



55. ročník

2018/2019

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie E

Řešení teoretické části

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Soli oxokyselin manganu

7 bodů

1) **Triviální název:** Hypermangan.

0,25 bodu

2) **Vzorec a název látky X:** K_2MnO_4 , manganan draselný*za správný vzorec 0,25 bodu**za správný název 0,25 bodu**celkem 0,50 bodu*3) **Rovnice 1:** $2 \text{MnO}_2 + 4 \text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{K}_2\text{MnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ **Rovnice 2:** $3 \text{MnO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + 2 \text{MnO}_4^- + 4 \text{OH}^-$ *za každou správně sestavenou rovnici 0,50 bodu**za každé správné vyčíslení 0,50 bodu**celkem 2,00 bodu*

4) Anoda

0,25 bodu

5) **Rovnice 3:** $8 \text{KMnO}_4 + 5 \text{K}_2\text{S} + 12 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 8 \text{MnSO}_4 + 9 \text{K}_2\text{SO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$ **Rovnice 4:** $8 \text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + 8 \text{KOH} \rightarrow 8 \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$ *za každou správně sestavenou rovnici 0,50 bodu**za každé správné vyčíslení 0,50 bodu**celkem 2,00 bodu*6) **Rovnice 5:** $14 \text{KMnO}_4 + 4 \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 \rightarrow 7 \text{K}_2\text{CO}_3 + 7 \text{Mn}_2\text{O}_3 + 5 \text{CO}_2 + 16 \text{H}_2\text{O}$ *za správně sestavenou rovnici 0,75 bodu**za správné vyčíslení 0,75 bodu**celkem 1,50 bodu*7) **Barva plamene:** Fialová.

0,50 bodu

Úloha 2 Lesk a bída chromu v oxidačním stavu Cr(VI)

9 bodů

1) Trubička zezelená.

0,50 bodu

2) **Vyčíslená rovnice:** $2 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 16 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{CH}_3\text{COOH} + 11 \text{H}_2\text{O}$

za správné vyčíslení rovnice 1,00 bodu

3) **Výpočet:**

Látková bilance mezi ethanolem a dichromanem při oxidaci je:

$$\frac{n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}} = \frac{2}{3}$$

Celková látková bilance se započtením nadbytečného dichromanu:

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{total}} = \frac{3}{2} n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} + n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{nadb}}$$

Vyjádřením hmotnosti ethanolu máme:

$$n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{total}} = \frac{3}{2} n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} + n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{nadb}} \rightarrow n_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = \frac{2}{3} \cdot (n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{total}} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{nadb}})$$

$$\frac{m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}} = \frac{2}{3} \cdot (c_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \cdot V_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{nadb}})$$

$$m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} \cdot \frac{2}{3} \cdot (c_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \cdot V_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} - n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{nadb}})$$

$$m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 46,07 \text{ g mol}^{-1} \cdot \frac{2}{3} \cdot (0,0213 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 - 0,2662 \cdot 10^{-3} \text{ mol})$$

$$m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 4,91 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

Hmotnostní zlomek ethanolu v odebrané krvi je tak:

$$w = \frac{m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{m_{\text{krev}}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{\rho_{\text{krev}} \cdot V_{\text{krev}}} = \frac{4,91 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{1,052 \text{ g cm}^{-3} \cdot 5,00 \text{ cm}^3} = 9,33 \cdot 10^{-4} = 0,933 \text{ ‰}$$

Obsah EtOH v krvi: 0,933 ‰ hm.

za správnou látkovou bilanci 0,50 bodu (v případě žádosti soutěžícího o tento údaj zaznamenat ztrátu)
 za bilanci se započtením nadbytku dichromanu 0,50 bodu
 za výpočet hmotnosti ethanolu 1,00 bodu
 za výpočet hmotnostního zlomku 0,50 bodu
 za numericky správný výsledek 1,00 bodu
 celkem 3,50 bodu

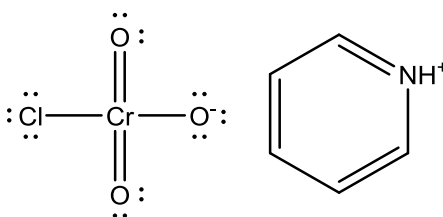
4) Jodometrie

0,25 bodu

5) Plynová chromatografie

0,25 bodu

6) Strukturální elektronový vzorec:



0,50 bodu

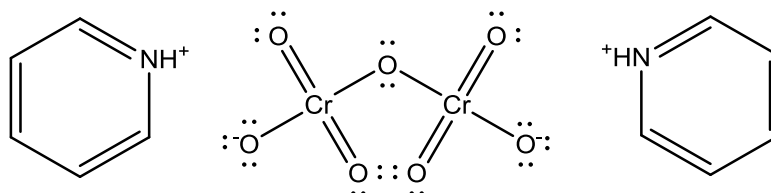
7) **Chemická rovnice:** $C_5H_5N + HCl + CrO_3 \rightarrow C_5H_5NHCrO_3Cl$

za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí (dílní body se neudělují) 0,50 bodu

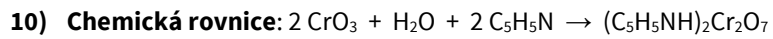
8) Tetraedr

0,50 bodu

9) Strukturální elektronový vzorec:



za správnou strukturu 0,50 bodu
 za správné doplnění volných elektronových párů 0,50 bodu
 celkem 1,00 bodu



za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí (dílní body se neudělují) 0,50 bodu

11) **Rozpustnost ve vodě:** Ano.

Zdůvodnění: Cornforthovo činidlo je iontová látka a voda je polární rozpouštědlo, které iontové látky rozpouští.

za správné tvrzení o rozpustnosti 0,25 bodu

za zdůvodnění 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

ORGANICKÁ CHEMIE

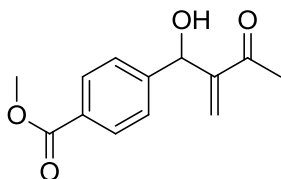
16 BODŮ

Úloha 1 Medicinální okénko

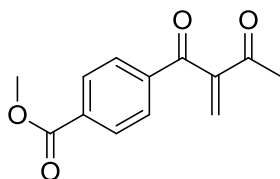
5,5 bodu

1)

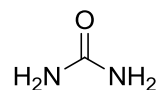
Látka A:



Látka B:

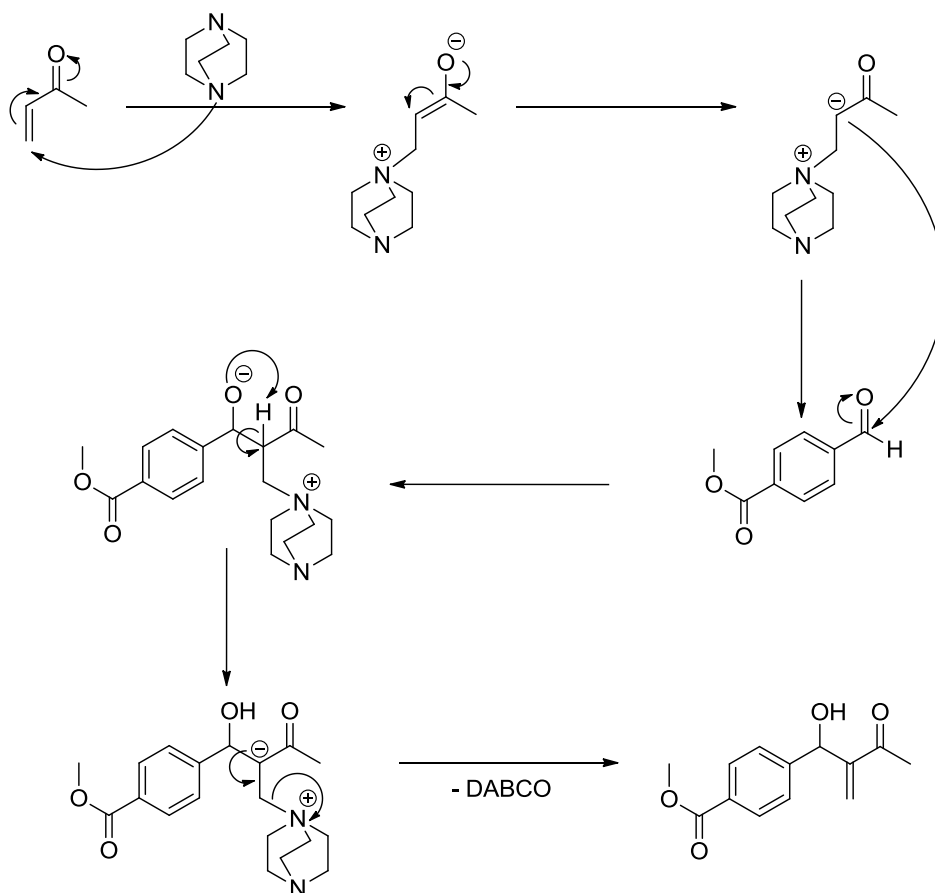


Látka C:



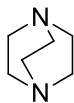
za každou správnou strukturu 0,50 bodu
celkem 1,50 bodu

2) Formální mechanismus:



za každou správnou strukturu mimo reaktant a produkt 0,60 bodu
za každou chybějící šipku odečíst 0,10 bodu
celkem 3,00 bodu

3) Vzorec:



Pojmenování: 1,4-diazabicyklo[2.2.2]oktan

za správný vzorec 0,25 bodu

za správný název 0,25 bodu (v případě neúplného názvu diazabicyklooktan 0,10 bodu)

celkem 0,50 bodu

4) Alternativní činidla: 4-dimethylaminopyridin (DMAP); 1,8-diazabicyklo[5.4.0]undeka-4-en (DBU); fosfiny

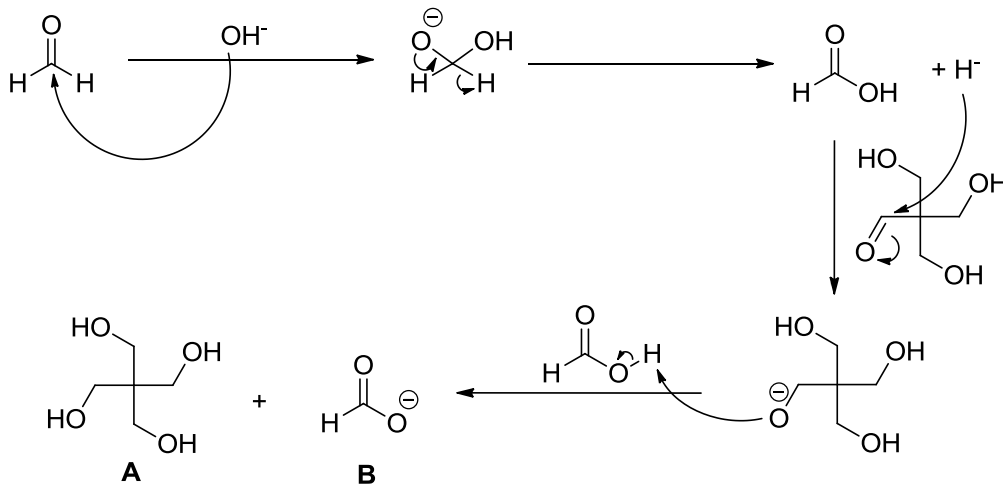
za každé správné činidlo 0,25 bodu (lze uznat vzorce, zkratky i názvy)

celkem 0,50 bodu

Úloha 2 Pentrit

4,5 bodu

1) Formální mechanismus:



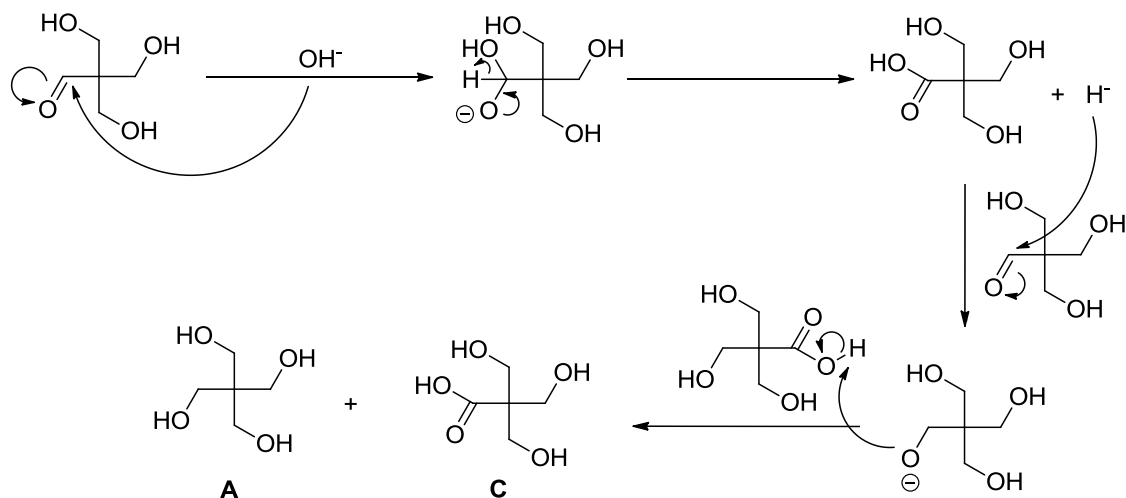
za každou správnou strukturu (mimo reaktant a produkt) 0,50 bodu

