

## II. Objętość molowa i objętość molowa gazów

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

$$\diamond V_M = \frac{M}{d} = [m^3 \cdot mol^{-1}] = [cm^3 \cdot mol^{-1}] = [dm^3 \cdot mol^{-1}],$$

gdzie M - masa molowa, d - gęstość,

### Zadania

Zad.1. W warunkach standardowych (25°C i 1013hPa) gęstość etanolu wynosi 0,7893g/cm<sup>3</sup>. Oblicz objętość molową etanolu (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH).

Rozwiązanie:

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

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 18cm<sup>3</sup>.

Rozwiązanie:

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

Zad. 3. Gęstość złota wynosi 19,32g/cm<sup>3</sup>. Zakładając, że obrączka jest wykonana z czystego złota, oblicz jej masę jeżeli po wrzuceniu do wody zostało wyparte 0,25cm<sup>3</sup> wody.

Rozwiązanie:

- Objętość obrączki jest równa objętości wypartej wody
- 1cm<sup>3</sup> Au ----- 19,32g
- 0,25cm<sup>3</sup> ----- x
- 
- x = 4,83g

2. **Objętość molowa gazów** - jeden mol dowolnego gazu w warunkach normalnych (warunki normalne:  $T = 0^{\circ}\text{C}$  tj.  $273\text{K}$  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	$V_{\text{mol}}$ w warunkach normalnych	Liczba cząsteczek gazu w 1 molu	Masa molowa $M$ gazu	Gęstość gazu $d = \frac{M}{V_{\text{mol}}}$
$\text{H}_2$	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	2g/mol	$0,089\text{g}/\text{dm}^3$
$\text{O}_2$	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	32g/mol	$1,43\text{g}/\text{dm}^3$
$\text{Cl}_2$	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	71g/mol	$3,17\text{g}/\text{dm}^3$
Ar	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	40g/mol	$1,79\text{g}/\text{dm}^3$
$\text{NH}_3$	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	17g/mol	$0,75\text{g}/\text{dm}^3$
$\text{CH}_4$	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$	$6,02 \cdot 10^{23}$	16g/mol	$0,71\text{g}/\text{dm}^3$
Powietrze atmosferyczne jako mieszanina gazów	$22,4\text{dm}^3/\text{mol}$ N - 78,08% O - 20,95% Ar - 0,93% $\text{CO}_2$ - 0,03% części objętościowych	$6,02 \cdot 10^{23}$		$1,2928\text{g}/\text{cm}^3$ (bez pary wodnej, wilgotność 0%)

**Zadania**

**Zad.4. Oblicz:**

- objętość w warunkach normalnych 0,2mola 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  $1\text{dm}^3$  (warunki normalne) bromowodoru

**Rozwiązanie:**

a) obliczenie z proporcji

$$\begin{array}{l} \text{❖ } 1\text{mol} \text{ ----- } 22,4\text{dm}^3 \\ \quad 0,2\text{mol} \text{ ----- } x \\ \text{-----} \\ \quad \quad \quad x = 4,48\text{dm}^3 \end{array}$$

b) obliczenie z proporcji

$$\begin{array}{l} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząst. O}_2 \text{ ----- } 22,4\text{dm}^3 \\ 1,505 \cdot 10^{23} \text{ cząst. O}_2 \text{ ----- } x \\ \text{-----} \\ \quad \quad \quad x = 5,6\text{dm}^3 \end{array}$$

c) obliczenie gęstości gazów:

$$\text{❖ } d_{\text{N}_2} = \frac{M}{V_{\text{mol}}} = \frac{28\text{g}/\text{mol}}{22,4\text{dm}^3} = 1,25\text{g}/\text{dm}^3$$

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

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

❖ uszeregowanie wg wzrastającej gęstości:  $\text{N}_2 < \text{HCl} < \text{Xe}$

d) obliczenie z proporcji

$$\begin{array}{l} \text{❖ } M_{\text{HBr}} = 81\text{g}/\text{mol} \\ 22,4\text{dm}^3 \text{ ----- } 81\text{g} \\ 1\text{dm}^3 \text{ ----- } x \\ \text{-----} \\ \quad \quad \quad x = 3,62\text{g} \end{array}$$