

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**53. ročník, školský rok 2016/2017**

**Kategória EF**

**Domáce kolo**

**TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY**

# ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 53. ročník – školský rok 2016/2017

## Domáce kolo

Daniel Vašš

|                    |
|--------------------|
| Maximálne 15 bodov |
|--------------------|

## Úvod

Úlohy zo všeobecnej a fyzikálnej chémie (kategória E - juniori) sú v tomto školskom roku zamerané na výpočty hmotnostných zlomkov, výpočty z chemických rovníc a materiálových bilancií. Pozornosť je venovaná aj protolytickým rovnováham (silné, slabé kyseliny a zásady, neutralizácia a výpočet pH). Tieto výpočty sú kombinované s jednoduchými chemickými výpočtami a premenou základných jednotiek. Riešenie úloh vyžaduje základnú znalosť názvoslovía anorganických zlúčenín a zápisu chemických rovníc. Pracuje sa hlavne so zlúčeninami dusíka vo veľkej miere využívanými pri výrobe priemyselných hnojív. V zadaniach úloh sú uvedené názvy zlúčenín (bez vzorcov) a chemické rovnice sú zadané slovne.

Pre kategóriu F (seniorov) sú pripravené úlohy z oblasti termochémie (reakčné, zlučovacie a spalné teplo, Hessov zákon) a výpočty zo stavovej rovnice ideálneho plynu. Výpočty sú kombinované so základnými prepočtami objemov jednoduchých telies, s jednoduchými chemickými výpočtami a výpočtami z chemických rovníc. Nutnosťou pre úspešné riešenie úloh je poznanie názvoslovía anorganických zlúčenín a taktiež základných organických zlúčenín

## Odporúčaná literatúra

1. A. Sirota, J. Kandráč: *Výpočty v stredoškolskej chémii*. 2. vyd., SNP, Bratislava, 1995.
2. J. Široká: *Chémia pre 1. ročník SPŠCH*, Príroda, Bratislava, 1997.
3. A. Mašlejová, A. Kotočová, I. Ondrejčovičová, B. Papánková, D. Valigura: *Výpočty v anorganickej chémii*. Nakladateľstvo STU, Bratislava 2012.
4. J. Schlemmer, V. Valter: *Fyzikálna chémia pre priemyselné školy chemické*, Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava, 1957, kap. č. 7. a 10.

5. J. Gažo a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*, Alfa, Bratislava, 1981, kap. č. 8 (Kyseliny a zásady), 43 (Prílohy).
6. J. Kohout, M. Melník: *Anorganická chémia I, Základy anorganickej chémie*; Vydavateľstvo STU v Bratislave, 1997, kap. č. 1, 5 (str. 85 – 87), 7.1 a 12.
7. D. Valigura a kol.: *Chemické tabuľky*, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2004.
8. A. Sirota, E. Adamkovič: *Názvoslovie anorganických látok*, Metodické centrum v Bratislave, Bratislava, 2002.
9. B. Papánková, I. Ondrejčovičová: *Používanie platných číslíc v chemických výpočtoch, Biológia, ekológia, chémia*, **2** (1998), str. 15 – 18
10. Predošlé ročníky chemickej olympiády.
11. Internetové zdroje

### Úloha 1 (8,5 b) (JUNIORI)

Priemyselné hnojivo nazývané *DASA 26/13* je zmes prevažne dusičnanu amónneho (DA) a síranu amónneho (SA) a zvyšok sú iné látky. Čísla uvádzajú obsah celkového dusíka a síry v hnojive, teda 26 hm.% N a 13 hm.% S. Počas jeho výroby došlo k narušeniu správneho dávkovacieho pomeru surovín a vyrobilo sa hnojivo so zložením 24% N a 14% S v množstve 530 ton.

- a) Vypočítajte obsah N a S v hmotnostných % v hnojive, ktorým musíme upraviť vyrobené hnojivo na predpísaný pomer živín. Hmotnosť použitého hnojiva, ktorým upravujeme, je 900 ton.
- b) Vypočítajte hmotnostný zlomok dusíka v DA, zlomok dusíka a síry v SA.
- c) Vypočítajte hmotnostné zlomky DA a SA v hnojive *DASA 26/13*.
- d) Vodné roztoky DA či SA budú mať pH kyslé/neutrálne/alkalické? Svoju odpoveď zdôvodnite.

### Úloha 2 (6,5 b) (JUNIORI)

Kyselina trihydrogénfosforečná je slabá, trojsýtna kyselina. Jej  $pK_{A1} = 2,148$ .

- a) Napíšte rovnicu disociácie kyseliny fosforečnej do prvého a druhého stupňa v stavovom tvare (rovnica 1,2).
- b) Vypočítajte pH roztoku kyseliny fosforečnej s hmotnostnou koncentráciou 2,45 g.dm<sup>-3</sup>. Uvažujte len disociáciu do prvého stupňa.

### Údaje potrebné k riešeniu úloh (JUNIORI)

| Značka prvku | atómová hmotnosť prvku [g mol <sup>-1</sup> ] |
|--------------|-----------------------------------------------|
| P            | 30,9738                                       |
| O            | 15,9994                                       |
| N            | 14,0067                                       |
| H            | 1,0079                                        |
| S            | 32,065                                        |

### Úloha 3 (8 b) (SENIORI)

Propán-butánova bomba bežne dostupná obsahuje 10 kg zmesi propánu a butánu v hmotnostnom pomere 30% propánu a 70% butánu. Predpokladajme, že tlaková bomba je valcového tvaru s priemerom 300 mm a výšky 530 mm. Predpokladajme ideálne správanie plynu.

- Vypočítajte, aký by bol tlak v bombe pri teplote 20°C za predpokladu, že celý obsah nádoby je v plynnom skupenstve.
- Pri akej teplote teoreticky dôjde k roztrhnutiu tlakovej bomby, ak odoláva tlaku 5MPa?
- Prečo v skutočnosti nádoba odoláva bez problémov bežným teplotám, ak podmienky ako množstvo náplne, objem, zloženie.... sú reálne? Svoje tvrdenie zdôvodnite.
- Napíšte rovnicu horenia propánu a butánu v stavovom tvare za normálnych podmienok.

### Úloha 4 ( 7 b) (SENIORI)

Vodný roztok uhličitanu sodného sa neutralizoval kyselinou chloristou v stechiometrickom pomere.

Zlučovacie teplá všetkých prítomných látok majú tieto hodnoty:

$\Delta H$  (uhličitan sodný) = -1127,2 kJ mol<sup>-1</sup>,

$\Delta H$  (kyselina chloristá) = -129,9 kJ mol<sup>-1</sup>,

$\Delta H$  (voda) = -282,8 kJ mol<sup>-1</sup>,

$\Delta H$  (chloristan sodný) = -383,4 kJ mol<sup>-1</sup> a

$\Delta H$  (plynný produkt) = - 396 kJ mol<sup>-1</sup>.

- a) Napíšte rovnicu neutralizácie v stavovom tvare.
- b) Vypočítajte reakčné teplo neutralizácie zo známych zlučovacích tepiel .
- c) Vypočítajte, o koľko  $^{\circ}\text{C}$  sa zvýši teplota roztoku, ak neutralizácia 10 g uhličitanu sodného s kyselinou chloristou prebehla v stechiometrickom pomere. Výsledný roztok má hmotnosť 1 kg a pre zjednodušenie uvažujte len s tepelnou kapacitou majoritnej zložky.
- d) Aké zlučovacie teplo majú prvky?

### Údaje potrebné k riešeniu úloh (SENIORI)

| Značka prvku               | atómová hmotnosť prvku [ $\text{g mol}^{-1}$ ] |
|----------------------------|------------------------------------------------|
| Na                         | 22,9898                                        |
| O                          | 15,9994                                        |
| C                          | 12,011                                         |
| H                          | 1,0079                                         |
| Cl                         | 35,4527                                        |
| konštantné veličiny        |                                                |
| $C_P (\text{H}_2\text{O})$ | $4,19 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$       |
| $R$                        | $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$      |

# ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 53. ročník – školský rok 2016/2017

## Domáce kolo

Miloslav Melník

Maximálne 15 bodov.

