

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/25

Kategória A

Krajské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY



ÚLOHY Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

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

Martin Brokeš, Šimon Budzák

Maximálne 18 bodov Doba riešenia 70 minút
--

Úloha 1 (18 bodov)

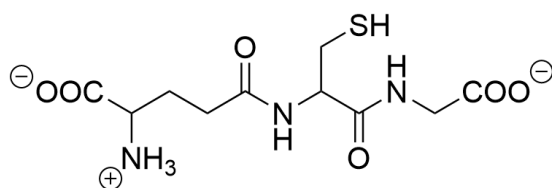
Kyanidový únik pri mestečku Baia Mare v Rumunsku je považovaný za druhú najväčšiu environmentálnu katastrofu v Európe od čias černobyľskej havárie. Banícka spoločnosť Aurul sľúbila rumunskej vláde, že odstráni zvyšky kyanidu z bane, ktoré sa v tej dobe začali šíriť do ovzdušia vo forme toxického prachu. Kyanidový odpad z bane sa skladoval v priehrade blízko mesta, kde dochádzalo k jeho postupnému oxidatívne mu rozkladu.

1. Napíšte chemickú reakciu (nie je nutné vyčíslávať) rozkladu kyanidu sodného za použitia vodného roztoku kyseliny peroxosírovej v iónovom tvare.
2. Kyanid sa počas oxidácie premieňa na trojatómový medziprodukt X^- , ktorý sa následne premieňa na finálne produkty oxidácie. Napíšte elektrónový štruktúrny vzorec tohto medziproduktu.

Priehrada 30. 1. 2000 pod náporom snehu praskla a jej obsah znečistil postupne rieku Someš, Tisu a Dunaj. Na toku rieky Tisa, ktorá bola vtedy pitným zdrojom pre 2,5 milióna Maďarov, došlo k úhynu všetkého riečného života. Po dvoch rokoch sa ekosystém dostal do normálu a v riekach sa znovu začali objavovať ryby, ktorých bola ale podľa maďarských rybárov iba pätina pôvodného množstva. Katastrofa mala vo svete veľké ohlasy. Okrem toho, že na jej počesť vznikla pieseň *Donaukinder* (z nem. Deti Dunaja) od nemeckej skupiny Rammstein, začalo volanie environmentálnych organizácií po zakázaní najrozšírenejšieho spôsobu izolácie zlata – kyanidového lúhovania. Kľúčom tohto procesu je udržanie stabilného, silne bázičného pH a vysoký obsah rozpusteného kyslíka vo vodnom roztoku.

3. Vyčíslenu chemickou rovnicou v iónovom tvare s vyznačením skupenských stavov opíšte proces kyanidového lúhovania zlata zo zlatej rudy.

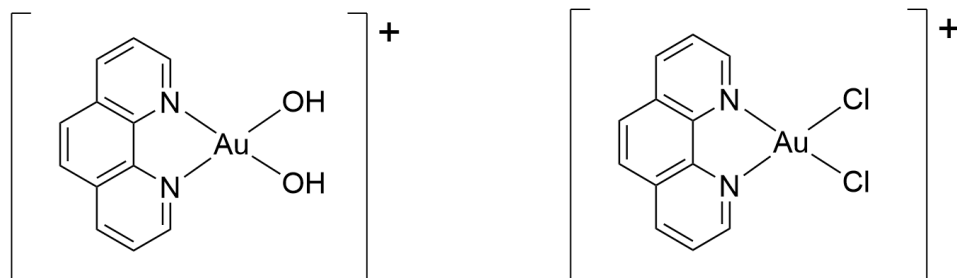
Okrem jedovatého kyanidu unikli z bane do životného prostredia aj iné ťažké kovy, a to prevažne zlato. Mechanizmus toxicity zlúčenín zlata spočíva v jeho vysokej afinity voči síre v organizme, ktorá zohráva kľúčovú úlohu pri definovaní funkcie proteínov. Zlato sa ireverzibilne viaže na atómy síry prítomné v aminokyseline cysteín, čo vyústi k deaktivácii proteínu. Príkladom jedného z týchto proteínov je tripeptid glutatión (Obr. 1). Glutatión je známy svojimi antioxidantnými vlastnosťami, ktorými zabraňuje akumulácii reaktívnych kyslíkových častíc (ROS) a tak udržiava vnútorné prostredie bunky stabilným.



Obrázok 1: Štruktúra tripeptidu glutatiónu (GSH).

4. V štruktúre glutatiónu identifikujte skupinu, ktorá sprostredkúva jeho hlavnú funkciu. Sumárnou chemickou rovnicou zapíšte schopnosť glutatiónu zabraňovať akumulácii hydroxylových radikálov. Pomôcka: Produkty nie sú radikály.

Vysoká afinita zlata voči síre v organizme žiaľ spomalila aj nádejný vývoj novej generácie chemoterapeutík. Katión Au^{3+} je izoelektrónový s katiónom Pt^{2+} , ktorý je súčasťou bežne používaných chemoterapeutík (cisplatina a karboplatina) na liečbu karcinómov. Niekoľko komplexov Au^{III} bolo testovaných so zameraním na ich cytotoxické vlastnosti, pričom niektoré dosahovali zaujímavé výsledky, v mnohých ohľadoch lepšie, než používané platnaté komplexy. Vo fyziologických podmienkach sa skúmali vlastnosti dvoch komplexov zlata (Obr. 2).



