

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória B

Školské kolo

SÚŤAŽNÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

Úloha 1 (11 b)

- a) Kyselina sírová vytvára niekoľko derivátov, napr. kyselinu tiosírovú a kyselinu peroxosírovú. Nakreslite elektrónové štruktúrne vzorce oboch spomenutých derivátov. Vypočítajte hmotnostný zlomok kyslíka a síry v týchto kyselinách.
 $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{S}) = 32,066$.
- b) Zlúčeniny všeobecného vzorca H_2X ($\text{X} = \text{O}, \text{S}, \text{Se}$ a Te) sa navzájom odlišujú viacerými vlastnosťami, napríklad teplotou varu. Z nasledujúcej tabuľky môžeme vidieť, že teplota varu vody je oveľa vyššia ako teplota varu ostatných binárnych zlúčenín s vodíkom. Je mimo trendu zmeny teploty varu s nárastom molekulovej hmotnosti danej molekuly.

Zlúčenina H_2X	$M_r(\text{H}_2\text{X})$	t_v [$^{\circ}\text{C}$]
H_2O	18	100
H_2S	34	-61
H_2Se	81	-41,5
H_2Te	130	-1,8

Graficky znázorníte závislosť teplotu varu H_2X od jej molekulovej hmotnosti. Vysvetlite príčinu vyššej teploty vary vody, ktorá zodpovedá za zmenu trendu v zostrojenom grafe.

- c) Kyslík, ako neoddeliteľná zložka všetkých aniónov kyslíkatých kyselín, je súčasťou takmer všetkých minerálov. Naopak, síra je súčasťou iba určitej skupiny minerálov. Najznámejšou z nich sú binárne zlúčeniny síry. Pomenujte nasledujúce zlúčeniny a napíšte ich mineralogický názov: HgS , PbS a FeS_2 .

Úloha 2 (9 b)

- a) Katalytickým rozkladom peroxidu vodíka sa pripravil plynný kyslík. Zapište rovnicu jeho rozkladu a napíšte, aká zlúčenina sa bežne používa ako katalyzátor tohto rozkladu. Po ukončení rozkladu ostane reakčná nádoba horúca. Aký charakter reakcie z hľadiska termodynamiky má rozklad peroxidu vodíka?
Vypočítajte objem uvoľneného kyslíka pri normálnych podmienkach, ak rozložíme $50,0 \text{ cm}^3$ 35 %-ného peroxidu vodíka ($\rho = 1,130 \text{ g cm}^{-3}$).
- b) Molekula cyklooktasíry S_8 nie je planárna, ale vytvára osemčlenný prstenec tvar kráľovskej koruny. Nakreslite molekulu cyklooktasíry a vysvetlite, prečo táto molekula nie je planárna.

Úloha 3 (10 b)

- a) Vypočítajte hmotnosť dekahydrátu síranu sodného, ktorý potrebujeme na prípravu $250,0 \text{ cm}^3$ vodného roztoku síranu sodného s koncentráciou $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$.
 $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$; $A_r(\text{S}) = 32,066$.
- b) Prebytočný znečistený roztok kyseliny sírovej potrebujeme pred likvidáciou zneutralizovať pomocou roztoku hydroxidu draselného. Napíšte uvedené chemickú reakciu a určte jej stechiometrické koeficienty.
Vypočítajte hmotnosť KOH v 15% nadbytku, ktorý potrebujeme na prípravu tohto roztoku, ak chceme zneutralizovať $65,0 \text{ cm}^3$ roztoku kyseliny sírovej s koncentráciou $2,50 \text{ mol dm}^{-3}$. $A_r(\text{H}) = 1,0079$; $A_r(\text{O}) = 15,999$; $A_r(\text{K}) = 39,098$.
- c) Oxid siričitý a oxid sírový sa líšia vo viacerých vlastnostiach, napr. v polarite molekuly. Aká je hodnota ich dipólového momentu (vyberte z možností „nulový“ alebo „nenulový“)? Ktorá z týchto molekúl je nepolárna a ktorá je polárna? Vysvetlite svoju odpoveď.

