



56. ročník

2019/2020

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie E

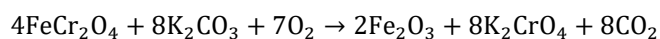
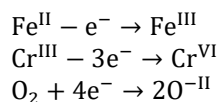
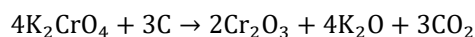
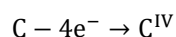
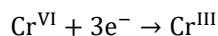
Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE**16 BODŮ****Úloha 1 Identifikace rudy****8 bodů****1) Odpovědi:**A: FeCr_2O_4 B: Fe_2O_3 C: K_2CrO_4 D: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ E: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ F: Cr_2O_3

Kov G: Cr

Barva sloučeniny B: červená

za každý vzorec identifikované látky 0,50 bodu
za identifikovaný kov G 0,25 bodu
za barvu sloučeniny B 0,25 bodu

celkem 3,50 bodu**2) Chemická rovnice reakce (1) včetně poloreakcí:****Chemická rovnice reakce (2) včetně poloreakcí:**

za každou správnou poloreakci 0,25 bodu
za správné reaktanty a produkty v rovnici 0,50 bodu
za správné vyčíslení rovnice 0,50 bodu

celkem 3,00 bodu

3) Výpočet:

$$w_{\text{Ni}} = \frac{x_{\text{Ni}} \cdot M_{\text{Ni}}}{x_{\text{Ni}} \cdot M_{\text{Ni}} + x_{\text{Cr}} \cdot M_{\text{Cr}}} = \frac{0,7746 \cdot 58,6934}{0,7746 \cdot 58,6934 + 0,2254 \cdot 51,996} = 0,795 = 79,5 \%$$

$$w_{\text{Cr}} = \frac{x_{\text{Cr}} \cdot M_{\text{Cr}}}{x_{\text{Ni}} \cdot M_{\text{Ni}} + x_{\text{Cr}} \cdot M_{\text{Cr}}} = \frac{0,2254 \cdot 51,996}{0,7746 \cdot 58,6934 + 0,2254 \cdot 51,996} = 0,205 = 20,5 \%$$

$$m_{\text{Cr}} = w_{\text{Cr}} \cdot m_{\text{slitina}} = 0,205 \cdot 125 = 25,625 \text{ kg}$$

$$m_{\text{ruda}} = m_{\text{Cr}} \cdot \frac{M_{\text{FeCr}_2\text{O}_4}}{2 \cdot M_{\text{Cr}}} \cdot \frac{1}{1 - 0,35} = 25,625 \cdot \frac{223,84}{2 \cdot 51,996} \cdot \frac{1}{1 - 0,35} = 84,86 \text{ kg}$$

Množství rudy: 84,86 kg

za správný postup 1,00 bodu
za numericky správný výsledek 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 2 Měď a nikl

8 bodů

1) Výpočet:

$$m_{\text{Ni}} = m_{\text{hornina}} \cdot w_{\text{Ni}} = 110000 \cdot 0,001493 = 164,23 \text{ g}$$

$$m_{\text{Ni}_9\text{Fe}_9\text{S}_{16}} = m_{\text{Ni}} \cdot \frac{9 \cdot M_{\text{Ni}} + 9 \cdot M_{\text{Fe}} + 16 \cdot M_{\text{S}}}{9 \cdot M_{\text{Ni}}} = 164,23 \cdot \frac{9 \cdot 58,7 + 9 \cdot 55,845 + 16 \cdot 32,066}{9 \cdot 58,7} = 480 \text{ g}$$

$$m_{\text{Cu}} = m_{\text{hornina}} \cdot w_{\text{Cu}} = 110000 \cdot 0,000689 = 75,79 \text{ g}$$

$$m_{\text{CuFeS}_2} = m_{\text{Ni}} \cdot \frac{M_{\text{Cu}} + M_{\text{Fe}} + 2 \cdot M_{\text{S}}}{M_{\text{Cu}}} = 75,79 \cdot \frac{63,546 + 55,845 + 2 \cdot 32,066}{63,546} = 219 \text{ g}$$

