

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/25

Kategória A

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – školský rok 2024/25
Školské kolo

Martin Brokeš, Šimon Budzák

Maximálne 18 bodov (b), resp. 36 pomocných bodov (pb).
Pri prepočte pomocných bodov na body použijeme vzťah: $b = 0,5 \cdot pb$

Úloha 1 (36 pb)

1.

(5 pb) Na základe opisu žihania a sfarbenia bezvodého CuSO_4 na modro je jasné, že ide o vodu – soľ **Y** je hydrát.

Hmotnostný zlomok vody v soli **Y** sa vypočíta zo zadanej hmotnostnej bilancie žihania (1 pb)

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_{\text{úbytok}}}{m_{\text{pred žiháním}}} = \frac{0,41 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 0,41$$

Výpočet molárnej hmotnosti bezvodovej soli **Y** (1 pb)

$$M_{\text{bezvodý}}(\text{Y}) = \frac{M(\text{Co})}{w(\text{Co})} = \frac{58,933 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,38} = 155,086 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Molárna hmotnosť hydrátu **Y** pred žiháním je (1 pb)

$$M_{\text{hydrát}}(\text{Y}) = \frac{M_{\text{bezvodý}}(\text{Y})}{1 - w(\text{H}_2\text{O})} = \frac{155,086 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 - 0,41} = 262,858 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Počet molekúl vody v hydráte **Y** je (1 pb)

$$N(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M_{\text{hydrát}}(\text{Y}) - M_{\text{bezvodý}}(\text{Y})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{262,858 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 155,086 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$
$$N(\text{H}_2\text{O}) \cong 6$$

Na základe vypočítanej molárnej hmotnosti bezvodovej soli a vymenovaných bežných aniónov zo zadania sa vzorec **Y** určí na $\text{CoSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (1 pb).

Za plný počet bodov uznať aj alternatívne riešenia vedúce k správne výsledku.

2.

(2 pb) Za správny výber TS diagramu (konfigurácia d^7) udeliť 1 pb.

V konfigurácii d^7 dochádza k spinovo dovoleným prechodom. Pre nízkospinový komplex sú možné 4 prechody, čo však nekorešponduje s uvedeným spektrom. Naopak, pre vysokospinový komplex sú možné 3 prechody, čo už zodpovedá trom prechodom viditeľným v spektre na Obr. 1. Prideliť druhý pomocný bod iba v prípade, že je poskytnuté vysvetlenie.

3.

(7 pb) Molárny absorpčný koeficient sa spočíta pomocou Lambertovho – Beerovho vzťahu. Po vyjadrení molárneho absorpčného koeficientu dostaneme pre i -tý pík

$$\varepsilon_i = \frac{A_i}{l \cdot c} = \frac{A_i}{l \cdot \frac{m(Y)}{M(Y) \cdot V}}$$

Hodnota molárneho absorpčného koeficientu pre prvý, druhý a tretí pík je (1 pb):

$$\varepsilon_1 = 1 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

$$\varepsilon_2 = 4,7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

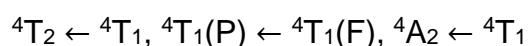
$$\varepsilon_3 = 2,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

Ak je jeden z troch výsledkov nesprávny, udeliť 0 pb.

Hodnoty molárneho absorpčného koeficientu sa nachádzajú v rozmedzí jednotiek až desiatok, čo zodpovedá spinovo dovoleným d-d prechodom (1 pb). Ak nie je uvedené, že prechody sú spinovo povolené, alebo že ide o d-d prechody, udeliť 0 pb.

Spektroskopické značenie jednotlivých prechodov sa dá určiť z TS diagramu poskytnutého na konci. Ide o spinovo dovolené prechody vo vysokospinovom komplexe, takže sa pozeráme iba na termy označené plnou čiarou. Takéto termy (okrem základného) sú dokopy tri, čo musí zodpovedať počtu prechodov v spektre.

Jednotlivé prechody sú v poradí od prvého po tretí (1 + 1 + 1 pb):



Za každý správne zaznačený a priradený prechod udeliť 1 pb. Udeliť 1 pb aj v prípade zápisu prechodu v smere zľava doprava.

Body nestrhávať v prípade, že riešiteľ vzájomne prehodí označenia druhého a tretieho prechodu.

V prípade, že riešiteľ pri druhom prechode neuviedol označenie aspoň jedného termu v zátvorkách, za tento prechod udeliť 0 pb.

