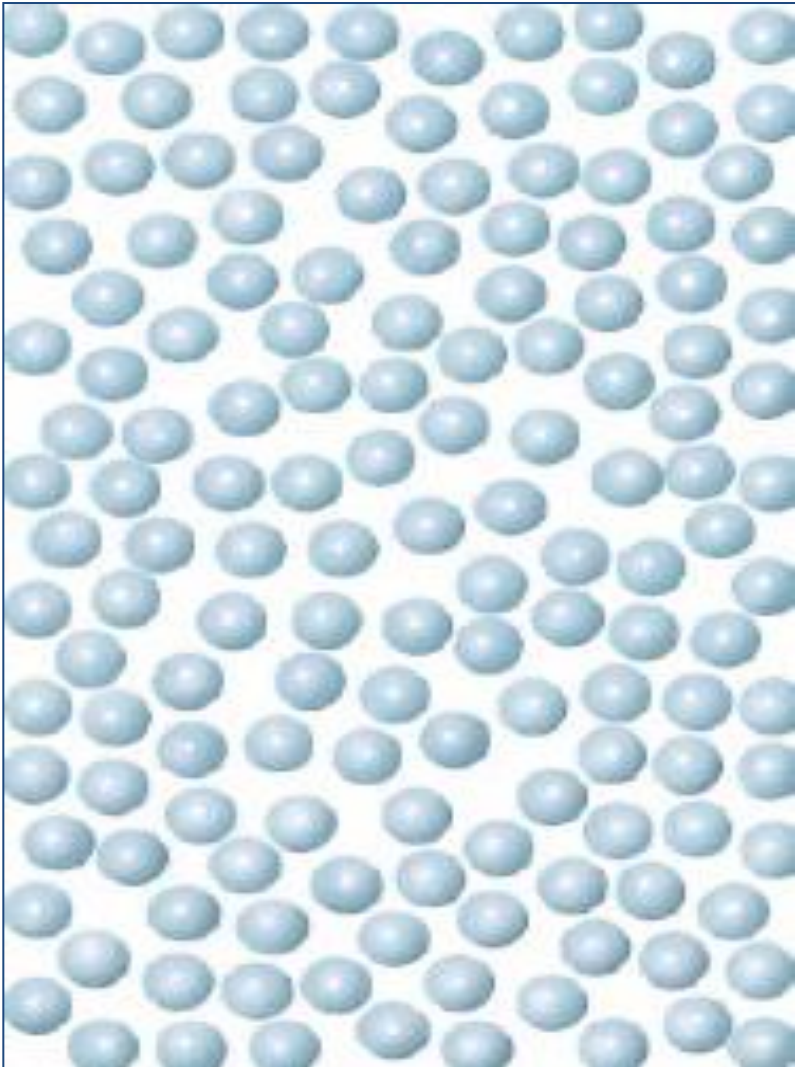
Gazy, podobnie jak ciecze zalicza się do płynów .

$$pV = nRT$$

Równanie Clapeyrona

Stany skupienia materii – ciecz

objętość, ciśnienie, temperatura, lepkość, napięcie powierzchniowe, ilość



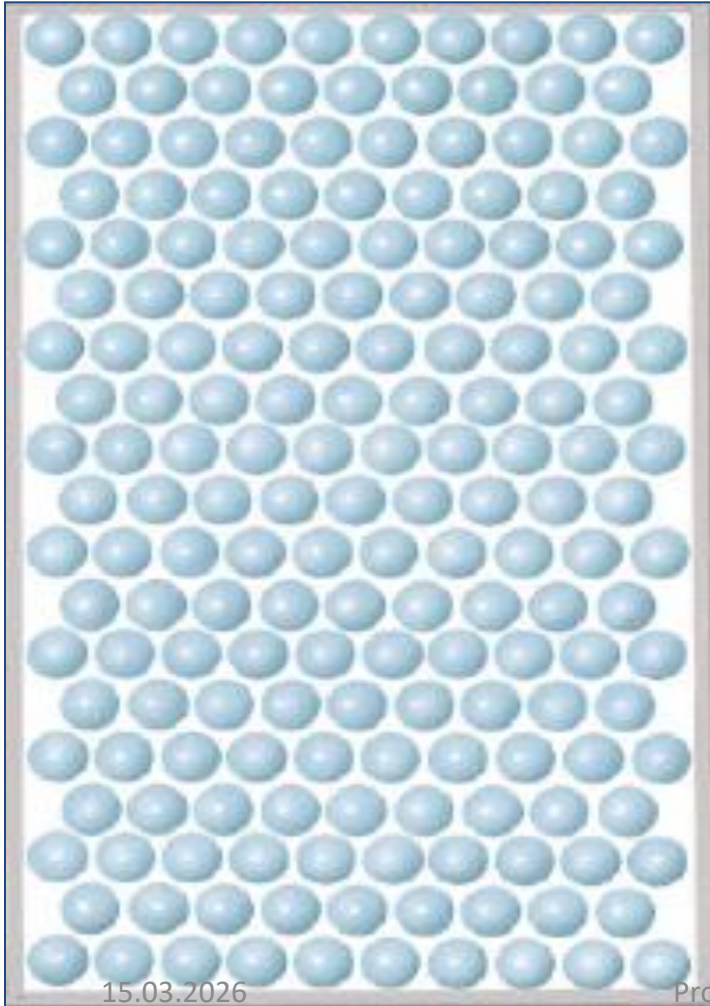
Stan ciekły — charakteryzuje się określoną objętością, natomiast substancja w stanie ciekłym ma niezdefiniowany kształt, który zależy od kształtu naczynia, w którym się znajduje.

