

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

57. ročník, školský rok 2020/2021

Kategória B

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Domáce kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Úvod

Úlohy zo všeobecnej a anorganickej chémie 57. ročníka CHO kategórie B budú zamerané na prvok fosfor a jeho zlúčeniny. Fosfor je dôležitý biogénny prvok, ktorý sa v ľudskom organizme nachádza nielen v nukleotidoch a nukleových kyselinách, ale aj v kostiach a zuboch.

Fosfor ako prvok vytvára viacero alotropických modifikácií, ktoré sa od seba okrem vlastností odlišujú aj farbou. Fosfor takisto vytvára viacero typov oxokyselín. Najznámejšia z nich je H_3PO_4 , ktorá najmä vo vyšších koncentráciách podlieha kondenzácii do druhého alebo tretieho stupňa, čím dochádza k vzniku $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ alebo $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Tieto kyseliny patria do skupiny izopoly kyselín.

Najznámejším minerálom s obsahom fosforu je apatit. Jeho všeobecné zloženie vyjadruje vzorec $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$ ($\text{X} = \text{F}, \text{OH}$ alebo $\frac{1}{2} \text{CO}_3$). Ak $\text{X} = \text{F}$, tak apatit nazývame fluoroapatit, ktorý sa nachádza v zuboch a zabezpečuje ich tvrdosť.

Úlohy v jednotlivých kolách budú zamerané na nasledujúce okruhy:

1. Elektrónová konfigurácia, štruktúrne vzorce, hybridizácia, systematické názvoslovie.
2. Výpočty hmotnostného zlomku. Stechiometrické výpočty z chemických rovníc. Stavová rovnica ideálneho plynu.
3. Energetické zmeny pri chemických reakciách.

Odporúčaná literatúra

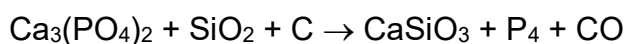
1. Gažo, J. a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*, Alfa, Bratislava, 1981.
2. Kohout, J. – Melník, M.: *Anorganická chémia 1*, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 1997.
3. Vavra, M. a kol.: *Základy výpočtov v chémii*, Rokos Prešov, 2017.

Úloha 1 (10 b)

- a) Napíšte elektrónovú konfiguráciu atómu fosforu ($Z = 15$) a uveďte, aké stabilné oxidačné čísla pre atóm fosforu z nej vyplývajú. (2 b)
- b) Pomocou štruktúrnych vzorcov nakreslite model molekuly HPO_3 a H_3PO_4 . Uvedené zlúčeniny pomenujte a uveďte hybridný stav atómov fosforu v oboch molekulách. (4 b)
- c) Vypočítajte hmotnostné zlomky fosforu v molekulách jednoduchých izopolýkyselín $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ a $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. (2 b)
 $M_r(\text{H}) = 1,0079$; $M_r(\text{P}) = 30,974$; $M_r(\text{O}) = 15,999$.
- d) Nakreslite model molekuly POCl_3 , uveďte hybridný stav stredového atómu fosforu a systematicky pomenujte túto zlúčeninu. (2 b)

Úloha 2 (12 b)

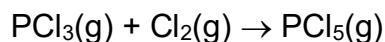
- a) Vstupnou surovinou pre výrobu fosforu P_4 je $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Proces jeho prípravy možno vyjadriť nasledujúcim zápisom chemickej reakcie:



- Určte stechiometrické koeficienty uvedenej chemickej reakcie. (2 b)
- b) Vypočítajte hmotnosť všetkých troch reaktantov, ktoré sú potrebné na prípravu 250,0 g čistého P_4 , pričom počítame so stratami vo výške 15%. (6 b)
 $M_r(\text{Ca}) = 40,078$; $M_r(\text{P}) = 30,974$; $M_r(\text{O}) = 15,999$; $M_r(\text{Si}) = 28,086$;
 $M_r(\text{C}) = 12,011$.
- c) Vypočítajte objem uvoľneného oxidu uhoľnatého ($p = 103 \text{ kPa}$; $t = 400 \text{ }^\circ\text{C}$), ktorý vznikne oxidáciou celého použitého množstva uhlíka. (4 b)

