

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória B

Krajské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (12 b)

- a) Medzi centrálnym atómom a donorovým atómom liganda vzniká špeciálny typ kovalentnej väzby. Napíšte názov tejto väzby.
Z hľadiska Lewisovej teórie je centrálny atóm považovaný za Lewisovu kyselinu a ligand na Lewisovu zásadu. Definujte pojmy: Lewisova kyselina a Lewisova zásada.
- b) Mangán vo svojom najvyššom oxidačnom stupni neexistuje samostatne, ale bežne je tetraédricky obklopený štyrmi atómami kyslíka (vznik aniónu od kyslíkatej kyseliny). Nakreslite štruktúru tohto aniónu. Napíšte vzorec a triviálny názov jej najznámejšej soli a uveďte farbu jeho zriedeného vodného roztoku.
- c) Zapište elektrónové konfigurácie nasledujúcich atómov, resp. katiónov (v skrátenej tvare a aj pomocou rámcových diagramov): ${}_{29}\text{Cu}$, ${}_{24}\text{Cr}^{\text{III}}$, ${}_{27}\text{Co}$.

Úloha 2 (7 b)

- a) Uveďte chemické vzorce nasledovných zlúčenín: titánová beloba, magnetit, pyrit, zelená skalica, hematit a chalkopyrit.
- b) Ušľachtilé kovy, nereagujú so zriedenými kyselinami za uvoľňovania plynného vodíka. Mnohé z nich však reagujú s kyselinami, ktoré majú silné oxidačné účinky. Pri reakcii dochádza k oxidácii ušľachtilého kovu a redukcii kyselinotvorného atómu.
Zapíšte chemické reakcie čistej medi s koncentrovanou a so zriedenou kyselinou dusičnou a určte stechiometrické koeficienty oboch reakcií.

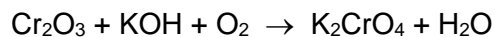
Úloha 3 (11 b)

a) Zlato, patrí medzi ušľachtilé kovy, ktoré je veľmi náročné zoxidovať. Avšak na vzduchu v roztoku kyanidu draselného sa zlato oxiduje na komplexnú zlúčeninu $K[Au(CN)_2]$, vo vode rozpustnú, pričom reakciou vzniká aj hydroxid draselný. Po odfiltrovaní nečistôt sa čisté zlato získa redukciou pomocou kovového zinku za vzniku komplexnej zlúčeniny $K_2[Zn(CN)_4]$.

Zapíšte obe chemické reakcie, určte stechiometrické koeficienty *kyanidovej ťažby zlata* a pomenujte uvedené komplexné zlúčeniny.

b) Vypočítajte, koľko zlata sa získa podľa a) z 520 kg rudy, ktorá obsahuje 1,80% čistého zlata, ak v procese výroby uvažujeme so stratami vo výške 2,5%.

c) Alkalickým oxidačným tavením oxidu chromitého pomocou hydroxidu draselného sme pripravili chróman draselný podľa nasledujúcej reakcie:



Určte stechiometrické koeficienty uvedenej chemickej reakcie.

Vypočítajte hmotnosť hydroxidu draselného v 15% nadbytku, ktorý potrebujeme na reakciu s 1,00 g oxidu chromitého a teoretický výťažok chrómanu draselného.

$A_r(Cr) = 51,996$; $A_r(O) = 15,999$; $A_r(K) = 39,098$; $A_r(H) = 1,0079$.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

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

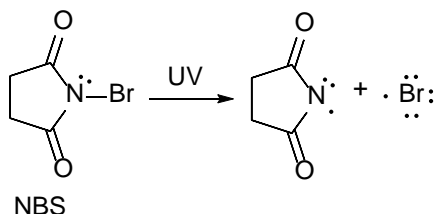
Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

Maximálne 30 bodov

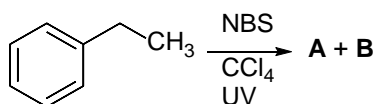
Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (9 b)

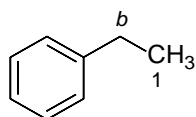
N-brómsukcínimid (NBS) sa používa v chemických laboratóriách ako alternatíva k elementárnemu brómu. Účinkom ultrafialového žiarenia sa väzba N–Br rozštiepi a vzniknutý brómový radikál môže reagovať v radikálovej substitúcii:



Vo výskumnom laboratóriu zistili, že pri radikálovej bromácii etylbenzénu do prvého stupňa pomocou NBS v tetrachlórétáne ako rozpúšťadle vzniká okrem hlavného produktu **A** aj 0,1 % vedľajšieho monohalogenovaného produktu **B**.