Obrázok 2: Štruktúry testovaných komplexov.

5. Navrhnite prípravu komplexu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{Cl})_2]\text{Cl}$ ak je k dispozícii čisté zlato, fenantrolín a bežné kyseliny (sírová, dusičná, chlorovodíková) a zásady (hydroxid

sodný a hydroxid draselný). Prípravu vyjadrite vyčíslenými chemickými rovnicami.

Po prvých experimentoch sa zistilo, že komplex $[\text{Au}(\text{phen})(\text{Cl})_2]^+$ je pri fyziologických podmienkach ($c(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{pH} = 7,4$) nestabilný a postupne sa cez medziprodukt **Y** premieňa na $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$. Po dosiahnutí rovnováhy je podiel $[\text{Au}(\text{phen})(\text{Cl})_2]^+$ v roztoku zanedbateľný. Pre lepšie pochopenie vlastností týchto komplexov vo vodnom roztoku sa pH-metricky skúmala ich rovnováha. Najskôr bola zhotovená tzv. Bjerrumova formačná funkcia n , ktorá predstavuje priemerný počet OH^- ligandov viazaných na jeden atóm zlata. Táto sa dá zapísať dvoma spôsobmi:

$$n_{\text{exp}} = (c(\text{NaOH}) - c(\text{H}^+) + \alpha(\text{Hphen}^+) \cdot 0,05 \cdot c(\text{Au}) + [\text{H}^+]) \cdot \frac{1}{c(\text{Au})},$$

kde $c(\text{NaOH})$, $c(\text{H}^+)$ a $c(\text{Au})$ sú koncentrácie pridávaného hydroxidu sodného, počiatočná koncentrácia H^+ a koncentrácia zlata v roztoku. Tieto veličiny sú konštantné naprieč celým meraním. Veličina $\alpha(\text{Hphen}^+)$ je podiel protonizovanej formy fenantrolínu (Hphen^+) k celkovej koncentrácii fenantrolínu. Druhým spôsobom je zápis pomocou konštant stability:

$$n_{\text{calc}} = \frac{\beta_1 X + 2\beta_2 X^2}{1 + \beta_1 X + \beta_2 X^2}$$

Veličiny $\alpha(\text{Hphen}^+)$ a X sú od koncentrácie H^+ závislé. Veličina X je len skrátenejší zápis pre pomer $X = [\text{OH}^-]/[\text{Cl}^-]$. Na to, aby sa experiment mohol spracovať, je nutné poznať závislosť týchto dvoch veličín od nezávisle premennej veličiny v oboch Bjerrumových formačných funkciách, ktorou je meraná veličina $[\text{H}^+]$.

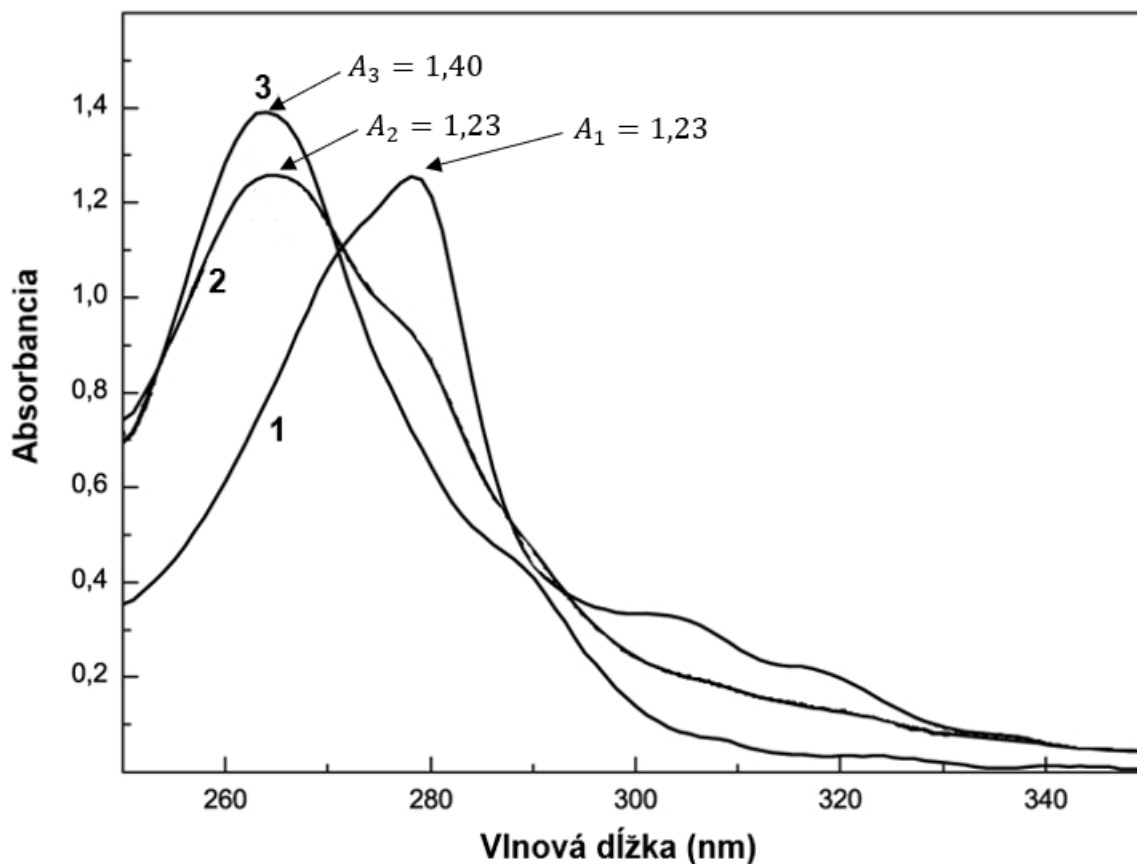
6. Separátne vyjadrite $\alpha(\text{Hphen}^+)$ a X ako funkcie $[\text{H}^+]$ a základných protolytických konštant.