Objętość cieczy w niewielkim stopniu zależy od temperatury i ciśnienia.

Ciecze charakteryzują się **lepkością i napięciem powierzchniowym.**

Stany skupienia materii - ciało stałe

objętość, ciśnienie, temperatura, twardość, kowalność, połysk, przewodnictwo elektryczne + ciepłne, budowa krystaliczna, ilość

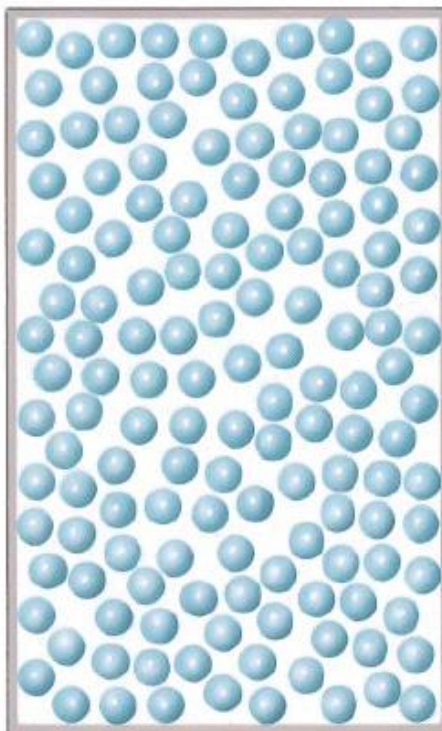


Substancje w stanie stałym – ciała stałe - charakteryzują się określonym kształtem i objętością, które ulegają niewielkim zmianom przy zmianie temperatury i ciśnienia.