## Úvod

V tomto ročníku sa zameriame na izoprenoidné lipidy (terpény) a na vitamíny.

Terpény predstavujú štruktúrne rozmanitú skupinu prírodných látok. Vyskytujú sa vo všetkých živých organizmoch, ale predovšetkým v rastlinách ako súčasť éterických olejov, silíc, balzamov alebo živíc. Sú nerozpustné vo vode a mnohé z nich sa vyznačujú špecifickou vôňou. Po chemickej stránke ide o uhľovodíky a hlavne ich kyslíkové deriváty – alkoholy, aldehydy, ketóny, kyseliny, laktóny a iné.

Vitamíny sú organické zlúčeniny potrebné na normálnu funkciu živočíšneho a ľudského organizmu, ktoré si spravidla nedokáže sám vytvárať. Vitamíny sú účinné v malých množstvách, neposkytujú energiu a nie sú stavebným materiálom, majú však zásadný význam pre premenu energie, pre činnosť rôznych enzymatických systémov. Niektoré nie sú samotne biologicky účinné, ale účinné sú ich aktívne formy (koenzýmy, prostetické skupiny) v spojení s proteínovou zložkou.

Základné rozdelenie vitamínov podľa rozpustnosti – v tukoch, vo vode – je podmienené historicky. Z hľadiska výživy je užitočné dodnes, pretože ako prvé ukazuje na prednostný výskyt daného vitamínu v určitých potravinách.

V literatúre a pri štúdiu je potrebné zamerať sa predovšetkým na tieto oblasti:

1. Terpény – rozdelenie, štruktúra (vzorce), názvoslovie (systémové aj triviálne), konfiguračná izoméria, vlastnosti, izolácia, výskyt a použitie (hlavne acyklické a monocyklické). (**JUNIOR, SENIOR**)
2. Vitamíny rozpustné v tukoch – štruktúra (vzorce), rozlíšenie podľa štruktúry, funkcia v organizme, ochorenia z nedostatku, príp. nadbytku. (**JUNIOR, SENIOR**)
3. Vitamíny rozpustné vo vode – štruktúra (vzorce), rozlíšenie podľa štruktúry, funkcia v organizme, vzťah vitamín – koenzým, štruktúra a funkcia príslušných koenzýmov, ochorenia z nedostatku. (**SENIOR**)

Poznámka k názvom vitamínov: Vzhľadom na nejednoznačnosť v názvosloví vitamínov som sa rozhodol v úlohách rozlišovať názov zaužívaný (označovanie pomocou písmen – vitamín B<sub>1</sub>) a odporúčaný (chemický – tiamín). Pokiaľ nie je výslovne v zadaní úlohy uvedené aký názov máte použiť, môžete si vybrať jeden alebo druhý.

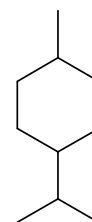
### Odporúčaná literatúra

1. M. Ferenčík, B. Škárka, M. Novák, L. Turecký: *Biochémia*, Slovak Academic Press, Bratislava, 2000, s. 77 – 83, 183 – 196, 637 – 649.
2. D. Dobrota a kol.: *Lekárska biochémia*, Osveta, Martin, 2012, s. 57 – 64, 136 – 141, 620 – 638.
3. R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rodwell: *Harperova biochémie*, Nakladatelství H+H, Jinočany, 2002, s. 66 – 67, 601 – 629.
4. F. Devínsky a kol.: *Organická chémia*, Osveta, Martin, 2013, s. 680 – 689.
5. Ľubovoľné učebnice organickej chémie, biochémie a biológie (resp. internetové zdroje) a v nich časti týkajúce sa uvedených okruhov.

### Úloha 1 (8 b - JUNIOR; 4 b - SENIOR)

Štruktúrny základ terpenov tvoria dve alebo viaceré rôznym spôsobom pospájané izoprénové jednotky. Podľa tvaru reťazca ide väčšinou o acyklické a monocyklické zlúčeniny.

- 1.1 Nakreslite racionálny (schematický) vzorec izoprénu a napíšte jeho systémový názov.
- 1.2 Rozdeľte terpeny podľa počtu izoprénových jednotiek.
- 1.3 Acyklickým terpénom je napr. **myrcén** – 7-metyl-3-metylidénokta-1,6-dién, ktorý sa vyskytuje v silici získanej z chmeľu, materinej dúšky a petržlenu a má pravdepodobne analgetické účinky. Nakreslite jeho racionálny (schematický) vzorec.
- 1.4 Základom monocyklických terpenov je **p-mentán** (v prírode sa samostatne nevyskytuje) – **vzorec vpravo**. Napíšte jeho systémový názov.



Na správnom a šetrnom získavaní hlavne monoterpenov z rastlinných

materiálov je založený najmä kozmetický priemysel. Nižšie je uvedená časť textu, ktorá bola prevzatá (a trochu upravená; bez kontroly pravopisu) z knihy *Parfum* (Süskind, P. *Parfum*. Bratislava: Tatran, 1987. s. 136 – 139. 061-095-87). Dej príbehu sa odohráva vo Francúzku v 18. storočí:

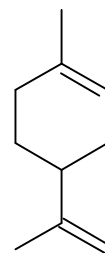
- a) „Bolo práve obdobie, keď kvitli narcisy. ... Kvety sa dodávali (*do dielne*) už celkom zavčas zrána ... (*tovariš*) vo veľkých kotloch roztápal medzitým bravčové sadlo a hovädzí loj na krémovú polievku a do nej hádzal čerstvé kvety po celých mericiach, zatiaľ čo (*tovariš*) musel neprestajne miešať roz-tierkou dlhou ako metla. ... Podchvíľou bola polievka prihustá a vtedy ju museli rýchlo preciedzať cez veľké sitá, aby ju zbavili vylúhovaných (*kvetov*) a pripravili na čerstvé kvety. Potom nakladali a miešali a preciedzali ďalej, celý deň bez ustania ... Nasledujúci deň sa pokračovalo ... – pod kotlom sa znovu zakúrilo, tuk sa znova roztápal a znova napustil novými kvetmi. Tak to pokračovalo niekoľko dní od svitu do mrku. .... Po istom čase (*tovariš*) usúdil, že tuk je nasýtený a už nemôže pohltiť ďalšiu vôňu. Vtedy oheň zahasili, naposledy scedili ťažkú polievku a vliali do kameninových téglikov, kde zanedlho stuhla na nádherne rozvážajúcu pomádu.“
- b) „A vtedy pomádu ... v uzavretých hrncoch ... ohriali, premiešali s najjemnejším vínnym liehom a ... dôkladne premiešali a premyli. Keď všetko zanesli späť do pivnice, celá zmes rýchlo vychladla, alkohol sa odlúčil od tuhnúceho tuku pomády a dal sa zliať do fliaš.“
- c) „Po dôkladnom filtrovaní (*alkoholu*) cez gázové šatky ... naplnil neveľký alambik navoňaným alkoholom a pomaly ho (*zahrieval*) nad celkom slabým ohňom. Čo (*potom*) ... zostalo v kotli, bolo iba drobulinké množstvo blede sfarbenej tekutiny ... : číry olej kvetov, ich číročistá vôňa, stotisícnásobne skoncentrovaná na malú kaluž absolútnej esencie.“
- d) „Koncom júla sa začalo obdobie jazmínu, v auguste obdobie tuberóz. ... Vo zvláštnej ovoniavacej miestnosti sa (*kvety*) rozsýpali na dosky natreté chladným tukom alebo sa zľahka balili do šatiek napitých olejom ... Až po troch alebo štyroch dňoch zvädli a svoju vôňu vdýchli okolitému vzduchu alebo oleju. Potom ich odtiaľ obozretne povytáhovali a vysýpali na čerstvé kvety. Tento postup sa opakoval vari desať, ba až dvadsať ráz, a kým sa