za každou ze správně nakreslených struktur A a B 0,25 bodu

za každou chybějící šipku odečíst 0,10 bodu

celkem 2,00 bodu

2) Formální mechanismus:



za každou správnou strukturu (mimo reaktant a produkt) 0,50 bodu
za každou ze správně nakreslených struktur A a C 0,25 bodu
za každou chybějící šipku odečíst 0,10 bodu

celkem 2,00 bodu

3) Výpočty:

Směs A + B:

$$n_X = n_A$$

$$m_A = \frac{m_X}{M_X} \cdot M_A \cdot 0,94$$

$$m_A = \frac{10}{134,13} \cdot 136,15 \cdot 0,94$$

$$m_A = 9,54 \text{ kg}$$

Směs A + C:

$$n_X = 2 \cdot n_A$$

$$m_A = \frac{m_X}{2 \cdot M_X} \cdot M_A \cdot 0,95$$

$$m_A = \frac{10}{2 \cdot 134,13} \cdot 136,15 \cdot 0,95$$

$$m_A = 4,82 \text{ kg}$$

Hmotnost látky A v případě vzniku A + B: 9,54 kg.

Hmotnost látky A v případě vzniku A + C: 4,82 kg.

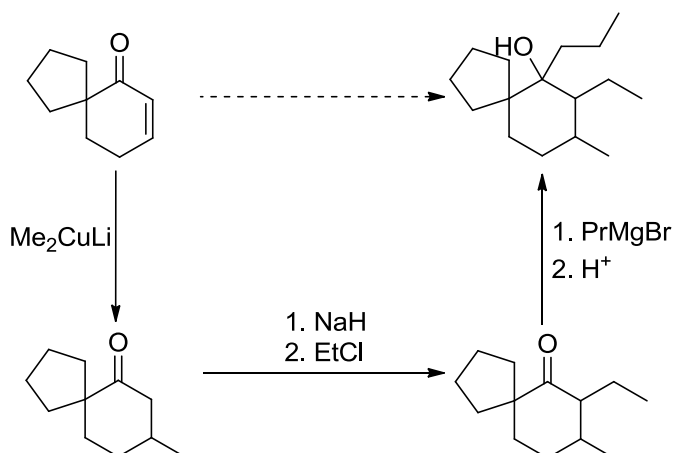
za každý numericky správný výsledek 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

Úloha 3 Vícekrokové syntetické plánování 3.0

6 bodů

1) Návrh syntézy:



Lze uznat i jiné varianty. V prvním kroku možné použít jiné činidlo pro 1,4-adici (MeZnBr ; Me_2Zn apod.)

Ve druhém kroku jakákoliv jiná báze schopna utrhnout proton v α pozici vůči karbonylu; neměla by být však dobrým nukleofilem (LDA ; *tert*-butoxid apod.).

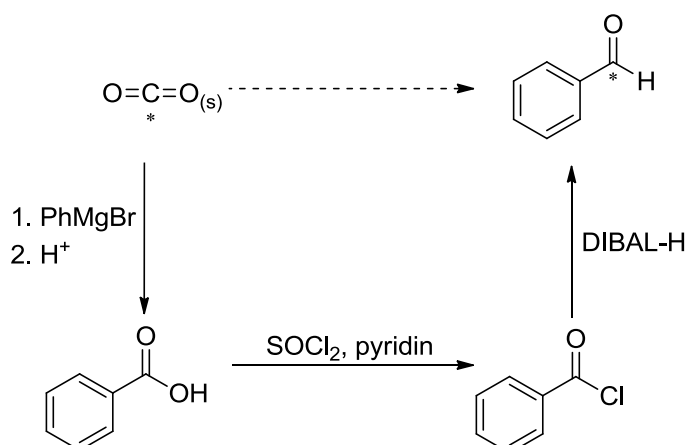
Ve druhém kroku lze použít jiný halogenderivát.

