

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória B

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Domáce kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Úvod

Otázky šesťdesiateho prvého ročníka chemickej olympiády v časti všeobecná a anorganická chémia budú zamerané na dusík a jeho zlúčeniny. Dusík vytvára veľmi stabilné dvojatómové molekuly N_2 , ktoré tvoria hlavnú zložku vzduchu. Z tohto dôvodu je takmer celé množstvo dusíka sústredené v atmosfére. Ako súčasť rozpustných solí sa v malej miere nachádza aj v hydrosfére a vo forme niektorých minerálov ho nachádzame aj v litosfére.

Dusík je nevyhnutnou súčasťou živých organizmov, či už vo forme jednoduchších alebo zložitejších organických zlúčenín. Úlohy v tejto časti budú zamerané na anorganický dusík a to najmä na nasledujúce okruhy:

- významné zlúčeniny dusíka a ich využitie,
- priemyselná a prírodná fixácia dusíka,
- výpočty pH kyselín a slabých zásad; hydrolyza a výpočet pH roztokov solí,
- stechiometrické výpočty a výpočet hmotnostného zlomku,
- elektrónové štruktúrne vzorce a základy koordinačnej chémie.

Odporúčaná literatúra

1. Segľa, P. a kol.: *Anorganická chémia (Časť všeobecná chémia)*, Slovenská chemická knižnica, Bratislava, 2019.
2. Segľa, P. a kol. *Anorganická chémia (Prvky 13. až 15. skupiny)*, Slovenská chemická knižnica, Bratislava, 2017.
3. Gažo, J. a kol.: *Všeobecná a anorganická chémia*, Alfa, Bratislava, 1981.
4. Voľne dostupná odborná literatúra.

Úloha 1 (16 b)

- a) Naviazať dusík do zlúčenín je energeticky náročný proces. S vodíkom sa dusík zlučuje za vzniku amoniaku. Za normálnych podmienok túto reakciu nemožno uskutočniť. Zapište spomínanú chemickú reakciu dusíka s vodíkom a uveďte dôležitú podmienku pre uskutočnenie tohto procesu. Aký názov nesie opísaný chemický proces v priemyselnej výrobe? Ako môžeme rovnováhu tejto reakcie posunúť na stranu produktu?
- b) Dusík vytvára väčšie množstvo jednoduchých oxidov (päť). Uveďte ich názvy, molekulové a elektrónové štruktúrne vzorce. Nezabudnite, že atóm dusíka môže vytvárať maximálne štyri

väzby. Má niektorý z týchto uvedených oxidov triviálny názov? Ak áno, napíšte ktorý a uveďte ho.

- c) Atóm dusíka je súčasťou mnohých, tzv. pseudohalogenidových aniónov a príslušných solí. Napíšte názvy nasledujúcich zlúčenín:

KCN, NaN_3 , KSCN a CaCN_2 .

- d) Kyselina dusičná patrí medzi významné produkty chemického priemyslu. Uveďte, aké je priemyselné využitie tejto kyseliny. Vypočítajte pH vodného roztoku kyseliny dusičnej s koncentráciou $0,150 \text{ mol dm}^{-3}$.

- e) Kyselina dusičná reaguje nielen s neušľachtilými kovmi, ale aj s niektorými ušľachtilými kovmi. Priebeh reakcie v určitých prípadoch závisí aj od koncentrácie tejto kyseliny. Zapíšte chemické rovnice reakcie práškoveho mangánu s roztokom kyseliny dusičnej a rovnice chemických reakcií práškovej medi so zriedenou a koncentrovanou kyselinou dusičnou.

Úloha 2 (8 b)

- a) Dusíkaté hnojivo liadok vápenatý sa vyrába priamou reakciou uhličitanu vápenatého s kyselinou dusičnou. Uvedenú chemickú reakciu zapíšte chemickou rovnicou a určte jej stechiometrické koeficienty. Vypočítajte hmotnosť uvoľneného oxidu uhličitého, ak sa rozložilo 21,48 t prírodného vápenca s obsahom 97,2% uhličitanu vápenatého.

