

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória EF

Školské kolo

PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY Z PRAXE

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

Školské kolo

Elena Kulichová

Maximálne 100 pomocných bodov = 50 bodov

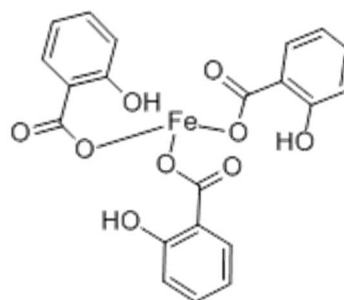
Doba riešenia: 240 minút

Komplex kyseliny salicylovej so železitými iónmi má dobre definované zloženie a nasledujúce vlastnosti:

Sumárny vzorec: $C_{21}H_{15}FeO_9$

Molárna hmotnosť: 467.007 g mol⁻¹

Štruktúra molekuly:



Jeho intenzívne charakteristické sfarbenie sa využíva napríklad aj na fotometrické stanovenie zvyškovej kyseliny salicylovej napríklad v aspiríne.

Cieľom praktickej časti školského kola bude pripraviť salicylan železitý reakciou salicylanu sodného a dusičnanu železitého, opísať vlastnosti tejto látky a vypočítať relatívny výťažok syntézy vzhľadom na použité látkové množstvo železitých iónov. To si vyžiada stanovenie obsahu železa v dusičnane železitom.

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 roztoku dusičnanu zinočnatého s presne známou koncentráciou

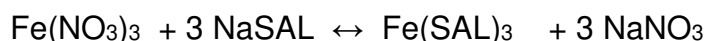
- 1.1 Vypočítajte hmotnosť oxidu zinočnatého, ktorá je potrebná na prípravu 250 cm³ štandardného roztoku $Zn(NO_3)_2$ s koncentráciou blízkou $c = 0,02$ mol dm⁻³.
- 1.2 Vypočítanú hmotnosť odvážte s analytickou presnosťou.
- 1.3 Pomocou demineralizovanej vody preneste návažok kvantitatívne do kadičky (150 cm³).
- 1.4 Oxid zinočnatý prevedte pomocou kyseliny dusičnej ($w = 0,2$) na dusičnan (rozpúšťanie realizujte v digestore).
- 1.5 Roztok kvantitatívne preneste do odmernej banky, doplňte po značku a zhomogenizujte.
- 1.6 Vypočítajte presnú koncentráciu štandardného roztoku.

Úloha 2 Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku chelatónu III

- 2.1 Do titračnej banky pipetujte 20,0 cm³ štandardného roztoku dusičnanu zinočnatého, ktorý ste pripravili v úlohe 1
- 2.2 Pridajte asi 30 cm³ demineralizovanej vody, pomocou roztoku hydroxidu sodného upravte pH zmesi na hodnotu približne 5,5 a túto hodnotu stabilizujte pridaním tuhého hexametyléntetraamínu (urotropínu) a indikátor xylenolovú oranž.
- 2.3 Titrujte odmerným roztokom chelatónu III z červeného do stabilného žltého sfarbenia. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 2.4 Zapište rovnice vystihujúce chemické premeny, ku ktorým došlo v priebehu stanovenia
- 2.5 Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku CHEIII.

Úloha 3 Príprava reaktantov

- 3.1 Vypočítajte hmotnosť nonahydrátu dusičnanu železitého, ktorý je potrebný na prípravu 2g salicylanu železitého, ak predpokladáme jednoduchý priebeh chemickej reakcie, ktorú vystihuje rovnica:



- 3.2 Vypočítanú hmotnosť odvážte na dvojmiestnych váhach. Z návažku pripravte 100 cm³ homogénneho roztoku.
- 3.3 Vypočítajte hmotnosť kyseliny salicylovej na prípravu salicylanu sodného, ktorý bude potrebný na reakciu so 75 cm³ železitej soli (predpokladáme, že ide $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$).
- 3.4 Na dvojmiestnych váhach odvážte hmotnosť kyseliny salicylovej vypočítanú v úlohe 3.3. Kyselinu rozpustite v približne 60 – 70 cm³ etanolu v kadičke s objemom 250 cm³.
- 3.5 Do roztoku kyseliny salicylovej pridajte niekoľko kvapiek indikátora metylčerveň. Postupne pridávajte roztok hydroxidu sodného ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$), kým nedosiahnete neutralizáciu použitej kyseliny salicylovej na daný indikátor.

Úloha 4 Príprava salicylanu železitého

- 4.1 Roztok salicylanu sodného, zahrejte na vodnom kúpeli na teplotu cca 75 °C. Do roztoku pomaly a za stáleho miešania pridajte 75 cm³ roztoku dusičnanu železitého (pripraveného v úlohe 3.2). Po pridaní upravte objem reakčnej zmesi odparením (priamo na variči a za občasného premiešania) na približne 80 cm³.

Zrazeninu salicylanu železitého nechajte na vodnom kúpeli postáť pri teplote približne 50 °C asi 60 minút. Zostavte aparatúru na filtráciu pri zníženom tlaku. Použite vopred odvážený filtračný téglík (S2). Zrazeninu dekantujte trikrát 20 cm³ studenej demineralizovanej vody, napokon ju preneste na téglík, odsajte a nechajte vysušiť pri teplote 105 °C.

- 4.2 Odvážte fritu s produktom a vypočítajte skutočný výťažok syntézy.
- 4.3 Opíšte vlastnosti produktu

Úloha 5 Výpočet teoretického a relatívneho výťažku syntézy

Relatívny výťažok syntézy vypočítajte vzhľadom na skutočne použité množstvo železitej soli.

