

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/2019

Kategória B

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 55. ročník – školský rok 2018/2019

Študijné kolo

doc. RNDr. Juraj Bujdák, DrSc.

Katedra fyzikálnej a teoretickej chémie, PRIF UK, Bratislava

Maximálne 30 bodov (b)

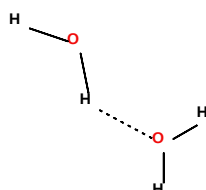
Riešenie úlohy 1 (16 b)

2 b a) V tuhom skupenstve sú molekuly v tesnom usporiadaní. Medzimolekulové sily zabraňujú ich pohybu.

V kvapalnom skupenstve sú molekuly vody tiež v tesnom usporiadaní, ale dochádza k neustálemu pohybu a medzimolekulové sily nezabraňujú tomuto pohybu. Priemerná vzdialenosť medzi molekulami vody sa pri pohybe nemení.

2 b b) Medzi molekulami vody sa uplatňujú tzv. vodíkové väzby. Sú silnejšie ako van der Waalsove väzby, ale slabšie ako kovalentné väzby.

3 b c) Vodíková väzba (čiarkovane) medzi dvomi molekulami vody.



2 b d) Hustota kvapalnej vody je vyššia ako hustota ľadu. Dôsledkom tejto anomálie je skutočnosť, že voda v prírode vymrzá na povrchu vodnej plochy a pod povrchom sa hromadí kvapalná voda s vyššou hustotou. Táto skutočnosť zabraňuje vymrzaniu riek a jazier.

- 7 b e) Z hustoty kvapalnej vody vyplýva, že 100 litrom (100 dm^3) zodpovedá hmotnosť $100 \text{ kg} = 10^5 \text{ g}$.

Látkové množstvo vody vypočítame:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 10^5 \text{ g} / 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 5549 \text{ mol}$$

Celkové množstvo tepla vypočítame:

$$5549 \text{ mol} \cdot 6,01 \text{ kJ mol}^{-1} = 33,35 \text{ MJ}$$

Pri vymrznutí 100 litrov vody by sa malo uvoľniť 33,35 MJ tepla.

Riešenie úlohy 2 (14 b)

- 4 b a) $\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l}) + 25/2 \text{ O}_2 (\text{g}) \rightarrow 8 \text{ CO}_2 (\text{g}) + 9 \text{ H}_2\text{O} (\text{l})$

- 7 b b) 1 liter oktánu zodpovedá hmotnosti 703 g. Látkové množstvo vypočítame:

$$n(\text{oktán}) = m(\text{oktán}) / M(\text{oktán}) = 703 \text{ g} / 114,23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6,154 \text{ mol}$$

Množstvo uvoľneného tepla vypočítame:

$$5460 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 6,154 \text{ mol} = 33,60 \text{ MJ}$$

Spálením 1 litra oktánu sa uvoľní 33,60 MJ tepla.

Poznámka: Spálením 1 litra oktánu sa uvoľní podobné množstvo tepla, ako pri vymrznutí 100 litrov vody. Postrek vodou je prijateľnejší z hľadiska ekonomického a ochrany životného prostredia.

- 3 b c) 1 liter oktánu zodpovedá látkovému množstvu 6,154 mol. Pri spálení 1 molu oktánu vzniká 9 molov vody. Po spálení 1 litra oktánu sa uvoľní 55,39 mol vody.

Množstvo tepla, ktoré sa môže uvoľniť pri vymrznutí 55,39 mol vody vypočítame:

$$6,01 \text{ kJ mol}^{-1} \cdot 55,39 \text{ mol} = 332,9 \text{ kJ}$$

Ďalšie teplo zodpovedajúce 332,9 kJ je zanedbateľné oproti teplu získaného spálením.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 55. ročník – školský rok 2018/2019

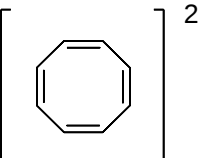
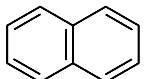
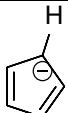
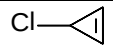
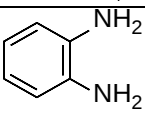
Domáce kolo