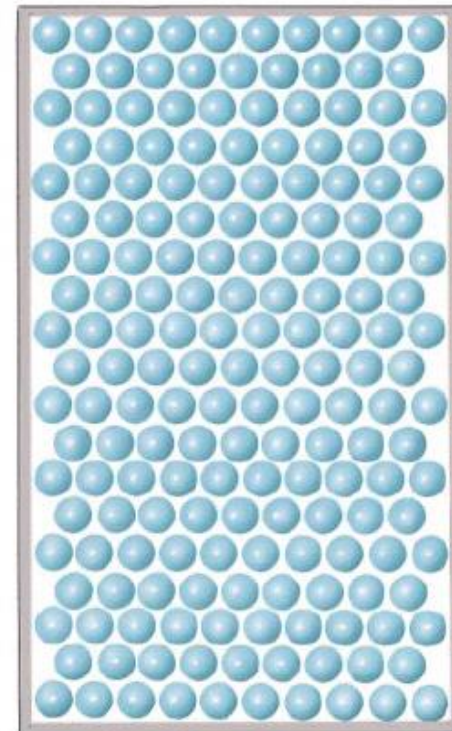
Kinetyczno-molekularna teoria materii



gazowy

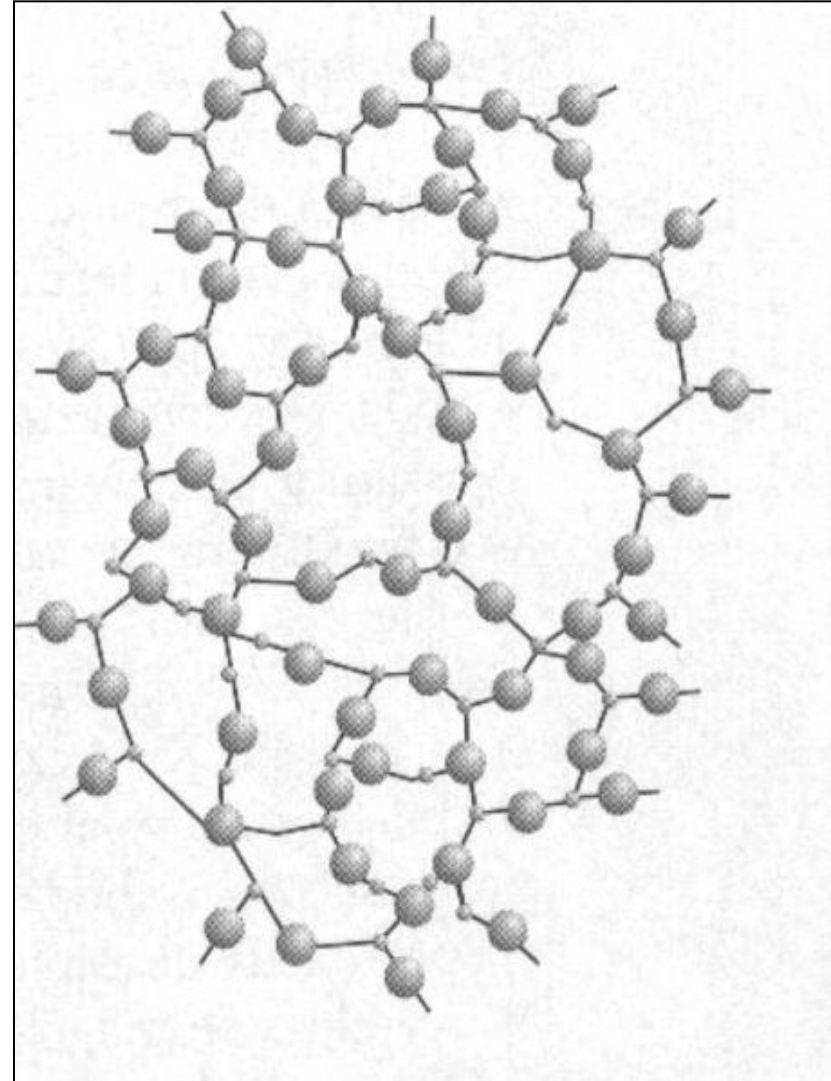
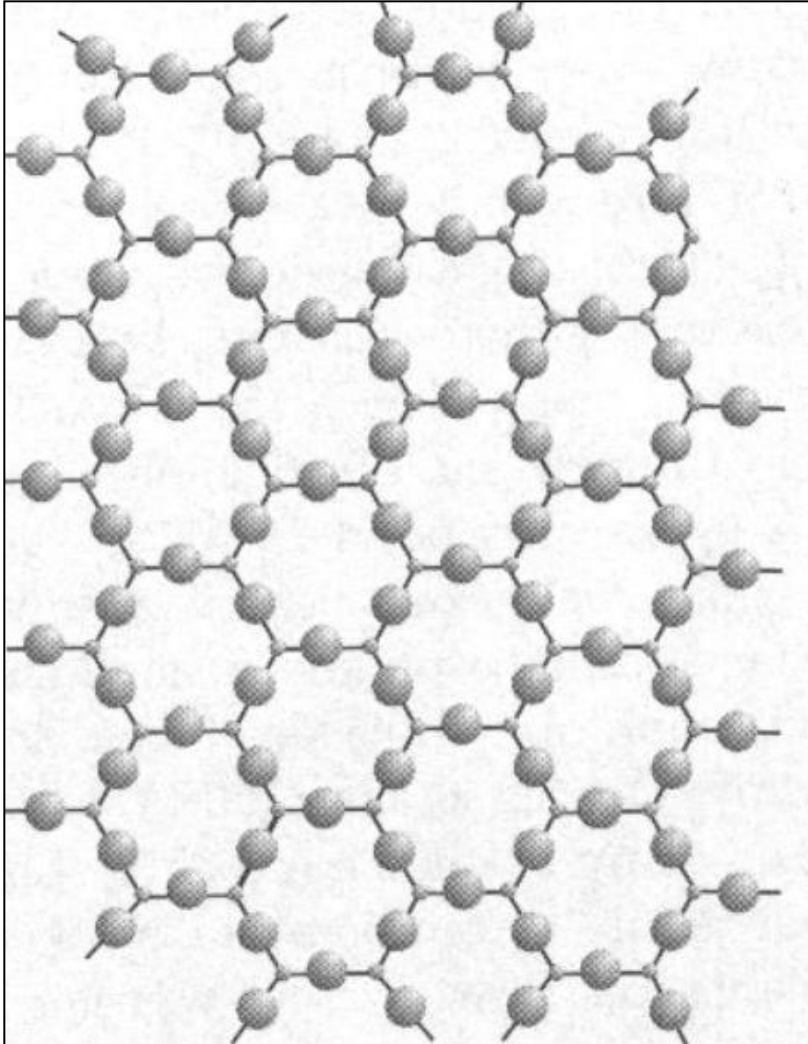


