



58. ročník

2021/2022

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie E

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**12 BODŮ****Úloha 1 Spinely****6 bodů****1) Vzorec:** $A_8B_{16}O_{32}$.Za správný vzorec **0,25 bodu**.**2) Výpočet:**

Zná-li řešitel vzorec spinelu, zjednoduší mu to výpočet, neboť ví, že B odpovídá Al. V opačném případě bude nucen vyzkoušet oba výpočty. Z nich však poté zjistí, že molární hmotnost neznámého prvku neodpovídá molární hmotnosti některého prvku z 2. skupiny.

Je třeba se vypočíst stechiometrii jednotlivých prvků z jejich procentuálního zastoupení a molární hmotnosti.

$$v_A = \frac{w_A}{(A_r)_A} = \frac{17,09}{(A_r)_A}$$

$$v_B = \frac{w_B}{(A_r)_B} = \frac{37,94}{26,98} = 1,406$$

$$v_O = \frac{w_O}{(A_r)_O} = \frac{44,97}{15,99} = 2,812$$

Ze zadání je patrné, že B je 2× více, než A (popř. O je 4× více, než A). Můžeme tedy napsat

$$v_A = \frac{17,09}{(A_r)_A} = \frac{1,406}{2}$$

$$(A_r)_A = \frac{2 \cdot 17,09}{1,406} = 24,31$$

Hodnota 24,31 odpovídá **hořčíku (Mg)**.

V opačném případě by výpočet vedl na relativní atomovou hmotnost 29,97. To neodpovídá žádnému prvku 2. Skupiny.

Za správný postup výpočtu 0,75 bodu.

Za numericky správné řešení 0,15 bodu.

Za správně určený prvek 0,10 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

3) **Odpověď:** Atom A odpovídá hořčíku (Mg).

Vzorec: MgAl_2O_4 .

Za správné rozhodnutí 0,10 bodu.

Za správný vzorec 0,15 bodu.

Celkem 0,25 bodu.

4) **Počet tetraedrických mezer:** 8

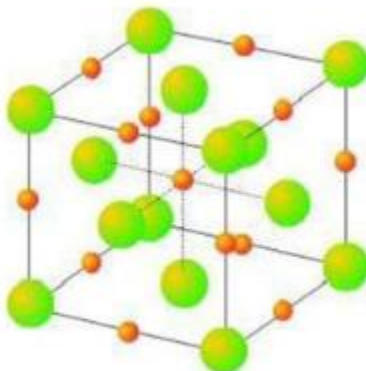
Počet oktaedrických mezer: 4

Za správný počet tetraedrických mezer 0,25 bodu.

Za správný počet oktaedrických mezer 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

5) **Obrázek:**



Zelená odpovídá O (kyslík), oranžová pak Al (hliník).

Za správný obrázek 0,75 bodu.

Za správně určené atomy v obrázku 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

6) **Koordinální číslo:** 6

Zdůvodnění: Z obrázku je patrné, že každý atom bude mít právě 6 sousedních atomů (nejlépe vidět v oktaedrické dutině uvnitř buňky).

Za správně určené koordinální číslo 0,25 bodu.

Za správný komentář (zdůvodnění) 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

7) **Koordinální číslo:** 4

Za správně určené koordinální číslo 0,25 bodu.

8) **A** = a. spinel

B = c. jiná krystalická mřížka (zde se jedná o perowskit ABO_3)

Za správné přiřazení à 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

9) **Druh sloučenin:** Jedná se o podvojně oxidy, v případě *spinelu* tedy $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Systematický název: oxid hořečnatohlinitý.

Za správně uvedený název **0,25 bodu.**

10) **Systematický název:** oxid železnato-železitý

Vzorec: Fe_3O_4 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)

Zdůvodnění: O spineloidní struktuře hovoříme z toho důvodu, že železo je v krystalové mřížce zastoupeno jako Fe^{II} (A) a Fe^{III} (B).

Za správně uvedený název 0,25 bodu.

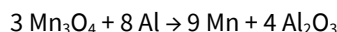
Za správně uvedený vzorec 0,25 bodu.

Za správné zdůvodnění 0,25 bodu.

Celkem 0,75 bodu.

11) **Vzorec:** Mn_3O_4

Rovnice:



Za správně uvedený vzorec 0,25 bodu.

