

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**55. ročník, školský rok 2018/2019**

**Kategória EF**

**Celoštátne kolo**

**PRAKTICKÉ ÚLOHY**

## ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 55. ročník – šk. rok 2018/2019

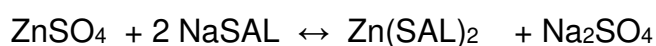
### Celoštátne kolo

**Elena Kulichová**

Maximálne 50 bodov

Doba riešenia: 270 minút

Salicylan zinočnatý je antiseptická a adstringentná látka, ktorá sa využíva ako zdroj zinku v prostriedkoch osobnej hygieny, napr. v zásypoch a antiperspirantoch. Uplatňuje sa tiež ako zložka vývojok a pri výrobe bezuhlíkového kopírovacieho papiera. Možno ho pripraviť viacerými postupmi, napríklad podvojnou reakciou salicylanu sodného a síranu zinočnatého, pričom produkt z vodných roztokov kryštalizuje zvyčajne ako trihydrát:



Vašou úlohou bude realizovať túto syntézu, opísať vlastnosti produktu a spočítať bilanciu reakcie. To si vyžiada analýzu vstupných reaktantov.

Pred začatím experimentálnej práce si prečítajte celé zadanie a zvolte optimálny postup riešenia úloh.

Preštudujte si súpis pomôcok a zoznam chemikálií, vrátane informácií o ich bezpečnostných charakteristikách (H a P vety).

#### Úloha 1      **Príprava roztokov**

1.1 Vypočítajte hmotnosť hydrogénftalanu draselného potrebnú na prípravu 100 cm<sup>3</sup> štandardného roztoku s koncentráciou blízkou  $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ . Vypočítanú hmotnosť odvážite na analytických váhach a roztok pripravte. Vypočítajte presnú koncentráciu štandardného roztoku.

1.2 Vypočítajte objem roztoku hydroxidu sodného ( $w = 0,4$ ), ktorý je potrebný na prípravu 250 cm<sup>3</sup> odmerného roztoku s koncentráciou blízkou  $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ . Vypočítaný objem dávajte pomocou dielikovanej pipety a roztok pripravte.

#### Úloha 2      **Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku NaOH**

2.1 Do titračnej banky pipetujte 20,0 cm<sup>3</sup> štandardného roztoku hydrogénftalanu draselného, ktorý ste pripravili v úlohe 1.1. Titrujte odmerným roztokom hydroxidu sodného na indikátor tymolftaleín do modrého sfarbenia stáleho aspoň 30 s. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení a vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku.

2.2 Zapíšte rovnicu vystihujúcu chemické premeny, ku ktorým došlo v priebehu stanovenia.

2.3 Vypočítajte presnú koncentráciu hydroxidu sodného v odmernom roztoku.

### **Úloha 3      Analýza zmesi salicylanu sodného a kyseliny salicylovej - REAKTANT 1**

REAKTANT 1 - prášková zmes salicylanu sodného s prímесou kyseliny salicylovej je pripravená v skúmavke na stole. Hmotnosť REAKTANTU 1 je uvedená na štítku.

3.1 REAKTANT 1 preneste pomocou liehu kvantitatívne do suchej odmernej banky s objemom 100 cm<sup>3</sup>. Pripravte 100 cm<sup>3</sup> homogénneho zásobného roztoku vzorky v etanole.

3.2 Do titračnej banky pipetujte 10,00 cm<sup>3</sup> zásobného roztoku vzorky, pridajte niekoľko kvapiek indikátora tymolftaleín a titrujte odmerným roztokom NaOH s presne známou koncentráciou. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.

3.3 Vykonajte slepý pokus: do titračnej banky pipetujte 10,00 cm<sup>3</sup> etanolu, ktorý ste použili na prípravu zásobného roztoku kyseliny salicylovej. Titrujte odmerným roztokom NaOH na indikátor tymolftaleín. Vysvetlite, prečo je potrebné vykonať pri tejto analýze slepý pokus.

3.4 Vypočítajte hmotnostný zlomok kyseliny salicylovej vo vstupnej surovine.

### **Úloha 4      Analýza roztoku síranu zinočnatého – REAKTANT 2**

V zásobnej fľaši na stole je REAKTANT 2 - roztok síranu zinočnatého, ktorý bol pripravený rozpustením kryštallického ZnSO<sub>4</sub> v demineralizovanej vode.

4.1 Do odmernej banky s objemom 100,0 cm<sup>3</sup> pipetujte 10,0 cm<sup>3</sup> roztoku síranu zinočnatého a pripravte homogénny vodný roztok na chelátometrickú analýzu.

