

# STECHEMIOMETRIA

## INTERPRETACJA ILOŚCIOWA ZJAWISK CHEMICZNYCH

**relacje ilościowe ( masowe,objętościowe i molowe )  
dotyczące połączeń**

- 1. pierwiastków w związkach chemicznych**
- 2. związków chemicznych w reakcjach**

(np. wyznaczanie ilości substratów koniecznych dla otrzymania określonych ilości produktu)

**Do obliczeń chemicznych potrzebne są:**

- znajomość wzorów chemicznych**
- umiejętność uzgadniania reakcji chemicznych**
- znajomość podstawowych wielkości chemicznych**
- znajomość podstawowych praw fizycznych i chemicznych**

# PODSTAWOWE WIELKOŚCI CHEMICZNE

**SUBSTANCJA** materia o określonym, stałym składzie i właściwościach chemicznych (złoto, woda, cukier, sól, piasek)

## SUBSTANCJE

**proste**  
*pierwiastki*

**złożone**  
*związki chemiczne*

## MIESZANINY

kombinacja dwóch lub więcej substancji zachowujących tożsamość chemiczną (np. powietrze )

**homogeniczne**

**heterogeniczne**  
(wielofazowe)

## ***PIERWIASTEK***

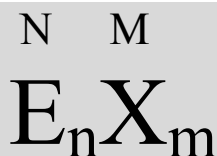
substancja prosta, zbiór atomów o tej samej liczbie atomowej

## **ZWIĄZEK CHEMICZNY**

substancja złożona, zbiór cząsteczek - połączeń dwóch lub więcej, tych samych lub różnych atomów, związanych chemicznie w ustalonych proporcjach

⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ ( *prawa chemiczne* )

# WZÓR CHEMICZNY ZWIĄZKU CHEMICZNEGO



wyraża jego skład

*jakościowy* za pomocą symboli pierwiastków

*ilościowy* za pomocą indeksów przy symbolach chemicznych

M, N – wartościowości pierw. E i X

## LICZBA MASOWA $A_r$

masa jednego atomu w jednostkach masy atomowej

(w układzie okresowym liczba pod symbolem pierwiastka)

**jednostka względnej masy atomowej**

$$1 \underline{u} = 1/12 \text{ masy atomu węgla } C_{12}$$

$$1 \underline{u} = 1,66083 \times 10^{-24} \text{ g}$$

## MASA CZĄSTECZKOWA $M_r$

masa jednej cząsteczki w jednostkach masy atomowej

suma względnych mas atomowych pierwiastków wchodzących w skład cząsteczki

Liczba wskazująca ile razy masa danej cząsteczki jest większa od 1/12 masy atomu węgla  $C_{12}$

**MOL** - *jednostka ilości materii* - obejmuje taką ilość atomów pierwiastka, jonów lub cząsteczek związku chemicznego, ile atomów węgla mieści się w 12 g węgla  $C_{12}$

**liczba Avogadro =  $6,022 \times 10^{23}$  atomów, jonów, cząsteczek**

**MASA MOŁOWA**  $M_{EnXm}$

masa 1 mola substancji (pierwiastka lub związku chem)

to odpowiednio ich liczba masowa  $A_r$

lub masa cząsteczkowa  $M_r$  wyrażone w g (g/mol)

1 mol C  $6,023 \times 10^{23}$  atomów  $M_C = 12$  g/mol

1 mol  $H_2O$   $6,023 \times 10^{23}$  cząsteczek  $M_{H_2O} = 18$  g/mol

1 mol  $C_6H_{12}O_6$   $6,023 \times 10^{23}$  cząsteczek  
 $24 \times 6,023 \times 10^{23}$  atomów

$M_{\text{glukozy}} = 6 \times 12 \text{ g/mol} + 12 \times 1 \text{ g/mol} + 6 \times 16 \text{ g/mol} = 180$  g/mol

**PRAWO AVOGADRO:**

objętość 1 mola substancji gazowej w warunkach standardowych  $1,013 \times 10^5$  Pa, 298 K **jest stała**

