

## Stechiometria – współczynniki i wydajność procesów chemicznych

### Stosowane pojęcia

Obliczenia chemiczne przeprowadzone na podstawie wzorów i równań chemicznych nazywa się **stechiometrią**. W obliczeniach stochiometrycznych wykorzystuje się oprócz wzorów i równań chemicznych również podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, fizyczne prawa stanu gazu oraz różne sposoby podawania stężeń roztworów. Najczęściej wykorzystywanym pojęciem w stochiometrii jest **mol**.

**Mol określa współcześnie liczbę atomów, cząsteczek, jonów równą liczbie atomów zawartych w dokładnie 0,012 kg czystego izotopu węgla  $^{12}\text{C}$  i wynosi  $6,02 \cdot 10^{23}$**

**1 mol =  $6,02 \cdot 10^{23}$  (atomów, cząsteczek, jonów)**

Wykorzystanie tej jednostki pozwala nam przeprowadzać właściwą ocenę ilościową reakcji chemicznej, a masy substratów i produktów są wielkościami znaczącymi wyrażonymi w gramach (kilogramach).

**Przykład 1** - molowa interpretacja równania chemicznego  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

Substraty	Kierunek przemiany	Produkty
$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	--->	$\text{H}_2\text{CO}_3$
1 mol cząsteczek dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) reaguje z 1 molem cząsteczek wody ( $\text{H}_2\text{O}$ ) W jednostkach mas <b>44 gramy (g) dwutlenku węgla (<math>\text{CO}_2</math>) reagują z 18 gramami (g) wody</b>	--->	Otrzymujemy 1 mol cząsteczek kwasu węglowego W jednostkach mas <b>62 gramy (g) kwasu węglowego</b>
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2$	--->	$2\text{HCl}$
1 mol cząsteczek wodoru ( $\text{H}_2$ ) reagują z 1 molem cząsteczek chloru ( $\text{Cl}_2$ ) W jednostkach mas <b>2 gramy (g) wodoru reagują z 70 gramami (g) chloru</b>	--->	Otrzymujemy 2 mole chlorowodoru ( $\text{HCl}$ ) W jednostkach mas <b>72 gramy (g) chlorowodoru</b>

Stechiometria pozwala nam;

- Obliczyć skład ilościowy związków chemicznych
- Obliczać wzory chemiczne na podstawie składu ilościowego związków
- Wykonać obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych.

### 1. Obliczenia z wykorzystaniem równań chemicznych

**Równania reakcji chemicznych** mają znaczenie równań matematycznych, podają bowiem stosunki ilościowe pomiędzy reagującymi substancjami i powstającymi w reakcji produktami. Dlatego na podstawie równań chemicznych przeprowadza się wiele różnorodnych obliczeń o dużym praktycznym znaczeniu w wielu działach chemii. W ten sposób oblicza się np. wydajność procesów chemicznych oraz ilości substratów niezbędne do otrzymania pożądaných ilości produktów.

### Przykład 1

Obliczyć, ile gramów CO<sub>2</sub> można otrzymać z 25 g CaCO<sub>3</sub> działając kwasem solnym. Jaka objętość zajmie wydzielony CO<sub>2</sub> w warunkach normalnych.

### Kolejność postępowania

- ułożenie równania reakcji
- dobór współczynników stechiometrycznych
- podstawienie danych i szukanych wielkości do równania reakcji
- podstawienie iloczynów współczynników stechiometrycznych i mas molowych substancji do równania reakcji
- ułożenie proporcji
- obliczenie szukanych wielkości
- sformułowanie odpowiedzi

### Rozwiązanie zadania

Ułożenie równania reakcji	$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$				
Podstawienie danych i szukanych wielkości do równania reakcji	CaCO <sub>3</sub>	+ 2HCl →	CaCl <sub>2</sub>	+ H <sub>2</sub> O	+ CO <sub>2</sub>
	25g				V <sub>CO2(dm<sup>3</sup>)</sub>
	25g				m <sub>CO2(g)</sub>
Podstawienie iloczynów współczynników stechiometrycznych i mas molowych substancji do równania reakcji	CaCO <sub>3</sub>	+ 2HCl →	CaCl <sub>2</sub>	+ H <sub>2</sub> O	+ CO <sub>2</sub>
	1x100,09g/mol				1x22,4dm <sup>3</sup>
	1x100,09g/mol				1x44,01g/mol
Ułożenie równania na proporcję	Z 100,09 g CaCO <sub>3</sub> otrzymamy 22,4 dm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> to z 25 g CaCO <sub>3</sub> otrzymamy x dm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub>				
	Z 100,09 g CaCO <sub>3</sub> otrzymamy 44,01 g CO <sub>2</sub> to z 25 g CaCO <sub>3</sub> otrzymamy x g CO <sub>2</sub>				
Wynik obliczeń	x dm <sup>3</sup> CO <sub>2</sub> = 5,995 dm <sup>3</sup>				
	x g CO <sub>2</sub> = 10,933 g				
Odpowiedź	W reakcji otrzymamy 5,995 dm <sup>3</sup> oraz 10.933 g CO <sub>2</sub>				

**Uwaga** W czasie układania równań na proporcję jak i podczas podstawiania danych i szukanych wielkości zwracamy uwagę na zastosowane jednostki.

## 2. Zadania - ćwiczenia

- Co wyrażają następujące wyrażenia:
  - C, Fe, N, Zn
  - N<sub>2</sub>, CaO, SO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O
  - 2O, 2O<sub>2</sub>, 4CO<sub>2</sub>, 3CO
- Jak oznacza się za pomocą symboli chemicznych: a) atom miedzi, b) tlenek żelaza(III), c) cztery atomy siarki.
- Dobierz współczynniki w następujących równaniach chemicznych:
  - Al + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → Fe + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - CaO + H<sub>2</sub>O → Ca(OH)<sub>2</sub>
  - K + H<sub>2</sub>O → KOH + H<sub>2</sub>
  - P + O<sub>2</sub> → P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
  - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + H<sub>2</sub> → Fe + H<sub>2</sub>O
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Ca(OH)<sub>2</sub> → CaSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
- Ile moli wody znajduje się w szklance wody (pojemność szklanki wody 250 cm<sup>3</sup>)
- Ile jest moli w: a) 54 g wody, b) w 1kg tlenku żelaza(III), w 6 g H<sub>2</sub>, d) w 190 g kwasu azotowego(V)
- Którego metalu, potasu, wapnia, glinu czy cynku potrzeba mniej do otrzymania 1 g wodoru z kwasu solnego, w reakcji metal + kwas → sól + wodór ?  
2HCl + 2K → 2KCl + H<sub>2</sub>  
2HCl + Ca → CaCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>  
6HCl + 2Al → 2AlCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>
- Ile gramów wody można otrzymać podczas wybuchu mieszaniny zawierającej 30 g gazu ziemnego (CH<sub>4</sub>) i 80 g tlenu?  
CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- Czy wystarczy 30 g kwasu siarkowego(VI) do rozpuszczenia 6 g glinu?  
3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2Al → Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>