

Materiał powtórzeniowy do sprawdzianu - liczba Avogadro, mol, masa molowa, molowa objętość gazów, obliczenia stechiometryczne + zadania z rozwiązaniami

I. Podstawowe definicje

1. **Masa atomowa** - masa atomu wyrażona w atomowych jednostkach masy [u] - unitach

2. **Atomowa jednostka masy** - unit [u] - 1/12 masy atomu izotopu węgla ^{12}C

$$\diamond 1\text{u} = \frac{1}{12} \text{ masy atomu węgla } ^{12}\text{C} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

3. **Mol** - ilość materii zawierająca liczbę cząsteczek równą liczbie atomów izotopów węgla ^{12}C zwartych w masie 12g nuklidu węgla ^{12}C , czyli zbiór $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów, cząsteczek lub jonów

4. **Liczba Avogadra** - określa liczbę drobin (atomów, cząsteczek, jonów, elektronów) w molu materii

$$\diamond N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

5. **Masa molowa** - masa jednego mola drobin (atomów, jonów, cząsteczek) wyrażana w gramach, co do wartości liczbowej jest równa masie atomowej (cząsteczkowej) pierwiastka lub związku chemicznego)

$$\diamond M = m \cdot N_A = [\text{g/mol}] = [\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}], \text{ gdzie } m - \text{masa drobin}$$

Interpretacja

Drobina	Masa atomowa - m_{at} lub cząsteczkowa - m_{cz}	Liczba cząsteczek w 1 molu	Liczba atomów w 1 molu	Masa molowa M
Cl	$m_{\text{at}} = 35,45\text{u}$	-	$6,02 \cdot 10^{23}$	35,45g/mol
Cl ₂	$m_{\text{cz}} = 70,90\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$	70,90g/mol
O	$m_{\text{at}} = 16\text{u}$	-	$6,02 \cdot 10^{23}$	16g/mol
O ₂	$m_{\text{cz}} = 32\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$	32g/mol
O ₃	$m_{\text{cz}} = 48\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$	48g/mol
H ₂ O	$m_{\text{cz}} = 18\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. H} +$ $6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. O}$	18g/mol
H ₂ SO ₄	$m_{\text{cz}} = 98\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. H} +$ $4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. O} +$ $6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. S}$	98g/mol
CaCO ₃	$m_{\text{cz}} = 100\text{u}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. Ca} +$ $3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. O} +$ $6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. C}$	100g/mol

Przykłady:

❖ Obliczanie mas molowych:

- $M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot M_{\text{H}} + 1 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 1\text{g/mol} + 16\text{g/mol} = 18\text{g/mol}$
- $M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot M_{\text{H}} + 1 \cdot M_{\text{S}} + 4 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 1\text{g/mol} + 32\text{g/mol} + 4 \cdot 16\text{g/mol} = 98\text{g/mol}$
- $M_{\text{CaCO}_3} = 1 \cdot M_{\text{Ca}} + 1 \cdot M_{\text{C}} + 3 \cdot M_{\text{O}} = 40\text{g/mol} + 12\text{g/mol} + 3 \cdot 16\text{g/mol} = 100\text{g/mol}$
- $M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 2 \cdot M_{\text{Al}} + 3 \cdot M_{\text{S}} + 12 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 27\text{g/mol} + 3 \cdot 32\text{g/mol} + 12 \cdot 16\text{g/mol} = 342\text{g/mol}$
- $M_{[\text{Al}(\text{OH})_6]\text{Na}_3} = 1 \cdot M_{\text{Al}} + 6 \cdot M_{\text{O}} + 6 \cdot M_{\text{H}} + 3 \cdot M_{\text{Na}} = 27\text{g/mol} + 6 \cdot 16\text{g/mol} + 6 \cdot 1\text{g/mol} + 3 \cdot 23\text{g/mol} = 198\text{g/mol}$

Zadania:

Zad. 1. Oblicz:

- a) masę molową ortofosforanu(V) wapnia $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- b) masę 0,2mola w/w soli,
- c) masę 1,5mola w/w soli,
- d) liczbę cząsteczek w 0,4mola w/w soli;
- e) liczbę moli w próbce o masie 77,5g w/w soli.