pomáda nasýtila a vonný olej sa mohol zo šatiek vylisovať, prišiel september.“

**1.5** Ako sa volajú jednotlivé separačné metódy, popísané v uvedených odsekoch (a, b, c a d)?

**1.6** Prečo sa na izoláciu vonných látok z rastlinného materiálu použila bravčová masť, resp. hovädzí loj?

Citrón (*Citrus limon*), resp. citrónová kôra (ako aj kôra iných citrusových plodov) obsahuje významné množstvo opticky aktívneho monoterpénu (**vzorec vpravo**), ktorý sa bežne používa v kozmetických výrobkoch. Táto látka je jedným z príkladov, že ľudské čuchové receptory skôr rozlišujú trojrozmerný tvar molekuly ako jej zloženie. Preto enantioméry danej látky môžu vyvolať rozdielne čuchové vnemy (tzv. *enantioselektívna percepcia*) – jeden izomér spomínaného monoterpénu má citrónovo-pomarančovú arómu, druhý borovico-



**1.7** Napíšte triviálny názov monoterpénu (**vzorec vpravo hore**) nachádzajúceho sa vo veľkom množstve (90 %) v citrónovej silici.

**1.8** Vo vzorci vyznačte stereogénne centrum (chirálny, asymetrický atóm uhlíka).

Medziproduktom pri biosyntéze cholesterolu z acetylkoenzýmu A je nenasýtený uhľovodík (s väčším počtom atómov uhlíka ako má cholesterol), ktorý sa zaraďuje medzi terpény.

**1.9** Aký triviálny názov má spomínaný terpén? V literatúre vyhľadajte a nakreslite jeho racionálny (schematický) vzorec.

**1.10** Do ktorej skupiny terpénov podľa počtu izoprénových jednotiek zaraďujeme spomínaný terpén?

**Dúha z paradajkovej šťavy.** Do odmerného valca (500 cm<sup>3</sup>) nalejeme asi 400 cm<sup>3</sup> hustej neriedenej paradajkovej šťavy. Do valca vložíme sklenenú tyčinku dlhšiu ako valec a opatrne prevrstvíme nasýtenou brómovou vodou (asi 70 cm<sup>3</sup>). Potom obsah horizontálne premiešame sklenenou tyčinkou, pričom sa objaví dúhový efekt (zvrchu žltá, zelená, modrá, fialová, dole ostáva červená paradajková šťava), ktorý trvá aj niekoľko hodín.

**1.11** Vysvetlite vznik dúhového efektu (pokús odporúčam aj prakticky zrealizovať).

## Úloha 2 (7 b - JUNIOR; 3,5 b - SENIOR)

Polynenasýtené mastné kyseliny tvoria skupinu látok známych pod označením vitamín F (esenciálne mastné kyseliny). Jedným zo zdrojov vitamínu F je rybí olej (rybí tuk). Výživový doplnok *Omega 3 Classic (Dr. Max Pharma Limited)* obsahuje rybí olej s obsahom kyselín EPA (18 %), DHA (12 %) a vitamínu E (vitamín E je umelo pridaný, pretože sa v rybom tuku vyskytuje len v nepatrnom množstve).

- 2.1 Vysvetlite pojem esenciálne mastné kyseliny.
- 2.2 Vysvetlite prítomnosť vitamínu E v rybom oleji, resp. prečo je potrebné zvyšovať príjem vitamínu E pri väčšom príjme nenasýtených tukov (olejov).
- 2.3 Napíšte odporúčaný názov vitamínu A<sub>1</sub> a vitamínu D<sub>2</sub>.
- 2.4 V literatúre vyhľadajte a nakreslite racionálne (schematické) vzorce  $\beta$ -karoténu, cholekalciferolu a  $\alpha$ -tokoferolu.

Dikumarol bol izolovaný z rastlinného materiálu začiatkom 20. storočia ako látka, ktorá spôsobovala úmrtie dobytku na vnútorné krvácanie po požití pokazenej ďateliny. Na jej základe bol syntetizovaný warfarín nielen ako jed na potkany, ale aj ako liek na zabránenie tvorby krvných zrazenín (trombov). Ide o *perorálne antikoagulantium*, ktoré sa používa na prevenciu pred trombózou alebo na liečbu trombózy.

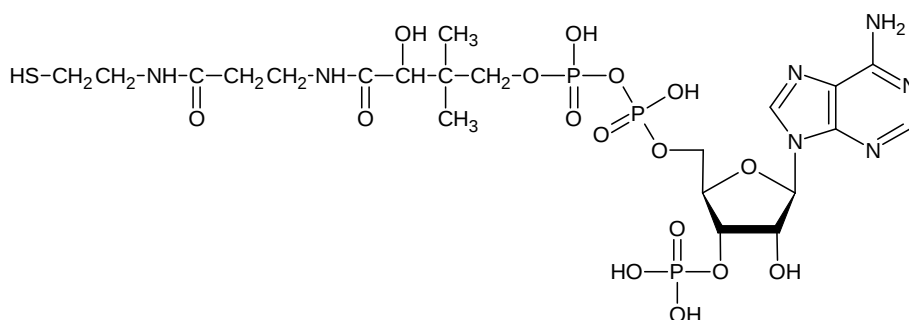
- 2.5 Dikumarol je označovaný ako antivitamín K (antagonista vitamínu). Vysvetlite pojem antivitamín.
- 2.6 Aká je funkcia vitamínu K v ľudskom organizme?
- 2.7 V literatúre vyhľadajte a nakreslite racionálne (schematické) vzorce dikumarolu, warfarínu a vitamínu K<sub>1</sub>.

## Úloha 3 (7,5 b - SENIOR)

Na rozdiel od vitamínov rozpustných v tukoch, pre vitamíny rozpustné vo vode predovšetkým platí, že sú súčasťou koenzýmov alebo prostetických skupín enzýmov a v tejto forme sa podieľajú na metabolických procesoch prebiehajúcich v živých organizmoch.

Ústredné postavenie v metabolizme bunky má koenzým A (*vzorec dole*), ktorý

umožňuje prenos acylov kyselín (najdôležitejším je acetylkoenzým A):



**3.1** Napíšte odporúčaný názov vitamínu, ktorý je súčasťou koenzýmu A.

**3.2** V uvedenom vzorci koenzýmu A vyznačte príslušný vitamín.

Ochorenie *beri-beri* bývalo veľmi rozšírené v oblastiach, kde je hlavnou potravinou ryža (východná Ázia, Japonsko). V súčasnosti sa môže vyskytovať napr. vo veľmi chudobných oblastiach rozvojových krajín, kde hlavným zdrojom potravy je lúpaná (biela) ryža. Príznakmi sú poruchy činnosti nervov, srdca a vznik opuchov.

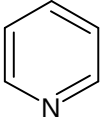
**3.3** Nedostatok ktorého vitamínu (napíšte jeho odporúčaný aj zaužívaný názov) spôsobuje uvedené ochorenie?

**3.4** Prečo pri konzumácii nelúpanej (hnedej, natural) ryže ochorenie nevzniká? (*Túto skutočnosť zistil už v r. 1896 holandský lekár Christiaan Eijkman – Nobelova cena za fyziológiu a medicínu 1929.*)

**3.5** Aký názov má aktívna forma tohto vitamínu (koenzým)? Aká je funkcia tohto koenzýmu v metabolizme?

Výživový doplnok s obsahom vitamínov skupiny B (napr. *B-Komplex*, *Zentiva*, a. s.) obsahuje aj dvojicu vitamínov, ktoré je možné odvodiť od pyridínu.