$A_r(\text{Ca}) = 40,078$; $A_r(\text{C}) = 12,011$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{N}) = 14,007$.

- b) Dusičnany prechodných aj vnútorne prechodných kovov sú veľmi hygroskopické. Vysvetlite, čo znamená pojem „hygroskopický“. Rozpustením 5,00 g hydratovaného dusičnanu lantanitého v $100,0 \text{ cm}^3$ odmernej banke sme získali roztok dusičnanu lantanitého s koncentráciou $0,1021 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Vypočítajte hmotnostný zlomok vody v použítom hydratovanom dusičnane lantanitom a napíšte jeho funkčný vzorec.

$A_r(\text{La}) = 138,91$; $A_r(\text{N}) = 14,007$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{H}) = 1,0079$.

Úloha 3 (6 b)

- a) Atóm dusíka obsahuje voľný elektrónový pár a z tohto dôvodu je potenciálnym donorovým atómom v koordinačných zlúčeninách. Vysvetlite pojem „donorový atóm“. Najjednoduchším neutrálnym ligandom s obsahom dusíka je molekula amoniaku NH_3 , ktorá má ako neutrálny ligand iný názov. Uveďte ho. Medzi významné ligandy patria dusíkaté bázy a všetky amíny. Počet atómov dusíka v molekule amínu predstavuje väčšinou aj tzv. denticitu daného liganda, t. j. počet atómov, ktorými sa viaže ligand na centrálny atóm (ak ich naviazaniu nebránia stérické dôvody). Uveďte denticitu nasledujúcich ligandov:

etyléndiamín (jeho bežne používaná skratka je *en*)

1,4,8,11–tetraazacyklotetradekán (jeho bežne používaná skratka je *cyclam*)

1,6–diaminocyklohexán (jeho bežne používaná skratka je *dach*)

- b) Pomenujte, respektíve napíšte vzorec nasledujúcich komplexných zlúčenín a určte koordinačné číslo centrálnych atómov:

$[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$

síran tris(etyléndiamín)nikelnatý (etyléndiamín = *en*)

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Domáce 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, University of Amsterdam

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Súťažné úlohy v tomto školskom roku budú zamerané na štruktúru, vlastnosti a základné reakcie (elektrofilné a radikálové adície) nenasýtených uhľovodíkov (alkény, alkíny) a ich derivátov. Pre úspešné riešenie úloh sa vyžaduje aj znalosť názvoslovia organických zlúčenín.

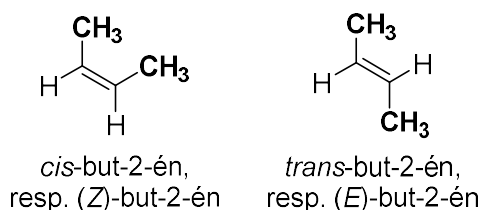
Literatúra:

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 (12 b)

Alkény predstavujú nenasýtené uhľovodíky, ktoré obsahujú jednu dvojitú väzbu C=C. Dvojitá väzba C=C v alkénoch je vytvorená medzi dvoma sp^2 -hybridizovanými uhlíkmi a skladá sa z jednej σ -väzby a jednej π -väzby. Takto hybridizovaný uhlík obsahuje tri sp^2 -hybridizované orbitály vytvárajúce tri σ -väzby, ktoré ležia v jednej rovine a zvierajú uhol 120° . Väzba π vzniká nad a pod rovinou molekuly prekryvom p -orbitálov.

