

OBLICZENIA STECHIOMETRIA

STECHIOMETRIA: INTERPRETACJA ILOŚCIOWA ZJAWISK CHEMICZNYCH

Np.: WYZNACZANIE ILOŚCI SUBSTRATÓW
KONIECZNYCH DLA OTRZYMANIA OKREŚLONYCH
ILOŚCI PRODUKTU

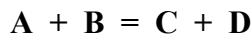
PODSTAWY OBLICZEŃ CHEMICZNYCH

DO OBLICZEŃ STECHIOMETRYCZNYCH KONIECZNE SĄ:

- ZNAJOMOŚĆ WZORÓW
- UMIEJĘTNOŚĆ UZGADNIANIA REAKCJI CHEMICZNYCH
- ZNAJOMOŚĆ CHEMICZNYCH JEDNOSTEK MASY
- ZNAJOMOŚĆ PODSTAWOWYCH PRAW FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH

PRAWO ZACHOWANIA MASY:

W PROCESACH CHEMICZNYCH SUMA MAS SUBSTANCJI
REAGUJACYCH NIE ULEGA ZMIANIE:



JEŚLI MASY SUBSTANCJI A, B, C, D wynoszą : m_A , m_B , m_C , m_D , to

$$m_A + m_B = m_C + m_D$$

PRAWO STOSUNKÓW STAŁYCH:

NIEZALEŻNIE OD SPOSOBU OTRZYMYWANIA DANEGO ZWIĄZKU CHEMICZNEGO JEGO SKŁAD JAKOŚCIOWY i ILOŚCIOWY POZOSTAJE TAKI SAM.

MASY PIERWIASTKÓW TWORZĄCYCH DANY ZWIĄZEK SĄ W NIM W STAŁYCH, ŚCIŚLE OKREŚLONYCH STOSUNKACH WAGOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA DANEGO ZWIĄZKU



$$m_c : m_o =$$

$$12 : 2 \times 16$$

$$12 : 36$$

$$3 : 8$$

PRAWO AVOGADRO:

W JEDNAKOWYCH OBJĘTOŚCIACH RÓŻNYCH GAZÓW POD TYM SAMYM CIŚNIENIEM i W TEJ SAMEJ TEMPERATURZE ZAWARTA JEST JEDNAKOWA LICZBA CZĄSTECZEK

DLA DANEJ TEMPERATURY i CIŚNIENIA 1 MOL DOWOLNEGO GAZU ZAJMUJE TĘ SAMĄ OBJĘTOŚĆ.

WARUNKI NORMALNE:

TEMPERATURA = 0°C = 273.15 K

CIŚNIENIE = 101.3 kPa

W WARUNKACH NORMALNYCH OBJĘTOŚĆ 1 MOLA KAŻDEGO GAZU JEST STAŁA i WYNOSI 22.4 dm³

$$V_0 = 22.4 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Gdy:

T = 273.15 K i P = 101.3 kPa, to objętość:

$$1 \text{ mola O}_2 = 22.4 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mola CO}_2 = 22.4 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mola He} = 22.4 \text{ dm}^3$$

MOL (LICZNOŚĆ MATERII): ŚCIŚLE OKREŚLONA LICZBA CZĄSTEK (ELEMENTÓW) MATERII (NEUTRONÓW, PROTONÓW, ELEKTRONÓW, ATOMÓW, CZĄSTECZEK ZWIĄZKU CHEMICZNEGO) RÓWNA = 6.023·10²³.

SPROWADZENIE OBJĘTOŚCI GAZU DO WARUNKÓW NORMALNYCH:

DLA STAŁEJ MASY GAZU (m = const.):

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

gdzie: p₀, V₀, T₀

parametry gazu w warunkach normalnych

p_{1,2}, V_{1,2}, T_{1,2}

parametry gazu w stanach 1 i 2

RÓWNIANIE STANU GAZU DOSKONAŁEGO (RÓWNIANIE CLAPEYRONA)

$$pV = nRT$$

gdzie: p – ciśnienie gazu, [Pa]

V – objętość gazu, [dm³]

n – ilość moli gazu

$$\underline{n = m/M_{\text{mol}}}$$

m – masa gazu

M_{mol} – masa molowa gazu, [g/mol]

R – stała gazowa = 8.31 [J/mol · K]

T – temperatura w skali bezwzględnej, [K]

MASA ATOMOWA: WZGLĘDNA JEDNOSTKI MASY

WZORZEC: IZOTOP WĘGLA $^{12}_6\text{C}$ MASA WZGLĘDNA = 12.000 u

MIĘDZYNARODOWA JEDNOSTKA MASY ATOMOWEJ (a.j.m.) = u

$$u = 1/12 \text{ masy atomu } ^{12}_6\text{C} = 1.66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