**3.6** Písmená v tabuľke (X, Y) nahradte príslušnými údajmi:

| pyridín                                                                             | názov vitamínu | názov koenzýmu | funkcia koenzýmu* |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------|
|  | X1             | X2             | X3                |
|                                                                                     | Y1             | Y2             | Y3                |

**\*funkcia koenzýmu** – stačí uviesť jeho „typickú“ úlohu, čiže úlohu najčastejšie uvádzanú v literatúre (napr. typ katalyzovanej reakcie alebo metabolickej dráhy, názov skupiny enzýmov spolupracujúcej s daným koenzýmom, uplatnenie v metabolizme konkrétnej skupiny látok a pod.)

## ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 53. ročník – školský rok 2016/2017

### Domáce kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov  
Doba riešenia:

### Úvod

V 53. ročníku CHO sa budeme zaoberať hydroxyderivátmi uhľovodíkov, a teda alkoholmi a fenolmi. Pozrieme sa na ich názvoslovie a vlastnosti, ale predovšetkým sa zameriame na ich reaktivitu a spôsoby prípravy.

Využitie alkoholov i fenolov v praxi je veľmi široké a časté. Používajú sa ako rozpúšťadlá, v chemickom priemysle tvoria východiskové látky pre prípravu množstva ďalších produktov. Svoje uplatnenie našli aj vo farmaceutickom a kozmetickom priemysle a v neposlednom rade sú využívané pri výrobe polymérov, farbív, výbušnín a mnohých ďalších látok.

S priemyselným využitím niektorých vybraných hydroxyderivátov sa bližšie oboznámime v jednotlivých kolách tohto ročníka CHO.

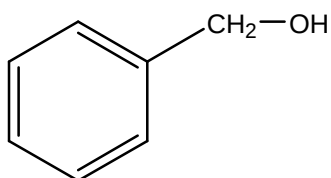
### Odporúčaná literatúra

1. Š. Poláček, J. Puškáš: *Chemické názvoslovie a základné chemické výpočty*, Príroda, Bratislava, 2009, s. 83 – 86.
2. J. Široká: *Chémia pre 2. ročník SPŠCH*, Proxima Press, Bratislava, 2010, s. 117 – 138.
3. R. Kucler, J. Svoboda: *Organická chémia*, Alfa, Bratislava, 1969, s. 137 – 150.
4. J. Hohoš, M. Hrabovec: *Organická chémia pre 2. ročník SPŠ chemických*, Alfa, Bratislava, 1979, s. 152 – 169.
5. Súčasné učebnice organickej chémie používané na školách.

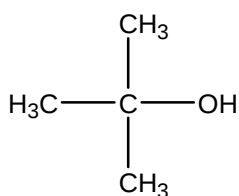
### Úloha 1 (0,846 b)

Napíšte vzorec alebo pomenujte nasledujúce zlúčeniny:

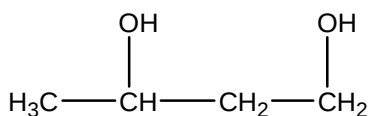
- a) Metanol
- b) Glykol
- c) Pyrokatechol
- d)



e)



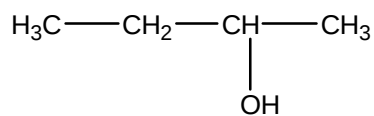
f)



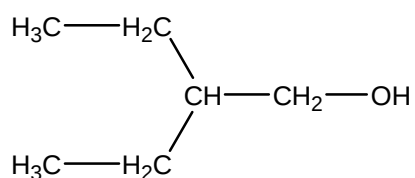
### Úloha 2 (0,564 b)

Uveďte, či ide o primárny, sekundárny alebo terciárny alkohol.

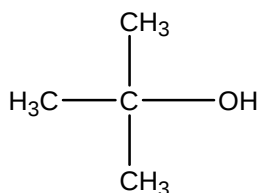
a)



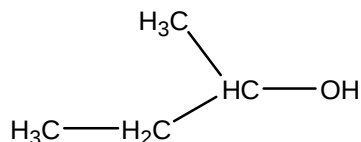
b)



c)



d)



### Úloha 3 (0,987 b)

Uvedte, či sú nasledujúce výroky pravdivé alebo nie a ak nie, dané tvrdenie opravte:

- Teplota varu alkoholov je v porovnaní so základnými uhľovodíkmi vysoká vďaka tvorbe vodíkových väzieb medzi molekulami alkoholu.
- Teplota varu fenolov je podstatne vyššia v porovnaní s príslušným uhľovodíkom kvôli tvorbe vodíkových mostíkov.
- Terciárne alkoholy sú slabšie kyseliny ako primárne alkoholy, ale alkoholy sú vo všeobecnosti silnejšie kyseliny ako voda.
- Rozpustnosť fenolov vo vode je nízka.
- S počtom hydroxylových skupín teplota varu alkoholov stúpa a rastie tiež rozpustnosť alkoholov vo vode.

### Úloha 4 (0,282 b)

Pentanol sa používa ako veľmi dobré rozpúšťadlo. Získava sa zásaditou hydrolýzou pentánovej ropnej frakcie s NaOH. Nie je to jedna zlúčenina, ale zmes viacerých látok. Čo obsahuje pentanol a čo majú tieto látky spoločné?

### Úloha 5 (0,705 b)

Na výrobu požívateľných obalov ako sú napríklad aj kapsuly na liečivá, sa používa polyvinylalkohol. Je to vo vode rozpustný syntetický polymér. Na rozdiel od os-

tatných polymérov sa polyvinylalkohol nezískava z monoméru, ale vyrába sa alkalicou hydrolýzou polyvinylacetátu.

Základná jednotka polyvinylalkoholu je vinylalkohol. Je to najjednoduchší alkohol, ktorý však nie je možné izolovať, pretože je nestabilný a hneď po vzniku prešmykne do stabilnejšej *aldo* – formy.

- Nakreslite chemickú štruktúru polyvinylalkoholu.
- Napíšte rovnicu výroby vinylalkoholu z acetylénu.
- Napíšte rovnicu prešmyku vinylalkoholu na *aldo*-formu.
- Napíšte názov stabilnejšieho tautoméru vinylalkoholu.

### Úloha 6 (1,551 b)

Fenol je jedovatá bezfarebná kryštalická látka so silným leptacím účinkom. Priemyselne je však veľmi dôležitý, tvorí základnú surovinu pri výrobe plastických hmôt a umelých vlákien, výbušnín, farbív a antioxidantov.

Pripravte fenol z benzénu s použitím horčíka.

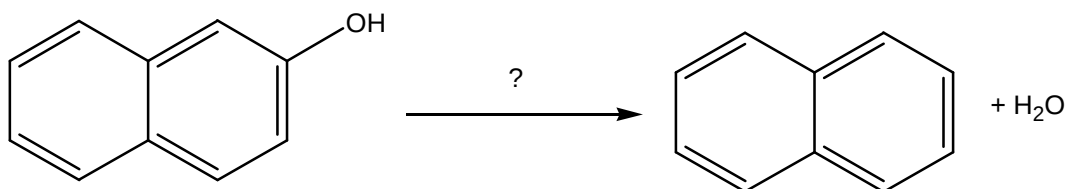
### Úloha 7 (2,115 b)

Doplňte reakcie:

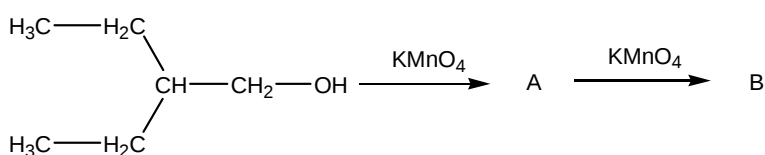
a)



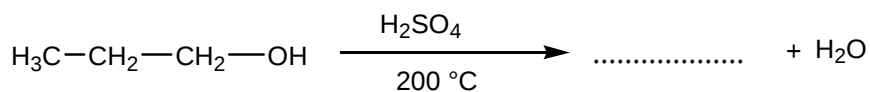
b)