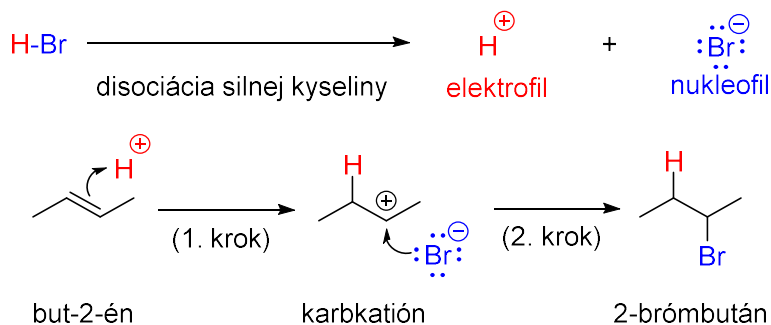
Dvojitá väzba je kratšia ako jednoduchá (dĺžka C–C : 0,154 nm a C=C : 0,134 nm) a nie je okolo nej možná voľná rotácia, z čoho vyplýva existencia dvoch stereoisomérov (konfiguračných izomérov), ktoré označujeme stereodeskriptormi *cis* a *trans*. (Označovanie konfigurácie alkénov stereodeskriptormi *cis* a *trans* a využíva výhradne pri alkénoch s disubstituovanou dvojitou väzbou. V súčasnosti sa preferuje použitie stereodeskriptorov *Z* a *E*, ktorými možno definovať konfiguráciu aj pri zložitejšie substituovaných alkénoch.) Stereoizoméry sa líšia svojimi fyzikálnochemickými vlastnosťami a *trans*-izomér býva zvyčajne termodynamicky stabilnejší.



Prítomnosť dvojitej väzby spôsobuje, že nenasýtené uhľovodíky sú reaktívnejšie ako nasýtené. Reakcie typické pre alkény sú **elektrofilné adície**. Elektrofilná adícia je dvojstupňová reakcia,

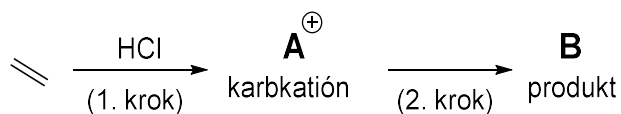
pričom v prvom stupni reaguje **elektrofil** (spravidla kladne nabitá častica) s elektrónmi π -väzby. Tento stupeň je pomalý a určuje celkovú rýchlosť reakcie. Následne dochádza k vytvoreniu organickej častice s kladným nábojom na atóme uhlíka, tzv. **karbkatiónu**. Ten reaguje v druhom rýchlom stupni s **nukleofilom**, teda časticou obsahujúcou voľný elektrónový pár, spravidla nesúcou záporný náboj.

Ako príklad možno uviesť mechanizmus elektrofilnej adície HBr na but-2-én:



V nasledujúcich elektrofilných adíciách na doplňte štruktúry príslušných karbkatiónov a produktov, resp. medziproduktov. Produkty reakcií pomenujte.

a) adícia HCl



Štruktúra karbkatiónu A [⊕]	Štruktúra produktu B	Názov produktu B

b) adícia Br₂



Štruktúra karbkatiónu C [⊕]	Štruktúra produktu D	Názov produktu D

c) adícia Cl₂



Štruktúra karbkatiónu E^{\oplus}	Štruktúra produktu F	Názov produktu F

d) adícia H_2O



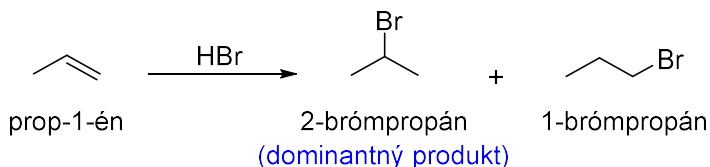
Štruktúra karbkatiónu G^{\oplus}	Štruktúra medziproduktu H^{\oplus}	Štruktúra produktu I	Názov produktu I

Nakreslite štruktúrne vzorce nasledujúcich zlúčenín a pomenujte ich. V prípade, že môžu existovať vo forme *cis* a *trans* stereoizomérov, nakreslite štruktúrne vzorce oboch a určte ich konfiguráciu.

