

# Experimentální postupy

Koncentrace roztoků

# Koncentrace roztoků

množství rozpuštěné látky v roztoku.

- Hmotnostní zlomek (hmotnostní procenta)
- Objemový zlomek (objemová procenta)
- Molární zlomek
- Molarita (molární koncentrace)
- Normalita
- Molalita
- Hmotnostně / objemová procenta

# Hmotnostní zlomek / procenta

- Co je zlomek? - Podíl sledované části k celku

Jde jen o to, jak provedeme kvantifikaci.

Vyjádříme-li množství v jednotkách hmotnosti, získáme **hmotnostní zlomek**.

Vyjádříme-li množství v jednotkách objemu, získáme **objemový zlomek**

Vyjádříme-li obsah složky v jednotkách látkového množství, získáme **molární zlomek**.

$$w_i = \frac{m_i}{\sum_{k=1}^n m_k}$$

$$\varphi_i = \frac{V_i}{\sum_{k=1}^n V_k}$$

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_{k=1}^n n_k}$$

A ještě si uvědomme:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^n \varphi_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

- **Zlomek je podíl, tedy bezrozměrné číslo.**
- Pokud zlomek vynásobíme 100x, získáme procento. Tedy:

Hmotností procento je počet gramů látky ve 100 g roztoku.

Objemové procento je počet mililitrů látky ve 100 ml roztoku.

**Mějme na paměti:**

1. různé látky mají různou hustotu
2. objem směsi dvou látek nemusí být roven součtu objemů jednotlivých látek (např. ethanol / voda).

**Tedy:** hmotnostní a objemová zlomek (či procento) mají u stejného roztoku různou hodnotu.

# Příklady ...

1. *Jaký je hmotnostní zlomek NaOH v roztoku, který vznikl rozpuštěním 20g NaOH v 180g vody? Jaký je hmotnostní zlomek vody?*

$$w_{NaOH} = \frac{20}{20 + 180} = 0,10 \quad w_{H_2O} = \frac{180}{20 + 180} = 0,90$$

A tedy platí:  $0,10 + 0,90 = 1,00$

2. *Kolik gramů vody potřebujeme abychom rozpustili 3,5 g NaCl na roztok, v němž bude hmotnostní zlomek NaCl roven 0,02?*

$$0,02 = 3,5 / (3,5 + x)$$

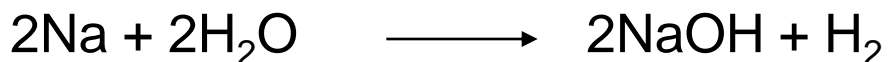
$$0,02 * 3,5 + 0,02x = 3,5$$

$$0,02x = 3,5 - 0,07$$

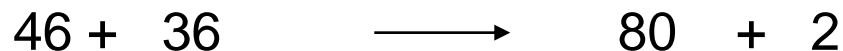
$$\underline{\underline{x = 171,5}}$$

3. *Jaký bude hmotnostní zlomek NaOH v roztoku, který vznikl rozpuštěním 5g sodíku v 100 ml vody?*

Napíšeme si rovnici reakce:



Doplníme si atomové a molekulové hmotnosti:



Z toho plyne následující:

- a) Reakcí vznikne 8,696g hydroxidu sodného
- b) Na reakci se spotřebuje 3,913g vody
- c) Z reakční nádoby unikne 0,217g vodíku

## Máme nyní dvě možnosti výpočtu:

a) víme, že v reakční nádobě je 8,696g produktu a 96,087 g vody (100 – 3,913).

Tedy:

$$w = 8,696/104,783 = 0,0830$$

b) víme, že v reakční nádobě je 8,696g produktu a celková hmotnost roztoku je 105 – 0,217 = 104,783g...



# Molární koncentrace (molarita)

- Vyjadřuje počet molů látky **v jednom litru roztoku**.
- *Nezaměňovat s molalitou (málo používáno). Molalita je definována jako počet molů **v jednom kilogramu rozpouštědla**.*
- Molarita se udává v jednotkách mol/l, mmol/l, ...