Veličina X je však ešte o úroveň komplikovanejšia. Jej hodnota totiž nezávisí len od aktuálnej koncentrácie $[\text{H}^+]$, ale aj od stupňa premeny zlatitého komplexu, ktorý sa ale počas merania nemonitoruje.

7. Vysvetlite, prečo hodnota X závisí aj od stupňa premeny zlatitého komplexu. Navrhňte vhodnú aproximáciu veličiny X . Zdôvodnite.

Konštanty stability β_1 a β_2 sa spočítajú metódou najmenších štvorcov, a to minimalizáciou funkcie $RSS(\beta_1, \beta_2) = \sum_i^n (n_{\text{exp},i} - n_{\text{calc},i})^2$. Minimalizácia takejto funkcie dvoch premenných β_1 a β_2 vedie na dve parciálne derivácie, ktoré sa položia rovné nule. Následne sa numericky rieši sústava dvoch rovníc o dvoch neznámých, ktorej výsledkom sú hodnoty logaritmov konštánt stability $\log \beta_1 = 8,39$ pre reakciu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{Cl})_2]^+ \rightarrow \text{Y}$ a $\log \beta_2 = 15,41$ pre reakciu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{Cl})_2]^+ \rightarrow [\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$.

8. Určte štruktúru **Y** a vypočítajte jeho percentuálne zastúpenie vo fyziologickom roztoku (pH = 7,4, $c(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) po ustálení rovnováhy. Použite aproximáciu z úlohy 7.
9. Nakreslite štiepenia d orbitálov komplexu prislúchajúce všetkým možným geometriám pre dané koordinačné číslo a zaplňte ich elektrónmi (hladiny netreba označovať). Experimentálne sa zistilo, že magnetický moment komplexu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ je nulový. Na základe tejto znalosti určte tvar komplexu.



Obrázok 3: Záznam absorpčného spektra reakcie. Číslo 1 zodpovedá reakčnej zmesi v čase $t = 0 \text{ s}$ ($c([\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+) = 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$), číslo 2 v čase $t = 10 \text{ min}$, číslo 3 je absorpčné spektrum čistého fenantrolínu ($c(\text{phen}) = 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$).

Problémom komplexov na báze Au^{III} je, že interagujú s redukujúcimi tiolmi v organizme. Za fyziologických podmienok sa skúmala reakcia $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ s glutatiómom (v látkovom pomere 1:2), ktorá bola monitorovaná meraním UV absorpcie (Obr. 3).

Na začiatku bol v kyvete ($l = 0,05 \text{ cm}$) prítomný len čistý $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ (krivka 1). Následne sa k nemu pridal glutatión tak, aby sa koncentrácia $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ nezmenila. Po 10 minútach sa zaznamenalo ďalšie spektrum reakčnej zmesi (krivka 2). Na konci sa ešte zmeralo absorpčné spektrum pre samotný fenantrolín (krivka 3).

Pri analogickom pokuse s látkovým pomerom $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+ : \text{glutatión} > 1$ sa pozoroval rovnako rýchly posun hlavného absorpčného píku k nižším vlnovým dĺžkam, čo nemohlo byť spôsobené iba substitúciou OH^- ligandu za GS^- . Reakcia komplexu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ s glutatiómom prebieha v dvoch čiastkových krokoch. Prvým krokom je substitúcia jedného ligandu, druhým redoxná reakcia spolu so substitúciou druhého ligandu.

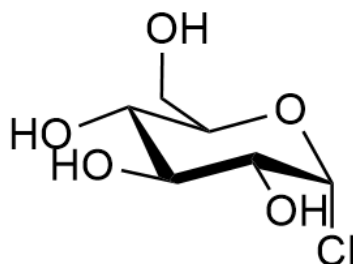
10. Chemickými rovnicami zapíšte oba čiastkové kroky. Vyčíslenie nie je nutné.

11. Z absorpčného spektra vypočítajte konverziu $[\text{Au}(\text{phen})(\text{OH})_2]^+$ po 10 minútach. Okrem fenantrolínu iné produkty reakcie z úlohy 10 v intervale vlnových dĺžok 250–300 nm neabsorbujú.

Nekompatibilita redukčného prostredia za fyziologických podmienok s prítomnosťou Au^{III} zatiaľ komplikuje možnosti pokračovať s výskumom v tejto oblasti. Navrhovaným vylepšením je využitie podstatne stabilnejších väzieb Au–C a tým potlačenie rozkladu komplexov. Zároveň s tým však pokračuje výskum v oblasti komplexov na báze zlata v oxidačnom čísle I (Au^{I}), z ktorých sa už napríklad auranofín používa na liečbu autoimunitného ochorenia reumatoidnej artritídy.

