

Podstawowe pojęcia chemiczne

- atom
- cząsteczka
- liczba Avogadro
- masa atomowa i cząsteczkowa
- mol i masa molowa
- gramorównoważnik
- stężenie



1

%. skład ludzkiego ciała

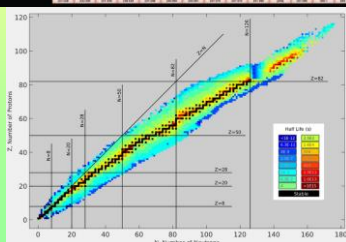
H	O	C	Na	Ca	P	Cl
63%	25,5%	9,5%	1,4%	0,31%	0,22%	0,08%

%. skład skorupy ziemskiej

O	Si	Al	Fe	Ca	Na	K
47%	28%	7,9%	4,5%	3,5%	2,5%	2,5%

118 pierwiastków
92 w postaci naturalnej
Symbol –
1 lub 2 litery – nazwy
łacińskiej/angielskiej

2



3

pierwiastek chemiczny - w opisie makroskopowym substancja, która nie ulega rozkładowi podczas reakcji chemicznych; w opisie mikroskopowym zbiór atomów o takich samych właściwościach.

pierwiastek chemiczny, substancja prosta stanowiąca zbiór atomów o tej samej liczbie atomowej. Atomy danego pierwiastka chemicznego mogą się różnić liczbą neutronów, a zatem i masą jądra.

cząsteczka - najmniejsza porcja związku chemicznego

atom - najmniejsza porcja pierwiastka chemicznego, każdy pierwiastek to zbiór określonych atomów

atomowa jednostka masy - (symbol u) jednostka masy używana do wyrażania mas drobin, na przykład atomów, cząsteczek

4

Atom

Najmniejsza ilość substancji prostej, czyli pierwiastka chemicznego, jaka może uczestniczyć w reakcjach chemicznych.

Liczbę dodatnich ładunków elementarnych (protonów) oraz ładunków ujemnych (elektronów) określa liczba atomowa (LA), zbiór atomów o jednakowej LA stanowi określony pierwiastek chemiczny.

Atomy danego pierwiastka mogą się różnić między sobą liczbą neutronów, a tym samym masą. Liczba, która określa sumę protonów i neutronów (nukleonów) w jądrze atomu nazywa się liczbą masową.



5

cząstki elementarne występujące w atomach

Cząstka	Symbol	Masa[u] j.a.m	Ładunek $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$	Liczba
Proton	p	1,0073u $1,673 \cdot 10^{-24} \text{g}$	+1	Z
Neutron	n	1,0087u $1,675 \cdot 10^{-24} \text{g}$	0	N $N=A-Z$
Elektron	e	0,00055 $9,110 \cdot 10^{-28} \text{g}$	-1	Z

Z = liczba atomowa = ilość protonów lub elektronów w atomie
zapis : ${}_8\text{O}$, ${}_6\text{C}$,

A = liczba masowa

N = liczba neutronów

$$A=N+Z$$

6

• elektron
 • proton
 • neutron
 jądro atomu

Jaki to pierwiastek?

7

Możliwa lokalizacja elektronów

8

Izotopy – atomy mają tę samą liczbę protonów i różną neutronów.

• elektron
 • proton
 • neutron

Jaki to pierwiastek? Ile ma izotopów? Jak nazywają się jego izotopy?

9

¹²₆C Carbon

przykład informacji o pierwiastku

$$\frac{A}{Z}X$$

azot: $\frac{14}{7}N$
 wapń: $\frac{40}{20}Ca$
 węgiel: $\frac{12}{6}C$

⁵⁶₂₆Fe można wyrazić jako Fe-56

10

UKŁAD OKRESOWY PIERWIĄSTKÓW
 uporządkowany zbiór wszystkich znanych pierwiastków

prawo okresowości
 właściwości chemiczne i fizyczne pierwiastków ułożonych według
 wzrastających mas atomowych zmieniają się w sposób okresowy

