

Karta pracy Nr.I/1a

I. Wprowadzenie – mol, masa molowa, liczba Avogadro

1. **Mol** – jednostka liczności materii, która zawiera tyle samo atomów, jonów, cząsteczek, elektronów, ile atomów węgla **izotopu** ^{12}C zawartych jest w **12g** tego izotopu.
2. **Liczba Avogadro** – liczba atomów węgla **izotopu** ^{12}C a tym samym liczba cząsteczek w 1 molu materii zawarta w 12g tego izotopu, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
3. **Masa molowa** – liczba gramów substancji zawierająca $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów, cząsteczek lub jonów, co do wartości liczbowej równa masie atomowej (m_{at}) lub masie cząsteczkowej (m_{cz}). Jednostka masy molowej: $M = [\text{g/mol}] = [\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}] = [\frac{\text{g}}{\text{mol}}]$.

II. Przykładowe zadania:

Zad.1 Oblicz masę molową ortofosforanu(V) magnezu – $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

Rozwiązanie: $M = 3 \cdot M_{\text{Mg}} + 2 \cdot M_{\text{P}} + 8 \cdot M_{\text{O}} = 3 \cdot 24 \text{g/mol} + 2 \cdot 31 \text{g/mol} + 8 \cdot 16 \text{g/mol} =$
 $= 72 \text{g/mol} + 62 \text{g/mol} + 128 \text{g/mol} = \mathbf{262 \text{g/mol}}$

Zad.2 Oblicz liczbę moli ortofosforanu(V) magnezu, która znajduje się w próbce zawierającej $1,505 \cdot 10^{23}$ cząsteczek tego związku.

Rozwiązanie:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol } \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 & \text{-----} & 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} \\ x & \text{-----} & 1,505 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} \\ \hline x \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} & = & 1 \text{ mol} \cdot 1,505 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} \\ x & = & \frac{1,505 \cdot 10^{23} \text{ mol}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \mathbf{0,25 \text{ mol}} \end{array}$$

Zad. 3 Oblicz masę $1,505 \cdot 10^{22}$ cząsteczek ortofosforanu(V) magnezu.

Rozwiązanie:

$$\begin{array}{rcl} 262 \text{g} & \text{-----} & 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} \\ x & \text{-----} & 1,505 \cdot 10^{22} \text{ cząsteczek} \\ \hline x \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek} & = & 260 \text{g} \cdot 1,505 \cdot 10^{22} \text{ cząsteczek} \\ x & = & \frac{262 \text{g} \cdot 1,505 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{26,2 \text{g} \cdot 1,505 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{39,43 \text{g}}{6,02} = \mathbf{6,55 \text{g}} \end{array}$$

Zad.4 Oblicz procentowy udział mas pierwiastków w cząsteczce ortofosforanu(V) magnezu.

Rozwiązanie: $M = 259 \text{g/mol} = 100\%$; $M_{3 \cdot \text{Mg}} = 69 \text{g/mol}$; $M_{2 \cdot \text{P}} = 62 \text{g/mol}$; $M_{8 \cdot \text{O}} = 128 \text{g/mol}$

$\begin{array}{rcl} 262 \text{g} & \text{-----} & 100\% \\ 72 \text{g} \text{Mg} & \text{-----} & x \\ \hline x & = & \frac{72 \text{g} \cdot 100\%}{262 \text{g}} = \mathbf{27,48\%} \end{array}$	$\begin{array}{rcl} 262 \text{g} & \text{-----} & 100\% \\ 62 \text{g} \text{P} & \text{-----} & x \\ \hline x & = & \frac{62 \text{g} \cdot 100\%}{262 \text{g}} = \mathbf{23,66\%} \end{array}$	$\begin{array}{rcl} 262 \text{g} & \text{-----} & 100\% \\ 128 \text{g} \text{O} & \text{-----} & x \\ \hline x & = & \frac{128 \text{g} \cdot 100\%}{262 \text{g}} = \mathbf{48,86\%} \end{array}$
--	---	---

Zad.5 Ustal wzór rzeczywisty związku chemicznego $K_xP_yO_z$ wiedząc, że procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: potas – 55,19%; fosfor – 14,62%; tlen – 30,19%.

