



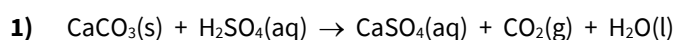
60. ročník

2023/2024

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie B

Test – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**30 BODŮ****Úloha 1 Oxidy síry a kyselá dešť****8,5 bodu**

V případě vznikajícího síranu vápenatého lze uznat také $\text{CaSO}_4(\text{s})$.

*za rovnici 1,00 bodu
za skupenství každé látky 0,10 bodu*

celkem 1,50 bodu

2) Látkové množství vzniklého plynu (oxidu uhličitého) lze vypočítat pomocí stavové rovnice ideálního plynu:

$$p \cdot V_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{p \cdot V_{\text{CO}_2}}{R \cdot T} = \frac{100000 \text{ Pa} \cdot 0,00632 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 0,259 \text{ mol}$$

Z rovnice reakce vyplývá:

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} = n_{\text{CO}_2}$$

Hmotnost vápence ve vzorku je tedy:

$$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = 0,259 \text{ mol} \cdot 100,09 \text{ g mol}^{-1} = 25,92 \text{ g}$$

Hmotnostní zastoupení vápence ve vzorku je tedy:

$$w_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m_{\text{vzorek}}} = \frac{25,92 \text{ g}}{30,0 \text{ g}} = 0,864$$

Hmotnostní zastoupení vápence ve vzorku je 86,4 %.

*za smysluplný postup 1,50 bodu
za hmotnostní zlomek (w) vápence ve vzorku 1,25 bodu
za hmotnostní zastoupení (%) vápence ve vzorku 0,25 bodu*

celkem 3,00 bodu

- 3) Hustotu vzniklého plynu lze vypočítat dosazením do stavové rovnice ideálního plynu:

$$p \cdot V_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V_{\text{CO}_2} = \frac{\rho \cdot V_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{\rho}{M_{\text{CO}_2}} \cdot R \cdot T$$

$$\rho = \frac{p \cdot M_{\text{CO}_2}}{R \cdot T} = \frac{100000 \text{ Pa} \cdot 0,04401 \text{ kg mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 1,806 \text{ kg m}^{-3}$$

za smysluplný postup 1,00 bodu
za výsledek 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

- 4) Vzhledem k tomu, že látkové množství plynu se nemění a tlak je konstantní, můžeme potřebnou teplotu T_2 vypočítat následovně:

$$p \cdot V_1 = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T_1$$

$$p \cdot V_2 = n_{\text{CO}_2} \cdot R \cdot T_2$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1} = \frac{0,9 \cdot V_1 \cdot T_1}{V_1} = 0,9 \cdot T_1 = 0,9 \cdot 293,15 = 264 \text{ K}$$

$T = 264 \text{ K}$ odpovídá teplotě přibližně $-9 \text{ }^\circ\text{C}$

za smysluplný postup 1,00 bodu
za výsledek 0,50 bodu
za převedení na $^\circ\text{C}$ 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

Úloha 2 Kyselina sírová. Co s ní?**14,5 bodu**

- 1) Nejprve spočítáme hmotnostní zastoupení H_2SO_4 v elektrolytu o hustotě $1,14 \text{ g cm}^{-3}$.

Můžeme postupovat například takto: Vzhledem k předpokladu lineární závislosti hustoty kyseliny sírové na jejím hmotnostním zastoupení v elektrolytu v oblasti 10–38 %, lze zapsat dvě rovnice lineární funkce jako:

$$\text{Hustota } 10,0\% \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ je } 1,07 \text{ g cm}^{-3}, \text{ tedy: } 1,07 = 10,0 \cdot a + b$$

$$\text{Hustota } 38,0\% \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ je } 1,29 \text{ g cm}^{-3}, \text{ tedy: } 1,29 = 38,0 \cdot a + b$$

Řešením této soustavy dvou lineárních rovnic o dvou neznámých vypočítáme: $a = 0,00786$; $b = 0,991$