**OBJĘTOŚĆ MOŁOWA**  $22,4$  dm<sup>3</sup>/mol

## Przykłady obliczeń

1. Ile atomów i cząsteczek zawiera oraz jaką posiada masę i objętość w warunkach standardowych  $\frac{1}{2}$  mola metanu  $\text{CH}_4$  ?

$$\text{masa molowa } M_{\text{CH}_4} = 1 \times 12 \text{ g/mol} + 4 \times 1 \text{ g/mol} = \mathbf{16 \text{ g/mol}}$$

$$\frac{1}{2} \text{ mola } \text{CH}_4 \text{ posiada masę} \quad \frac{1}{2} \times 16 \text{ g/mol} = 8 \text{ g}$$

$$\frac{1}{2} \text{ mola } \text{CH}_4 \text{ zajmuje objętość} \quad \frac{1}{2} \times 22,4 \text{ dm}^3 = 11,2 \text{ dm}^3$$

$$\frac{1}{2} \text{ mola } \text{CH}_4 \text{ zawiera} \quad \frac{1}{2} \times 6,023 \times 10^{23} \text{ cząsteczek}$$

$$\frac{1}{2} \text{ mola } \text{CH}_4 \text{ zawiera} \quad \frac{1}{2} \times \mathbf{5} \times 6,023 \times 10^{23} \text{ atomów}$$

2. Ile moli atomów, moli cząsteczek oraz gramów wodoru, siarki i tlenu znajduje się w 1 molu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ?

$$\text{masa cząsteczkowa } M_{\text{rH}_2\text{SO}_4} = 2 \times 1 \text{ u} + 32 \text{ u} + 4 \times 16 \text{ u} = \mathbf{98 \text{ u}}$$

$$\text{masa molowa } M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \mathbf{98 \text{ g/mol}}$$

1 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zawiera

$$2 \text{ mole atomów wodoru} = 1 \text{ mol cząsteczek } \text{H}_2 = 2 \text{ g wodoru}$$

$$1 \text{ mol siarki } \text{S} = 32 \text{ g siarki}$$

$$4 \text{ mole atomów tlenu} = 2 \text{ mole cząsteczek } \text{O}_2 = 64 \text{ g tlenu}$$

3. Podać skład procentowy kwasu siarkowego

1 mol kwasu siarkowego czyli  $\mathbf{98 \text{ g } \text{H}_2\text{SO}_4}$  zawiera

$$2 \text{ g wodoru} \quad \% \text{ H} = \frac{2 \text{ g}}{98 \text{ g}} \cdot 100\% = 2,04 \% \text{ wodoru}$$

$$32 \text{ g siarki} \quad \% \text{ S} = \frac{32 \text{ g}}{98 \text{ g}} \cdot 100\% = 32,6\% \text{ siarki}$$

$$4 \times 16 \text{ g tlenu} \quad \% \text{ O} = \frac{64 \text{ g}}{98 \text{ g}} \cdot 100\% = 65,3\% \text{ tlenu}$$

## WZÓR ZWIĄZKU CHEMICZNEGO podaje

1. relacje molowe

2. relacje masowe

3. skład procentowy

Skład procentowy związku chemicznego  $E_n X_m$

masa molowa

$$M_{EnXm} = A_E \times n + A_X \times m$$

$$\% E = \frac{A_E \times n}{M_{EnXm}} \times 100\%$$

$$\% X = \frac{A_X \times m}{M_{EnXm}} \times 100\%$$

## ANALIZA CHEMICZNA podaje

1. skład procentowy

2. relacje masowe

3. relacje molowe

4. uproszczony wzór związku chemicznego

### Wzór uproszczony

wyraża skład atomowy związku odpowiadający jego składowi wagowemu – (wyprowadzony na podstawie analizy chemicznej).

### Wzór rzeczywisty

wyraża skład atomów w cząsteczce wyprowadzony na podstawie analizy chemicznej i masy molowej związku

3. Podać uproszczony wzór soli uwodnionej zawierającej

24,77% **Co**, 29,80% **Cl** oraz 45,44 % **H<sub>2</sub>O**.