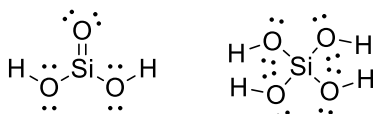
Za správně vyčíslenou rovnicí 0,50 bodu.

Celkem 0,75 bodu.

Úloha 2 Křemičitany a hlinitokřemičitany všeho druhu

6 bodů

1) **Strukturní elektronové vzorce:**



Za správný strukturální elektronový vzorec à 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

2) **Sytnost:** Ze struktury obou kyselin vyplývá, že kyselina metakřemičitá může být teoreticky dvojsytná, orthokřemičitá pak čtyřsytná.

Za správně určené obě sytnosti **0,25 bodu.** Dílčí body se neudělují.

3) **Název:** silikagel

Za správný název 0,25 bodu.

4) **Použití:**

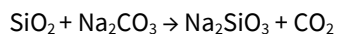
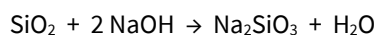
Silikagel slouží zejména jako sušidlo v exikátorech, kde je navíc barven kobaltnatou solí, která se v přítomnosti vody barví růžově, bezvodá je modrá. Dále se běžně používá na povrch destiček pro TLC (silufol).

Za smysluplné použití silikagelu (i jiné) 0,25 bodu.

5) **Spojování:** Tetraedry jsou vždy spojeny přes kyslík (můstkový kyslík), vznikají vazby Si-O-Si.

Za správně uvedené spojování tetraedrů 0,25 bodu.

6) **Rovnice:**



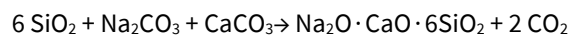
Vazby: Dochází k zániku můstkových vazeb Si-O-Si, vazby Si-O však zůstávají zachovány.

Za správně vyčíslenou rovnicí à 0,25 bodu.

Za správně určené zániky a zachování vazeb 0,50 bodu.

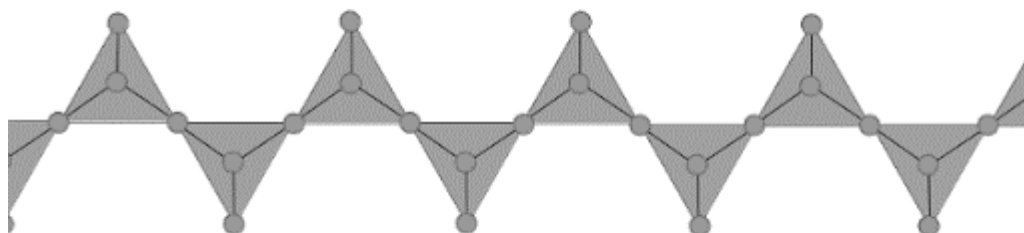
Celkem 1,00 bodu.

7) **Rovnice:**



Za správně vyčíslenou rovnicí (dílčí body se neodčítají) 0,50 bodu.

8) **Obrázek:**



Za správný obrázek 0,75 bodu.

9) **Nahrazení:** Jsou nahrazovány atomy křemíku za hliník.

Za správnou odpověď 0,25 bodu.

10) Rozhodnutí: zeolit A

Zdůvodnění: Zeolit A obsahuje více atomů hliníku než zeolit B, což vede k vyššímu počtu vyměnitelných vazebných míst pro kationty.

Za správné rozhodnutí 0,10 bodu.

Za správné zdůvodnění 0,40 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

11) Rozhodnutí: S vyšším stupněm aluminace (s rostoucím n) se bude zvyšovat celková kyselost.

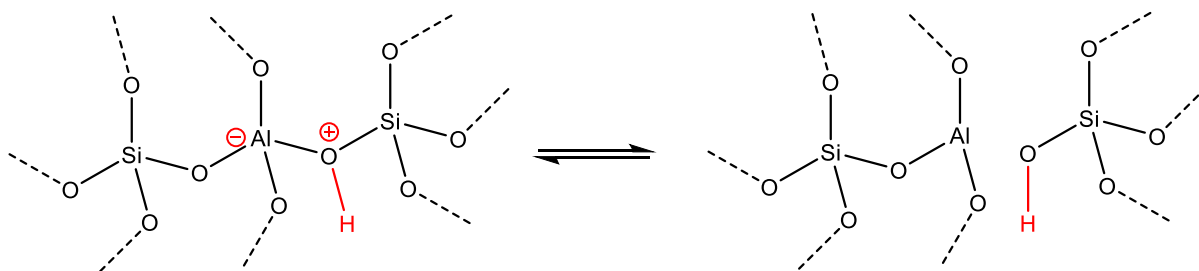
Zdůvodnění: Hliník je ve struktuře zeolitu formálně záporně nabitý, což vede k jeho schopnosti vázat jako protikationy H^+ . S rostoucím stupněm aluminace tak roste hustota vazebných míst pro H^+ .

