

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – školský rok 2024/25
Krajské kolo

Peter Troška

Maximálne 25 bodov (55 pomocných bodov, 1 pb = 0,4545 b)
Doba riešenia: 150 minút

Návrh bodového hodnotenia (autorské riešenie):

Pridelia sa pomocné body (pb). Spolu celkovo 55 pb, ktoré sa prepočítajú na konečné body podľa vzťahu: 1 pb = 0,4545 b.

Pomocné body prideliť za riešenie (výpočet) uvedený vo vzorovom odpovedovom hárku alebo za podobné riešenie vedúce k správne výsledku.

Hodnotenie za presnosť pri úlohách 1.1, 1.2 a 2: (max 3 pb x 3)

Akceptovaná hodnota je priemer/medián/zvolená hodnota po posúdení priebehu experimentu pre spotrebu chelatónu 3:

- 2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní do 0,2 ml = 3 pb
- 2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní do 0,4 ml = 2 pb
- 2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní do 0,6 ml = 1 pb
- 1 výsledok = 0,5 pb

Hodnotenie za správnosť pri úlohách 1.1, 1.2 a 2: (max 10 pb x 3)

Akceptovaná hodnota pre spotrebu chelatónu 3 je zhodná s „master“ hodnotou:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| $\leq 2\%$ = 10 pb | $\leq 8\%$ = 4 pb |
| $\leq 4\%$ = 8 pb | $\leq 10\%$ = 2 pb |
| $\leq 6\%$ = 6 pb | $> 10\%$ = 0 pb |

ODPOVEĎOVÝ HÁROK – AUTORSKÉ RIEŠENIE

(simulované údaje)

1. Štandardizácia odmerného roztoku chelatónu 3

1.1 Štandardizácia na roztok neznámeho kovu

Hmotnosť kovu: $m_1 = 196,0$ mg

Objem po rozpustení: $V_1 = 100,00$ cm³

Objem odobratý na titráciu $V_2 = 10,00$ cm³

Spotreby pri titrácii $V_3 = 15,10$ cm³ $V_3 = 14,90$ cm³ $V_3 = 15,00$ cm³

Akceptovaná spotreba: $V_3 = 15,00$ cm³

Hodnotenie za presnosť: (3 pb)

Hodnotenie za správnosť: (10 pb)

1.2 Štandardizácia na roztok oxidu neznámeho kovu

Hmotnosť oxidu: $m_2 = 244,0$ mg

Objem po rozpustení: $V_4 = 100,00$ cm³

Objem odobratý na titráciu $V_5 = 10,00$ cm³

Spotreby pri titrácii $V_6 = 15,10$ cm³ $V_6 = 14,90$ cm³ $V_6 = 15,00$ cm³

Akceptovaná spotreba: $V_6 = 15,00$ cm³

Hodnotenie za presnosť: (3 pb)

Hodnotenie za správnosť: (10 pb)

Výpočet na identifikáciu neznámeho kovu:

Látkové množstvo zo štandardizácie na kov:

$$\frac{m_1}{M_1} = c_1 \times V_1 = c_{CH3} \times V_3 \times \frac{V_1}{V_2}$$

Látkové množstvo zo štandardizácie na oxid kovu:

$$\frac{m_2}{M_2} = c_2 \times V_4 = c_{CH3} \times V_6 \times \frac{V_4}{V_5}$$

$$\frac{m_1}{M_1} \times \frac{V_2}{V_3 \times V_1} = \frac{m_2}{M_2} \times \frac{V_5}{V_6 \times V_4}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{V_2}{V_3 \times V_1} \times \frac{V_6 \times V_4}{V_5}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{0,1960 \text{ g}}{0,2440 \text{ g}} \times \frac{0,010 \text{ dm}^3}{0,015 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ dm}^3} \times \frac{0,015 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ dm}^3}{0,010 \text{ dm}^3}$$

Experimentálne určená hodnota zo sústavy rovníc pre pomer $\frac{M_1}{M_2} = 0,803$

Vypočítané teoretické hodnoty pre pomery $\frac{M_1}{M_2}$:

$$\frac{M_{Cd}}{M_{CdO}} = 0,875; \frac{M_{Mn}}{M_{MnO}} = 0,775; \frac{M_{Pb}}{M_{PbO}} = 0,928; \frac{M_{Zn}}{M_{ZnO}} = 0,803$$

Neznámym kovom je Zn a oxidom neznámeho kovu je ZnO.

Hodnotenie:

(6 pb)

Výpočet koncentrácie roztoku chelatónu:

Zo štandardizácie na kov:

$$c_{CH_3(Zn)} = \frac{m_1 \times V_2}{M_1 \times V_3 \times V_1} = \frac{0,1960 \text{ g} \times 0,010 \text{ dm}^3}{65,380 \text{ g mol}^{-1} \times 0,015 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ dm}^3}$$

$$c_{CH_3(Zn)} = 0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$$

Zo štandardizácie na oxid kovu:

$$c_{CH_3(ZnO)} = \frac{m_2 \times V_5}{M_2 \times V_6 \times V_4} = \frac{0,2440 \text{ g} \times 0,010 \text{ dm}^3}{81,379 \text{ g mol}^{-1} \times 0,015 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ dm}^3}$$

$$c_{CH_3(ZnO)} = 0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$$

Priemerná koncentrácia odmerného roztoku chelatónu 3:

$$c_{CH_3} = \frac{c_{CH_3(Zn)} + c_{CH_3(ZnO)}}{2} = 0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$$

Hodnotenie:

(3 pb)

2. Stanovenie obsahu medi vo vzorke

Hmotnosť vzorky: $m_3 = 335,1 \text{ mg}$

Objem rozpustenej vzorky: $V_7 = 250,00 \text{ cm}^3$

Objem odobratý na titráciu $V_8 = 25,00 \text{ cm}^3$

Spotreby pri titrácii $V_9 = 16,10 \text{ cm}^3$ $V_9 = 15,90 \text{ cm}^3$ $V_9 = 16,00 \text{ cm}^3$

Akceptovaná spotreba: $V_9 = 16,00 \text{ cm}^3$

Hodnotenie za presnosť: (3 pb)

Hodnotenie za správnosť: (10 pb)

Výpočet látkového množstva medi vo vzorke:

V titračnej banke:

$$n_{CH_3} = c_{CH_3} \times V_9 = 0,0200 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,016 \text{ dm}^3 = 0,00032 \text{ mol}$$

$$n_{Cu} = n_{CH_3} = 0,00032 \text{ mol}$$

V odmernej banke (celá vzorka):

$$n_{Cu \text{ (celkové)}} = n_{Cu} \times \frac{V_7}{V_8} = 0,00032 \text{ mol} \times \frac{0,250 \text{ dm}^3}{0,025 \text{ dm}^3} = 0,0032 \text{ mol}$$

Výpočet hmotnosti medi:

$$m_{Cu \text{ (celkové)}} = n_{Cu \text{ (celkové)}} \times M_{Cu} = 0,0032 \text{ mol} \times 63,546 \text{ g mol}^{-1} = 0,2033 \text{ g}$$

Výpočet obsahu medi vo vzorke (hmotnostný zlomok v %):

$$w_{Cu} = \frac{m_{Cu \text{ (celkové)}}}{m_3} = \frac{0,2033 \text{ g}}{0,3351 \text{ g}} = 0,6068 \Rightarrow 60,68 \% \text{ hm.}$$

Hodnotenie: (4 pb)

3. Otázky

a) Akú približnú hodnotu pH mal roztok v úlohe 2 po pridaní Schwarzenbachovho tlmivého roztoku?

Približne 10

b) Ako sa nazývajú indikátory, ktoré menia svoju farbu v prítomnosti konkrétnych iónov kovu?

Metalochrómne indikátory

c) Aká iná metóda odmernej analýzy okrem chelatometrie sa môže použiť na stanovenie medi?

Jodometria

Hodnotenie: (3 pb)

Pokyny na prípravu pre organizátorov

Pomôcky pre každého súťažiaceho:

Byreta 25 cm³, kadičky 3 x 150 cm³ a 2 x 250 cm³, nedelené pipety 10 cm³ a 25 cm³, odmerné banky 2 x 100 cm³ a 250 cm³ so zátkami, titračné banky 2 x 250 cm³, sklenená tyčinka, striekačka na destilovanú vodu, lievik na byretu, pipetovací balónik, pinzeta, držiak pre byretu, laboratórny stojan, univerzálne pH papieriky.

Chemikálie potrebné na prípravu:

GSH údaje:

Chemikália	H-vety	P-vety
chelátón 3	H332, H373	P260, P271, P273, P304+P340+P312, P314, P501
zinok	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
oxid zinočnatý	H410	P273, P391, P501
CuSO ₄ · 5 H ₂ O	H302, H318, H410	P264, P273, P280, P301+P312, P305+P351+P338, P391
kyselina dusičná	H272, H290, H314, H331	P210, P220, P280, P303+P361+P353, P304+P340+P310, P305+P351+P338
urotropín	H228, H317	P210, P240, P241, P261, P280, P302+P352
tuhý NH ₄ Cl	H302, H319	P264, P280, P301+P312 P305+P351+P338, P337+P313, P501
konc. NH ₃	H314, H335, H410	P261, P271, P273, P280, P303+P361+P353, P305+P351+P338
xylenolová oranžová	táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č. 1272/2008/ES.	
murexid	táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č. 1272/2008/ES.	
chlorid sodný	táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č. 1272/2008/ES.	

Približné množstvo chemikálií a roztokov na jedného súťažiaceho

- 20 cm³ roztoku vzorky Cu v 250 cm³ odmernej banke (s označením vzorka Cu a uvedenou pôvodnou hmotnosťou mosadzného plechu)
- 250 cm³ odmerného roztoku chelátónu 3 (koncentrácia asi 0,0200 mol dm⁻³)

- neznámy čistý kov s uvedenou presnou hmotnosťou (asi 196 mg Zn), môže byť navážený v 150 cm³ kadičke
- neznámy čistý oxid rovnakého kovu s uvedenou presnou hmotnosťou (asi 244 mg ZnO), môže byť navážený v 150 cm³ kadičke
- 15 cm³ roztoku HNO₃ (1:3)
- 25 g urotropín (tuhý)
- 5 cm³ Schwarzenbachovho tlmivého roztoku

Príprava roztoku vzorky Cu:

Umelú vzorku pripravíte z čistej chemikálie CuSO₄ · 5 H₂O (294,69 g mol⁻¹). Na prípravu 1000 cm³ je potrebné rozpustiť 39,95 g modrej skalice v deionizovanej vode. Takto pripravíte zásobný roztok CuSO₄ s koncentráciou 0,16 mol dm⁻³. Z tohto roztoku napipetujte pre každého súťažiaceho 20 cm³ do 250 cm³ odmernej banky a pridajte deionizovanú vodu na objem polovice odmernej banky. Banku označte ako **vzorka Cu** a uveďte k nej pôvodnú hmotnosť vzorky mosadzného plechu m_3 ako náhodné číslo blízke hodnote 330 mg.

Príprava odmerného roztoku Chelatónu 3:

Na prípravu 2000 cm³ odmerného roztoku Chelatónu 3 s koncentráciou asi 0,02 mol dm⁻³ je potrebné navážiť 14,89 g EDTA-Na₂ · 2 H₂O (372,24 g mol⁻¹) a rozpustiť v deionizovanej vode. Presnú koncentráciu Chelatónu si určí organizátor (napríklad podľa úlohy 1) a túto koncentráciu brať ako „master“ hodnotu.

Príprava Schwarzenbachovho tlmivého roztoku:

Roztok pripravíte rozpustením 5,4 g NH₄Cl v 35 cm³ koncentrovaného NH₃ a doplnením destilovanou vodou na objem 100 cm³.

Príprava indikátora murexidu (1:100):

Pripravíte rozotretím 100 mg indikátora a 10 g NaCl v trecej miske.

Autori: Bc. Samuel Andrejčák, Peter Dudáš, Martin Puffler, RNDr. Peter Troška, PhD.

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

Recenzenti: doc. RNDr. Peter Magdolen, PhD., RNDr. Rastislav Serbin, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 61. ročník – školský rok 2024/25
Domáce kolo

Martin Puffler, Peter Dudáš, Samuel Andrejčák

Maximálne 15 bodov

Úloha 1 (10 b)

Hmotnosť rekryštalizovaného produktu A, vysušeného státim cez noc (10 b)

$m \leq 0,30$ g	počet bodov = $10 \cdot m / 0,30$ b
$0,30$ g $\leq m \leq 0,41$ g	plný počet bodov (10 b)
$0,41$ g $\leq m \leq 0,65$ g	počet bodov = $10 \cdot [(0,65 - m) / 0,24]$ b
$m \geq 0,65$ g	0 b

Poznámka: priemerný výťažok v kontrolnom experimente bol 0,40 g (98 %).

Úloha 2 (0,7 b = 7 x 0,1 b)

$C_xH_yO_zN_wBr_q$

za každé x, y, z, w, q 0,1 b

celkový sumárny vzorec 0,1 b

určenie molárnej hmotnosti 0,1 b

$$x : y : z = w_x/A_rC : w_y/A_rH : w_z/A_rO : w_w/A_rN : w_q/A_rBr = 47,36/12 : 4,39/1 : 7,02/16 : 6,15/14 : 35,08/80 = 3,95 : 4,39 : 0,44 : 0,44 : 0,44 = 9 : 10 : 1 : 1 : 1$$

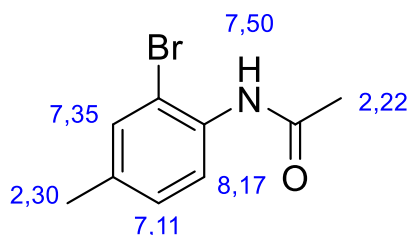
Sumárny vzorec: $C_9H_{10}ONBr$

Molárna hmotnosť:

$$M(C_9H_{10}ONBr) = 9 \cdot M(C) + 10 \cdot M(H) + M(N) + M(O) + M(Br) \\ = 9 \cdot 12 \text{ g/mol} + 10 \cdot 1 \text{ g/mol} + 14 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} + 80 \text{ g/mol} \\ = 228 \text{ g/mol}$$

Úloha 3 (0,6 b = 6 x 0,1 b)

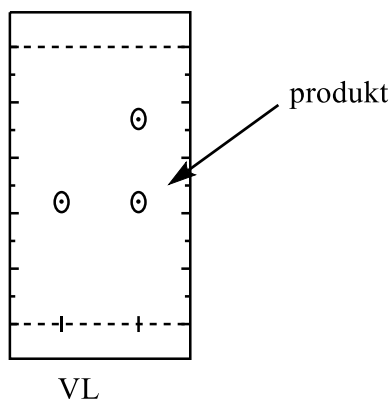
za každý správne priradený signál 0,1 b



-uznať aj zámenu signálov 2,22 a 2,30.

Úloha 4 (0,2 b = 2 x 0,1 b)

a) (0,1b)



b) (0,1 b)

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

$$R_F(\text{VL}) = 0,44 \pm 0,05; R_F(\text{P}) = 0,74 \pm 0,05$$

Úloha 5 (2,8 b = 12 x 0,2 + 3 x 0,05 + 1 x 0,25 b)

údaje z textu: 3 x 0,05 = 0,15 b (žlté)

údaje na výpočet: 12 x 0,2 = 2,4 b (modré)

percentuálny výtťažok: 1 x 0,25 = 0,25 b

nehodnotia sa vopred zadané hodnoty (zelené)

	ekvivalent	n (mmol)	M (g/mol)	m (g)
<i>N</i> -(4-metylfenyl)acetamid	1	3,36	149	0,50
KBr	1,13	3,78	119	0,45
oxón	0,267	0,89	614,8	0,55
produkt A	0,534	1,79	228	0,41
izolované množstvo produktu A (v gramoch):				
percentuálny výtťažok produktu A:				

Úloha 6 (0,5 b = 4 x 0,1 b + 0,1 b)

A = Br₂

B = K₂S₂O₈ uznať aj K₂SO₄

