

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**61. ročník, školský rok 2024/25**

**Kategória A**

**Celoštátne 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  
Celoštátne kolo

Martin Brokeš, Šimon Budzák

---

Maximálne 18 bodov (b), resp. 72 pomocných bodov (pb).  
Pri prepočte pomocných bodov na body použijeme vzťah:  $b = 0,25 \cdot pb$

## Úloha 1 (32 pb)

### 1a.

(4 pb) Tálium má dve kladné, stabilné oxidačné čísla: I a III. (2 pb)

Stabilnejšie je oxidačné číslo I, vďaka v úlohe spomínanému efektu inertného páru (2 pb).

### 1b.

(16 pb) Z pomeru hmotnostných zlomkov jednotlivých prvkov a atómových hmotností týchto prvkov sa určí pomer atómov v zmesi oboch solí (4 pb)

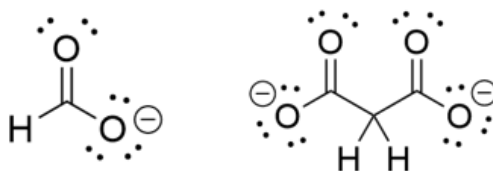
$$\frac{w(\text{C})}{A(\text{C})} \cdot \frac{w(\text{O})}{A(\text{O})} \cdot \frac{w(\text{H})}{A(\text{H})} \cdot \frac{w(\text{Tl})}{A(\text{Tl})} = \frac{0,059}{12,0} \cdot \frac{0,127}{16,0} \cdot \frac{0,004}{1,0} \cdot \frac{0,810}{204,4} = 1,24:2,00:1,01:1,00$$
$$\frac{w(\text{C})}{A(\text{C})} \cdot \frac{w(\text{O})}{A(\text{O})} \cdot \frac{w(\text{H})}{A(\text{H})} \cdot \frac{w(\text{Tl})}{A(\text{Tl})} = 5:8:4:4$$

Vieme, že v zmesi sa nachádzajú dve zlúčeniny, obe obsahujú všetky druhy atómov a zlúčenina **B** má molárnu hmotnosť  $249,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Obe sú soli tália v oxidačnom čísle I. Začneme riešenie soľou **B**. Ak by obsahovala iba všetky zmieňované atómy, dostali by sme sa na molárnu hmotnosť  $233,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  (COHTl). K potrebnej molárnej hmotnosti sa dopracujeme pridaním jedného atómu kyslíka (**B1** CO<sub>2</sub>HTl). Druhá celočíselná možnosť je **B2** C<sub>2</sub>OH<sub>5</sub>Tl. Molekula **A** musí byť doplnkom, aby sa udržal celkový pomer atómov. Keďže zmes obsahovala 2x viac **B**, musí byť počet a pomer atómov v **A** 3:4:2:2, čo zodpovedá riešeniu **A1** C<sub>3</sub>O<sub>4</sub>H<sub>2</sub>Tl<sub>2</sub>. Ak chceme zachovať celkový pomer atómov pre riešenie **B2**, musí byť **A2** C<sub>11</sub>O<sub>22</sub>H<sub>2</sub>Tl<sub>10</sub>, čo určite prekračuje molárnu hmotnosť pre **A** <  $600 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Sumárne vzorce potom sú: **A** Tl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>C<sub>3</sub>O<sub>4</sub> a **B** TlHCO<sub>2</sub> (8 pb)

Za plný počet sa hodnotí aj iný spôsob riešenia. Dobrá úvaha, ale nesprávne riešenie je za 4 pb.

Ide zjavne o organické anióny, oba obsahujú párný počet atómov kyslíka, preto sú vhodnou voľbou karboxylové kyseliny, kyselina mravčia a malónová:



Za správne štruktúry 4 pb. Za drobné chyby –1 pb.