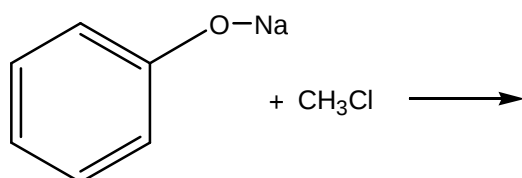
c)



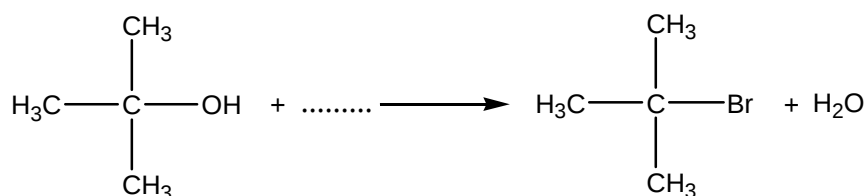
d)



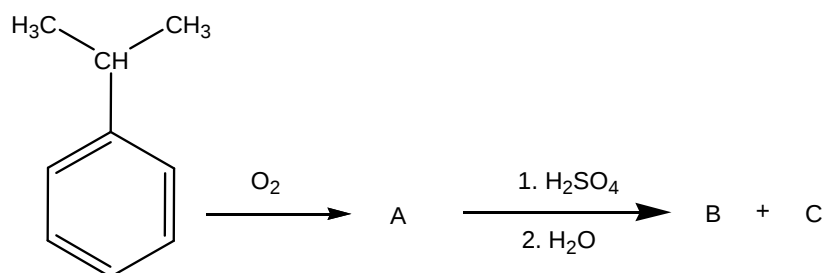
e)



f)



g)



h)



### Úloha 8 (2,961 b)

Najjednoduchší a zároveň najdôležitejší trojsýtny alkohol sa nazýva glycerol. Je to bezfarebná viskózna netoxická a vo vode rozpustná kvapalina sladkej chuti. Glycerol je veľmi rozšírený v potravinárstve, kde sa využíva ako sladidlo. Je to látka udržiavajúca vlhkosť a vďaka tejto vlastnosti našiel uplatnenie v kozmetickom, farmaceutickom, ale aj textilnom priemysle. Nachádza sa v tukoch, z ktorých sa získava zásaditou hydrolyzou.

Jeho nitráciou vzniká bezfarebná olejovitá kvapalina, ktorá však môže byť svetložltá až bronzovo zafarbená. Tento produkt sa využíva na výrobu priemyselných trhavín. Jeho ďalšie, veľmi významné, aj keď množstvom oveľa menšie, využitie je ako liečivo pre ľudí so srdcovými chorobami.

- a) Nakreslite vzorec glycerolu a uveďte jeho systémový názov.
- b) Uveďte rovnicu získavania glycerolu z tuky. Ako tuk uvažujte ester glycerolu s kyselinou palmitovou.
- c) Ako sa nazýva produkt nitrácie glycerolu?
- d) Napíšte rovnicu esterifikácie glycerolu kyselinou dusičnou.
- e) Napíšte rovnicu explozívneho rozkladu nitrátu glycerolu.

## DOPLNKOVÉ TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória EF – 53. ročník – šk. rok 2016/2017

### Domáce kolo

Martina Gánovská

---

Maximálne **20 pb = 10 bodov**

**1 pb = 0,5 b**

### Úloha 1

Meďnaté katióny sme stanovili fotometricky. Pripravili sme si štandardný roztok trihydrátu dusičnanu meďnatého  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 241,602 \text{ g mol}^{-1}$ ) o koncentrácii  $0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ . Tento roztok sme následne riedili a v kyslom prostredí zafarbili dithi-zónom do fialova. Pripravili sme si štyri roztoky štandardov a zmerali sme hodnoty transmitancie pri vlnovej dĺžke  $\lambda = 590 \text{ nm}$ , v kyvete o hrúbke  $1 \text{ cm}$ . Namerané hodnoty sú uvedené v nasledujúcej tabuľke:

|                                          |                      |                      |                       |                       |
|------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Koncentrácia<br>( $\text{mol dm}^{-3}$ ) | $1,00 \cdot 10^{-6}$ | $5,00 \cdot 10^{-6}$ | $10,00 \cdot 10^{-6}$ | $20,00 \cdot 10^{-6}$ |
| transmitancia                            | 0,907                | 0,610                | 0,373                 | 0,135                 |

- 1.1. Na základe grafického vyhodnotenia závislosti  $A = f(c)$ , rozhodnite či namerané hodnoty zodpovedajú Lambert – Beerovmu zákonu.
- 1.2. Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu meďnatých katiónov v  $\text{mg/cm}^3$  pripravených štandardov. ( $M_{\text{Cu}} = 63,546 \text{ g mol}^{-1}$ )
- 1.3. Vypočítajte priemernú hodnotu molárneho absorpčného koeficienta  $\epsilon_\lambda$
- 1.4. Aká je koncentráciu vzorky, ak sme si pripravili zásobný roztok vzorky odobra-tím  $5 \text{ cm}^3$  vzorky a doplnením do  $200 \text{ cm}^3$  odmernej banky. Absorbanciu vzorky sme merali za rovnakých podmienok ako štandard a nameraná hodnota absor-bancie bola  $A_{\text{VZ}} = 0,651$ . Pri výpočte použite výsledok z úlohy 1.3
- 1.5. Ak by roztok absorboval 25% pôvodného žiarenia aká by bola transmitancia a absorbancia roztoku.

1.6. Ak je pozorovaný roztok fialovej farby, akú farbu absorbuje?

## Úloha 2

Na stanovenie medi vo forme meďnatých iónov sme použili jodometriu. Najskôr sme si pripravili odmerný roztok pentahydrátu tiosíranu sodného navážením približne 12,5 g ( $M = 248,184 \text{ g mol}^{-1}$ ) a rozpustením v potrebnom množstve destilovanej vody. Roztok sme kvantitatívne preniesli do 1000 cm<sup>3</sup> odmernej banky a doplnili po značku. Na analytických váhach sme navážili presne 1,4709 g K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ( $M = 294,14 \text{ g.mol}^{-1}$ ), rozpustili, kvantitatívne preniesli a doplnili do 1000 cm<sup>3</sup>. Z tohto roztoku sme pipetovali 25 cm<sup>3</sup> do jódovej banky, pridali 10 cm<sup>3</sup> kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou  $c = 4 \text{ mol.dm}^{-3}$  a 10 cm<sup>3</sup> 10% jodidu draselného. Titrovali sme s použitím indikátora škrobového mazu, pričom priemerná spotreba tiosíranu sodného bola 12,6 cm<sup>3</sup>.

Vzorku Cu<sup>2+</sup> ( $M = 63,546 \text{ g.mol}^{-1}$ ) sme kvantitatívne preniesli do 100 cm<sup>3</sup> odmernej banky a pripravili sme zásobný roztok. Zo zásobného roztoku vzorky sme odpipetovali 10 cm<sup>3</sup>, pridali sme asi 20 cm<sup>3</sup> deionizovanej vody a 0,5 g KI. Titrovali sme odmerným roztokom Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> do slabožltého sfarbenia. Potom sme pridali 2 - 3 cm<sup>3</sup> škrobového mazu, pridali sme 10 cm<sup>3</sup> 10%-ného roztoku KSCN a titráciu sme dokončili. Spotreba tiosíranu sodného bola 22,1 cm<sup>3</sup>.