Rozwiązanie:

a) $M_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 3 \cdot 40\text{g/mol} + 2 \cdot 31\text{g/mol} + 8 \cdot 16\text{g/mol} = 310\text{g/mol}$

b) obliczenie można wykonać korzystając z proporcji lub ze wzoru ($m = n \cdot M$), gdzie m - masa próbki w g, n - liczba moli, M - masa molowa substancji.

➤ Obliczenie z proporcji

$$\begin{array}{rcl} 1\text{mol} & \text{-----} & 310\text{g} \\ 0,2\text{mol} & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 62\text{g}$$

Obliczenie ze wzoru

$$m = n \cdot M = 0,2\text{mol} \cdot 310\text{g/mol} = 62\text{g}$$

c) jak w ppkt. b

➤ $\begin{array}{rcl} 1\text{mol} & \text{-----} & 310\text{g} \\ 1,5\text{mol} & \text{-----} & x \end{array}$

$$x = 465\text{g}$$

$$m = n \cdot M = 1,5\text{mol} \cdot 310\text{g/mol} = 465\text{g}$$

d) na 1 mol substancji składa $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ cząsteczek, oblicza się z proporcji

➤ $\begin{array}{rcl} 1\text{mol} & \text{-----} & 6,02 \cdot 10^{23} \\ 0,4\text{mol} & \text{-----} & x \end{array}$

$$x = 2,408 \cdot 10^{23} \text{ cząsteczek}$$

e) jak w ppkt. b

➤ $\begin{array}{rcl} 1\text{mol} & \text{-----} & 310\text{g} \\ x & \text{-----} & 77,5\text{g} \end{array}$

$$x = 0,25 \text{ mola}$$

$$m = n \cdot M ; n = \frac{m}{M} = \frac{77,5\text{g}}{310\text{g/mol}} = 0,25\text{mola}$$

Zad.2. Oblicz:

- a) masę próbki siarkowodoru (H_2S) na którą składa się $3,01 \cdot 10^{23}$ cząsteczek tego związku,
- b) liczbę atomów H i liczbę atomów S w próbce tego związku o masie 17g,
- c) masę próbki siarczku miedzi(II) CuS , która zawiera tyle samo atomów siarki, która zawarta jest w 34,2g siarczanu(VI) glinu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Rozwiązanie:

a) na 1 mol wchodzi $6,02 \cdot 10^{23}$ cząsteczek związku

➤ $M_{\text{H}_2\text{S}} = 34\text{g/mol}$

$$34\text{g} \text{-----} 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$x \text{-----} 3,01 \cdot 10^{23}$$

$$x = 17\text{g}$$

b) na 1 mol (34g) H_2S wchodzi 2 mole wodoru i 1 mol siarki a na 1 mol składa się $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów, stąd w 17g - patrz zad. a:

$\begin{array}{rcl} 34g & \text{-----} & 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. H} \\ 17g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. H} \end{array}$	$\begin{array}{rcl} 34g & \text{-----} & 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \\ 17g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \end{array}$
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

c) na 1 mol siarczku miedzi zawiera 1 mol atomów siarki, natomiast 1 mol siarczynu(VI) glinu zawiera 3mole siarki, stąd należy obliczyć liczbę at. S w próbce 34,2g tego związku

$\begin{array}{rcl} M_{Al_2(SO_4)_3} = 342g/mol \\ 342g & \text{-----} & 3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \\ 34,2g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 1,806 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \end{array}$	$\begin{array}{rcl} M_{CuS} = 64g/mol + 32g/mol = 96g/mol \\ \text{w 96g tego związku znajduje się} \\ 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. S stąd} \\ 96g & \text{-----} & 6,02 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \\ x & \text{-----} & 1,806 \cdot 10^{23} \text{ at. S} \\ \hline & & x = 28,8g \end{array}$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Odp. Taka sama liczba at. S co w 34,2g siarczynu(VI) glinu znajduje się w 28,8gramach siarczku miedzi(II)

Zad. 3 Oblicz udział procentowy poszczególnych pierwiastków siarczynu(VI) wapnia $CaSO_4$.