Pri príprave auranofínu sa vychádzalo z chlórglukózy (Obr. 4) v 4 krokoch, pričom sa v potrebných rozpúšťadlách postupne pridávali tieto reaktanty:

- Zmes kyseliny octovej a anhydridu kyseliny octovej v kyslom prostredí
- Kyselina tiooctová
- Zásaditá hydrolýza: NaHCO_3
- $(\text{Et})_3\text{PAuCl}$



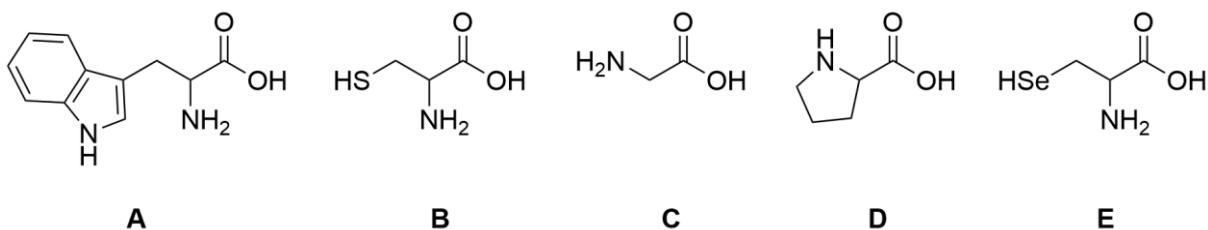
Obrázok 4: Štruktúra chlórglukózy.

12. Nakreslite štruktúru auranofínu.

U auranofínu sa zároveň pozorovala vysoká inhibícia a selektivita voči enzýmu tioredoxín reduktáze (TrxR), ktorý je prítomný v rakovinových bunkách rezistentných voči cisplatine.

13. Aktívne miesto TrxR enzýmu obsahuje nasledovnú sekvenciu aminokyselín.

Z nižšie uvedených aminokyselín vyberte dve, ktoré postranným reťazcom tvoria väzbu so zlatom, ktorá je zodpovedná za blokovanie TrxR.



ÚLOHY Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Ján Reguli

Maximálne 17 bodov
Doba riešenia 60 minút

Úloha 1 (3 body)

V školskom kole CHO sme varili vo vyšších nadmorských výškach, t. j. pri nižších tlakoch a teda nižších teplotách, čo nám muselo trvať dlhšie. V krajskom kole nemáme toľko času, preto budeme chcieť dobu varenia skrátiť. Iste viete, že sa to dá: slúžia na to tlakové hrnce. Molárna výparná entalpia vody je $\Delta_{\text{vap}}H(\text{H}_2\text{O}) = 40,599 \text{ kJ mol}^{-1}$.

1.1 Do tlakového hrnca vybaveného teplomerom sme naliali 4 litre vody. Hrnec sme postavili na sporák, zapálili sme plyn a počkali sme, kým voda začne vriieť a ustáli sa teplota. Aký tlak v hrnci udrží ventil, ak sa teplota ustálila na $150,4 \text{ }^\circ\text{C}$? V otvorenom hrnci voda vrela pri $100,0 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlak na barometri na stene ukazoval $101,325 \text{ kPa}$.

1.2 Vypočítajte, na akú hodnotu sa zvýši teplota varu vody v tlakovom hrnci, v ktorom sa dosiahne tlak 5 atm .

Úloha 2 (5 bodov)

Plynná zmes chloroformu ($p_A^* = 39,08 \text{ kPa}$) a acetónu ($p_B^* = 45,93 \text{ kPa}$) obsahovala 28 mólových percent chloroformu (X_A). Zo zmesi sme odsali vzduch a počkali sme na ustálenie rovnováhy pri teplote $35 \text{ }^\circ\text{C}$, ktoré nastalo pri tlaku $43,875 \text{ kPa}$. Sústava sa potom skladá z parnej a kvapalnej fázy; parná fáza sa správa stavovo ideálne a kvapalnú fázu považujte za ideálny roztok. Vypočítajte parciálne tlaky chloroformu a acetónu a ich mólové zlomky v parnej fáze. Stanovte, koľko mólových percent sústavy je v parnej fáze a koľko mólových percent chloroformu (z jeho celkového množstva) je v parnej fáze.

Úloha 3 (2,5 bodu)

V každej otázke vyznačte všetky správne odpovede; keď je na zistenie správnej odpovede potrebný výpočet, uveďte ho.

1. Elektromotorické napätie galvanického článku

- a) je definované ako potenciálový rozdiel na svorkách nezaťaženého článku.
- b) sa rovná algebraickému súčtu všetkých potenciálov vnútri článku, ktorým preteká prúd.
- c) je totožné so svorkovým napätím článku, ktorý dodáva el. prúd do vonkajšieho obvodu.

Vo všetkých prípadoch predpokladáme, že obidva prívody sú z rovnakého materiálu.

2. Potenciál elektródy

- a) je veličina, ktorej absolútnu hodnotu sa nedá experimentálne určiť.
- b) sa dá experimentálne stanoviť len relatívne vzhľadom na zvolenú potenciálovú nulu.
- c) sa rovná elektromotorickému napätiu článku, ktorého pravou elektródou je uvažovaná elektróda a ľavou je štandardná vodíková elektróda.
- d) je kladný, ak je táto elektróda kladná voči štandardnej vodíkovej elektróde.