2.1 Zapište rovnicami reakcie štandardizácie a stanovenia

2.2 Vypočítajte presnú koncentráciu pripraveného tiosíranu sodného a výsledok vyjadrite v mol.dm<sup>-3</sup>

2.3 Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu meďnatých iónov a výsledok vyjadrite v g Cu<sup>2+</sup> /dm<sup>3</sup>

2.4 Zdôvodnite použitie KSCN

2.5 Vypočítajte koncentráciu tiosíranu sodného z návažku, ktorý sme použili na prípravu roztoku. Vypočítajte ekvivalentnú koncentráciu dichromanu draselného a jeho hmotnosť, potrebnú na prípravu 200 cm<sup>3</sup> roztoku.

### Úloha 3

Kyselina sulfanilová je slabá kyselina. Na prípravu roztoku kyseliny sme navážili 1,8992 g a pripravili sme 200 cm<sup>3</sup> roztoku. Vypočítajte pH pripraveného roztoku.

$$K_a = 5,623 \times 10^{-4}, M(\text{kys.sulfanilová}) = 173,19 \text{ g mol}^{-1}$$

#### Odpoveďový hárok z doplnkových teoretických úloh

|                                  |                                                                                                                               |                       |                       |                        |                        |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Škola                            |                                                                                                                               |                       |                       |                        |                        |
| Meno súťažiaceho:                |                                                                                                                               |                       |                       |                        |                        |
| Celkový počet pridelených bodov: |                                                                                                                               |                       |                       | Podpis hodnotiteľa:    |                        |
| Úloha 1.1                        | Koncentrácia (mol dm <sup>-3</sup> )                                                                                          | 1,00.10 <sup>-6</sup> | 5,00.10 <sup>-6</sup> | 10,00.10 <sup>-6</sup> | 20,00.10 <sup>-6</sup> |
|                                  | transmitancia                                                                                                                 | 0,907                 | 0,610                 | 0,373                  | 0,135                  |
|                                  | absorbancia                                                                                                                   |                       |                       |                        |                        |
|                                  | Slovné vyhodnotenie grafu<br><br>(Na zakreslenie grafu môžete použiť milimetrový papier alebo počítačový program, napr.Excel) |                       |                       |                        |                        |
| Úloha 1.2                        | Vzťah pre výpočet:                                                                                                            |                       |                       |                        |                        |
|                                  | Koncentrácia (mol dm <sup>-3</sup> )                                                                                          | 1,00.10 <sup>-6</sup> | 5,00.10 <sup>-6</sup> | 10,00.10 <sup>-6</sup> | 20,00.10 <sup>-6</sup> |
|                                  | Koncentrácia (mg Cu/ cm <sup>3</sup> )                                                                                        |                       |                       |                        |                        |

|              |                                                                                               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Úloha<br>1.3 | Výpočet hodnôt molárneho absorpčného koeficienta $\epsilon_\lambda$<br><br>Priemerná hodnota: |
| Úloha<br>1.4 | Výpočet koncentrácie vzorky                                                                   |
| Úloha<br>1.5 | Výpočet absorbancie a transmitancie                                                           |
| Úloha<br>1.6 |                                                                                               |
| Úloha<br>2.1 | Rovnice reakcií                                                                               |
| Úloha<br>2.2 | Výpočet presnej koncentrácie tiosíranu sodného                                                |
| Úloha<br>2.3 | Výpočet hmotnostnej koncentrácie v g $\text{Cu}^{2+} \text{ dm}^{-3}$                         |

|                      |                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Úloha<br/>2.4</b> |                                                                                              |
| <b>Úloha<br/>2.5</b> | <p>Výpočet koncentrácie tiosíranu sodného</p> <p>Výpočet hmotnosti dichromanu draselného</p> |
| <b>Úloha<br/>3</b>   | <p>Výpočet <math>pK_a</math></p> <p>Výpočet koncentrácie</p> <p>Výpočet pH</p>               |

## ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF –53. ročník – šk. rok 2016/2017

### Domáce kolo

Elena Kulichová

---

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| Maximálne <b>120 pb = 60 bodov</b> | <b>1 pb = 0,5 b</b> |
|------------------------------------|---------------------|

### Úvod

O výskyte medi viazanej v rastlinných a živočíšnych organizmoch vedia chemici už od 19. storočia. Podľa koncentrácie a funkcie v organizme zaradujeme meď medzi esenciálne stopové prvky v aeróbných mikroorganizmoch, rastlinných a živočíšnych organizmoch, aj u človeka. V tele priemerného človeka sa nachádza 100 mg medi takmer výlučne viazanej na proteínové komplexy. Meď je súčasťou množstva enzýmov, preto správny prísun a hospodárenie s meďou je dôležité pre množstvo funkcií: napr. pre bunkové dýchanie, tvorbu melanínu, pre metabolizmus železa, pre likvidáciu voľných radikálov a správnu expresiu génov a tiež pre normálnu funkciu srdcovo-cievneho a imunitného systému.

Jednou z možností, ako zabezpečiť potrebný prísun meďnatých solí do organizmu, je využívanie meďnatých solí aromatických karboxylových kyselín. Sú to látky zaujímavé svojou farebnosťou i kryštalickou štruktúrou a nachádzajú čoraz zaujímavejšie aplikčné možnosti v oblasti výroby liečiv a výživových doplnkov. Praktické úlohy 53. ročníka CHO v kategórii EF sú zamerané na prípravu týchto zlúčenín a zvládnutie bilancie použitých syntéz. Analytická časť úloh bude zameraná na stanovenie meďnatých iónov viacerými odmernými metódami. Z prístrojových metód odporúčame naštudovať si princípy a realizáciu fotometrického stanovenia nízkych koncentrácií meďnatých iónov vo vodných roztokoch.

V domácom kole sa budeme venovať príprave sulfanilanu meďnatého, pričom využijeme dva rôzne postupy. Relatívny výťažok oboch postupov porovnáme vzhľadom na použité látkové množstvo meďnatého iónu, ktoré vo vstupnej surovine stanovíme chelátometricky.

**Upozornenie:** Domáce kolo má pripraviť študentov na vyššie kolá súťaže. Na minuloročnom celoštátnom kole sa však ukázalo, že viacerí súťažiaci túto časť

zadaní vôbec nerealizovali, alebo sa jej venovali len veľmi povrchné. Preto je v 53. ročníku povinnou súčasťou prihlášky na republikovú súťaž aj zaslanie fotografie oboch produktov syntézy zo študijného kola.

### **Odporúčaná literatúra:**

M. Čakrt a spol.: Praktikum z analytickej chémie, Bratislava, Alfa, 1989.

Hohoš, J., Hrabovec, M.: Analytická chémia pre 4. ročník SPŠ chemických Bratislava  
ALFA 1987 s.118 - 143

Hercegová, A. a kol.: Praktikum z analytickej chémie. Bratislava, STU 2011 s. 134 –  
140

### **Úloha 1 Príprava roztokov na analýzy**

- 1.1 Vypočítajte hmotnosť chelatónu 3 potrebnú na prípravu 250 cm<sup>3</sup> odmerného roztoku s koncentráciou blízko  $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ .
- 1.2 Vypočítajte hmotnosť hydroxidu sodného, potrebnú na prípravu 250 cm<sup>3</sup> roztoku s koncentráciou blízko  $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ . Roztok pripravte.
- 1.3 Pripravte štandardný roztok chloridu vápenatého podľa nasledujúceho postupu: s analytickou presnosťou odvážte približne 0,5 g CaCO<sub>3</sub> (štandardná látka). Návažok preneste do vhodnej kadičky. Pridajte 40 cm<sup>3</sup> destilovanej vody. Postupne pridávajte roztok HCl s koncentráciou blízko  $c = 4 \text{ mol dm}^{-3}$ , až kým sa CaCO<sub>3</sub> úplne nerozpustí. Vznikajúci CO<sub>2</sub> odstráňte varom (5 min.). Zo zmesi pripravte 100 cm<sup>3</sup> zásobného roztoku.

