

Cvičení z analytické chemie

doc. Mgr. Tereza Uhlíková, PhD.

verze 2025

Podmínky zápočtu

Dva testy

každý za max. 100b., celkem tedy 200b

minimum pro zápočet je 100b \wedge nejméně 25b z každého testu

za každých 10b nad 100b je 1b navíc do prvního pokusu ve zkouškové písemce

Kdy? v 7. týdnu ve čtvrtek a ve 13. týdnu ve čtvrtek

Jak se přihlásit? Sami přes SIS. Přejde email od Dr. Patrika Kanii

Tereza Uhlíková

místnost A277

uhlikovt@vscht.cz

prezentace na web.vscht.cz/~uhlikovt \rightarrow teaching \rightarrow CACH I

Témata cvičení

týden	datum	téma	týden	datum	téma
1.	13.2.	Látkové množství	8.	3.4.	Potenciometrie
2.	20.2.	pH silných protolytů	9.	10.4.	Coulometrie
3.	27.2.	pH slabých protolytů	10.	17.4.	Absorpce
4.	6.3.	Srážecí rovnováhy	11.	24.4.	Separční metody
5.	13.3.	Vážková analýza	12.	1.5.	NENÍ
6.	20.3.	Titrační stechiometrie	13.	6.5.	úterý - opakování
7.	27.3.	opakování → test1	13.	?5.	test2

Co budeme potřebovat

látkové množství $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$ [mol]

hmotnostní zlomek $w(X) = \frac{m(X)}{m_{vz}}$

hmotnostní procento (procentový obsah) $w(X) = 0,01 = 1\%$

látková koncentrace $c(X) = \frac{n(X)}{V}$ [mol · l⁻¹]

hmotnostní koncentrace $\rho(X) = \frac{m(X)}{V}$ [g · l⁻¹]

hustota $\rho = \frac{m}{V}$ [kg · m⁻³]

objemový zlomek $\phi(X) = \frac{V(X)}{V_{vz}}$

objemové procento $\phi(X) = 0,01 = 1\%$

$M(X)$ – molární hmotnost látky X, $m(X)$ – hmotnost látky X,

$V(X)$ – objem látky X, V – objem roztoku,

m_{vz} – hmotnost vzorku

Příklad 1

Chelaton III - restaurátorství zrezivělých historických střelných zbraní, titrační roztok, disodná sůl kyseliny ethylendiamintetraoctové.

Kolik mililitrů zásobního roztoku Chelatonu III o koncentraci $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ je třeba odměřit na přípravu 750 ml roztoku o koncentraci $0,02 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$?

počet molů se zachovává $\Rightarrow n_1 = n_2$ $c(\text{X}) = \frac{n(\text{X})}{V}$

tedy $c_1 V_1 = c_2 V_2$

$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1} = \frac{0,02 \cdot 0,750}{0,2} = 0,075 \text{ l.}$$

Příklad 2

Kolik mililitrů 36% kyseliny chlorovodíkové je nutno odměřit na přípravu 1 litru 10% kyseliny?

$$\rho(\text{HCl}, 36\%) = 1,1789 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}, \rho(\text{HCl}, 10\%) = 1,0474 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$$

počet molů se zachovává $\Rightarrow n_1 = n_2$

neboli si pokládám otázku: Kolik molů potřebuji vzít z prvního roztoku, abych se doslat požadovaný?

Hustota HCl je různá pro různé koncentrace

$$w(X) = \frac{m(X)}{m_{\text{celkova}}} \quad \& \quad n(X) = \frac{\rho \cdot V}{M(X)} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{\rho \cdot V \cdot w}{M(X)}$$

$$n(36\%) = \frac{V(36\%) \rho(36\%) \cdot 0,36}{M} = n(10\%) = \frac{V(10\%) \rho(10\%) \cdot 0,1}{M}$$

$$V(36\%) = \frac{\rho(10\%) V(10\%) \cdot 0,1}{\rho(36\%) \cdot 0,36} = 246 \text{ ml}$$

Příklad 3

Jaká bude látková koncentrace chloridu sodného v roztoku vzniklém smísením 250 ml $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NaCl}$

a) s 500 ml vody

b) s 500 ml $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NaCl}$

c) s 500 ml $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NaCl}$ a 250 ml roztoku, který obsahuje 2,5 g NaCl?

$$M(\text{NaCl}) = 58,4425 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

počet molů NaCl v 250 ml $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ je ... $n_{\text{puv}}(\text{NaCl}) = c \cdot V \Rightarrow$

$$n_{\text{puv}}(\text{NaCl}) = 0,1 \cdot 0,250 = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{a) } c(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{V_{\text{celk}}} = \frac{0,025}{0,5+0,25} = \frac{0,025}{0,75} = 0,0333 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

b) $n_1(\text{NaCl})$ v 500 ml $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NaCl}$ je ... $n_1 = 0,2 \cdot 0,50 = 0,1 \text{ mol}$
celková

$$c(\text{NaCl}) = \frac{n_{\text{puv}}(\text{NaCl}) + n_1(\text{NaCl})}{V_{\text{celk}}} = \frac{0,025 + 0,1}{0,25 + 0,5} = \frac{0,125}{0,75} = 0,1667 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

c) $n_1(\text{NaCl})$ v 500 ml $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ NaCl}$ je ... $n_1 = 0,2 \cdot 0,50 = 0,1 \text{ mol}$

