

Roztoky

Hmotnostní zlomek

Hmotnostní zlomek w látky **A** v roztoku je definován jako podíl hmotnosti látky **A** ku celkové hmotnosti roztoku:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m} \quad \begin{array}{l} m(A) - \text{hmotnost látky A} \\ m - \text{hmotnost celého roztoku} \end{array}$$

Příklad 1: Vyjádřete hmotnostním zlomkem složení roztoku připraveného rozpuštěním 15 g NaOH ve 105 g vody.

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m} = \frac{15\text{g}}{15\text{g} + 105\text{g}} = 0,125$$

Hmotnostní zlomek hydroxidu sodného v roztoku je 0,125. Roztok obsahuje 12,5%hm. hydroxidu sodného.

Příklad 2: Vypočítejte hmotnost jodidu draselného a vody, potřebnou k přípravě 230 g 2,5%hm. roztoku.

$$\begin{aligned} w(KI) &= \frac{m(KI)}{m} \\ m(KI) &= w(KI) \cdot m = 0,025 \cdot 230\text{g} = 5,75\text{g} \\ m(H_2O) &= 230\text{g} - 5,75\text{g} = 224,25\text{g} \end{aligned}$$

K přípravě 230 g 2,5%hm. roztoku je třeba 5,75 g jodidu draselného a 224,25 g vody.

Objemový zlomek

Objemový zlomek φ látky **A** je dán podílem objemu látky **A** a objemu celého roztoku.

$$\varphi(A) = \frac{V(A)}{V} \quad \begin{array}{l} V(A) - \text{objem látky A} \\ V - \text{objem celého roztoku} \end{array}$$

Pozor ! Celkový objem směsi se obecně nerovná součtu objemů složek před přípravou směsi - smícháním může dojít k objemové expanzi nebo k objemové kontrakci !

Látková koncentrace

Látková koncentrace c látky **A** je definována jako podíl látkového množství látky **A** ku objemu roztoku.

$$c(A) = \frac{n(A)}{V}$$

$n(A)$ - látkové množství látky **A** v molech
 V - objem celého roztoku v dm^3

Základní jednotkou látkové koncentrace je $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$, vedlejší jednotkou je $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, v praxi se však častěji používá jednotka $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. V praxi se můžete setkat s označením 0.2 M což znamená, že $c = 0.2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Jestliže do definičního vztahu pro látkovou koncentraci dosadíme vztah pro látkové množství

$$n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} \quad \text{dostaneme důležitý vztah} \quad c(A) = \frac{m(A)}{M(A) \cdot V}$$

M – molární hmotnost látky **A** v $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 m – hmotnost látky v g

Příklad 1: Jaká je látková koncentrace roztoku, který obsahuje v $0,300 \text{ dm}^3$ 10,5 g KOH?

$$c(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH}) \cdot V} = \frac{10,5\text{g}}{56,1\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,3 \text{ dm}^3}$$
$$c(\text{KOH}) = 0,624 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Látková koncentrace roztoku je $0,624 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Příklad 2: Jaká hmotnost manganistanu draselného je obsažena v 15 cm^3 roztoku o koncentraci $0,05 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$?

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4) \cdot V}$$
$$m(\text{KMnO}_4) = c(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) \cdot V$$
$$m(\text{KMnO}_4) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 158,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,015 \text{ dm}^{-3}$$
$$m(\text{KMnO}_4) = 0,119 \text{ g}$$

V 15 cm^3 roztoku KMnO_4 o koncentraci $0,05 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ je 0,119 g manganistanu draselného.

Příklad 3: Kolik cm^3 roztoku FeCl_3 o koncentraci $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ je možné připravit rozpuštěním $0,6 \text{ g}$ FeCl_3 ve vodě?

$$c(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{M(\text{FeCl}_3) \cdot V}$$

$$V = \frac{m(\text{FeCl}_3)}{M(\text{FeCl}_3) \cdot c(\text{FeCl}_3)} = \frac{0,6 \text{ g}}{0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 162,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$V = 0,037 \text{ dm}^3$$

Rozpuštěním $0,6 \text{ g}$ FeCl_3 ve vodě je možné připravit 37 cm^3 roztoku FeCl_3 o koncentraci $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Příklad 4: Jaká je látková koncentrace 10%hm. roztoku kyseliny chlorovodíkové, jestliže jeho hustota je $1,047 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$?