Rozwiązanie: Należy przyjąć założenie, że masa molowa tego związku wynosi 100g/mol, stąd udział mas pierwiastków w g odpowiada wartości liczbowej udziału procentowego masy.

Liczbę moli danego pierwiastka (n) oblicza się ze wzoru $n = \frac{m}{M}$. Obliczone wartości dzieli się przez wartość najmniejszą, w przypadku gdy w wyniku obliczenia otrzyma się wartości ułamkowe np. 1/2, 1/3, 1/4 należy wszystkie wartości przemnożyć odpowiednio przez 2, 3, 4 aby otrzymać liczby całkowite.

$$\begin{array}{l} \text{➤ } n_K = \frac{55,19g}{39g/mol} = 1,42mol \\ \text{➤ } n_P = \frac{14,62g}{31g/mol} = 0,47mol \\ \text{➤ } n_O = \frac{30,19g}{16g/mol} = 1,89mol \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} : 0,47 \text{ mol} \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} 3 = x \\ 1 = y \\ 4 = z \end{array} \right.$$

➤ Wzór rzeczywisty: K_3PO_4

Zad. 6 Ustal wzór rzeczywisty wodorosoli $Na_xH_ySi_zO_q$ wiedząc, że procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: sód – 42,59%; wodór – 0,62%; krzem – 17,28%, tlen – 39,51%

Rozwiązanie:

$$\begin{array}{l} \text{➤ } n_{Na} = \frac{42,59g}{23g/mol} = 1,85mol \\ \text{➤ } n_H = \frac{0,62g}{1g/mol} = 0,62mol \\ \text{➤ } n_{Si} = \frac{17,28g}{28g/mol} = 0,62mol \\ \text{➤ } n_O = \frac{39,51g}{16g/mol} = 2,47mol \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} : 0,62mol \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} 3 = x \\ 1 = y \\ 1 = z \\ 4 = q \end{array} \right.$$

➤ Wzór rzeczywisty: Na_3HSiO_4

Zad. 7 Ustal wzór rzeczywisty hydratu $Mg_xS_yO_z \cdot nH_2O$ wiedząc, że procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: magnez – 9,76%; siarka – 13,00% ; tlen – 71,54%; wodór – 5,69%

Rozwiązanie:

$$\begin{array}{l} \text{➤ } n_{Mg} = \frac{9,76g}{24g/mol} = 0,406mol \\ \text{➤ } n_S = \frac{13,00g}{32g/mol} = 0,406mol \\ \text{➤ } n_O = \frac{71,54g}{16g/mol} = 4,47mol \\ \text{➤ } n_H = \frac{5,69g}{1g/mol} = 5,69mol \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} : 0,406mol \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} 1 = x \\ 1 = y \\ 11 = z + n \\ 14 : 2 = n \end{array} \right.$$

➤ Wzór rzeczywisty: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

Zad. 8 Ustal wzór empiryczny i rzeczywisty (sumaryczny) związku C_xH_y , którego gęstość molowa wyznaczona w warunkach normalnych wynosi $2,5g/dm^3$ a procentowy udział mas pierwiastków wynosi: węgiel – 85,71%; wodór – 14,29%.

Rozwiązanie: wzór empiryczny – obliczając powyższą metodą otrzymujemy indeksy stechiometryczne: x = 1, y = 2, stąd związek CH_2 – taka cząsteczka nie istnieje.

Rozwiązanie: wzór rzeczywisty:

- Obliczenie masy molowej związku:
 - ✓ $M = 2,5\text{g/dm}^3 \cdot 22,4\text{dm}^3/\text{mol} = 56\text{g/mol}$
- Obliczenie rzeczywistej masy węgla i wodoru w związku:
 - ✓ $m_C = 56\text{g} \cdot 85,71\% : 100\% = 48\text{g}$
 - ✓ $m_H = 56\text{g} \cdot 14,29\% : 100\% = 8\text{g}$
- Obliczenie liczby atomów w cząsteczce
 - ✓ $x = \frac{48\text{g/mol}}{12\text{g/mol}} = 4$
 - ✓ $y = \frac{8\text{g/mol}}{1\text{g/mol}} = 8$
 - ✓ Wzór rzeczywisty **C_4H_8**