Úloha 3 (8 b)

- a) Chlorid fosforečný v plynnom stave vzniká reakciou chloridu fosforitého a chlóru:



- Štandardné zmeny tvornej entalpie všetkých zložiek reakcie majú nasledovné hodnoty [$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$]: $\Delta H_f^0(\text{PCl}_3(\text{g})) = -278$; $\Delta H_f^0(\text{Cl}_2(\text{g})) = 0$; $\Delta H_f^0(\text{PCl}_5(\text{g})) = -321$. Zistite hodnotu zmeny štandardnej reakčnej entalpie ΔH_r^0 vzniku chloridu fosforečného podľa uvedenej reakcie. (4 b)
- b) Vypočítajte koľko tepla sa uvoľní/pohltí pri vzniku 10,0 g plynného PCl_5 . (4 b)
 $M_r(\text{P}) = 30,974$; $M_r(\text{Cl}) = 35,453$.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Domáce kolo

Mgr. Peter Šramel, PhD.

Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Súťažné úlohy v tomto školskom roku budú zamerané na základné reakcie a vlastnosti aromatických uhľovodíkov a ich derivátov (elektrofilné aromatické substitučné reakcie: halogenácie, nitrácie, sulfonácie, Friedelove-Craftsove alkylácie a acylácie, indukčný a mezomérny efekt substituentov na aromatických systémoch a ich vplyv na rýchlosť a regioselektivitu daných reakcií). Pre úspešné riešenie úloh sa vyžaduje aj znalosť názvoslovia organických zlúčenín.

Literatúra:

1. J. Heger, I. Hnát, M. Putala: *Názvoslovie organických zlúčenín*, SPN, Bratislava, 2004.
2. P. Zahradník, V. Lisá: *Organická chémia I (učebnica pre gymnáziá)*, SPN, Bratislava, 2006.
3. P. Zahradník, M. Kollárová: *Prehľad chémie 2*, SPN, Bratislava, 1996.

Úloha 1 (8,5 b)

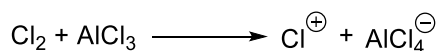
Základným predstaviteľom aromatických uhľovodíkov je benzén. Obsahuje šesťčlankový kruh, v ktorom sú všetky atómy uhlíka sp^2 hybridizované. Nastáva dokonalá konjugácia, ktorej následkom zaniká rozdiel medzi jednoduchými a dvojíťmi väzbami. Všetkých šesť väzieb je rovnocenných, pričom ich dĺžka je 0,139 nm, čo je hodnota presne na pomedzí jednoduchej a dvojitej väzby.

Najdôležitejším dôsledkom tejto konjugácie je výnimočná stabilita benzénu, ktorá sa prejavuje napr. v tom, že benzén (ako aj väčšina aromatických zlúčenín) neposkytuje adičné reakcie typické pre alkény alebo alkíny.

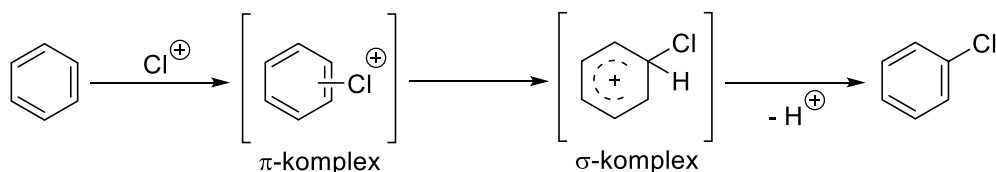
Typickými reakciami pre aromatické uhľovodíky sú **elektrofilné aromatické substitúcie**. Ide o reakcie s elektrofilnou časticou (častice s celým alebo parciálnym kladným nábojom). Dochádza pri nich k nahradeniu vodíka elektrofilom, pričom aromatický kruh zostáva zachovaný. Ak nie je elektrofilné činidlo dostatočne polárne, na vytvorenie elektrofilnej častice možno použiť katalyzátor (najčastejšie Brønstedovu alebo Lewisovu kyselinu).