*musíme umět převádět hmotnost na látkové množství a naopak:*

$$n = \frac{m}{M} \quad \Rightarrow \quad m = n \cdot M$$

# Příklady.....

1. Jaká je molární koncentrace koncentrované kyseliny sírové? ( $M=98\text{g/mol}$ ,  $x=0,98$ ,  $\rho=1,8\text{g/cm}^3$ )
  - 1 litr má hmotnost 1,8 kg
  - v 1 litru je obsaženo  $0,98 \times 1800 = 1764\text{g H}_2\text{SO}_4$
  - 1 mol má hmotnost 98 g, tedy je v jednom litru obsaženo  $1764/98=18$  molů kyseliny
  - **Koncentrace koncentrované kyseliny sírové je 18 mol / l**  
(koncentrovaná kyselina sírová je 18M)

## 2. jak připravíme 200 ml 2M HNO<sub>3</sub> ?

$M= 63 \text{ g/l}$ ,  $\rho=1,4\text{g/cm}^3$ ,  $c=63\%hm$ .

### Řešení:

- V 1 litru 2M roztoku jsou obsaženy 2 moly látky, ve 200 ml je tedy 0,4 molu.
- 1 litr koncentrované kyseliny má hmotnost 1,4 kg
- v 1 litru je obsaženo  $0,63 \times 1400 = 882\text{g HNO}_3$
- 1 mol má hmotnost 63 g, v jednom litru obsaženo  $882/63=14$  molů
- 0,4 molu je obsaženo v  $14/0,4=0,0029$  litru (2,9ml).
- Do odměrné 200ml odměrné baňky odměříme 2,9ml koncentrované kyseliny a doplníme po rysku vodou.

Pozn.: V podobných úlohách je často výhodné používat jednotky mmol a mmol/ml

# Normalita

- Dnes již „zakázaná“ jednotka
- Udává počet valů látky v jednom litru roztoku.
- Jeden val (chemický ekvivalent) je část molekuly při dané reakci ekvivalentní jednomu protonu (neutralizační reakce) nebo elektronu (redoxní reakce).

dostaneme tedy přepočet:

$$C_V = C_A \cdot V$$

kde  $C_V$  je molární koncentrace

$C_A$  je normální koncentrace

$V$  je počet protonů (elektronů) s nimiž reaguje jedna molekula (nebo ion) (u kyselin je to např. sytnost kyseliny)

**Pozor** v případě redoxních reakcí (např.  $\text{KMnO}_4$ ) se v alkalickém prostředí redukuje na  $\text{Mn}^{\text{VI}}$ , v neutrálním prostředí na  $\text{Mn}^{\text{IV}}$  a v kyselém prostředí na  $\text{Mn}^{\text{II}}$ . Tedy 1 M roztok může být 1N, 3N a 5N, kdežto 1M roztok  $\text{H}_2\text{SO}_4$  je 2N....

# Další příklady...

1. Jakou koncentraci bude mít roztok vzniklý rozpuštěním 0,1 molu pentahydrátu síranu měďnatého v jednom litru vody? (Uveďte v hmotnostních procentech a molaritě.)
2. Kolik ml koncentrované  $\text{HNO}_3$  je třeba j přípravě 20% roztoku o hustotě  $\rho=1,115\text{g/cm}^3$  ?
3. Kolik gramů hexahydrátu chloridu železitého je třeba přidat k 350 g 5% roztoku chloridu železitého aby jeho koncentrace vzrostla na požadovaných 10%?

- **ad 3 – řešení**

Úlohu řešíme jako míšení dvou roztoků, neboť hexahydrát chloridu železitého obsahuje jak chlorid, tak vodu a ve výsledné bilanci bude vystupovat jako roztok. Jeho koncentrace je vypočtena ze vzorce:

$$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \text{ kde: } M_r(\text{FeCl}_3) = 55,8 + 3 \cdot 35,5 = 162,3$$

$$M_r(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 162,3 + 6 \cdot 18 = 270,3$$

Tedy koncentrace tohoto hypotetického roztoku je  $162,3/270,3 \cdot 100 = 60\%$   
sestavíme rovnici:

$$m_1 c_1 + m_2 c_2 = (m_1 + m_2) \cdot c$$

Kde  $m_1$  je hmotnost  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $m_2$  je hmotnost stávajícího roztoku,  $c$  je požadovaná koncentrace výsledného roztoku.

Tedy:

$$m_1 \cdot 60 + 350 \cdot 5 = (m_1 + 350) \cdot 10$$

$$50 \cdot m_1 = 1750$$

$$\mathbf{m_1 = 35}$$