ciekły

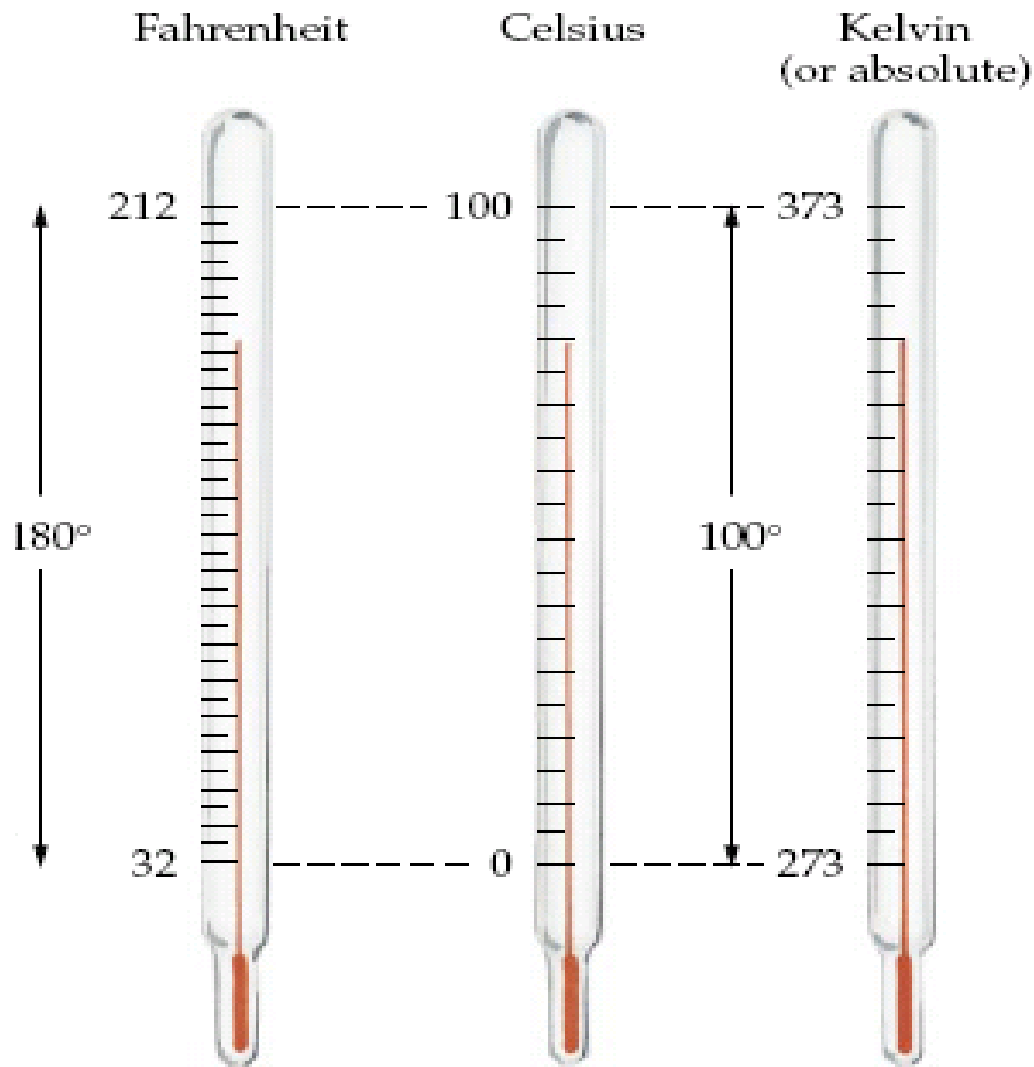


stały

Krzemionka SiO_2 : forma krystaliczna i amorficzna (szklista)



Temperatura (1)



Temperatura jest miarą stanu cieplnego danego ciała.

Jeśli dwa ciała mają tę samą temperaturę, to w bezpośrednim kontakcie nie przekazują sobie ciepła. Gdy temperatura obu ciał jest różna, to następuje przekazywanie ciepła od ciała o wyższej temperaturze do ciała o temperaturze niższej – aż do wyrównania się temperatury obu ciał.

Temperatura (2)

$$T = t + 273,15 \text{ K}$$

$$t_F = \left(\frac{9}{5} \cdot t + 32 \right) ^\circ\text{F}$$

$$t = \frac{5}{9} \cdot (t_F - 32) ^\circ\text{C}$$

Temperaturę można ściśle zdefiniować tylko dla stanów równowagi termodynamicznej, bowiem z termodynamicznego punktu widzenia jest ona wielkością reprezentującą wspólną własność dwóch układów pozostających w równowadze ze sobą.

Temperatura jest związana ze średnią energią kinetyczną ruchu i drgań wszystkich cząsteczek tworzących dany układ i jest miarą tej energii.

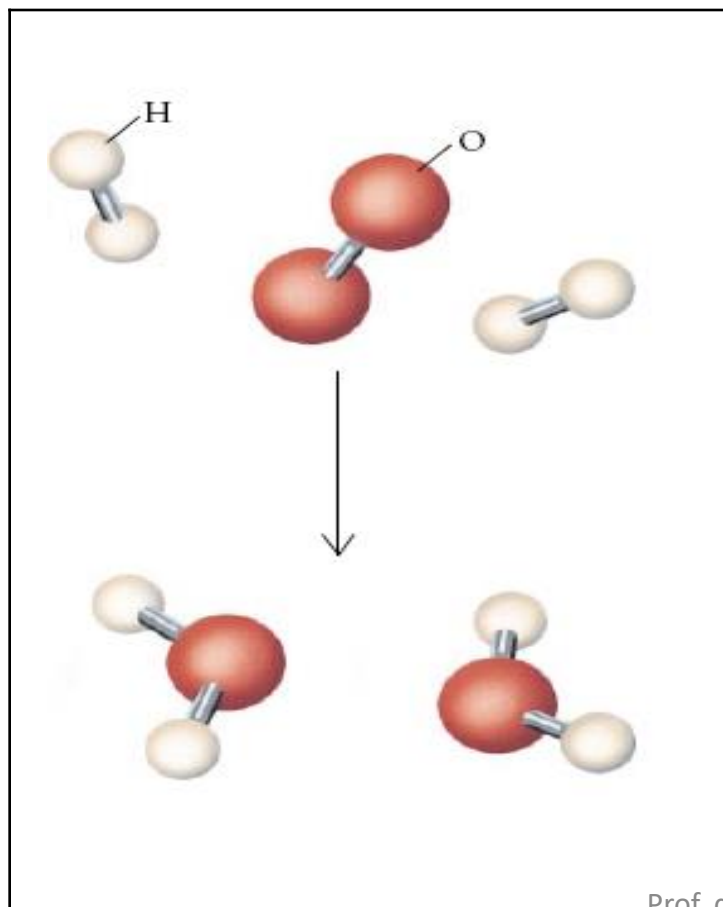
Skala temperatur Kelvina

$$T[K] = \frac{1K}{1^{\circ}C} [t^{\circ}C + 273,15^{\circ}C]$$

Brytyjski naukowiec: fizyk, matematyk i przyrodnik William Thomson, znany jako Lord Kelvin (1824-1907), wprowadził bezwzględną skalę temperatur, która nie przewidywała wartości ujemnych.

Reakcje chemiczne w gazach:

Reakcja chemiczna pomiędzy gazowym wodorem i tlenem



Produktami reakcji wodoru z tlenem jest woda i energia cieplna.