Za správné rozhodnutí 0,10 bodu.

Za správné zdůvodnění 0,40 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

12) Doplnění struktur:



Za každý správně doplněný atom H 0,25 bodu.
Za každý správně doplněný formální náboj 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

ORGANICKÁ CHEMIE

12 BODŮ

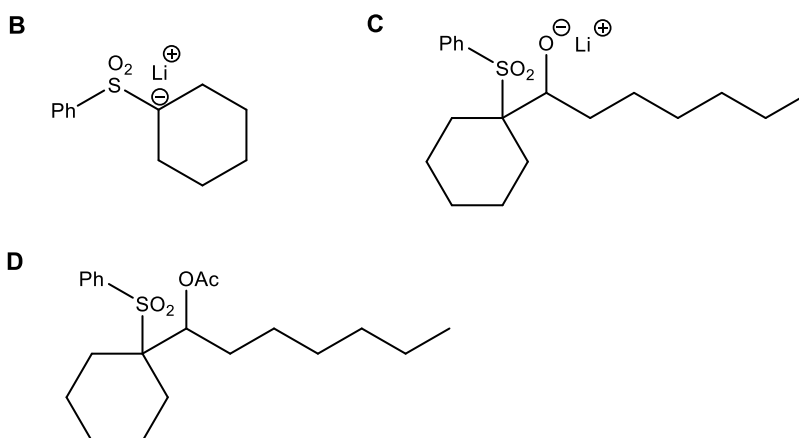
Úloha 1 Juliova olefinace

4 body

1) Struktury a vzorce látek A až E:

Látka A – silná organická báze jako butyl lithium (n -BuLi), diisopropylamid lithný (LDA), hydridy alkalických kovů (například hydrid sodný, NaH) či hexamethyldisilylamidy alkalických kovů (například hexamethylsilylamid draselný, KHMDS).

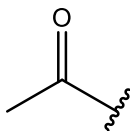
Látka E – sodný amalgám (Na/Hg).



Za každou správně uvedenou strukturu a činidlo 0,70 bodu.

Celkem 3,50 bodu

2) Strukturní vzorec acetylové skupiny:



Za správný strukturní vzorec **0,20 bodu**.

3) Skupina látek, do které patří látka E: amalgámy

Za uvedení správného názvu **0,15 bodu**.

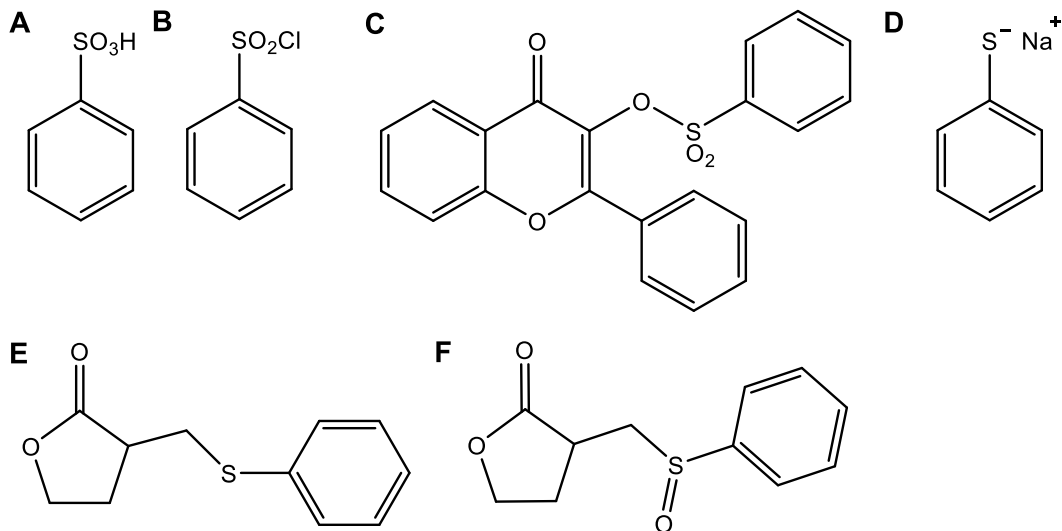
4) Systematický název Sml_2 : jodid samarnatý

Za uvedení systematického názvu **0,15 bodu**.