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie masy molowej $M = 40g/mol + 32g/mol + 4 \cdot 16g/mol = 136g/mol$
- ❖ 136g stanowi całość, czyli 100%, do rozwiązania stosujemy proporcję:

$\begin{array}{rcl} 136g & \text{-----} & 100\% \\ 40g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 29,41\% Ca \end{array}$	$\begin{array}{rcl} 136g & \text{-----} & 100\% \\ 32g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 23,53\% S \end{array}$	$\begin{array}{rcl} 136g & \text{-----} & 100\% \\ 64g & \text{-----} & x \\ \hline & & x = 47,06\% O \end{array}$
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zad.4. Dla cząsteczki związku chemicznego o następującym udziale procentowym mas pierwiastków w cząsteczce: Al - 15,79%; S - 28,07%; O - 56,14% ustal wzór rzeczywisty tego związku.

Rozwiązanie:

- ❖ Empiryczny wzór : $Al_xS_yO_z$
- ❖ W rozwiązaniu należy przejąć, że masa molowa tego związku wynosi 100g/mol
- ❖ Stąd: $m_{Al} = 15,79g$, $m_S = 28,07g$, $m_O = 56,14g$
- ❖ Obliczenie liczby atomów pierwiastków w cząsteczce:

$\begin{array}{l} \text{➤ } n_{Al} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} = \frac{15,79g}{\frac{27g}{mol}} = 0,58 \text{ mol} \\ \text{➤ } n_S = \frac{m_S}{M_S} = \frac{28,07g}{\frac{32g}{mol}} = 0,877 \text{ mol} \\ \text{➤ } n_O = \frac{m_O}{M_O} = \frac{56,14g}{\frac{16g}{mol}} = 3,51 \text{ mol} \end{array}$: 0,58 mol	1 1,5 6	· 2	2 = x 3 = y 12 = z
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	---------------	-----	--------------------------

- ❖ wyjaśnienie - obliczone wartości należy podzielić przez najmniejszą wartość, pomnożenie przez 2 jest konieczne, ponieważ w cząsteczce nie może być 1,5 atomu,

- ❖ Wzór empiryczny: $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12} \rightarrow$ wzór rzeczywisty: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Zad. 5. Ustal wzór empiryczny i rzeczywisty uwodnionej soli, jeżeli procentowy udział mas pierwiastków jest następujący: Na - 16,08%; C - 4,20%; O - 72,72%; H - 7,0%.

Rozwiązanie:

- ❖ Wzór empiryczny hydratu: $\text{Na}_x\text{C}_y\text{O}_z \cdot n\text{H}_2\text{O}$

- ❖ Metoda obliczenia jak w zad. 4.

$$\begin{array}{lcl}
 \text{➤ } n_{\text{Na}} = \frac{m_{\text{Na}}}{M_{\text{Na}}} = \frac{16,8g}{\frac{23g}{\text{mol}}} = 0,70\text{mol} & & 2 = x \\
 \text{➤ } n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{4,20g}{\frac{12g}{\text{mol}}} = 0,35\text{mol} & : 0,35 \text{ mol} & 1 = y \\
 \text{➤ } n_{\text{O}} = \frac{m_{\text{O}}}{M_{\text{O}}} = \frac{72,72g}{\frac{16g}{\text{mol}}} = 4,57\text{mol} & & 13 \\
 \text{➤ } n_{\text{H}} = \frac{m_{\text{H}}}{M_{\text{H}}} = \frac{7,00g}{\frac{1g}{\text{mol}}} = 7,00\text{mol} & & 20
 \end{array}$$