Ako príklad možno uviesť mechanizmus chlorácie benzénu:

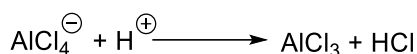
1. Elektrofílna častica Cl^+ vzniká z molekuly Cl_2 pôsobením Lewisovej kyseliny AlCl_3 .



2. Elektrofíl Cl^+ reaguje s π -elektrónmi benzénu, pričom dôjde k vytvoreniu tzv. π -komplexu. Potom dochádza k vytvoreniu σ -väzby medzi elektrofilom a jedným z uhlíkov benzénového kruhu. Vzniká tzv. σ -komplex s kladným nábojom delokalizovaným vo zvyšku benzénového kruhu. Po následnom odštiepení H^+ sa obnoví aromatický systém.

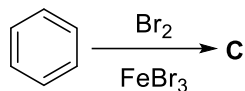
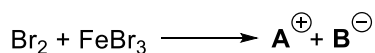


3. Obnovenie katalyzátora.



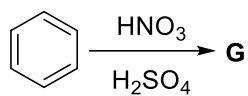
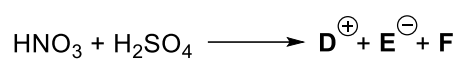
Doplňte a pomenujte produkty nižšie uvedených elektrofilných aromatických substitúcií benzénu. V rámci každej reakcie uveďte aj spôsob vytvorenia elektrofilnej častice.

a)



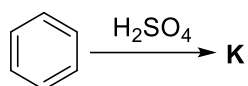
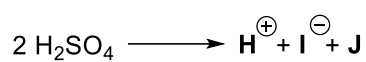
$\mathbf{A}^{\oplus}$	$\mathbf{B}^{\ominus}$	C (štruktúra + názov)

b)



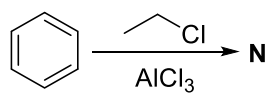
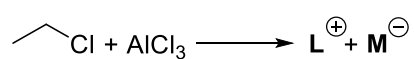
$\text{D}^{\oplus}$	$\text{E}^{\ominus}$	F	G (štruktúra + názov)

c)



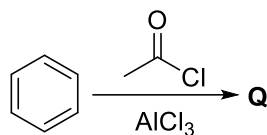
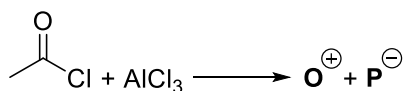
$\text{H}^{\oplus}$	$\text{I}^{\ominus}$	J	K (štruktúra + názov)

d)



$\text{L}^{\oplus}$	$\text{M}^{\ominus}$	N (štruktúra + názov)

e)



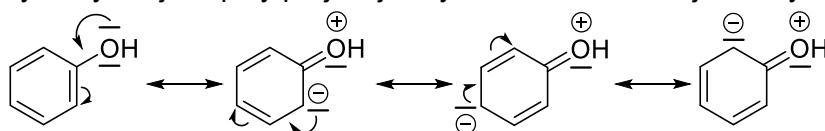
$\text{O}^{\oplus}$	$\text{P}^{\ominus}$	Q (štruktúra + názov)

Úloha 2 (10 b)

Substituent na benzénovom jadre svojim elektrónovým a stérickým pôsobením ovplyvňuje rýchlosť ďalšej elektrofilnej aromatickej substitúcie a polohu, v ktorej prednostne prebieha. Je to spôsobené tým, že svojim indukčným (I), resp. mezomérnym (M) efektom zvyšuje alebo znižuje elektrónovú hustotu v aromatickom systéme celkovo, ako aj v jednotlivých polohách. Elektrofil sa najrýchlejšie viaže na ten uhlík aromatického systému, kde je elektrónová hustota najvyššia.