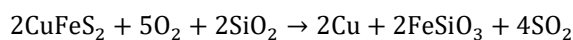
Hmotnost pentlanditu: 480 g

Hmotnost chalkopyritu: 219 g

za správný postup výpočtů 1,00 bodu
za každý numericky správný výsledek 0,25 bodu

celkem 1,50 bodu

2) Chemická rovnice:



za správné reaktanty a produkty 1,00 bodu
za vyčíslení 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

3) **Chemická rovnice:**

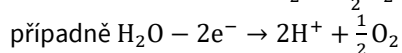
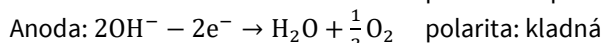
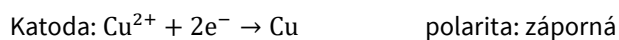


za správné reaktanty a produkty 1,00 bodu

za vyčíslení 1,00 bodu

celkem 2,00 bodu

4) **Poloreakce a polarita na elektrodách:**



za každou poloreakci včetně uvedení polarity elektrody 0,25 bodu

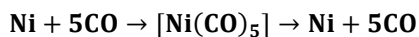
celkem 0,50 bodu

5) **Vysvětlení:**

Méně ušlechtilé kovy zůstanou v roztoku, ze kterého se přednostně vylučuje ušlechtilejší měď. Stříbro, zlato atp. jsou natolik nereaktivní, že zůstanou ve formě kovu v anodovém kalu pod elektrodou.

za správné vysvětlení **1,00 bodu**

6) **Chemická rovnice:**



Název procesu: Mondův proces.

za správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 0,50 bodu

za název procesu 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

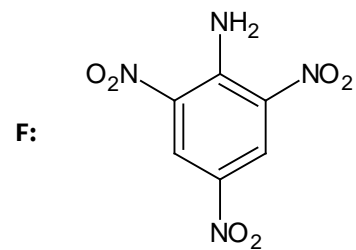
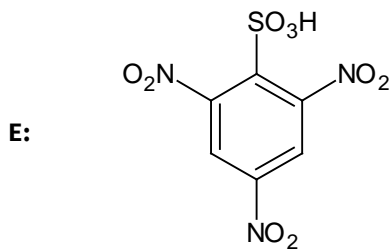
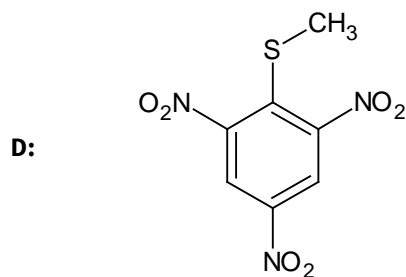
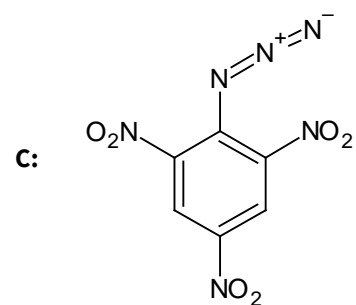
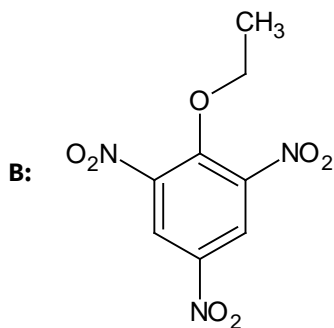
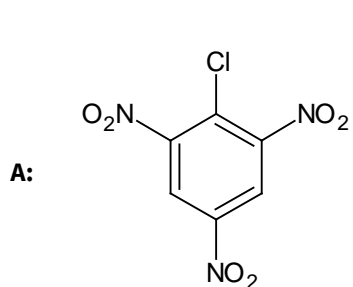
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Deriváty kyseliny pikrové