- ❖ $n = 20$ at H : $2 = 10 \text{ H}_2\text{O}$

- ❖ $z = 13 - n = 13 - 10 = 3$

- ❖ Wzór rzeczywisty: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

II. Objętość molowa i objętość molowa gazów

1. Objętość molowa - objętość, jaką zajmuje jeden mol substancji w określonych warunkach ciśnienia i temp.

- ❖ $V_M = \frac{M}{d} = [m^3 \cdot \text{mol}^{-1}] = [cm^3 \cdot \text{mol}^{-1}] = [dm^3 \cdot \text{mol}^{-1}]$,
gdzie M - masa molowa, d - gęstość,

Zadania

Zad.1. W warunkach standardowych (25°C i 1013hPa) gęstość etanolu wynosi 0,7893g/cm³. Oblicz objętość molową etanolu (C₂H₅-OH).

Rozwiązanie:

$$\text{➤ } M = 46g/\text{mol} \quad V_M = \frac{M}{d} = \frac{\frac{46g}{\text{mol}}}{0,7893g/\text{cm}^3} = 50,279\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Zad.2. Największą gęstość woda posiada w temp. 4°C, w temp. powyżej i poniżej tej temp. gęstość wody maleje. Oblicz gęstość wody w tej temp. i ciśnieniu 1013hPa, jeżeli w tych warunkach 1 mol wody zajmuje objętość 18cm³.

Rozwiązanie:

$$\text{➤ } M = 18g/\text{mol} \quad d = \frac{M}{V} = \frac{\frac{18g}{\text{mol}}}{18\text{cm}^3/\text{mol}} = 1 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

Zad. 3. Gęstość złota wynosi $19,32\text{g/cm}^3$. Zakładając, że obrączka jest wykonana z czystego złota, oblicz jej masę jeżeli po wrzuceniu do wody zostało wyparte $0,25\text{cm}^3$ wody.

Rozwiązanie:

- Objętość obrączki jest równa objętości wypartej wody
- $1\text{cm}^3 \text{ Au} \text{ ----- } 19,32\text{g}$
 $0,25\text{cm}^3 \text{ ----- } x$

$$x = 4,83\text{g}$$

2. Objętość molowa gazów - jeden mol dowolnego gazu w warunkach normalnych (warunki normalne: $T = 0^\circ\text{C}$ tj. 273K i ciśnienie $p = 1013\text{hPa}$) zajmuje objętość $22,4\text{dm}^3$, co oznacza, że tej samej objętości znajduje się identyczna liczba cząsteczek dowolnego gazu.

❖ $V_{\text{mol}} = 22,4\text{dm}^3/\text{mol}$

Gaz	V_{mol} w warunkach normalnych	Liczba cząsteczek gazu w 1 molu	Masa molowa M gazu	Gęstość gazu $d = \frac{M}{V_{\text{mol}}}$
H_2	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	2g/mol	$0,089\text{g/dm}^3$
O_2	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	32g/mol	$1,43 \text{ g/dm}^3$
Cl_2	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	71g/mol	$3,17 \text{ g/dm}^3$
Ar	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	40g/mol	$1,79 \text{ g/dm}^3$
NH_3	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	17g/mol	$0,75 \text{ g/dm}^3$
CH_4	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	16g/mol	$0,71 \text{ g/dm}^3$
Powietrze atmosferyczne jako mieszanina gazów	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$ N - 78,08% O - 20,95% Ar - 0,93% CO ₂ - 0,03% części objętościowych	$6,02 \cdot 10^{23}$		$1,2928\text{g/cm}^3$ (bez pary wodnej, wilgotność 0%)

Zadania

Zad.4. Oblicz:

- objętość w warunkach normalnych $0,2\text{mola}$ wodoru,
- objętość w warunkach normalnych $1,505 \cdot 10^{23}$ cząsteczek tlenu,
- gęstość w warunkach normalnych następujących gazów: azotu, ksenonu i chlorowodoru oraz uszereguj je wg rosnącej gęstości,
- masę 1dm^3 (warunki normalne) bromowodoru