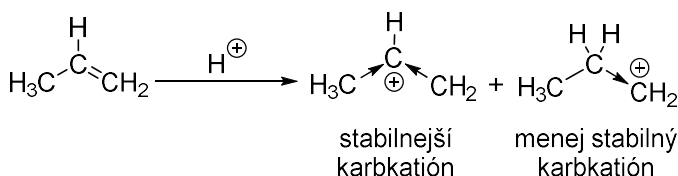
e) $CH_3CH=CH_2$ f) $PhCH=CHCH_3$ (Ph = fenyl) g) $CH_3CH_2CH=CHCH_2CH_3$ h) $(CH_3)_2C=C(CH_3)_2$

Úloha 2 (9,25 b)

Elektrofilnou adíciou na nesymetrické alkény môžu vzniknúť dva produkty.

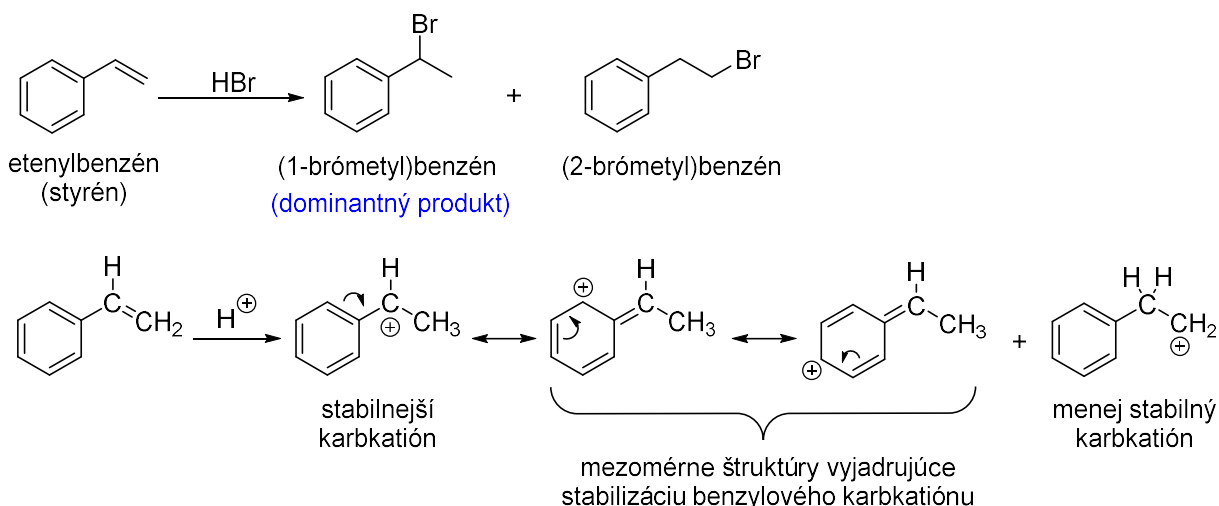


V skutočnosti vzniká 2-brómpropán vo veľkom nadbytku. Tento jav je opisuje **Markovnikovo pravidlo**, ktoré hovorí, že kladná častica (elektrofil) sa viaže na ten uhlík dvojitej väzby, kde je viac vodíkov. Vysvetlenie spočíva v prvom (reverzibilnom) pomalšom stupni elektrofilnej adície, pri ktorom vzniká katión s vyššou stabilitou. Kladný indukčný účinok (+I) alkylových skupín znižuje elektrónovú medzeru na uhlíku a stabilnejší je ten karbkatión, kde je na kladne nabitý uhlík naviazaných viac alkylových skupín.

