

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória EF

Školské kolo

ÚLOHY Z PRAXE

ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – šk. rok 2019/2020

Školské kolo

Ing. Elena Kulichová

Maximálne 150 pb =50 bodov

Doba riešenia 240 minút

Úvod

V praktickej časti školského kola súťaže bude cieľom stanoviť hmotnosť meďnatých a chromitých iónov v neznámej vzorke. V úlohe sa uplatnia zručnosti, s ktorými ste sa stretli v študijnom kole, teda separácia na katexe a redoxná – v tomto prípade jodometrická - odmerná analýza.

Úloha 1 Príprava roztokov

1.1 Vypočítajte hmotnosť dihydrátu kyseliny šťaveľovej potrebnú na prípravu 100 cm³ štandardného roztoku s koncentráciou blízkou $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok pripravte a starostlivo zhomogenizujte. Vypočítajte presnú koncentráciu štandardného roztoku.

1.2 Pripravte štandardný roztok jódu: vo vysokej kadičke s objemom 150 cm³ rozpustite 2,5 g KI a 0,167 g jodičnanu draselného v 50 cm³ deionizovanej vody. Pridajte 12 cm³ kyseliny sírovej ($c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$), zmes prelejte do odmernej banky a doplňte na celkový objem 250 cm³. Zapište rovnicu chemickej reakcie, ktorá prebehla pri príprave štandardného roztoku jódu. Vypočítajte presnú koncentráciu jódu v pripravenom roztoku.

1.3 Vypočítajte potrebné údaje a pripravte 100 g 10 %-ného roztoku KSCN

1.4 K dispozícii sú nasledujúce roztoky:

- roztok NaOH s koncentráciou blízkou $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$,
- roztok Na₂S₂O₃ s koncentráciou blízkou $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$,

- roztok H_2SO_4 s koncentráciou blízkou $c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$,
- roztok KI s koncentráciou blízkou $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$,
- roztok CaCl_2 ($w = 0,1$),
- roztok HCl s koncentráciou blízkou $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$.

Úloha 2 Stanovenie presnej koncentrácie odmerných roztokov

- 2.1 Stanovte presnú koncentráciu odmerného roztoku hydroxidu sodného podľa nasledujúceho postupu: Do titračnej banky pipetujte 20 cm^3 štandardného roztoku kyseliny šťaveľovej, pridajte indikátor metylčerveň. Titrujte odmerným roztokom NaOH . Pred koncom tritrácie pridajte 5 cm^3 roztoku chloridu vápenatého ($w = 0,1$) a dotitrujte do žltého sfarbenia indikátora. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení. Zapište rovnice vystihujúce chemické reakcie, ktoré prebehli počas stanovenia. Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku NaOH .
- 2.2 Stanovte presnú koncentráciu odmerného roztoku tiosíranu sodného podľa nasledujúceho postupu: Do jódovej banky pipetujte $20,0 \text{ cm}^3$ štandardného roztoku I_2 . Opláchnite steny banky a titrujte odmerným roztokom tiosíranu do žltého sfarbenia. Pridaním 1 cm^3 škrobového mazu prevedte farbu roztoku na tmavomodrú a dotitrujte do bezfarebnej. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení. Zapište rovnicu chemickej reakcie, ktorá prebehla pri stanovení. Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Úloha 3 Stanovenie kapacity katexu

- 3.1 Pomocou Pasteurovej pipety s hrubou stopkou preneste do odmerného valca 3 až 4 cm^3 napučaného katexu v H^+ cykle. Presný objem katexu zaznamenajte. Pomocou deionizovanej vody preneste suspenziu katexu do titračnej banky.
- 3.2 Do titračnej banky pridajte približne 25 cm^3 deionizovanej vody, aby sa suspenzia v banke dobre miešala a aby bolo dobre viditeľné sfarbenie roztoku nad katexom. Potom pridajte 1 až 2 kvapky indikátora brómtymolová modrá a lyžičku (cca 2 g) tuhého NaCl . Po rozpustení NaCl titrujte zmes roztokom NaOH so známou koncentráciou (farebný prechod zo žltej do modrej).

V blízkosti bodu ekvivalencie titrujte pomaly a intenzívne miešajte, aby sa umožnil prestup roztoku, ktorý môže byť uzavretý v katexe.

Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení. Zapište rovnicu, vystihujúcu chemické deje počas stanovenia. Vypočítajte kapacitu katexu.

3.3 Kolónu naplňte silne kyslým katexom tak, aby výška stĺpca bola 10 – 12 cm. Pri plnení kolóny dbajte, aby vrstva katexu bola vždy ponorená pod roztokom.

3.4 Kolónu prevedte do H^+ cyklu: do kolóny pridajte 50 cm^3 kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou $c = 2\text{ mol dm}^{-3}$. Kyselina má kolónou pretekať rýchlosťou 2 kvapky za sekundu. Potom kolónu rovnako rýchlo premývajte deionizovanou vodou do neutrálnej reakcie eluátu.

Úloha 4 Úprava vzorky a stanovenie uvoľnenej kyseliny

4.1 Vzorka obsahujúca meďnatú a chromitú soľ je pripravená v skúmavke. Preneste ju kvantitatívne do odmernej banky s objemom 100 cm^3 a pripravte zásobný roztok vzorky.

4.2 Pod chromatografickú kolónu si pripravte odmernú banku s objemom 200 cm^3 na zachytávanie eluátu. Do kolóny dávajte $10,0\text{ cm}^3$ zásobného roztoku vzorky. Vzorka má kolónou pretekať rýchlosťou 2 kvapky za sekundu. Po pretečení vzorky premývajte kolónu deionizovanou vodou. Zapište rovnice iónovej výmeny.

