

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória EF

Celoštátne kolo

ÚLOHY Z PRAXE

ÚLOHY Z PRAXE

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

Celoštátne kolo

Ing.Elena Kulichová

Maximálne 150 pb =50 bodov

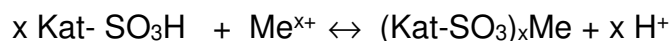
Doba riešenia 270 minút

Cieľ práce:

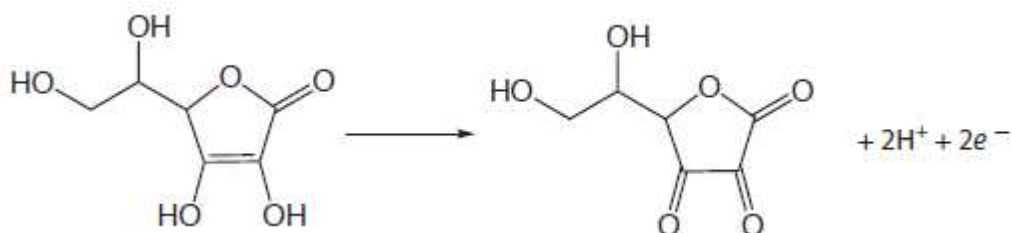
Analyty obsahujúce meďnaté a zinočnaté ióny sa v praxi vyskytujú pomerne často, napríklad pri rozboroch zliatin alebo rúd, obsahujúcich oba prvky. Okrem zaužívaných chelatometrických metód možno na analýzu neutrálnych roztokov meďnatých a zinočnatých solí využiť separáciu iónov na katexe a vhodnú doplnkovú (napríklad redoxnú) titráciu.

Princíp stanovenia:

Katióny prítomné v roztoku vzorky podliehajú iónovej výmene na katexe:



Kyselina askorbová sa ľahko oxiduje na kyselinu dehydroaskorbovú, čo vyjadruje polreakcia:



Úloha 1 Príprava roztokov

- 1.1 Vypočítajte objem roztoku hydroxidu sodného ($w = 0,4$), ktorý potrebujete na prípravu 250 cm³ odmerného roztoku s koncentráciou blízkou $c = 0,2 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok pripravte a starostlivo zhomogenizujte.
- 1.2 Vypočítajte hmotnosť hydrogénftalanu draselného, ktorá je potrebná na prípravu 100 cm³ štandardného roztoku s koncentráciou blízkou $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok

pripravte a starostlivo zhomogenizujte. Vypočítajte presnú koncentráciu štandardného roztoku.

1.3 Pripravte štandardný roztok jódu podľa nasledujúceho postupu: do kadičky s objemom 150 cm³ odvážte 2,5 g KI. Presne známu hmotnosť jodičnanu draselného blízku 0,167 g preneste do kadičky pomocou približne 50 cm³ demineralizovanej vody. Pridajte 12 cm³ kyseliny sírovej ($c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$), prelejte do odmernej banky a doplňte na celkový objem 250 cm³.

Zapíšte rovnice vystihujúce chemické premeny pri vzniku jódu v štandardnom roztoku*)

Vypočítajte koncentráciu jódu v štandardnom roztoku.

V laboratóriu máte k dispozícii nasledujúce roztoky:

- roztok kyseliny askorbovej s koncentráciou blízku $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$
- roztok KI s koncentráciou blízku $c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$
- roztok HCl s koncentráciou blízku $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$
- roztok kyseliny sírovej s koncentráciou $c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$

Úloha 2 Stanovenie presnej koncentrácie odmerných roztokov

2.1 Stanovte presnú koncentráciu odmerného roztoku NaOH:

Do titračnej banky pipetujte 20,0 cm³ štandardného roztoku hydrogénftalanu draselného, ktorý ste pripravili v úlohe 1.2. Titrujte odmerným roztokom hydroxidu sodného na indikátor tymolftaleín do modrého sfarbenia stáleho aspoň 30 s. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.

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

Vypočítajte presnú koncentráciu hydroxidu sodného v odmernom roztoku.

2.2 Stanovte presnú koncentráciu odmerného roztoku kyseliny askorbovej:

Do titračnej banky pipetujte $20,0 \text{ cm}^3$ štandardného roztoku jódu, ktoré pripravili v úlohe 1.3. Titrujte odmerným roztokom kyseliny askorbovej do vymiznutia žltého sfarbenia. Pridajte škrobový indikátor a dotitrujte do vymiznutia modrofialovej farby.

Zapíšte rovnice vystihujúce chemickú premenu pri reakcii kyseliny askorbovej so štandardným roztokom jódu*).

Vypočítajte presnú koncentráciu kyseliny askorbovej v odmernom roztoku.

Úloha 3 Stanovenie kapacity katexu

3.1 Pomocou Pasteurovej pipety s hrubou stopkou preneste do odmerného valca presne $4,0 \text{ cm}^3$ napučaného katexu v H^+ cykle. Pomocou deionizovanej vody preneste suspenziu katexu do titračnej banky.

3.2 Do titračnej banky pridajte približne 20 cm^3 deionizovanej vody. Potom pridajte 1 až 2 kvapky indikátora brómtymolová modrá a lyžičku (cca 2 g) tuhého NaCl. Po rozpustení NaCl titrujte obsah banky roztokom NaOH so známou koncentráciou (farebný prechod zo žltej do modrej).

V blízkosti bodu ekvivalencie titrujte pomaly a intenzívne miešajte.

Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.

Odpad po titrácii nevyliievajte do výlevky, použite vyhradenú nádobu.

