

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2021

Kategória B

Krajské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

SÚŤAŽNÝCH ÚLOH

RIEŠENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A ANORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

Martin Vavra

Ústav chemických vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Maximálne 30 bodov

Doba riešenia: 60 minút

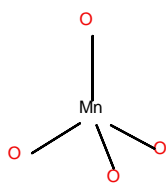
Riešenie úlohy 1 (12 b)

- a) Medzi centrálnym a donorovým atómom vzniká koordinačná alebo donorne-akceptorová väzba. (1b)

Lewisova kyselina je látka, ktorá je schopná prijať elektrónový pár. (1b)

Lewisova zásada je látka, ktorá je schopná odovzdať elektrónový pár. (1b)

b)



1 b

KMnO₄

0,5 b

hypermangán

1 b

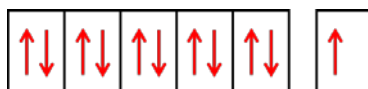
fialový roztok

0,5 b

c)

²⁹Cu

[Ar] 3d¹⁰ 4s¹



2 b

²⁴Cr^{III}

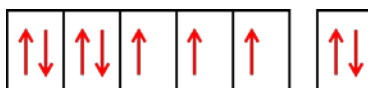
[Ar] 3d³



2 b

²⁷Co

[Ar] 3d⁷ 4s²



2 b

Ak chyba, či už skrátený alebo rámcový zápis, udeľujeme iba 1 b.

Riešenie úlohy 2 (7 b)

a) Chemické vzorce nasledovných zlúčenín:

titánová beloba – TiO_2 magnetit – Fe_3O_4 pyrit – FeS_2
zelená skalica – $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hematit – Fe_2O_3 chalkopyrit – CuFeS_2

Bodovanie za každý správny vzorec – 0,5 b.

b) Reakcie medi s kyselinou dusičnou:

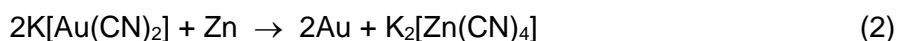
koncertovaná: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

zriedená: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Bodovanie za: správnu rovnicu 1 b.; stechiometrické koeficienty 1 b.

Riešenie úlohy 3 (11 b)

a) Chemické rovnice kyanidovej ťažby zlata:



Bodovanie za: správnu rovnicu 1 b.; stechiometrické koeficienty 1 b.

Názvy komplexných zlúčenín:

$\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ – dikyanidozlatnan draselný

$\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ – tetrakyanidozinočnan draselný

Bodovanie za správny názov 1 b. Uznávame aj odpovede dikyanozlatnan draselný a tetrakyanozinočnan draselný.

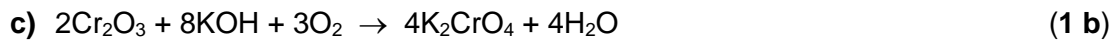
b) $m(\text{ruda}) = 520 \text{ kg}$ $w(\text{Au})_{\text{ruda}} = 0,0180$

Úpravou sústavy rovníc (1) a (2) dostaneme: $n(\text{Au})_1 = n(\text{Au})_2$

To znamená, že nie sú potrebné žiadne stechiometrické výpočty.

$$m(\text{Au})_{\text{teor}} = m(\text{ruda}) \cdot w(\text{Au})_{\text{ruda}} = 520 \text{ kg} \cdot 0,0180 = 9,36 \text{ kg Au} \quad (0,5 \text{ b})$$

$$m(\text{Au})_{\text{exp}} = m_{\text{teor}} \cdot \eta = 9,36 \text{ kg} \cdot (1 - 0,025) = 9,36 \text{ kg} \cdot 0,975 = 9,126 \text{ kg Au} \quad (0,5 \text{ b})$$