Rovnici dané lineární funkce pak můžeme zapsat jako:

$$y = 0,00786 \cdot x + 0,991$$

kde y je hustota elektrolytu v g cm^{-3} ,

a x odpovídá hmotnostnímu zastoupení H_2SO_4 ve studovaném elektrolytu v %

Pro hmotnostní zastoupení H_2SO_4 v elektrolytu tedy platí:

$$1,14 = 0,00786 \cdot x + 0,991$$

$$x = 19,0 \%$$

$$w = 0,190$$

*za smysluplný postup 1,00 bodu
za hmotnostní zastoupení (%) H_2SO_4 v elektrolytu 0,50 bodu
za hmotnostní zlomek (w) H_2SO_4 v elektrolytu 0,50 bodu*

Molární koncentraci H_2SO_4 vypočítáme takto:

$$c_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4}}$$

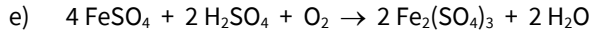
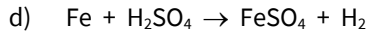
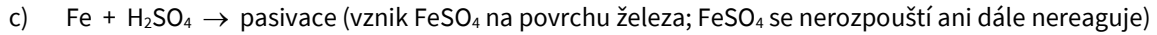
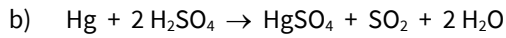
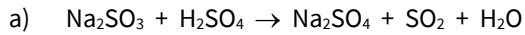
$$c_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{m_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} \cdot w_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}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

$$c_{\text{elektrolyt H}_2\text{SO}_4} = \frac{1,14 \text{ g cm}^{-3} \cdot 0,190}{98,07 \text{ g mol}^{-1}} = 2,21 \cdot 10^{-3} \text{ mol cm}^{-3} = 2,21 \text{ mol dm}^{-3}$$

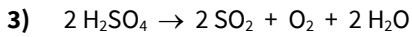
*za smysluplný postup 1,00 bodu
za výsledek 1,00 bodu*

celkem 4,00 bodu

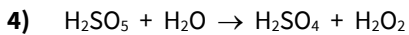
2)



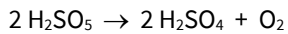
za každou vyčíslenou **rovnici a), b), d), e)** 1,00 bodu
za vysvětlení **c)** 1,00 bodu

celkem 5,00 bodu

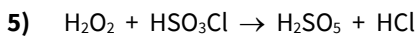
za všechny správné reaktanty a produkty 1,00 bodu
za vyčíslení 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Vzhledem k tomu, že dochází k dalšímu rozkladu peroxidu vodíku, lze také uznat rovnici:



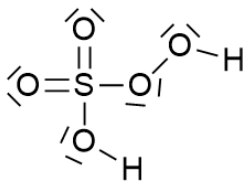
za rovnici 1,00 bodu

celkem 1,00 bodu

za rovnici 1,50 bodu

celkem 1,50 bodu

6)

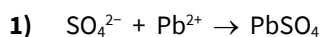


za vzorec včetně volných elektronových párů 1,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 3 Analýza vody

7 bodů



za správně zapsanou rovnicí 1,00 bodu

celkem 1,00 bodu

2) V bodě ekvivalence platí:

$$n_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = n_{\text{SO}_4^{2-}}$$

Pro molární koncentraci SO_4^{2-} ve vzorku tedy platí:

$$c_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{c_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} \cdot V_{\text{ekv.}}}{V_{\text{vz.}}} = \frac{0,01012 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,00145 \text{ dm}^{-3}}{0,00500 \text{ dm}^3} = 2,93 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

za smysluplný postup 1,50 bodu

za výsledek 1,00 bodu

Hmotnost SO_4^{2-} v 1 dm^3 vzorku:

$$c_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{n_{\text{SO}_4^{2-}}}{V_{\text{SO}_4^{2-}}} = \frac{m_{\text{SO}_4^{2-}}}{M_{\text{SO}_4^{2-}} \cdot V}$$
$$m_{\text{SO}_4^{2-}} = c_{\text{SO}_4^{2-}} \cdot M_{\text{SO}_4^{2-}} \cdot V = 2,93 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 96,06 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ dm}^3 = 0,281 \text{ g} = 281 \text{ mg}$$