Pre odpoveď na otázku, či je látka **X** farebná je potrebné prepočítať jednotlivé hodnoty vlnočtov na vlnovú dĺžku (ν nm) podľa vzťahu.

$$\lambda_1 = \frac{10^7}{\tilde{\nu}_1}$$

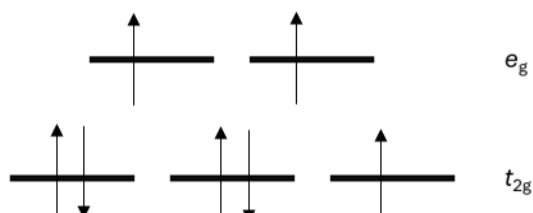
V prípade, že prepočet je správne uvedený aj pre iné jednotky (cm, m, km,...), udeliť 1 pb.

Po prepočte je zrejmé, že druhý a tretí pík zo spektra spadajú do viditeľnej oblasti (približne 400 – 800 nm). Preto komplex **X** bude farebný (1 pb), konkrétne červený.

V prípade, že riešiteľ neposkytol prepočet medzi vlnočtom a vlnovou dĺžkou a ani neuviedol dodatočné vysvetlenie, udeliť 0 pb.

4.

- (3 pb) Nakreslenie rozštiepených hladín oktaédrického komplexu (1 pb), správne označenie týchto hladín (1 pb) a správne doplnenie elektrónov pre vysokospinový komplex (1 pb)

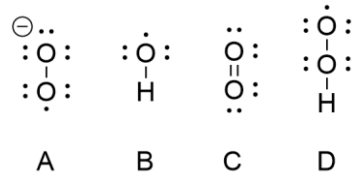


5.

- (1 pb) Vzorec neznámeho komplexu **X** je $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$ (1 pb)

6.

- (1 pb) Elektrónové štruktúrne vzorce bežných ROS sú napríklad A = superoxidový radikál, B = hydroxylový radikál, C = singletový kyslík, D = hydroperoxylový radikál (1 pb)

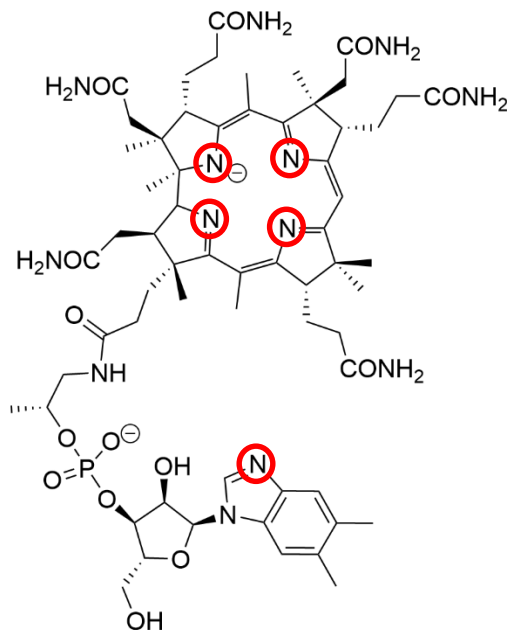


Pomenovanie zodpovedajúcej ROS nie je nutné.

V prípade, že v elektrónovom štruktúrnom vzorci chýba nepárový elektrón / voľný elektrónový pár, udeliť 0 pb.

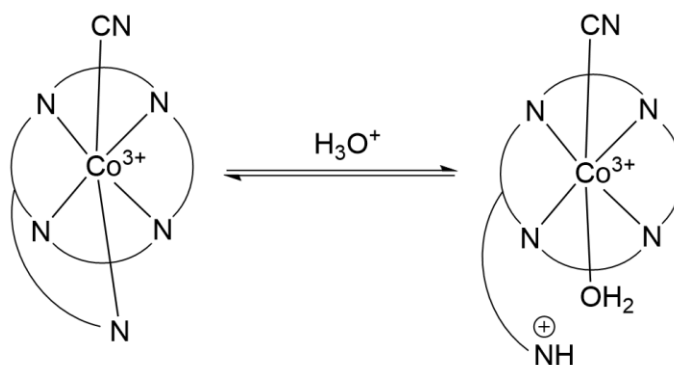
7.

- (2 pb) Donorové atómy ligandu corr sú zakrúžkované červenou farbou (1 pb).



8.

- (3 pb) Chemická reakcia disociácie väzby, ktorej zodpovedá čiastková konštanta stability K_2 v kyslom prostredí. Rovnovážnu šípku nie je potrebné zvýrazniť.



