

# 1/3 Příklady, stechiometrické výpočty

## Atomová relativní hmotnost $A_r$

- hmotnost, která odpovídá hmotnostnímu (nukleonovému) číslu prvku ( $A$ ), je uvedena v PSP
- jde vlastně o tzv. „střední atomovou relativní hmotnost prvku“; skutečné hmotnosti prvků se pohybují řádově v hodnotách  $10^{-27}$  až  $10^{-25}$  kg; aby se nepočítalo s reálnými hmotnostmi prvků (velmi malými čísly), použilo se poměru hmotností určitého atomu a  $\frac{1}{12}$  klidové hmotnosti izotopu uhlíku ( $\frac{1}{12}$  z  $12 = 1$ )

## Molekulová relativní hmotnost $M_r$

- součet atomových relativních hmotností všech prvků, ze kterých se molekula skládá;  $M_r = \sum A_r$
- např.  $M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 3A_r(\text{Ca}) + 2[A_r(\text{P}) + 4A_r(\text{O})] = 3 \cdot 40 + 2 \cdot [31 + 4 \cdot 16] = 310$

## Látkové množství $n$

- univerzální veličina; počet částic v soustavě (množství chemických látek - atomů, molekul nebo iontů); základní jednotka - 1 mol (takové množství látky, které obsahuje stejně částic, jako je atomů ve 12 g izotopu C)
- počet částic = tzv. *Avogadrova konstanta* =  $6 \cdot 10^{23} \Rightarrow 1 \text{ mol} = 6 \cdot 10^{23}$  částic chemické látky (přesněji 602 204 500 000 000 000 000 000); počet částic v 1 molu jakékoliv látky je vždy stejný
- látky se skládají z různých částic, proto stejné látkové množství má různou hmotnost a různý objem
- za normálních podmínek (teplota  $0^\circ \text{C}$ , tlak 101 kPa) zaujímá 1 mol jakékoliv plynné látky objem  $22,4 \text{ dm}^3$

## Molární hmotnost $M$

- hmotnost 1 molu chemické látky;  $M = \frac{m}{n}$  ( $m$  = hmotnost látky,  $n$  = látkové množství)
- číselně je rovna atomové (molekulové) relativní hmotnosti, ale má jednotku  $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

## Látková koncentrace $c$

- vyjadřuje počet molů látky v  $1 \text{ dm}^3$  (= v 1 litru);  $c = \frac{n}{V}$  ( $n$  = látkové množství,  $V$  = objem látky); jednotka  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ;  $M = \frac{m}{n}$ ;  $n = \frac{m}{M} \Rightarrow c = \frac{m}{M \cdot V}$

## Příklady

- 1) Jakou koncentraci má roztok, jestliže  $1 \text{ dm}^3$  roztoku obsahuje 117 g NaCl?
  - $c = \frac{m}{M \cdot V}$ ;  $m = 117 \text{ g}$ ,  $M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$ ,  $V = 1 \text{ dm}^3$ ;  $c = \frac{117}{58,5 \cdot 1} = 2 \left[ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$
- 2) Jaký objem má 5 g vodíku za standardních podmínek?
  - vodík je plyn, tvoří dvoatomové molekuly  $\text{H}_2$
  - $2 \text{ g H}_2 \dots 1 \text{ mol} \dots 22,4 \text{ dm}^3$ ;  $5 \text{ g H}_2 \dots x \text{ mol} \dots y \text{ dm}^3$ ;  $x = 2,5 \text{ mol}$ ,  $y = 56 \text{ dm}^3$
- 3) Kolik molekul obsahuje 1 gram vodíku?
  - vycházíme z toho, že  $1 \text{ mol} = 6 \cdot 10^{23}$  částic (atomů, molekul, iontů...), pro výpočet použijeme molární hmotnost dané látky - vodíku (plyn s dvoatomovými molekulami  $\text{H}_2$ ), vyřešíme trojčlenkou (přímá úměra)
  - $1 \text{ mol H}_2 \dots 2 \text{ g} = 6 \cdot 10^{23}$  částic (molekul)  $\Rightarrow 3 \cdot 10^{23}$  (molekul)
- 4) Jakou hmotnost má 1 molekula vodíku?
  - opak 3.:  $2 \text{ g} \dots 6 \cdot 10^{23}$  částic (molekul);  $x \text{ g} \dots 1$  částice (molekula);  $x = \frac{1 \cdot 2}{6 \cdot 10^{23}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-23} [\text{g}]$
- 5) Kolik molů je 1470 g kyseliny sírové a kolik hmotnostních % jednotlivých prvků obsahuje?
  - $M[\text{H}_2\text{SO}_4] = 98 \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$ ;  $98 \text{ gramů} = 1 \text{ mol} \Rightarrow 1470 \text{ gramů je } \left( \frac{1470}{98} \right) = 15 [\text{mol}]$
  - $w_A = \frac{m_A}{m_S}$ ;  $w_H = \frac{2}{98} = 0,0204$ ;  $\Rightarrow 2,04\%$ ;  $w_S = \frac{32}{98} = 0,32653$ ;  $\Rightarrow 32,65\%$ ;  $w_O = \frac{64}{98} = 0,65306$ ;  $\Rightarrow 65,31\%$

## Postup při výpočtu příkladů, ukázkový příklad

1. napíšeme rovnici reakce, vyčíslíme, 2. označíme, co známe a co počítáme, 3. zjistíme hmotnosti prvků a sloučenin z tabulky (výpočtem), 4. sestavíme trojčlenky (dosadíme do vzorců), vypočítáme neznámé, 5. odpověď

Kolik litrů 30% HCl ( $\rho = 1,152 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ) je třeba pro rozpuštění 1 kg zinku? Kolik  $\text{dm}^3$  vodíku vznikne?

- $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ; známe množství Zn, počítáme HCl a  $\text{H}_2$ ;  $M_r(\text{Zn}) = 65$ ;  $M_r(2\text{HCl}) = 73$

$$\left[ \begin{array}{l} \uparrow \text{na } 65 \text{ g Zn} \dots\dots\dots 73 \text{ g HCl} \uparrow \\ \text{na } 1000 \text{ g Zn} \dots\dots\dots x \text{ g HCl} \end{array} \right]$$

$$x = 1100 \text{ g HCl} = 1,1 \text{ kg HCl}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \uparrow 1,1 \text{ kg HCl} \dots\dots\dots 100\% \downarrow \\ x \text{ g HCl} \dots\dots\dots 30\% \end{array} \right]$$

$$x = 3,7 \text{ kg HCl}; 3,7 \text{ kg HCl} \Rightarrow \frac{3,7}{1,152} = 3,21 \text{ dm}^3$$

$$\left[ \begin{array}{l} \uparrow \text{z } 65 \text{ g Zn} \dots\dots\dots 22,41 \text{ H}_2 \uparrow \\ \text{z } 1000 \text{ g Zn} \dots\dots\dots x \text{ l H}_2 \end{array} \right]$$

$$x = 345 [\text{litrů vodíku}].$$

Pro rozpuštění 1 kg zinku je třeba  $3,21 \text{ dm}^3$  30% HCl, reakcí vznikne 345 litrů vodíku.