Rozwiązanie:

a) obliczenie z proporcji

❖ $1\text{mol} \text{ ----- } 22,4\text{dm}^3$
 $0,2\text{mol} \text{ ----- } x$

$$x = 4,48\text{dm}^3$$

b) obliczenie z proporcji

$6,02 \cdot 10^{23}$ cząst. O₂ ----- $22,4\text{dm}^3$
 $1,505 \cdot 10^{23}$ cząst. O₂ ----- x

$$x = 5,6\text{dm}^3$$

c) obliczenie gęstości gazów:

$$\diamond d_{N_2} = \frac{M}{V_{mol}} = \frac{28g/mol}{22,4dm^3} = 1,25g/dm^3$$

$$\diamond d_{Xe} = \frac{M}{V_{mol}} = \frac{131g/mol}{22,4dm^3} = 5,85g/dm^3$$

$$\diamond d_{HCl} = \frac{M}{V_{mol}} = \frac{36,5g/mol}{22,4dm^3} = 1,63g/dm^3$$

❖ uszeregowanie wg wzrastającej gęstości: $N_2 < HCl < Xe$

d) obliczenie z proporcji

$$\begin{array}{rcl} \diamond M_{HBr} & = & 81g/mol \\ 22,4dm^3 & \text{-----} & 81g \\ 1dm^3 & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 3,62g$$

Zad.5. Ustal wzór rzeczywisty gazowej monochloropochodnej alkanu ($C_nH_{2n+1}Cl$), której gęstość wyznaczona w warunkach normalnych wynosi $2,88g/dm^3$ a udział procentowy mas wynosi: C - 37,21%; H - 7,75%; Cl - 55,04%

Rozwiązanie:

❖ Obliczenie masy molowej gazu

$$\begin{array}{rcl} 1dm^3 & \text{-----} & 2,88g \\ 22,4dm^3/mol & \text{-----} & x \end{array}$$

$$x = 64,5g/mol$$

❖ Obliczenie liczby atomów w cząsteczce związku

$$\begin{array}{lcl} n_C = \frac{M \cdot \%}{M_C \cdot 100\%} = \frac{64,5g/mol \cdot 37,21\%}{12g/mol \cdot 100\%} = 2 & & 2 \\ n_H = \frac{M \cdot \%}{M_H \cdot 100\%} = \frac{64,5g/mol \cdot 7,75\%}{1g/mol \cdot 100\%} = 5 & : 1 & 5 \\ n_{Cl} = \frac{M \cdot \%}{M_{Cl} \cdot 100\%} = \frac{64,5g/mol \cdot 55,04\%}{35,5g/mol \cdot 100\%} = 1 & & 1 \end{array}$$

❖ Wzór rzeczywisty: C_2H_5Cl

3. Zależność między molową objętością gazów a temperaturą i ciśnieniem wyraża wzór Calpeyrona:

❖ $pV = nRT$ gdzie:

- p - ciśnienie [1hPa] = [Pa]
- V - objętość [dm^3]
- n - liczba moli gazu,
- R-stała gazowa ($R = 83,1hPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$ lub $R = 8,31Pa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$)
- T - temp. w K ($K = t + 273$)

Zadania

6. Oblicz, o ile musi wzrosnąć ciśnienie aby objętość jaką zajmuje 0,5mola tlenu w temp. -30°C i ciśnieniu 1013hPa zajmowało taką samą objętość jaką gaz ten zajmuje w temp. 30°C .

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie objętości tlenu w temp. -30°C i ciśnieniu 1013hPa
 - $T = -30^{\circ}\text{C} + 273\text{K} = 243\text{K}$
 - $p_1 = 1013\text{hPa}$
 - $n = 0,5\text{mol}$
 - $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,5\text{mol} \cdot 83,1\text{hPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \text{K}^{-1} \cdot 243\text{K}}{1013\text{hPa}} = 9,97\text{dm}^3$
- ❖ Obliczenie ciśnienia dla następujących wartości:
 - $V = 9,97\text{dm}^3$
 - $T = 30^{\circ}\text{C} + 273\text{K} = 303\text{K}$
 - $n = 0,5\text{mol}$
 - $p_2 = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,5\text{mol} \cdot 83,1\text{hPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 303\text{K}}{9,97\text{dm}^3} = 1262,75\text{hPa}$
- ❖ Obliczenie różnicy ciśnień
 $\Delta p = 1262,75\text{hPa} - 1013\text{hPa} = 249,75\text{hPa}$.

