

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória B

Krajské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 60. ročník – školský rok 2023/2024

Krajské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

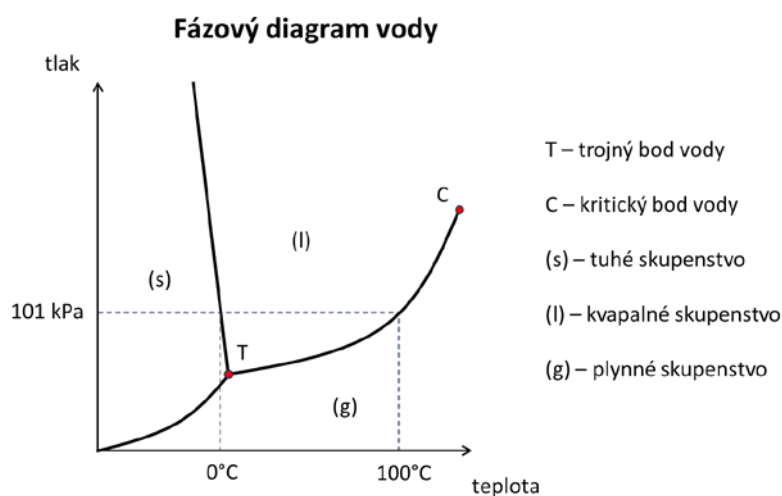
Úloha 1 (11 b)

a) Síra vytvára aj veľké množstvo kyselín, ktoré vo svojej molekule obsahujú viac ako jeden atóm síry. Patrí sem napr. kyselina disírová a kyselina peroxidisírová. Nakreslite elektrónové štruktúrne vzorce oboch kyselín. Vypočítajte hmotnostný zlomok kyslíka a síry v oboch kyselinách.

$$A_r(\text{H}) = 1,0079; A_r(\text{O}) = 15,999; A_r(\text{S}) = 32,066.$$

b) Skupenstvo vody nezávisí len od teploty, ale aj od tlaku. Na základe fázového diagramu vody napíšte:

1. Ako sa zmení teplota varu vody po znížení tlaku?
2. Ako sa zmení teplota topenia vody po zvýšení tlaku?
3. Pri akom tlaku, v porovnaní s atmosférickým tlakom, voda sublimuje?
4. Ako sa zmení teplota varu vody po zvýšení tlaku?



- c) Medzi zložené sulfidy patrí napríklad minerál so zložením CuFeS_2 . Uvedte jeho mineralogický názov a systematicky danú zlúčeninu pomenujte.
Sulfid zinočnatý vytvára dve polymorfné modifikácie. Vysvetlite pojem „polymorfné modifikácie“ a uvedte mineralogické názvy oboch polymorfov ZnS .

Úloha 2 (9 b)

- a) Pôsobením roztoku kyseliny chlorovodíkovej na sulfid meďnatý pripravíme plynný sulfán. Chemickou rovnicou napíšte priebeh spomínanej chemickej reakcie. Vypočítajte objem uvoľneného sulfánu pri tlaku 98,5 kPa a teplote 10°C , ak reaguje 25,0 g sulfidu meďnatého a 250 cm^3 kyseliny chlorovodíkovej s koncentráciou $2,00\text{ mol dm}^{-3}$.
 $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{S}) = 32,066$; $A_r(\text{Cl}) = 35,453$; $A_r(\text{Cu}) = 63,546$.
- b) Ozón v prírode plní dôležitú úlohu najmä vo vyšších vrstvách atmosféry. Chemickou rovnicou zapíšte prirodzenú tvorbu ozónu a uvedte nevyhnutnú podmienku jeho vzniku. Akú dôležitú funkciu plní ozón? Napíšte názov a vzorec aspoň jednej zlúčeniny, ktorá spôsobuje ireverzibilný (nevratný) rozklad ozónu.