Dmítrij Mendelejew

tablica Mendelejewa 1871

układ krótki
 grupy główne + poboczne

11

UKŁAD OKRESOWY PIERWIĄSTKÓW CHEMICZNYCH

1	Blok s																Blok d										Blok p										18	
1	1																																					18
2	2																																					18
3	3																																					18
4	4																																					18
5	5																																					18
6	6																																					18
7	7																																					18
8	8																																					18
9	9																																					18
10	10																																					18
11	11																																					18
12	12																																					18
13	13																																					18
14	14																																					18
15	15																																					18
16	16																																					18
17	17																																					18
18	18																																					18
19	19																																					18
20	20																																					18
21	21																																					18
22	22																																					18
23	23																																					18
24	24																																					18
25	25																																					18
26	26																																					18
27	27																																					18
28	28																																					18
29	29																																					18
30	30																																					18
31	31																																					18
32	32																																					18
33	33																																					18
34	34																																					18
35	35																																					18
36	36																																					18
37	37																																					18
38	38																																					18
39	39																																					18
40	40																																					18
41	41																																					18
42	42																																					18
43	43																																					18
44	44																																					18
45	45																																					18
46	46																																					18
47	47																																					18
48	48																																					18
49	49																																					18
50	50																																					18
51	51																																					18
52	52																																					18
53	53																																					18
54	54																																					18
55	55																																					18
56	56																																					18
57	57																																					18
58	58																																					18
59	59																																					18
60	60																																					18
61	61																																					18
62	62																																					18
63	63																																					18
64	64																																					18
65	65																																					18
66	66																																					18
67	67																																					18
68	68																																					18
69	69																																					18
70	70																																					18
71	71																																					18
72	72																																					18
73	73																																					18
74	74																																					18
75	75																																					18
76	76																																					18
77	77																																					18
78	78																																					18
79	79																																					18
80	80																																					18
81	81																																					18
82	82																																					18
83	83																																					18
84	84																																					18
85	85																																					18
86	86																																					18
87	87																																					18
88	88																																					18
89	89																																					18
90	90																																					18
91	91																																					18
92	92																																					18
93	93																																					18
94	94																																					18
95	95																																					18
96	96																																					18
97	97																																					18
98	98																																					18
99	99																																					18
100	100																																					18
101	101																																					18
102	102																																					18
103	103																																					18
104	104																																					18
105	105																																					18
106	106																																					18
107	107																																					18
108	108																																					18
109	109																																					18
110	110																																					18
111	111																																					18
112	112																																					18
113	113																																					18
114	114																																					18
115	115																																					18
116	116																																					18
117	117																																					18
118	118																																					18
119	119																																					18
120	120																																					18
121	121																																					18
122	122																																					18
123	123																																					18
124	124																																					18
125	125																																					18
126	126																																					18
127	127																																					18
128	128																																					18
129	129																																					18
130	130																																					18
131	131																																					18
132	132																																					18
133	133																																					18
134	134																																					18
135	135																																					18
136	136																																					18
137	137																																					18
138	138																																					18
139	139																																					18
140	140																																					18
141	141																																					18
142	142																																					18
143	143																																					18
144	144																																					18
145	145																																					18
146	146																																					18
147	147																																					18
148	148																																					18
149	149																																					18
150	150																																					18
151	151																																					18
152	152																																					18
153	153																																					18
154	154																																					18
155	155																																					18
156	156																																					18
157	157																																					18
158	158																																					18
159	159																																					18
160	160																																					18
161	161																																					18
162	162																																					18
163	163																																					18
164	164																																					18
165	165																																					18
166	166																																					18
167	167																																					18
168	168																																					18
169	169																																					18
170	170																																					18
171	171																																					18
172	172																																					18
173	173																																					18
174	174																																					18
175	175																																					18
176	176																																					18
177	177																																					18
178	178																																					18
179	179																																					18
180	180																																					18
181	181																																					18
182	182																																					18
183	183																																					18
184	184																																					18
185	185																																					18
186	186																																					18
187	187																																					18
188	188																																					18
189	189																																					18
190	190																																					18
191	191																																					18
192	192																																					18
193	193																																					18

Liczba Avogadro

Wielkość ta podaje liczbę cząsteczek lub atomów zawartych w jednym molu substancji.

$$N = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$



19

Masa atomowa i cząsteczkowa

Jest to masa jednego atomu lub cząsteczki.

Rozróżniamy masę atomową (cząsteczkową) bezwzględną, wyrażoną w jednostkach wagowych (np. gramach) oraz masę atomową (cząsteczkową) względną wyrażającą stosunek bezwzględnej masy atomu (cząsteczki) do masy określonego wzorca.

Przyjętym wzorcem jest 1/12 masy atomu izotopu węgla ^{12}C (jednostka masy atomowej - oznaczana j.m.a lub u - $1,6605 \cdot 10^{-24}\text{g}$), a względną masę atomową wyrażamy liczbą bezwymiarową.