6 bodů

1) Struktury látek:



za každou správnou strukturu produktu 1,00 bodu

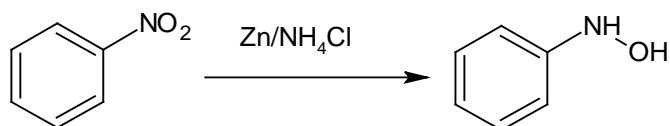
celkem 6,00 bodu

Úloha 2 Redoxní reakce v chemii dusíkatých derivátů

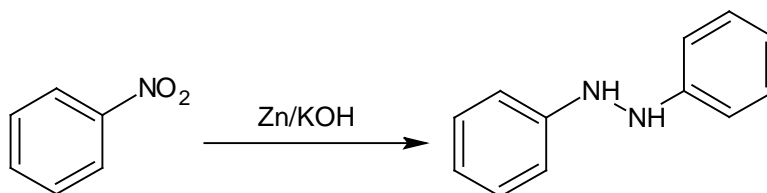
7 bodů

1) Reakční podmínky a označení center chiralidy:

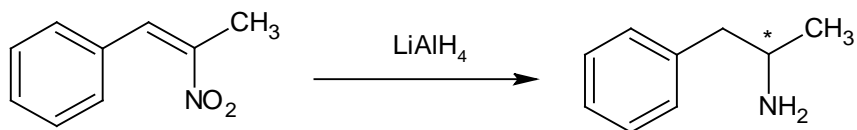
Redukce nitroderivátů na hydroxylaminy se provádí pomocí práškového zinku s chloridem amonným. Jako vedlejší produkt při reakci vzniká chlorid zinečnatý, amoniak a voda. Možné by bylo také použít Raneyův nikl a hydrazin.



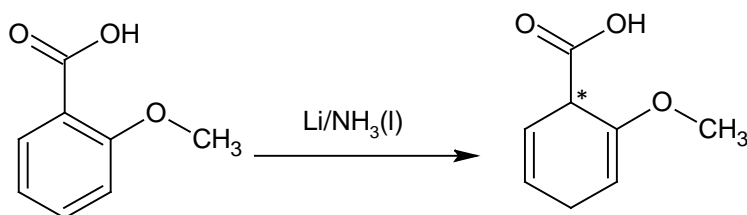
Nitrobenzen lze na *N,N'*-difenyldiazin převést pomocí reakce s práškovým zinkem nebo hliníkem v bazickém prostředí (KOH, NaOH).



Redukce α,β -nenasycených nitroderivátů na nasycené aminy probíhá pomocí komplexních hydridů – např. LiAlH₄, Synhydrid (Red-Al), nikoliv však samotný NaBH₄. Je možné také použít katalytickou hydrogenaci pomocí vodíku s paladiem na uhlíku.



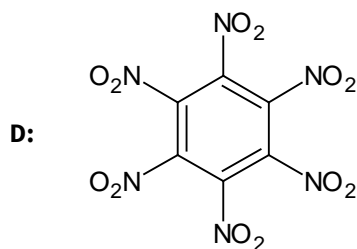
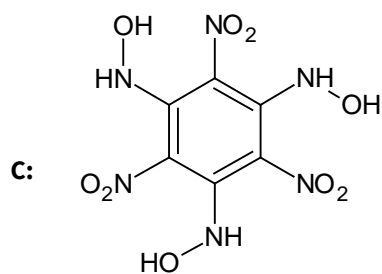
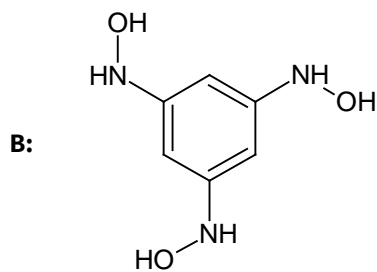
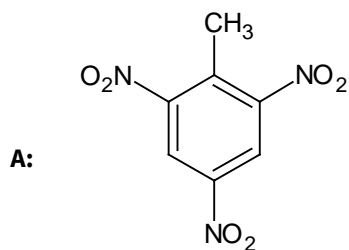
Redukce aromatického jádra na cyklohexa-1,4-dien je známa jako Birchova redukce a provádí se pomocí alkalického kovu (nejčastěji Na, Li) v kapalném amoniaku.