Úloha 3 (10 b)

- a) Vypočítajte hmotnosť $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ktorý potrebujeme na prípravu 100 cm^3 vodného roztoku s hmotnostnou koncentráciou medi 250 mg dm^{-3} .
 $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{S}) = 32,066$; $A_r(\text{Cu}) = 63,546$.
- b) Spálením pyritu (FeS_2) prostredníctvom vzdušného kyslíka vzniká oxid železitý a oxid siričitý. Zapíšte uvedenú chemickú reakciu a určte jej stechiometrické koeficienty. Vypočítajte hmotnosť Fe_2O_3 , ktorý vznikne spálením 150 g pyritu. Spálený pyrit obsahuje 2,50 % nereagujúcich nečistôt.
 $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{S}) = 32,066$; $A_r(\text{Fe}) = 55,845$.
- c) Jedným z krokov výroby kyseliny sírovej je katalytická oxidácia oxidu siričitého na oxid sírový, napríklad pomocou oxidu vanadičného, ktorý sa v procese oxidácie síry redukuje na oxid vanadičitý. Následne sa oxid vanadičitý regeneruje pomocou molekulového kyslíka na funkčný katalyzátor. Zapíšte oba procesy pomocou chemických reakcií a určte ich stechiometrické koeficienty. Chemickou reakciou zapíšte, ako možno z oxidu sírového pripraviť kyselinu sírovú.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 60. ročník – školský rok 2023/2024

Krajské kolo

Mgr. Peter Šramel, PhD.,¹ Ing. Juraj Malinčík, PhD.²

¹Katedra organickej chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave

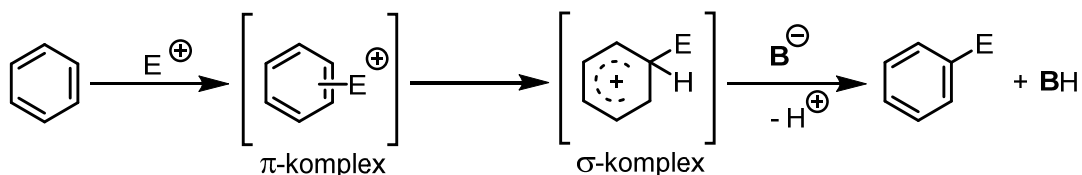
²Van't Hoff Institute for Molecular Sciences, Univerzita v Amsterdame

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (12 b)

Rýchlosť určujúcim krokom elektrofilnej aromatickej substitúcie je vznik kladne nabitého σ -komplexu. Existuje výnimka tohto pravidla, s ktorou ste sa stretli v predchádzajúcich kolách súťaže, a to nitrácia, u ktorej je rýchlosť určujúcim krokom vznik konečného produktu. Dôvodom je veľmi nízka koncentrácia bázy odštiepujúcej kyselý vodík v reakčnej zmesi, nakoľko sa reakcia robí za pomoci koncentrovaných kyselín.



a) Napíšte reakciu vzniku elektrofilnej častice a bázy B^- pre nitráciu.

b) Napíšte všetky možné produkty nitrácie 1-*tert*-butylbenzenu a pomenujte ich. Produkty zoradte podľa ich stúpajúceho zastúpenia v reakčnej zmesi. Uvažujte nitráciu iba do prvého stupňa

c) Nakreslite štruktúrne vzorce nasledujúcich zlúčenín a zoradte ich podľa stúpajúcej reaktivity v elektrofilnej aromatickej substitúcii.

benzén, chlórbenzén, metoxybenzén, nitrobenzén

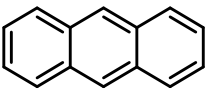

d) Napíšte hlavné produkty nitrácie látok z úlohy 1c a pomenujte ich.

Úloha 2 (9 b)

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

- Doplňte názov alebo štruktúrny vzorec
- Určte počet π -elektrónov v kruhu (kruhoch)
- Rozhodnite, či sú nasledujúce látky aromatické (ÁNO/NIE)

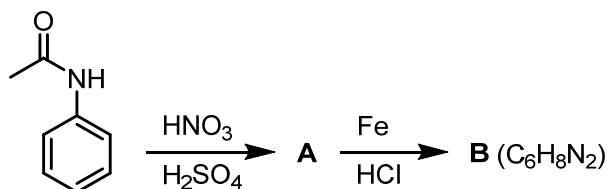
Štruktúrny vzorec	Názov	Počet π -elektrónov	Aromatická?

