

# CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

**56. ročník, školský rok 2019/2020**

**Kategória B**

**Krajské kolo**

**SÚŤAŽNÉ ÚLOHY**

# ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 56. ročník – školský rok 2019/2020

## Krajské kolo

RNDr. Martin Vavra, PhD.

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov Doba riešenia: 60 minút
---

### Úloha A1 (10 b)

- Uvedte názvy aspoň dvoch minerálov s obsahom fluóru (2 b).
- Aké je kritérium delenia štruktúr iónových zlúčenín všeobecného vzorca AB medzi vzorové štruktúry NaCl a CsCl (2 b)?
- Vypočítajte hmotnosť  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  potrebnú na prípravu  $1000 \text{ cm}^3$  vodného roztoku chloridu vápenatého izotonického k fyziologickému roztoku. Pre jednoduchosť uvažujte hustotu oboch roztokov  $1,000 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (6 b).  
 $M_r(\text{Ca}) = 40,08$ ;  $M_r(\text{Cl}) = 35,453$ ;  $M_r(\text{H}) = 1,0079$ ;  $M_r(\text{O}) = 15,999$ ;  $M_r(\text{Na}) = 22,99$

### Úloha A2 (7 b)

Plynný chlór  $\text{Cl}_2$  sa vo veľkých podnikoch (plavárne, kúpaliská, vodárne) používa na dezinfekciu vody. Zavádzaním do studenej vody chlór podlieha disproporcionačnej reakcii.

- Vysvetlite pojem disproporcionačná reakcia (1 b).
- Uvedenú chemickú reakciu zapíšte a jednotlivé produkty pomenujte (2 b).
- Ktorý z uvedených produktov dezinfikuje vodu (1 b)?
- Vypočítajte hmotnostné zlomky chlóru v produktoch reakcie (2 b).  
 $M_r(\text{H}) = 1,0079$ ;  $M_r(\text{Cl}) = 35,453$ ;  $M_r(\text{O}) = 15,999$
- Aké zlúčeniny sa používajú na dezinfekciu vody v domácom prostredí (1 b)?

### Úloha A3 (4,5 b)

Oxid manganičitý môžeme v laboratóriu dokázať jednoduchou skúmovkovou reakciou. K jeho suspenzii vo vode pridáme vodný roztok HCl a následne roztok KI. Po ich pridaní budeme pri povrchu oxidu manganičitého pozorovať vznik oranžového zafarbenia. Po následnom pridaní pár kvapiek roztoku škrobu dôjde k výraznému tmavomodrému zafarbeniu roztoku.

- Vysvetlite pojem suspenzia (0,5 b).
- Dvoma zápismi chemických reakcií zapíšte deje, ktoré sa uskutočnili v skúmavke pred pridaním roztoku škrobu (3 b).
- Čo spôsobilo výrazné tmavomodré sfarbenie po pridaní škrobu (1 b)?

### Úloha A4 (8,5 b)

Prebytočný bróm  $\text{Br}_2$  sa likviduje pomocou roztoku hydroxidu (napr. draselného):



- Určte stechiometrické koeficienty v uvedenom zápise chemickej reakcie (1 b).
- Systematicky pomenujte obidva produkty s obsahom brómu (1 b).
- Vypočítajte hmotnosť všetkých troch produktov, ktoré vzniknú likvidáciou  $15,3 \text{ cm}^3$  kvapalného brómu s hustotou  $7,59 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  (4,5 b).  
 $M_r(\text{K}) = 39,098$ ;  $M_r(\text{Br}) = 79,904$ ;  $M_r(\text{O}) = 15,999$ ;  $M_r(\text{H}) = 1,0079$
- Aký objem vodného roztoku KOH ( $c = 0,750 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) potrebujeme na likvidáciu uvedeného množstva  $\text{Br}_2$ , pričom uvažujeme s 50% nadbytkom KOH (2 b)?

## ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 56. ročník – školský rok 2019/2020

### Krajské kolo

#### Dušan Bortňák

Oddelenie organickej chémie, Ústav organickej chémie, katalýzy a petrochémie FCHPT STU

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

#### Úloha O1 (16,5 bodov)

Ozonolýzou zmesi acyklických alkénov, ktoré obsahujú iba jednu násobnú väzbu, boli získané tieto produkty: etanál (acetaldehyd,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ), propanón (acetón,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) a 3-metylbután-2-ón ( $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOCH}_3$ ).