za každé správné podmínky reakce 1,00 bodu
za každé správně označené centrum chiralidy 0,50 bodu

celkem 5,00 bodu

2) **Struktury látek:**



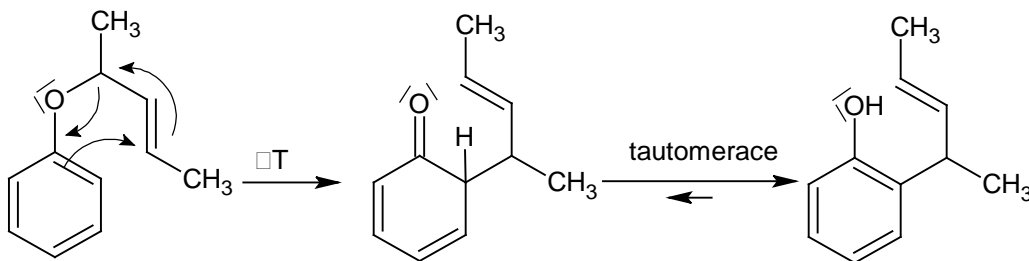
za každý správně doplněný (mezi)produkt 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

Úloha 3 Claisenův přesmyk aromatický

3 body

1) Doplnění šipek a zakreslení finálního produktu:



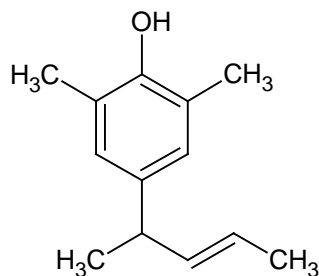
za správně zakreslené šipky 0,50 bodu
za strukturu finálního produktu 1,00 bodu

celkem 1,50 bodu

2) Druh izomerie: Tautomerie

za správnou odpověď 0,50 bodu

3) Doplnění produktu reakce:



za správnou strukturu produktu 1,00 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE**18 BODŮ****Úloha 1 (S)litiny****7 bodů****1) Fáze v diagramu:**

- 1 – l (kapalná)
- 2 – l + s (kapalná + pevná)
- 3 – l + s (kapalná + pevná)
- 4 – s (pevná)
- 5 – s (pevná)
- 6 – s (pevná)

*za každou správnou fází 0,25 bodu***celkem 1,50 bodu****2) Rozdíl ve složení:**

U čísel 4, 5, 6 se vždy jedná o pevnou fázi, avšak u fáze 4 se jedná o směs Bi-Sn, kdežto u fáze 5 takřka o čistý pevný Bi (s malým množstvím Sn). U fáze 6 se naopak jedná o takřka čistý pevný Sn (s malým množstvím Bi).

*za správně uvedený rozdíl 1,00 bodu**Dílčí body se neudělují.***3) Složení:**

Jedná se o kapalinu + pevný Sn obsahující Bi. Tato fáze tedy obsahuje jak kapalnou, tak pevnou složku, majoritním kovem je Sn, minoritním Bi.

*za správně složení 0,50 bodu***4) Teplota tání čistého bismutu: 270 °C****Teplota tání čistého cínu: 232 °C***za každou správnou určenou teplotu (tolerance ± 5 °C) 0,50 bodu***celkem 1,00 bodu**

- 5) **Definice eutektika:** Eutektikum je tuhá směs dvou látek, která vzniká při současném tuhnutí dvou krystalizujících látek.