4.2 Do titračnej banky pipetujte 10 cm<sup>3</sup> roztoku na analýzu. Pomocou vody, zriedenej kyseliny chlorovodíkovej a tuhého urotropínu upravte *pH* zmesi na hodnotu okolo 5,5. Pridajte indikátor xylenolová oranž a titrujte odmerným roztokom chelatónu III so známou koncentráciou (farebný prechod z červenej do žltej). Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.

4.3 Zapíšte rovnice vystihujúce chemické premeny, ku ktorým došlo v priebehu stanovenia.

4.4 Vypočítajte presnú koncentráciu roztoku síranu zinočnatého v zásobnom roztoku (REAKTANTE 2).

### **Úloha 5      Príprava salicylanu zinočnatého**

5.1 Do vyššej kadičky s objemom 250 cm<sup>3</sup> pipetujte 50 cm<sup>3</sup> liehového roztoku salicylanu sodného a kyseliny salicylovej, ktorý ste pripravili v úlohe 3.1.

- 5.2 Na základe výsledku úlohy 3.4 vypočítajte objem roztoku NaOH ( $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ ), ktorý je potrebný na neutralizáciu voľnej kyseliny salicylovej.
- 5.3 Roztok zahrejte na vodnom kúpeli, pridajte niekoľko kvapiek indikátora tymolftaleín a voľnú kyselinu zneutralizujte pomocou roztoku NaOH ( $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$ ).
- 5.4 Zo zásobného roztoku síranu zinočnatého odpipetujte  $25,0 \text{ cm}^3$  do kadičky s objemom  $150 \text{ cm}^3$ . Roztok ohrejte na  $70 - 80^\circ\text{C}$  a opatrne po častiach ho pridajte k zneutralizovanému roztoku salicylanu sodného.
- 5.5 Za občasného miešania upravte objem reakčnej zmesi na  $30 - 40 \text{ cm}^3$  odparením etanolu. Vzniknutý roztok salicylanu zinočnatého nechajte kryštalizovať najprv voľne (asi 20 minút), potom vo vodnom kúpeli (do ochladenia na  $20 - 25^\circ\text{C}$ ).
- 5.6 Kryštáliky odfiltrujte pri zníženom tlaku cez vopred odvážený filtračný téglík (S1) a nechajte ich vysušiť pri teplote  $105^\circ\text{C}$  (približne 30 minút).
- 5.7 Filtračný téglík spolu s produktom odvážte s presnosťou na stotiny gramu.
- 5.8 Vypočítajte skutočný výťažok a opíšte vlastnosti produktu.

## Úloha 6 Bilancia syntézy

- 6.1 Na základe výsledkov chelátometrického stanovenia vypočítajte látkové množstvo zinočnatých iónov, ktoré vstúpilo do reakcie. Vypočítajte rozsah reakcie vzhľadom na  $\text{Zn}$   $R_{\text{Zn}}$ .
- 6.2 Na základe alkalimetrického stanovenia vypočítajte látkové množstvo salicylanových zvyškov, ktoré vstúpilo do reakcie. Vypočítajte rozsah reakcie vzhľadom na salicylanový zvyšok  $R_{\text{SAL}}$ .
- 6.3 Rozhodnite, ktorá látka je limitujúcim reaktantom.
- 6.4 Vypočítajte teoretický výťažok vzhľadom na limitujúci reaktant.
- 6.5 Vypočítajte relatívny výťažok syntézy. Uveďte komentár, v ktorom výťažok zdôvodníte.

**Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty molárnych hmotností:**

|                                                                              |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $M(\text{HOOC}\text{C}_6\text{H}_4\text{COO K}) = 204,22 \text{ g mol}^{-1}$ | $M(\text{kyselina salicylová}) = 138,12 \text{ g mol}^{-1}$                          |
| $M(\text{ZnSO}_4) = 161,45 \text{ g mol}^{-1}$                               | $(\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3) = 160,11 \text{ g mol}^{-1}$                     |
| $M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 287,53 \text{ g mol}^{-1}$   | $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$                                  |
| $M(\text{Zn}(\text{SAL})_2) = 339,61 \text{ g mol}^{-1}$                     | $M(\text{Zn}(\text{SAL})_2 \cdot 3 \text{ H}_2\text{O}) = 393,61 \text{ g mol}^{-1}$ |
| $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$                                     | $\rho(\text{NaOH}_{\text{aq}}) = 1,43 \text{ g cm}^{-3}$                             |