WZGLĘDNA MASA ATOMOWA: LICZBA WSKAZUJĄCA ILE RAZY MASA DANEGO ATOMU JEST WIĘKSZA OD 1/12 MASY ATOMU WĘGLA $^{12}_6\text{C}$ [u]

MASA CZĄSTECZKOWA: SUMA WZGLĘDNYCH MAS ATOMOWYCH ATOMÓW WCHODZĄCYCH W SKŁAD CZĄSTECZKI

LICZBA WSKAZUJĄCA ILE RAZY MASA DANAJ CZĄSTECZKI JEST WIĘKSZA OD 1/12 MASY ATOMU WĘGLA $^{12}_6\text{C}$ [u]

MASA MOŁOWA:

MOL (LICZNOŚĆ MATERII): ŚCIŚLE OKREŚLONA LICZBA CZĄSTEK (ELEMENTÓW) MATERII (NEUTRONÓW, PROTONÓW, ELEKTRONÓW, ATOMÓW, CZĄSTECZEK ZWIĄZKU CHEMICZNEGO) RÓWNA = $6.023 \cdot 10^{23}$.

MOL: ILOŚĆ SUBSTANCJI, KTÓRA ZAWIERA TYLE ATOMÓW, (CZĄSTECZEK JONÓW, ELEKTRONÓW itp.) ILE ATOMÓW ZAWARTYCH JEST W 0.012 kg WĘGLA $^{12}_6\text{C}$

MASA MOŁOWA: MASA ATOMÓW, CZĄSTECZEK RÓWNE LICZBOWO ICH MASOM ATOMOWYM, CZĄSTECZKOWYM WYRAŻONE W GRAMACH - JEDNOSTKA : [g/mol]

LICZBA ELEMENTÓW MATERII ZAWRTYCH W 1 MOLU WYNOŚI:

$$6.023 \cdot 10^{23} \equiv N_A \equiv \text{LICZBA AVOGADRO } [\text{mol}^{-1}]$$

OBLICZENIA CHEMICZNE:

1. OBLICZENIA OPARTE O WZORY CHEMICZNE
2. OBLICZENIA OPARTE O REAKCJE CHEMICZNE
3. OBLICZENIA OPARTE O PRAWA GAZOWE

OBLICZENIA OPARTE O WZORY CHEMICZNE

WZÓR CHEMICZNY ZWIĄZKU: ZAPIS SKŁADU PIERWIASTKOWEGO ZA POMOCĄ SYMBOLI PIERWIASTKÓW TWORZĄCYCH TEN ZWIĄZEK.

HCl

K₂SO₄

C₆H₁₂O₆

INDEKS STECHIOMETRYCZNY: CYFRA WSKAZUJĄCA LICZBĘ ATOMÓW TEGO SAMEGO PIERWIASTKA WCHODZĄCEGO W SKŁAD DANEJ SUBSTANCJI ZŁOŻONEJ – ZWIĄZKU CHEMICZNEGO

**INFORMACJE ZAWARTE W ZAPISIE WZORU ZWIĄZKU CHEMICZNEGO:
INTERPRETACJA**

K₂SO₄

- a). JEDNA CZĄSTECZKA SIARCZANU (VI) POTASU
- b). 174 u SIARCZANU (VI) POTASU
- c). 1 mol SIARCZANU (VI) POTASU
- d). 174 g SIARCZANU (VI) POTASU
- e). $6.022 \cdot 10^{23}$ CZĄSTECZEK SIARCZANU (VI) POTASU
- f). 2 ATOMY POTASU, 1 ATOM SIARKI, 4 ATOMY TLENU
- g) 78 u POTASU, 32 u SIARKI, 64 u TLENU
- h) 78 g POTASU, 32 g SIARKI, 64 u TLENU
- i). $2 \cdot 6.022 \cdot 10^{23}$ ATOMÓW POTASU, $6.022 \cdot 10^{23}$ ATOMÓW SIARKI,
 $4 \cdot 6.022 \cdot 10^{23}$ ATOMÓW TLENU
- j). $7 \cdot 6.022 \cdot 10^{23}$ ATOMÓW

PRZYKŁADY:

Przykład 1.

OBLICZ MASĘ CZĄSTECZKOWĄ i MOŁOWĄ GLUKOZY $C_6H_{12}O_6$.**Rozwiązanie:****W CZĄSTECZCE GLUKOZY ZNAJDUJE SIĘ 6 ATOMÓW WĘGLA, 12 ATOMÓW WODORU i 6 ATOMÓW TLENU****MASY ATOMOWE TYCH PIERWIĄSTKÓW SĄ ODPOWIEDNIO:**

12 u dla C
 1 u dla H
 16 u dla O

ODPOWIEDŹ:**MASA CZĄSTECZKOWA GLUKOZY =**

$$6 \cdot 12u + 12 \cdot 1u + 6 \cdot 16u = 180u.$$

MASA MOŁOWA GLUKOZY = 180 g/mol.