Ve třetím kroku možné použít jiné činidlo pro 1,2-adici (PrLi apod.).

za každý správný meziprodukt 0,60 bodu
za každé správné činidlo v jednotlivém kroku 0,60 bodu

celkem 3,00 bodu

2) Návrh syntézy:



Lze uznat i jiné varianty. V druhém kroku možno převést na jiný halogenid či ester.

Ve třetím kroku jiné redukční činidlo redukující karboxylovou kyselinu pouze na aldehyd ($\text{LiAlH}(\text{O}t\text{-Bu})_3$). Taktéž použití $\text{H}_2 + \text{Pd}/\text{BaSO}_4$ (Rosenmundova redukce) je možné.

za každý správný meziprodukt 0,60 bodu
za každé správné činidlo v jednotlivém kroku 0,60 bodu

celkem 3,00 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

18 BODŮ

Úloha 1 Bromkresolová zeleň

9 bodů

1) Rovnice disociace: $\text{HZ}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Z}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

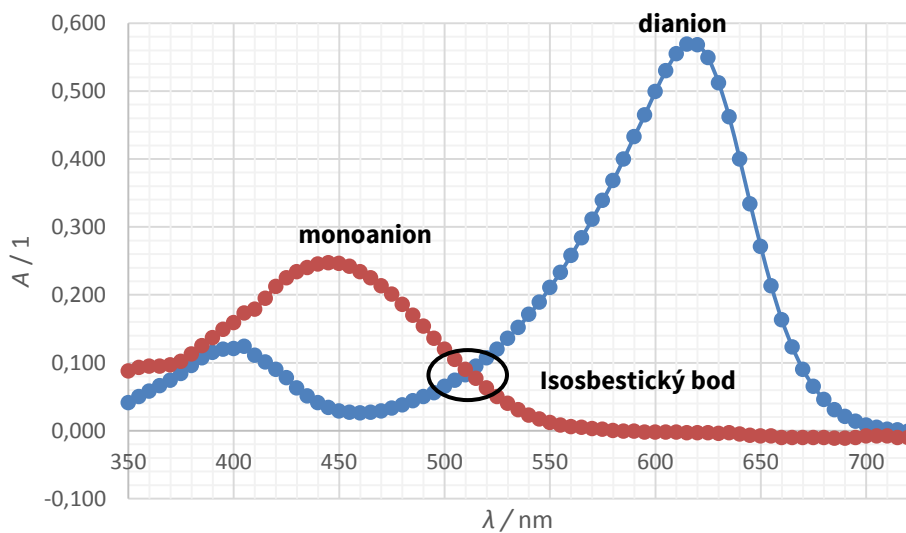
0,25 bodu

2) Disociační konstanta:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{Z}^{2-}]}{[\text{HZ}^-]}$$

0,25 bodu

3) Označení:



Vlnová délka isosbestického bodu: 512 nm (tolerance 3 nm).

za každé správné označení monoaniontu//dianiontu 0,50 bodu

za označení isosbestického bodu 0,25 bodu

za odečtení vlnové délky isosbestického bodu 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

4) Vztah:

$$\epsilon(\text{HZ}^-) = \epsilon(\text{Z}^{2-})$$

0,50 bodu

5) Výpočty:

Pro molární absorpční koeficienty platí:

$$\epsilon = \frac{A}{\ell \cdot c}$$

Vlnová délka absorpčního maxima monoaniontu HZ^- je 445 nm, dianiontu 615 nm. Pro tyto vlnové délky je:

$$\epsilon(\text{HZ}^-) = \frac{A}{\ell \cdot c} = \frac{0,247}{1,00 \text{ cm} \cdot 15,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}} = 16500 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$$\epsilon(\text{Z}^{2-}) = \frac{A}{\ell \cdot c} = \frac{0,569}{1,00 \text{ cm} \cdot 15,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}} = 37900 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$$\epsilon(\text{HZ}^-) (445 \text{ nm}) = 16500 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}.$$

$$\epsilon(\text{Z}^{2-}) (615 \text{ nm}) = 37900 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}.$$