Za protonáciu správneho atómu dusíka + 1 pb.

Za disociáciu správnej väzby + 1 pb.

Za koordináciu molekuly vody + 1 pb.

9.

(8 pb) Pacient vážiaci 70 kg pri vystavení dávke presne LD_m dostane do tela (1 pb)

$$m(\text{HCN}) = m(\text{pacient}) \cdot LD_m = 70 \text{ kg} \cdot 1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} = 70 \text{ mg}$$

Nadbytok antidota je potrebné vyjadriť v mólových percentách, hmotnostné percentá nedávajú principiálne zmysel. Výpočet látkového množstva HCN (1 pb).

$$n(\text{HCN}) = \frac{m(\text{HCN})}{M(\text{H}) + M(\text{C}) + M(\text{N})} = \frac{70 \text{ mg}}{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n(\text{HCN}) = 2,59 \text{ mmol}$$

Látkové množstvo štandardnej dávky je (1 pb)

$$n(\text{hydroxykobalamín}) = \frac{m(\text{hydroxykobalamín})}{M(\text{hydroxykobalamín})} = \frac{5 \text{ g}}{1346 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n(\text{hydroxykobalamín}) = 3,71 \text{ mmol}$$

Minimálne látkové množstvo dávky garantované výrobcom je (1 pb)

$$n_{\min}(\text{hydroxykobalamín}) = n(\text{hydroxykobalamín}) \cdot 0,9 = 3,34 \text{ mmol}$$

Nadbytok sa vypočíta podľa vzorca (2 pb)

$$\text{nadbytok} = \frac{n_{\min}(\text{hydroxykobalamín}) - n(\text{HCN})}{n(\text{HCN})} = \frac{3,34 \text{ mmol} - 2,59 \text{ mmol}}{2,59 \text{ mmol}}$$

$$\text{nadbytok} = 29 \%$$

V prípade človeka vážiaceho 92 kg je LD_m HCN = 92 mg. Rovnakým postupom vypočítame nadbytok antidota pre túto dávku (1 pb)

$$\text{nadbytok} = \frac{n_{\text{min}}(\text{hydroxykobalamín}) - n_{92\text{kg človek}}(\text{HCN})}{n_{92\text{kg človek}}(\text{HCN})}$$

$$\text{nadbytok} = \frac{3,34 \text{ mmol} - 3,41 \text{ mmol}}{3,41 \text{ mmol}}$$

$$\text{nadbytok} = -2,05 \%$$

V prípade človeka s hmotnosťou 92 kg už minimálna dávka antidota nestačí na zabezpečenie nadbytku, no aj tak táto dávka hydroxykobalamínu zachráni väčšinu takejto populácie, pretože táto populácia dostala po podaní antidota dávku menšiu, než je LD_m, čo znamená, že z populácie prežije viac ako 50 % jedincov. Nebyť vhodného spôsobu podávania (viď komentár), pri tejto telesnej hmotnosti človeka by už k úmrtiam došlo. (1 pb).

V prípade neuvedeného výpočtu a vysvetlenia udeliť 0 pb.

Komentár: Dospelým jedincom sa často podáva opakovaná dávka CyanoKit-u. Pri expozícii LD_m je nutná veľmi rýchla aplikácia hydroxykobalamínu.

10.

(4 pb) Vyplnená tabuľka vyzerá nasledovne (1 pb za každú správne vyplnenú bunku okrem buniek s oxidačnými číslami, buniek v poslednom stĺpci a záhlavia tabuľky). Stabilita väzby **corr**-Co je vyššia pri oxidačnom čísle +III – centrálny atóm je výraznejšie nabitý. Po redukcii je centrálny atóm väčší a má menší kladný náboj, čo väzbu oproti pôvodnému stavu oslabí. Ligand **corr** vždy preferuje helikálne usporiadanie, keďže obsahuje sp³ hybridizované atómy uhlíka. Vo výsledku po redukcii preváži stérické napätie v ligande a komplex Co-**corr** sa deformuje.

Oxidačné číslo Co	Sila väzby Co- corr	Preferovaná konformácia izolovaného corr	Výsledná konformácia v komplexe Co- corr
III	vyššia	Helikálna	planárna
I	nižšia	Helikálna	helikálna

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – školský rok 2024/25
Školské kolo

Ján Reguli

Maximálne 17 bodov

Úloha 1 (3,5 bodu)

1.1 Pri teplote 88 °C bude kvapalina už len v kadičke B, pretože tlak jej nasýtenej pary je pri tejto teplote 50,59 kPa, čo je menej ako okolitý tlak 101,325 kPa. Tlak nasýtenej pary látky A pri 88 °C je 127,65 kPa, takže táto látka má nižšiu normálnu teplotu varu než 88 °C.

