



60. ročník

2023/2024

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie B

Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**30 BODŮ****Úloha 1 Kyselina sírová sem, kyselina sírová tam****11,5 bodu**

1)

A: NaCl**B:** NaHSO₄**C:** HCl**D:** Na₂S₂O₇ – disíran sodný**E:** Cu**F:** SO₂**G:** CuSO₄**H:** CO₂**I:** H₃PO₄. V případě látky **I** lze uznat místo H₃PO₄ i jiné formulace „kyseliny fosforečné“ (HPO₃, polyfosforečné kyseliny).**J:** SO₃*za každý vzorec (značku prvku) 0,25 bodu**za název látky **D** 0,50 bodu***celkem 3,00 bodu**

2)

Reakce a: NaCl + H₂SO₄ → NaHSO₄ + HCl**Reakce b:** 2 NaHSO₄ → Na₂S₂O₇ + H₂O**Reakce c:** Cu + 2 H₂SO₄ → CuSO₄ + SO₂ + 2 H₂O**Reakce d:** 4 FeS₂ + 11 O₂ → 2 Fe₂O₃ + 8 SO₂**Reakce e:** CuCO₃ + H₂SO₄ → CuSO₄ + CO₂ + H₂O**Reakce f:** Cu₂O + H₂SO₄ → Cu + CuSO₄ + H₂O**Reakce g:** 6 H₂SO₄ + P₄O₁₀ → 6 SO₃ + 4 H₃PO₄V případě rovnice **g** lze uznat rovnice vedoucí místo H₃PO₄ i jiným formulacím „kyseliny fosforečné“ (HPO₃, polyfosforečné kyseliny).*za všechny správné reaktanty a produkty každé reakce (včetně vyčíslení mimo níže zmíněné reakce) po 1,00 bodu**za vyčíslení rovnice **b, d, g** navíc po 0,50 bodu***celkem 8,50 bodu**

Úloha 2 Hromnické vitriolové břidlice a soli železa v roztoku**12 bodů**

1) Můžeme postupovat například takto:

Nejprve vypočítáme hmotnostní zastoupení síry v FeS₂:

$$w_S = \frac{2 \cdot M_S}{M_{\text{FeS}_2}} = \frac{2 \cdot 32,06 \text{ g mol}^{-1}}{119,97 \text{ g mol}^{-1}} = 0,5345$$

Dále lze uvažovat takto:

Pokud by břidlice obsahovala pouze pyrit (zastoupení pyritu v břidlici by bylo 100 %), pak by 100 g břidlice obsahovalo 53,45 g síry. Břidlice ale obsahuje pouze 6,28 % síry, tj. ve 100 g rudy je 6,28 g síry.

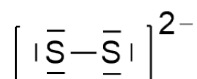
Hmotnostní zastoupení pyritu v hromnické břidlici tedy spočítáme jako:

$$w_{\text{FeS}_2} = \frac{6,28 \text{ g}}{53,45 \text{ g}} = 0,117, \text{ tj. } 11,7 \%$$

*za smysluplný postup 1,50 bodu
za hmotnostní zlomek (w) pyritu ve vzorku 0,75 bodu
za hmotnostní zastoupení (%) pyritu ve vzorku 0,25 bodu
(pokud je zapsán pouze správný výsledek bez postupu, pak udělit 100 % bodů)*

celkem 2,50 bodu

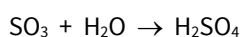
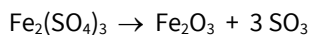
2)



za vzorec aniontu (včetně volných elektronových párů) 0,50 bodu

celkem 0,50 bodu

3) Výroba kyseliny sírové z vitriolového kamene probíhá podle rovnic:

Látkové množství Fe₂(SO₄)₃ v 1 t:

$$n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{m_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3}}{M_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3}} = \frac{1000000 \text{ g}}{399,85 \text{ g mol}^{-1}} = 2500,9 \text{ mol}$$

Z rovnic je zřejmé, že z 1 molu $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ vzniknou 3 moly H_2SO_4 . Z 1 tuny $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ tedy může vzniknout:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \cdot n_{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3 \cdot 2500,9 \text{ mol} \cdot 98,07 \text{ g mol}^{-1} = 735790 \text{ g} \approx 735,8 \text{ kg } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

Z 1 tuny vitriolového kamene lze teoreticky vyrobit 735,8 kg 100% H_2SO_4 .