Dušan Bortňák

Oddelenie organickej chémie, Ústav organickej chémie, katalýzy a petrochémie FCHPT STU

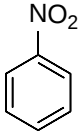
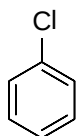
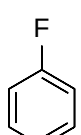
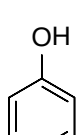
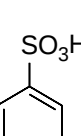
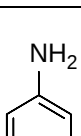
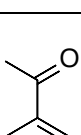
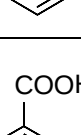
Maximálne 30 bodov

Riešenie úlohy 1 (7,6 b)

Štruktúrny vzorec	Názov	Počet π -elektrónov	Splnenie Hückelových podmienok aromaticity
	cyklopentadiénový kation (cyklopenta-2,4-dién-1-ýlium)	4	nesplňa
	cyklooktatetraénový dianión	10	spĺňa
	naftalén	10	spĺňa
	cyklopentadiénový anión (cyklopenta-2,4-dién-1-id)	6	spĺňa
	cyklopentadiénový radikál (cyklopenta-2,4-dién-1-yl)	5	nesplňa
	3-chlórcycloprop-1-én	2	nesplňa
	benzén-1,2-diamín	6	spĺňa
	pyrol	6	spĺňa

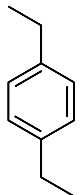
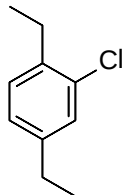
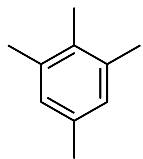
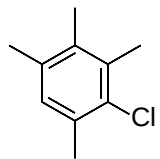
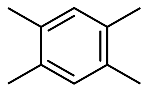
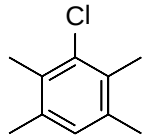
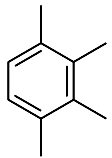
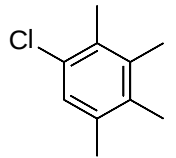
Za správny názov po 0,3 b (spolu 1,2 b), za určenie počtu π -elektrónov po 0,5 b (spolu 4 body), za správne určenie podmienok aromaticity 0,3 b (spolu 2,4 b).

Riešenie úlohy 2 (10,4 b)

Názov	Štruktúrny vzorec	Aktivačný resp. deaktivujúci účinok substituenta	Orientácia pri S_EAr daným substituentom do polohy (polôh)
nitrobenzén		deaktivuje	<i>m</i> -
chlórbenzén		deaktivuje	<i>o</i> - a <i>p</i> -
fluórbenzén		deaktivuje	<i>o</i> - a <i>p</i> -
fenol		aktivuje	<i>o</i> - a <i>p</i> -
kyselina benzénsulfónová		deaktivuje	<i>m</i> -
anilín		aktivuje	<i>o</i> - a <i>p</i> -
1-fenyletán-1-ón (acetofenón)		deaktivuje	<i>m</i> -
kyselina benzenkarboxylová		deaktivuje	<i>m</i> -

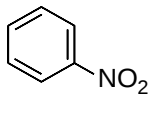
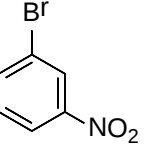
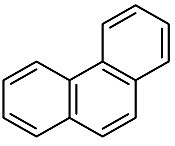
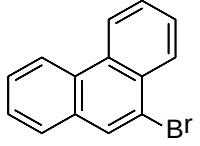
Za správny názov po 0,3 b spolu 2,4 b, za správny účinok po 0,5 b spolu 4 b, za správnu orientáciu po 0,5 b spolu 4 b