1.2 Atmosférický tlak v nadmorskej výške 4 800 m vypočítame dosadením do vzťahu $p = p_0 e^{-Mgh/(RT)}$

Molárnu hmotnosť vzduchu vypočítame z jeho zloženia

$$M = x_1 M_1 + x_2 M_2 + x_3 M_3 = 0,78 \cdot 28,01 + 0,21 \cdot 32,00 + 0,01 \cdot 39,95 =$$

0,5 b $= 28,967 \text{ g mol}^{-1} = 0,028967 \text{ kg mol}^{-1}$

Tlak vzduchu vo výške 4800 m teda je

$$p = p_0 e^{-Mgh/(RT)} = 101325 e^{-0,028967 \cdot 9,81 \cdot 4800 / (8,3145 \cdot 273,15)}$$

1 b $p = 101325 e^{-0,6006} = 55\,575,67 \text{ Pa}$

Pri tomto tlaku vypočítame teplotu varu vody na vrchole Mont Blancu z Clausiusovej-Clapeyronovej rovnice

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = - \frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

ktorú si upravíme na výpočet teploty varu

$$\frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} - \frac{R}{\Delta_{\text{vap}}H} \ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{373,15} - \frac{8,3145}{2253 \cdot 18,02} \ln \frac{55575,67}{101325} = 0,002803 \text{ K}^{-1}$$

1 b $T_2 = 356,775 \text{ K} = 83,625 \text{ °C}$

(Molárnu výparnú entalpiu sme dosadili pomocou zadanej hmotnostnej výparnej entalpie $\Delta_{\text{vap}}h$ a molárnej hmotnosti vody: $\Delta_{\text{vap}}H = \Delta_{\text{vap}}h M$)

Úloha 2 (3 body)

2.1 Na výpočet molárnej výparnej entalpie benzénu použijeme Clausiusovu-Clapeyronovu rovnicu, v ktorej poznáme dve dvojice hodnôt tlaku nasýtenej pary a teploty.

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Delta_{\text{vap}}H = -R \ln \frac{p_2}{p_1} / \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Delta_{\text{vap}}H = \frac{-8,3145 \ln \frac{101325}{53329}}{\left(\frac{1}{353,25} - \frac{1}{333,75} \right)} = 32265,654 \text{ J mol}^{-1}$$

1,5 b Výparná entalpia benzénu má hodnotu 32,266 kJ mol⁻¹

2.2 Z Clausiusovej-Clapeyronovej rovnice vypočítame tlak nasýtenej pary benzénu pri teplote 300 K

$$\ln p_2 = \ln p_1 - \frac{\Delta_{\text{vap}}H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln p_2 = \ln 101325 - \frac{32265,654}{8,3145} \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{353,25} \right) = 9,57615$$

1,5 b $p_2 = 14\,416,83 \text{ Pa}$

Úloha 3 (3 body)

Roztok benzénu a toluénu vrie pri tlaku 101,325 kPa pri teplote 100 °C, pretože tlak nasýtených pár benzénu a toluénu nad týmto roztokom pri tejto teplote dosiahol hodnotu okolitého tlaku.

Tlak nasýtených pár benzénu a toluénu je súčtom ich parciálnych tlakov, ktoré dostaneme z tlakov nasýtenej pary čistých látok pomocou Raoltovho zákona:

1 b $p = p_A + p_B = p_A^* x_A + p_B^* x_B$

Z tejto rovnice vypočítame zloženie kvapalnej fázy (roztoku). Aby v rovnici bola len jedna neznáma, dosadíme si $x_B = 1 - x_A$

Dostaneme tak

$$p = p_A^* x_A + p_B^* x_B = p_A^* x_A + p_B^* (1 - x_A) = p_B^* + (p_A^* - p_B^*) x_A$$

odkiaľ

$$1 \text{ b} \quad x_A = \frac{p - p_B^*}{p_A^* - p_B^*} = \frac{101,325 - 74,17}{179,2 - 74,17} = 0,2585 \quad \text{a} \quad x_B = 0,7415$$