Štruktúrny vzorec	Názov	Počet π -elektrónov	Aromatická?
	cyklopropén		
	1-nitronaftalén		
			
	kyselina benzoová (kyselina benzénkarboxylová)		
			

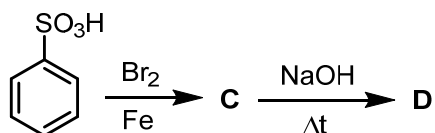
Úloha 3 (6 b)

Doplňte štruktúrne vzorce a názvy chýbajúcich produktov v nasledujúcich reakčných schémach.

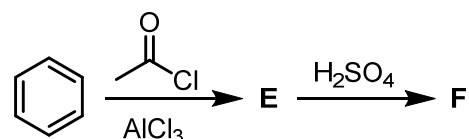
a)



b)

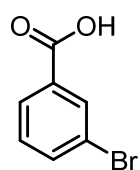


c)



Úloha 4 (3 b)

Vychádzajúc z benzénu navrhnete prípravu nižšie uvedenej zlúčeniny a pomenujte ju:



PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 60. ročník – školský rok 2023/2024

Krajské kolo

Pavel Májek

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 160 minút

Stanovenie obsahu Bi a Zn v paste Dermatol

Pasta Dermatol má analgetické, antipyretické a protizápalové účinky. Používa sa ako liečivo pri kožných chorobách, ktoré sa aplikuje na pokožku lokálne. Účinnými látkami sú zásaditý galan bizmutitý a oxid zinočnatý.

Súťažnou úlohou je *stanovenie obsahu bizmutu a zinku v zmesi*, ktorá sa používa pri príprave pasty Dermatol.

Experimentálna úloha: (28 b)

Pracovný postup:

a) *Príprava vzorky:* Okyslenú vzorku modelovej zmesi účinných látok bizmutitej a zinočnatej soli doplňte v 100 cm³ odmernej banke po značku deionizovanou vodou a premiešajte. Uvedeným postupom sa získa zásobný roztok vzorky na analýzu, ktorá má pH = 1 – 2. Skontrolujte pH roztoku v odmernej banke pH papierikom, v prípade že pH > 2, je potrebné pred titráciou v titračnej banke upraviť pH roztoku s 5 %-nou HNO₃*

b) *Príprava 250 cm³ 0,02 mol dm⁻³ odmerného roztoku chelatónu 3:* Na prípravu roztoku chelatónu 3 (Na₂EDTA, C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈·2H₂O, M_r = 372,2369) odvážeme (diferenčne) na analytických váhach vypočítané množstvo dihydrátu chelatónu 3; rozpustíme v kadičke a kvantitatívne prenesieme do 250 cm³ odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní vypočítame presnú koncentráciu pripraveného štandardného roztoku Na₂EDTA.

Poznámka: Rozpúšťanie Na₂EDTA urýchlíme miernym zahriatím roztoku, max. teplota t ≤ 40 °C. Roztok ochladíme a zriedime deionizovanou vodou a kvantitatívne prenesieme do odmernej banky.

Príprava byrety na titráciu: 25 cm³ byretu premyjeme deionizovanou vodou a odmerným roztokom Na₂EDTA, potom ju doplníme odmerným roztokom po značku, čím je byreta pripravená na stanovenie.

Stanovenie Bi a Zn chelatometricky vedľa seba

c) Do dvoch, prípadne troch titračných baniek (podľa potreby) odpipetujeme 20 cm³ roztoku vzorky. Ak je potrebné, upravíme pH roztoku pred titráciou (kontrola pH papierikom, pH = 1 – 2). Po pridaní tuhého indikátora xylenolová oranžová (XO) (na špičku špachtle, pár kryštálikov, pastelová fialová) a premiešaní roztok za intenzívneho miešania titrujeme z fialového do žltého sfarbenia (žltá slamová) odmerným roztokom chelatónu 3. Uvedená spotreba V₁ Na₂EDTA zodpovedá jednej zo stanovovaných zložiek.