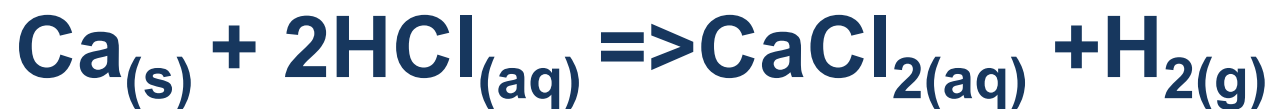
Aby mogła zajść reakcja chemiczna muszą ulec rozerwaniu 2 wiązania pomiędzy atomami wodoru i jedno wiązanie pomiędzy atomami tlenu, a następnie utworzyć się 4 wiązania pomiędzy atomami tlenu i wodoru.

Na poziomie cząsteczkowym ma miejsce przegrupowanie atomów wodoru i tlenu, którego skutkiem jest powstanie dwóch cząsteczek wody.

Reakcje chemiczne na granicy faz

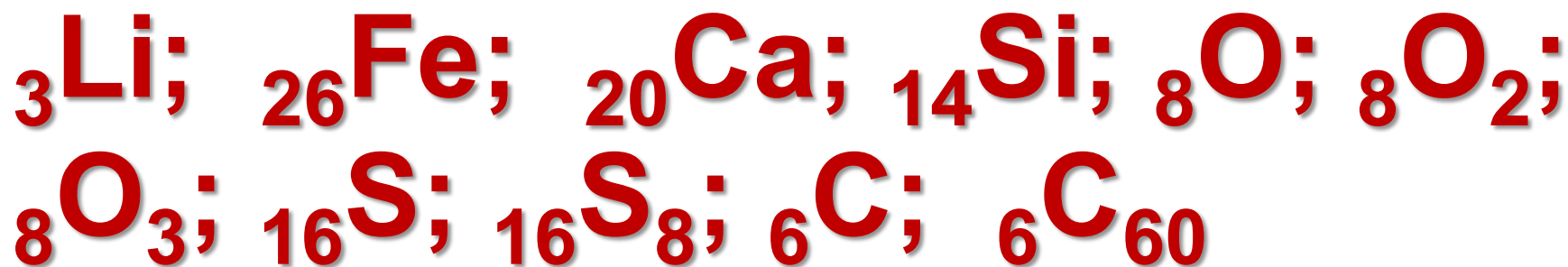


Reakcja chemiczna pomiędzy metalicznym magnezem (Mg) z lewej strony i wapniem (Ca) z prawej strony, a kwasem chlorowodorowym (HCl_{aq})



Pierwiastki chemiczne

Pierwiastek chemiczny jest to zbiór atomów o jednakowej liczbie protonów w jądrze atomowym.



Ilość materii.

Co to jest jednostka masy atomowej?

Za jednostkę masy atomowej przyjęto $1/12$ masy izotopu węgla ^{12}C , wyrażoną symbolem „u” (unit) lub Dalton lub j.m.a.

Wartość masy **1 u** wynosi **$1,6603 \cdot 10^{-24}$ g**

Masa atomowa pierwiastka jest to średnia ważona mas izotopowych naturalnej mieszaniny izotopów tego pierwiastka, wyrażona w jednostkach masy atomowej (u).

Ilość materii.

Co to jest masa cząsteczkowa?

Masa cząsteczkowa jest to masa cząsteczki związku chemicznego, wyrażona w jednostkach masy atomowej **U**.

Masa cząsteczkowa w gramach jest równa liczbowo sumie mas atomów wchodzących w skład cząsteczki, wyrażonej w **U** i pomnożonej przez **$1,6603 \cdot 10^{-24}$ g.**

Co to jest masa molowa?

Masa molowa (M) substancji jest to masa jednego mola cząstek tej substancji (atomów, cząsteczek, jonów, elektronów itp.) wyrażona w gramach.

W ujęciu makroskopowym

Jest to ilość gramów danej substancji liczbowo równa ilości jednostek masy

cząsteczkowej **U** . Jest ona równa liczbowo masie atomowej lub cząsteczkowej danej substancji.

Ilościowe relacje w chemii

(masa atomowa, mol, masa molowa)

Mol substancji jest to ilość substancji, która zawiera dokładnie

$6,02214076 \times 10^{23}$ cząstek (atomów, cząsteczek lub innych indywiduów chemicznych).

Do 2018 r. 1 mol definiowano jako liczbę atomów zawartych w **12 gramach izotopu węgla ^{12}C** .

$$1 \text{ mol} = 6,02214076 \times 10^{23} \text{ atomów/cząstek /mol.}$$

Wymiar: $1/\text{mol}$ (mol^{-1})

w zaokrągleniu $1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23} \text{ 1/mol}$

Podstawowe prawa dotyczące reakcji chemicznych

- **Prawo zachowania masy i energii (materii)**
- **Prawo stałego składu**
- **Prawo stałych proporcji**
- **Prawo wielokrotnych proporcji**

Prawo zachowania masy i prawo stałości składu

Podstawowe prawo rządzące przebiegiem reakcji chemicznych tzw. prawo zachowania masy:

Masa substancji użytych do przeprowadzenia reakcji (substratów) równa się masie substancji powstających w wyniku reakcji (produktów).

Z tego prawa wynika, że suma mas wszystkich reagentów (substratów i produktów) biorących udział (w układzie zamkniętym) w reakcji chemicznej nie ulega zmianie.

Podstawowe prawa reakcji chemicznych

Prawo zachowania masy

mówi, że w układzie zamkniętym sumaryczna masa wszystkich substancji przed reakcją (**substratów**) jest równa sumarycznej masie wszystkich substancji powstałych w wyniku biegu reakcji (**produktów**).