20

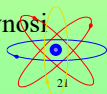
Mol

Jednostka miary liczności materii, która zawiera liczbę cząstek (atomów, cząsteczek, jonów, elektronów lub innych) równą liczbie atomów zawartych w masie 0,012 kg czystego nuklidu ^{12}C .

W przypadku gazów mol każdego gazu, pod jednakowym ciśnieniem i w jednakowej temperaturze, zajmuje taką samą objętość.

W warunkach normalnych ($t=273,15\text{ K}$;
 $p= 1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$) objętość ta wynosi

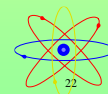
$$22,415 \text{ dm}^3$$



21

Masa molowa

Masa jednego mola danych cząstek materii wyrażona w $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ równa liczbowo względnej masie atomowej lub cząsteczkowej.



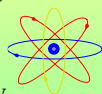
22

Gramorównoważnik

Ilość gramów substancji równoważna przyjętemu wzorcowi.

W przypadku reakcji typu kwas-zasada, gramorównoważnik stanowi liczbę gramów substancji oddającą lub przyłączającą 1 mol jonów wodoru (lub jonów wodorotlenowych)

W reakcjach redukcji-utleniania (redoks) gramorównoważnik obejmuje liczbę gramów substancji odpowiadającą 1/n mola tej substancji, gdzie „n” jest liczbą elektronów oddawanych lub przyłączanych przez tę substancję



23

23

ZASADY NAZEWNICTWA ZWIĄZKÓW NIEORGANICZNYCH

nazwy pierwiastków

nazwy tlenków

nazwy wodorotlenków, kwasów i soli

wzory sumaryczne i strukturalne

substancje nieorganiczne ogólnie dzielimy na następujące grupy:

pierwiastki,
tlenki, wodorki,
wodorotlenki,
kwasy
sole

24

24

pierwiastki

pierwiastki o charakterze czysto **metalicznym** w grupach 1-13 układu okresowego

tworzenie jonów dodatnich – Me^{x+}

pierwiastki o charakterze **niemetalicznym** należą do nich gazy szlachetne, fluorowce, tlenowce, część azotowców i tlenowców

tworzenie jonów ujemnych – X⁻

wyróżnia się również pierwiastki **półmetaliczne** w środkowej części układu okresowego np. bor, krzem, german, arsen,

25

25

tlenki

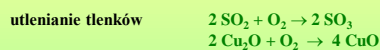
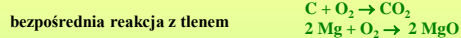
CuO tlenek miedzi(II)

SO₃ tlenek siarki(VI) lub trójtlenek siarki

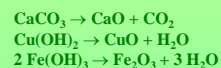
połączenia różnych pierwiastków z tlenem



metody otrzymywania



termiczny rozkład soli lub wodorotlenków

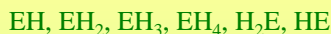


26

26

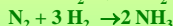
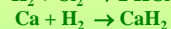
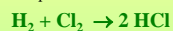
wodorki

dwuskładnikowe związki pierwiastków z wodorem



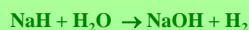
otrzymywanie wodorków

w bezpośredniej reakcji pierwiastka z wodorem np.



podział wodorków

wodorki metali

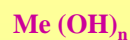


wodorki niemetalu CH₄, NH₃ (amoniak)

27

27

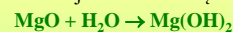
wodorotlenki



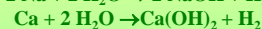
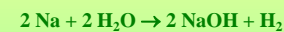
otrzymywanie

wodorotlenki litowców i berylowców otrzymuje się 2 metodami:

1. reakcja tlenku z wodą



2. reakcja metalu z wodą



inne wodorotlenki otrzymuje się z soli danego metalu i wodorotlenku o silnych właściwościach zasadowych



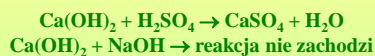
wodorotlenek miedzi(II)

28

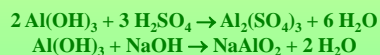
28

właściwości chemiczne wodorotlenków

wodorotlenki **zasadowe** reagują z kwasami, a nie reagują z zasadami



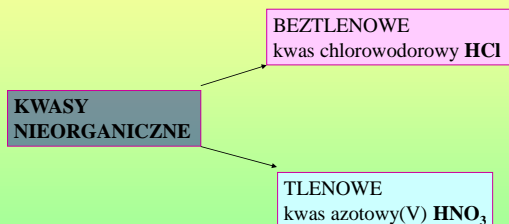
wodorotlenki **amfoteryczne** reagują z kwasami i z zasadami