### 1c.

(12 pb) V prvom kroku potrebujeme vypočítať hustotu diamantu:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Je zadaná základná bunka v tvare kocky (2 pb)

$$V = a^3 = (0,3567 \cdot 10^{-9})^3 = 4,5385 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$$

Aby sme nepočítali s veľmi malými číslami, povedzme, že máme 1 mol kociek a výsledok premeňme na  $\text{cm}^3$ :

$$V = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 4,5385 \cdot 10^{-29} = 2,733 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 27,33 \text{ cm}^3$$

Hmotnosť bude vychádzať z počtu atómov uhlíka v kocke (2 + 2 + 2 pb)

- štyri atómy uhlíka vo vnútornom priestore kocky sú nezdieľané, teda 4

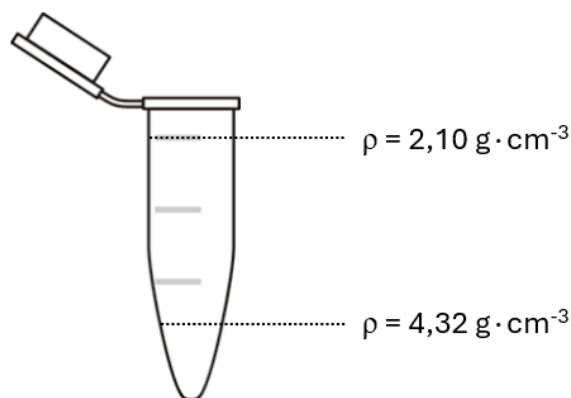
- šesť atómov uhlíka v stredoch stien je zdieľaných vždy so susednou kockou, teda  $6 \times 0,5 = 3$

- osem atómov uhlíka v rohoch kocky je zdieľaných, každý s 8 kockami, teda  $8/8 = 1$

$N(\text{C}) = 4 + 3 + 1 = 8$ , resp. 1 mol kociek bude obsahovať 8 mólov atómov uhlíka. Hustota diamantu sa potom vypočíta ako podiel hmotnosti atómov prítomných v základnej bunke a objemu základnej bunky (2 pb).

$$\rho = \frac{n \cdot A(\text{C})}{V} = \frac{8 \cdot 12,0}{27,33} = 3,51 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Diamant teda neklesne ani na dno, ani nevystúpi na hladinu, bude sa vznášať v kvapaline (2 pb). V prípade, že riešiteľ tento záver len uhádol a neuviedol výpočet hustoty diamantu, udeliť 1 pb za správny záver.

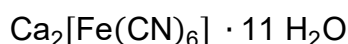


## Úloha 2 (40 pb)

### 2a.

(8 pb) Zlúčeniny z procesu tvorby prúskej modrej sú (za každú látku udeliť 2 pb):

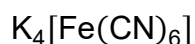
**C**



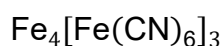
**D**



**P**



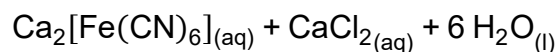
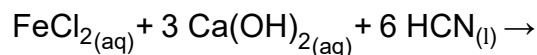
**PM**



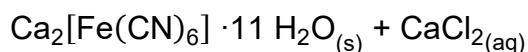
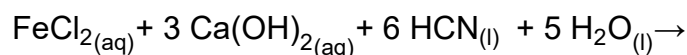
### 2b.

(8 pb) Rovnice tvorby prúskej modrej sú (za každú správne vyčíslenú rovnicu so správnymi stavmi udeliť 2 pb):

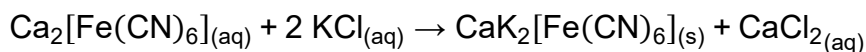
Krok 1:



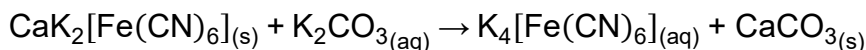
Alternatívne možno uznať aj rovnicu tvorby tuhého undekahydrátu:



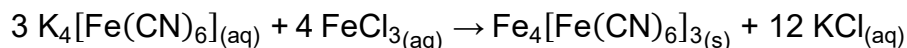
Krok 2:



Krok 3:



Krok 4:



V prípade jednej menšej chyby (jedného nesprávne uvedeného stavu, alebo stechiometrického koeficientu) prideliť za rovnicu 1 pb. V prípade väčšieho množstva chýb v jednej rovnici body neprideliť.

## 2c.

- (2 pb) Za červenú farbu je zodpovedný pík č. 1. Je to preto, že práve tento pík sa nachádza vo viditeľnej oblasti spektra (2 pb) Za správne zdôvodnenie uznať aj fakt, že pík zodpovedá absorpcii modrého svetla, ktoré je komplementárne k červenej. Pozn.: Odpoveď uznať len v prípade uvedeného vysvetlenia.