Oznacza to, że całkowita masa substancji uczestniczących w reakcji chemicznej pozostaje stała, czyli suma mas **produktów** i **substratów** reakcji chemicznej nie ulega zmianie w wyniku przebiegu reakcji chemicznych.

Wniosek: w wyniku przebiegu reakcji chemicznej masa nie tworzy się ani nie zanika.

Na przykład w przypadku reakcji spalania węgla:



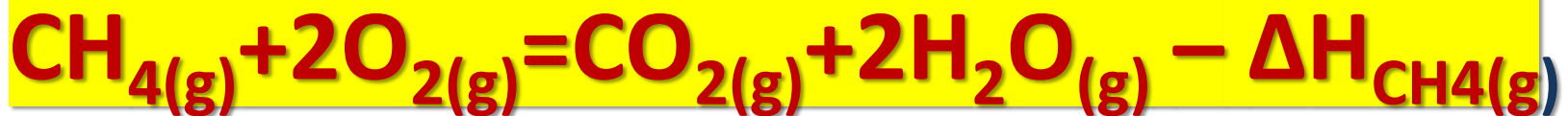
(ΔH_{CO_2} - ciepło – entalpia - reakcji)

Podstawowe prawa dotyczące reakcji chemicznych

Prawo zachowania energii

mówi, że w układzie izolowanym suma wszystkich rodzajów energii układu jest stała w czasie, co oznacza, że energia w takim układzie nie może być ani utworzona ani zniszczona. Mogą jedynie zachodzić przemiany jednych form energii w inne.

Na przykład energia chemiczna może ulec przemianie w energię cieplną, co ma miejsce podczas procesów spalania (np. spalanie metanu w tlenie).



Podstawowe prawa dotyczące reakcji chemicznych

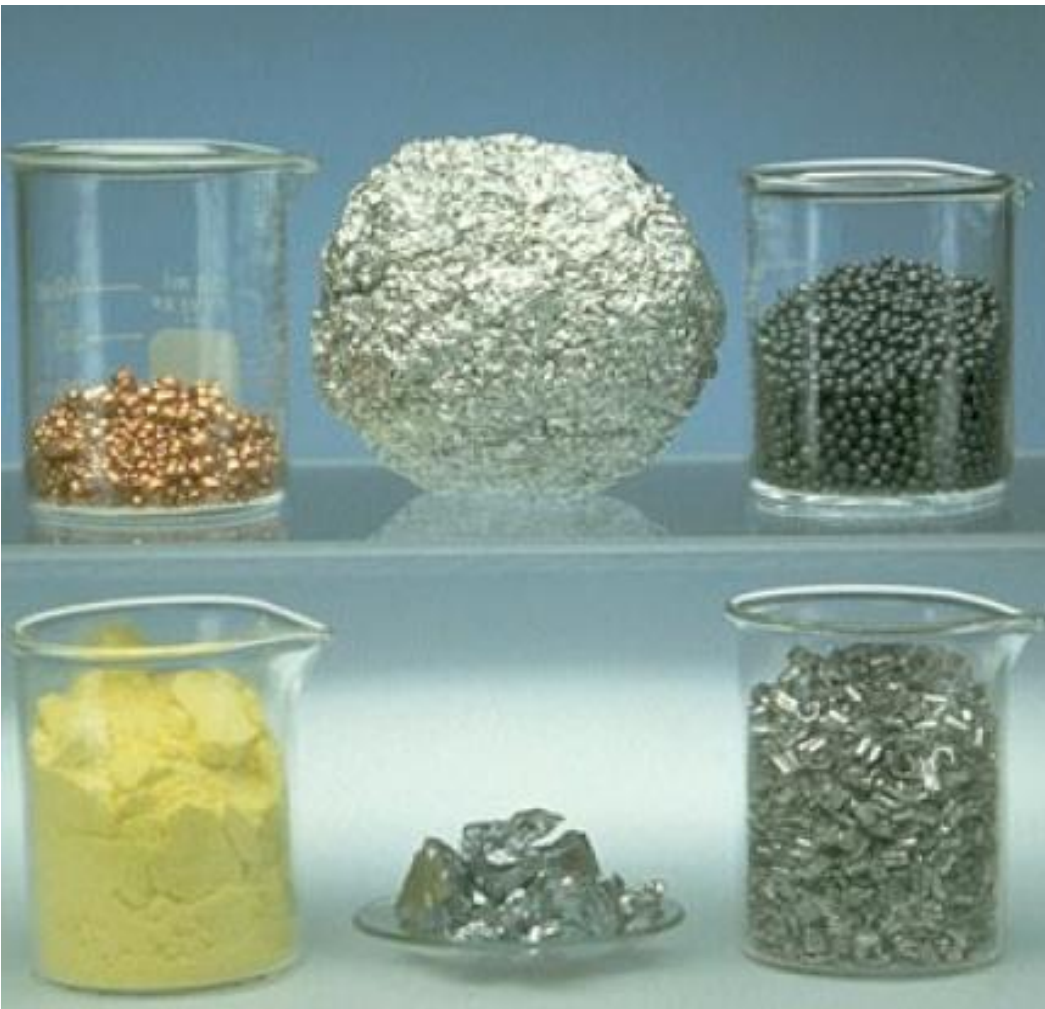
Prawo stałości składu i stałych proporcji

(w związkach chem.) mówi, że każdy związek chemiczny, niezależnie od jego pochodzenia albo metody otrzymywania, ma **stały skład** jakościowy i ilościowy (**Joseph Louis Proust 1799**).