Potom pridajte do titračnej banky 5 cm^3 1 mol dm^{-3} octanového tlmivého roztoku ($\text{pH} = 5,5$). Ak je roztok aj po pridaní tlmivého roztoku pred titráciou žltý, pridávajte opatrne po kvapkách zriedený amoniak (1 : 1) dovtedy, kým roztok zmení farbu na fialovú. Pre lepšiu orientáciu pri jednotlivých následných spotrebách pri analýze je vhodné vynulovať byretu medzi jednotlivými stanoveniami. Po premiešaní roztok vzorky za intenzívneho miešania titrujeme odmerným roztokom Na_2EDTA z fialového do žltého sfarbenia (pred bodom ekvivalencie pridajte pár kryštálikov XO) – spotreba V_2 . Rozdiel medzi spotrebami pri následnej titracii (nevynulovaná byreta) ΔV_t , ($V_2 - V_1$) Na_2EDTA zodpovedá spotrebe druhej zo stanovovaných zložiek.

Po ukončení experimentálnej práce vypočítajte z priemerných spotrieb V_1 a ΔV_t hmotnosť Bi a Zn v mg vo vzorke liečiva. $M(\text{Bi}) = 208,9804$; $M(\text{Zn}) = 65,3800 \text{ g mol}^{-1}$.

Poznámka: konštanty stability: $\log \beta_{\text{BiY}} = 22,8$; $\log \beta_{\text{ZnY}} = 16,4$;

konštanty kyslosti XO: $\text{p}K_2(\text{H}_4\text{In}^{2-}) = 2,32$; $\text{p}K_3(\text{H}_3\text{In}^{3-}) = 2,85$; $\text{p}K_4(\text{H}_2\text{In}^{4-}) = 6,70$.

Úloha 1 (2 b)

Definujte rovnovážnu konštantu stability komplexotvornej reakcie medzi kovom M^{n+} a kyselinou etyléndiamín-tetraoctovou, H_4Y ako reakciou, tak i matematickým vzťahom.

Úloha 2 (2 b)

Vysvetlite vplyv pH pri chelatometrickom stanovení bizmutu a zinku vedľa seba.

Úloha 3 (4 b)

Napište rovnice chelatometrického stanovenia a indikácie v postupe (b) pri danom pH.

Úloha 4 (2 b)

Vymenujte operácie (minimálne päť), ktoré v postupe stanovenia Bi a Zn vedľa seba sú zaťažené chybou (metódy, operátora a i.) a možno ich opakovaným stanovením odhaliť, prípadne odstrániť.

Úloha 5 (2 b)

Prečo pri výpočte obsahu bizmutu a zinku použijeme priemernú hodnotu spotreby titračného činidla.

Pomôcky

Byreta 25 cm^3 , pipeta 20 cm^3 , odmerná banka 250 cm^3 a 100 cm^3 , titračná banka 250 cm^3 2 - 3 ks, kadičky: $150 - 250 \text{ cm}^3$ a 100 cm^3 , odmerný valec: $10 (25) \text{ cm}^3$, strička, sklenená tyčinka, lyžička plastová, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

$\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [H290, H302, H305, H313, H318, H332, H335, S26, S36, S37, S39],

Roztok HNO_3 , ($w = 5 \%$) [H272, H290, H314, H318],

roztok NH_3 , zriedený (1 : 1) [H225, H301, H311, H314, H331, H370],

octanový tlmivý roztok, ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$, $\text{pH} = 5,5$),

indikátor tuhý: xylenolová oranžová; pH papierik,

deionizovaná voda.

Autori: RNDr. Martin Vavra, PhD., Mgr. Peter Šramel PhD., Ing. Juraj Malinčík, PhD., Ing. Pavel Májek, PhD.

Recenzenti: Ing. Simona Herdová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., Ing. Mária Kopáčová

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023