Ak má substituent elektróndonorný charakter, má kladný indukčný (+I) alebo kladný mezomérny (+M) efekt. V takomto prípade dochádza k zvýšeniu elektrónovej hustoty v aromatickom systéme a tým k jeho **aktivácii**. Elektrofilná substitúcia prebieha rýchlejšie a elektrofilná častica sa viaže prednostne do polohy *orto* a *para* vzhľadom na pôvodný substituent.

Medzi takéto substituenty patria tzv. **substituenty 1. triedy**. Spomedzi substituentov s +I efektom ide o alkylové a arylové skupiny, skupiny nesúce záporný náboj $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$ alebo elektropozitívne skupiny, napr. $-\text{Li}$. Substituenty s +M efektom zvyčajne obsahujú heteroatóm s voľnými elektrónovými párami bezprostredne viazaný na aromatický systém, napr. $-\text{NH}_2$, $-\text{NR}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{SH}$, $-\text{SR}$. Hoci tieto skupiny vykazujú aj -I efekt, +M efekt prevláda nad indukčným. Na príklade mezomérnych štruktúr fenolu je ilustrované, ako sa +M efekt hydroxylovej skupiny prejavuje zvýšením elektrónovej hustoty v polohách *orto* a *para*.

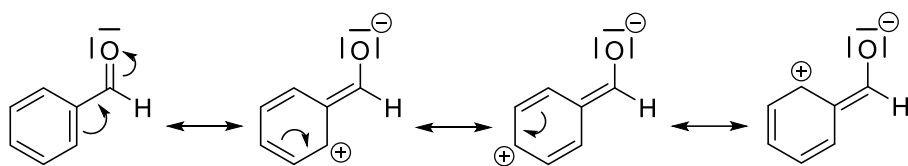


Špecifickou skupinou sú halogénové substituenty $-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$ a $-\text{I}$, ktoré vzhľadom na prevládanie ich záporného indukčného efektu (-I) nad kladným mezomérnym (+M) aromatický systém slabo deaktivujú. Pre orientáciu ďalšej substitúcie je ale rozhodujúci mezomérny efekt, vďaka ktorému orientujú elektrofilnú aromatickú substitúciu prevažne do polôh *orto* a *para*.

Ak má substituent elektrónakceptorný charakter, má len záporný indukčný (-I) alebo aj záporný mezomérny efekt (-M). Vtedy dochádza k zníženiu elektrónovej hustoty v aromatickom systéme a tým k jeho **deaktivácii**. Elektrofílna aromatická substitúcia prebieha pomalšie a elektrofílna častica sa prednostne viaže do polohy *meta* vzhľadom na pôvodný substituent.

Medzi takéto substituenty patria tzv. **substituenty 2. triedy**. Ide o skupiny, ktorých atóm priamo viazaný na aromatický systém neobsahuje voľné elektrónové páry a je zároveň viazaný násobnou väzbou na atóm s vyššou elektronegativitou, napr. -CHO, -COOR, -COOH, -COR, -SO₃H, -CN, -NO₂, prípadne skupiny nesúce kladný náboj -NR₃⁺.

Na príklade mezomérnych štruktúr benzaldehydu je ilustrované, ako sa -M efekt aldehydovej skupiny prejavuje znížením elektrónovej hustoty v polohách *orto* a *para*.



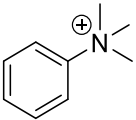
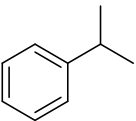
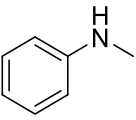
Vychádzajúc z vyššie uvedených informácií o vplyve elektrónových vlastností substituentov na aromatický systém:

- znázorníte elektrónakceptorný mezomérny efekt kyanoskupiny tým, že nakreslíte mezomérne štruktúrne vzorce benzonitrilu (benzénkarbonitrilu),
- na základe príslušných mezomérnych vzorcov vysvetlite, do ktorých polôh na benzénovom jadre orientuje kyanoskupina naviazanie elektrofílnkej častice.

