

3. cvičení Základní vztahy, příprava roztoků.

w hmotnostní zlomek $w_i = \frac{m_i}{m_c}$

x molární zlomek $x_i = \frac{n_i}{n_c}$

c molarita (molární koncentrace) [$\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$] $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{roztoku}}}$

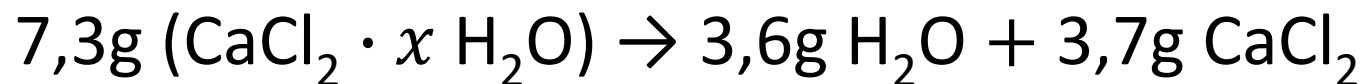
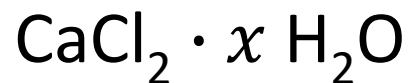
c_m molalita (molální koncentrace) [$\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$] $c_{m,i} = \frac{n_i}{m_{\text{rozpouštědla}}}$

$$m_1 + m_2 = m$$

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 = w m$$

1. Odvodte vzorec hydrátu chloridu vápenatého, ztrácí-li 7,3 g tohoto hydrátu při zahřívání 3,6 g vody.

$$A_r(\text{Ca}) = 40,08, A_r(\text{Cl}) = 35,453, A_r(\text{H}) = 1,008, A_r(\text{O}) = 15,999.$$



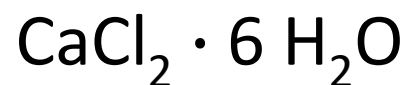
$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = 0,033 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,200 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CaCl}_2)} = 6$$



2. Nasycený roztok chloridu amonného obsahuje při 20°C 37,2 g NH₄Cl a 100g vody. Vypočtete hmotnostní a molární zlomky obou složek.

(A_r(N) = 14,0067, A_r(H) = 1,00797, A_r(Cl) = 35,453, A_r(O)=15,999)

$$w(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NH}_4\text{Cl}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$w(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NH}_4\text{Cl}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

$$w(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,271$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 0,729$$

$$x(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{n(\text{NH}_4\text{Cl}) + n(\text{H}_2\text{O})}$$

$$x(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{\frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})}}{\frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} + \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}}$$

$$x(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,111$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 0,889$$

3. a) Jaká je molární koncentrace (celková látková koncentrace) KOH, který byl připraven rozpuštěním 0,2 molu KOH a doplněním na celkový objem 250ml roztoku?
- b) Kolik gramů hydroxidu draselného bylo na přípravu tohoto roztoku naváženo? ($M_r(\text{KOH})=56,106$)

$$c(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{V(\text{roztok})} = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,25 \text{ dm}^3} = 0,8 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 11,22 \text{ g}$$

4. Jaká je molální koncentrace (molalita) roztoku chloridu sodného připraveného z 10g soli a 100g vody?

$$(A_r(\text{Na}) = 23,0, A_r(\text{Cl}) = 35,5)$$

$$c_m(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{m(\text{rozpouštědla})} = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot m(\text{rozpouštědla})}$$

$$c_m(\text{NaCl}) = \frac{10}{58,5 \cdot 100} \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} = 0,00171 \text{ mol} \cdot \text{g}^{-1} = 1,71 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

5. Jaká je molární koncentrace kyseliny sírové (96%, $\rho=1,84\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)? Kolik ml této kyseliny je potřeba použít pro přípravu 1000 ml 0,1 M roztoku?
($M_r(\text{H}_2\text{SO}_4)=98,078$)

Ve 100g 96% H_2SO_4 je 96g H_2SO_4 a 4g vody.

$$96\text{g } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ odpovídá } n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 0,979 \text{ mol}$$

$$\text{Objem } 96\% \text{ } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ je } V(96\%\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)} = 54,35\text{ml}$$

$$\text{Molární koncentrace je } c(96\%\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)} = 0,01801\text{mol/ml} = 18,01\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

$$c(96\%\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot\rho(\text{roztoku})}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot m(\text{roztoku})} = \frac{w(\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot\rho(\text{roztoku})}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 18,01\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

5. Jaká je molární koncentrace kyseliny sírové (96%, $\rho=1,84\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)? Kolik ml této kyseliny je potřeba použít pro přípravu 1000 ml 0,1 M roztoku?
 ($M_r(\text{H}_2\text{SO}_4)=98,078$)

Na 1000ml 0,1M roztoku je třeba 0,1mol H_2SO_4 , což je

$$m(100\%\text{H}_2\text{SO}_4)=n(\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) =9,81\text{g}$$

$$m(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{m(100\%\text{H}_2\text{SO}_4)}{w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{9,81}{0,96} \text{ g} = 10,22\text{g}$$

$$V(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{m(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{10,22}{1,84} \text{ ml} = 5,55\text{ml}$$

$$\begin{aligned} V(96\%\text{H}_2\text{SO}_4) &= \frac{m(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{m(100\%\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \\ &= \frac{c(1\text{M H}_2\text{SO}_4)\cdot V(1\text{M H}_2\text{SO}_4)\cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\rho(96\%\text{H}_2\text{SO}_4)\cdot w(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,1\cdot 1\cdot 98,078}{1840\cdot 0,96} = 0,00555\text{dm}^{-3} = 5,55\text{ml} \end{aligned}$$