III. Obliczenia stechiometryczne na podstawie równań reakcji chemicznych

Interpretacja równań reakcji

	N_2	+	3H_2	\rightarrow	2NH_3
❖ interp. cząsteczkowa:	1 cząst.	+	3 cząst.	\rightarrow	2 cząst.
❖ interp. molowa:	1 mol	+	3 mol	\rightarrow	2 mole
❖ interp. masowa:	28g	+	6g	\rightarrow	34g
❖ interp. objętościowa:	$22,4\text{dm}^3$	+	$67,2\text{dm}^3$	\rightarrow	$44,8\text{dm}^3$
❖ interp. ilościowa:	$6,02 \cdot 10^{23}$	+	$18,06 \cdot 10^{23}$	\rightarrow	$12,04 \cdot 10^{23}$

Zadania

Zad.1. Oblicz objętość wodoru (warunki normalne) otrzymanego w reakcji 1,35g cynku w reakcji z nadmiarem kwasu chlorowodorowego, przy założeniu, że reakcja zaszła z 100% wydajnością wg równania: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

Rozwiązanie:

- ❖ interp. równania reakcji: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 $1\text{mol} + 2\text{mole} \rightarrow 1\text{mol} + 1\text{mol}$
- ❖ interp. do zadania $65\text{g} + 2\text{mole} \rightarrow 1\text{mol} + 22,4\text{dm}^3$
- ❖ obliczenie:
 $65\text{g Zn} \text{ ----- } 22,4\text{dm}^3 \text{ H}_2$
 $1,35\text{g} \text{ ----- } x$

 $x = 0,465\text{dm}^3 \text{ wodoru}$

Zad.2. Oblicz, łączną objętość produktów gazowych w temp. 200°C i ciśnieniu 1013hPa termicznego rozkładu 0,1mola węglanu(IV) amonu przy założeniu, że reakcja zaszła z wydajnością 90% wg równania: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Rozwiązanie:

- ❖ interp. równania reakcji: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_{3(s)} \rightarrow 2\text{NH}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$
 $\qquad\qquad\qquad 1\text{mol} \qquad\qquad\qquad \rightarrow \qquad 2\text{mole} + 1\text{mol} + 1\text{mol}$
- ❖ interp. do zadania: $1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad \rightarrow \qquad 4\text{ mole gazów}$
- ❖ obliczenie liczby moli gazów:
 $1\text{mol węglanu amonu} \text{ ----- } 0,9 (90\%) \cdot 4\text{ mole gazów}$
 $0,1\text{mola} \qquad\qquad\qquad \text{-----} \qquad\qquad\qquad x$

$$x = 0,36\text{mola}$$

- ❖ obliczenie objętości produktów gazowych w temp. 200°C i ciśnieniu 1013hPa
 - $T = 200^\circ\text{C} + 273\text{K} = 473\text{K}$
 - $p = 1013\text{hPa}$
 - $n = 0,4\text{mola}$
 - $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,36\text{mol} \cdot 83,1\text{hPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \text{K}^{-1} \cdot 473\text{K}}{1013\text{hPa}} = 13,97\text{dm}^3$

**Zad.3. Oblicz, ile cm^3 wody należy dodać do 1kg gipsu palonego aby nastąpiło całkowite jego utwardzenie, jeżeli reakcja zachodzi wg równania:
 $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie mas molowych
 - $M_{(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 290\text{g/mol}$; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18\text{g/mol}$ to przy $d = 1\text{g/cm}^3$ daje 54cm^3
- ❖ Interp. równania reakcji: $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 $\qquad\qquad\qquad 1\text{mol} \qquad\qquad\qquad + 3\text{mole} \rightarrow 2\text{mole}$
- ❖ Interp. do zadania: $290\text{g} \qquad\qquad\qquad + 54\text{cm}^3 \rightarrow 2\text{mole}$