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

- uvedte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých zlúčenín,
- uvedte, či daný substituent benzénové jadro aktivuje, resp. deaktivuje,
- uvedte, či daný substituent orientuje elektrofílnu substitúciu prednostne do polôh *orto* a *para*, resp. *meta*.

Názov	Štruktúra	Aktivujúci, resp. deaktivujúci účinok substituenta	Orientácia príslušným substituentom do polôh <i>o</i> , <i>p</i> , resp. <i>m</i>
kyselina benzoová			

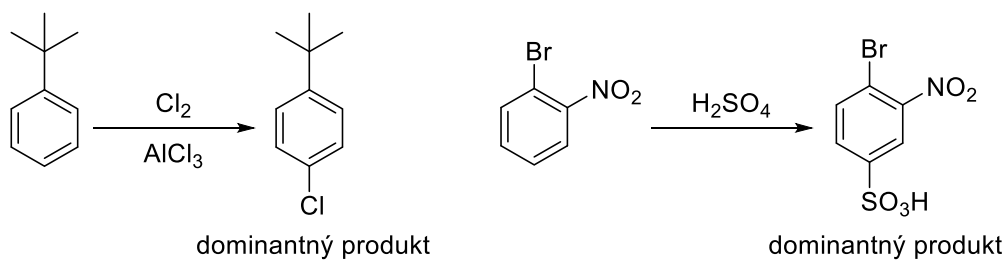
benzonitril			
			
tiofenol			
			
chlórbenzén			
			

Úloha 3 (7,5 b)

Regioselektivita elektrofilnej aromatickej substitúcie je okrem elektrónových vlastností substituentov ovplyvňovaná aj ich stérickými nárokmi. Tiež platí, že v prípade, že sa na aromatickom jadre nachádza viacero substituentov, elektrofilná substitúcia je riadená predovšetkým aktivujúcim, resp. viac aktivujúcim substituentom, prípadne ich kombinovaným (synergickým) vplyvom.

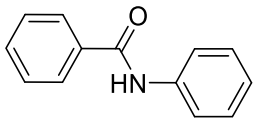
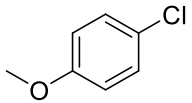
Ako príklad možno uviesť elektrofilnú chloráciu *terc*-butylbenzénu. Vieme, že *terc*-butylová skupina orientuje svojím elektrónodonným vplyvom vstup ďalšieho substituenta do polôh *o* a *p*. Avšak vzhľadom na objemnosť *terc*-butylovej skupiny, dominantným produktom reakcie bude 1-(*terc*-butyl)-4-chlórbenzén, teda produkt *para*-substitúcie.

Ďalším príkladom je elektrofilná sulfonácia 1-bróm-2-nitrobenzénu. Bróm predstavuje slabo deaktivujúcu skupinu orientujúcu naviazanie elektrofilu do polôh *o*, *p*, v tomto prípade do polôh 4 a 6 (poloha 2 nie je dostupná). Nitro skupina je silne deaktivujúca skupina, ktorá orientuje vstup elektrofilu do polohy *m*, v tomto prípade opäť do polôh 4 a 6. To znamená, že polohy 4 a 6 sú synergicky aktivované efektom oboch pôvodných substituentov. Ak uvažujeme, že substitúcia bude prebiehať len do prvého stupňa, dominantným produktom reakcie bude kyselina 4-bróm-3-nitrobenzénsulfónová, pretože poloha 6 je pre substitúciu stéricky dostupnejšia.