**A<sub>Co</sub>** = 58,93    **A<sub>Cl</sub>** = 35,5

W 100g tej soli znajduje się

<u>masa</u>	<u>ilość moli</u>	<u>relacje molowe</u>
<u>składnika</u>	<u>składnika</u>	

$$n = m/M$$

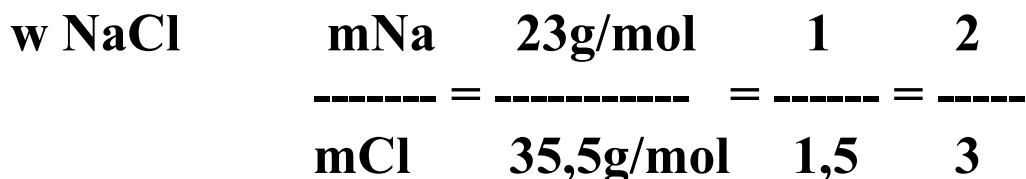
24,77 g Co	$\frac{24,77 \text{ g}}{58,93 \text{ g/mol}} = 0,42$	1
29,8 g Cl	$\frac{29,8 \text{ g}}{35,5 \text{ g/mol}} = 0,839$	2
45,44 g wody	$\frac{45,44 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 2,52$	6

Wzór uproszczony soli **CoCl<sub>2</sub> × 6 H<sub>2</sub>O**

## PODSTAWOWE PRAWA CHEMICZNE

### PRAWO STOSUNKÓW STAŁYCH

W tej samej substancji pierwiastki łączą się zawsze w jednakowych proporcjach



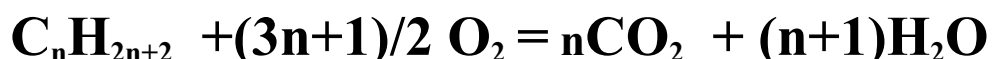
### PRAWO STOSUNKÓW WIELOKROTNYCH

Gdy dwa pierwiastki łącząc się ze sobą tworzą więcej niż jeden związek, masy jednego pierwiastka przypadające na masy drugiego pierwiastka pozostają wzajemnie w stosunku prostych liczb całkowitych



### PRAWO STOSUNKÓW OBJĘTOŚCIOWYCH

Objętości gazów reagujących ze sobą lub tworzących się w wyniku reakcji chemicznej pozostają do siebie w stosunku małych liczb całkowitych

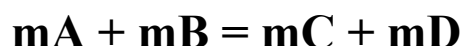
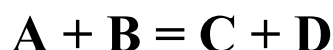




## PRAWO ZACHOWANIA MASY

W PROCESACH CHEMICZNYCH SUMA MAS SUBSTANCJI REAGUJACYCH NIE ULEGA ZMIANIE:

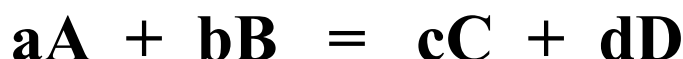
Masa produktów równa jest masie substratów reakcji chemicznej



## PRAWO DZIAŁANIA MAS (równowagi chemicznej)

W stanie równowagi stosunek iloczynów aktywności (stężeń molowych, ciśnień cząstkowych) produktów w odpowiednich potęgach będących ich współczynnikami stechiometrycznymi do iloczynów tych samych wielkości w odpowiednich potęgach dla substratów jest w stałej temperaturze wielkością stałą

dla ogólnej reakcji



$$K = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b} \quad \text{gdy } T = \text{const}$$

# REAKCJE CHEMICZNE $\Rightarrow$

*przegrupowania cząsteczek, atomów lub jonów substratów w cząsteczki, atomy lub jony produktów*

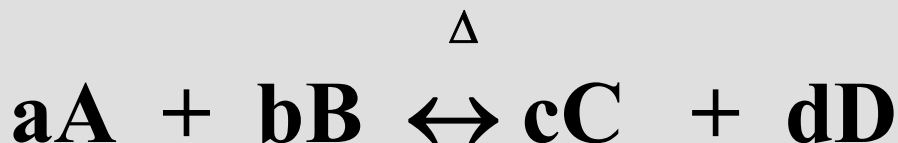
- *rozerwanie wiązań*
- *zmiana składu chemicznego*
- *zmiana właściwości*