3. Ak nám prestala svietiť baterka, pretože sa v nej vybila batéria, znamená to, že

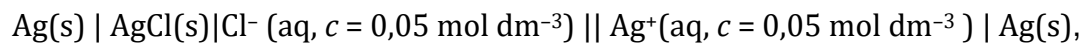
- a) chemická reakcia, ktorá prebiehala v batérii, dobehla do rovnováhy.
- b) batéria obsahuje už len reakčné produkty reakcie, ktorá v nej prebiehala.
- c) štandardné elektromotorické napätie batérie je nulové.
- d) elektromotorické napätie batérie dosiahlo nulu.

4. Ak máme batériu, ktorá sa dá dobíjať (napr. batéria v mobilnom telefóne), môžeme ju používať oveľa dlhšie. Pripojíme ju k vonkajšiemu zdroju napätia (napr. cez adaptér do zásuvky s napätím 220 V) a tým dosiahneme, že

- a) batéria prijíma zo siete elektróny a tak sa nabíja na pôvodné napätie.
- b) v batérii prebieha redoxná reakcia v opačnom smere ako pri jej vybíjaní.
- c) v batérii prebieha dej, ktorý nazývame elektrolýza.

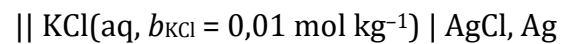
Úloha 4 (6,5 bodu)

4.1 Kombináciou argentochloridovej a striebornej elektródy môžeme zostrojiť koncentračný článok:



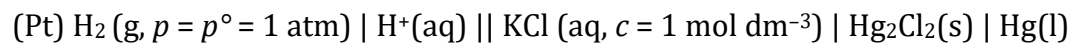
Aké bude napätie tohto článku pri teplote 25 °C? Konštanta (súčin) rozpustnosti AgCl má hodnotu $1,78 \cdot 10^{-10}$.

4.2 Pri teplote 25 °C elektromotorické napätie galvanického článku



je $E = 1,05034 \text{ V}$ a $E^\circ(\text{AgCl}/\text{Cl}^-) = 0,2224 \text{ V}$. Napíšte rovnicu reakcie, prebiehajúcej v tomto galvanickom článku a vypočítajte hodnotu jej rovnovážnej konštanty.

4.3 Pri meraní pH roztoku pri 20 °C sa zostavil článok



ktorého elektromotorické napätie malo hodnotu 0,571 V. Určte hodnotu pH roztoku vodíkovej elektródy, ak pri 20 °C potenciál „jednomolárnej“ kalomelovej elektródy $E_{\text{kal}} = 0,278 \text{ V}$.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

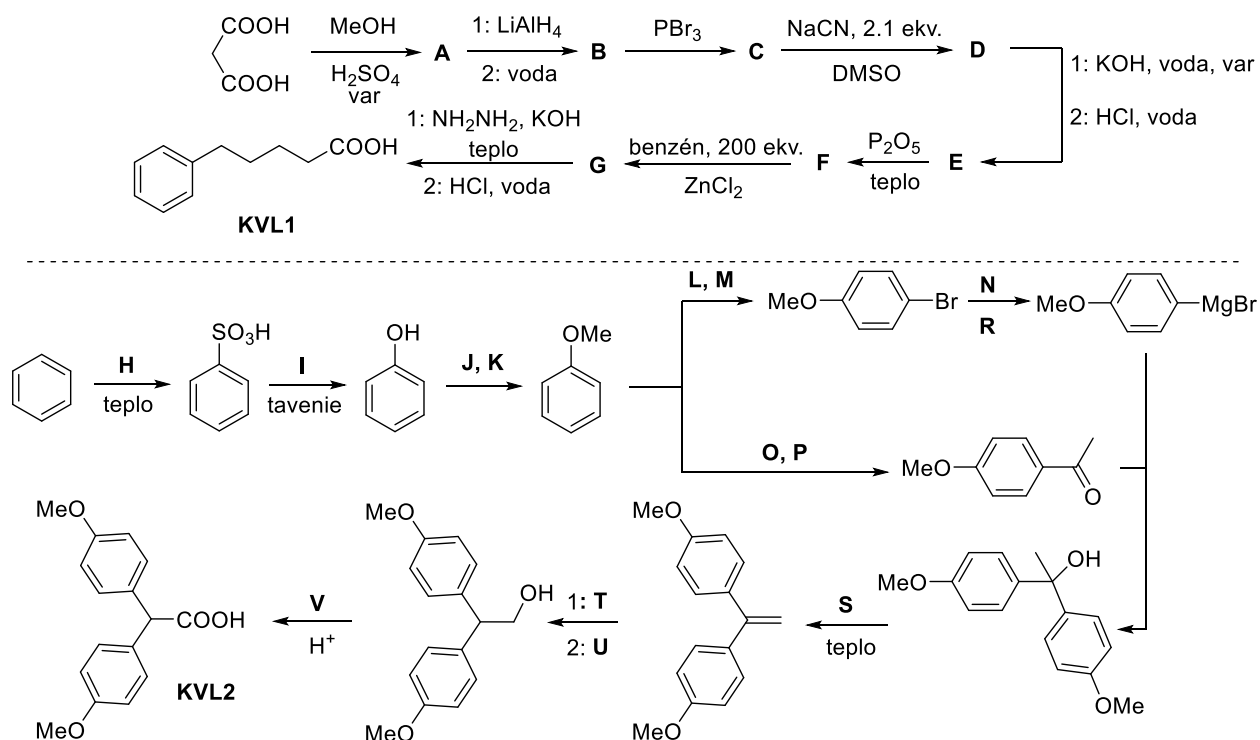
Michal Májek, Radovan Šebesta

Maximálne 17 bodov
Doba riešenia 60 minút

Úloha 1 (9,4 bodov)

Prvá organická elektrochemická reakcia bola objavená už v 19. storočí – išlo o Kolbeho elektrolýzu. Reakcia prebieha za miernych podmienok a ako východiskové látky slúžia organické karboxylové kyseliny. V zjednodušenej verzii by sa ako zdroj elektrickej energie dala použiť aj obyčajná autobatéria.