Przykład 2.

OBLICZ MASĘ JEDNEJ CZĄSTECZKI (MASĘ BEZWZGŁĘDNĄ) GLUKOZY.**Rozwiązanie:****1 SPOSÓB:****1 MOL $C_6H_{12}O_6$ ZAWIERA:**

$6,02 \cdot 10^{23}$ CZĄSTECZEK i MA MASĘ	-	180 g
1 CZĄSTECZKA MA MASĘ	-	x g

$$\underline{x = 180g / 6,02 \cdot 10^{23} = 2,988 \cdot 10^{-22} g}$$

2 SPOSÓB:**MASA 1 CZĄSTECZKI GLUKOZY WYNOSI 180 u,****ZATEM BEZWZGŁĘDNA MASĄ RÓWNA SIĘ**

$$180 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 2,988 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

ODPOWIEDŹ:**MASA JEDNEJ CZĄSTECZKI GLUKOZY WYNOSI $2,988 \cdot 10^{-22} g$**

· Przykład 3.

OBLICZ LICZBĘ MOLI W 900 g WODY.

$$\text{LICZBA MOLI (n)} = \frac{\text{CAŁKOWITA MASA (m)}}{\text{MASA 1 MOLA (M)}}$$

Rozwiązanie:

$$\text{MASA MOŁOWA WODY} = 18 \text{ g/mol.}$$

$$1 \text{ MOL H}_2\text{O ODPOWIADA} \quad 18 \text{ g}$$

$$x \text{ MOLI ODPOWIADA} \quad 900 \text{ g}$$

$$\underline{x = 90/18 = 50 \text{ MOLI}}$$

ODPOWIEDŹ:

W 900 g WODY ZNAJDUJE SIĘ 50 MOLI

Przykład 4.

OBLICZ, ILE ATOMÓW ZNAJDUJE SIĘ W 3 g WĘGLA.

Rozwiązanie:

1 SPOSÓB:

W 1 MOLU, CZYLI W:

$$12 \text{ g WĘGLA ZNAJDUJE SIĘ} \quad - \quad 6,022 \cdot 10^{23} \text{ ATOMÓW}$$

$$\text{WIĘC W 3 g WĘGLA ZNAJDUJE SIĘ} \quad - \quad x \text{ ATOMÓW}$$

$$x = \frac{3 \text{ g} \cdot 6,028 \cdot 10^{23}}{12 \text{ g}} = 1,505 \cdot 10^{23} \text{ ATOMÓW}$$

2 SPOSÓB:

ZAKŁADAJĄC, ŻE LICZBA MOLI, n WYRAŻONA JEST WZOREM:

$$n = m/M$$

$$\text{TO } x = m/M N_A$$

$$\underline{x = \frac{3/12 \text{ g} \cdot 6,028 \cdot 10^{23}}{1} = 1,505 \cdot 10^{23} \text{ ATOMÓW}}$$

ODPOWIEDŹ:

W 3 g WĘGLA ZNAJDUJE SIĘ $1,505 \cdot 10^{23}$ POJEDYNCZYCH ATOMÓW PIERWIASTKA WĘGLA

OBLICZANIE SKŁADU PROCENTOWEGO i WAGOWEGO ZWIĄZKÓW

ZAWARTOŚĆ PROCENTOWA SKŁADNIKA:

WYRAŻONY W PROCENTACH STOSUNEK MASY SKŁADNIKA
DO MASY PRÓBKI - CAŁOŚCI:

$$\frac{m_{\text{składnika}}}{m_{\text{całości}}} \cdot 100\%$$

Przykład 5.

OBLICZ PROCENTOWĄ ZAWARTOŚĆ ŻELAZA W TLENKU ŻELAZA (III)

Rozwiązanie 1:

WZÓR TLENKU ŻELAZA (III): Fe_2O_3

MASA MOŁOWA TLENKU ŻELAZA (III): $2 \cdot 56 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 160 \text{ g/mol}$

W JEDNYM MOLU Fe_2O_3 CZYLI W 160 g ZAWARTE JEST 112 g ŻELAZA

MASA PRÓBKI = MASA CAŁOŚCI = MASA 1 MOLA = 160 g

MASA SKŁADNIKA = MASA ŻELAZA = 112 g

STĄD ZAWARTOŚĆ PROCENTOWA ŻELAZA WYNOŚI:

$$\frac{112 \text{ g}}{160 \text{ g}} \cdot 100\% = 70\%$$

Rozwiązanie 2:

$$\begin{array}{l} 116 \text{ g} \\ 112 \text{ g} \end{array} \quad \begin{array}{l} 100\% \\ x\% \end{array} \quad ; \quad x = 70\%$$

ODPOWIEDŹ:

ZAWARTOŚĆ ŻELAZA W TLENKU ŻELAZA (III) WYNOŚI 70%

Przykład 6.