Hmotnost 96% H_2SO_4 je tedy: $735,8 \text{ kg} : 0,96 = 766,5 \text{ kg}$.

*za smysluplný postup 2,50 bodu
za hmotnost 100% H_2SO_4 1,50 bodu
za hmotnost 96% H_2SO_4 0,50 bodu
(pokud je zapsán pouze správný výsledek, pak udělit 100 % bodů)*

celkem 4,50 bodu

- 4) V roce 1875 bylo v závodě vyrobeno 65500 metrických centů vitriolového kamene, tj 6550000 kg = 6550 t.
Z 1 tuny vitriolového kamene lze (dle výpočtu v předchozím úkolu) teoreticky vyrobit 766,5 kg 96% H_2SO_4 .
V roce 1875 bylo tedy možné teoreticky získat $766,5 \cdot 6550 = 5020575 \text{ kg} \approx 5021 \text{ t}$ 96% H_2SO_4 .

*za správně spočítanou hmotnost (i s nesprávnou vstupní hmotností 96% H_2SO_4) 1,00 bodu
V případě nesprávně spočítané hmotnosti 96% H_2SO_4 , kterou lze vyrobit z 1 tuny vitriolového kamene (úkol 3), lze uznat i takový výsledek, kde bylo počítáno se špatnou vstupní hmotností, pokud je postup výpočtu a odpovídající výsledek správný.*

celkem 1,00 bodu

- 5) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ – kation hexaaquaželezitý

Za název 0,50 bodu

celkem 0,50 bodu

- 6) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$

Alternativně lze uznat také: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+} + \text{H}^+$

Kation Fe^{3+} je velmi kyselý a ve vodném prostředí dochází k jeho hydrolyze. Vzniká hydroxidokomplex kationtu Fe^{3+} a oxoniový kation H_3O^+ , který způsobuje okyselení roztoku. Pokud dojde k reakci do dalších stupňů, dojde k vyloučení sraženiny „hydroxidu železitého“.

(V rovnici lze uznat i šipku jednosměrnou.)

*za rovnici 1,50 bodu
za vysvětlení zmiňující kyselost kationtu Fe^{3+} , jeho hydrolyzu a vznik $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}^+$ 0,50 bodu*

celkem 2,00 bodu

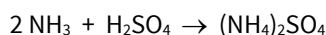
- 7) Jedná se o rovnovážnou reakci. Pokud roztok kationtů Fe^{3+} dostatečně okyselíme, rovnováha se posune směrem k reaktantům a hydrolyza bude potlačena.

za navržené správné řešení 1,00 bodu

Úloha 3 Soli kyseliny sírové

6,5 bodu

- 1) Amoniak reaguje s kyselinou sírovou podle rovnice:



Látkové množství odpovídající 30,0 dm³ amoniaku spočítáme jako:

$$p \cdot V_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3} \cdot R \cdot T$$

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{p \cdot V_{\text{NH}_3}}{R \cdot T} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,0300 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 1,25 \text{ mol}$$

Pro molární koncentraci 50% kyseliny sírové platí:

$$c_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{m_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}{V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{\rho_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$$

$$c_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{1,395 \text{ g cm}^{-3} \cdot 0,50}{98,07 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00711 \text{ mol cm}^{-3} = 7,11 \text{ mol dm}^{-3}$$

Z rovnice vyplývá, že amoniak a kyselina sírová reagují v molárním poměru:

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

Objem 50% kyseliny sírové je tedy:

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot c_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

$$V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{2 \cdot c_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}} = \frac{1,25 \text{ mol}}{2 \cdot 7,11 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,0879 \text{ dm}^3 = 87,9 \text{ cm}^3$$

Předchozí postup lze také zapsat jako:

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot c_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot \frac{\rho_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$$

$$V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{2 \cdot \rho_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}} = \frac{p \cdot V_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{2 \cdot R \cdot T \cdot \rho_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4}}$$

$$V_{50\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 0,030 \text{ m}^3 \cdot 98,07 \text{ g mol}^{-1}}{2 \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K} \cdot 1,395 \text{ g cm}^{-3} \cdot 0,50} = 87,7 \text{ cm}^3$$

za smysluplný postup 2,00 bodu

za výsledek 1,50 bodu

(pokud je zapsán pouze správný výsledek, pak udělit 100 % bodů)

celkem 3,50 bodu

2)

- a) NE
- b) ANO
- c) NE
- d) NE
- e) ANO
- f) NE

za správnou odpověď 0,50 bodu

celkem 3,00 bodu

ORGANICKÁ CHEMIE

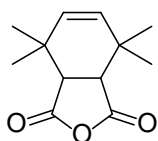
30 BODŮ

Úloha 1 Velké schéma

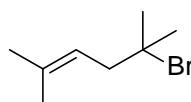
10,00 bodů

1)

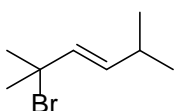
Vzorec A:



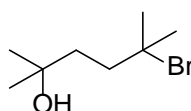
Vzorec B:



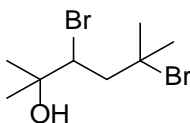
Vzorec C:



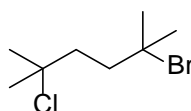
Vzorec D:



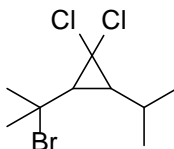
Vzorec E:



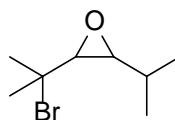
Vzorec F:



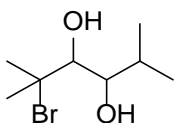
Vzorec G:



Vzorec H:



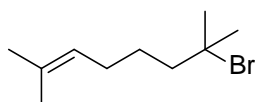
Vzorec I:



za každý vzorec 1,00 bod

celkem 9,00 bodů

2) Vzorec B1 = vzorec C1.



Jedná se o identické sloučeniny.

za každý vzorec 0,25 bod

za odpověď 0,50 bodu

celkem 1,00 bod

Úloha 2 Radikálové reakce

10,50 bodu

- 3) a) NE, b) ANO, c) ANO, d) ANO, e) NE, f) NE.

za každou správnou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,50 bodu

- 4) Výpočet:
- $\Delta H = \Delta H (\text{I-I}) + \Delta H (\text{CH}_3\text{-H}) - \Delta H (\text{CH}_3\text{-I}) - \Delta H (\text{H-I}) = 150 + 435 - 297 - 234$

$$\Delta H = 54 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Jodace methanu je endotermická reakce.

za postup 1,00 bod

za výsledek 0,50 bodu

za určení tepelného zabarvení reakce 0,50 bodu

celkem 2,00 body

- 5) a) NE, b) ANO, c) ANO, d) NE.

za každou správnou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,00 bod

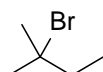
6)



za každý správný vzorec 0,50 bodu

celkem 2,00 body

- 7) Hlavní produkt bromace:



Pro výpočet je třeba vzít v úvahu dva faktory, které ovlivňují zastoupení produktů v reakční směsi. Prvním z faktorů je počet ekvivalentních vodíkových atomů, jejichž substitucí vzniká stejný produkt. Druhým faktorem je reaktivita daného typu vodíkových atomů. Proto se relativní reaktivita a počet ekvivalentních vodíkových atomů ve výpočtu násobí. Pro určení hlavního produktu musíme znát výše uvedené součiny pro všechny typy atomů vodíku v molekule výchozí látky. Hlavní produkt má tento součin nejvyšší a jeho relativní zastoupení je dáno jako podíl tohoto součinu a součtu součinů příslušejících všem typům vodíkových atomů v molekule výchozí látky.

Výpočet zastoupení hlavního produktu:

$$\text{rel}\% = \frac{1 \times \text{CH}}{(1 \times \text{CH} + 2 \times \text{CH}_2 + 6 \times \text{CH}_3 + 3 \times \text{CH}_3)} \times 100\% = \frac{1640}{(1 \times 1640 + 2 \times 80 + 6 \times 1 + 3 \times 1)} = 91\%$$

Relativní zastoupení hlavního produktu je 91 %.