Prekuzormi pre Kolbeho elektrolýzu sú východiskové látky **KVL1** a **KVL2**:



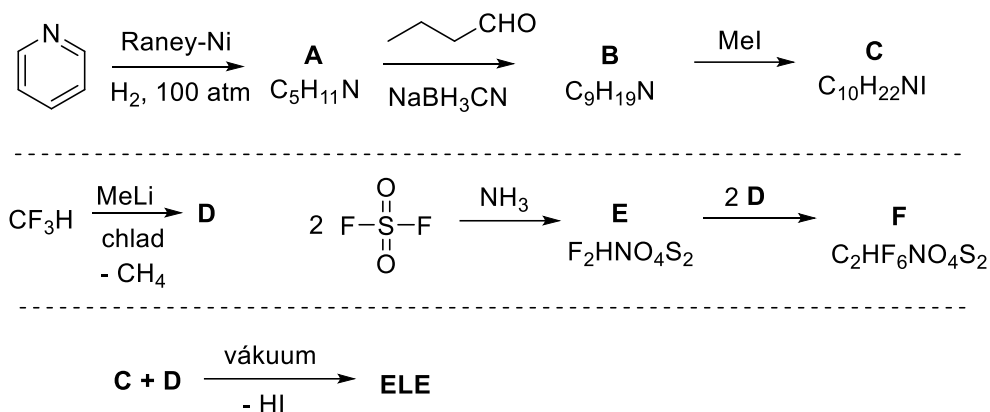
a) Doplňte reagenty **A – G**.

b) Doplňte reagenty **H – P** a **S – V** a rozpúšťadlo **R**.

- c) Kyselinu **KVL1** sme rozpustili v 5 % roztoku MeONa v metanole. Následne sme ju elektrolyzovali pri konštantnom prúde. Viete, že pri Kolbeho elektrolýze sa anión kyseliny **KVL1** oxiduje jedoelektrónovo za vzniku labilného radikálu **X1**. Ten stráca molekulu plynu **X2**, pričom vzniká radikál **X3**. Dva radikály **X3** dimerizujú za vzniku stabilného produktu **X4**. Napíšte štruktúru látok **X1 – X4**
- d) Vyberte vždy jednu z možností:
- Anión kyseliny **KVL1** reaguje na anóde alebo na katóde?
 - Je táto elektrolýza potenciostatická alebo galvanostatická?
- e) Ak by táto elektrolýza prebiehala pri 100 % faradayickej účinnosti, koľko hodín by sme museli roztok **KVL1** elektrolyzovať, aby sme dostali 1,00 g produktu **X4** pri prúde 40 mA? Poznámka: uvažujte, že relatívne atómové hmotnosti C, O, H sú 12; 16; 1.
- f) Ak by sme elektrolyzovali kyselinu **KVL2** za rovnakých podmienok, pri akých sme elektrolyzovali kyselinu **KVL1**, nedostaneme očakávaný produkt Kolbeho elektrolýzy. Je to tak preto, lebo intermediálny radikál namiesto dimerizácie podlieha veľmi ľahko strate ešte jedného elektrónu. Po elektrolýze **KVL2** v 5 % roztoku MeONa v metanole tak ako stabilný produkt dostaneme látku **X5** so sumárnym vzorcom $C_{16}H_{18}O_3$. Aká je jej štruktúra?

Úloha 2 (2,8 bodov)

V elektromobilite sú kľúčom k dlhému dojazdu veľkokapacitné batérie. Veľkým problémom tradičných elektrolytov v takýchto batériách je horľavosť rozpúšťadiel, v ktorých sú rozpustené – v kombinácii s pyroforickým lítiom môže ísť o skutočne *explozívny* výsledok v prípade havárie. Riešením sú nehorľavé organické elektrolyty, kde je elektrolytom tekutá organická soľ – ako **ELE**. Takéto látky musia byť extrémne termicky stabilné a nesmú podliehať zmenám na elektródach.



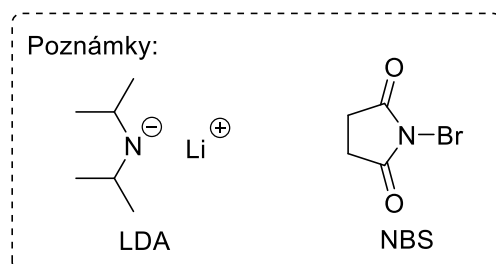
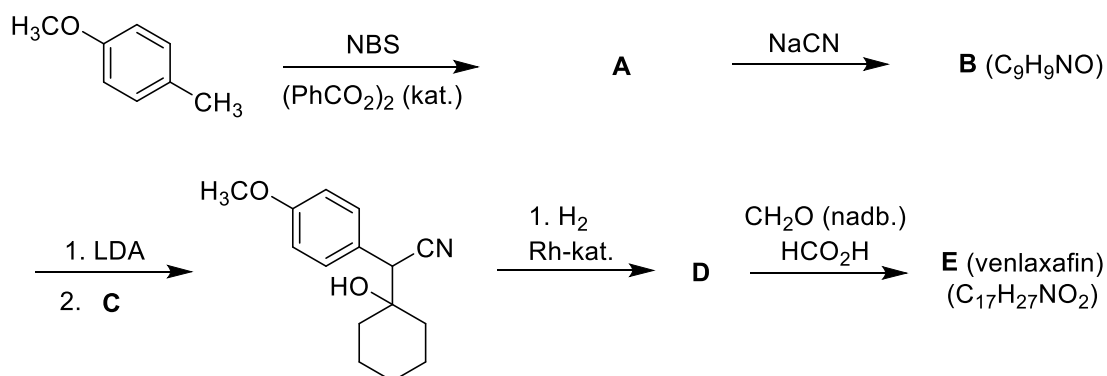
a) Doplňte štruktúru látok **A – F** a **ELE**.