5. Jaká je molární koncentrace kyseliny sírové (96%, $\rho=1,84\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)? Kolik ml této kyseliny je potřeba použít pro přípravu 1000 ml 0,1 M roztoku?
($M_r(\text{H}_2\text{SO}_4)=98,078$)

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4)=n_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \cdot 1000}{18,01} \text{ ml} = 5,55 \text{ ml}$$

6. Jaká je hmotnostní koncentrace (hmotnostní zlomek) 0,5M HCl ($\rho=1,008 \text{ g.cm}^{-3}$)? ($A_r(\text{H}) = 1,008$, $A_r(\text{Cl}) = 35,453$)

Ve 1000ml roztoku je 0,5mol HCl což je $m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 18,23\text{g}$

Hmotnost roztoku je $m(\text{roztoku}) = V(\text{roztoku}) \cdot \rho(\text{roztoku}) = 1008\text{g}$

Hmotnostní koncentrace HCl je $w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{roztoku})} = 0,0181 = 1,81\%$

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{roztoku})} = \frac{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{V(\text{roztoku}) \cdot \rho(\text{roztoku})} = \frac{c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{\rho(\text{roztoku})} = 0,0181$$

7. Kolik gramů vody je nutno přidat k 200 ml 68% HNO_3 ($\rho=1,4 \text{ g.cm}^{-3}$), aby vznikl 10% roztok?

200ml roztoku má hmotnost $m(\text{roztoku}) = V(\text{roztoku}) \cdot \rho(\text{roztoku}) = 280\text{g}$

$$m_1 + m_2 = m$$

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 = w m$$

$$280 + m_2 = m$$

$$0,68 \cdot 280 + 0 \cdot m_2 = 0,1 \cdot m$$

$$m = 1904\text{g}$$

$$m_2 = 1624\text{g}$$

8. Určete hmotnostní koncentraci roztoku kyseliny sírové, který vznikl smícháním 1000 g 96% H_2SO_4 a 500 g 10% H_2SO_4 ?

$$m_1 + m_2 = m$$

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 = w m$$

$$1000 + 500 = m$$

$$0,96 \cdot 1000 + 0,1 \cdot 500 = w \cdot m$$

$$m = 1500 \text{ g}$$

$$w = (0,96 \cdot 1000 + 0,1 \cdot 500) / 1500 \text{ g} = 0,673 = 67,3\%$$

9. V roztoku je síran sodný o neznáme koncentraci. K analýze bylo použito 1,5 ml tohoto roztoku a v něm bylo zjištěno 125 mg Na. Jaká je molární koncentrace iontů SO_4^{2-} v roztoku? ($A_r(\text{Na}) = 22,99$)

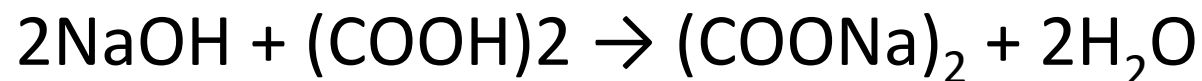
$$n(\text{Na}) = \frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{0,125}{22,99} \text{ mol} = 0,00544 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{n(\text{Na})}{2} = 0,00272 \text{ mol}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V(\text{roztoku})} = \frac{0,00272}{1,5} \text{ mol/ml} = 1,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol/ml} = 1,81 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

10. Koncentrace roztoku hydroxidu sodného se stanovuje pomocí dihydrátu kyseliny šťavelové. 0,3977 g dihydrátu kyseliny šťavelové bylo rozpuštěno v 50 ml destilované vody. Roztok kyseliny byl poté neutralizován 13,8 ml roztoku hydroxidu. Vypočítejte koncentraci roztoku hydroxidu!

$$M((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}) = 126,066 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$n((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{m((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{M((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 6,31 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{roztoku NaOH})} = \frac{6,30 \cdot 10^{-3}}{13,8} \text{ mol/ml} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ mol/ml} = 0,457 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

11. V cukrovaru potřebují zahustit 1000 litrů 10% (hmot.) roztoku sacharózy ($\rho = 1,038 \text{ g.cm}^{-3}$) na 40% ($\rho = 1,117 \text{ g.cm}^{-3}$). Jakým způsobem byste roztok zahustili? Jaký objem bude mít 40% roztok?