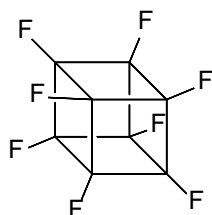
a) Nakreslite štruktúrne vzorce a názvy produktov **A** a **B** radikálovej bromácie etylbenzénu.



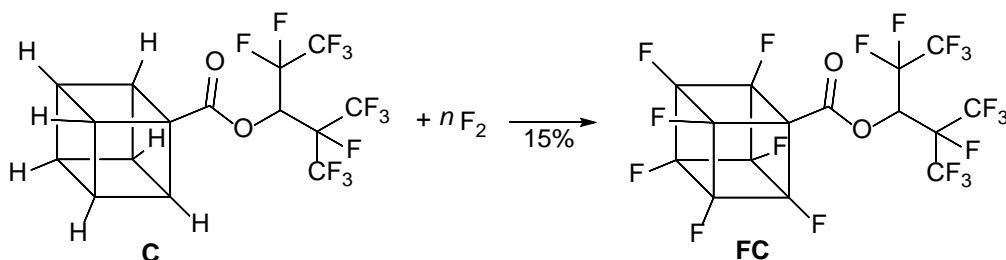
b) Vypočítajte relatívnu reaktivitu C–H väzby v benzylovej pozícii *b*, relatívnu reaktivitu primárnej C–H väzby považujte za rovnú jednej.

Úloha 2 (7 b)

V auguste 2022 výskumníci z univerzity v Tokiu opublikovali syntézu perfluórkubánu, látky ktorej redukciou je možné pripraviť stabilný radikál.



Jedným z krokov syntézy perfluórkubánu je radikálová fluorácia látky **C** v atmosfére elementárneho fluóru v 15 % výťažku:



a) Určte stechiometrický koeficient n v rovnici reakcie vzniku fluorovaného derivátu kubánu **FC**.

b) Vypočítajte množstvo látky **C** v g a množstvo plynného fluóru v dm^3 pri $25\text{ }^\circ\text{C}$, potrebného na prípravu 1,00 g fluorovaného derivátu kubánu **FC**.

$M(\mathbf{C}) = 448,03\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(\mathbf{FC}) = 573,97\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $p^0 = 10^5\text{ Pa}$, $R = 8,314\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$,
 $T = 298,15\text{ K}$

Plyn považujte za ideálny, a teda sa riadi podľa stavovej rovnice ideálneho plynu $p\cdot V = n\cdot R\cdot T$

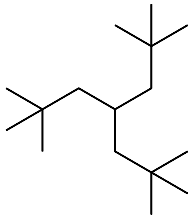
Úloha 3 (14 b)

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

a) uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových látok,

b) napíšte štruktúry a názvy dominantných monohalogénovaných produktov vznikajúcich za daných reakčných podmienok.

Pomôcka: pre chloráciu predpokladajte vznik produktu z najstabilnejšieho radikálu.

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu
		NBS/UV	
1-(1-metyl-cyklopentyl)-cyklohexán		Br ₂ /UV	
1-(1,1-dimetyletyl)-4-(2,2-dimetylpropyl)-benzén		Cl ₂ /UV	
2,2,3-trimetyl-pentán		Br ₂ /UV	

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

Pavel Májek

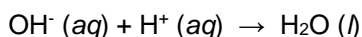
Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 135 minút

Stanovenie neutralizačnej kapacity antacida

Antacidá sú lieky, ktoré neutralizujú žalúdočnú kyselinu. Obsahujú rôzne zložky, kde účinné látky sú: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgCO_3 , CaCO_3 a NaHCO_3 . Ich rôzna kombinácia v tabletách a suspenziách je definovaná výrobcom. Neutralizačná kapacita antacida (*buffering capacity of antacids*, BCA) sa udáva v $\text{mmol H}^+/\text{g}$ tablety prípadne v $\text{mmol H}^+/\text{cm}^3$ roztoku alebo suspenzie.



Keďže mnohé antacidá obsahujú liečivá, ktoré sú málo rozpustné vo vode, na presné stanovenie BCA sa používa spätná titrácia (nadbytok HCl alebo CH_3COOH , kde prebytok kyseliny sa titruje s NaOH).