*za správný postup výpočtu 0,25 bodu
za správnou identifikaci vlnových délek absorpčních maxim 0,25 bodu za obě dohromady
za každý numericky správný výsledek 0,25 bodu
celkem 1,00 bodu*

6) Odvození:

Pro $\text{pH} = \text{pI}$ platí, že $[\text{HZ}^-] = [\text{Z}^{2-}]$. Dosazením této podmínky, resp. podmínky, že $[\text{HZ}^-] / [\text{Z}^{2-}] = 1$ do definice disociační konstanty obdržíme:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{Z}^{2-}]}{[\text{HZ}^-]} \rightarrow K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a = \text{pI}$$

Vztah: $\text{p}K_a = \text{pI}$.

*za jakékoliv správné odvození 0,50 bodu
za správný výsledný vztah 0,50 bodu*

celkem 1,00 bodu

7) Výpočty:

Při vlnové délce 615 nm absorbuje pouze dianion (jak je vidno ze spektra). Naměřená absorbance tedy odpovídá koncentraci dianiontu:

$$A = \epsilon_{615 \text{ nm}}(\text{Z}^{2-}) \cdot \ell \cdot [\text{Z}^{2-}] \rightarrow [\text{Z}^{2-}] = \frac{A}{\epsilon_{615 \text{ nm}}(\text{Z}^{2-}) \cdot \ell}$$

$$[\text{Z}^{2-}] = \frac{0,364}{37900 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1,00 \text{ cm}} = 9,60 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

Koncentraci monoaniontu pak vypočteme z látkové bilance:

$$c_{\text{total}} = [\text{HZ}^-] + [\text{Z}^{2-}] \rightarrow [\text{HZ}^-] = c_{\text{total}} - [\text{Z}^{2-}]$$

$$[\text{HZ}^-] = 15,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} - 9,60 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} = 5,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

Disociační konstanta se vyjádří jako:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{Z}^{2-}]}{[\text{HZ}^-]} = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot [\text{Z}^{2-}]}{[\text{HZ}^-]} = \frac{10^{-5,063} \cdot 9,60 \cdot 10^{-6}}{5,40 \cdot 10^{-6}} = 1,54 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log 1,54 \cdot 10^{-5} = 4,81$$

$$\text{p}K_a = 4,81$$

*za správné vyjádření koncentrace dianiontu 0,50 bodu
za správné vyjádření koncentrace monoaniontu 0,50 bodu
za správný postup výpočtu disociační konstanty 0,75 bodu
za numericky správný výsledek ve správném tvaru 0,75 bodu
celkem 2,50 bodu*

8) Výpočty:

Uvedený vztah upravíme tak, aby se jednalo o závislost, která je uvedena v grafu:

$$A = \frac{K_a \cdot A(\text{Z}^{2-}) + [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot A(\text{HZ}^-)}{K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]} \rightarrow A \cdot (K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]) = K_a \cdot A(\text{Z}^{2-}) + [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot A(\text{HZ}^-)$$

$$A \cdot K_a + A \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot A(\text{Z}^{2-}) + [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot A(\text{HZ}^-)$$

$$A \cdot K_a - K_a \cdot A(\text{Z}^{2-}) = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot A(\text{HZ}^-) - A \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$K_a \cdot (A - A(\text{Z}^{2-})) = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot (A(\text{HZ}^-) - A) \rightarrow \frac{(A - A(\text{Z}^{2-}))}{A(\text{Z}^{2-}) - A} = \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\log \frac{A - A(\text{HZ}^-)}{A(\text{Z}^{2-}) - A} = \log K_a - \log [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow \log \frac{A - A(\text{HZ}^-)}{A(\text{Z}^{2-}) - A} = \text{pH} - \text{p}K_a$$

Na základě regresní rovnice je vidět, že průsečík s osou y odpovídá výrazu $-\text{p}K_a$. Tedy:

$$\text{p}K_a = 4,99$$

$$\text{p}K_a = 4,99.$$

*za jakýkoliv správný postup výpočtu 2,00 bodu
za numericky správnou hodnotu 0,50 bodu
celkem 2,50 bodu*