Určujúcou zložkou je oxid chromitý, podľa ktorého začneme výpočet, napr. pomocou rozsahu reakcie:

$$\zeta = \frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{\nu} = \frac{m(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{\nu \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{1,00 \text{ g}}{2 \cdot 151,989 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,290 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{KOH})_{\text{teor}} = n \cdot M = \nu \cdot \zeta \cdot M = 8 \cdot 3,290 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 56,1049 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,477 \text{ g} \quad \text{(1 b)}$$

nadbytok KOH:

$$m(\text{KOH})_{\text{exp}} = m(\text{KOH})_{\text{teor}} \cdot (1 + 0,15) = 1,477 \text{ g} \cdot 1,15 = 1,698 \text{ g KOH} \quad \text{(1 b)}$$

$$m(\text{K}_2\text{CrO}_4)_{\text{teor}} = n \cdot M = \nu \cdot \zeta \cdot M = 4 \cdot 3,290 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 194,188 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2,555 \text{ g} \quad \text{(1 b)}$$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

Počet bodov:

30

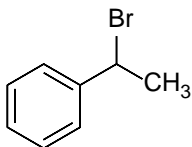
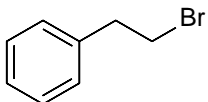
RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH

Úloha 1 (9 b)

a)

1 b za každú správnu štruktúru produktu; 1 b za každý správne pomenovaný produkt.

b

	A	B	
Vzorec produktu			2
názov	(1-brómetyl)benzén	(2-brómetyl)benzén	2

b)

4 b za správny postup výpočtu; 1 b za správne relatívnu reaktivitu.

b

Postup výpočtu	Pre výpočet relatívnej reaktivity b môžeme použiť rovnicu vyjadrujúcu množstvo vzniknutého vedľajšieho produktu B : $x(b) = 0,001 = \frac{3 \cdot 1}{3 \cdot 1 + 2 \cdot b}$ $b = \frac{3 - 0,003}{0,002} = 1498,5$	4
Relatívna reaktivita	1 500	1

Úloha 2 (7 b)

a)

1 b za správny stechiometrický koeficient.

b

Stechiometrický koeficient n	7	1
-----------------------------------	---	---

b)

5 b za správny postup výpočtu; 0,5 b za každý správny výsledok; v prípade nezahrnutia výťažku reakcie vo výpočte je možné udeliť polovičný počet bodov v prvej časti výpočtu 1 b. Ďalej však neuplatňovať dvojité penalizáciu.

b

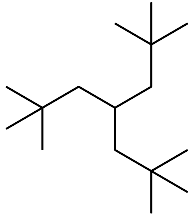
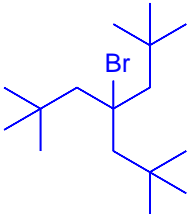
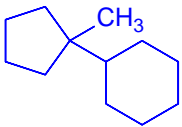
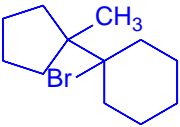
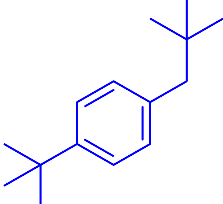
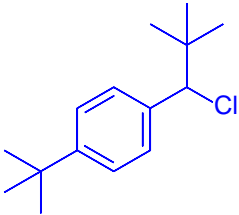
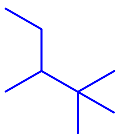
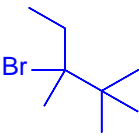
Postup výpočtu	Na prípravu 1,00 g FC pri výťažku 15 % potrebujeme $n(\mathbf{C}) = \frac{n(\mathbf{FC})}{0,15} = \frac{m(\mathbf{FC})}{M(\mathbf{FC}) \cdot 0,15} = \frac{1 \text{ g}}{573,97 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,15} = 0,01162 \text{ mol}$	2,5
	Hmotnosť látky C je potom $m(\mathbf{C}) = n(\mathbf{C}) \cdot M(\mathbf{C}) = 0,01162 \text{ mol} \cdot 448,03 \text{ g mol}^{-1} = 5,2 \text{ g}$	
	Objem plynného fluóru vypočítame zo stavovej rovnice ideálneho plynu: $V(\mathbf{F}_2) = \frac{n(\mathbf{F}_2) \cdot R \cdot T}{p^0} = \frac{7 \cdot n(\mathbf{C}) \cdot R \cdot T}{p^0}$ $V(\mathbf{F}_2) = \frac{7 \cdot 0,01162 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}} = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	2,5
Hmotnosť látky C (g)	5,20	0,5

Objem F ₂ (dm ³)	2,02	0,5
--	------	-----

Úloha 3 (14 b)