29

29

kwasy nieorganiczne



30

30

Ważniejsze kwasy w chemii nieorganicznej

H_2SO_3 kwas siarkowy(IV) (kwas siarkawy) – **siarczan(IV)**

H_2SO_4 kwas siarkowy(VI) (kwas siarkowy) – **siarczan(VI)**

H_2CO_3 kwas węglowy – **węglan**

H_3PO_3 kwas fosforowy(III) (kwas fosforawy) – **fosforan(III)**

H_3PO_4 kwas fosforowy(V) (kwas ortofosforowy) – **fosforan(V)**

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ kwas difosforowy(V) (kwas pirofosforowy) – **difosforan(V)**

HNO_2 kwas azotowy(III) (kwas azotawy) – **azotan(III)**

HNO_3 kwas azotowy(V) (kwas azotowy) – **azotan(V)**

HClO kwas chlorowy(I) (kwas podchlorawy) – **chlوران(I)**

HClO_2 kwas chlorowy(III) (kwas chlorawy) – **chlوران(III)**

HClO_3 kwas chlorowy(V) (kwas chlorowy) – **chlوران(V)**

HClO_4 kwas chlorowy(VII) (kwas nadchlorowy) – **chlوران(VII)**

31

HCl kwas chlorowodorowy (solny) – **chlorek**

H_2S kwas siarkowodorowy (siarkowodór) – **siarczek**

otrzymywanie kwasów

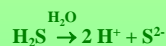
reakcja bezwodnika z wodą



kwasy, których bezwodniki nie reagują z wodą otrzymuje się w reakcji jego rozpuszczalnej soli z mocnym kwasem



kwasy beztenne, które nie posiadają bezwodników otrzymuje się przez rozpuszczenie w wodzie odpowiedniego wodoru



32

32

wzory chemiczne sumaryczne i strukturalne

symbole jonów oznacza się poprzez **symbol pierwiastka** lub grupy z dodanym w górnym indeksie znaku (+) (**kation**) i (-) (**anion**) znak (+) i (-) jednostkowy ładunek elektryczny.

np: Na^+ – **kation sodu**

gdy jon posiada wielokrotność tego ładunku dodaje się jeszcze liczbę oznaczającą tę wielokrotność np:

Ca^{2+} – **kation wapnia**

gdy ładunek jest **zdelokalizowany** w obrębie całej grupy,

np: SO_4^{2-} – **anion siarczanowy(VI)**

rodniki oznacza się, poprzez dodanie **małej kropki** z prawej strony symbolu pierwiastka lub grupy

np: O^\bullet – **rodnik tlenowy**

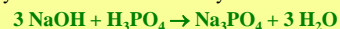
33

33

charakterystyka soli

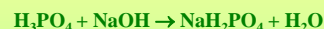
sole obojętne

zastąpienie wszystkich wodorów kwasowych atomami metalu



wodorosole

niewielkie zastąpienie wodorów kwasowych w cząsteczkach kwasów wieloprotonowych



hydroksosole



kwasy jednoprotone i zasady jednowodorotlenowe nie tworzą wodorosoli ani hydrosoli.

sole uwodnione



34

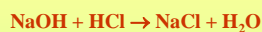
34

sole

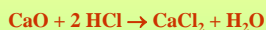


metody otrzymywania soli

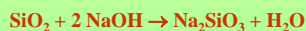
zasada + kwas \rightarrow sól + woda



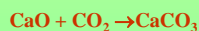
tlenek zasadowy + kwas \rightarrow sól + woda



tlenek kwasowy + zasada \rightarrow sól + woda



tlenek zasadowy + tlenek kwasowy \rightarrow sól

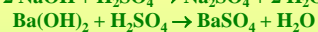
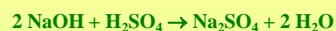


35

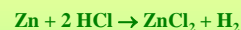
35

właściwości chemiczne kwasów

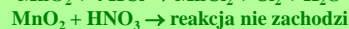
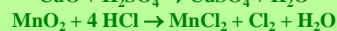
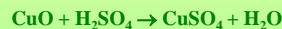
kwasy reagują z zasadami (reakcja zobojętnienia)