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské 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)

Organické zlúčeniny musia spĺňať niekoľko podmienok súčasne aby mohli byť považované za aromatické. Tieto podmienky sa nazývajú tiež Hückelove podmienky aromaticity:

- zlúčenina musí byť planárna (všetky atómy ležia v jednej rovine)
- zlúčenina musí byť cyklická pričom na každom atóme cyklu musí ležať p -orbitál
- zlúčenina musí byť plne konjugovaná (medzi p -orbitálmi musí byť efektívny prekryv)
- do konjugácie sa musí v kruhu zapájať $(4n + 2)$ π -elektrónov ($n = 1, 2, 3, \dots$)




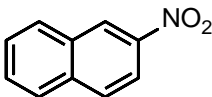
Benzén je základným predstaviteľom aromatických uhľovodíkov a spĺňa všetky Hückelove podmienky nasledovne:

- všetkých 6 uhlíkov leží v jednej rovine
- všetky uhlíky sú spojené do cyklu pričom na každom leží 1 p -orbitál
- medzi 6 p -orbitálmi je efektívny prekryv a dokopy tvoria 3 delokalizované π -väzby
- v π -väzbách sa dokopy nachádza 6 elektrónov, čo spĺňa podmienku $(4n + 2)$ pre $n = 1$

Doplňte nasledujúcu tabuľku:

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

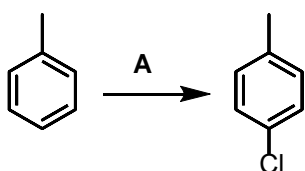
Štruktúrny vzorec	Názov	Počet π -elektrónov	Aromatická?
			
	naftalén		
			

			
	1-brómbenzén		
			
			
			

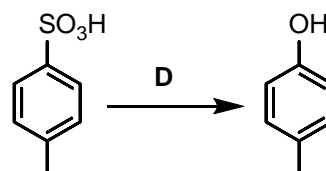
Úloha 2 (7 b)

Doplňte reaktanty, hlavné produkty alebo podmienky nasledujúcich reakcií. Uvažujte len reakcie do prvého stupňa.

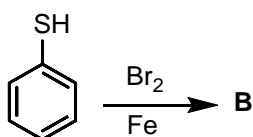
a)



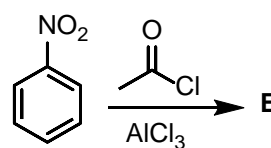
d)



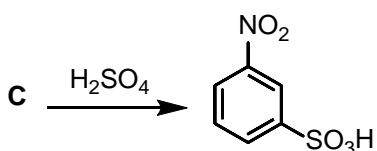
b)



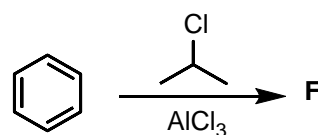
e)



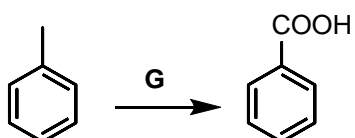
c)



f)



g)

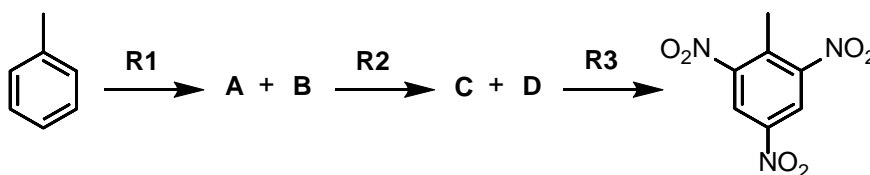


Úloha 3 (11 b)

2,4,6-Trinitrotoluén (TNT) je jednou z najznámejších a najpoužívanejších výbušnín na svete. Používa sa aj ako štandard na porovnávanie ničivej sily výbušnín. Pripravuje sa postupnou nitráciou toluénu pomocou zmesi koncentrovanej kyseliny dusičnej a koncentrovanej kyseliny sírovej (nitračná zmes).

Tento proces sa dá rozdeliť na tri jednotlivé kroky **R1**, **R2** a **R3**:

- V prvom kroku **R1** reaguje toluén s nitračnou zmesou za vzniku zmesi izomérnych látok **A** a **B** v pomere približne 1:1.
- V druhom kroku **R2** zmes látok **A** a **B** reaguje s nitračnou zmesou za vzniku látky **C** ako hlavného produktu a malé množstvo izomérskej látky **D** ako vedľajšieho produktu.
- V poslednom kroku **R3** zmes látok **C** a **D** opäť reaguje s nitračnou zmesou za vzniku 2,4,6-trinitrotoluénu ako jediného produktu reakcie.



- Nakreslite štruktúrne vzorce látok **A**, **B**, **C** a **D** a pomenujte ich systémovým názvom.
- Zoradte jednotlivé reakčné kroky **R1**, **R2** a **R3** podľa stúpajúcej rýchlosti reakcie, ak by sa uskutočňovali za rovnakej teploty.
- Priradte podmienky reakcie k jednotlivým reakčným krokom **R1**, **R2** a **R3**.

Podmienky	Reakčný krok
HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , 0 °C	
HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , 100 °C	
HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , 50 °C	

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 2023