Doplňte nasledujúcu tabuľku:

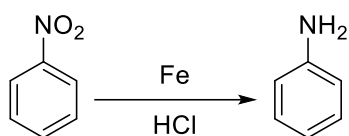
- a) uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých zlúčenín,
- b) pre každú zo zlúčenín uveďte štruktúru jedného dominantného produktu reakcie s Cl_2 / AlCl_3 (do prvého stupňa) berúc do úvahy elektrónové a zároveň stérické vlastnosti prítomných substituentov,
- c) jednotlivé dominantné produkty pomenujte.

Názov	Štruktúra	Štruktúra dominantného produktu reakcie s Cl_2 / AlCl_3	Názov dominantného produktu
metylester kyseliny benzoovej			
			
1-(2-metoxyfenyl) etán-1-ón			
			
2,5-dinitroanilín			

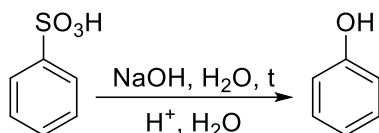
Úloha 4 (4 b)

Niektoré substituenty sa na aromatický kruh nedajú zaviesť priamo, preto sa pripravujú modifikáciou iných substituentov. Nejde už o elektrofilné aromatické substitúcie.

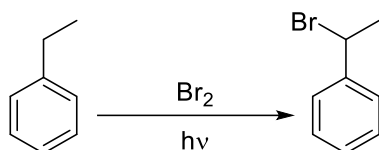
Dôležitou reakciou je redukcia nitroskupiny za prítomnosti Fe / HCl , pomocou ktorej možno pripraviť anilín, resp. iné aromatické amíny.



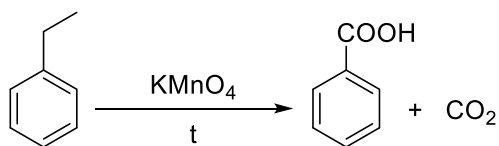
Ďalšou dôležitou reakciou je príprava fenolov z arylsulfónových kyselín alkalickým tavením.



Uhlíkový reťazec naviazaný na aromatický kruh poskytuje reakcie typické pre alkány, ako napr. radikálová halogenácia. Produktom takejto reakcie je vždy halogénderivát, ktorý má bróm naviazaný na uhlíku vedľa aromatického kruhu.

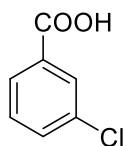


Oxidácia uhlíkového reťazca naviazaného na aromatický kruh tiež prebieha radikálovým mechanizmom. Pri energetickej oxidácii sa oxiduje uhlík priamo naviazaný na benzénový kruh a vzniká benzoová kyselina. Aby sa uhlík vedľa aromatického jadra mohol oxidovať, musí byť na ňom naviazaný minimálne jeden vodík.

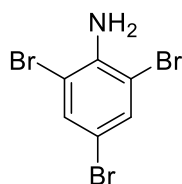


Vychádzajúc z benzénu navrhnete prípravu nasledujúcich derivátov a pomenujte ich (predpokladáme, že izoméry *orto* a *para* je možné oddeliť):

a)



b)



PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Domáce kolo

Pavel Májek

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Stanovenie koncentrácie odmerného roztoku KSCN

Úvod

Argentometria patrí medzi odmerné metódy založené na vzniku málo rozpustných zlúčenín (halogenidov a pseudohalogenidov). Medzi najčastejšie používané argentometrické titrácie patria metódy stanovenia pomenované podľa ich autorov: Mohrova, a Fajansova metóda – na stanovenie analytov priamou titráciou sa používa odmerný roztok AgNO_3 ; Volhardova metóda používa roztoky AgNO_3 , KSCN alebo NH_4SCN . Analyty možno stanoviť ako priamou, tak i spätnou titráciou.