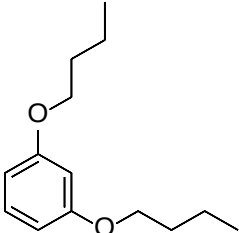
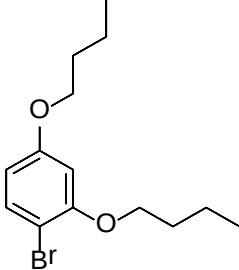
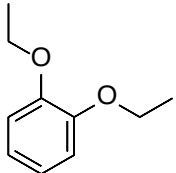
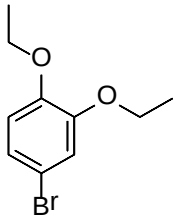
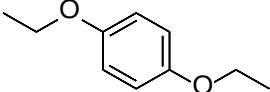
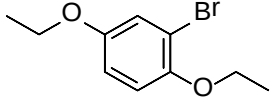
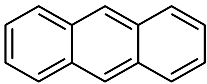
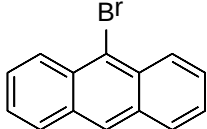
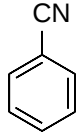
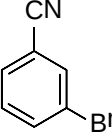
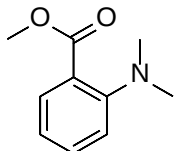
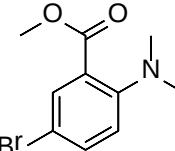
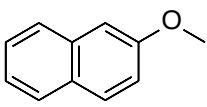
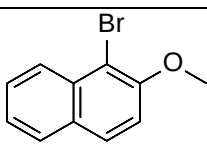
Riešenie úlohy 3 (4,8 b)

Štruktúra	Názov	Štruktúra produktu elektrofilnej monochlorácie	Názov
	1,4-dietylbenzén		1,4-dietyl-2-chlór-benzén
	1,2,3,5-tetrametylbenzén		2-chlór-1,2,3,5-tetrametylbenzén
	1,2,4,5-tetrametylbenzén		3-chlór-1,2,4,5-tetrametylbenzén
	1,2,3,4-tetrametylbenzén		1-chlór-2,3,4,5-tetrametylbenzén

Za správnu štruktúru po 0,3 b spolu 2,4 b, za správny názov po 0,3 b spolu 2,4 b.

Riešenie úlohy 4 (7,2 b)

Štruktúra	Názov	Štruktúra hlavného produktu reakcie s Br ₂ a AlBr ₃	Názov
	nitrobenzén		1-bróm-3-nitrobenzén
	fenantrén		9-brómfenantrén

	1,3-dibutoxybenzén		1-bróm-2,4-dibutoxybenzén
	1,2-dieutoxybenzén		4-bróm-1,2-dieutoxybenzén
	1,4-dieutoxybenzén		2-bróm-1,4-dieutoxybenzén
	antracén		9-brómantracén
	nitril kyseliny benzénkarboxylovej (benzénkarbonitril)		nitril kyseliny 3-bróm benzénkarboxylovej (3-etylbenzénkarbonitril)
	metylester kyseliny 2-(dimetyl amino)benzén- karboxylovej (benzoovej)		metylester kyseliny 5- bróm-2- (dimetylamino)benzén- karboxylovej (benzoovej)
	2-metoxynaftalén		1-bróm-2-metoxy- naftalén

Za správnú štruktúru východiskovej zlúčeniny 0,3 b spolu 2,7 b, za správnú štruktúru produktu 0,3 spolu 2,7 b za správny názov produktu po 0,2 b spolu 1,8 b.

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 55. ročník – školský rok 2018/19

Domáce kolo

Pavel Májek

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Experimentálna úloha (28 b)

Príprava 100 cm³ 0,02 mol dm⁻³ odmerného roztoku Na₂EDTA:

zo zásobného 0,05 mol dm⁻³ odmerného roztoku Na₂EDTA presnej koncentrácie:

materiálová bilancia: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ $V_1 = c_2 \cdot V_2 / c_1 = 0,02 \cdot 0,1 / 0,05 = 0,0400 \text{ dm}^3 = 40,0 \text{ cm}^3$

Na prípravu 100 cm³ 0,02 mol dm⁻³ roztoku Na₂EDTA sa odpipetuje 40,0 cm³ zo zásobného roztoku.