Hmotnostní koncentrace SO_4^{2-} ve vzorku vody ze studny je tedy: 281 mg dm^{-3}

za smysluplný postup 1,50 bodu

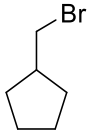
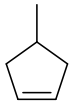
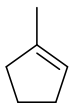
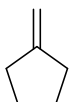
za výsledek 1,00 bodu

celkem 5,00 bodu

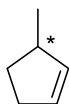
3) Titrace se provádí v prostředí acetonu, aby se snížila rozpustnost vzniklé sraženiny PbSO_4 v roztoku.

za vysvětlení 1,00 bodu

celkem 1,00 bod

ORGANICKÁ CHEMIE**30 BODŮ****Úloha 1 Kam s bromem?****8,5 bodu**1) Vzorec **D**:**celkem 1,00 bod**2) Stereoizomery netvoří látka **C**.**celkem 0,75 bodu**3) Nejvíce bude zastoupena látka **C**.Zdůvodnění: Při vzniku látky **C** dochází k substituci na skupině CH, která reaguje nejrychleji.za odpověď 0,50 bodu
za zdůvodnění 0,50 bodu**celkem 1,00 bod**4) Vzorec **E**:**celkem 1,00 bod**5) Vzorec **F**:Příprava látky **B** probíhá za podmínek radikálové adice. Příprava látky **C** probíhá za podmínek elektrofilní adice.za vzorec 1,00 bod
za podmínky reakcí po 0,75 bodu**celkem 2,50 bodu**6) Vzorec **G**:**celkem 1,00 bod**

7) Vzorec **H** s vyznačeným stereogenním centrem:



za vzorec 1,00 bod
za označení stereogenního centra 0,25 bodu

celkem 1,25 bodu

Úloha 2 Cyklohexan

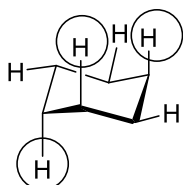
10,5 bodu

1) Stabilnější je struktura **I**, protože nedochází ke sterickému bránění, všechny atomy vodíku jsou ve střídavé konformaci. Struktura **I** má nižší energii. Ve struktuře **J** dochází ke značnému sterickému bránění mezi vodíky ve vrcholových polohách (1 a 4) a zároveň jsou všechny vodíkové atomy v zákrytové konformaci. Struktura **J** má vyšší energii.

za označení stabilnější konformace 0,50 bodu
za vysvětlení (stačí zmínit sterické bránění nebo rozdíl v energiích) 0,50 bodu

celkem 1,00 bod

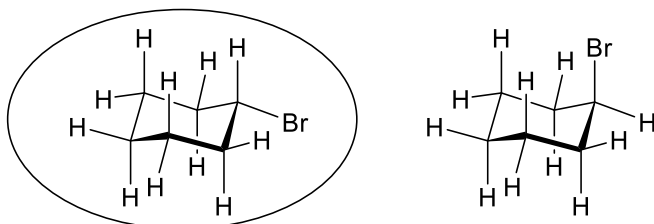
2)



za každý správně označený atom vodíku 0,50 bodu, za každý špatně označený atom vodíku -0,50 bodu

celkem 1,50 bodu (nelze získat méně než 0,00 bodů)

3)



Lze uznat i jakékoli jiné uspořádání, kde je atom bromu v ekvatoriální, resp. axiální poloze. Doplnovat atomy vodíku není nutné.

Stabilnější je zakroužkovaná konformace, protože atom bromu je v ekvatoriální poloze a nedochází ke sterickému bránění (1,3-diaxiální interakci) mezi atomem bromu a atomy vodíku v polohách 3 a 5.

za každou strukturu 0,50 bodu
za porovnání stability 0,50 bodu
za zdůvodnění 0,50 bodu

celkem 2,00 body

4) Vzorec K:

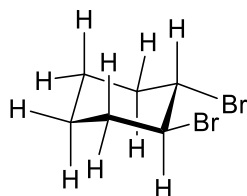


Vzorec L:



za každou strukturu (i pokud jsou klínky uvedeny špatně) 0,50 bodu
za správné označení konfigurace pomocí klínků (za každou strukturu) 0,50 bodu
celkem 2,00 body

5)

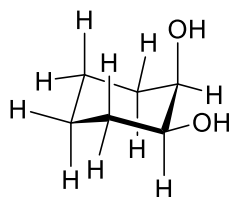


Lze uznat i jakékoli jiné uspořádání této sloučeniny nebo jejího enantiomeru, kde jsou oba atomy bromu v ekvatoriální poloze.