Na úspešné riešenie praktickej časti kategórie B v tomto ročníku CHO je potrebné si naštudovať teóriu o zrážacích reakciách; použitie primárnych a sekundárnych štandardov pri stanovení presnej koncentrácie odmerných roztokov; spôsob indikácie v jednotlivých metódach; ako i praktické využitie argentometrických titrácií.

Literatúra

1. I. Paveleková: *Analytická chémia pre študentov pedagogických fakúlt*, PdF TU, Trnava, 2010, ISBN 978-80-8082-388-7.
2. I. Paveleková, K. Žoldošová: *Laboratórne cvičenia z analytickej chémie, Trnavská univerzita v Trnave*, 2001, ISBN 80-88774-94-2.
3. <http://www.titrations.info/precipitation-titration>
4. <http://www.titrations.info/precipitation-titration-argentometry>
5. <http://demonstrations.wolfram.com/ArgentometricTitrationByPrecipitationOfSilverSalts/>
6. [https://chem.libretexts.org/Under_Construction/Purgatory/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.0_\(Harvey\)/09_Titrimetric_Methods/9.5%3A_Precipitation_Titrations](https://chem.libretexts.org/Under_Construction/Purgatory/Book%3A_Analytical_Chemistry_2.0_(Harvey)/09_Titrimetric_Methods/9.5%3A_Precipitation_Titrations)

Poznámka: Informácie na webových stránkach, ktoré sú uvedené v literatúre, boli dostupné ku dňu 27.9.2020

Experimentálna úloha: (28 b)

Stanovenie presnej koncentrácie odmerného roztoku KSCN je založené na použití sekundárneho štandardu – roztoku AgNO_3 , ktorý je potrebné pred použitím standardizovať niektorou z vhodných metód priamej titrácie.

• Štandardizácia roztoku AgNO_3

Pracovný postup

- a) Príprava roztoku NaCl s koncentráciou $c = 0,0125 \text{ mol dm}^{-3}$: Na prípravu 500 cm^3 štandardného roztoku NaCl ($M = 58,4428 \text{ g mol}^{-1}$) s koncentráciou $c = 0,0125 \text{ mol dm}^{-3}$ sa diferencne odváži na analytických váhach vypočítané množstvo NaCl , rozpustí v kadičke a kvantitatívne prenesie do 500 cm^3 odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní vypočítame presnú koncentráciu štandardného roztoku.
- b) Príprava roztoku AgNO_3 s koncentráciou $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$: Na prípravu 250 cm^3 odmerného roztoku sa valcom odmeria zo zásobného roztoku AgNO_3 s koncentráciou cca $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ vypočítané množstvo AgNO_3 , ktoré sa prenesie do 250 cm^3 odmernej banky, doplní deionizovanou vodou po značku a premieša.

Príprava byrety na titráciu: 25 cm^3 byreta sa po premytí deionizovanou vodou a odmerným roztokom AgNO_3 , doplní odmerným roztokom po značku, čím je pripravená na odmerné stanovenie.

Pozn.: Na prípravu odmerných roztokov je potrebné používať deionizovanú, príp. destilovanú vodu zbavenú chlóru. Pri práci s roztokom AgNO_3 používajte rukavice.

- c) Stanovenie presnej koncentrácie roztoku AgNO_3 : Zo zásobného roztoku NaCl s koncentráciou ($c = 0,0125 \text{ mol dm}^{-3}$) sa do troch titračných baniek odpipetuje 25 cm^3 roztoku, pridá sa 25 cm^3 vody a 1 – 3 kvapky indikátora fluoresceínu tak, aby žltozelená farba indikátora bola viditeľná. Žlto-zelený roztok sa titruje za intenzívneho miešania, v blízkosti bodu ekvivalencie sa titruje 'po kvapkách' do prvého trvalého ružového sfarbenia adsorbčného indikátora. Z priemernej hodnoty spotreby roztoku AgNO_3 sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku AgNO_3 , sekundárneho štandardu.