Úloha 2 Příprava organických sloučenin síry

5 bodů

1) Strukturální vzorce A-F:



Za každou správně uvedenou strukturu 0,60 bodu.

Celkem 3,60 bodu.

2) Přiřazení spekter: A) 2, B) 3, C) 1, D) 4

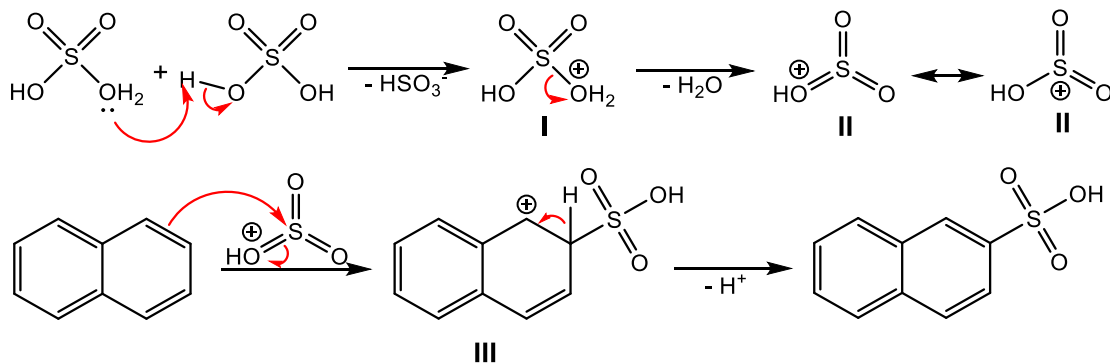
Za každé správně přiřazené spektrum 0,35 bodu.

Celkem 1,40 bodu.

Úloha 3 Průmyslová výroba 2-naftolu

3 body

1) Reakční mechanismus sulfonace naftalenu nad 160 °C:



Za každou správně uvedenou strukturu I, II, III 0,30 bodu.

Za správnou šipku 0,10 bodu.

Celkem 1,50 bodu.2) Triviální názvy pozic C1 a C2: α , β

Za každý triviální název 0,05 bodu.

Celkem 0,10 bodu.

3) Vysvětlení substituce na nesubstituovaném benzenovém jádře:

Sulfoskupina snižuje elektronovou hustotu na jádře, k němuž je vázaná. Avšak $-M$ efekt této skupiny je nižší pro sousední jádro, takže elektronová hustota na tomto jádře je vyšší. Vyšší elektronová hustota způsobuje vyšší stabilitu meziprojektu sulfonace, a tedy sulfonace do druhého stupně probíhá preferenčně na jádře, které nese sulfoskupinu.

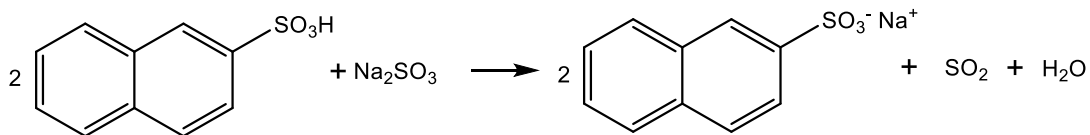
Za uvedení správného odůvodnění 0,30 bodu.

4) Vysvětlení hydrolýzy naftalen-1-sulfonové kyseliny:

Naftalen-1-sulfonová kyselina je méně stabilním produktem než naftalen-2-sulfonová kyselina. V naftalen-1-sulfonové kyselině dochází ke sterické interakci sulfoskupiny s vodíkem na atomu uhlíku C8, čímž je způsobena nižší stabilita tohoto izomeru, porovná-li se s naftalen-2-sulfonovou kyselinou. Z tohoto důvodu dochází primárně k hydrolýze naftalen-1-sulfonové kyseliny.