- ❖ Obliczenie
 - $290\text{g} \text{ ----- } 54\text{cm}^3$
 $1000\text{g} \text{ ----- } x$

 $x = 186,2\text{cm}^3 \text{ wody}$

Zad.6. Wymieszano roztwór zawierający 0,05mola azotanu(V) ołowiu(II) z roztworem zawierającym 0,1 mol jodu potasu. W wyniku reakcji między innymi wytrącił się żółty osad jodu ołowiu(II). Zapisz równanie reakcji i oblicz ilość gramów wytrąconego osadu.

Rozwiązanie:

- ❖ Obl. masy molowej: $M_{\text{PbI}_2} = 461\text{g/mol}$
- ❖ Zapis równania reakcji: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$
- ❖ Interp. równania reakcji: $1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad + 2\text{mol} \rightarrow 1\text{mol} + 2\text{mole} + 2\text{ mole}$
- ❖ Interp. do zadania: $1\text{ mol} \qquad\qquad\qquad + 2\text{mol} \rightarrow 461\text{g} + 2\text{mole} + 2\text{mole}$

- ❖ Obliczenie: z równania reakcji wynika, że substraty reagują w stosunku stechiometrycznym 1:2, roztwory zawierają substraty również w tym samym stosunku 0,05:01 ma się jak 1:2, ilość moli osadu jest równoważna z liczbą moli azotanu ołowiu w roztworze:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{➤ } 1 \text{ mol} & \text{-----} & 1 \text{ mol PbI}_2 & 1 \text{ mol PbI}_2 & \text{-----} & 461 \text{ g} \\
 0,05 \text{ mola} & \text{-----} & x & 0,05 \text{ mola} & \text{-----} & \\
 & & & & & \\
 & & x = 0,05 \text{ mol} & & x = 23,05 \text{ g osadu PbI}_2
 \end{array}$$

Zad.7. Oblicz, ile gramów miedzi należy użyć aby całkowicie wyprzeć z wodnego roztworu azotanu(V) srebra(I) $1,505 \cdot 10^{23}$ jonów Ag^+ .

Rozwiązanie:

- ❖ Zapis równania reakcji: $2\text{AgNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$
 $2\text{Ag}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$
- ❖ Interp. równania reakcji: $2 \text{mole} + 2 \text{mole} + 1 \text{mol} \rightarrow 2 \text{mole} + 1 \text{mol} + 2 \text{mole}$
- ❖ Interp. do zadania : $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} + 2 \text{mole} + 64 \text{g} \rightarrow 2 \text{mole} + 1 \text{mol} + 2 \text{mole}$
- ❖ Obliczenie
 - $2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ Ag}^+ \text{ ----- } 64 \text{ g Cu}$
 $1,505 \cdot 10^{23} \text{ Ag}^+ \text{ ----- } x$

 $x = 8 \text{ g Cu}$

Zad.8. 10 gramową sztabkę stopu miedzi i magnezu poddano rozтворzeniu w nadmiarze kwasu chlorowodoru. Objętość w warunkach normalnych zebranego bezbarwnego gazu wyniosła $2,24 \text{ dm}^3$. Ustal skład procentowy stopu.

Rozwiązanie:

- ❖ Miedź znajdująca się w stopie nie ulega rozтворzeniu w kwasie HCl, ponieważ w szeregu aktywności metali znajduje się za wodorem (miedź nie wypiera wodoru z kwasów), bezbarwny - wódór powstał w wyniku rozтворzenia magnezu zawartego w stopie:
- ❖ Zapis równania reakcji: $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
- ❖ Inerp. równania reakcji: $1 \text{mol} + 2 \text{mole} \rightarrow 1 \text{mol} + 1 \text{mol}$
- ❖ Interp. do zadania: $24 \text{g} + 2 \text{mole} \rightarrow 1 \text{mol} + 22,4 \text{ dm}^3$
- ❖ Obliczenie masy magnezu w stopie
 - $24 \text{ g Mg} \text{ ----- } 22,4 \text{ dm}^3 \text{ wodoru}$
 $x \text{ ----- } 2,24 \text{ dm}^3$