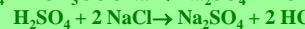
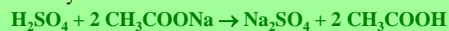
kwasy reagują z wieloma metalami



reagują z tlenkami zasadowymi i amfoterycznymi



reagują z niektórymi solami



36

36

wzory chemiczne

to skrótowy zapis składu atomowego cząsteczek

wzory sumaryczne proste, w których podaje się prostą listę atomów wchodzących w skład danego związku wraz z ich krotnościami
(np. H_2SO_4)

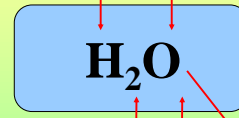
wzory sumaryczne rozbudowane, uwzględniające elementy faktycznej struktury związku, które mogą mniej lub bardziej dokładnie "rozpisywać" strukturę związku
np: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etanol)

wzory strukturalne - które przyjmują formę rysunku, gdzie zwykle pokazuje się jak i jakimi wiązaniami są połączone wszystkie atomy w cząsteczce

37

jakie pierwiastki i ile połączonych atomów

symbole chemiczne wodoru i tlenu



wzór chemiczny wody

indeks = 1

indeksy stechiometryczne

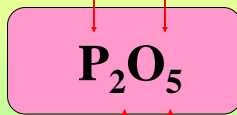
38

37

38

jakie pierwiastki i ile połączonych atomów

symbole chemiczne fosforu i tlenu



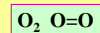
wzór chemiczny

indeksy stechiometryczne

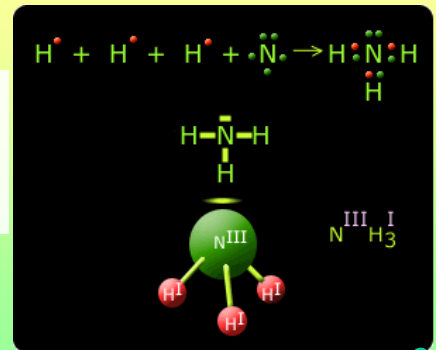
39

39

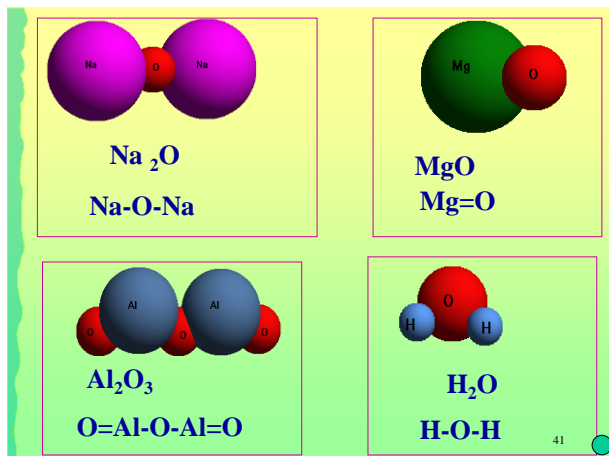
pary elektronowe - kreski - klasyczne wzory strukturalne cząsteczek



wzór strukturalny podaje sposób wzajemnego powiązania atomów w cząsteczce związku chemicznego



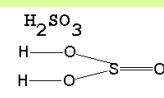
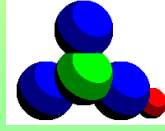
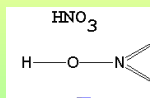
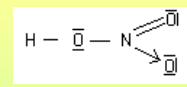
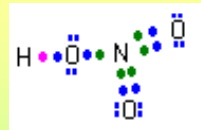
40