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V} \qquad m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \cdot m(\text{roztoku})$$
$$m = \rho \cdot V$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho \cdot V}{M(\text{HCl}) \cdot V} = \frac{w(\text{HCl}) \cdot \rho}{M(\text{HCl})}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,10 \cdot 1047 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}{36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,87 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

10%hm. roztok HCl má látkovou koncentraci $2,87 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Příklad 5: Vypočítejte hmotnostní zlomek roztoku kyseliny dusičné ($c = 5,62 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$), jehož hustota je $1,180 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

$$M(\text{HNO}_3) = 63,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m} \qquad m(\text{HNO}_3) = c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V$$
$$m = \rho \cdot V$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V}{\rho \cdot V} = \frac{c(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3)}{\rho}$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{5,62 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 63,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1180 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,30$$

Hmotnostní zlomek kyseliny dusičné je $0,30$.

Příklad 6: Kolik cm^3 36%hm. kyseliny chlorovodíkové je třeba na přípravu 500 cm^3 roztoku o látkové koncentraci $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$?

$$M(\text{HCl}) = 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \rho(36\%) = 1,179 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

a) Nejdříve vypočítáme hmotnost HCl v připravovaném roztoku:

$$m(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) \cdot V$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 1,82 \text{ g}$$

b) Vypočtená hmotnost je hmotností 100%hm. kyseliny. My však máme k dispozici 36%hm. kyselinu, proto musíme provést přepočet:

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m}$$

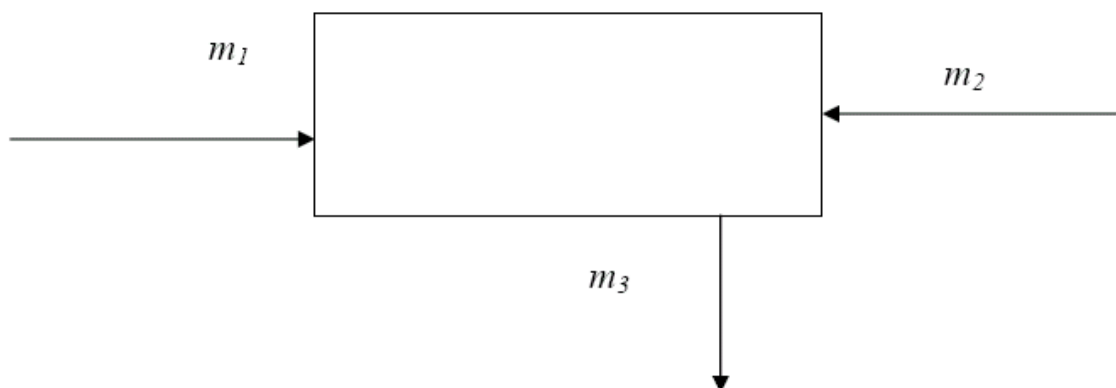
$$m = \frac{m(\text{HCl})}{w(\text{HCl})} = \frac{1,82 \text{ g}}{0,36} = 5,05 \text{ g}$$

c) Vypočtenou hmotnost roztoku přepočteme na objem:

$$V = \frac{5,05 \text{ g}}{1,179 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 4,29 \text{ cm}^3$$

Na přípravu 500 cm^3 kyseliny chlorovodíkové o koncentraci $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ je třeba $4,29 \text{ cm}^3$ 36%hm. HCl.

Směšování a ředění roztoků



Směšovací rovnice – vyplývá z hmotnostní bilance přípravy roztoku 3 z roztoku 1 a 2 :

Celková bilance

$$m_1 + m_2 = m_3$$

Bilance složky A

$$m_1 w_1(A) + m_2 w_2(A) = (m_1 + m_2) \cdot w_3(A)$$

kde A je rozpuštěná látka

Příklad 1: Jakou hmotnost 5%hm. roztoku NaCl potřebujeme, abychom jeho smísením s 35%hm. roztokem NaCl o hmotnosti 22 g získali 25%hm. roztok?

$$m_1 \cdot 0,05 + 22 \text{ g} \cdot 0,35 = (m_1 + 22 \text{ g}) \cdot 0,25$$

$$m_1 = 11 \text{ g}$$

Potřebujeme 11 g 5%hm. roztoku chloridu sodného.

Zředovací rovnice

$$m_1 w_1(A) = (m_1 + m_2) \cdot w(A)$$

m_2 - hmotnost rozpouštědla

A - rozpuštěná látka

Příklad 2: 20 g 36%hm. kyseliny chlorovodíkové ředíme vodou o hmotnosti 100 g. Jaký je hmotnostní zlomek HCl ve výsledném roztoku?

Dosadíme do zředovací rovnice a vypočteme:

$$20 \text{ g} \cdot 0,36 = (20 \text{ g} + 100 \text{ g})w$$

$$w = 0,06$$

Výsledný roztok obsahuje 6%hm. HCl.