4.3 Po naplnení odmernej banky do polovice objemu skontrolujte pH eluátu. V prípade, že je neutrálny, považujte iónovú výmenu za ukončenú. V prípade, že eluát je ešte kyslý, pokračujte v premývaní kolóny.

Doplnením objemu roztoku po rysku získate zásobný roztok eluátu na titračné stanovenie.

4.4 Do troch titračných baniek pipetujte po $25,0\text{ cm}^3$ zásobného roztoku eluátu.

4.5 Každý podiel titrujte odmerným roztokom hydroxidu sodného na metylčerveň ako indikátor.

4.6 Vypočítajte látkové množstvo H^+ iónov, ktoré sa z katexu uvoľnili. Prepočítajte uvoľnené množstvo na celú vzorku Cr^{3+} a Cu^{2+} iónov.

Úloha 5 Stanovenie hmotnosti Cu^{2+} iónov jodometrickou titráciou

- 5.1 Zo zásobného roztoku vzorky pipetujte do jódovej titračnej banky 10 cm^3 . Pridajte destilovanú vodu tak, aby celkový objem bol približne 60 cm^3 .
- 5.2 Roztok okyslite $5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ ($c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$) a pridajte $2 \text{ cm}^3 \text{ KI}$ ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$)
- 5.3 Uvoľnený jód titrujte tiosíranom sodným do žltého sfarbenia. Potom k zmesi pridajte cca 2 cm^3 škrobového indikátora a 10 cm^3 roztoku KSCN ($w=0,1$) a dotitrujte do svetlofialova. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.
- 5.4 Vykonajte slepý pokus: Do titračnej banky pipetujte všetky látky ako pri stanovení. Objem vzorky nahradte 10 cm^3 deionizovanej vody. Vykonajte potrebný počet paralelných slepých stanovení.
- 5.5 Zapíšte rovnice chemických reakcií, ktoré sú princípom stanovenia. Vypočítajte koncentráciu, látkové množstvo a hmotnosť meďnatých iónov v zásobnom roztoku vzorky.

Úloha 6 Výpočet hmotnosti chromitých iónov vo vzorke

Z hodnôt nameraných v úlohe 4 a 5 vypočítajte látkové množstvo a hmotnosť chromitých iónov v zásobnom roztoku vzorky.

Poznámka:

V prípade potreby si od dozoru môžete vyžiadať potrebné rovnice chemických reakcií, aby ste mohli realizovať potrebné výpočty. Za tieto reakcie vám nebudú pridelené body v riešení úloh odpovedového hárka.

Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty mólových hmotností:

$$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}) = 126,07 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{KIO}_3) = 214,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cr}) = 52,00 \text{ g mol}^{-1}$$

Odpoveďový hárok z analytickej PRAXE

Škola:		
Meno súťažiaceho:		
Celkový počet pridelených bodov:	Podpis hodnotiteľa:	
Úloha 1.1	Výpočet hmotnosti dihydrátu kyseliny šťaveľovej:	
	Použitá hmotnosť kyseliny šťaveľovej	$m(ST1)=$
	Výpočet presnej koncentrácie kyseliny šťaveľovej:	
Úloha 1.2	Použitá hmotnosť jodičnanu draselného	$m(ST2)=$
	Rovnica vystihujúca chemické premeny pri príprave roztoku jódu:	
	Výpočet presnej koncentrácie jódu v štandardnom roztoku:	
Úloha 1.3	Výpočet potrebných hodnôt na prípravu roztoku KSCN	

Úloha 2.1	Spotreba odmerného roztoku NaOH:			
	Akceptovaná hodnota: $V(ODM1)$			
	Zápis chemických reakcií, ktoré prebehli pri stanovení:			
Výpočet presnej koncentrácie roztoku NaOH:				
Úloha 2.2	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného:			
	Akceptovaná hodnota: $V(OD21)$			
	Zápis chemických reakcií, ktoré prebehli pri stanovení:			
Výpočet presnej koncentrácie roztoku $Na_2S_2O_3$:				
Úloha 3.1	Použitý objem katexu $V(KAT)$			
Úloha 3.2	Spotreba hydroxidu sodného na stanovenie kapacity katexu:			

	Rovnica iónovej výmeny v stechiometrickom tvare:			
	Výpočet kapacity katexu:			
Akceptovaná hodnota KAP =				
Jednotka				
Úloha 4.2	Rovnica iónovej výmeny pre meďnaté ióny:			
	Rovnica iónovej výmeny pre chromité ióny:			
Úloha 4.5	Spotreba odmerného roztoku na titráciu uvoľnenej kyseliny:			
	Akceptovaná hodnota.			
Úloha 4.6	Výpočet látkového množstva H ⁺ iónov, ktoré sa z katexu uvoľnili (uvedte aj prepočet na celý objem vzorky)			

Úloha 5.3	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného na stanovenie meďnatej soli:			
	Akceptovaná hodnota.			
Úloha 5.4	Spotreba odmerného roztoku tiosíranu sodného na slepý pokus:			
	Akceptovaná hodnota.			
Úloha 5.5	Zápis rovníc chemickej premeny, ktoré prebehli pri stanovení Cu^{2+} :			
	Výpočet hmotnosti Cu^{2+} v pôvodnej vzorke			
Úloha 6	Výpočet hmotnosti Cr^{3+} v pôvodnej vzorke			

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Ladislav Blaško,
Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík
Mgr.Pavλίna Gregorová., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Anna Ďuricová, PhD.

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020