Chirální: ANO. Sloučenina je chirální, protože nemá rovinu symetrie. Lze uznat i odpověď, že sloučenina není ztotožnitelná se svým zrcadlovým obrazem.

za strukturu 1,00 bod
za správné určení chiralitty 0,50 bodu
za zdůvodnění 0,50 bodu
celkem 2,00 body

6)



Lze uznat i jakékoli jiné uspořádání, kde je jedna hydroxyskupina v axiální a druhá v ekvatoriální poloze.

Chirální: NE. Sloučenina není chirální, protože má rovinu symetrie. Lze uznat i odpověď, že sloučenina je ztotožnitelná se svým zrcadlovým obrazem.

za strukturu 1,00 bod
za správné určení chiralitty 0,50 bodu
za zdůvodnění 0,50 bodu
celkem 2,00 body

Úloha 3 Deset vzorců

11 bodů

- 1) Stejnou látku zobrazují vzorce
- M**
- a
- Q**
- .

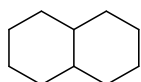
celkem 0,50 bodu

- 2) Stupeň nenasycenosti látky
- M**
- je 3, stupeň nenasycenosti látky
- R**
- je 3. Jsou to izomery, protože mají stejný sumární vzorec
- $C_{10}H_{16}$
- .

za určení každého stupně nenasycenosti po 0,25 bodu
za správné určení izomerů 0,25 bodu
za zdůvodnění 0,50 bodu

celkem 1,25 bodu

- 3) Výchozí látka je látka
- O**
- .

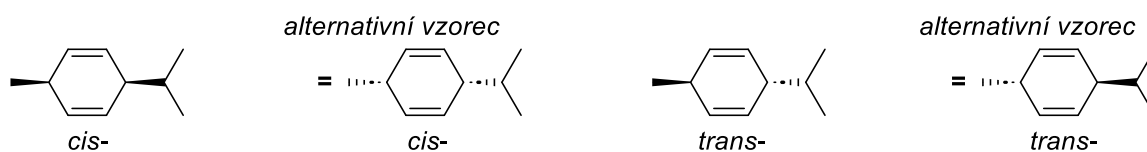
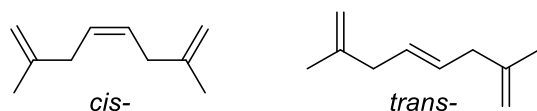
Uhlovodík **W**:

Spotřebuje se 1 mol vodíku.

za určení výchozí látky 0,50 bod
za strukturu uhlovodíku **W** 0,50 bodu
za spotřebu vodíku 0,25 bodu

celkem 1,25 bodu

- 4) Izomery látky
- S**
- jsou dva:

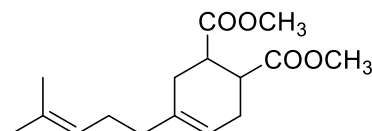
Izomery látky **U** jsou dva:Za každý vzorec 0,25 bodu
za správné přiřazení stereodeskriptoru po 0,25 bodu

celkem 2,00 body

- 5) Tři stereoizomery může tvořit látka
- O**
- .

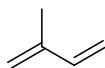
celkem 1,00 bod

- 6) Produkt reakce myrcenu (
- T**
-) s dimethyl-fumarátem.

S dimethyl-fumarátem mohou reagovat kromě myrcenu (**T**) i látky: **N**, **P**.za strukturu produktu 1,50 bod
za každou správně přiřazenou látku schopnou reakce s dimethyl-fumarátem po 0,25 bodu, za špatně přiřazenou látku
-0,25 bodu (nelze získat méně než 0,00 bodů)

celkem 2,00 body

7) Produkt zahřívání limonenu:



celkem 1,50 bodu

8) α -Terpinen je látka **P**.