### **K dispozícii máte nasledujúce roztoky:**

- odmerný roztok chelatónu 3 s koncentráciou blízko  $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$
- roztok kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou blízko  $c = 4 \text{ mol dm}^{-3}$
- amoniakálny tlmivý roztok s hodnotou  $pH = 10$
- roztok síranu meďnatého s neznámou koncentráciou

## Úloha 2 Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku chelatónu 3

Zo zásobného roztoku  $\text{Ca}^{2+}$ , ktorý ste pripravili v úlohe 1.3 pipetujte  $10,0 \text{ cm}^3$ , pomocou roztoku hydroxidu sodného upravte  $\text{pH}$  na 12, pridajte indikátor murexid a titrujte chelatónom 3 neznámej koncentrácie z ružovej do fialovo-modrej farby. Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku.

## Úloha 3 Analýza roztoku síranu meďnatého

- 3.1 Zo zásobného roztoku síranu meďnatého, ktorý máte pripravený na syntézu, pipetujte  $10 \text{ cm}^3$  do odmernej banky s objemom  $50 \text{ cm}^3$ . Doplňte po rysku a dôkladne zhomogenizujte.
- 3.2 Na analýzu pipetujte  $10 \text{ cm}^3$  zásobného roztoku, ktorý ste pripravili v bode 3.1, pridajte asi  $20 \text{ cm}^3$  demineralizovanej vody, indikátor murexid a titrujte odmerným roztokom chelatónu 3 do prvej zmeny sfarbenia. Potom pridávajte po kvapkách amoniakálny tlmivý roztok až do žltého sfarbenia zmesi. Dotitrujte do jasnej fialovej farby. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 3.3 Vypočítajte látkové množstvo meďnatých iónov v  $50 \text{ cm}^3$  zásobného roztoku na analýzu a v  $50 \text{ cm}^3$  zásobného roztoku na syntézu.

## Úloha 4 Syntéza sulfanilanu meďnatého – postup 1

- 4.1 Vyhľadajte informácie o kyseline sulfanilovej (vzorec, molekulová hmotnosť, fyzikálne a chemické vlastnosti) a zapíšte ich do odpovedového hárka.
- 4.2 Do kadičky s objemom  $250 \text{ cm}^3$  odvážte približne  $3,50 \text{ g}$  kyseliny sulfanilovej. Pridajte asi  $30 \text{ cm}^3$  demineralizovanej vody a za stáleho miešania a zahrievania rozpustite .
- 4.3 Vypočítajte približný objem roztoku  $\text{NaOH}$ , ktorý ste pripravili v úlohe 1.2, potrebný na neutralizáciu kyseliny sulfanilovej. Potom neutralizáciu zrealizujte tak, že do roztoku kyseliny sulfanilovej pridáte niekoľko kvapiek fenolftaleínu a budete pridávať vypočítaný objem roztoku hydroxidu sodného, kým nedosiahnete trvalé ružové sfarbenie zmesi.

- 4.4 Do sulfanilanu sodného, ktorý ste pripravili v úlohe 4.2 pridajte postupne za opatrného miešania 50 cm<sup>3</sup> roztoku síranu meďnatého. Vznikne objemná zrazenina.
- 4.5 Pripravte aparatúru na filtráciu pri atmosférickom tlaku. Zrazeninu odfiltrujte cez skladaný filter, pričom filtrát budete zachytávať do odmernej banky s objemom 100 cm<sup>3</sup>.
- 4.6 Filtračný koláč nechajte vysušiť pri laboratórnej teplote minimálne 48 hodín. Potom odvážte výťažok a opíšte vlastnosti získaného produktu.
- 4.7 Vypočítajte teoretický výťažok syntézy vzhľadom na použité látkové množstvo meďnatých iónov. Vypočítajte relatívny výťažok syntézy.
- 4.8 Filtrát doplňte v odmernej banke po značku a pripravte zásobný roztok na chelatometrickú analýzu. Na titráciu pipetujte 10 cm<sup>3</sup> filtrátu, pridajte asi 30 cm<sup>3</sup> demineralizovanej vody, indikátor murexid a titrujte odmerným roztokom chelátónu 3 do prvej zmeny sfarbenia. Potom pridávajte po kvapkách amoniakálny tlmivý roztok až do žltého sfarbenia zmesi. Dotitrujte do jasnej fialovej farby. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 4.9 Vypočítajte látkové množstvo a koncentráciu meďnatých iónov vo filtráte

## Úloha 5 Syntéza sulfanilanu meďnatého – postup 2

- 5.1 Do kadičky s objemom 250 cm<sup>3</sup> odvážte približne 3,50 g kyseliny sulfanilovej. Pridajte asi 50 cm<sup>3</sup> demineralizovanej vody a za stáleho miešania rozpustíte pri teplote približne 70 °C.
- 5.2 Vykonajte neutralizáciu kyseliny sulfanilovej na fenolftaleín podľa postupu v bode 4.3
- 5.3 Do sulfanilanu sodného, ktorý ste pripravili v úlohe 5.2 pridajte postupne za opatrného miešania 50 cm<sup>3</sup> zásobného roztoku síranu meďnatého. Reakčnú zmes zahrejte do varu a nechajte odpariť na objem 80 - 100 cm<sup>3</sup>
- 5.4 Horúcu reakčnú zmes prefiltrujte cez skladaný filter do kadičky a nechajte voľne kryštalizovať minimálne 24 hodín.
- 5.5 Kryštály sulfanilanu meďnatého odfiltrujte cez skladaný filter, filtrát zachytávajte do odmernej banky s objemom 100 cm<sup>3</sup>. Filtračný koláč nechajte vysušiť pri labo-

- ratórnej teplote minimálne 24 hodín, odvážte výťažok a opíšte vlastnosti získaného produktu
- 5.6 Vypočítajte látkové množstvo meďnatých iónov, ktoré sú viazané v kryštáloch sulfanilanu meďnatého a relatívny výťažok syntézy vzhľadom na použité látkové množstvo meďnatých iónov
- 5.7 Filtrát doplňte v odmernej banke po značku a pripravte zásobný roztok na chelatometrickú analýzu. Na titráciu pipetujte  $10\text{ cm}^3$  filtrátu, pridajte asi  $30\text{ cm}^3$  demineralizovanej vody, indikátor murexid a titrujte odmerným roztokom chelatónu 3 do prvej zmeny sfarbenia. Potom pridávajte po kvapkách amoniakálny tlmivý roztok až do žltého sfarbenia zmesi. Dotitrujte do jasnej fialovej farby. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 5.8 Vypočítajte látkové množstvo a koncentráciu meďnatých iónov vo filtráte.

## **Úloha 6 Fotometrická charakteristika produktov.**

- 6.1 Porovnajzte vizuálne charakter oboch produktov
- 6.2 Na fotometrickú analýzu použite filtráty, ktoré ste získali postupom opísaným v úlohe 4.8, resp. 5.7. Z každého filtrátu pipetujte  $10\text{ cm}^3$  do odmernej banky s objemom  $50\text{ cm}^3$ . Pridajte  $10\text{ cm}^3$  roztoku amoniaku (1:1). Doplním po rysku pripravte zásobné roztoky na fotometrickú analýzu.
- 6.3 S využitím výsledku stanovenia v úlohe 4.9, resp. 5.8 vypočítajte koncentráciu zásobných roztokov, ktoré použijete na fotometrickú analýzu
- 6.4 Pre oba roztoky odmerajte absorbanciu v rozmedzí vlnových dĺžok 520 až 630 nm.
- 6.5 Zostrojte absorpčnú čiaru a určte rezonančnú vlnovú dĺžku
- 6.6 Vypočítajte molárny absorpčný koeficient a výsledky porovnajzte.