Mólový zlomok benzénu v parnej fáze bude

$$1 \text{ b} \quad y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{p_A^* x_A}{p} = \frac{179,2 \cdot 0,2585}{101,325} = 0,4572 \quad \text{a} \quad y_B = 0,5428$$

Úloha 4 (2 body) (0,25 b za každú správnu odpoveď + 0,25 b za výpočet v odpovedi 2)

1. Vlastná premena chemickej energie na energiu elektrickú a naopak sa uskutočňuje v elektrochemickom článku

c) na fázovom rozhraní medzi kovovým vodičom a elektrolytom

2. Elektromotorické napätie článku $\text{Zn(s)} \mid \text{ZnSO}_4(\text{aq}) \parallel \text{CuSO}_4(\text{aq}) \mid \text{Cu(s)}$

po zdvojnásobení aktivít (koncentrácií) oboch síranov

c) sa nezmení (hodnota podielu aktivít iónov zostane rovnaká)

$$E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) + (R T / 2F) \ln a_{\text{Cu}^{2+}} - (R T / 2F) \ln a_{\text{Zn}^{2+}} = \\ = E^\circ + (R T / 2F) \ln (a_{\text{Cu}^{2+}} / a_{\text{Zn}^{2+}})$$

3. Ak sú aktivity všetkých súčastí, ktoré tvoria galvanický článok jednotkové, elektromotorické napätie takéhoto článku sa rovná

c) štandardnému elektromotorickému napätiu článku.

d) výrazu $R T / (z F) \ln K$.

4. Katóda je elektróda

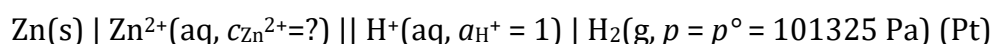
b) ktorá je v galvanickom článku elektródou kladnou.

c) na ktorej vždy prebieha redukcia.

d) ktorá je pri elektrolýze elektródou zápornou.

Úloha 5 (5,5 bodu)

5.1 V galvanickom článku



je pravou elektródou štandardná vodíková elektróda, ktorej potenciál sa rovná nule. Napätie článku preto bude

$$1 \text{ b} \quad E = E_{\text{H}^+/\text{H}_2} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^\circ - \frac{R T}{2 F} \ln c_{\text{Zn}^{2+}}$$

Odtiaľ dostaneme

$$\ln c_{\text{Zn}^{2+}} = -\frac{2F}{RT} (E + E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ})$$

$$\ln c_{\text{Zn}^{2+}} = -\frac{2 \cdot 96485,3}{8,3145 \cdot 298,15} (0,822 - 0,763) = -4,59274$$

1,5 b $c_{\text{Zn}^{2+}} = 0,0101 \text{ mol dm}^{-3}$

5.2 Pri 25 °C elektromotorické napätie článku



je rozdielom potenciálov pravej a ľavej elektródy:

0,5 b $E = E(\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) - E(\text{H}^+/\text{H}_2)$ Potenciál vodíkovej elektródy (na ktorej prebieha reakcia $\text{H}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{H}_2$) má tvar

0,5 b $E(\text{H}^+/\text{H}_2) = E^{\circ}(\text{H}^+/\text{H}_2) + RT/F \ln a(\text{H}^+)/a(\text{H}_2)^{1/2} = RT/F \ln a(\text{H}^+)$

(pretože $E^{\circ}(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0$ a $a(\text{H}_2) = p(\text{H}_2)/p^{\circ} = 1$). Teda

$$E = E(\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Cl}^-, \text{nas.}) - (RT/F) \ln 10 \cdot \log a(\text{H}^+) =$$

1 b $= 0,2415 + (RT \ln 10 / F) \text{pH} = 0,6075 \text{ V}$ a

1 b $\text{pH} = (0,6075 - 0,2415) \cdot 96485,3 / (8,3145 \cdot 298,15 \cdot \ln 10) = 6,187$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – školský rok 2024/25
Školské kolo

Michal Májek, Radovan Šebesta

Maximálne 17 bodov
85 pb x 0,2 = 17 b

Úloha 1 (7,2 b, 36 pb)

a) Poznámka: možno akceptovať aj iné vhodné reagenty (14x2 pb).