Súťažnou úlohou je *stanovenie BCA modelovej zmesi antacida, rozpustného vo vode, priamou titráciou*.

Experimentálna úloha: (28 b)

Pracovný postup:

Vzorka modelovej zmesi antacida sa v 100 cm^3 odmernej banke doplní po značku deionizovanou vodou a premieša.

Uvedeným postupom sa získa *100-krát zriedený zásobný roztok* jednej perorálnej dávky antacida.

- a) Príprava 100 cm^3 $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ roztoku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$: Na prípravu 100 cm^3 štandardného roztoku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ s koncentráciou $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ sa diferenčne odváži na analytických váhach vypočítané množstvo dekahydrátu tetraboritanu sodného, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; rozpustí sa v kadičke a kvantitatívne prenesie do 100 cm^3 odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní sa vypočíta presná koncentrácia štandardného roztoku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$; $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,3721 \text{ g mol}^{-1}$.
- b) Príprava 250 cm^3 $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ roztoku HCl : Zo zásobného roztoku HCl s koncentráciou cca $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ sa odpipetuje vypočítané množstvo HCl do 250 cm^3 odmernej banky a po doplnení deionizovanou vodou a premiešaní sa uvedeným spôsobom pripravil roztok HCl s koncentráciou približne $c \approx 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$.

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

- c) Štandardizácia odmerného roztoku $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ roztoku HCl : Do dvoch, prípadne troch titračných baniek (podľa potreby) sa odpipetuje po 20 cm^3 $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ štandardného roztoku $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, pridá sa odmerným valcom 15 cm^3 deionizovanej H_2O a 1 až 2 kvapky zmesného indikátora Tashiro (metylčerveň + metylénová modrá) a titruje sa s HCl až do zmeny farby (zelená – ružovofialová).

Z priemernej hodnoty spotreby odmerného roztoku HCl , V_k sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku HCl .

- d) Stanovenie neutralizačnej kapacity antacidu (BCA): Zo zásobného roztoku vzorky antacidu sa do , dvoch, prípadne troch titračných baniek (podľa potreby) odpipetuje po 25 cm³, pridá sa odmerným valcom 15 cm³ deionizovanej H₂O, 1 až 2 kvapky indikátora Tashiro a titruje s HCl až do zmeny farby roztoku (zelená – ružovofialová).

Z priemernej hodnoty spotreby odmerného roztoku HCl, V_{BCA} sa vypočíta neutralizačná kapacita antacidu modelovej zmesi v mmol H⁺/cm³ roztoku ako aj BCA jednej perorálnej dávky rozpustného antacidu.

Úloha 1 (3 b)

Napište jednotlivé kroky a reakcie štandardizácie HCl s primárnym štandardom dekahydrátu boraxu, Na₂B₄O₇·10H₂O.

Úloha 2 (5 b)

Výrobca Sanofi pre antacidum *Maalox Premium* (MP) udáva obsah aktívneho liečiva: 460 mg Al(OH)₃ a 400 mg Mg(OH)₂ na 4,3 cm³ perorálnej dávky suspenzie. $M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78,0036$; $M(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 58,3197 \text{ g mol}^{-1}$.

- a) Napište reakcie aktívnych látok antacidu MP s HCl pri stanovení BCA suspenzie MP. (2 b)
- b) Vypočítajte BCA suspenzie MP v mmol H⁺/cm³. (3 b)

Úloha 3 (2 b)

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

Úloha 4 (2 b)

Prečo sa pri výpočte BCA použije priemerná, prípadne reprezentatívna hodnota spotreby titračného činidla.

Pomôcky

byreta 25 cm³, pipeta 20 a 25 cm³, titračné banky 250 cm³ 3 ks, odmerná banka 100 cm³ 2 ks a 250 cm³ 1 ks, kadičky 50 cm³, 75 - 100 cm³ a 250 cm³, odmerný valec 25 cm³, strička, sklenená tyčinka, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

roztok HCl ($c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$) [H290, H314, H335, S1/2, S26, S45],

Na₂B₄O₇·10H₂O p.a. [H225, H319, H335, H351],

indikátor Tashiro, roztok [H225-H319],

deionizovaná voda.

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

Recenzenti: Ing. Simona Herdová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., Ing. Agneša Szarka, PhD.

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022