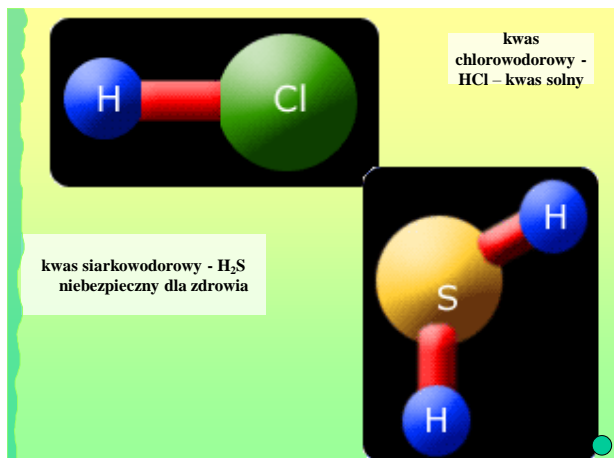
41

modele podstawowych kwasów

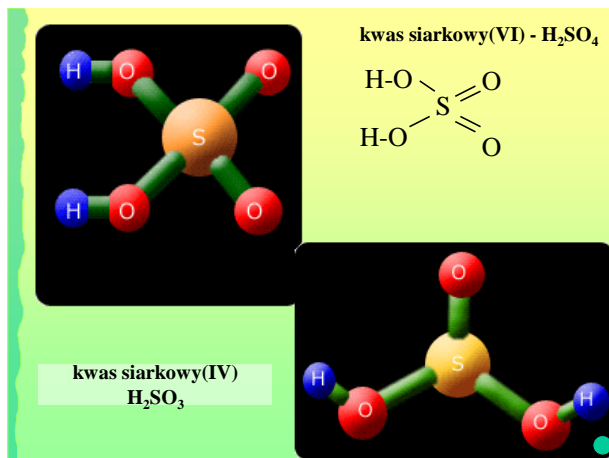
wzór elektronowy HNO_3



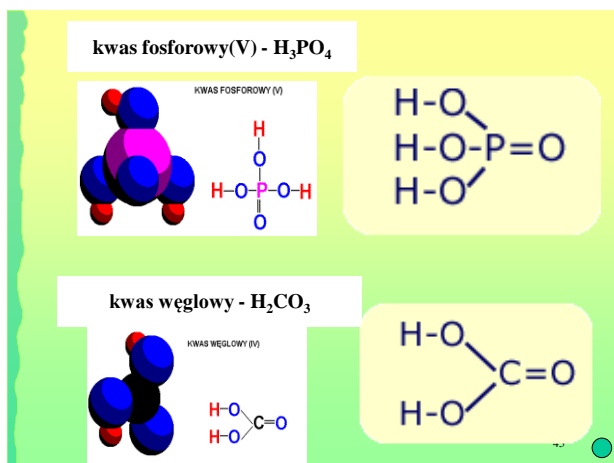
42



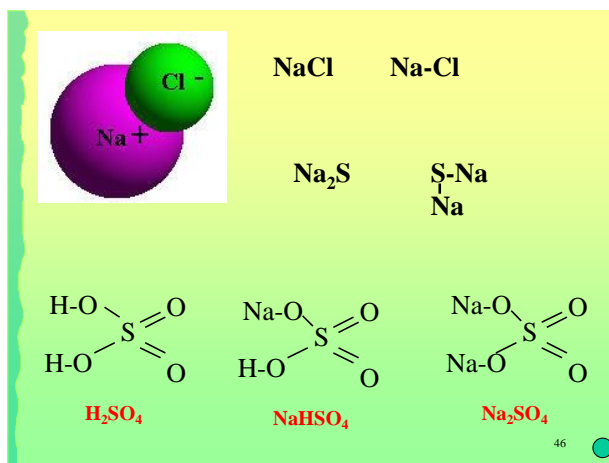
43



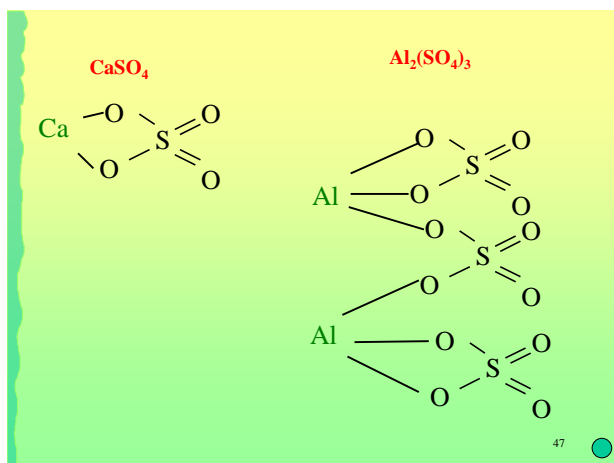
44



45



46

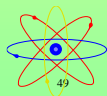


47

Najczęściej występujące w wodzie aniony:
 CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}
 Najczęściej występujące w wodzie kationy:
 Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , NH_4^+

48

Podstawy obliczeń chemicznych (stechiometrycznych)



49

Prawo zachowania masy (materii)

We wszystkich reakcjach chemicznych suma mas produktów równa się sumie mas substratów.

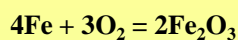
W reakcjach chemicznych zachodzących z wydzielaniem nawet dużych ilości energii (np. detonacje) przemiana masy w energię jest znikoma.