## **Úloha 7 Záznam o práci**

**Všetky namerané hodnoty vyplňte do odpovedového hárku. Hárk je potrebné uchovať v tlačenej alebo elektronickej podobe a v prípade potreby poskytnúť hodnotiacej komisii.**

### **Poznámka:**

Súčasťou riešenia školského kola sú fotografie produktov. Odporúčanou súčasťou riešenia sú grafy absorpčných kriviek pre obidva filtráty zostrojené na milimetrovom papieri alebo v programe excel

**Odpoved'ový hárok z analytickej PRAXE**

|                                       |                                                                             |                     |                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Škola:                                |                                                                             |                     |                   |
| Meno súťažiaceho:                     |                                                                             |                     |                   |
| Celkový počet pridele-<br>ných bodov: |                                                                             | Podpis hodnotiteľa: |                   |
| <b>Úloha<br/>1.1</b>                  | Výpočet hmotnosti chelatónu 3 na prípravu odmerného roztoku                 |                     |                   |
| <b>Úloha<br/>1.2</b>                  | Výpočet hmotnosti hydroxidu sodného                                         |                     |                   |
| <b>Úloha<br/>1.3</b>                  | Skutočná hmotnosť $\text{CaCO}_3$ použitá na prípravu štandardného roztoku: |                     | $m_{\text{ST}} =$ |
|                                       | Reakcia, ktorou sa pripraví zásobný roztok chloridu vápenatého              |                     |                   |
|                                       | Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku:                          |                     |                   |
| <b>Úloha<br/>2</b>                    | Rovnica štandardizácie:                                                     |                     |                   |
|                                       |                                                                             |                     |                   |
|                                       | Spotreba odmerného roztoku na štandardizáciu:                               |                     |                   |
|                                       |                                                                             |                     |                   |
|                                       | Výpočet priemeru:                                                           |                     |                   |
|                                       | Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku :                            |                     |                   |
| <b>Úloha<br/>3.2</b>                  | Rovnica stanovenia:                                                         |                     |                   |
|                                       |                                                                             |                     |                   |
|                                       | Spotreba odmerného roztoku na stanovenie:                                   |                     |                   |
|                                       |                                                                             |                     |                   |

|              |                                                                                          |            |                     |                      |     |                              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|----------------------|-----|------------------------------|
|              | Výpočet priemeru:                                                                        |            |                     |                      |     |                              |
| Úloha<br>3.3 | Výpočet látkového množstva $\text{Cu}^{2+}$ v analyzovanej vzorke:                       |            |                     |                      |     |                              |
|              | Výpočet látkového množstva $\text{Cu}^{2+}$ v $50\text{ cm}^3$ roztoku na analýzu:       |            |                     |                      |     |                              |
|              | Výpočet látkového množstva $\text{Cu}^{2+}$ v $50\text{ cm}^3$ roztoku na syntézu:       |            |                     |                      |     |                              |
| Úloha<br>4.1 | Zistené informácie o kyseline sulfanilovej:                                              |            |                     |                      |     |                              |
|              | vzorec                                                                                   | skupenstvo | molekulová hmotnosť | rozpustnosť vo vode  | pKa | vzorec sulfanilanu meďnatého |
|              |                                                                                          |            |                     |                      |     |                              |
| Úloha<br>4.2 | Skutočná hmotnosť odváženej kyseliny sulfanilovej na syntézu                             |            |                     | $m_{\text{SULF1}} =$ |     |                              |
| Úloha<br>4.3 | Reakcia kyseliny sulfanilovej s NaOH                                                     |            |                     |                      |     |                              |
|              | Výpočet objemu roztoku NaOH potrebného na neutralizáciu odváženej kyseliny sulfanilovej: |            |                     |                      |     |                              |
| Úloha<br>4.6 | Vlastnosti sulfanilanu meďnatého pripraveného <b>postupom 1</b> :                        |            |                     |                      |     |                              |
|              | Opis vlastností produktu:                                                                |            |                     | Fotografia produktu  |     |                              |
|              |                                                                                          |            |                     |                      |     |                              |
|              | Skutočný výťažok prípravy                                                                |            |                     | $m_{\text{PROD1}} =$ |     |                              |
|              | Výpočet teoretického výťažku syntézy:                                                    |            |                     |                      |     |                              |

|                  |                                                              |                      |                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Úloha<br><br>4.7 | Výpočet relatívneho výťažku syntézy:                         |                      |                      |
| Úloha<br><br>4.8 | Spotreba odmerného roztoku na analýzu filtrátu 1:            |                      |                      |
|                  |                                                              |                      |                      |
| Úloha<br><br>4.9 | Výpočet priemeru:                                            |                      |                      |
|                  |                                                              |                      |                      |
| Úloha<br><br>4.9 | Výpočet látkového množstva Cu <sup>2+</sup> vo filtráte1     |                      |                      |
|                  | Výpočet koncentrácie Cu <sup>2+</sup> vo filtráte 1          |                      |                      |
| Úloha<br>5.1     | Skutočná hmotnosť odváženej kyseliny sulfanilovej na syntézu | m <sub>SULF2</sub> = |                      |
| Úloha<br>5.5     | Vlastnosti sulfanilanu med'natého pripraveného postupom 2:   |                      |                      |
|                  | Opis vlastností produktu:                                    |                      | Fotografia produktu  |
|                  |                                                              |                      |                      |
|                  | Skutočný výťažok prípravy                                    |                      | m <sub>PROD2</sub> = |

|                      |                                                                              |           |  |  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|
| <b>Úloha<br/>5.6</b> | Výpočet relatívneho výťažku syntézy:                                         |           |  |  |
| <b>Úloha<br/>5.7</b> | Spotreba odmerného roztoku na analýzu filtrátu 2:                            |           |  |  |
|                      |                                                                              |           |  |  |
| <b>Úloha<br/>5.8</b> | Výpočet látkového množstva $\text{Cu}^{2+}$ vo filtráte 2                    |           |  |  |
|                      | Výpočet koncentrácie $\text{Cu}^{2+}$ vo filtráte 2                          |           |  |  |
| <b>Úloha<br/>6.1</b> | Porovnanie vzhľadu a farebnosti oboch produktov:                             |           |  |  |
| <b>Úloha<br/>6.3</b> | Výpočet koncentrácie sulfanilanu meďnatého v roztoku na fotometrickú analýzu |           |  |  |
|                      | Filtrát 1                                                                    | Filtrát 2 |  |  |

|                  |                                                                              |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|
| Úloha<br><br>6.4 | Údaje pre zostrojenie absočpčnej krivky filtrátu získaného <b>postupom 1</b> |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $\lambda$ ,<br>nm                                                            | 520 | 530 | 540 | 550 | 560 | 570 | 580                        | 590 | 600 | 610 | 620 | 630 | $\lambda_{\text{REZ}}$ |
|                  | $A_1$                                                                        |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $A_2$                                                                        |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $A_{\text{priem}}$                                                           |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | Údaje pre zostrojenie absočpčnej krivky filtrátu získaného <b>postupom 2</b> |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $\lambda$ ,<br>nm                                                            | 520 | 530 | 540 | 550 | 560 | 570 | 580                        | 590 | 600 | 610 | 620 | 630 | $\lambda_{\text{REZ}}$ |
|                  | $A_1$                                                                        |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $A_2$                                                                        |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | $A_{\text{priem}}$                                                           |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
| Úloha<br><br>6.6 | Výpočet molárneho absorpčného koeficienta                                    |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |
|                  | Filtrát získaný postupom 1                                                   |     |     |     |     |     |     | Filtrát získaný postupom 2 |     |     |     |     |     |                        |
|                  | Porovnanie výsledkov                                                         |     |     |     |     |     |     |                            |     |     |     |     |     |                        |

---

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Miloslav Melník, Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská

Recenzenti: Ing.Ľudmila Glosová, Mgr.Stanislav Kedžuch,PhD.,  
Ing.Daniel Vašš, Pavlína Gregorová, Bc.  
Doc.Ing.Boris Lakatoš, PhD., Ing. Martina Gánovská,  
Ing.Eva Ludvigová

Redakčná úprava: Ing.Ľudmila Glosová ( vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016