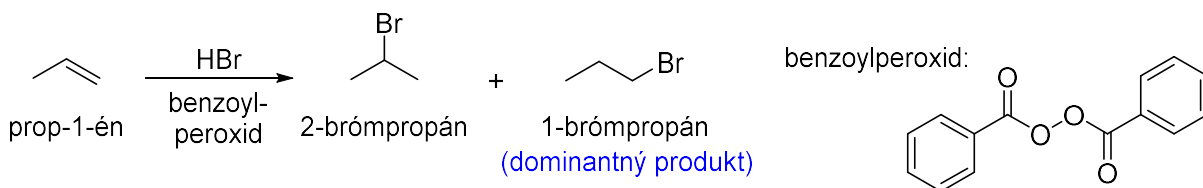


Ešte výraznejší efekt na stabilizáciu karbkatiónu má mezomérny efekt (+M) alkenylových a fenylových skupín. Stabilita karbkatiónov klesá v poradí: $Ph-CH_2^+$ (benzylový) $\approx H_2C=CH-CH_2^+$

(alylový) \approx $(R)_3C^+$ (terciárny) \gg $(R)_2CH^+$ (sekundárny) $>$ $R-CH_2^+$ (primárny) $>$ CH_3^+ (metylový); (Ph = fenyľ, R = alkyl).



V prítomnosti peroxidov (napr. benzoylperoxid) prebieha adícia HBr proti Markovnikovmu pravidlu. Ostatné halogenovodíky túto reakciu neposkytujú (pretože nepodliehajú homolytickému štiepeniu väzby H-X). Reakcia prebieha radikálovým mechanizmom (radikálová adícia) a uplatňuje sa pri nej tzv. **Kharashov efekt**, teda táto adícia prebieha s opačnou regioselektivitou ako elektrofilná adícia. Rozdiel je v tom, že pri radikálovej adícii sa ako prvý viaže radikál Br, zatiaľ čo pri elektrofilnej adícii sa prvý viaže H^+ . V oboch prípadoch vzniká stabilnejší medziprodukt (radikál alebo karbkatión) s elektrónovou medzerou na terciárnom, resp. sekundárnom uhlíku.



Vychádzajúc z vyššie uvedených informácií o regioselektivite elektrofilných adícií na alkény:

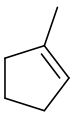
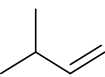
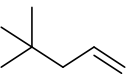
a) napíšte schému reakcie cyklopentadiénu s jedným ekvivalentom HBr za podmienok elektrofilnej adície (pri laboratórnej teplote); nakreslite mezomérne štruktúry najstabilnejšieho karbkatiónu vzniknutého po naviazaní elektrofilu; nakreslite dominantný produkt reakcie a pomenujte ho

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

b) uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových alkénov

c) napíšte štruktúry a názvy dominantných produktov reakcií prebiehajúcich za daných reakčných podmienok

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu
2-metylbut-1-én		H_2SO_4, H_2O	

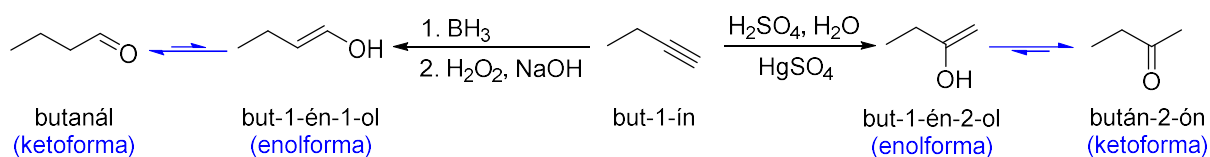
Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu
		Br ₂	
4,5-dimetylcyklohex-1-én		HCl	
		HBr / benzoylperoxid	
(but-1-én-1-yl)benzén		Cl ₂	
		HBr	

Úloha 3 (8,75 b)

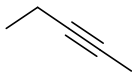
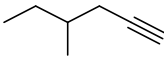
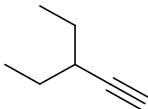

Alkíny predstavujú uhľovodíky, ktoré obsahujú trojitú C≡C väzbu. Trojitú väzbu vytvárajú dva *sp*-hybridizované uhlíky. Na každom z nich sú dva *p*-orbitály navzájom na seba kolmé. Okrem toho obsahujú uhlíky dva *sp*-orbitály zvierajúce uhol 180°. Prekryvom *p*-orbitálov uhlíkov vznikajú dve π-väzby a na spojnici uhlíkov vzniká prekryvom *sp*-orbitálov σ-väzba. Táto leží v jednej priamke s druhou σ-väzbou a na alkínoch nie je tým pádom možná geometrická izoméria.