1000 l 10% roztoku má hmotnost $m(10\% \text{ roztok}) = V(10\% \text{ roztok}) \cdot \rho(10\% \text{ roztok}) = 1038 \text{ kg}$

$$m_1 + m_2 = m$$

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 = w m$$

$$m_1 + m_2 = 1038$$

$$0,40 \cdot m_1 + 0 \cdot m_2 = 0,1 \cdot 1038$$

$$m_1 = 259,5 \text{ kg}$$

$$V_1 = 232,3 \text{ l}$$

12. Ve vzorku pitné byla stanovována koncentrace Mg^{2+} a Ca^{2+} iontů zapříčiňujících její tvrdost. K 1000 ml vzorku vody bylo přidáno dostatečné množství uhličitanu sodného na to, aby se vysrážel všechnen MgCO_3 a CaCO_3 . Vzniklá sraženina měla po vysušení hmotnost 0,2125 g. Vyžiháním sraženiny se snížila její hmotnost na 0,1146 g. Určete molární koncentrace Mg^{2+} a Ca^{2+} ve vzorku pitné vody! $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{MgCO}_3) = 84,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{CaO}) = 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\text{MgO}) = 40,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$



$$m(\text{MgCO}_3) + m(\text{CaCO}_3) = 0,2125\text{g}$$

$$m(\text{MgO}) + m(\text{CaO}) = 0,1146\text{g}$$

$$n(\text{MgCO}_3) \cdot M(\text{MgCO}_3) + n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,2125\text{g}$$

$$n(\text{MgO}) \cdot M(\text{MgO}) + n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) = 0,1146\text{g}$$

$$n(\text{Mg}^+) \cdot M(\text{MgCO}_3) + n(\text{Ca}^+) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,2125\text{g}$$

$$n(\text{Mg}^+) \cdot M(\text{MgO}) + n(\text{Ca}^+) \cdot M(\text{CaO}) = 0,1146\text{g}$$

$$n(\text{Mg}^+) = 0,000637\text{mol}$$

$$c(\text{Mg}^+) = 0,000637\text{M}$$

$$n(\text{Ca}^+) = 0,001588\text{mol}$$

$$c(\text{Ca}^+) = 0,001588\text{M}$$

13. 35 hmot. % roztok ethanolu (EtOH) ve vodě má hustotu 950 kg.m^{-3} . Určete objemové zlomky obou složek, když $\rho(\text{EtOH}) = 790 \text{ kg.m}^{-3}$ a $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$. Porovnejte součet objemů složek a celkový objem roztoku pro vzorek o hmotnosti 100 g.

$$\varphi_i = \frac{V_i}{\sum_j V_j} \quad \varphi_i = \frac{\frac{m_i}{\rho_i}}{\sum_j \frac{m_j}{\rho_j}}$$

$$\varphi_{\text{EtOH}} = \frac{\frac{m_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}}}{\frac{m_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}} + \frac{m_{\text{voda}}}{\rho_{\text{voda}}}} = \frac{\frac{w_{\text{EtOH}} \cdot m_{\text{roztok}}}{\rho_{\text{EtOH}}}}{\frac{w_{\text{EtOH}} \cdot m_{\text{roztok}}}{\rho_{\text{EtOH}}} + \frac{w_{\text{voda}} \cdot m_{\text{roztok}}}{\rho_{\text{voda}}}} = \frac{\frac{w_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}}}{\frac{w_{\text{EtOH}}}{\rho_{\text{EtOH}}} + \frac{(1 - w_{\text{EtOH}})}{\rho_{\text{voda}}}}$$

$$\varphi_{\text{EtOH}} = \frac{\frac{0,35}{790}}{\frac{0,35}{790} + \frac{0,65}{1000}} = 0,405 = 40,5\%$$

$$\varphi_{\text{voda}} = \frac{\frac{0,65}{1000}}{\frac{0,35}{790} + \frac{0,65}{1000}} = 0,595 = 59,5\%$$

13. 35 hmot. % roztok ethanolu (EtOH) ve vodě má hustotu $950 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Určete objemové zlomky obou složek, když $\rho(\text{EtOH}) = 790 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Porovnejte součet objemů složek a celkový objem roztoku pro vzorek o hmotnosti 100 g.

100 g 35% roztoku obsahuje 35 g EtOH a 65g vody

$$\text{Objem 35 g EtOH je } V(\text{EtOH}) = \frac{m(\text{EtOH})}{\rho(\text{EtOH})} = \frac{35}{0.79} \text{ ml} = 44,30 \text{ ml}$$

$$\text{Objem 65 g vody je } V(\text{voda}) = \frac{m(\text{voda})}{\rho(\text{voda})} = \frac{65}{1} \text{ ml} = 65 \text{ ml}$$

$$\text{Součet objemů je } V(\text{EtOH}) + V(\text{voda}) = 44,30 + 65 \text{ ml} = 109,30 \text{ ml}$$

$$\text{Objem 100 g 35% roztoku EtOH je } V(\text{roztok}) = \frac{m(\text{roztok})}{\rho(\text{roztok})} = \frac{100}{0.95} \text{ ml} = 105,26 \text{ ml}$$