• Štandardizácia roztoku KSCN

- d) Príprava roztoku KSCN s koncentráciou $c = 0,025 \text{ mol dm}^{-3}$: Na prípravu 250 cm^3 odmerného roztoku KSCN ($M = 97,1807 \text{ g mol}^{-1}$) s koncentráciou $c = 0,025 \text{ mol dm}^{-3}$ sa odváži na predvážkach (na tri desatinné miesta) vypočítané množstvo KSCN, rozpustí v kadičke a kvantitatívne prenesie do 250 cm^3 odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní je roztok pripravený na štandardizáciu.

Príprava byrety na titráciu: 25 cm³ byreta sa po premytí deionizovanou vodou a odmerným roztokom KSCN, doplní odmerným roztokom po značku, čím je pripravená na odmerné stanovenie.

e) **Stanovenie presnej koncentrácie roztoku KSCN:** Zo zásobného štandardného roztoku AgNO₃ (0,02 mol dm⁻³) sa odpipetuje do troch titračných baniek 25 cm³ roztoku, valcom sa pridá 5 cm³ 6 mol dm⁻³ HNO₃ a 1 cm³ indikátora síranu železitoamónneho. Titruje sa odmerným roztokom rodanidu, pričom vzniká jemná biela zrazenina. Keď sa v mieste dopadu kvapky odmerného roztoku vytvárajú oranžovočervené obláčiky, treba reakčnú zmes intenzívne pretrepávať. Titruje sa dovtedy, kým oranžovočervená (červenohnedá) farba roztoku nad zrazeninou ostáva nezmenená aj po dobrom pretrepaní. Z priemernej hodnoty spotreby roztoku KSCN sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku KSCN.

Úloha 1 (2 b)

Napíšte chemické rovnice indikácie koncového bodu titrácie v metóde podľa Mohra, a Volharda.

Úloha 2 (3 b)

Vysvetlite princíp indikácie koncového bodu titrácie vo Fajansovej metóde.

Úloha 3 (2 b)

Definujte pojmy: zrážacia reakcia, nasýtený roztok, rozpustnosť a súčin rozpustnosti

Úloha 4 (2 b)

Na cementáciu zubnej korunky sa používa aj Zn₃(PO₄)₂. Vypočítajte rozpustnosť c(Zn₃(PO₄)₂) v mg cm⁻³, ak K_s(Zn₃(PO₄)₂) = 9,0 · 10⁻³³.

Úloha 5 (3 b)

4,000 g vzorky masla sa zohrialo a zriedilo vodou. Po pretrepaní a následnej filtrácii sa k filtrátu do titračnej banky pridalo 10 cm³ 0,201 mol dm⁻³ roztoku AgNO₃, okyslilo s HNO₃ a pridalo sa indikátor síran železitoamónny. K suspenzii sa pridalo nitrobenzén a obsah banky sa dobre pretrepal, aby zrazenina koagulovala a titrovalo sa s 0,110 mol dm⁻³ roztokom KSCN. Vypočítajte obsah NaCl vo vzorke masla, ak spotreba KSCN bola 17,05 cm³.

Pomôcky

Byreta 25 cm³, pipeta 25 cm³, 3 titračné banky 250 cm³, odmerná banka 500 cm³ a 2 banky 250 cm³, kadičky 250 cm³, 50 cm³ a 75 - 100 cm³, odmerný valec 5 cm³ a 25 cm³, strička, sklenená tyčinka, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

roztok AgNO_3 ($c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) [R51/53, S61, H315, H319, H410],

NaCl p.a. [H315, H319, H335],

KSCN [H290, H300, H310, H330, H370, H372, H410],

indikátor fluoresceín [S26, S36] – 0,1 % roztok v 96% etylalkohole,

indikátor síran železitoamónny [H290, H314, H318, H330, H341, H370, H372]

deionizovaná voda.

Autori: RNDr. Martin Vavra, PhD., Mgr. Peter Šramel PhD., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu).

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

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020.