Za uvedení správného odůvodnění 0,30 bodu.

5) Rovnice:



Za správně vyčíslenou reakci (lze uznat i vznik NaHSO_3) 0,20 bodu.

Za uvedení vzniku kyseliny siřičité pouze 0,15 bodu.

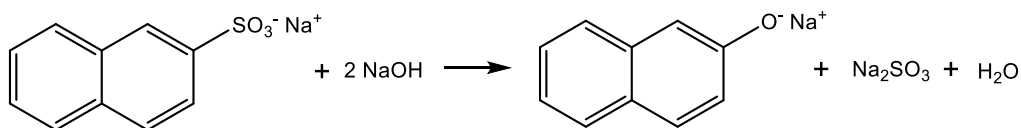
Za uvedení nevyčísleného schématu pouze 0,10 bodu.

Celkem 0,20 bodu.

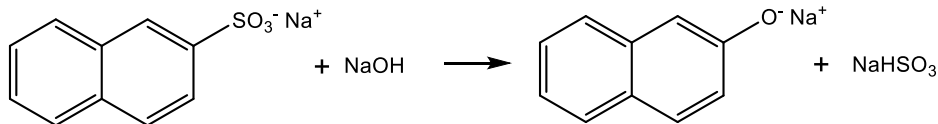
6) Rovnice:

Naftalen-2-sulfonát sodný je taven s hydroxidem sodným za vzniku naftolátu sodného. Poté se tavenina rozpustí ve vodě a vzniklý roztok se nasatí plynným oxidem siřičitým či uhličitým za vzniku 2-naftolu a hydrogensířičitanu sodného či hydrogenuhličitanu sodného, dle užitého plynného oxidu.

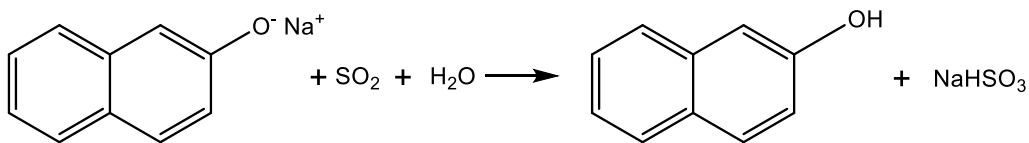
Rovnice vzniku naftolátu sodného:



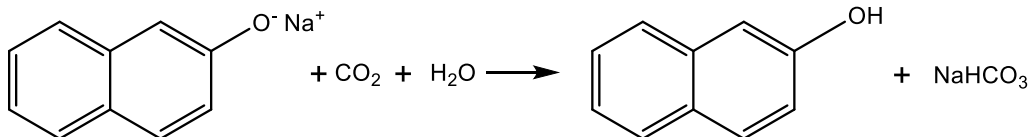
nebo



Rovnice vzniku 2-naftolu:



nebo



Za každou správně vyčíslenou reakci 0,30 bodu.

Za uvedení schématu pouze 0,20 bodu.

Celkem 0,60 bodu.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Rozpustnost léčiva

6 bodů

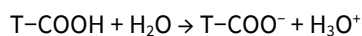
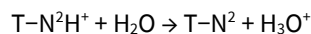
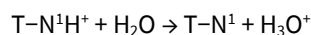
1) Všechny formy Telmisartanu společně s celkovým nábojem:

	Forma	Náboj		Forma	Náboj
1	N^1N^2TH	0	5	N^1HN^2HTCOO	+1
2	$N^1HN^2HTCOOH$	+2	6	N^1HN^2TCOO	0
3	N^1HN^2TCOOH	+1	7	N^1N^2HTCOO	0
4	$N^1N^2HTCOOH$	+1	8	N^1N^2TCOO	-1

Za každou chybu odečíst 0,10 bodu, nelze získat záporný počet bodů.

Celkem 1,00 bodu.

2) Disociace jednotlivých funkčních skupin:



Rovnovážné konstanty:

$$K_{a1} = \frac{[T - N^1] \cdot [H_3O^+]}{[T - N^1H^+]} = \frac{\alpha_1 \cdot [H_3O^+]}{1 - \alpha_1}$$

$$K_{a2} = \frac{[T - N^2] \cdot [H_3O^+]}{[T - N^2H^+]} = \frac{\alpha_2 \cdot [H_3O^+]}{1 - \alpha_2}$$

$$K_{a3} = \frac{[TCOO^-] \cdot [H_3O^+]}{[T - COOH]} = \frac{\alpha_3 \cdot [H_3O^+]}{1 - \alpha_3}$$

Pokud je rovnice (3) uvažována obráceně (asociace), soutěžící neobdrží body.