Úloha 2 Analýza plynů

6 bodů

1) Výpočet:

$$c = \frac{c_m}{M} = \frac{10,0 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \text{ g dm}^{-3}}{64,07 \text{ g mol}^{-1}} = 156 \text{ } \mu\text{mol dm}^{-3}$$

$$c = 156 \text{ } \mu\text{ mol dm}^{-3}$$

*za správný postup výpočtu 0,25 bodu
za numericky správný výsledek včetně jednotky 0,25 bodu*

celkem 0,50 bodu

2) Výpočet:

Vzhledem k tomu, že látkově odpovídá 1 mol siřičitanu 1 molu SO_2 , pak s využitím předchozí molární koncentrace SO_2 požadujeme, aby koncentrace siřičitanu byla stejná, tedy $156 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Pro přípravu 500 ml tohoto roztoku z heptahydrátu potřebujeme:

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = c \cdot V \cdot M_{\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 156 \cdot 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,500 \text{ dm}^3 \cdot 252,15 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 19,7 \text{ mg}$$

$$m = 19,7 \text{ mg}$$

*za jakýkoliv správný postup výpočtu 0,25 bodu
za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,25 bodu*

celkem 0,50 bodu

3) Výpočet:

Pro poměr absorbancí platí, že:

$$\frac{A_{\text{vz}}}{A_{\text{std}}} = \frac{\epsilon \cdot \ell \cdot c_{m,\text{vz}}}{\epsilon \cdot \ell \cdot c_{m,\text{std}}} = \frac{c_{m,\text{vz}}}{c_{m,\text{std}}}$$

Hmotnostní koncentrace standardu v měřeném vzorku je $(25/1) = 25\times$ nižší než v nezředěném standardu. Tedy:

$$c_{m,\text{std}} = \frac{10,0 \text{ } \mu\text{g cm}^{-3}}{25} = 0,400 \text{ } \mu\text{g cm}^{-3}$$

Vzorek vzduchu v měřeném roztoku tedy obsahuje SO_2 o hmotnostní koncentraci:

$$c_{m,\text{vz}} = \frac{A_{\text{vz}}}{A_{\text{std}}} \cdot c_{m,\text{std}} = \frac{0,485}{0,181} \cdot 0,400 \text{ } \mu\text{g cm}^{-3} = 1,07 \text{ } \mu\text{g cm}^{-3}$$

Vzorek měl objem $V_b = 25 \text{ ml}$, tedy hmotnost oxidu siřičitého, která se do něj absorbovala ze vzduchu je:

$$m_{\text{SO}_2} = c_{m,\text{vz}} \cdot V_b = 1,07 \text{ } \mu\text{g cm}^{-3} \cdot 25,00 \text{ cm}^3 = 26,8 \text{ } \mu\text{g}$$

Načerpáný objem vzduchu je $1,6 \cdot 75 = 120 \text{ dm}^3 = 0,120 \text{ m}^3$ vzduchu. Hmotnostní koncentrace SO_2 ve vzduchu tedy činí:

$$c_{m,\text{SO}_2/\text{vzduch}} = \frac{m_{\text{SO}_2}}{V_{\text{vzduch}}} = \frac{26,8 \text{ } \mu\text{g}}{0,120 \text{ m}^3} = 223 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}$$

$$c_m = 223 \text{ } \mu\text{g m}^{-3}.$$

Vyhovuje imisním limitům? NE

*za správný postup výpočtu 0,75 bodu
za numericky správnou hmotnostní koncentraci ve vzduchu 0,50 bodu
za rozhodnutí o imisním limitu 0,25 bodu*

celkem 1,50 bodu

4) Výpočet:

Látkové množství SO_2 ve $V_{\text{vzduch}} = 1 \text{ m}^3$ činí:

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{m_{\text{SO}_2}}{M_{\text{SO}_2}} = \frac{223 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{64,07 \text{ g mol}^{-1}} = 3,48 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Tomu dle stavové rovnice odpovídá objem SO_2 :

$$V_{\text{SO}_2} = \frac{n_{\text{SO}_2} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{3,48 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}{101\,325 \text{ Pa}} = 0,0851 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Hmotnost 1 m^3 vzduchu je podle hustoty 1180 g .