## 2d.

- (10 pb) Z elektrónového absorpčného spektra vidíme, že napravo od píku č. 4 sa už žiadny pík zodpovedajúci  $d-d$  prechodu nenachádza. Z toho vieme určiť termy, ktoré zodpovedajú obidvom prechodom. Tieto termy sú dva energeticky najnižšie termy z pravej časti TS diagramu, teda  ${}^2T_1$  (resp.  ${}^2A_2$ , pretože tieto dva termy sa prekrývajú) a  ${}^2E$  (1 + 1 pb).

Energia štiepenia  $\Delta_o = 10Dq$  (1 pb) a dá sa teda vypočítať zo sústavy rovníc.

Sústavu rovníc zostrojíme pomocou parametrických vyjadrení jednotlivých prechodov, ktorých rozdiel energií poznáme zo zadania (1 pb)

$$10Dq - 2B - C = E_4$$

$$10Dq + 7B - C = E_5$$

Odčítaním týchto dvoch rovníc dostaneme (1 pb)

$$E_5 - E_4 = 9B$$

Z toho úpravou a dosadením vypočítame hodnotu Racahovho parametru  $B$  (1 pb).

$$B = \frac{36\,710 \text{ cm}^{-1} - 30\,250 \text{ cm}^{-1}}{9} = 718 \text{ cm}^{-1}$$

Do oboch rovníc pre energie prechodu dosadíme hodnotu  $B$  a  $C$  vyjadríme pomocou  $B$  zo vzťahu  $B/C = 4,564$  (1 pb).

$$10Dq - 2 \cdot 718 \text{ cm}^{-1} - \frac{718 \text{ cm}^{-1}}{4,564} = 30\,250 \text{ cm}^{-1}$$

$$10Dq + 7 \cdot 718 \text{ cm}^{-1} - \frac{718 \text{ cm}^{-1}}{4,564} = 36\,710 \text{ cm}^{-1}$$

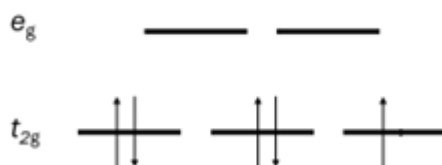
Z týchto dvoch rovníc získame dve hodnoty  $10Dq$  alebo  $\Delta_o$  (1 + 1 pb). Tie spriemerujeme a dostaneme výsledok  $\Delta_o = 31\,842 \text{ cm}^{-1}$  (1 pb).

## 2e.

- (2 pb) Z textu úlohy je zrejmé, že obidva  $d-d$  prechody prítomné v spektre sú spinovo dovolené. Z Tanabeho – Suganovho diagramu vieme zistiť, že v jeho ľavej časti, ktorá zodpovedá vysokospinovému stavu komplexu, nie sú žiadne spinovo dovolené prechody. Z toho vyplýva, že komplex bude nízko-spinový. Na nízko-spinový stav komplexu sa dá prísť aj inými, správnymi spôsobmi, napríklad porovnaním vypočítanej energie  $\Delta_o$  s energiou spárovania elektrónov ( $\Delta_o > P$ ), alebo vychádzajúc zo spektrálnych vlastností CN<sup>-</sup> ligandov použitých pri syntéze tohto komplexu. Každý z týchto prístupov je akceptovateľný a je hodnotený 2 pb. Bez zdôvodnenia body neprideliť.

## 2f.

- (10 pb) Z Tanabeho – Suganovho diagramu sa dá určiť tvar komplexu a aj jeho konfigurácia. Zodpovedajúci náčrt štiepenia  $d$  orbitálov centrálnego atómu Fe v komplexe R je:



+ 1 pb za správne rozštiepenie hladín.

+ 1 pb za správne obsadenie elektrónmi.

+ 1 pb za správne označenie hladín.

Základný term tohto komplexu je možné určiť z TS diagramu. Ide o term  ${}^2T_2$  (2 pb)

Výpočet CFSE tohto komplexu. Hodnota CFSE by mala byť z princípu záporná, no uznať aj kladnú hodnotu rovnakého čísla (1 + 1 + 1 pb za každý čiastkový príspevok (sčítanec) do CFSE + 1 pb za správny výpočet).

$$CFSE = -\frac{2}{5} \cdot \Delta_0 \cdot N(e_{t_{2g}}^-) + \frac{3}{5} \cdot \Delta_0 \cdot N(e_{e_g}^-) + 2 \cdot P$$

$$CFSE = -\frac{2}{5} \cdot 31\,842\text{ cm}^{-1} \cdot 5 + \frac{3}{5} \cdot 31\,842\text{ cm}^{-1} \cdot 0 + 2 \cdot 10\,000\text{ cm}^{-1}$$

$$CFSE = -43684\text{ cm}^{-1}$$

Prepočet CFSE z recipročných centimetrov na eV sa vypočíta vzťahom (1 pb)