Za každou rovnovážnou konstantu správně vyjádřenou pomocí stupně disociace 0,50 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

3) Bilance náboje:

Spočítáme stupně disociace. Obecně platí:

$$K_{ai} = \frac{\alpha_i \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{1 - \alpha_i}$$

$$(1 - \alpha_i) \cdot K_{ai} = \alpha_i \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$K_{ai} = \alpha_i \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] + \alpha_i \cdot K_{ai}$$

$$\alpha_i = \frac{K_{ai}}{K_{ai} + [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\alpha_1 \doteq 0,360 \quad \alpha_2 \doteq 0,040 \quad \alpha_3 \doteq 0,869$$

Celkový náboj vypočteme z příspěvků jednotlivých stavů funkčních skupin:

$$q = 0 \cdot \alpha_1 + 1 \cdot (1 - \alpha_1) + 0 \cdot \alpha_2 + 1 \cdot (1 - \alpha_2) - 1 \cdot \alpha_3 + 0 \cdot (1 - \alpha_3)$$

$$q = (1 - 0,360) + (1 - 0,046) - 0,869 = 0,725$$

Náboj při pH 4,5: +0,725

Za správný postup výpočtu 1,25 bodu.

Za numericky správný výsledek náboje 0,25 bodu.

Celkem 1,50 bodu.

4) Výpočet:

Zastoupení formy léčiva $\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH}$ odpovídá zastoupení příslušných stavů funkčních skupin, N^1 a N^2 disociovaná, karboxylová nedisociovaná:

$$\frac{c(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{c(\text{Telmisartan})} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \alpha_3) = 0,36 \cdot 0,046 \cdot (1 - 0,869) \doteq 0,0022$$

Relativní zastoupení: 0,22 %

Za správný postup 0,75 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

5) Výpočet:

Předpokládáme, že:

$$c_m(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH}) = 0,1 \mu\text{g cm}^{-3} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ g dm}^{-3}$$

$$c(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH}) = \frac{c_m(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{M(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}$$

A úpravou rovnice z otázky 4:

$$\frac{c(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{c(\text{Telmisartan})} = 0,0022 \rightarrow c(\text{Telmisartan}) = \frac{c(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{0,0022} = \frac{1}{0,0022} \cdot \frac{c_m(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{M(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}$$

$$c_m(\text{Telmisartan}) = c(\text{Telmisartan}) \cdot M(\text{Telmisartan}) = \frac{1}{0,0022} \cdot \frac{c_m(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})}{M(\text{N}^1\text{N}^2\text{TCOOH})} \cdot M(\text{Telmisartan})$$

$$c_m(\text{Telmisartan}) = \frac{0,1 \mu\text{g cm}^{-3}}{0,0022} = 45,45 \mu\text{g ml}^{-1}$$

Za správný postup 0,75 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

Úloha 2 Zázrak u pramene Marah

7 bodů

1) **Odpověď:** Jedná se o karboxylové (–COOH) skupiny, jenž mají kyselý charakter.

Za správnou odpověď 0,50 bodu.

2) **Výpočet:**

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} + \frac{1}{5}(n_{\text{NaHCO}_3} - n_{\text{COOH}})$$

$$c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} + \frac{1}{5}(c_{\text{NaHCO}_3} \cdot V_{\text{NaHCO}_3} - n_{\text{COOH}})$$

$$n_{\text{COOH}} = c_{\text{NaHCO}_3} \cdot V_{\text{NaHCO}_3} - 5 \cdot (c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} - c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}})$$

$$n_{\text{COOH}} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 - 5 \cdot (0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,02 \text{ dm}^3 - 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,0149 \text{ dm}^3)$$

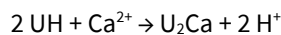
$$n_{\text{COOH}} = 0,001225 \text{ mol}$$

$$q_{\text{COOH}} = \frac{1,225 \text{ meq}}{1,5 \text{ g uhlí}} \doteq 0,82 \text{ meq g}^{-1}$$

Za jakýkoliv správný postup výpočtu 0,75 bodu.

Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

3) **Rovnovážná reakce:**

$$K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+) = \frac{[\text{U}_2\text{Ca}] \cdot [\text{H}^+]^2}{[\text{UH}]^2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]}$$

Za správnou reakci 0,25 bodu.

Za správný výraz pro rovnovážnou konstantu 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

4) **Výpočet:**

Bilanční a rovnovážné rovnice:

$$\frac{K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+)}{K(\text{Mg}^{2+}/\text{H}^+)} = \frac{[\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} \cdot [\text{Mg}^{2+}]_{\text{aq}}}{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}} \cdot [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}}}$$

$$[\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} + [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}} = \frac{1}{V_{\text{uhlí}}} \cdot \frac{1}{2} \cdot q_{\text{COOH}} \cdot m_{\text{uhlí}} = \frac{1}{2} \cdot q_{\text{COOH}} \cdot \rho_{\text{uhlí}}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}} + [\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = [\text{Mg}^{2+}]_{\text{aq}} \cdot V_{\text{aq}} + [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}$$

Znamé hodnoty:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{c_m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} \cdot V_{\text{aq}} = \frac{0,500 \text{ g dm}^{-3}}{40,08 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,0125 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{c_m(\text{Mg}^{2+})}{M(\text{Mg}^{2+})} \cdot V_{\text{aq}} = \frac{3,000 \text{ g dm}^{-3}}{24,31 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,1234 \text{ mol}$$

$$[\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} + [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}} = \frac{1}{2} \cdot q_{\text{COOH}} \cdot \rho_{\text{uhlí}} = \frac{1}{2} \cdot 0,00082 \text{ mol g}^{-1} \cdot 450 \text{ g dm}^{-3} = 0,1845 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\frac{K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+)}{K(\text{Mg}^{2+}/\text{H}^+)} = \frac{0,70}{0,25} = 2,80$$

$$V_{\text{uhlí}} = \frac{m_{\text{uhlí}}}{\rho_{\text{uhlí}}} = \frac{200 \text{ g}}{450 \text{ g dm}^{-3}} = 0,4444 \text{ dm}^3$$

Řešení bilance vzhledem k $[U_2Ca]_{\text{uhlí}}$ a $[U_2Mg]_{\text{uhlí}}$:

$$\begin{aligned} \frac{K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+)}{K(\text{Mg}^{2+}/\text{H}^+)} &= \frac{[U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot \left(\frac{n(\text{Mg}^{2+}) - [U_2Mg]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} \right)}{[U_2Mg]_{\text{uhlí}} \cdot \left(\frac{n(\text{Ca}^{2+}) - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} \right)} \\ &= \frac{[U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot \left(\frac{n(\text{Mg}^{2+}) - \left(\frac{1}{2} \cdot q_{\text{COOH}} \cdot \rho_{\text{uhlí}} - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \right) \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} \right)}{\left(\frac{1}{2} \cdot q_{\text{COOH}} \cdot \rho_{\text{uhlí}} - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \right) \cdot \left(\frac{n(\text{Ca}^{2+}) - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} \right)} \end{aligned}$$

Dosazením známých hodnot:

$$\begin{aligned} \frac{0,70}{0,25} &= \frac{[U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot (0,1234 - (0,1845 - [U_2Ca]_{\text{uhlí}}) \cdot 0,4444)}{(0,1845 - [U_2Ca]_{\text{uhlí}}) \cdot (0,0125 - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot 0,4444)} \\ 0,8 \cdot ([U_2Ca]_{\text{uhlí}})^2 - 0,306 \cdot [U_2Ca]_{\text{uhlí}} + 0,0064575 &= 0 \end{aligned}$$

$$[U_2Ca]_{\text{uhlí}} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \approx \frac{22,4 \text{ mmol dm}^{-3}}{450 \text{ g dm}^{-3}} = 0,0498 \text{ mmol g}^{-1}$$

$$[U_2Mg]_{\text{uhlí}} = 162,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} = \frac{162,1 \text{ mmol}}{450 \text{ g dm}^{-3}} = 0,3602 \text{ mmol g}^{-1}$$

Za správné uvedení bilančních rovnic po 0,25 bodu.