W reakcjach jądrowych słuszne jest prawo zachowania materii wynikające z równoważności masy i energii

$$E=mc^2$$



50

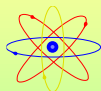
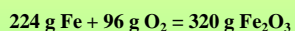


Masy atomowe

Fe – 56

O – 16

Masa cząsteczkowa: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160$



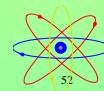
51

51

Prawo stosunków stałych

Każdy związek chemiczny ma stały i charakterystyczny skład ilościowy.

Skład jakościowy i ilościowy danego związku chemicznego określa jednoznacznie jego wzór chemiczny.



52



Masy atomowe

Mg – 24

S – 32

O – 16

Masa cząsteczkowa $\text{MgSO}_4 = 24 + 32 + 4 \cdot 16 = 120$

Masa molowa $\text{MgSO}_4 = 120 \text{ g/mol}$

1 mol MgSO_4 zawiera 24g Mg, 32g S i 64g O
czyli

20% Mg, 26,7% S i 53,3% O



53

53

Obliczenia stochiometryczne

Obliczenia oparte na wzajemnym stosunku ilościowym składników w poszczególnych związkach chemicznych oraz obliczenia wykorzystujące stosunki wagowe między substancjami reagującymi i produktami reakcji, np.:

- określenie wzoru chemicznego substancji na podstawie wyników analizy ilościowej
- obliczanie składu procentowego związku na podstawie wzoru chemicznego
- obliczanie ilości reagujących substancji na podstawie równań chemicznych



54

54

Obliczanie składu procentowego związku na podstawie wzoru chemicznego

$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ [7 hydrat siarczan(VI) żelaza(II)]

1 mol tego związku zawiera:

56 g Fe, 32 g S, 14g H i 176 g O (Σ 278 g)

lub

56 g Fe, 32 g S, 64 g O i 126g H_2O (Σ 278 g)

100g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ zawiera

20,14g Fe, 11,51g S, 5,04g H i 63,31g O

lub

20,14g Fe, 11,51g S, 23,02g O i 45,33g H_2O



55

Skład procentowy (procenty wagowe)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

jest następujący:

Fe – 20,14 %

S – 11,51%

O – 63,31 %

H – 5,04 %

lub

Fe – 20,14 %

S – 11,51%

O – 23,02 %

H_2O – 45,33 %



56

56

Określenie wzoru chemicznego substancji na podstawie wyników analizy ilościowej

Analiza ilościowa uwodnionej soli (skład w procentach wagowych):

Mg – 11,88 %

Cl – 34,65 %

H – 5,94 %

O – 47,53 %

Masy atomowe

Mg – 24; Cl – 35; H – 1; O – 16



57

57

Podane wartości składu procentowego oznaczają zawartości poszczególnych składników w 100 gramach związku.

Uwzględniając masy atomowe poszczególnych pierwiastków można określić w jakich proporcjach atomowych występują one w analizowanym związku:

$\text{Mg} - 11,88/24 = 0,495$

$\text{Cl} - 34,65/35 = 0,99$

$\text{H} - 5,94/1 = 5,94$

$\text{O} - 47,53/16 = 2,97$



58

58

Sprawdzając uzyskane proporcje do liczb całkowitych otrzymujemy:

$\text{Mg} - 0,495/0,495 = 1$

$\text{Cl} - 0,99/0,495 = 2$

$\text{H} - 5,94/0,495 = 12$

$\text{O} - 2,97/0,495 = 6$



$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

59

59

Obliczanie ilości reagujących substancji na podstawie równań chemicznych

$4\text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$

Masy atomowe

Fe – 56

O – 16

Masa cząsteczkowa: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160$

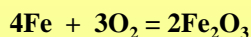
Z zapisu reakcji wynika zależność, że 224 g Fe reaguje z 96 g O dając w efekcie 320 g Fe_2O_3

Na podstawie tej informacji można, mając podaną ilość jednego z reagentów, obliczyć ilość pozostałych reagentów (substratów i produktów) biorących udział w reakcji



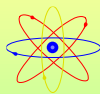
60

60



$$\frac{224}{x} = \frac{96}{y} = \frac{320}{z}$$

x – ilość żelaza
y – ilość tlenu
z – ilość tlenku żelaza(III)



$$y = 6[\text{g}]$$

$$\frac{224}{x} = \frac{96}{6}$$

$$x = 14[\text{g}]$$

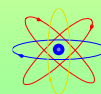
$$\frac{96}{6} = \frac{320}{z}$$

$$z = 20[\text{g}]$$

61

61

Wytwarzany jako odpad, w technologii produkcji bieli tytanowej, siarczan(VI) żelaza(II) wykorzystywany jest, między innymi, do chemicznego usuwania fosforu ze ścieków. Produkcja 1 tony bieli tytanowej z ilmenitu dostarcza ilości siarczanu(VI) żelaza(II) wystarczającej do usunięcia ok. 750 kg fosforanów.