3.3 Zapíšte rovnicu iónovej výmeny, na ktorej je stanovenie založené. Vypočítajte kapacitu katexu a uveďte ju v $\text{mmolH}^+ \text{ cm}^{-3}$.

Úloha 4 Úprava vzorky a delenie na ionexe

a) pH metrická analýza

4.1 Vzorka obsahujúca meďnatú a zinočnatú soľ je pripravená v skúmavke. Preneste ju kvantitatívne do odmernej banky a pripravte z nej 100 cm^3 zásobného roztoku.

4.2 Do čistej kadičky odmerajte $10,00 \text{ cm}^3$ zásobného roztoku vzorky. Pomocou odmerného valca odmerajte (podobne ako v úlohe 3.1) $4,0 \text{ cm}^3$ katexu a preneste ho kvantitatívne do kadičky. Zmes nechajte stáť za občasného

premiešania asi 5 minút aby sa ustálila rovnováha. Potom katex oddelíte filtráciou cez filtračný téglik a dôkladne ho premyte demineralizovanou vodou (do neutrálnej reakcie filtrátu). Filtrát zachytávajte priamo do odmernej banky s objemom 250 cm³.

4.3 Po dosiahnutí neutrálnej reakcie filtrát doplňte po rysku demineralizovanou vodou, starostlivo ho zhomogenizujte a odmerajte pH roztoku.

4.4 Z výsledku pH-metrickej analýzy vypočítajte látkové množstvo H⁺ iónov, ktoré sa z katexu uvoľnili. Vypočítajte, aké látkové množstvo H⁺ iónov by sa uvoľnilo, ak by ste použili celú vzorku z liekovky.

b) titračná analýza

4.5 Do čistej titračnej banky s objemom 250 cm³ pipetujte 10 cm³ zásobného roztoku vzorky. Pomocou odmerného valca odmerajte (podobne ako v úlohe 3.1) 4,0 cm³ katexu. Pridajte asi 10 cm³ demineralizovanej vody a nechajte ustáliť rovnováhu (cca 5 minút). Oddelíte katex filtráciou cez filtračný téglik a dôkladne ho premyte demineralizovanou vodou (do neutrálnej reakcie filtrátu). Potom celý katex preneste pomocou demineralizovanej vody do titračnej banky. Pridajte asi 2 g (zarovnanú lyžičku) NaCl a nechajte ustáliť rovnováhu. Po pridaní indikátora (brómtymolová modrá) titrujte odmerným roztokom NaOH zo žltej do sýtomodrej farby.

V blízkosti bodu ekvivalencie titrujte pomaly a intenzívne miešajte.

Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení.

Odpad po titrácii nevyliievajte do výlevky, použite vyhradenú nádobu.

4.6 Zapište rovnice chemických premien na katexe po pridaní vzorky*).

4.7 Z výsledkov titračných analýz (3.2 a 4.5) vypočítajte látkové množstvo H⁺ iónov, ktoré z katexu vytesnili meďnaté a zinočnaté ióny nachádzajúce sa vo vzorke.

Vypočítajte, aké látkové množstvo H⁺ iónov by sa uvoľnilo, ak by ste použili celú vzorku z liekovky.

Výsledok porovnajete s výsledkom pH metrickeho stanovenia.

Úloha 5 Stanovenie Cu^{2+} iónov askorbimetrickou titráciou

5.1 Zo zásobného roztoku vzorky pipetujte do jódovej titračnej banky 10 cm^3 . Pridajte asi 10 cm^3 demineralizovanej vody.

5.2 Roztok okyslite $5 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4 (c = 3 \text{ mol dm}^{-3})$ a pridajte $3 \text{ cm}^3 1 \text{ M KI}$.

5.3 Uvoľnený jód titrujte odmerným roztokom kyseliny askorbovej do trvalého vymiznutia žltého sfarbenia. Vykonaajte potrebný počet paralelných stanovení.

5.4 Vykonaajte slepý pokus: Do titračnej banky pipetujte všetky pomocné chemikálie ako pri stanovení. Objem vzorky nahraďte 10 cm^3 destilovanej vody. Vykonaajte potrebný počet paralelných slepých stanovení.

5.5 Zapište rovnice chemických dejov, ktoré sú podstatou stanovenia*)

Vypočítajte látkové množstvo a hmotnosť meďnatých iónov v zásobnom roztoku vzorky.

Úloha 6 Výpočet látkového množstva a hmotnosti zinočnatej soli

6.1 Z výsledkov alkalimetrického stanovenia (úloha 4) a askorbimetrického stanovenia (úloha 5) vypočítajte látkové množstvo a hmotnosť zinočnatých iónov v pôvodnej vzorke.

6.2 Namerané a vypočítané hodnoty zapište do odpovedového hárka.

Poznámka1

Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty molárnych hmotností:

$M(\text{HOOC C}_6\text{H}_4 \text{ COO K}) = 204,22 \text{ g mol}^{-1}$	$M(\text{kyselina askorbová}) = 176,12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$M(\text{KI}) = 166,00 \text{ g mol}^{-1}$
$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$
$M(\text{KIO}_3) = 214,00 \text{ g/mol}$	$\rho(\text{NaOH}_{\text{aq}}) = 1,43 \text{ g cm}^{-3}$
$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$	

Poznámka 2

Hviezdičkou *) sú v zadaní aj v odpovedovom hárku označené úlohy, ktoré vyžadujú znalosť stechiometrie chemických dejov. Ak máte problém so zápisom reakcie, požiadajte dozor o poskytnutie rovnice. Za riešenie úlohy v odpovedovom hárku vám nebudú pridelené body, umožnia vám však pokračovať vo výpočtoch.

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