A: kyselina sírová, prípadne óleum

B, C: kyselina sírová, kyselina dusičná

D, E: kyselina sírová, voda

F, G: manganistan draselný, KOH (prípadne iná báza)

H: SOCl₂ (alebo PCl₃, PCl₅)

I: amoniak

J: oxid fosforečný

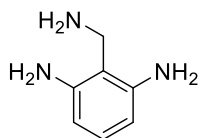
K: Pd/C

L, M: dusitan sodný, HCl

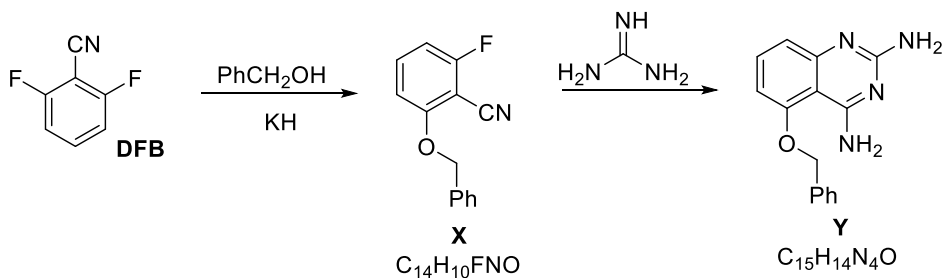
N: NaBF₄

b) II – vysoká teplota (2 pb)

c) 2 pb

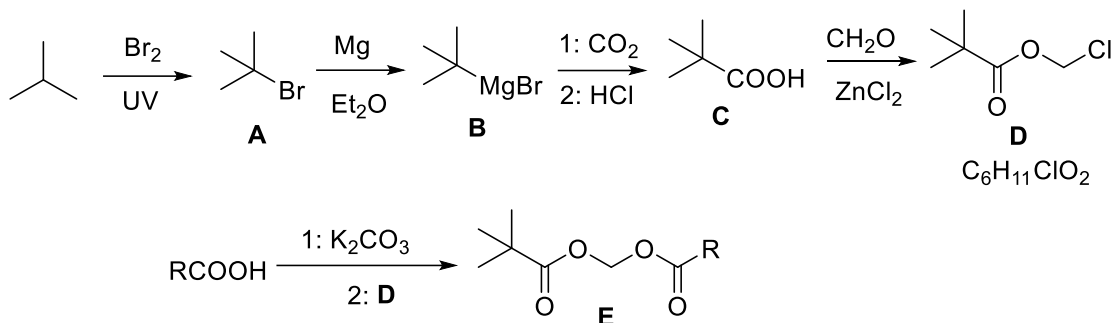


d) 2+2 pb



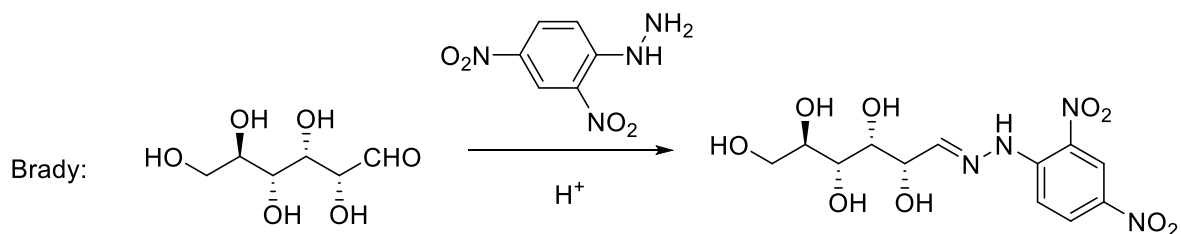
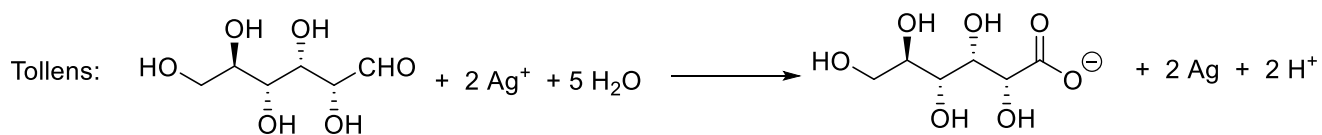
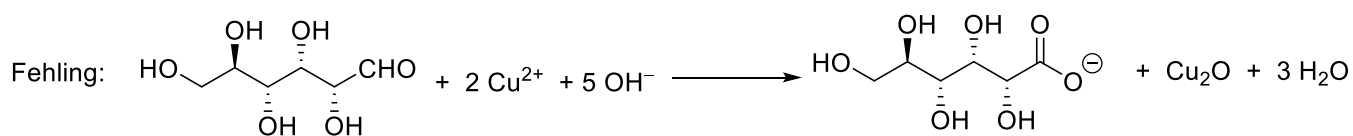
Úloha 2 (2,0 b, 10 pb)