*Równanie reakcji chemicznej zawiera informacje*

- *jakościową i ilościową*  
(*stechiometria*)
- *skład fazowy*  
(*teoria gazów, cieczy, ciał stałych, równ. faz.*)
- *efekty energetyczne i odwracalność*  
(*termochemia i równowaga*)

*nie informuje o :*

- *prawdopodobieństwie reakcji*  
(*termodynamika*)
- *szybkości reakcji* (*kinetyka*)



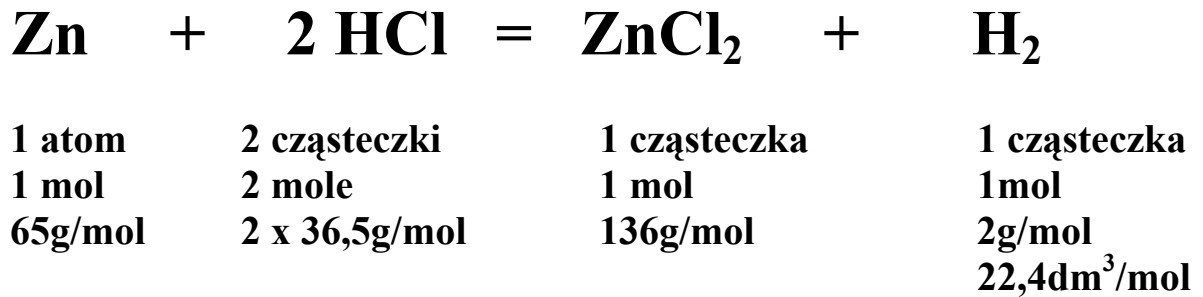
# REAKCJE CHEMICZNE – klasyfikacja

KRYTERIUM PODZIAŁU	RODZAJE REAKCJI		
TYP REAKCJI	PRZYŁĄCZANIA <i>synteza</i>	ROZKŁADU <i>analiza</i>	WYMIANY <i>pojedyncza, podwójna</i>
POŁOŻENIE STANU RÓWNOWAGI	REAKCJE ODWRACALNE		NIEODWRACALNE
WYMIANA ENERGII	EGZOTERMICZNE wydzielanie ciepła	ENDOTERMICZNE pobieranie ciepła	
WYMIANA ELEKTRONÓW	CHEMICZNE bez wymiany elektronów	ELEKTROCHEMICZNE z wymianą elektronów	
SKŁAD FAZOWY	HOMOGENICZNE w jednej fazie	HETEROGENICZNE wielofazowe	
	<b>REAKCJE W ROZTWORACH WODNYCH</b> rozpuszczalność, stężenie roztworów, dysocjacja wody, wykładnik jonów wodorowych pH zasady, kwasy i sole, reakcje dysocjacji reakcje hydrolizy i strącanie osadów		

## TEORIA ELEKTROLITÓW

rozpuszczalność ---- roztwory nasycone, przesycone, sposoby wyrażania stężeń

# STECHEMIOMETRIA REAKCJI



Przykłady obliczeń:

1. Ile gramów ZnCl<sub>2</sub> otrzymano w reakcji 10 g cynku z kwasem solnym?
2. Ile gramów ZnCl<sub>2</sub> otrzymano w powyższej reakcji gdy próbka cynku zawierała 1,5% zanieczyszczeń?
3. Ile g 10% HCl potrzeba do rozpuszczenia cynku w powyższej reakcji?
4. Ile g cynku przereaguje ze 100 cm<sup>3</sup> 1 molowego HCl ?
5. Jaka objętość 10% HCl (gęstość 1,1g/cm<sup>3</sup>) potrzebna jest do całkowitego rozpuszczenia 23 g próbki cynku?
6. Czy w reakcji 5 g cynku z kwasem solnym może wydzielić się 5 dm<sup>3</sup> wodoru (w warunkach normalnych)?
7. Jakie będzie stężenie otrzymanej soli, gdy do reakcji z cynkiem zużyto 0,5 dm<sup>3</sup> 1,2 molowego roztworu?