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda \cdot e} = \frac{h \cdot c \cdot CFSE}{e}$$

$$E = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s} \cdot 3 \cdot 10^{10}\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1} \cdot (-43684\text{ cm}^{-1})}{1,602 \cdot 10^{-19}\text{ C}} = -5,42\text{ eV}$$

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Ján Reguli

---

Maximálne 17 bodov

## Úloha 1 (2 body)

1.1 Máme vypočítať tlak, pri ktorom daná látka vrie už pri 80 °C (ak jej teplota varu pri tlaku 101 325 Pa je 160 °C):

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

$$\ln p_2 = \ln 101325 - \frac{31250}{8,3145} \left( \frac{1}{353,15} - \frac{1}{433,15} \right) = 9,560438$$

1 b  $p_2 = 14192,058 \text{ Pa} \cong 14,192 \text{ kPa}$

1.2 Teplota varu uvedenej látky pri tlaku 1 kPa je

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

$$\frac{1}{T_2} = \frac{1}{433,15} - \frac{8,3145}{31250} \ln \frac{1000}{101325} = 0,0035744$$

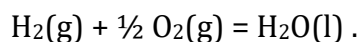
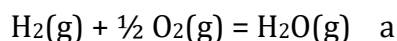
1 b  $T_2 = 282,690 \text{ K} = 9,54 \text{ °C}$

## Úloha 2 (4 body)

2.1 V banke sa ustáli rovnováha medzi kvapalnou vodou a vodnou parou. Tlak v banke teda bude rovný tlaku nasýtenej pary vody pri 25 °C. Tento tlak vypočítame pomocou Clausiusovej-Clapeyronovej rovnice.

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

Výparnú entalpiu vody dostaneme ako rozdiel štandardných tvorných entalpií plynnej a kvapalnej vody – pretože rovnica  $\text{H}_2\text{O(l)} = \text{H}_2\text{O(g)}$  je rozdielom rovníc reakcií



$$\Delta_{\text{vap}}H(\text{H}_2\text{O}) = \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) - \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l})$$

0,5 b  $\Delta_{\text{vap}}H(\text{H}_2\text{O}) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1} - (-285,83 \text{ kJ mol}^{-1}) = 44,01 \text{ kJ mol}^{-1}$



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

$$\ln p_2 = \ln 101325 - \frac{44010}{8,3145} \left( \frac{1}{298,15} - \frac{1}{373,15} \right)$$

$$\ln p_2 = 11,526088 - 3,568274 = 7,957814$$

1 b  $p_2 = 2857,8193 \text{ Pa} \approx 2,858 \text{ kPa}$

**2.2** Pri teplote 100 °C sa v banke ustáli rovnováha medzi kvapalinou a

0,5 b parou pri tlaku 101 325 Pa.

**2.3** Látkové množstvo vody v banke je

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{100}{18,02} = 5,55 \text{ mol}$$

z toho je v plynnej fáze (objem banky je zmenšený o objem kvapalnej vody, ktorý odhadneme na 0,1 l (čo zodpovedá vloženým 100 g vody), takže  $V = 1,9 \text{ l}$ ):

1 b 
$$n_{\text{H}_2\text{O},g} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \cdot 0,0019}{8,3145 \cdot 373,15} = 0,06205 \text{ mol}$$

V kvapalnej fáze zostane

$$n_{\text{H}_2\text{O},l} = n_{\text{H}_2\text{O}} - n_{\text{H}_2\text{O},g} = 5,55 - 0,062 = 5,488 \text{ mol} \quad \text{čo je}$$

1 b 
$$m_{\text{H}_2\text{O},l} = n_{\text{H}_2\text{O},l} M_{\text{H}_2\text{O}} = 5,488 \text{ mol} \cdot 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 98,89 \text{ g}$$

(Ak sa počíta s objemom pary rovným celému objemu banky (2 litre), vyjde 0,0653 mol pary a 98,83 g kvapalnej vody – hodnotiť za 1,5 b.)