b) Samotná látka **C** je nevhodná ako elektrolyt do batérií, pretože podlieha veľmi ľahko premene na anóde. Navrhnite o akú reakciu ide.

Úloha 3 (3,2 bodov)

Liečivo venlaxafin je antidepresívum, ktoré obsahuje častý 1,3-amino alkoholový štruktúrny motív. Jeho syntéza začína z 1-metoxy-4-metylbenzénu v piatich syntetických krokoch. Poznámka: V prvom kroku by sa namiesto NBS mohol použiť aj bróm a namiesto $(\text{PhCO}_2)_2$ aj iný iniciátor ako napríklad AIBN.

a) Doplňte chýbajúce činidlá, prípadne medziprodukty v syntéze ako aj výslednú štruktúru venlaxafinu **A – E**.

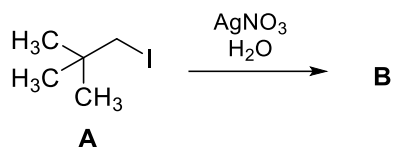


b) Akú úlohu zohráva LDA v premene zlúčeniny **B**? Uvedte štruktúru medziproduktu, ktorý vznikne.

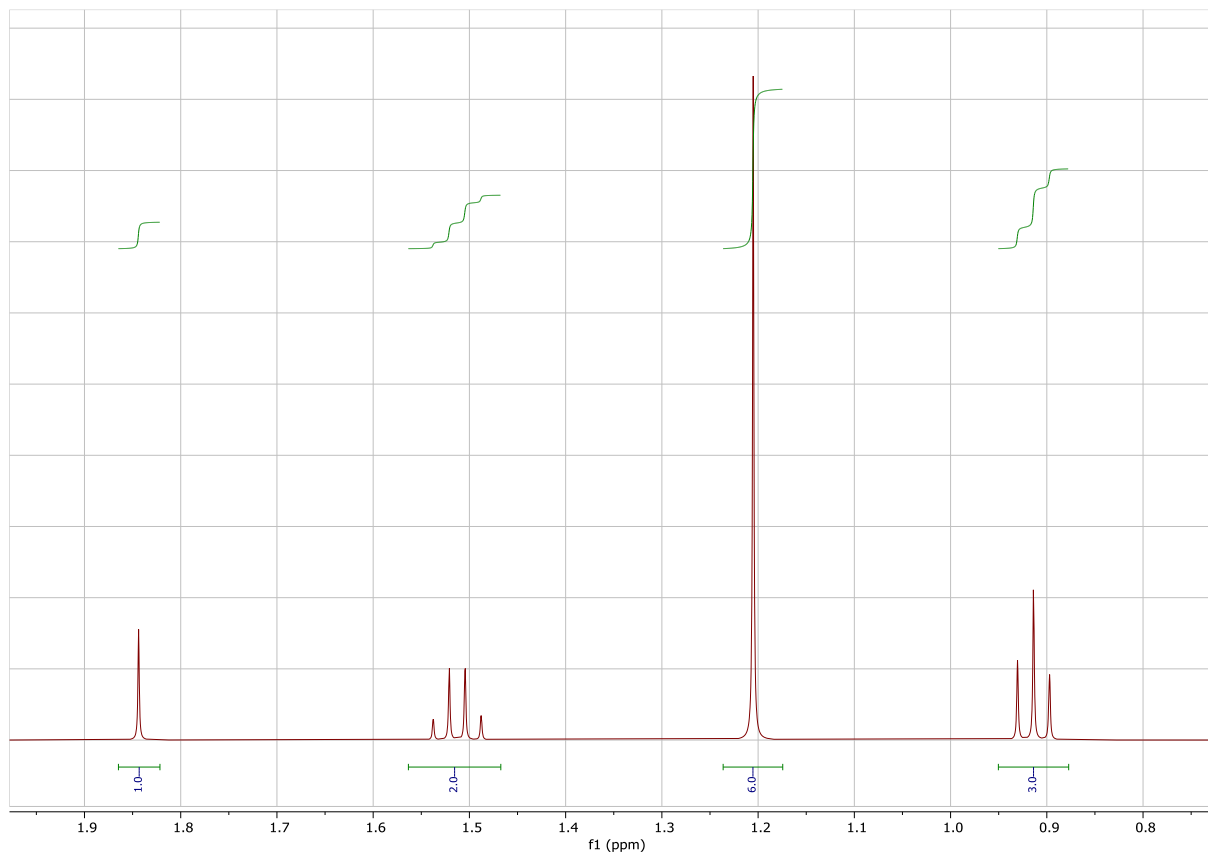
c) Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že jednoduchším spôsobom uskutočnenia posledného kroku by mohlo byť použitie jódmetánu. Prečo to nie je vhodné?