$n_2(\text{NaCl})$ v 250 ml s $m=2,5 \text{ g}$ je ... $n = \frac{2,5}{58,4425} = 0,042 \text{ mol}$

$$\text{celková } c(\text{NaCl}) = \frac{n_{\text{puv}}(\text{NaCl}) + n_1(\text{NaCl}) + n_2(\text{NaCl})}{V_{\text{celk}}} = \frac{0,025 + 0,1 + 0,042}{0,25 + 0,5 + 0,25} = \frac{0,167}{1} = 0,167 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

Příklad 4

Vypočtěte hmotnostní koncentraci Ni v roztoku vzniklém smísením 250 ml $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ NiCl_2 a 150 ml $0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ NiSO_4 . Jaká bude hmotnostní koncentrace iontů Cl^- v roztoku, který získáme doplněním směsi výše uvedených roztoků vodou na celkový objem 500 ml?

$$M(\text{Ni}) = 58,6934 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad M(\text{Cl}) = 35,4527 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\text{a) } n(\text{Ni z NiCl}_2) = 0,1 \cdot 0,25 = 0,025 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ni z NiSO}_4) = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ mol}$$

$$\rho(\text{Ni}) = \frac{m_{\text{Ni}}}{V_{\text{celk}}} = \frac{n(\text{Ni}) \cdot M(\text{Ni})}{V_{\text{celk}}} = \frac{(0,025+0,03) \cdot 58,6934}{0,25+0,15} = \frac{3,2281}{0,40} = 8,07 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\text{b) } n(\text{Cl z NiCl}_2) = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 0,050 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl z NiSO}_4) = 0 \text{ mol}$$

$$\rho(\text{Cl}) = \frac{m_{\text{Cl}}}{V_{\text{celk}}} = \frac{n(\text{Cl}) \cdot M(\text{Cl})}{V_{\text{celk}}} = \frac{(0,05) \cdot 35,4527}{0,50} = \frac{1,7726}{0,50} = 3,54 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

Příklad 5

Jaký objem vody je nutno přidat k 850 ml roztoku kyseliny sírové o látkové koncentraci $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,112 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$, abychom získali roztok $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$?

počet molů v původní je $n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = c_1 \cdot V_1 = 0,112 \cdot 0,850 = 0,0952 \text{ mol}$, jaký objem zaujme $0,1$ molární, která obsahuje $0,0952$ molů?

$$V_2(0,1) = \frac{n_1}{c_2} = \frac{0,0952}{0,1} = 0,952 \text{ l}$$

$$V_{\text{rozdil}} = 952 - 850 = 102 \text{ ml}$$

Příklad 6

Jaký objem roztoku kyseliny sírové o hustotě $1066,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, který ve 100 g obsahuje 10 g H_2SO_4 je třeba odměřit na přípravu 500 ml $0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$?

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Kolik potřebujeme molů na přípravu 500 ml $0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$?

$$n_{\text{konec}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = c_{\text{konec}} \cdot V_{\text{konec}} = 0,05 \cdot 0,50 = 0,025 \text{ mol}$$

$$10 \text{ g obsahuje } n(10) = \frac{m}{M} = \frac{10}{98,07} = 0,102 \text{ mol}$$

$$\text{skutečný objem 100g roztoku je: } V(100\text{g}) = \frac{100}{1066} = 94 \text{ ml}$$

$$\text{koncentrace původního roztoku je: } c(100\text{g}) = \frac{0,102}{94} = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$$

dále z rovnosti počtu molů a úpravou

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

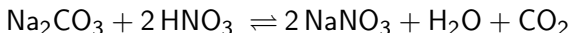
$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1} = \frac{0,05 \cdot 0,5}{1,08 \cdot 10^{-3}} = 23,0 \text{ ml}$$

Příklad 7

Vypočítejte, kolik gramů bezvodého uhličitanu sodného je třeba navážit na neutralizaci 3500 ml kyseliny dusičné o koncentraci $0,1055 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

chemická rovnice neutralizace



počet molů HNO_3 je $n = c \cdot V = 0,1055 \cdot 3,5 = 0,369 \text{ mol}$

0,369 molů Na_2CO_3 váží

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,369 \cdot 106,0 = 39,14 \text{ g}$$

1 mol Na_2CO_3 však zneutralizuje podle rovnice 2 moly HNO_3 ! Stačí mán tedy jen $\frac{1}{2}$ molů Na_2CO_3

Na konec je tedy potřeba $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 39,14 = 19,57 \text{ g}$