5 x 2 pb za **A – E**



Úloha 3 (4,4 b, 22 pb)

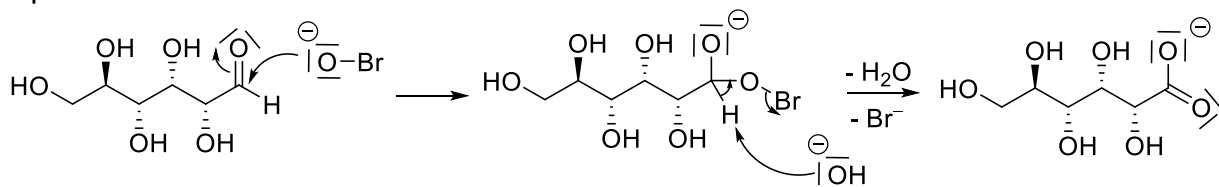
a) 2+2+2 pb



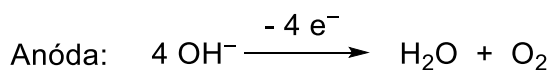
b) 2+2 pb



c) 4 pb



d) 2 pb



e) 6 pb

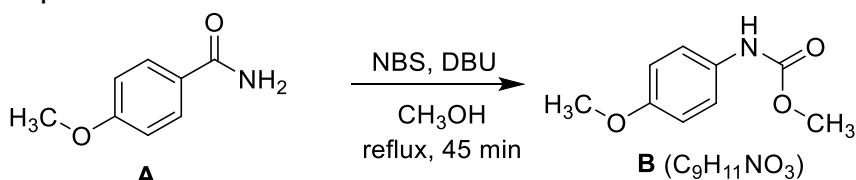
$M(\text{glukóza}) = 180 \text{ g/mol}$; $M(\text{glukonát}) = 430 \text{ g/mol}$. Takže do reakcie sme dali $n(\text{glukóza}) = m(\text{glukóza})/M(\text{glukóza}) = 55,56 \text{ mmol}$ glukózy a z reakcie sme získali $n(\text{glukonát}) = m(\text{glukonát})/M(\text{glukonát}) = 23,95 \text{ mmol}$ glukonátu. Na syntézu jedného mólu glukonátu sú potrebné dva móly glukózy, takže výťažok je

$$23,95 / (55,56 / 2) = 86 \%$$

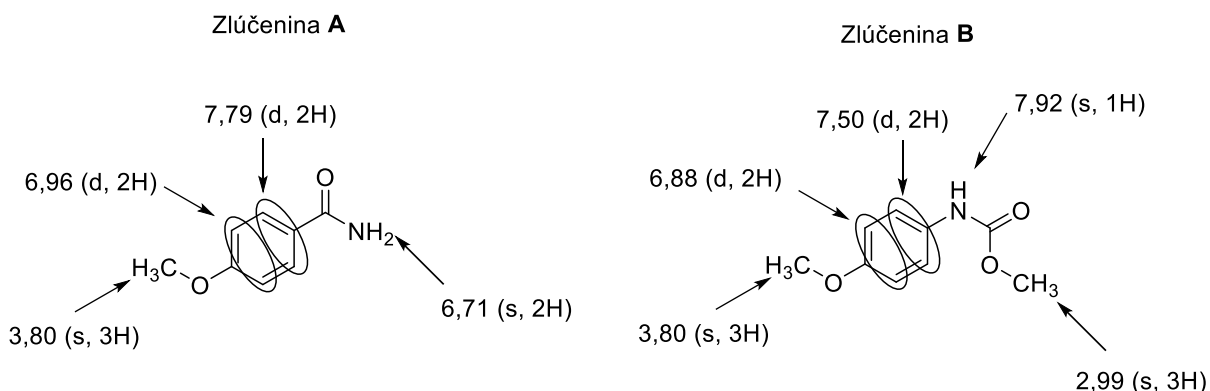
Celková plocha elektród je 100 cm^2 , elektrolytický prúd je teda 3 A . Za 1 h prejde celkový náboj $Q = I \cdot t = 10800 \text{ C}$. Náboj mólu elektrónov (Faradayova konštanta) je 96485 C . Celkovo sme teda na elektrolyzu použili $10800/96485 \text{ mol} = 111,9 \text{ mmol}$ elektrónov. Keďže na získanie jedného mólu brómnanu potrebujeme dva móly elektrónov; jeden mól brómnanu zoxiduje jeden mól glukózy a na syntézu jedného mólu glukonátu sú potrebné dva móly glukózy, teoreticky sme mohli získať $111,9/4 \text{ mmol} = 28,00 \text{ mmol}$ glukonátu. Faradayická účinnosť je teda $23,95/28,00 = 86 \%$.