### Úloha 3 (2 body)

Z Raoultovho zákona si vypočítame mólový zlomok rozpustenej látky

$$p_A = p_A^* x_A = p_A^* (1 - x_B) = p_A^* - p_A^* x_B$$

1 b 
$$x_B = \frac{p_A^* - p_A}{p_A^*} = \frac{101325 - 99476,6}{101325} = 0,01824$$

Molárnu hmotnosť rozpustenej látky dostaneme zo vzťahu pre mólový zlomok

$$x_B = \frac{\frac{w_B}{M_B}}{\frac{w_B}{M_B} + \frac{w_A}{M_A}}$$

Alebo ešte rýchlejšie zo vzťahu

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{w_A}{w_B} = \frac{n_A M_A}{n_B M_B} = \frac{x_A M_A}{x_B M_B}$$

1 b 
$$M_B = \frac{w_B x_A}{w_A x_B} M_A = \frac{0,05 \cdot 0,98176}{0,95 \cdot 0,01824} \cdot 119,5 = 338,53 \text{ g mol}^{-1}$$

#### Úloha 4 (3,25 bodu)

Celkový tlak je súčtom parciálnych tlakov

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

osamostatnením  $x_B$  dostaneme

$$1 \text{ b} \quad x_B = \frac{p - p_A^*}{p_B^* - p_A^*} = \frac{50,5 - 71,3}{36,2 - 71,3} = 0,593 \quad x_A = 0,407$$

Hmotnostné zlomky v kvapaline majú hodnoty

$$w_B = \frac{m_B}{m_A + m_B} = \frac{n_B M_B}{n_A M_A + n_B M_B} = \frac{x_B M_B}{x_A M_A + x_B M_B}$$

$$0,75 \text{ b} \quad w_B = \frac{0,593 \cdot 78}{0,407 \cdot 119,5 + 0,593 \cdot 78} = 0,487 \quad w_A = 0,513$$

V parnej fáze bude

$$p_A = p_A^* x_A = 71,3 \cdot 0,407 = 29,02 \text{ kPa}$$

$$p_B = p_B^* x_B = 36,2 \cdot 0,593 = 21,47 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ b} \quad y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{29,02}{50,5} = 0,5746, \quad y_B = \frac{p_B}{p} = \frac{21,47}{50,5} = 0,425$$

a hmotnostné zlomky majú hodnoty

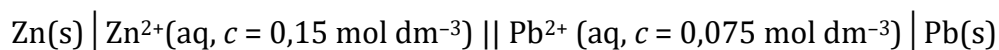
$$0,5 \text{ b} \quad w_B = \frac{y_B M_B}{y_A M_A + y_B M_B} = \frac{0,426 \cdot 78}{0,513 \cdot 119,5 + 0,426 \cdot 78} = 0,326 \quad w_A = 0,674$$

#### Úloha 5 (1,25 bodu) (0,25 b za každú správnu odpoveď)

1. Rozdiel elektrických potenciálov medzi mosadznými svorkami galvanického článku, ktorý dodáva prúd do vonkajšieho okruhu,
  - c) je vždy menší než elektromotorické napätie tohto článku.
2. Pri meraní napätia galvanického článku nám vyšla záporná hodnota. Znamená to, že
  - a) chemická reakcia v článku prebieha v opačnom smere ako je napísaná jej rovnica.
  - b) v schéme článku je kladná elektróda napísaná na ľavej strane.
  - d) na pravej elektróde v schéme článku prebieha oxidácia.
  - e) pre daný článok je  $\Delta rG$  kladné.

## Úloha 6 (4,5 bodu)

6.1 Elektromotorické napätie dostaneme ako rozdiel potenciálov pravej a ľavej elektródy v článku



$$E = E_{(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})} - E_{(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})} =$$

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

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

$$= -0,126 - (-0,763) + 8,3145 \cdot 298,15 / (2 \cdot 96485,3) \ln (0,075/0,15) =$$

$$= 0,637 - 0,0089 = 0,6281 \text{ V}$$

Na katóde prebieha redukcia  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} = \text{Pb(s)}$ . Na anóde prebieha elektródová reakcia  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} = \text{Zn(s)}$  (v smere oxidácie!).