1 b za každý(ú) správne uvedený(ú) názov / štruktúru východiskového alkénu; **2 b** za každú správne uvedenú štruktúru dominantného produktu; **0,5 b** za každý správne uvedený názov dominantného produktu (v prípade uvedenia štruktúry minoritného produktu (regioizoméru) možno udeliť **0,5 b**, v prípade jeho správneho pomenovania **0,5 b**).

b

Názov východiskovej látky	Štruktúra východiskovej látky	Reakčné podmienky	Názov a štruktúra dominantného produktu	
2,2,6,6-tetrametyl-4-(2,2-dimetylpropyl)heptán		NBS/UV	 4-bróm-2,2,6,6-tetrametyl-4-(2,2-dimetylpropyl)heptán	3,5
1-(1-metylcyklopentyl)cyklohexán		Br ₂ /UV	 1-bróm-1-(1-metylcyklopentyl)-cyklohexán	3,5
1-(1,1-dimetyletyl)-4-(2,2-dimetylpropyl)benzén		Cl ₂ /UV	 1-(1,1-dimetyletyl)-4-(1-chlóř-2,2-dimetylpropyl)benzén	3,5
2,2,3-trimetyl-pentán		Br ₂ /UV	 3-bróm-2,2,3-trimetyl-pentán	3,5

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória B – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Krajské kolo

Pavel Májek

Ústav analytickej chémie FCHPT STU v Bratislave

Maximálne 40 bodov

Stanovenie neutralizačnej kapacity antacida

Experimentálna úloha A (28 b)

a) Príprava 100 cm³ 0,05 mol dm⁻³ roztoku Na₂B₄O₇:

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,3721 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{hmotnosť štandardu Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \text{ (b): } m(\text{b}) = c \cdot V \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

$$m_{\text{S}} = 0,05 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 381,3721 \text{ g mol}^{-1} = 1,9069 \text{ g Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$$

návažok: 1,9125 g Na₂B₄O₇ · 10H₂O sa rozpustil a doplnil na objem 100 cm³

$$\text{koncentrácia štandardu: } c(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = \frac{m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot V_{\text{roztoku}}}$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,9125 \text{ g} / (381,3721 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ dm}^3) = 0,05015 \text{ mol dm}^{-3}$$

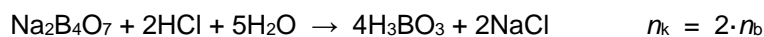
b) Príprava 250 cm³ 0,1 mol dm⁻³ roztoku HCl:

$$\text{zásobný roztok HCl: } c = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{odmerný roztok: } 250 \text{ cm}^3 \text{ HCl (k) s } c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}:$$

$$\text{riedenie: } V_{\text{zásobný}} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 / (1 \text{ mol dm}^{-3}) = 25,0 \text{ cm}^3$$

c) Štandardizácia 0,1 mol dm⁻³ roztoku HCl:



na štandardizáciu sa pipetovalo 20 cm³ štandardného roztoku Na₂B₄O₇ (b)

$$\text{priemerná spotreba HCl, } \bar{V}_{\text{k}} = 19,85 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,05015 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,020 \text{ dm}^3 / 0,01985 \text{ dm}^3 = 0,1011 \text{ mol dm}^{-3}$$

d) Stanovenie neutralizačnej kapacity:



100-krát zriedená vzorka:

na stanovenie sa pipetovalo 25 cm³ roztoku antacida (A)

$$\text{priemerná spotreba štandardnej HCl, } \bar{V}_{\text{BCA}} = 18,75 \text{ cm}^3$$

$$\text{BCA} = c_{\text{k}} \cdot V_{\text{k}} = 0,1011 \cdot 18,75 = 1,8948 \text{ mmol H}^+ \text{ v } 25 \text{ cm}^3 \text{ vzorky A}$$

$$\text{BCA} = 1,8948 \text{ mmol H}^+ / 25 \text{ cm}^3 = 0,07579 \text{ mmol H}^+ \text{ cm}^{-3}$$

Dávka rozpustného antacida má BCA: $100 \cdot 0,07579 = 7,759 \text{ mmol H}^+ \text{ cm}^{-3}$.

bodovanie:

1 b: výpočet: návažku a), príprava roztoku a), výpočet objemu b), príprava roztoku b), každá titrácia (max. 6 b);