Složení a teplota tání eutektika: Bod tání eutektika odečítáme v bodě, kde se potkávají 2 křivky, které oddělují čisté kapalnou fázi od směsi kapalně a pevně fáze. V tomto diagramu tedy odpovídá složení asi 62 % Sn a 38 % Bi. Teplota tání pak odpovídá přibližně 140 °C.

*za smysluplnou definici eutektika s pochopením podstaty 0,50 bodu
za správně odečtené složení (tolerance $\pm 3\%$) 0,50 bodu
za správně odečtenou teplotu (tolerance $\pm 5\text{ }^\circ\text{C}$) 0,50 bodu*

celkem 1,50 bodu

- 6) **Názvy slitin:** a) bronz, b) mosaz, c) dural, d) pájka, e) ocel, f) litina

za každou správně určenou slitinu 0,25 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 2 Ebulio- a kryo- skopie

5 bodů

- 1) **Výpočet molární hmotnosti:**

$$\Delta T = K_b b = \frac{K_b m_B}{M_B m_A}$$

Z tohoto vztahu je třeba vyjádřit molární hmotnost rozpuštěné látky M_B :

$$M_B = \frac{K_E m_B}{\Delta T m_A} = \frac{2,53 \cdot 0,598}{0,170 \cdot 50,0} = 0,178 \text{ kg mol}^{-1} = 178 \text{ g mol}^{-1}$$

Molární hmotnost látky: 178 g mol⁻¹

*za správný postup výpočtu 0,75 bodu
za správný výsledek 0,50 bodu*

celkem 1,25 bodu

2) Sumární vzorec organické látky:

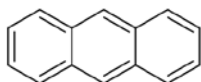
Nejdříve je nutné vypočítat počet atomů vodíku.

$$y_{\text{H}} = \frac{178 - 14 \cdot A_r(\text{C})}{A_r(\text{H})} = \frac{178 - 14 \cdot 12}{1} = 10$$

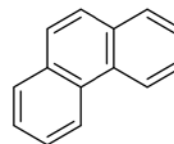
Hledaná organická látka obsahuje 10 atomů vodíku a má sumární vzorec $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$

Strukturní vzorec a název neznámé organické látky:

Pokud je známo, že je látka složena pouze z kondenzovaných benzenových jader, může se jednat pouze o anthracen, nebo fenanthren.



anthracen



fenanthren

za uvedení sumárního vzorce látky 0,25 bodu
za strukturní vzorec každé z látek 0,25 bodu
za uvedení názvu každé z látek 0,25 bodu

celkem 1,25 bodu

3) Snížení teploty tání:

$$\Delta T = K_{\text{K}} b = \frac{K_{\text{K}} m_{\text{B}}}{M_{\text{B}} m_{\text{A}}} = \frac{40 \cdot 4,8}{0,180 \cdot 981,2} = 1,09 \text{ K}$$

Teplota tání směsi se ve srovnání s čistým kafrem snížila o: 1,09 K.

za správný postup výpočtu 0,75 bodu
za správný numerický výsledek 0,25 bodu
celkem 1,00 bodu

4) Výpočet:

Nejdříve je třeba vypočítat molární zlomek rozpuštěné látky:

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{\frac{m_B}{M_B}}{\frac{m_A}{M_A} + \frac{m_B}{M_B}} = \frac{m_B M_A}{m_A M_B + m_B M_A} = \frac{0,0048 \cdot 152,23}{0,9812 \cdot 180 + 0,0048 \cdot 152,23} = 4,12 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta H_{\text{tání}}} x_B$$

$$\Delta H_{\text{tání}} = \frac{RT^{*2}}{\Delta T} \cdot x_B = \frac{8,314 \cdot 448,15^2}{1,09} \cdot 4,12 \cdot 10^{-3} = 6,3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Náhradní hodnota pro řešitele je uvedena stejná, jako správný výsledek v úkolu 3.