- 5.1 Pripravte zásobný roztok použitej železitej soli na analýzu: 10 cm³ zásobného roztoku dusičnanu železitého (z úlohy 3.2) pipetujte do odmernej banky s objemom 100 cm³ doplňte po rysku a zhomogenizujte.
- 5.2 Do titračnej banky pipetujte 10 cm³ zásobného roztoku na analýzu, pridajte:
- 25 cm³ demineralizovanej vody,
 - tuhý octan sodný (na špičku špachte),
 - 5 cm³ koncentrovanej kyseliny octovej,
 - 5 cm³ indikátora – roztoku kyseliny salicylovej.
- Zmes zahrejte na teplotu približne 50 °C a titrujte odmerným roztokom CHE III z fialovej do bledožltej farby. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 5.3 Vypočítajte skutočné látkové množstvo železitých iónov použitých na syntézu, teoretický a relatívny výťažok reakcie.
- 5.4 Vypočítajte, s koľkými molekulami vody sa viazala 1 molekula dusičnanu železitého v použitom kryštallohydráte.

Úloha 6 Stanovenie molárneho absorpčného koeficienta salicylanu železitého

- 6.1 Pripravte štandardný roztok kyseliny salicylovej: odvážte presne známu hmotnosť kyseliny salicylovej blízku 0,2 g. Návažok rozpustíte v etanole, preneste do odmernej banky s objemom 25,0 cm³, doplňte po rysku a zhomogenizujte. Pripravte štandardný vodný roztok kyseliny salicylovej: pipetujte 5 cm³ etanolového roztoku do odmernej banky s objemom 500 cm³, doplňte demineralizovanou vodou po značku a zhomogenizujte.
- 6.2 Pripravte roztoky na fotometrické meranie:
- a) Do odmernej banky s objemom 50 cm³ pipetujte 20 cm³ štandardného vodného roztoku (z úlohy 6.1). Farebnú reakciu vyvolajte pridaním 5 cm³ roztoku Fe(NO₃)₃ (z úlohy 3.2). Doplňte demineralizovanou vodou na celkový objem a zhomogenizujte. Vypočítajte presnú koncentráciu zriedeného roztoku.
- b) Porovnávací roztok pripravte zriedením 5 cm³ roztoku Fe(NO₃)₃ na 50 cm³ demineralizovanou vodou.
- 6.3 Odmerajte absorbanciu vzorky voči porovnávaciemu roztoku pri rezonančnej vlnovej dĺžke 535 nm. Použite kvety s hrúbkou $l = 1$ cm
- 6.4 Vypočítajte hodnotu absorpčného koeficienta v dm³cm⁻¹mol⁻¹

Namerané a vypočítané hodnoty uveďte v odpoved'ovom hárku

Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty molárnych hmotností:

$$M(\text{ZnO}) = 81,39 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_{21}\text{H}_{15}\text{FeO}_9) = 467,01 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{kyselina salicylová}) = 138,12 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 241,86 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{ H}_2\text{O}) = 404 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$$

Odpoved'ový hárok z PRAXE

Škola:		
Meno súťažiaceho:		
Celkový počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:

Úloha 1.1	Výpočet hmotnosti oxidu zinočnatého na prípravu štandardného roztoku		
	Hmotnosť štandardnej látky použitá na prípravu zásobného štandardného roztoku:	$m_{ST} =$	
Úloha 1.6	Výpočet látkovej koncentrácie štandardného roztoku		
Úloha 2.3	Spotreba odmerného roztoku na štandardizáciu:		
Úloha 2.4	Akceptovaná hodnota V_{ODM} =		
Úloha 2.5	Rovnice vystihujúce chemické deje počas štandardizácie:		
Úloha 3.1	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku.:		

Úloha 3.2	Skutočná hmotnosť dusičnanu železitého	$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}) =$	
Úloha 3.3	Výpočet hmotnosti kyseliny salicylovej potrebnej na reakciu:		
Úloha 4.2	Hmotnosť filtračného téglika: $m_0=$	$m_0=$	
	Hmotnosť filtračného téglika s produktom $m_1=$	$m_1=$	
	Skutočný výťažok syntézy	$SV =$	
Úloha 4.3	Opis pripraveného produktu:		
	Skupenstvo	Farba	
	Forma	Rozpustnosť vo vode	
Úloha 5.2	Spotreba odmerného roztoku na analýzu roztoku dusičnanu:		
	Akceptovaná hodnota V_{AN} :		
	Zápis reakcie, ktorá je podstatou stanovenia:		
Úloha 5.3	Výpočet látkového množstva železitej soli, ktoré bolo použité na reakciu:		

Úloha 5.3	Výpočet teoretického výťažku reakcie				
	Výpočet relatívneho výťažku:				
Úloha 5.4	Výpočet počtu molekúl vody, ktoré boli viazané v kryštalohydráte:				
Úloha 6.1	Presná hmotnosť kyseliny salicylovej použitej na prípravu štandardného roztoku:			$m_{ST2} =$	
Úloha 6.2	Výpočet presnej koncentrácie roztoku, ktorý sa použil na fotometrickú analýzu::				
Úloha 6.3	Tabuľka hodnôt z fotometrickej analýzy: Vlnová dĺžka $\lambda =$ Hrúbka kvety $l =$				
	Meranie č.				
	A				
	Akceptovaná hodnota $A =$				
	Výpočet hodnoty molárneho absorpčného koeficienta ϵ :				

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

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Juraj Malinčík
Doc.Ing.Boris Lakatoš, PhD., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Eva Ludvigová

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019