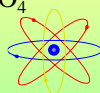
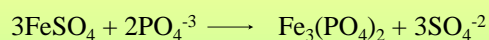


62

62

Biel tytanowa – TiO_2
Siarczan(VI) żelaza(II) – FeSO_4
Ilmenit – FeTiO_3

Chemiczne usuwanie fosforu:



Masy atomowe:

Ti – 48; Fe – 56; O – 16; P – 31; S – 32

63

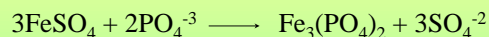
63



$$152 \quad 152 \quad 80$$

$$x \quad 1 \text{ t}$$

$$x = 152/80 = 1,9 \text{ t}$$



$$456 \quad 180$$

$$1,9 \text{ t} \quad y$$

$$y = 1,9 * 180 / 456 = 0,75 \text{ t} = 750 \text{ kg}$$

64

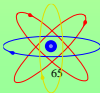
64

Stężenie

Ilość substancji zawartej w określonej ilości rozpuszczalnika lub roztworu określa stężenie roztworu.

W zależności od tego, w jaki sposób wyrażane są ilości substancji rozpuszczonej i rozpuszczalnika (masa lub objętość) stężenie definiuje się w różny sposób:

- stężenie wagowo-wagowe
- stężenie wagowo-objętościowe
- stężenie objętościowo-objętościowe



65

65

Najczęściej stosowane jednostki stężeń

stężenie procentowe wagowe:

liczba jednostek wagowych substancji w 100 jednostkach wagowych roztworu, przy roztworach o gęstości 1 g/cm^3 odpowiada ono ilości jednostek wagowych substancji w 100 jednostkach objętościowych roztworu

parts per milion (ppm)

określa liczbę wagowych substancji w jednym milionie jednostek wagowych roztworu, jest ono równoważne liczbie miligramów substancji w jednym kilogramie roztworu, przy roztworach o gęstości 1 g/cm^3 odpowiada ono mg/dm^3

66

66

$$1 \text{ mg/dm}^3 = 1 \text{ ppm}$$

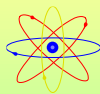
$$1 \text{ } \mu\text{g/dm}^3 = 1 \text{ ppb}$$

$$1 \text{ ng/dm}^3 = 1 \text{ ppt}$$

$$1 \text{ pg/dm}^3 = 1 \text{ ppq}$$

(równości powyższe zachowane są dla roztworów wodnych o gęstości 1 kg/dm^3)

$$1 \text{ ppm} = 1\,000 \text{ ppb} = 1\,000\,000 \text{ ppt} = \\ = 1\,000\,000\,000 \text{ ppq}$$



67

67

❖ 1 ppm - 4 krople oznaczanej substancji w 200 litrowej beczce

❖ 1 ppb - 1 kropla oznaczanej substancji w cysternie samochodowej

❖ 1 ppt - 1 kropla oznaczanej substancji w 1 000 cysternach samochodowych

❖ 1 ppq - 1 kropla oznaczanej substancji w słupie wody o podstawie boiska piłkarskiego i wysokości 10 km

68

68



Stężenie molowe:

Ilość moli substancji zawartej w 1 dm^3 roztworu, oznaczane często „m” lub „M”

69

69

Gramorównoważnik

Ilość gramów substancji równoważna przyjętemu wzorcowi.

W przypadku reakcji typu kwas-zasada, gramorównoważnik stanowi liczbę gramów substancji oddającą lub przyłączającą 1 mol jonów wodoru (lub jonów wodorotlenowych)

W reakcjach redukcji-utleniania (redoks) gramorównoważnik obejmuje liczbę gramów substancji odpowiadającą $1/n$ mola tej substancji, gdzie „n” jest liczbą elektronów oddawanych lub przyłączanych przez tę substancję



70

70

Stężenie normalne:

Ilość gramorównoważników substancji zawartej w 1 dm^3 roztworu, oznaczane często „n” lub „N”

71

71

Jakie jest stężenie molowe

0,1 N roztworu kwasu siarkowego(VI)?

Jaka jest wartość tego stężenia wyrażona w % i ppm?



72

72