Związki chemiczne spełniające prawo stałości składu nazywamy **daltonidami**.

Istnieje grupa związków chemicznych, które nie zachowują stałego składu ilościowego. Są to związki niestechiometryczne, nazywane **bertolidami**; np.: tlenek żelaza (II) **FeO**, w rzeczywistości ma skład **Fe_{0,95}O**.

1 mol substancji wyrażony w gramach



1 mol różnych substancji:

miedzi, Cu - 63,546 grama

glinu, Al - 26,982 grama;

ołowiu, Pb - 207,2 grama;

siarki, S - 32,066 grama;

chromu, Cr - 52,996 grama

magnezu, Mg - 24,305 grama

Budowa materii

Budowa atomu

- Atom jest zbudowany są z jądra atomu i powłok elektronowych.
- W jądrze atomowym skupiona jest cała masa atomu. Ładunek jądra atomowego jest zawsze dodatni.
- Elektrony w atomie znajdują się na powłokach elektronowych, a ilość elektronów i powłok decyduje o wielkości (objętości) atomów. Ilość elektronów praktycznie nie wpływa na masę atomu.
- W obojętnym atomie liczba elektronów na powłokach elektronowych jest równa liczbie protonów w jądrze atomowym.
- O właściwościach atomu decyduje budowa jądra atomowego i struktura elektronowa powłok walencyjnych.

Budowa atomu wodoru

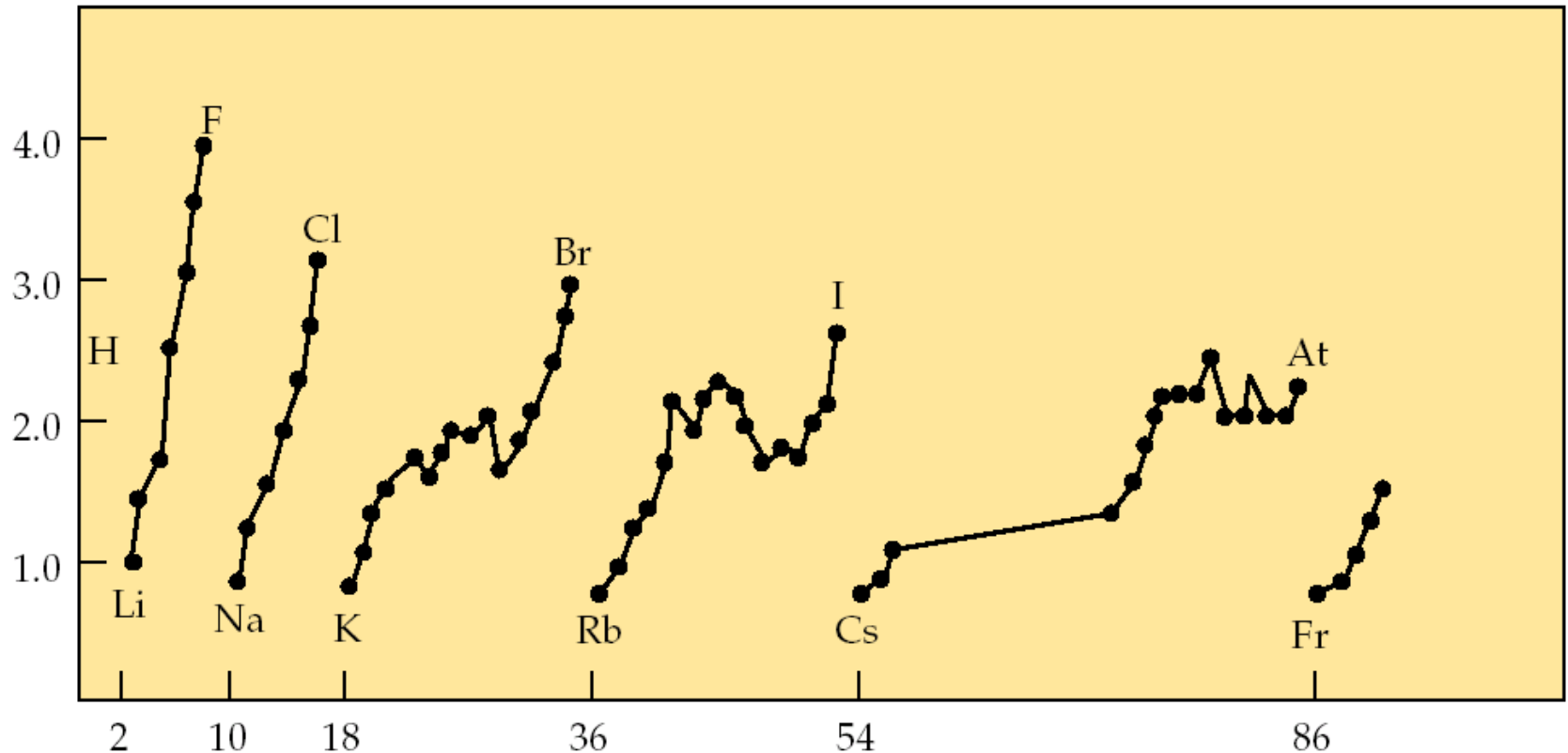
- Atom wodoru składa się z pojedynczego elektronu związanego z jądrem atomowym – protonem siłą elektrostatyczną.
- Średnica jądra atomu wodoru (H) wynosi ok. 10^{-14} m.
- Średnica atomu wodoru (H) wynosi ok. 10^{-10} m.
- Masa protonu = 1836 masy swobodnego elektronu.
- Energia elektronu jest skwantowana.
- Ruch elektronu wokół jądra at. powinien powodować utratę energii przez wypromieniowanie. Skwantowanie energii orbitali powoduje, że energia elektronu nie zmienia się.