0,5 b V článku teda prebieha reakcia:  $\text{Zn(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Pb(s)}$

Rovnovážnu konštantu vypočítame použitím dvoch vzťahov pre štandardnú Gibbsovú energiu:  $\Delta_r G^{\circ} = -z F E^{\circ} = -R T \ln K$ . Odtiaľ

$$\ln K = z F E^{\circ} / (R T) = 2 \cdot 96485 \cdot 0,637 / (8,3145 \cdot 298,15) = 49,586 \quad \text{a}$$

1 b  $K = 3,427 \cdot 10^{21}$

## 6.2

a) V lítiovo-iónovom článku prebieha reakcia, ktorej rovnicu dostaneme ako súčet rovníc redukcie na katóde a oxidácie na anóde



Štandardná Gibbsova energia tejto reakcie má hodnotu

$$0,5 \text{ b} \quad \Delta G^{\circ} = -z F E^{\circ} = -1 \cdot 96485 \text{ C mol}^{-1} \cdot 3,70 \text{ V} = -357 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Hodnou rovnovážnej konštanty vypočítame pomocou rovnice reakčnej

izotermy  $\Delta G^{\circ} = -R T \ln K$  odkiaľ

$$\ln K = -\Delta G^{\circ} / (R T) = 357000 / (8,3145 \cdot 298,15)$$

0,5 b  $\ln K = 144,01153 \quad K = 3,495 \cdot 10^{62}$

- b)** Látkové množstvo  $\text{LiCoO}_2$  je  $10,00/97,87 = 0,1022$  mol.  
 Látkové množstvo C je  $10,00/12,01 = 0,8326$  mol,  
 (čo je viac než  $0,1022 \text{ mol} \cdot 6 = 0,6132$  mol, čo by postačovalo na nabitie článku).
- Pri nabití článku zreaguje s uhlíkom  $0,1022$  mol lítia na  $\text{LiC}_6$ .
- Teda hmotnosť anódy v úplne nabitom stave je
- 0,25 b  $10,00$  uhlíka +  $0,1022 \cdot 6,94$  g lítia =  $10,709$  g  $\cong 10,71$  g.
- 0,25 b V úplne vybitom stave pozostáva anóda z  $10,00$  g grafitu (na začiatku bol článok úplne vybitý).
- c)** Celková hmotnosť elektród v článku zloženom z 1 mólu  $\text{LiCoO}_2$  a 6 mólov grafitu je  $(97,87 + 6 \cdot 12,01)$  g =  $169,93$  g
- Hmotnosť celého článku má byť dvojnásobná oproti hmotnosti samotných elektród, t. j.  $2 \cdot 169,93 = 340$  g
- Maximálna vytvorená energia je  $357$  kJ.
- Teda maximálna energia na jednotku hmotnosti článku je
- 1 b  $357/0,340 = 1050$  kJ  $\text{kg}^{-1}$

---

**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 2025

---

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

**Michal Májek, Radovan Šebesta**

---

Maximálne 17 bodov  
85 pb x 0,2 = 17 b

## Úloha 1 (7,2 b, 36 pb)

Poznámka: možno akceptovať aj iné vhodné reagenty.

a) 12x2 pb za každú reakciu

**A, B** – bróm, Fe

**C** – NBS alebo bróm

**D** – benzoylperoxid alebo AIBN

**E** – horčík

**F** – PCC

**G** - MeI

**H** - MeLi

**I, J** – voda, H<sup>+</sup>

**K** – TsOH

**L** - NaBH<sub>4</sub>

**M, N** – TsCl, trietylamín

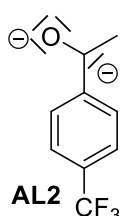
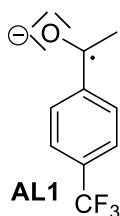
**O** – NaCl

b) IV – AgF (2 pb)

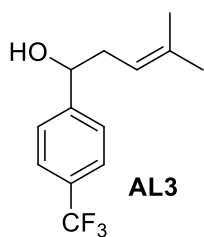
c) I – trioxán (2 pb)

d) Elektróda 1 je katóda, elektróda 2 je anóda (2 pb)