 $x = 2,4 \text{ g magnezu}$
- ❖ Obliczenie masy miedzi w stopie:
 - $m_{\text{Cu}} = 10 \text{ g} - 2,4 = 7,6 \text{ g}$
- ❖ Obliczenie składu procentowego stopu:
 - $10 \text{ g} \text{ ----- } 100\%$ $10 \text{ g} \text{ ----- } 100\%$
 $2,4 \text{ g Mg} \text{ ----- } x$ $7,6 \text{ g Cu} \text{ ----- } x$

 $x = 24\% \text{ Mg}$ $x = 76\% \text{ Cu}$

Zad.9. Oblicz, ile gramów metalicznego żelaza powstanie w reakcji redukcji tlenku żelaza(III) wodorem, jeżeli objętość zużytego wodoru w warunkach normalnych wyniosła 1m^3 a reakcja przebiegła z 100% wydajnością.

Rozwiązanie:

- ❖ Zapis równania reakcji: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
- ❖ Interp. równania reakcji: $1\text{mol} + 3\text{mole} \rightarrow 2\text{mole} + 3\text{mole}$
- ❖ Interp. do zadania: $1\text{mol} + 3 \cdot 22,4\text{dm}^3 \rightarrow 2 \cdot 56\text{g} + 3\text{mole}$
- ❖ Obliczenie masy żelaza

$$\begin{array}{rcl} \text{➤ } V_{\text{H}_2} = 1\text{m}^3 = 1000\text{dm}^3 & & \\ 67,2\text{dm}^3 & \text{-----} & 112\text{g Fe} \\ 1000\text{dm}^3 & \text{-----} & x \\ & \text{-----} & \\ & & x = 1666,67\text{g} \end{array}$$

Zad.10. Metaliczny wapń można otrzymać redukując węglan(IV) wapnia metalicznym glinem w podwyższonej temp. Oblicz ile gramów węglanu wapnia można zredukować, jeżeli zużyto 13,5g glinu a drugim produktem reakcji jest węglan glinu.

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie masy molowej: $M_{\text{CaCO}_3} = 100\text{g/mol}$
- ❖ Zapis równania reakcji: $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ca} + \text{Al}_2(\text{CO}_3)_2$
- ❖ Interp. równania reakcji: $3\text{mole} + 2\text{mole} \rightarrow 3\text{mole} + 2\text{mole}$
- ❖ Interp. do zadania: $3 \cdot 100\text{g} + 2 \cdot 27\text{g} \rightarrow 3\text{mole} + 2\text{mole}$
- ❖ Obliczenie:

$$\begin{array}{rcl} \text{➤ } 300\text{g} & \text{-----} & 54\text{g Al.} \\ x & \text{-----} & 13,5\text{g} \\ & \text{-----} & \\ & & x = 75\text{g węglanu wapnia.} \end{array}$$

Zad.11. W nadmiarze wody roztworzono 2g wapnia, a następnie nadmiar wody odparowano a otrzymany produkt osuszono. Oblicz masę otrzymanego produktu.

Rozwiązanie:

- ❖ Obliczenie masy moleowej produktu: $M_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 74\text{g/mol}$
- ❖ Zapis równania reakcji: $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- ❖ Interp. równania reakcji: $1\text{mol} + 2\text{mole} \rightarrow 1\text{mol} + 1\text{mol}$
- ❖ Interp. do zadania: $40\text{g} + 2\text{mole} \rightarrow 74\text{g} + 1\text{mol}$
- ❖ Obliczenie masy produktu:

$$\begin{array}{rcl} \text{➤ } 40\text{g Ca} & \text{-----} & 74\text{g Ca}(\text{OH})_2 \\ 2\text{g Ca} & \text{-----} & x \\ & \text{-----} & \\ & & x = 3,7\text{g Ca}(\text{OH})_2 \end{array}$$