

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória B

Krajské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 58. ročník – školský rok 2021/2022

Krajské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (13 b)

- V grafitu sú atómy uhlíka navzájom spojené dvoma rôznymi interakciami. Napíšte názvy týchto interakcií.
- V závislosti od formy sa grafit nielen v technickej, ale aj v bežnej praxi označuje rôznymi názvami. Uvedte, akými názvami označujeme: (i) kompaktný nepórovitý grafit; (ii) kompaktný pórovitý grafit a (iii) grafit vo forme jemného prášku.
- Diamant a grafit nie sú jediné alotropické modifikácie uhlíka. Uvedte názov tretej modifikácie uhlíka, ktorá je tvorená z molekúl v tvare gule.
Od grafitu je možné odvodiť dve formy uhlíka. Jedna z nich predstavuje samostatnú vrstvu grafitu a druhá predstavuje takúto vrstvu po „zrolovaní“. Uvedte názvy týchto dvoch foriem uhlíka.
- Uhlík vytvára dva stabilné izotopy. Definujte pojem izotop. Uvedte, ktoré stabilné izotopy uhlík vytvára.
- Kyselina uhličitá patrí medzi veľmi slabé kyseliny, až také slabé, že správnejšie je hovoriť o vodnom roztoku oxidu uhličitého. Naopak, jej soli a deriváty sú stabilné. Medzi jej deriváty patria zlúčeniny $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ a COCl_2 . Napíšte triviálne názvy týchto dvoch derivátov kyseliny uhličitej a znázorníte ich štruktúrne vzorce.

Úloha 2 (8 b)

- Pri výrobe skla, kde ešte pred roztavením dôjde k termickému rozkladu uhličitanov, dochádza aj k emisiám plynného CO_2 . Vypočítajte hmotnosť emisií CO_2 , ktoré vyprodukuje sklárne pri výrobe 75,0 t draselno-sodno-vápenatého skla, ktorého chemické zloženie vyjadruje vzorec $\frac{1}{2}\text{K}_2\text{O} \cdot \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.
 $M_r(\text{K}) = 39,098$; $M_r(\text{O}) = 15,999$; $M_r(\text{Na}) = 22,990$; $M_r(\text{Ca}) = 40,078$; $M_r(\text{Si}) = 28,086$;
 $M_r(\text{C}) = 12,011$.
- Ako sa triviálne označuje oxid uhličitý v tuhej fáze? Tuhý oxid uhličitý je známy tým, že pri atmosférickom tlaku sublimuje. Vysvetlite pojem sublimácia. Aký charakter z termochemického hľadiska má proces sublimácie?

- c) Plynný oxid uhličitý má vyššiu hustotu ako vzduch, to znamená, že sa môže koncentrovať v nevetraných podzemných priestoroch (najmä vínne pivnice). Uvedte jednoduchý spôsob, ako sa môže človek presvedčiť, či je v takomto podzemnom priestore kyslík a či je pre neho bezpečné zostúpiť dole.

Úloha 3 (9 b)

- a) Vypočítajte hmotnosť znečisteného berylu $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$, ktorý potrebujeme na prípravu 50,0 g čistého berylia. Pri procese jeho výroby uvažujeme so stratami vo výške 3 %. Znečistený beryl, ktorý máme k dispozícii, obsahuje 7,5 % nereagujúcich nečistôt.
 $M_r(\text{Al}) = 26,982$; $M_r(\text{Be}) = 9,0122$; $M_r(\text{Si}) = 28,086$; $M_r(\text{O}) = 15,999$.
- b) Najrozšírenejšie podskupiny 3D hlinitokremičitanov tvoria živce a zeolity. Vysvetlite, v čom spočíva najväčší rozdiel medzi štruktúrami živcov a zeolitov? Ako sa to využíva v praxi?
- c) Systematicky pomenujte nasledujúce hlinitokremičitany:
 KAlSi_3O_8 a $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 58. ročník – školský rok 2021 / 2022

Krajské kolo

Mgr. Peter Šramel¹, PhD., Ing. Juraj Malinčík²

¹Katedra organickej chémie, PriF UK, Univerzita Komenského v Bratislave

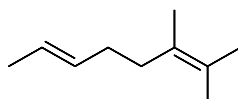
²Department of Chemistry, University of Basel, Switzerland

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

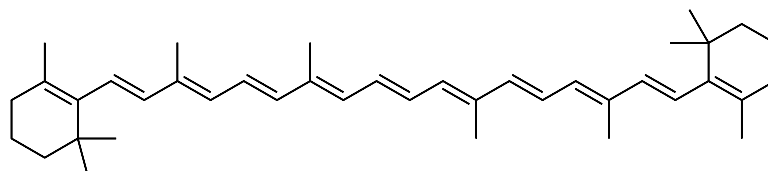
Úloha 1 (3 b)

Rýchlosť elektrofilnej adície stúpa s počtom alkylových substituentov na násobnej väzbe. Rozhodnite, ktorá dvojitá väzba v nasledujúcom alkéne bude reagovať v elektrofilnej adícii ako prvá a napíšte štruktúrny vzorec produktu reakcie s 1 ekvivalentom brómu. Alkén a produkt reakcie s brómom pomenujte systémovým názvom vrátane stereodeskriptora (ak je to relevantné).



Úloha 2 (3 b)

Jedným z najznámejších prírodných alkénov je β -karotén ($C_{40}H_{56}$). Vyskytuje sa ako prírodné farbivo v rastlinách a hubách. Slúži tiež ako prekursor vitamínu A.



β -karotén

Vypočítajte objem brómu v cm^3 , ktorý je potrebný na úplnú bromáciu 1,000 g β -karoténu.

$M_r(C) = 12,011 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_r(H) = 1,008 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_r(\text{Br}) = 79,904 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\rho(\text{Br}_2) = 3,11 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Úloha 3 (13 b)

Cyklický alkén C_6H_{10} poskytuje reakciou s 1 ekvivalentom chlorovodíka zmes produktov **A** a **B** v približne rovnakom zastúpení. Ten istý uhľovodík C_6H_{10} poskytuje reakciou s 1 ekvivalentom bromovodíka zmes produktov **C** a **D** taktiež v približne rovnakom zastúpení. Ak reakciu s bromovodíkom uskutočnime v prítomnosti organických peroxidov, dostaneme opäť zmes produktov **C** a **D** tiež v približne rovnakom zastúpení. Reakciou uhľovodíka s nadbytkom roztoku brómu vzniká jediný produkt **E**.

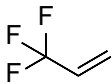
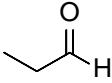
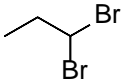
Nakreslite štruktúrne vzorce a napíšte systémové názvy uhľovodíka C_6H_{10} a produktov reakcií **A**, **B**, **C**, **D** a **E**.

Pomôcka: Úloha má 4 správne riešenia, t.j. existujú 4 rôzne cyklické alkény C_6H_{10} a prislúchajúce štruktúry **A–E** vyhovujúce podmienkam úlohy. Na získanie plného počtu bodov postačuje uviesť 1 správne riešenie.

Úloha 4 (11 b)

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

- a) uveďte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových alkénov a 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
		HCl	
		1. BH_3 2. H_2O_2 , NaOH	
propín		HBr, benzoylperoxid	
3-metylokta-4,6-dién-1-ín		Br_2 (nadbytok)	

- c) Pre jednu z východiskových látok existujú 4 stereoizoméry typu *cis* a *trans*. Napíšte štruktúrne vzorce všetkých týchto stereoizomérov.

PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 58. ročník – školský rok 2021/2022

Krajské kolo

Pavel Májek

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 135 minút

Experimentálna úloha (28 bodov)

Mnohé potraviny obsahujú kyselinu šťavelovú (Ox) a jej zlúčeniny. Vo vode sú sodné a draselné soli rozpustné, naopak horečnaté a vápenaté soli sú nerozpustné. Ox a jej nerozpustné soli patria medzi tzv. *uremické toxíny*, preto je dôležité, aby sa potraviny s vyšším obsahom Ox konzumovali v primeranom množstve. Špenát patrí medzi rastliny s veľmi vysokým obsahom šťavelanov. Jeden gram vareného špenátu obsahuje cca 6,7 mg rozpustných a nerozpustných šťavelanov.

Stanovenie šťavelanov v rastlinnom extrakte

Pracovný postup:

Vzorka rastlinného extraktu šťavelanov sa zo skúmavky kvantitatívne preniesie do 100 cm³ odmernej banky, doplní sa po značku deionizovanou vodou a premieša.

Zo zásobného cca 0,02 mol dm⁻³ roztoku KMnO₄ sa na stanovenie odoberie do kadičky asi 150 – 200 cm³ roztoku.

- a) Príprava roztoku (COOH)₂ s koncentráciou $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$: Na prípravu 100 cm³ roztoku (COOH)₂ s koncentráciou $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ sa diferenčne odváži na analytických váhach potrebné množstvo dihydrátu kyseliny etándiovej ($M = 126,0654 \text{ g mol}^{-1}$ (COOH)₂·2H₂O), rozpustí v kadičke a kvantitatívne preniesie do 100 cm³ odmernej banky. Po doplnení po značku deionizovanou vodou a premiešaní sa vypočíta presná koncentrácia štandardného roztoku.

Príprava byrety na titráciu: 25 cm³ byreta sa po premytí deionizovanou vodou a odmerným roztokom KMnO₄, doplní odmerným roztokom po značku, čím je pripravená na odmerné stanovenie.

Pozn.: Pri farebných, nepriehľadných, roztokoch sa objem na byrete odčítava podľa hornej hladiny roztoku. Pri práci s roztokom KMnO₄ používajte rukavice.

- b) Stanovenie presnej koncentrácie roztoku KMnO_4 : Zo zásobného štandardného roztoku $(\text{COOH})_2$ s koncentráciou cca $c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ sa do troch titračných baniek odpipetuje po 15 cm^3 $(\text{COOH})_2$, pridá 10 cm^3 zriedenej H_2SO_4 (1 : 2) a 10 cm^3 deionizovanej H_2O . Roztok sa zahreje na cca $80 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplý roztok sa za horúca titruje roztokom KMnO_4 do prvého ružového sfarbenia. Farebná zmena nastane jednou kvapkou. Pri titrácii sa prvý cm^3 pridáva po kvapkách, aby prebehla reakcia a roztok sa odfarbil. Z priemernej hodnoty spotreby roztoku KMnO_4 sa vypočíta presná látková koncentrácia odmerného roztoku KMnO_4 .
- c) Stanovenie šŕavelanov v rastlinnom extrakte: Zo zásobného roztoku vzorky rastlinného extraktu sa do troch titračných baniek odpipetuje po 15 cm^3 , pridá 10 cm^3 zriedenej H_2SO_4 (1 : 2) a 10 cm^3 deionizovanej H_2O . Roztok sa zahreje na cca $80 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplý roztok sa za horúca titruje roztokom KMnO_4 do prvého ružového sfarbenia. Farebná zmena nastane jednou kvapkou. Pri titrácii sa prvý cm^3 pridáva po kvapkách, aby prebehla reakcia a roztok sa odfarbil.

Z priemernej hodnoty spotreby roztoku KMnO_4 sa vypočíta *molová a hmotnostná koncentrácia* (mg cm^{-3}) rozpustných a nerozpustných šŕavelanov ako kyselina etándiová (šŕavelová), $M_{\text{Ox}} = 90,0349 \text{ g mol}^{-1}$

Úloha 1 (3 b)

Napište reakciu štandardizácie roztoku KMnO_4 s $(\text{COOH})_2$ v iónovom tvare a vyčísľte koeficienty reakcie na základe zmeny oxidačného čísla reagujúcich látok.

Úloha 2 (3 b)

Napište polreakciu priebehu redukcie manganistanu v kyslom prostredí a vyjadrite ju pomocou Nernstovej rovnice.

Úloha 3 (2 b)

Prečo sa titrácia pri štandardizácii roztoku KMnO_4 robí za horúca?

Úloha 4 (2 b)

Vysvetlite, prečo je potrebné pri práci s nízkymi koncentraciami KMnO_4 vykonať tzv. *slepý pokus* a ako sa jeho výsledok zohľadňuje pri výpočtoch.

Úloha 5 (2 b)

Vymenujte všetky zdroje chýb, ktoré by spôsobili nesprávne stanovenie koncentrácie roztoku KMnO_4 titráciou s roztokom $(\text{COOH})_2$.

Pomôcky

Byreta 25 cm³, pipeta 15 cm³, 3 titračné banky 250 cm³, 2 odmerné banky 100 cm³, 2 kadičky 50 cm³, kadička 75 - 100 cm³, kadička 250 cm³, odmerný valec min. 10 cm³, strička, sklenená tyčinka, byretový lievnik, laboratórny stojan, svorky, lapák.

Chemikálie a roztoky

KMnO₄ ($c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$) [H272, H302, H314, H361d, H373, H410],

(COOH)₂·2H₂O [H314, H318],

H₂SO₄ ($c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$) [H290, H314, H318],

deionizovaná voda.

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

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

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021.