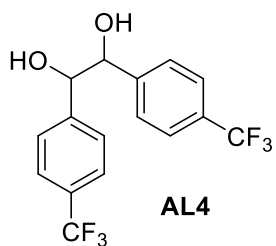
e) 2 pb



f) 2 pb

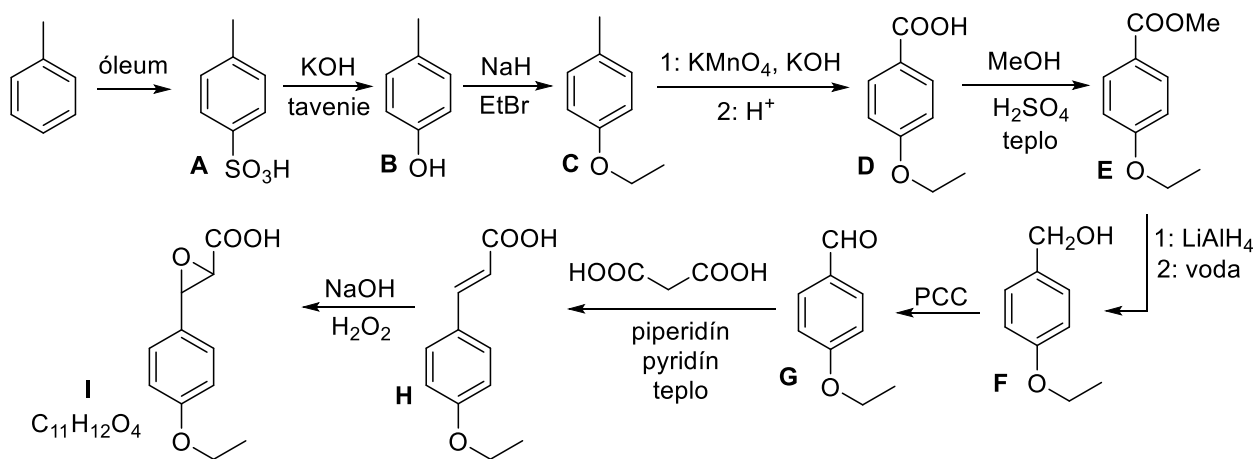


g) 2 pb



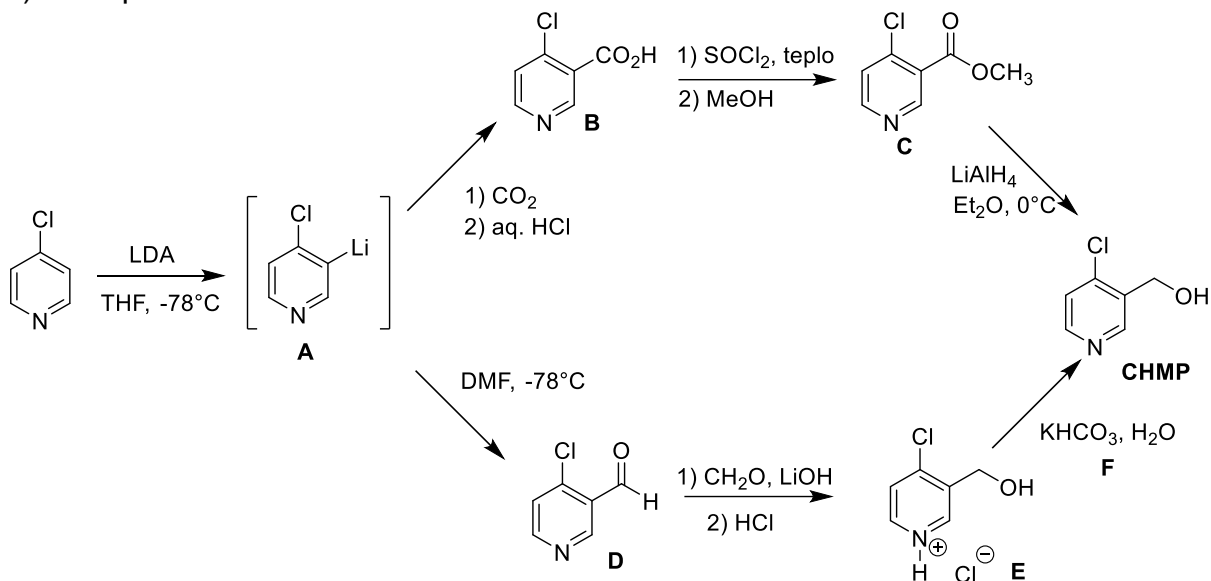
## Úloha 2 (3,6 b, 18 pb)