ILE MOLI ŻELAZA i ILE MOLI Fe_2O_3 ZNAJDUJE SIĘ W 1.5 kg HEMATYTU?

160 g hematytu (Fe_2O_3)	zawiera dwa mole Fe
1500 g hematytu (Fe_2O_3)	zawiera x moli

$x = 18.75$ moli Fe

160 g hematytu (Fe_2O_3)	1 mol (Fe_2O_3)
1500 g hematytu (Fe_2O_3)	zawiera y moli

$y = 9.375$ moli (Fe_2O_3)

ODPOWIEDŹ: 1.5 kg HEMATYTU ZAWIERA 18.75 moli ŻELAZA i 9.375 moli Fe_2O_3

OBLICZENIA OPARTE NA RÓWNANIACH CHEMICZNYCH

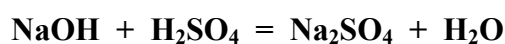
Przykład 7.

ILE GRAMÓW KWASU SIARKOWEGO (VI) TRZEBA ZUŻYĆ DO
ZOBOJĘTNIENIA 20 g WODOROTLENKU SODU

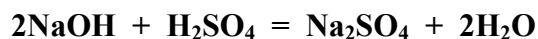
1. WZÓR KWASU SIARKOWEGO (VI) = H_2SO_4 ,

WZÓR WODOROTLENKU SODU = NaOH

2. REAKCJA ZOBOJĘTNIANIA:



3. UZGODNIONA REAKCJA:



4. MASY MOŁOWE NaOH i H_2SO_4 WYNOSZĄ ODPOWIEDNIO:

$$M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g/mol} \quad \text{i} \quad M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$$

5. Z PROPORCJI:

$$98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \quad \text{zobojętnia} \quad 2 \cdot 40 \text{ g NaOH}$$

$$x \text{ g H}_2\text{SO}_4 \quad \text{zobojętnia} \quad 20 \text{ g NaOH}$$

$$\underline{x = 24.5 \text{ g H}_2\text{SO}_4}$$

ODPOWIEDŹ:

DO ZOBOJĘTNIENIA 20 g NaOH POTRZEBNE JEST 24.5 g H₂SO₄

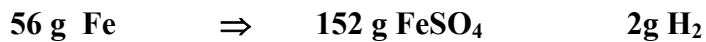
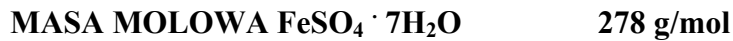
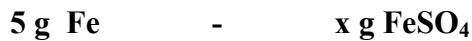
OBLICZENIA OPARTE O PRAWA GAZOWE

Przykład 8.

5 g ŻELIWA ROZPUSZCZONO W KWASIE SIARKOWYM. OBLICZ:

- a. ILE GRAMÓW i dm^3 WODORU WYDZIELI SIĘ W REAKCJI (WARUNKI NORMALNE)
- b. ILE POWSTANIE GRAMÓW SIĘDMIWODNEGO SIARCZANU ŻELAZA (II)

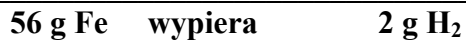
Rozwiązanie:

Skoro 56 g Fe daje 152 g FeSO₄

$$x = 13.6 \text{ g FeSO}_4$$

z 5 g żeliwa można otrzymać 13.6 g FeSO₄

$$y = 24.87 \text{ g FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$



$$Z = 0.18 \text{ g H}_2$$

5 g żeliwa wypiera 0.18 g H₂

W WARUNKACH NORMALNYCH



$$W = 2 \text{ dm}^3$$

ODPOWIEDŹ: a) 0.18 g H₂; 2 dm³ H₂; b) 24.87 g FeSO₄ · 7H₂O

Przy opracowaniu wykorzystano:

E. I. Matuszewicz; J. Matuszewicz: CHEMIA, Podręcznik dla klasy I i II techników o specjalnościach niechemicznych oraz liceum ogólnokształcącego o profilach: humanistycznym i klasycznym. W. Sz i P., W-wa 1989.

Grabczak, Z. Kluz, K. Łopata, M. Poźniczek: REPETYTORIUM Z CHEMII dla uczniów szkół średnich i kandydatów na wyższe uczelnie. „Zamiast korepetycji”, Kraków 1992.

B. Jasińska: CHEMIA OGÓLNA, Wydawnictwa AGH, Kraków 1993.

A. Piotrowski; M. Klimek: ĆWICZENIA Z CHEMII DLA MECHANIKÓW, Wyd. AGH, Kraków 1987.