Zad. 9 Ustal wzór empiryczny hydroksosoli $\text{Al}_x(\text{OH})_y\text{Cl}_z$ jeżeli procentowy udział mas pierwiastków wynosi: glin – 28, 13%; tlen – 33,33%; wodór – 2,08%; chlor – 36,46%

Rozwiązanie:

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ $n_{\text{Al}} = \frac{28,13\text{g}}{27\text{g/mol}} = 1,04\text{mol}$ ➤ $n_{\text{O}} = \frac{33,33\text{g}}{16\text{g/mol}} = 2,08\text{mol}$ ➤ $n_{\text{H}} = \frac{2,08\text{g}}{1\text{g/mol}} = 2,08\text{mol}$ ➤ $n_{\text{Cl}} = \frac{36,46\text{g}}{35\text{g/mol}} = 1,04\text{mol}$ | $\left \begin{array}{c} : 1,04 \text{ mol} \end{array} \right $ | $\left \begin{array}{l} 1 = x \\ 2 = y \\ 2 = y \\ 1 = z \end{array} \right $ |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Wzór empiryczny: $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ | | |

Zad. 10. Oblicz liczbę atomów wodoru, azotu i chloru w próbce 1,325g chlorku amonu – NH_4Cl .

Rozwiązanie:

- Obliczenie masy molowej: $M = 14\text{g/mol} + 4 \cdot 1\text{g/mol} + 35\text{g/mol} = 53\text{g/mol}$
- Obliczenie liczby atomów:

$$\begin{array}{rcl} \checkmark & 53\text{g} & \text{-----} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. N} \\ & 1,325\text{g} & \text{-----} x \\ & & \text{-----} \end{array}$$

$$x = \frac{1,325 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{53\text{g}} = \mathbf{1,505 \cdot 10^{22} \text{ at N}}$$

$$\begin{array}{rcl} \checkmark & 53\text{g} & \text{-----} 4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. H} \\ & 1,325\text{g} & \text{-----} x \\ & & \text{-----} \end{array}$$

$$x = \frac{1,325 \cdot 4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{53\text{g}} = \mathbf{6,02 \cdot 10^{22} \text{ at H}}$$

$$\begin{array}{rcl} \checkmark & 53\text{g} & \text{-----} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. Cl} \\ & 1,325\text{g} & \text{-----} x \\ & & \text{-----} \end{array}$$

$$x = \frac{1,325 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{53\text{g}} = \mathbf{1,505 \cdot 10^{22} \text{ at Cl}}$$

Karta pracy Nr.I/1b: Nazwisko i imię klasa

Zadania do wykonania na ocenę: ocena:

Zad. 1 Oblicz liczbę atomów wodoru, azotu i siarki w próbce 6,8g siarczku amonu – $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

Zad. 2 Ustal wzór empiryczny i rzeczywisty (sumaryczny) związku C_xH_y , którego gęstość molowa par wyznaczona w warunkach normalnych wynosi $3,48\text{g/dm}^3$ a procentowy udział mas pierwiastków wynosi: węgiel – 92,31%; wodór – 7,69%.

Zad. 3 Ustal wzór rzeczywisty wodorosoli $\text{Ca}_x(\text{H}_y\text{P}_z\text{O}_q)_n$ wiedząc, że procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: wapń – 17,09%; wodór – 1,71%; fosfor – 26,50%; tlen – 54,70%.

Zad. 4 Ustal wzór rzeczywisty hydratu $\text{Na}_x\text{C}_y\text{O}_z \cdot n\text{H}_2\text{O}$ wiedząc, że procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: sód – 16,08%; węgiel – 4,20% ; tlen – 72,73%; wodór – 6,99%.

Zad. 5 Dla cząsteczki $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ oblicz:

- masę molową,
- liczbę moli tej substancji w próbce zawierającej $1,204 \cdot 10^{24}$ cząsteczek tego związku,
- procentowy udział mas pierwiastków w tym związku.