Úloha 4 (3,4 b, 17 pb)

a) 4 pb za štruktúru **B**



b) Priradenie NMR signálov (9x1 pb). Poznámka: priradenie OCH_3 skupín možno v **B** uznať aj opačne.



c) Priradenie IČ signálov (3 pb)

Pre obe látky sú to valenčné vibrácie NH väzieb. Pre látku **A** sú 3369 a 3177 cm^{-1} symetrická a asymetrická valenčná vibrácia NH_2 skupiny, pri látke **B** sa nachádza pre NH len jeden pás pri 3437 cm^{-1} .

d) Po pridaní D_2O sa zamenia kyslé vodíky, v tomto prípade NH , za deutérium, čo má za následok zmiznutie príslušného signálu v ^1H NMR. Je to test na kyslé vodíky (1 pb).

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – šk. rok 2024/25
Školské kolo

Pavol Štefík, Boris Lakatoš

Maximálne 8 bodov = 16 pb Doba riešenia: 30 minút
--

1. Hodnoty K_M a V_{max} vypočítame na základe priesečníku priamky s horizontálnou, resp. vertikálnou osou:

$$-0,6 \text{ L } \mu\text{mol}^{-1} = -\frac{1}{K_M} \Rightarrow K_M = \frac{1}{0,6 \text{ L mmol}^{-1}} \approx 1,7 \text{ mmol L}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

$$0,9 \text{ L min } \mu\text{mol}^{-1} = \frac{1}{V_{max}} \Rightarrow V_{max} = \frac{1}{0,9 \text{ L min } \mu\text{mol}^{-1}} \approx 1,1 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

Ak riešiteľ uvedie správne vypočítané hodnoty K_M a V_{max} , avšak v iných jednotkách, ako je uvedené v tomto autorskom riešení, udeliť za každý výsledok **1 pb**.

$$2. V_{max} = k_{cat} \cdot c_{0E} \Rightarrow k_{cat} = \frac{V_{max}}{c_{0E}} = \frac{1,1 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}}{0,005 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}} = 220 \text{ min}^{-1} \approx 3,7 \text{ s}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

$$\text{Katalytická účinnosť: } \frac{k_{cat}}{K_M} = \frac{3,7 \text{ s}^{-1}}{1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}} \approx 2,2 \cdot 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

Ak riešiteľ uvedie správne vypočítané hodnoty k_{cat} a katalytickej účinnosti, avšak v iných jednotkách, ako je uvedené v tomto autorskom riešení, udeliť za každý výsledok **1 pb**.

$$3. K'_M = \frac{K_M}{1 + \frac{c_I}{K_I}} = \frac{1,7 \text{ mmol L}^{-1}}{1 + \frac{2 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}}{0,050 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}}} \approx 0,041 \text{ mmol L}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

$$V'_{max} = \frac{V_{max}}{1 + \frac{c_I}{K_I}} = \frac{1,1 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}}{1 + \frac{2 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}}{0,050 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}}} = 0,027 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1} \quad 2 \text{ pb}$$

Ak riešiteľ uvedie správne vypočítané hodnoty K'_M a V'_{max} , avšak v iných jednotkách, ako je uvedené v tomto autorskom riešení, udeliť za každý výsledok **1 pb**.

4. (a) N, (b) N, (c) S, (d) S, (e) N, (f) S, (g) S, (h) N

Za každé správne určené tvrdenie udeliť **0,5 pb**, celkom **4 pb** za podúlohu.

Autori: Martin Brokeš, doc. RNDr. Šimon Budzák, PhD., doc. Ing. Boris Lakatoš, PhD., Ing. Michal Májek, PhD., doc. Ing. Ján Reguli, CSc. (vedúci autorského kolektívu), prof. Mgr. Radovan Šebesta, DrSc., Ing. Pavol Štefík

Recenzenti: Ing. Tibor Dubaj, PhD., Mgr. Jela Nociarová, PhD., Adam Kleman, doc. Ing. Martin Šimkovič, PhD., Mgr. Barbora Zahradníková

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024