

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAXE Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 58. ročník – školský rok 2020/21

Krajské kolo
Jozef Sochr

Vypočítajte teoretickú hmotnosť $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (m_0) na prípravu 100 cm^3 roztoku s koncentráciou c_0 $0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ ($M_{\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 246,47 \text{ g/mol}$)			
$c_0 = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$		$V = 100 \text{ cm}^3$	
Výpočet m_0			
$m_0 = c_0 \times V \times M = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,1 \text{ dm}^3 \times 246,47 \text{ g/mol} = 0,49294 \text{ g}$			
$m_0 = 0,49294 \text{ g}$			
Výpočet 3 pb			
Vypočítajte presnú koncentráciu c_1 pripraveného roztoku MgSO_4 (m_1)			
$Hmotnosť \text{ v lihovke } m_1 = 0,49294 \text{ g}$		$V = 100 \text{ cm}^3$	
Výpočet c_1			
$c_1 = \frac{n}{V} = \frac{m_1}{M \times V} = \frac{0,49294 \text{ g}}{246,47 \text{ g/mol} \times 0,1 \text{ dm}^3} = 0,02 \text{ mol/dm}^3$			
$c_1 = 0,02 \text{ mol/dm}^3$			
Výpočet 3 pb			
Štandardizácia roztoku chelatónu III			
Napíšte všetky reakcie prebiehajúce v titračnej banke:			
$\text{Mg}^{2+} (\text{celkový}) + \text{Ind} \rightarrow [\text{Mg} - \text{Ind}]^{2+} + \text{Mg}^{2+} (\text{voľný})$			
$\text{Mg}^{2+} (\text{voľný}) + \text{H}_2\text{L}^{2-} \rightarrow \text{MgL}^{2-} + 2\text{H}^+$			
$[\text{Mg} - \text{Ind}]^{2+} + \text{H}_2\text{L}^{2-} \rightarrow \text{MgL}^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{Ind}$			
Reakcia každá 1 pb, max 3 pb			
Pipetovaný objem $V_1 = 20 \text{ cm}^3$ roztoku MgSO_4			
Spotreba chelatónu III pri titracii		$V_{21} = 20 \text{ cm}^3$	$V_{22} = 20 \text{ cm}^3$
Priemerná/akceptovaná hodnota $V_2 = 20 \text{ cm}^3$			
Výpočet presnej koncentrácie chelatónu III:			
$n_{\text{MgSO}_4} = n_{\text{chelátón III}} = (c \times V_2)_{\text{MgSO}_4} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,02 \text{ dm}^3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$			
$c_{\text{chelátón III}} = \frac{n_{\text{MgSO}_4}}{V_1} = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,02 \text{ dm}^3} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$			
Zhoda objemov, max 3 pb			
Výber objemu, max 1 pb			
Výpočet koncentrácie 3 pb			
Stanovenie oxidov železa vo vzorke			
Napíšte všetky reakcie prebiehajúce v titračnej banke:			
Katióny Fe^{2+} a Fe^{3+} sa viažu chelatónom III pri rozdielnych hodnotách pH. Pri pH $\approx 1-2$ sa tvorí chelatonát železitý a pri pH $\approx 5-6$ sa tvorí chelatonát železnatý. Ako indikátor sa používa tiron pri týchto kovoch. Stanovenie ovplyvňujú látky, ktoré s kationmi železa vytvárajú stabilnejšie komplexy ako chelatón.			
pH $\approx 1-2$		$\text{Fe}^{3+} (\text{celkový}) + \text{Ind} \rightarrow [\text{Fe} - \text{Ind}]^{3+} + \text{Fe}^{3+} (\text{voľný})$	
		$\text{Fe}^{3+} (\text{voľný}) + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{FeY}^- + 2\text{H}^+$	
		$[\text{Fe} - \text{Ind}]^{3+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{FeY}^- + 2\text{H}^+ + \text{Ind}$	
pH $\approx 5-6$		$\text{Fe}^{2+} (\text{celkový}) + \text{Ind} \rightarrow [\text{Fe} - \text{Ind}]^{2+} + \text{Fe}^{2+} (\text{voľný})$	
		$\text{Fe}^{2+} (\text{voľný}) + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{FeY}^{2-} + 2\text{H}^+$	
		$[\text{Fe} - \text{Ind}]^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{FeY}^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{Ind}$	
Reakcia každá 1 pb, max 6 pb			

Pipetovaný objem $V_3 = 20 \text{ cm}^3$ vzorky			
Spotreba chelatónu III pri titracii	$V_{41} = 20 \text{ cm}^3$	$V_{42} = 20 \text{ cm}^3$	$V_{43} = 20 \text{ cm}^3$
Farba pred titraciou	zeleno-modrá	Farba po titracii	žltá
Priemerná/akceptovaná hodnota $V_4 = 20 \text{ cm}^3$			Zhoda objemov, max 3 pb Výber objemu, max 1 pb
Spotreba chelatónu III pri titracii	$V_{51} = 20 \text{ cm}^3$	$V_{52} = 20 \text{ cm}^3$	$V_{53} = 20 \text{ cm}^3$
Farba pred titraciou	fialovo-modrá	Farba po titracii	žltá
Priemerná/akceptovaná hodnota $V_5 = 20 \text{ cm}^3$			Zhoda objemov, max 3 pb Výber objemu, max 1 pb
Výpočet obsahu oxidov železa ($M_{\text{FeO}} = 71,844 \text{ g/mol}$; $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 159,690 \text{ g/mol}$; $M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 231,533 \text{ g/mol}$) $n_{\text{Fe}^{2+}} = n_{\text{chelátón III}} = (c \times V_4)_{\text{chelátón III}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,02 \text{ dm}^3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $c_{\text{Fe}^{2+}} = \frac{n_{\text{vzorka}}}{V_3} = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,02 \text{ dm}^3} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ $n_{\text{Fe}^{3+}} = n_{\text{chelátón III}} = (c \times V_5)_{\text{chelátón III}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,02 \text{ dm}^3 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $c_{\text{Fe}^{3+}} = \frac{n_{\text{vzorka}}}{V_3} = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,02 \text{ dm}^3} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ $n_{\text{FeO}} = n_{\text{Fe}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{1}{2} n_{\text{Fe}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ Vo vzorke sa nachádza Fe_2O_3, ktorý s prítomným ekvivalentným množstvom FeO vytvorí Fe_3O_4 a FeO bude v prebytku. $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ $n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = n_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ $n_{\text{FeO, prebytočné}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ Hmotnosť príslušných oxidov vo vzorke teda je: $m_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \times M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} \times \frac{V_{\text{vzorky}}}{V_3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 231,533 \text{ g/mol} \times 10 = 0,46307 \text{ g}$ $m_{\text{FeO}} = n_{\text{FeO}} \times M_{\text{FeO}} \times \frac{V_{\text{vzorky}}}{V_3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 71,844 \text{ g/mol} \times 10 = 0,14369 \text{ g}$ Záver o zložení 4 pb Výpočty, max 16 pb Správnosť dosiahnutých výsledkov 2x 25 pb (<u>obsah FeO, Fe₃O₄</u>), max 50 pb			

Hodnotiaci kľúč:

Zhoda objemov, max 3 pb

Rozdiel max – min $0,1 \text{ cm}^3$ 3 pb

Rozdiel max – min $0,2 \text{ cm}^3$ 2 pb

Rozdiel max – min $0,4 \text{ cm}^3$ 1 pb

Výber objemu (aritmetický priemer), max 1 pb

Všetky spotreby rovnaké	1 pb
Väčšina spotrieb rovnaká a napr. jedna odlišná hodnota, ktorú riešiteľ neuvažuje	1 pb
Väčšina spotrieb rovnaká a odlišná hodnota, riešiteľ ale uvažuje všetky hodnoty	0,8 pb
Spotreby rôzne	0,5 pb

Výpočty, max 16 pb

Výpočet látkového množstva iónu Fe(II) a prepočet na príslušný oxid	4 pb
Výpočet látkového množstva iónu Fe(III) a prepočet na príslušný oxid	4 pb
Výpočet látkového množstva oxidu Fe_3O_4	4 pb
Prepočty látkových množstiev látok na ich hmotnosti	4 pb

Správnosť dosiahnutých výsledkov 2x 25 pb (obsah FeO , Fe_3O_4), max 50 pb

Body udelené aj v prípade, že výpočty nie sú riešené

Interval 0 – 2%	25 pb
Interval 2,1 – 4,0%	20 pb
Interval 4,1 – 7,0%	15 pb
Interval 10,1 – 15,0%	10 pb
Viac ako 15%	0 pb

Počet pomocných bodov: 100

Celkový počet bodov: 25, koeficient prepočtu 0,25

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 58. ročník – školský rok 2021/22
Krajské kolo

Samuel Andrejčák, Lucia Feriancová, Martin Putala

Maximálne 15 bodov

Úloha 1 (11 b)

Hmotnosť izolovaného produktu, vysušeného státím cez noc (10 b)

$m \leq 0,43 \text{ g}$	počet bodov = $10 \cdot m / 0,43 \text{ b}$
$0,43 \text{ g} \leq m \leq 0,77 \text{ g}$	plný počet bodov (10 b)
$0,77 \text{ g} \leq m \leq 1,21 \text{ g}$	počet bodov = $[10 \cdot (1,21 - m)] / 0,44 \text{ b}$
$m \geq 1,21 \text{ g}$	0 b

Poznámka: výtťažok v kontrolnom experimente bol 0,60 g (80 %).

Tenkostvová chromatografia (1 b)

Označenie platničky štart, cieľ, VL, P 4 x 0,10 b = 0,4 b

Vyvolanie platničky- R_F hodnoty

R_F (VL)	$0,43 \leq R_F \leq 0,51$ 0,3 b
	$0,38 \leq R_F < 0,43$ počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,43 - R_F) \text{ b}$
	$0,51 \leq R_F < 0,56$ počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,56 - R_F) \text{ b}$

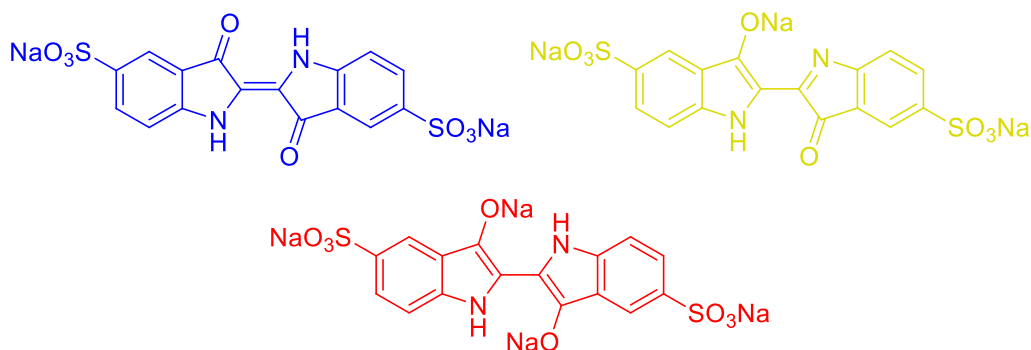
R_F (produkt) $R_F = 0$ (0,3 b, v prípade že sa v produkte nachádza ďalšia škvrna
0,15 b)

Úloha 2 (3 x 0,2 + 3 x 0,3 + 0,2 = 1,7 b)

a) 3 x 0,2 b

	sfarbenie
Neutrálny vodný roztok	Modrá
Alkalický vodný roztok	Žltá (cez rýchly zelený prechod)
Pridanie glukózy	Oranžová až červená

b) 3 x 0,3 b



c) Glukóza ako redukujúci cukor premení žltú soľ indigokarmínu na červenú redukovanú formu a tá sa vplyvom vzdušného kyslíka spätne oxiduje. 0,2 b

Úloha 3 (1,6 b = 8 x 0,2 b)

a)

2-nitrobenzaldehyd = A

$$n_A = m_A/M_A = 0,5 \text{ g} / 151 \text{ g.mol}^{-1} = 3,31 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 2 = 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = \xi_A \quad (0,2 \text{ b})$$

acetón = B

$$n_B = m_B/M_B = V_B \cdot \rho_B/M_B = 5 \text{ cm}^3 \cdot 0,784 \text{ g.cm}^{-3} / 58 \text{ g.mol}^{-1} = 6,76 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = \xi_B \quad (0,2 \text{ b})$$

Kyselina sírová = C

$$n_C = m_C/M_C = w_C \cdot m_C/M_C = w_C \cdot V_C \cdot \rho_C/M_C = 0,98 \cdot 3 \text{ cm}^3 \cdot 1,836 \text{ g.cm}^{-3} / 98 \text{ g.mol}^{-1} = 5,51 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 4 = 1,38 \cdot 10^{-2} = \xi_C \quad (0,2 \text{ b})$$

limitujúcou látkou je 2-nitrobenzaldehyd (0,2 b)

NaCl = D

$$n_D = m_D/M_D = w_D \cdot m_D/M_D = w_D \cdot V_D \cdot \rho_D/M_D = 0,26 \cdot 15 \text{ cm}^3 \cdot 1,20 \text{ g.cm}^{-3} / 58 \text{ g.mol}^{-1} = 8,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 2 = 4,05 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = \xi_D \quad (0,2 \text{ b})$$

indigokarmín = E

$$n_E = n_D, \quad m_E = n_D \cdot M_E = 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 466 \text{ g.mol}^{-1} / 2 = 0,77 \text{ g} \quad (0,2 \text{ b})$$

b)

Výťažok reakcie:

$$\frac{\text{získaná hmotnosť produktu}}{\text{teoretická hmotnosť produktu}} \cdot 100\% = \frac{0,45}{0,77} \cdot 100\% = 58 \%$$

(0,2 b)

Výťažok v g má byť zaokrúhlený na dve platné číslice, pri uvádzaní väčšieho počtu platných číslic strhnúť 0,05 b (nie záporné body, minimum 0 bodov).

c)

$$\begin{aligned} \text{konverzia VL} &= \frac{\text{množstvo VL dodané do reakcie} - \text{izolované množstvo VL}}{\text{množstvo VL dodané do reakcie}} \cdot 100\% \\ &= \frac{0,5 - 0,15}{0,5} \cdot 100\% = 70\% \end{aligned}$$

(0,2 b)

Úloha 4 (4 x 0,2 = 0,7 b)

a)

2 x 0,2 b

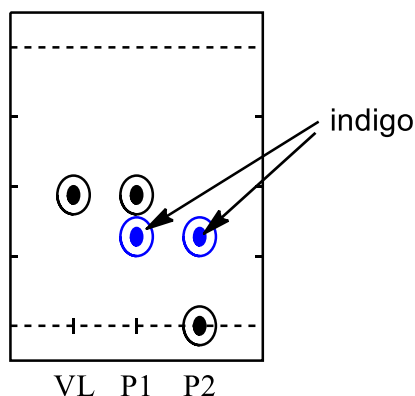
$$R_F = \frac{\text{vzdialenosť (štart – stred škvrny) v cm}}{\text{vzdialenosť (štart – cieľ) v cm}}$$

$$R_F(VL) = 0,46 \pm 0,03; R_F(P) = 0$$

b) Produkt je iónová zlúčenina, nepohybuje sa v organických rozpúšťadlách. (0,2 b)

c)

0,1 b



Autori: Bc. Samuel Andrejčák, Lucia Feriancová, doc. RNDr. Martin Putala, PhD.,
Ing. Jozef Sochr, PhD.

Vedúci autorského kolektívu: doc. Ing. Ján Reguli, CSc.

Recenzenti: Ing. Elena Kulichová, doc. RNDr. Peter Magdolen, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022