Za jakýkoliv správný postup řešení 1,00 bodu.

Za správné koncentrace Ca a Mg v uhlí v jakýchkoliv jednotkách 0,50 bodu.

Za přepočet na požadované jednotky 0,50 bodu.

Celkem 3,00 bodu.

5) Výpočet:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}} = \frac{n(\text{Ca}^{2+}) - [U_2Ca]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} = \frac{0,0125 \text{ mol} - 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,4444 \text{ dm}^3}{1,0 \text{ dm}^3}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}} = 2,54 \text{ mmol dm}^{-3}$$

$$[\text{Mg}^{2+}]_{\text{aq}} = \frac{n(\text{Mg}^{2+}) - [U_2Mg]_{\text{uhlí}} \cdot V_{\text{uhlí}}}{V_{\text{aq}}} = \frac{0,1234 \text{ mol} - 162,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,4444 \text{ dm}^3}{1,0 \text{ dm}^3}$$

$$[\text{Mg}^{2+}]_{\text{aq}} = 51,36 \text{ mmol dm}^{-3}$$

Za správný postup výpočtu rovnovážných koncentrací ve vodné fázi 0,50 bodu.

Za numericky správné výsledky po 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

6) Výpočet:

$$K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+) = \frac{[\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} \cdot 10^{-2 \cdot \text{pH}}}{[\text{UH}]^2 \cdot [\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}}} \rightarrow [\text{UH}] = \sqrt{\frac{[\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}} \cdot 10^{-2 \cdot \text{pH}}}{K(\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+) \cdot [\text{Ca}^{2+}]_{\text{aq}}}}$$

$$[\text{UH}] = \sqrt{\frac{22,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 10^{-2 \cdot 6,20} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}{0,70 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}}} = 2,240 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} = 2,240 \cdot 10^{-3} \text{ meq dm}^{-3}$$

$$[\text{UH}] = \frac{5,688 \cdot 10^{-6} \text{ meq dm}^{-3}}{450 \text{ g dm}^{-3}} = 4,978 \cdot 10^{-6} \text{ meq g}^{-1}$$

$$\frac{[\text{UH}]}{[\text{UH}] + 2 \cdot [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}} + 2 \cdot [\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}}} = \frac{2,240 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}}{2,240 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} + 2 \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} + 2 \cdot 162,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}}$$

$$\frac{[\text{UH}]}{[\text{UH}] + 2 \cdot [\text{U}_2\text{Mg}]_{\text{uhlí}} + 2 \cdot [\text{U}_2\text{Ca}]_{\text{uhlí}}} = 6,07 \cdot 10^{-6} \ll 0,01 \%$$

Za správný postup výpočtu 0,75 bodu.

Za správný závěr 0,25 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

Úloha 3 Aniontová chromatografie

3 body
1) Výpočet:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{a,NaHCO}_3} + \log_{10} \frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)} \doteq \text{p}K_{\text{a,HCO}_3^-} + \log_{10} 1 = \text{p}K_{\text{a,HCO}_3^-}$$

pH elučního roztoku je přibližně 10,33

*Za správnou hodnotu elučního pH **0,60 bodu**.*

2) Odpověď:

Anion	Forma	Náboj
Dusičnany	NO ₃ ⁻	-1 (zadáno)
Fosforečnany	HPO ₄ ²⁻	-2
Sírany	SO ₄ ²⁻	-2
Dusitany	NO ₂ ⁻	-1

Za každou správnou odpověď 0,20 bodu.

Celkem 0,60 bodu.

3) Odpověď:

Číslo píku	Anion	Číslo píku	Anion
1	F ⁻	5	NO ₃ ⁻
2	Cl ⁻	6	HPO ₄ ²⁻
3	NO ₂ ⁻	7	SO ₄ ²⁻
4	Br ⁻		

Za každou správnou odpověď 0,20 bodu.

Celkem 1,40 bodu.

4) Odpověď: Elektrochemicky: vodivost roztoku se mění vzhledem ke koncentraci a měrné vodivosti přítomných iontů v elučním roztoku (konduktometrie, amperometrie, coulometrie)

Nebo např. spektrometricky, a to ať už s využitím absorpce záření či na základě hmotnostní spektrometrie.

*Za alespoň jednu odpověď **0,40 bodu**.*