Príprava 250 cm³ 0,015 mol dm⁻³ štandardného roztoku Zn²⁺:

$m(\text{Zn}) = c(\text{Zn}^{2+}) \cdot V(\text{Zn}^{2+}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,015 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 65,3800 \text{ g mol}^{-1} = 0,2452 \text{ g Zn}$

návažok: 0,2768 g Zn sa rozpustil v HNO₃ a doplnil na 250 cm³,

koncentrácia štandardu: $c(\text{Zn}^{2+}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn}) \cdot V_{\text{roztoku}}}$

$c(\text{Zn}^{2+}) = 0,2768 \text{ g} / (65,3800 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,25 \text{ dm}^3) = 1,6935 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

Štandardizácia odmerného roztoku Na₂EDTA:



$$c(\text{Na}_2\text{EDTA}) = c(\text{Zn}^{2+}) \cdot V(\text{Zn}^{2+}) / V(\text{Na}_2\text{EDTA})$$

na štandardizáciu sa pipetovalo 25,0 cm³ štandardného roztoku Zn²⁺ soli

priemerná spotreba Na₂EDTA: 20,95 cm³

$c(\text{Na}_2\text{EDTA}) = 1,6935 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 20,95 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 2,0209 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$

bodovanie:

1 b: • výpočet návažky štandardu; • váženie Zn; • výpočet riedenia Na₂EDTA; • príprava odmerného roztoku Na₂EDTA; • + každá titrácia; Σ max. 7 b,

2 b: • príprava roztoku Zn²⁺; • výpočet koncentrácie roztoku Zn²⁺; • výpočet koncentrácie Na₂EDTA,

max 15 b. relatívna chyba stanovenia koncentrácie Na₂EDTA, výsledok štandardizácie – chyba v %:
(i; i+1> = 15 - i bodov, i = 0; 14.

Riešenie úlohy 1 (2 b)

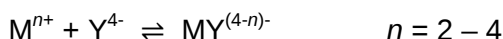
Komplexometrické titrácie sú metódy, kde pri stanovení látok vznikajú rozpustné, málo disociované komplexné ióny alebo zlúčeniny.

Hlavné druhy komplexometrických metód sú: (a) *merkurimetria* – tvorba ortuťnatých halogenidových a pseudohalogenidových komplexov, (b) *argentometria* – tvorba kyanostrieborného komplexu $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$, (c) *chelatometria* – tvorba komplexov polyaminopolykarboxylových kyselín.

Riešenie úlohy 2 (1 b)

Chelatometria patri medzi najrozšírenejšou komplexometrické titračné metódy, kde pri stanovení sa využívajú priame, spätné ale i vytesňovacie titrácie.

Riešenie úlohy 3 (2 b)



Rovnováha komplexačnej reakcie (charakterizovaná konštantou stability komplexu $\text{MY}^{(4-n)-}$), je ovplyvňovaná vedľajšou reakciou – protonizáciou EDTA, ktorá je závislá na hodnote pH v roztoku. Tlmivé roztoky použité pri titracii udržiavajú pH v požadovanom rozmedzí a umožňujú selektívne stanoviť rôzne katióny v zmesi.

Riešenie úlohy 4 (1 b)

a) chemické rovnice:



b) reakčná schéma:



Akékoľvek z riešení je správne.

Riešenie úlohy 5 (2 b)

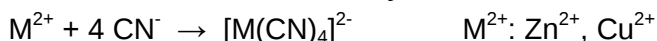


Riešenie úlohy 6 (4 b)

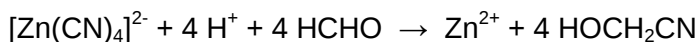
(1) priama titrácia roztoku zmesi iónov s EDTA:



(2) maskovanie iónov Cu^{2+} a Zn^{2+} kyanidom:



(3) demaskovanie Zn^{2+} z kyanidovej zmesi komplexov:



Autori: Ing. Dušan Bortňák, doc. RNDr. Juraj Bujdák, DrSc., Ing. Pavel Májek, PhD., (vedúci autorského kolektívu)

Recenzenti: Ing. Simona Matejová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD., doc. Ing. Jana Sádecká, PhD.

Vydal: IUVENTA, Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018.