za jakýkoliv správný postup výpočtu 1,00 bodu
za správný numerický výsledek 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

Úloha 3 Jako ryba ve vodě

6 bodů

1) Výpočet koncentrace v rybě:

Látka A:

$$K_{OW} = \frac{C_O}{C_W}$$

$$C_O = K_{OW} \cdot C_W = 10^{\log K_{OW}} \cdot C_W = 10^{6,91} \cdot 5,6 = 45,5 \text{ } \mu\text{g dm}^{-3}$$

Vypočítaná koncentrace je vztažená na objem ryby a je nutné ji přepočítat pomocí hustoty na hmotnost ryby.

$$C_{\text{ryba}} = \frac{C_O}{\rho_{\text{ryba}}} = \frac{45,5 \text{ } \mu\text{g dm}^{-3}}{0,95 \text{ kg dm}^{-3}} = 47,9 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$$

Analogicky stejný výpočet je i pro látku C:

$$C_O = K_{OW} \cdot C_W = 10^{\log K_{OW}} \cdot C_W = 10^{5,62} \cdot 73,2 = 30,5 \text{ } \mu\text{g dm}^{-3}$$

$$C_{\text{ryba}} = \frac{C_O}{\rho_{\text{ryba}}} = \frac{30,5 \text{ } \mu\text{g dm}^{-3}}{0,95 \text{ kg dm}^{-3}} = 32,1 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$$

za jakýkoliv správný postup výpočtu 1,00 bodu
za správný numerický výsledek vždy po 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

2) Výpočet log K_{OW} :**Látka B:**

$$\log K_{OW}(B) = \log K_{OW}(A) - \pi(-Cl) + \pi(-H) = 6,91 - 0,71 + 0,00 = 6,20$$

Látka D:

$$\log K_{OW}(C) = \log K_{OW}(D) - \pi(-H) + \pi(-OH) = 5,62 - 0,00 + (-0,67) = 4,95$$

za správný postup výpočtu 0,50 bodu
za každý správný numerický výsledek 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu**3) Porovnání lipofility metabolitu s původní látkou:**

Hodnota log K_{OW} původní látky je v obou případech vyšší než pro příslušný metabolit. Lipofilita obou metabolitů se ve srovnání s původní látkou snížila.

Výpočet:

Pro výpočet je nutné porovnat hodnoty K_{OW} a ne jejich logaritmickou hodnotu!

$$\frac{K_{OW}(C)}{K_{OW}(D)} = \frac{10^{\log K_{OW}(C)}}{10^{\log K_{OW}(D)}} = \frac{10^{5,62}}{10^{4,95}} = 4,7$$

Látka C je 4,7 krát lipofilnější než látka D.

za porovnání lipofility látek s viditelným pochopení podstaty věci 0,50 bodu
za správný postup výpočtu 0,75 bodu
za správný numerický výsledek 0,25 bodu
při výpočtu podílu za pomoci logaritmovaných čísel udělit 0,25 bodu

celkem 1,50 bodu**4) Výpočet koncentrace ve vodě:**

Látka A a C je ze 100 % přeměněna na látku B a D, tudíž koncentrace látky B a D je stejná jako koncentrace látky B a D vypočítaná v bodě 1.

Látka B:

$$K_{OW} = \frac{C_O}{C_W}$$

$$C_W = \frac{C_O}{K_{OW}} = \frac{C_O}{10^{\log K_{OW}}} = \frac{45,5}{10^{6,20}} = 28,7 \text{ pg dm}^{-3}$$

Analogicky stejný výpočet i pro látku D:

$$C_W = \frac{C_O}{K_{OW}} = \frac{C_O}{10^{\log K_{OW}}} = \frac{30,5}{10^{4,95}} = 342 \text{ pg dm}^{-3}$$

za správný postup výpočtu 0,50 bodu
za správný numerický výsledek vždy za každý 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu