

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória B

Školské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (13,5 b)

a) Dvojatómová molekula N_2 je veľmi stabilná a je hlavnou súčasťou vzduchu. Znázornite elektrónový štruktúrny vzorec tejto molekuly a uveďte jeho obsah v suchom vzduchu. Skutočnosť, že molekula dusíka je veľmi stabilná, sa prejavuje aj tak, že je veľmi málo reaktívna. Uveďte príklad, kde sa táto vlastnosť molekuly N_2 môže využiť.

b) Z jednoduchých oxidov dusíka hlavne oxid dusičitý vytvára dimér. Znázornite elektrónový štruktúrny vzorec tohto diméru a vysvetlite, prečo z jednoduchých oxidov dusíka vytvára dimér najmä tento oxid.

Vznik monoméru NO_2 z jeho diméru N_2O_4 je endotermický proces.



Uveďte, akým spôsobom môžeme zabezpečiť, aby bola v sústave rovnováha posunutá na stranu diméru. Veľkou výhodou pri odlíšení monoméru oxidu dusičitého od jeho diméru je ich farba. Jeden z nich je bezfarebný a druhý je výrazne tmavočervený. Uveďte, ktorá z týchto dvoch foriem oxidu dusičitého je farebná ak viete, že pri zvýšenej teplote prevláda jeho farebná forma.

c) Nakreslite štruktúrne vzorce kyanidového, azidového a tiokyanatanového (rodanidového) aniónu. Uveďte, ktoré z týchto zlúčenín sú typické svojou vysokou toxicitou a ktoré patria medzi vysoko explozívne?

d) Kyselina dusičná sa priemyselne vyrába katalytickou oxidáciou amoniaku a následnou reakciou s vodou. Zapište chemickú reakciu amoniaku s kyslíkom, pričom ako produkt oxidácie amoniaku uvažujte oxid dusnatý, uveďte aj skupenské stavy všetkých zložiek reakcie. Na rozdiel od silnej kyseliny dusičnej, amoniak patrí medzi slabé zásady s hodnotou disociačnej konštanty zásaditosti $K_B = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Vypočítajte pH vodného roztoku amoniaku s koncentráciou $0,150 \text{ mol dm}^{-3}$.

e) Vysvetlite, prečo pri reakcii práškoveho mangánu s kyselinou dusičnou vzniká plynný vodík, ale pri analogickej reakcii s meďou k uvoľneniu vodíka nedochádza. Pri reakcii veľmi zriedenej kyseliny dusičnej s neušľachtilým kovom dochádza aj k redukcii dusíka a vzniku amónnej soli. Zapište chemickú reakciu veľmi zriedenej kyseliny

dusičnej s práškovým zinkom ak viete, že dochádza aj k redukcii dusíka na amónnu soľ a uveďte jej stechiometrické koeficienty. Aké oxidačné čísla má dusík v dusičnane amónnom?

f) Hodnotu pH vodného roztoku neovplyvňujú iba kyseliny a zásady, ale aj ióny solí podliehajúce hydrolyze. Medzi takéto ióny patrí aj amónny kation. Aký bude vodný roztok chloridu amonného po hydrolyze? Kyslý, zásaditý alebo neutrálny? Svoju odpoveď zdôvodnite chemickou rovnicou hydrolyzy.

Úloha 2 (9 b)

a) Pri priemyselnej výrobe liadku vápenatého sa nadbytočná kyselina dusičná neutralizuje prídavkom amoniaku. Vypočítajte látkové množstvo amoniaku, ktoré potrebujeme pridať na zneutralizovanie prebytočnej kyseliny dusičnej, ktorá ostala po reakcii 21,48 t vápenca (obsah uhličitanu vápenatého je 97,2%) s 36,0 m³ 56 % kyseliny dusičnej (jej hustota má hodnotu 1,345 g cm⁻³).

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

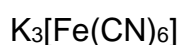
b) Spálením práškového horčička v uzavretej nádobe s limitovaným množstvom vzduchu dôjde primárne k reakcii horčička so vzdušným kyslíkom. Reakcia je exotermická, čo spôsobí, že po úplnom zreagovaní kyslíka dôjde k reakcii práškového horčička aj s plynným dusíkom. Zapište obe spomínané chemické reakcie a určte ich stechiometrické koeficienty. Vypočítajte hmotnosť produktov oboch reakcií ak predpokladáme, že na reakciu s kyslíkom sa spotrebovalo 90% horčička a zvyšok zreagoval s dusíkom. Na reakciu sme použili 2,50 g práškového horčička.

$A_r(\text{Mg}) = 24,305$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{N}) = 14,007$.

Úloha 3 (7,5 b)

a) Medzi najtypickejšie tvary koordinačných polyédrov patrí tetraéder a oktaéder. Uveďte, aké koordinačné čísla odpovedajú spomínaným koordinačným polyédrom. Aké koordinačné číslo očakávate pre trigonálne bipyramidálne usporiadanie? Nakreslite všetky tri koordinačné polyédre, vyznačte v nich centrálny atóm a všetky donorové atómy. Koordináčnne väzby zvýraznite hrubou čiarou a hrany koordinačného polyédra zakreslite tenkou čiarou.

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



monohydrát síranu tetraamminmednatého

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

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

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

²Van't Hoff Institute for Molecular Sciences, University of Amsterdam

Maximálne 30 bodov

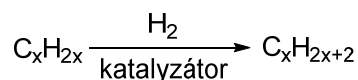
Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (6 b)

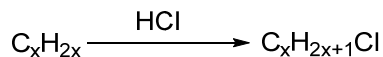
V každodennom živote sa stretávame s alkénmi v potrave, pohonných hmotách alebo ako stavebný blok pre výrobu polymérov. Takýmto príkladom je aj plyný alkén C_xH_{2x} , ktorý je dôležitým rastlinným hormónom a je zodpovedný napríklad za dozrievanie banánov a používa sa za týmto účelom v poľnohospodárstve. V priemysle sa tiež používa na výrobu polymérov a je značným prispievateľom k znečisťovaniu ovzdušia.

Vašou úlohou je identifikovať uhľovodík C_xH_{2x} ak dodatočne viete, že:

- Uhľovodík C_xH_{2x} podlieha hydrogenačnej reakcii za vzniku uhľovodíka C_xH_{2x+2} .



- Uhľovodík C_xH_{2x} poskytuje v elektrofilnej adícii jediný produkt $C_xH_{2x+1}Cl$.



- 1 mól uhľovodíka C_xH_{2x} poskytuje reakciou s 1 móлом brómu 1 mól produktu $C_xH_{2x}Br_2$.

- Spálením 1 mólu uhľovodíka C_xH_{2x} získame 2 móly CO_2 .

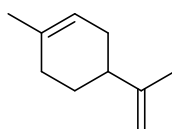
a) Napíšte štruktúrny vzorec uhľovodíka C_xH_{2x} a pomenujte ho systémovým názvom.

b) Koľko mólov uhľovodíka C_xH_{2x+2} vznikne pri hydrogenácii 12 mólov alkénu C_xH_{2x} a koľko mólov plynného vodíka na to potrebujeme?

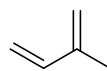
c) Napíšte štruktúrne vzorce látok $C_xH_{2x+1}Cl$ a $C_xH_{2x}Br_2$ a pomenujte ich systémovými názvami.

Úloha 2 (5 b)

S ďalším prírodným alkénom, limonénom, sa môžeme stretnúť v pomarančoch, citrónoch, rasci alebo kôpri a dodáva im ich charakteristickú vôňu. Tento alkén sa klasifikuje ako terpén, nakoľko formálne pozostáva z dvoch jednotiek izoprénu, aj keď si ho rastlina touto cestou nesyntetizuje. Terpény sú dôležité stavebné bloky v rastlinách. Dajú sa klasifikovať podľa množstva izoprénových jednotiek v ich štruktúre na monoterpény (pozostávajú z dvoch izoprénových jednotiek, ako napríklad limonén), seskviterpény (pozostávajú z troch izoprénových jednotiek, napríklad humulén nachádzajúci sa v chmeli), diterpény (pozostávajú zo štyroch izoprénových jednotiek), atď.



limonén



izoprén

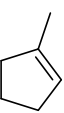
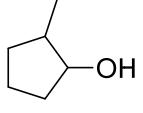
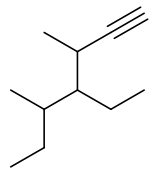
- V štruktúre limonénu zakrúžkovaním vyznačte dve izoprénové jednotky.
- Napište systémový názov limonénu a izoprénu.
- Napište štruktúrny vzorec hlavného produktu reakcie izoprénu s 1 ekvivalentom kyseliny bromovodíkovej a pomenujte ho systémovým názvom.
- Napište štruktúrne vzorce všetkých teoreticky možných (nielen dominantných) produktov reakcie limonénu s nadbytkom chlorovodíka.

Úloha 3 (15 b)

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

- uvedte názov, resp. štruktúrny vzorec jednotlivých východiskových alkénov a alkínov
- nakreslite štruktúrne vzorce dominantných produktov reakcií prebiehajúcich za daných reakčných podmienok
- napište názvy dominantných produktov reakcií prebiehajúcich za daných reakčných podmienok
- doplňte chýbajúce reakčné podmienky pre danú transformáciu

| Názov východiskovej látky | Štruktúra východiskovej látky | Reakčné podmienky | Štruktúra a názov dominantného produktu/produktov |
|---|-------------------------------|---|---|
| 4-(but-2-én-2-yl)-1,3-dimetylcyklohexén | | HBr (nadbytok), tma | |
| | | | |
| | | H ₂ , PdCl ₂ , CaCO ₃ , Pb(CH ₃ COO) ₂ | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| |  | |  |
| |  | HgSO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₂ O | |

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

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

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024.