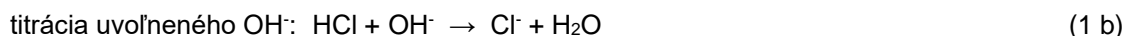
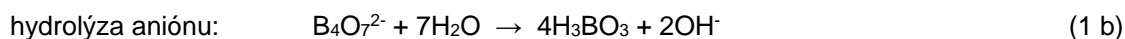
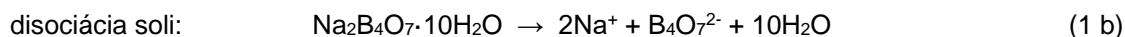
2 b: výpočet: koncentrácie c), BCA d); max. 14 bodov za zručnosť;

7 b: relatívna chyba stanovenia koncentrácie; δ , %: HCl (c, mol dm⁻³);

7 b: relatívna chyba stanovenia BCA; δ , %: mmol cm⁻³;

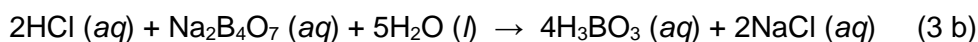
$\delta \leq 4$ %: 7 bodov; ($2 \cdot i + 2$; $2 \cdot i + 4$): body = $7 - i$, $i = 1; 7$; $\delta > 16$ %: 0 bodov

Riešenie úlohy 1 (3 b)



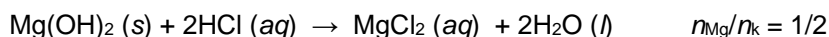
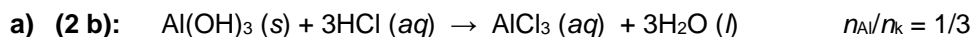
alebo

suma reakcií:



Reakciu možno uviesť aj bez uvedenia skupenského stavu reaktantov a produktov.

Riešenie úlohy 2 (5 b)



Reakcie možno uviesť aj bez uvedenia skupenského stavu reaktantov a produktov.

b) (3 b):

4,3 cm³ perorálnej suspenzie:

$$m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 460 \text{ mg} \quad n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 460 \text{ mg} / 78,0036 \text{ g mol}^{-1} = 5,897 \text{ mmol}$$

$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 400 \text{ mg} \quad n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 460 \text{ mg} / 58,3197 \text{ g mol}^{-1} = 6,859 \text{ mmol}$$

$$n(\text{H}^+) = 3 \cdot n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 3 \cdot 5,897 = 17,69 \text{ mmol H}^+$$

$$n(\text{H}^+) = 2 \cdot n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 6,859 = 13,72 \text{ mmol H}^+$$

BCA dávky = 31,41 mmol H⁺ na 4,3 cm³ perorálnej suspenzie

$$\text{BCA} = 31,41 \text{ mmol H}^+ / 4,3 \text{ cm}^3 = 7,30 \text{ mmol H}^+ \text{ cm}^{-3}$$

Riešenie úlohy 3 (2 b)

Zdroje chýb, ktoré sú zaťažené chybou, pri stanovení BCA a možno ich opakovaním stanovením odhaliť:

- (1) spôsob stanovenia (druh titrácie),
- (2) voľba vizuálneho indikátora,
- (3) váženie štandardnej látky (dva návažky),
- (4) príprava presných roztokov v odmernej banke,
- (5) určenie koncového bodu titrácie,
- (6) dodržanie následnosti pracovného postupu,
- (7) nesprávna stechiometria reakcie stanovenia pri výpočte,
- (8) spôsob výpočtu výsledku stanovenia,
- (9) zaokrúhľovanie čísel pri výpočte.

Riešenie úlohy 4 (2 b)

Aritmetický priemer (ako odhad strednej hodnoty) oveľa lepšie vystihuje správnu hodnotu výsledku než jednotlivé merania, čím sa vylúčia (úplne, príp. čiastočne) chyby: (3) – (6).

Ak rozptyl nameraných údajov je veľký postupuje sa nasledovne: po zoradení údajov podľa veľkosti niektorú z hodnôt vylúčime a urobí sa nový aritmetický priemer (urezaný priemer), prípadne sa vyberie tzv. reprezentatívna hodnota nameraného súboru údajov.

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

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

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2022