Úloha 4 (1,6 bodov)

Chemické reakcie majú často na prvý pohľad neočakávaný priebeh. A práve vo chvíľach, keď v laboratóriu získavame to čo sme nechceli alebo neočakávali, je neoceniteľnou pomocníčkou molekulová spektroskopia, teda metódy ako NMR, IČ alebo hmotnostná spektrometria, ktoré nám pomôžu vyriešiť štruktúru zlúčenín. Pri reakcii zlúčeniny **A** s AgNO_3 a vodou sa získa zlúčenina **B**. MS analýza zlúčeniny **B** ukázala molekulový ión m/z 88. ^1H NMR spektrum zlúčeniny **B** je zobrazené nižšie. V IČ spektre zlúčeniny **B** je široký a intenzívny signál pri 3371 cm^{-1} . Určte štruktúru zlúčeniny **B** a priradte signály v ^1H NMR spektre aj signál v IČ.



^1H NMR spektrum zlúčeniny **B**



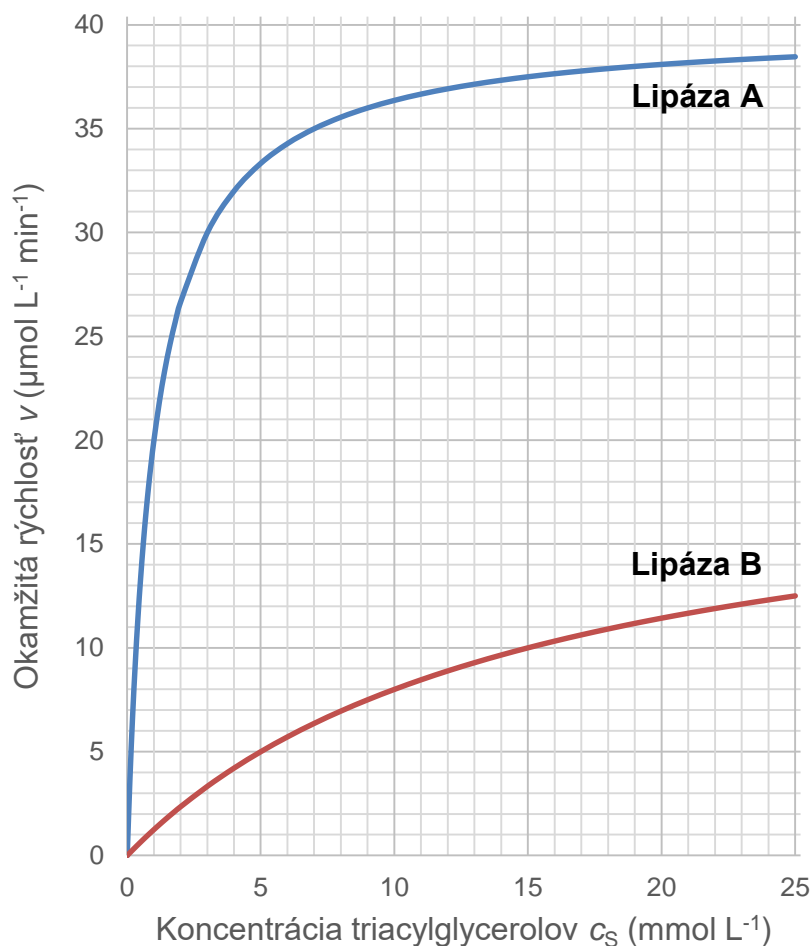
ÚLOHY Z BIOCHÉMIE

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

Pavol Štefík, Boris Lakatoš

Maximálne 8 bodov
Doba riešenia: 30 minút

Lipázy predstavujú enzýmy, ktoré rozkladajú triacylglyceroly na glycerol a voľné mastné kyseliny. Na obrázku 1 je znázornená závislosť okamžitej rýchlosti reakcie katalyzovanej dvoma lipázami, ktoré sú označené ako „lipáza A“ a „lipáza B“, od koncentrácie triacylglycerolov. Predpokladajte, že obe reakcie zodpovedajú modelu Michaelisa a Mentenovej.



Obrázok 1: Závislosť okamžitej rýchlosti reakcie katalyzovanej lipázou A a lipázou B.

1. Na základe obrázku 1 vypočítajte hodnoty Michaelisovej konštanty K_M (v mmol L^{-1}) a limitnej rýchlosti reakcie V_{\max} (v $\mu\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$) pre obe lipázy.
2. Koncentrácia oboch lipáz pri určovaní závislostí na obrázku 1 bola 10 nmol L^{-1} . Vypočítajte katalytickú účinnosť (v $\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$) oboch lipáz.
3. Aká musí byť koncentrácia kompetitívneho inhibítora (v $\mu\text{mol L}^{-1}$), charakterizovaného hodnotou inhibičnej konštanty $K_i = 1 \mu\text{mol/L}$, aby lipáza A vykazovala rovnakú hodnotu K_M ako lipáza B?
4. Jedna z lipáz je prítomná v pečeni a druhá pochádza z mikroorganizmu, ktorý žije v pôde. Priradte lipázu A a lipázu B k svojmu zdroju.
5. Napíšte názov triedy enzýmov, do ktorej patria lipázy.

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