Potom objemový zlomek SO_2 ve vzduchu je:

$$\varphi = \frac{V_{\text{SO}_2}}{V_{\text{vzduch}}} = \frac{0,851 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{1,00 \text{ m}^3} = 0,0851 \text{ ppm obj.}$$

Hmotnostní zlomek:

$$w_{\text{SO}_2} = \frac{m_{\text{SO}_2}}{m_{\text{vzduch}}} = \frac{223 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{1180 \text{ g}} = 0,189 \text{ ppm hm.}$$

Molární zlomek je pro směsi ideálních plynů roven objemovému, tedy:

$$x_{\text{SO}_2} = 0,0851 \text{ ppm mol}$$

$$\varphi = 0,0851 \text{ ppm obj.}$$

$$w = 0,189 \text{ ppm hm.}$$

$$x = 0,0851 \text{ ppm mol.}$$

*za správné výsledky hmotnosti vzduchu, látkového množství SO_2 a objemu SO_2 vždy 0,25 bodu
za numericky správné výsledky v ppm po 0,25 bodu*

celkem 1,50 bodu

5) Výpočet:

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{2170 \cdot 10^2 \text{ m}^{-1}} = 4608 \text{ nm}$$

$$\lambda = 4608 \text{ nm}$$

0,25 bodu

6) IR spektroskopie

0,25 bodu

7) Výpočet:

Z regresní rovnice a absorbance vzorku obdržíme parciální tlak CO ve výfukovém plynu:

$$A = -1,1 \cdot 10^{-4} + 9,9 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{p_{\text{CO}}}{\text{torr}}\right) \rightarrow \left(\frac{p_{\text{CO}}}{\text{torr}}\right) = \frac{A + 1,1 \cdot 10^{-4}}{9,9 \cdot 10^{-4}}$$

$$p_{\text{CO}} = \frac{0,1146 + 1,1 \cdot 10^{-4}}{9,9 \cdot 10^{-4}} \text{ torr} = 14,86 \text{ torr}$$

Pro parciální tlak platí, že $p_i = x_i \cdot p_{\text{total}}$ a molární zlomek je roven objemovému, tedy:

$$\varphi_{\text{CO}} = \frac{p_{\text{CO}}}{p_{\text{total}}} = \frac{14,86}{595} = 0,0250$$

$$\varphi = 0,0250$$

za správný postup výpočtu parciálního tlaku z regresní rovnice 0,50 bodu

za správný postup přepočtu na objemový zlomek 0,50 bodu

za numericky správný výsledek 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 3 Atomové spektrum lithia**3 body****1)** Červená (karmínově červená)

0,25 bodu

2) Výpočty:

$$\Delta E(380 \text{ nm}) = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \cdot 299792458 \text{ m s}^{-1}}{380 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \cdot \frac{1}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J eV}^{-1}} = 3,26 \text{ eV}$$

$$\Delta E(750 \text{ nm}) = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \cdot 299792458 \text{ m s}^{-1}}{750 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \cdot \frac{1}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J eV}^{-1}} = 1,65 \text{ eV}$$

$$\Delta E(380 \text{ nm}) = 3,26 \text{ eV.}$$

$$\Delta E(750 \text{ nm}) = 1,65 \text{ eV.}$$

za každou numericky správnou hodnotu energie 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

3) Výpočty:

Hledáme takové přechody, jejich energetické rozdíly leží v intervalu [1,65; 3,26] eV. Tomu odpovídají následující přechody a jejich vlnové délky:

Přechod	$\Delta E / \text{eV}$	λ / nm	barva
$1s^2 2p^1 \rightarrow 1s^2 2s^1$	1,848	671	červená
$1s^2 3p^1 \rightarrow 1s^2 2p^1$	1,986	624	oranžová
$1s^2 4s^1 \rightarrow 1s^2 2p^1$	2,493	497	zelená
$1s^2 4p^1 \rightarrow 1s^2 2p^1$	2,673	464	modrá

za každý správně vyplněný řádek tabulky 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

4) Přiřazení:

$$\text{Červená} = 1s^2 2p^1 \rightarrow 1s^2 2s^1$$

$$\text{Oranžová} = 1s^2 3p^1 \rightarrow 1s^2 2p^1$$

$$\text{Zelená} = 1s^2 4s^1 \rightarrow 1s^2 2p^1$$

za každé správné přiřazení 0,25 bodu

celkem 0,75 bodu

- 5) Emisní čára při 464 nm odpovídá poměrně málo pravděpodobnému přechodu a má tak velmi nízkou intenzitu.

0,50 bodu