Podobne ako alkény, aj alkíny poskytujú **elektrofilné adičné reakcie**. Trojitá väzba C≡C je kratšia a kompaktnjšia (dĺžka C≡C : 0,120 nm) ako dvojitá väzba C=C, preto je reaktivita trojitej väzby pri elektrofilnej adícii nižšia ako dvojitej. Adičné reakcie na trojitú väzbu je preto potrebné často katalyzovať soľami ťažkých kovov, napr. HgSO₄. Adičné reakcie môžu tiež v nadbytku činidla prebiehať do druhého stupňa. Koncový vodík v terminálnych alkínoch je pomerne kyslý (*p*K_a ≈ 25) a jeho odštiepenie pomocou silnej bázy, napr. NaNH₂ umožňuje vznik alkínových solí (acetylidov).

Zaujímavou reakciou alkínov je adícia vody. Pri tejto reakcii, na rozdiel od adície halogenovodíkov môže reagovať iba jeden ekvivalent vody, pretože vzniknutý enol izomerizuje na stabilnejšiu karbonylovú zlúčeninu (keto-enolová tautóméria). Reakcia sa uskutočňuje pomocou H₂SO₄, H₂O, pričom sa ešte pridáva katalytické množstvo HgSO₄. Adícia vody na trojitú väzbu formálne proti Markovnikovmu pravidlu sa uskutočňuje pomocou boránov, napr. BH₃ a následnou oxidačnou hydrolýzou s H₂O₂ a NaOH (takýto typ adície vody možno samozrejme využiť aj v prípade alkénov).



Doplňte nasledujúcu tabuľku:**a)** uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových alkínov**b)** napíšte štruktúry a názvy dominantných produktov reakcií prebiehajúcich za daných reakčných podmienok

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu
		Br ₂ (1 ekvivalent)	
pent-1-ín		HgSO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₂ O	
		HBr (1 ekvivalent), benzoylperoxid	
(prop-1-ín-1-yl)benzén		Br ₂ (nadbytok)	
		1. BH ₃ 2. H ₂ O ₂ , NaOH	
etinylcyklopentán		HBr (1 ekvivalent)	
		NaNH ₂ , NH ₃ , -33 °C	

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 61. ročník – školský rok 2024/2025

Domáce kolo

Pavel Májek

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: neobmedzená

Stanovenie koncentrácie odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Úvod

Na úspešné riešenie praktickej časti kategórie B v tomto ročníku CHO je potrebné si naštudovať z titračných oxidačno-redukčných metód jodometriu: prípravu a štandardizáciu odmerných roztokov, indikáciu koncového bodu titrácie a jodometrické stanovenie látok.

Literatúra

1. J. Kmeťová, M. Skoršepa, P. Mäčko: Chémia pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, Vydavateľstvo Expol Pedagogika, s.r.o., Bratislava, 2012, ISBN 978-80-8091-271-0
2. pdf.truni.sk/download?kch/prilohy/prezentaciaCHO_5.ppt
3. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Jodometrie>
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Iodometry>
5. <http://www.titrations.info/iodometric-titration>
6. <http://www.chtf.stuba.sk/kalch/eAC.php>
7. katchem.truni.sk/prilohy/analyticka_chemia.pdf
8. www.chtf.stuba.sk/kalch/education/Praktikum-kvantita.pdf

Poznámka: Informácie na webových stránkach, ktoré sú uvedené v literatúre, boli dostupné ku dňu 1.10.2024.