Elektroujemność pierwiastków chemicznych

Elektroujemność jest to względna miara zdolności pierwiastków chemicznych do przyciągania elektronów przez atom danego pierwiastka, gdy tworzy on wiązanie z atomem innego pierwiastka.

Jedną z miar elektroujemności jest skala **Linusa Carla Paulinga** (1901-1994), w której najbardziej elektroujemny pierwiastek - fluor- ma elektroujemność **4**, a najmniej elektroujemne pierwiastki - ces i franc - mają elektroujemność **0,7**. W tej skali elektroujemność jest wielkością bezwymiarową.

Elektroujemność pierwiastków chemicznych



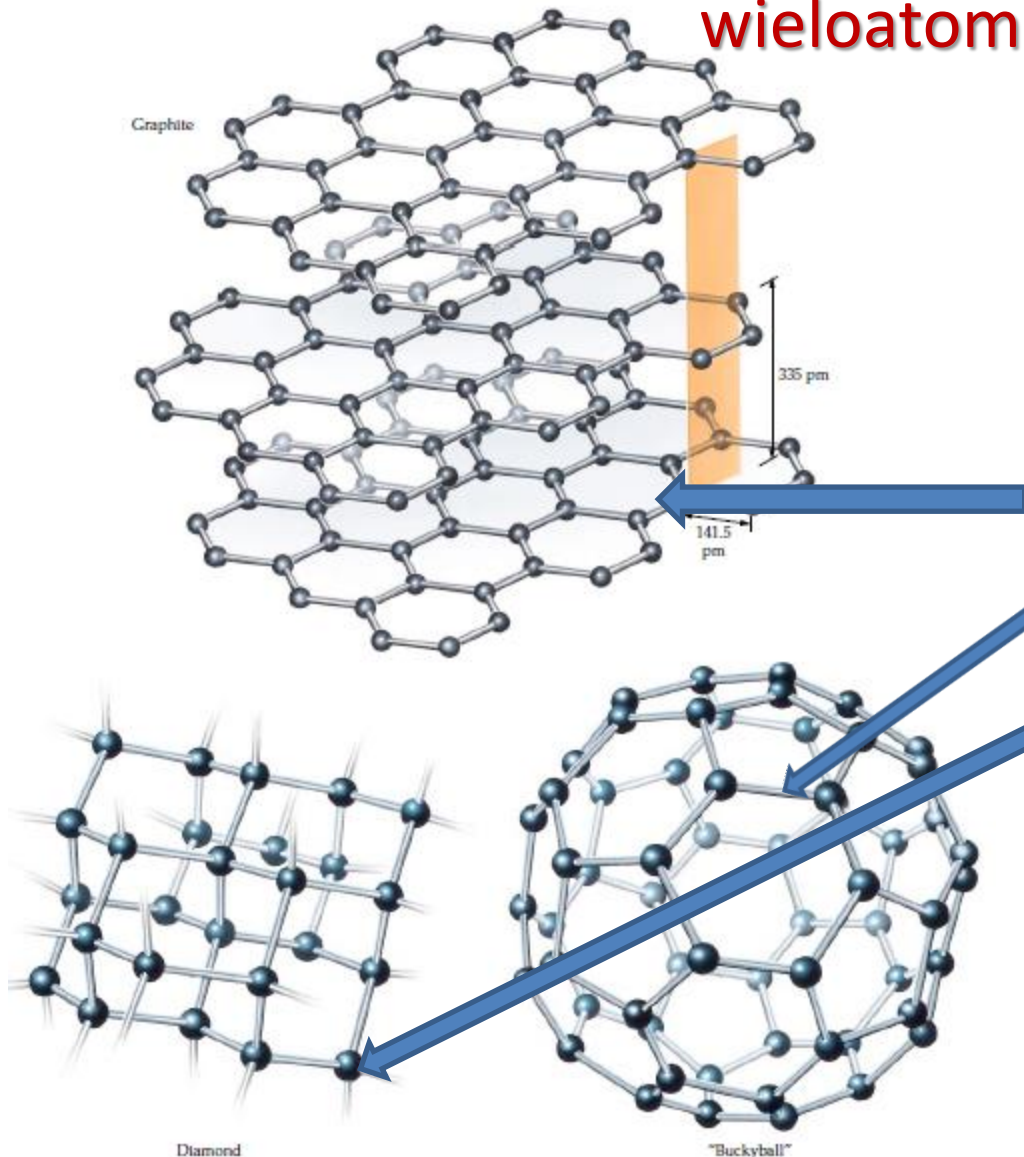
Pierwiastki występujące w postaci cząsteczek wieloatomowych

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac															

Pierwiastki niemetaliczne, które tworzą cząsteczki wieloatomowe formy (odmiany) alotropowe.

Siarka tworzy wiele odmian alotropowych

Pierwiastki występujące w postaci cząsteczek wieloatomowych



Węgiel występuje w postaci kilku odmian alotropowych:
**grafit,
grafen,
fuleren
i diament.**