### Odpoved'ový hárok z PRAXE

|                                  |  |                      |
|----------------------------------|--|----------------------|
| Štartovné číslo                  |  |                      |
| Celkový počet pridelených bodov: |  | Podpis hodnotiteľov: |

|                                |                                                                                           |            |  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|
| <b>Úloha</b><br><br><b>1.1</b> | Výpočet hmotnosti hydrogénftalanu draselného na prípravu štandardného roztoku             |            |  |
|                                | Hmotnosť štandardnej látky použitá na prípravu zásobného štandardného roztoku:            | $m_{ST} =$ |  |
|                                | Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku                                         |            |  |
| <b>Úloha</b><br><br><b>1.2</b> | Výpočet objemu roztoku hydroxidu sodného, ktorý je potrebný na prípravu odmerného roztoku |            |  |
| <b>Úloha</b><br><br><b>2.1</b> | Spotreba odmerného roztoku na štandardizáciu:                                             |            |  |
|                                |                                                                                           |            |  |
| <b>Úloha</b><br><br><b>2.2</b> | Akceptovaná hodnota $V_{ODM} =$                                                           |            |  |
|                                | Rovnica vystihujúca chemickú reakciu štandardizácie:                                      |            |  |

|                                |                                                                      |  |  |            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|--|------------|
| <b>Úloha</b><br><br><b>2.3</b> | Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku:                      |  |  |            |
| <b>Úloha</b><br><br><b>3.1</b> | Hmotnosť zmesi salicylanu sodného s kyselinou salicylovou:           |  |  | $m_{R1} =$ |
| <b>Úloha</b><br><br><b>3.2</b> | Spotreba odmerného roztoku na titráciu REAKTANTU 1:                  |  |  |            |
|                                |                                                                      |  |  |            |
|                                | Akceptovaná hodnota $V_{HSAL} =$                                     |  |  |            |
| <b>Úloha</b><br><br><b>3.3</b> | Spotreba odmerného roztoku na slepý pokus:                           |  |  |            |
|                                |                                                                      |  |  |            |
|                                | Akceptovaná hodnota $V_{SL} =$                                       |  |  |            |
|                                | Vysvetlite, prečo je potrebné vykonať pri tejto analýze slepý pokus: |  |  |            |
| <b>Úloha</b><br><br><b>3.4</b> | Výpočet hmotnostného zlomku kyseliny salicylovej v REAKTANTE 1:      |  |  |            |

|              |                                                                                                         |            |                |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Úloha<br>4.2 | Presná koncentrácia odmerného roztoku CHE III:                                                          |            | $C_{CHEIII} =$ |
|              | Spotreba odmerného roztoku na analýzu zásobného roztoku síranu zinočnatého:                             |            |                |
|              |                                                                                                         |            |                |
|              | Akceptovaná hodnota $V_{R2}$ :                                                                          |            |                |
| Úloha<br>4.3 | Zápis reakcie, ktorá je podstatou stanovenia:                                                           |            |                |
| Úloha<br>4.4 | Výpočet presnej koncentrácie roztoku síranu zinočnatého v zásobnom roztoku, ktorý ste dostali na prácu: |            |                |
| Úloha<br>5.2 | Výpočet objemu NaOH, ktorý je potrebný na neutralizáciu voľnej kyseliny salicylovej v REAKTANTE 1:      |            |                |
| Úloha<br>5.6 | Hmotnosť filtračného téglíka:                                                                           | $m_T =$    | Podpis dozoru: |
| Úloha<br>5.7 | Hmotnosť filtračného téglíka s produktom                                                                | $m_{TP} =$ | Podpis dozoru: |
| Úloha<br>5.8 | Skutočný výťažok                                                                                        | $SV =$     |                |
|              | Opis vlastností produktu:                                                                               |            |                |

|                      |                                                                                                                             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Úloha<br/>6.1</b> | <p>Výpočet látkového množstva <math>\text{Zn}^{2+}</math> použitého na syntézu:</p> <p><math>R_{\text{Zn}} =</math></p>     |
| <b>Úloha<br/>6.2</b> | <p>Výpočet látkového množstva SAL použitého na syntézu:</p> <p><math>R_{\text{SAL}} =</math></p>                            |
| <b>Úloha<br/>6.3</b> | <p>Limitujúcim reaktantom syntézy je (zakrúžkujte správnu možnosť):</p> <p>a) Síran zinočnatý</p> <p>b) Salicylan sodný</p> |
| <b>Úloha<br/>6.4</b> | <p>Výpočet teoretického výťažku vzhľadom na limitujúci reaktant:</p> <p>TV =</p>                                            |
| <b>Úloha<br/>6.5</b> | <p>Výpočet relatívneho výťažku:    RV =</p> <p>Komentár:</p>                                                                |



---

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

Recenzenti:

Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Ing.Juraj Malinčík,  
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 2019