9x2 pb za A-I

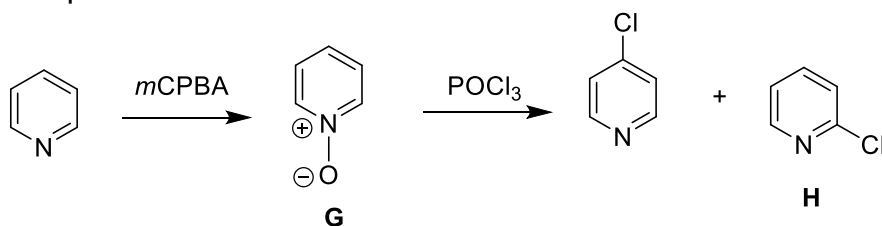


### Úloha 3 (3,2 b, 16 pb)

a) 6x2 pb za A-F

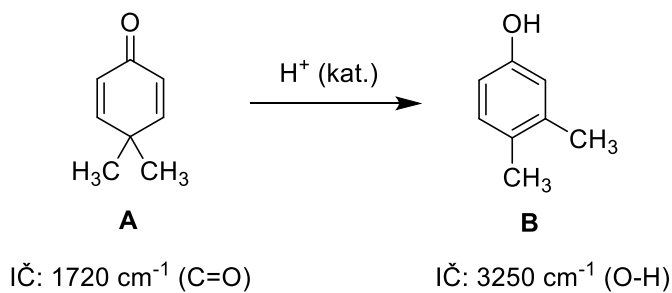


b) 2+2 pb za G a H.

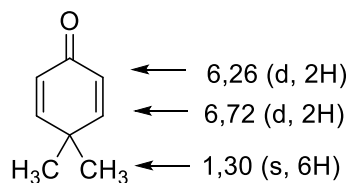


### Úloha 4 (3,0 b, 15 pb)

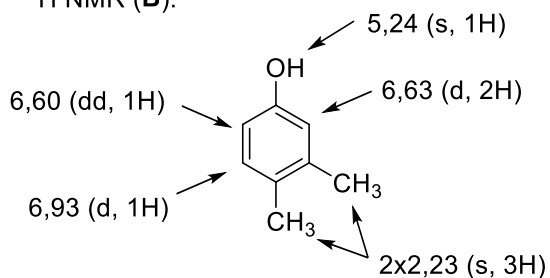
2+2 pb za štruktúry A a B; 2x1 pb za priradenie IČ; 9x1 pb za priradenie NMR.



<sup>1</sup>H NMR (**A**):



<sup>1</sup>H NMR (**B**):



## RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

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

**Pavol Štefík, Boris Lakatoš**

Maximálne 8 bodov = 24 pb  
Doba riešenia: 30 minút

1. (a) kompetitívny 1 pb

(b) nekompetitívny 1 pb

2.  $K_M = \frac{1}{0,8 \text{ L mmol}^{-1}} = 1,25 \text{ mmol L}^{-1}$  2 pb

$V_{max} = \frac{1}{0,4 \text{ L min } \mu\text{mol}^{-1}} = 2,5 \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$  2 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**.

3.  $k_{cat} = \frac{V_{max}}{c_{0E}} = \frac{2,5 \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}}{0,001 \mu\text{mol L}^{-1}} = 2500 \text{ min}^{-1} = 41,7 \text{ s}^{-1}$  2 pb

Katalytická účinnosť:  $\frac{k_{cat}}{K_M} = \frac{41,7 \text{ s}^{-1}}{1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}} \approx 3,3 \cdot 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  2 pb

Hodnota katalytickej účinnosti enzýmu nie je blízka hodnote difúzneho limitu. **1 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**.

4.  $K_{I,A} = \frac{c_I}{\frac{K'_M}{K_M} - 1} = \frac{1 \mu\text{mol L}^{-1}}{\frac{1}{\frac{0,6 \text{ L mmol}^{-1}}{1,25 \text{ mmol L}^{-1}} - 1}} = 3 \mu\text{mol L}^{-1}$  3 pb

$K_{I,B} = \frac{c_I}{\frac{V_{max}}{V'_{max}} - 1} = \frac{1 \mu\text{mol L}^{-1}}{\frac{2,5 \mu\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}}{0,7 \text{ L min } \mu\text{mol}^{-1}} - 1} = 1,33 \mu\text{mol L}^{-1}$  3 pb

Ak riešiteľ uvedie správne vypočítané hodnoty  $K_i$ , avšak v iných jednotkách, ako je uvedené v tomto autorskom riešení, udeliť za každý výsledok **1,5 pb**.

5. Krivka A: natívny enzým 1 pb

Krivka B: enzým v prítomnosti inhibítora A 1 pb

Krivka C: enzým v prítomnosti inhibítora B 1 pb

6. (A) – (3); (B) – (1); (C) – (2); (D) – (4)

Za každú správne určenú dvojicu udeliť **1 pb**, t. j. celkom **4 pb** za podúlohu.