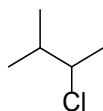
za určení hlavního produktu 0,50 bodu

za postup 0,50 bodu

za výsledek 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

8) Hlavní produkt chlorace:



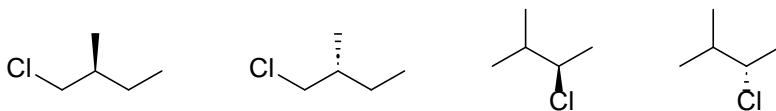
Výpočet zastoupení hlavního produktu:

$$rel\% = \frac{2 \times CH_2}{(1 \times CH + 2 \times CH_2 + 6 \times CH_3 + 3 \times CH_3)} \times 100\% = \frac{2 \times 4}{(1 \times 5 + 2 \times 4 + 6 \times 1 + 3 \times 1)} = 36\%$$

Relativní zastoupení hlavního produktu je 36 %.

za určení hlavního produktu 0,50 bodu
za postup 0,50 bodu
za výsledek 0,50 bodu
celkem 1,50 bodu

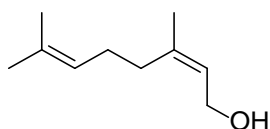
9)



za každý správný vzorec 0,25 bodu, jsou-li uvedeny více než čtyři vzorce, nebo je-li uvedeno více vzorců téže látky, pak za každý nadbytečný nebo duplicitní vzorec -0,25 bodu.

celkem 1,00 bod (nelze získat méně než 0,00 bodu)**Úloha 3 A zase terpeny****9,50 bodu**

1) Nerol:

**celkem 0,75 bodu**

2) Konstituční izomer

celkem 0,50 bodu

3) a) NE, b) ANO, c) ANO, d) ANO.



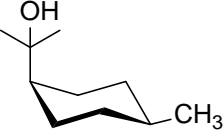
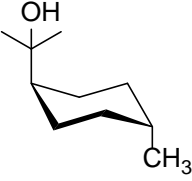
za každou správnou odpověď 0,25 bodu

celkem 1,00 bod

4) Látka J tvoří 2 konfigurační izomery

celkem 0,50 bodu

5)

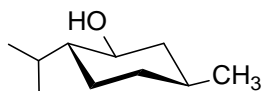
Konformace	-C(CH ₃) ₂ OH	-CH ₃	Stabilita
	ekvatoriální	ekvatoriální	1
	ekvatoriální	axiální	2
	axiální	ekvatoriální	3
	axiální	axiální	4

za každou konformaci 0,25 bodu (za další duplicitní, nebo chybně uvedené konformace se body neodečítají, ale nelze za ně získat body níže)

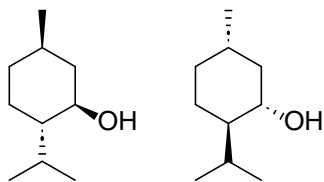
za každý správně vyplněný řádek s axiální/ekvatoriální polohou substituentů 0,25 bodu
za seřazení podle stability (1-4) 0,50 bodu
celkem 2,50 bodu

6) Alkohol **K** tvoří 2³, tj. 8 stereoizomerů.**celkem 0,50 bodu**

7) Nejstabilnější konformace mentholu:



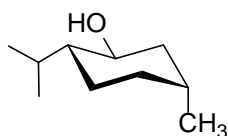
Enantiomery mentholu:



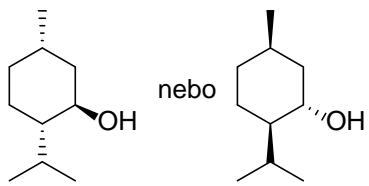
za konformaci (lze uznat i konformaci druhého enantiomeru) 0,75 bodu
za každý enantiomer 0,50 bodu

celkem 1,75 bodu

8) Nejstabilnější konformace isomentholu:



Isomenthol:



za konformaci (lze uznat i konformaci druhého enantiomeru) 1,00 bod
za strukturu isomentholu (libovolný enantiomer) 1,00 bod
celkem 2,00 bodu