Experimentálna úloha: (28 b)

- (i) Príprava 250 cm^3 $0,0036 \text{ mol dm}^{-3}$ štandardného roztoku KIO_3 : Na prípravu 250 cm^3 štandardného roztoku KIO_3 s koncentráciou $c = 0,0036 \text{ mol dm}^{-3}$ diferenčne odvážime na analytických váhach vypočítané množstvo KIO_3 , rozpustíme v kadičke a kvantitatívne preniesieme do 250 cm^3 odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní vypočítame presnú koncentráciu štandardného roztoku.
- (ii) Príprava 100 cm^3 $0,025 \text{ mol dm}^{-3}$ odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: Zo zásobného roztoku tiosíranu sodného s koncentráciou cca $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ odpipetujeme vypočítaný objem roztoku do 100 cm^3 odmernej banky, doplníme po značku deionizovanou vodou a premiešame.

Príprava byreta na titráciu: 25 cm^3 byreta po premytí deionizovanou vodou a odmerným roztokom $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ doplníme roztokom na nulovú značku a byreta je pripravená na odmerné stanovenie.

Štandardizácia odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Do prvej titračnej banky pridáme odmerným valcom 50 cm^3 deionizovanej H_2O , 10 cm^3 5 %-ného roztoku KI, 10 cm^3 zriedenej HCl (1:3). Za stáleho miešania pridáme 10 cm^3 5 %-ného roztoku NaHCO_3 a začne sa vyvíjať CO_2 . Po zreagovaní NaHCO_3 odpipetujeme do titračnej banky 20 cm^3 $0,0036\text{ mol dm}^{-3}$ štandardného roztoku KIO_3 . Roztok zriedime s 50 cm^3 deionizovanej H_2O a obsah v banke titrujeme roztokom $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ do slabožltého sfarbenia. Potom sa pridá 1 cm^3 indikátora škrobového mazu a roztok za intenzívneho miešania dotitrujeme do vymiznutia modrého sfarbenia za vzniku bezfarebného roztoku. *Po ukončení prvej štandardizácie pokračujeme druhou, prípadne treťou titráciou podľa potreby.*

Z priemernej hodnoty spotreby roztoku tiosíranu sodného sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Úloha 1 (4 b)

Medzi aké metódy analytickej chémie patrí jodometria a ktoré látky možno takto stanoviť? Aké typy titrácií sa pri stanovení používajú: napíšte príklad jodometrického stanovenia analytov pre každý typ.

Úloha 2 (2 b)

Vymenujte minimálne iné dve základné látky okrem KIO_3 , ktorými možno štandardizovať odmerný roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Úloha 3 (3 b)

Napíšte reakcie štandardizácie odmerného roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ v iónovom tvare na KIO_3 a základné látky z predchádzajúcej úlohy (Úloha 2).

Úloha 4 (3 b)

Zo vzorky peroxidu vodíka ($\rho = 1,008\text{ g cm}^{-3}$) sa odpipetovalo $10,00\text{ cm}^3$ do 100 cm^3 odmernej banky a doplnilo po značku deionizovanou vodou. K $20,00\text{ cm}^3$ zriedeného roztoku sa pridali KI, H_2SO_4 a na uvoľnený jód sa spotrebovalo $34,45\text{ cm}^3$ $0,1033\text{ mol dm}^{-3}$ roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Koľko percentný je analyzovaný roztok H_2O_2 ?

Experimentálna úloha:

• Pomôcky

byreta 25 cm^3 , pipeta 20 cm^3 , 3 ks titračná banka 250 cm^3 , odmerná banka 100 cm^3 a 250 cm^3 , kadičky: 150 cm^3 a $75 - 100\text{ cm}^3$, odmerný valec 10 cm^3 a 25 cm^3 , strička, sklenená tyčinka, byretový lievik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

• Chemikálie a roztoky

roztok HCl (1 : 3) [H290, H314, H335, S1/2, S26, S45],

roztok $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($c = 0,1\text{ mol dm}^{-3}$) [S24/25],

KIO_3 p.a. [H272, H302, H315, H319, H335, S35],

KI [H302, H315, H319, H372, S22, S26, S37/39],

NaHCO_3 p.a. [H319],

indikátor: čerstvý škrobový maz,

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 2024.