- Nakreslite štruktúrne vzorce všetkých deviatich acyklických alkénov s jednou násobnou väzbu (uvažujte aj geometrické izoméry), ktoré by mohli byť prítomné v zmesi, aby sme jej redukčnou ozonolýzou získali zmes, ktorá obsahuje len acetaldehyd, acetón a 3-metylbután-2-ón.
- Všetky zlúčeniny zo zadania **a)** pomenujte a v prípade stereoizomérov uveďte, či sa jedná o (*E*)- alebo (*Z*)-izomér.

#### Úloha O2 (13,5 bodov)

Uhlíkovodíky **A**, **B** a **C** poskytujú redukčnou ozonolýzou 3-oxohexanál ako jediný produkt. Uhlíkovodík **A** má sumárny vzorec  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ , uhlíkovodíky **B** a **C**  $\text{C}_{12}\text{H}_{20}$ . Kým uhlíkovodík **B** poskytuje pri reakcii s nadbytkom chlorovodíka dva produkty, uhlíkovodíky **A** a **C** len po jednom produkte.

- Nakreslite štruktúrne vzorce uhlíkovodíkov **A–C** a pomenujte ich.
- Nakreslite štruktúrne vzorce produktov adície nadbytku chlorovodíka na uhlíkovodíky **A–C** a pomenujte ich.

# PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 56. ročník – školský rok 2019/2020

**Krajské kolo, dištančná forma**

**Pavel Májek**

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 20 bodov

Doba riešenia: 45 minút

## Experimentálna úloha

Pri výrobe svetelných diód a laserov s vlnovou dĺžkou 380 – 780 nm sa používa gálium nitrid, ktorý je nanosený na naleptanej zařírovej doštičke – substráte ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) s rozmanitými profilmi. Ako leptacia zmes sa používajú roztoky kyselín v rôznom pomere koncentrácií. Najčastejšou zmesou pri výrobe GaN LED diód je zmes  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ , kde sa leptanie vykonáva 30 – 120 minút pri teplote 30 – 70°C.

## Analýza leptacej zmesi

*Príprava roztoku leptacej zmesi:* podľa technologického reglementu sa pripravila zmes kyselín  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (SA) a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (FA) tak, aby hmotnostný, prípadne molový pomer bol vhodný na leptanie zařírovej doštičky v predpísanom časovom a teplotnom rozmedzí pre daný typ GaN diód.

### Pracovný postup:

Na stanovenie sa použilo cca 250 cm<sup>3</sup> štandardného roztoku NaOH (L);  $c_L = 2,050 \cdot 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ .

- Vzorka v skúmavke sa kvantitatívne preniesla do 100 cm<sup>3</sup> odmernej banky, doplnila sa po značku deionizovanou vodou a premiešala.

*Príprava byrety na titráciu:* ak sa na stanovenie použila byreta so skleneným kohútom, kohút sa mierne namazal zábrusovou vazelínou. Potom sa 25 cm<sup>3</sup> byreta premyla deionizovanou vodou a štandardným odmerným roztokom NaOH presnej koncentrácie; doplnila odmerným roztokom po značku, čím bola pripravená na odmerné stanovenie.

### Kvantitatívne stanovenie kyseliny sírovej a fosforečnej v leptacej zmesi

Kvantitatívne stanovenie zmesi  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$  v leptacej zmesi (LZ) sa uskutočnilo v dvoch alikvotných podieloch. V prvom podiele sa alkalimetrická titrácia urobila na indikátor Tashiro (tienený indikátor metylová červeň s metylénovou modrou) a v druhom podiele na indikátor fenolftaleín. Na zistenie hmotnostného zlomku jednotlivých kyselín je potrebné poznať hmotnostnú koncentráciu zmesi.

- *Stanovenie hmotnostnej koncentrácie:* najprv sa odvážila čistá suchá 50 – 100 cm<sup>3</sup> kadička, potom sa do nej napipetovalo 10 cm<sup>3</sup> LZ zo zásobného roztoku a opäť sa kadička s roztokom

odvážila. Z rozdielu hmotností sa zistí hmotnostná koncentrácia. Uvedené meranie sa vykonalo dvakrát a do výpočtu použite reprezentatívnu hodnotu.

Tab. 1 Stanovenie hmotnostnej koncentrácie  
zmesi  $H_2SO_4 + H_3PO_4$

váženie	hmotnosť, g	
	prázdna kadička	kadička + 10 cm <sup>3</sup> LZ
1	28,4779	38,5929
2	28,4785	38,5917

o Odmerné stanovenie zmesi  $H_2SO_4 + H_3PO_4$ :

a) Do každej z troch titračných baniek sa odpipetovalo 10 cm<sup>3</sup> vzorky LZ, odmerným valcom sa pridalo 25 cm<sup>3</sup> deionizovanej H<sub>2</sub>O a 1 – 2 kvapky *indikátora Tashiro (ti)*. Roztok sa v titračnej banke premiešal a titroval štandardným roztokom NaOH za intenzívneho miešania z *fialovej* do *zelenej* farby indikátora.

Titračia sa zopakovala trikrát:  $V_{a1}(L) = 17,35$ ;  $V_{a2}(L) = 17,45$ ;  $V_{a1}(L) = 17,40$  cm<sup>3</sup>. Priemernú, prípadne reprezentatívnu hodnotu spotreby  $\bar{V}_a$ , použite vo výpočte obsahu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> vo vzorke LZ.

b) Do každej z troch titračných baniek sa odpipetovalo 10 cm<sup>3</sup> vzorky LZ, odmerným valcom sa pridalo 25 cm<sup>3</sup> deionizovanej H<sub>2</sub>O a 1 – 2 kvapky *indikátora fenolftaleín (ff)*. Roztok sa v titračnej banke premiešal a titroval štandardným roztokom NaOH za intenzívneho miešania z *bezfarebného* roztoku do *fialovej* farby indikátora.

Titračia sa zopakovala trikrát:  $V_{b1}(L) = 19,75$ ;  $V_{b2}(L) = 19,45$ ;  $V_{b1}(L) = 19,60$  cm<sup>3</sup>. Priemernú, prípadne reprezentatívnu hodnotu spotreby  $\bar{V}_b$ , použite vo výpočte obsahu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> vo vzorke LZ.

**Úloha P1 (9 bodov)**

- Vypočítajte hmotnostnú koncentráciu zmesi; (1 b).
- Napíšte reakcie stanovenia leptacej zmesi kyselín na indikátor **1)** Tashiro; **2)** fenolftaleín; (2 b).
- Vypočítajte zo spotrieb  $\bar{V}_a$  a  $\bar{V}_b$  látkové množstvo, hmotnosť a percentuálny obsah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; (6 b).

**Úloha P2 (4 body)**

- Vypočítajte pomerné zastúpenie jednotlivých zložiek (vyjadrený celými číslami) vo vzorke LZ; (2 b).
- Na základe výsledkov analýzy LZ vypočítajte molovú koncentráciu zásobných roztokov H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, z ktorých je pripravená leptacia zmes, ak viete, že: (i) vzorka LZ, v ktorej sa

kvantitatívne stanovil obsah jednotlivých kyselín sa získala desať násobným zriedením, (ii) LZ sa pripravila zmiešaním  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  v objemovom pomere (1:1); (2 b).

*Poznámka:*  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,0785 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 97,9952 \text{ g mol}^{-1}$ .

### Úloha P3 (7 bodov)

- Vysvetlite význam disociačnej konštanty kyselín a zásad v protolytických rovnováhach; (2 b).
- Uvedte minimálne dva príklady anorganických jedno- až štvorsýtnych kyselín; (2 b).
- Vysvetlite, prečo je potrebné stanovenie zopakovať; (1 b).
- Vysvetlite, prečo pri výpočte výsledku titrácie možno použiť priemernú, strednú, prípadne reprezentatívnu hodnotu spotreby titračného činidla; (2 b).

### Pomôcky

byreta  $25 \text{ cm}^3$ , pipeta  $10 \text{ cm}^3$ , 3 titračné banky  $250 \text{ cm}^3$ , 2 odmerné banky  $100 \text{ cm}^3$  a  $250 \text{ cm}^3$ , kadičky  $50 - 100 \text{ cm}^3$ ,  $250 \text{ cm}^3$ , odmerný valec  $25 \text{ cm}^3$ , strička, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

### Chemikálie a roztoky

vzorka: leptacia zmes

roztok NaOH ( $c = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$ ), [H290, H314, H315, H319, S26, S37/39, S45],

indikátory: Tashiro, [H225, H311, S16], fenolftaleín, [S7-16, S24/25],

deionizovaná voda.

---

Autori: RNDr. Martin Vavra, PhD., Ing. Dušan Bortňák, Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského autorského kolektívu).

Recenzenti: Ing. Simona Matejová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019.