

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

55. ročník, školský rok 2018/19

Kategória A

Celoštátne kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH



RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 55. ročník – školský rok 2018/19
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík

Odpoveďový hárok – autorské riešenie (simulované údaje)

Hmotnosť kovu: $m_1 = 287,6 \text{ mg}$	Objem po rozpustení: $V_1 = 100,00 \text{ cm}^3$
Objem odobratý na titráciu $V_2 = 10,00 \text{ cm}^3$	
Spotreby pri titrácii $V_3 = 22,00 \text{ cm}^3$	$V_3 = 22,10 \text{ cm}^3$ $V_3 = 21,90 \text{ cm}^3$
Prijatá spotreba: $V_3 = 22,00 \text{ cm}^3$	3 pb + 1 pb + 10 pb
Hmotnosť oxidu: $m_2 = 358,0 \text{ mg}$	Objem po rozpustení: $V_4 = 100,00 \text{ cm}^3$
Objem odobratý na titráciu $V_5 = 10,00 \text{ cm}^3$	
Spotreby pri titrácii $V_6 = 22,00 \text{ cm}^3$	$V_6 = 22,10 \text{ cm}^3$ $V_6 = 21,90 \text{ cm}^3$
prijatá spotreba: $V_6 = 22,00 \text{ cm}^3$	3 pb + 1 pb + 10 pb
Výpočty na zistenie identity použitého kovu: Ak označíme koncentráciu chelatónu c_x, potom pre látkové množstvá platí $m_1/M_1 = c_1 \cdot V_1 = c_x \cdot V_3 \cdot V_1 / V_2$ $m_2/M_2 = c_2 \cdot V_4 = c_x \cdot V_6 \cdot V_4 / V_5$ Vypočítame teoretické pomery M_1/M_2 pre všetky štyri možnosti Mn : 0,7745 Zn : 0,8034 Cd: 0,8745 a Pb : 0,9283 Experimentálna hodnota zo sústavy rovníc je $M_1/M_2 = 0,8034$. <i>Záver: štandardom je Zn (ZnO)</i>	
6 pb	
Výpočet koncentrácie roztoku chelatónu $c_x = ((m_1/M_1) / (V_3 \cdot V_1)) \cdot V_2 = 0,02000 \text{ mol dm}^{-3}$ Lepšie je použiť analogicky obe rovnice a ako výsledok zobrať priemer z dvoch vypočítaných hodnôt – využijú sa všetky experimentálne hodnoty a výsledok bude spoľahlivejší.	
2 pb	

Objem filtrátu po úprave vzorky:

$$V_7 = 250,00 \text{ cm}^3$$

Odobratý objem na titráciu: $V_8 = 25,00 \text{ cm}^3$

Spotreby pri titracii $V_9 = 20,00 \text{ cm}^3$ $V_9 = 20,00 \text{ cm}^3$ $V_9 = 20,00 \text{ cm}^3$

Prijatá spotreba: $V_9 = 20,00 \text{ cm}^3$

3 pb + 1 pb + 10 pb

Výpočet látkového množstva mangánu vo vzorke:

v titračnej banke:

$$n(\text{chelátón}) = c_x \cdot V_9 = 0,02000 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,02000 \text{ dm}^3 = 0,0004000 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mn}) = n(\text{chelátón}) = 0,0004000 \text{ mol}$$

Celá vzorka:

$$n(\text{Mn-celkové}) = n(\text{Mn}) \cdot V_7 / V_8 = 0,0004000 \cdot 250 / 25 = 0,004000 \text{ mol}$$

Výpočet hmotnosti mangánu:

$$m(\text{Mn-celkové}) = n(\text{Mn-celkové}) \cdot M_{\text{Mn}} = 0,004000 \cdot 54,938 = 219,7 \text{ mg}$$

Výpočet hmotnostného zlomku (%) mangánu:

$$m_3 = 2,4598 \text{ g (dodaný údaj)}$$

$$w_{\text{Mn}} = m(\text{Mn-celkové}) / m_3 = 0,0893 \text{ teda } 8,93 \%$$

4 pb

Aký je dôvod pridávania jednotlivých zložiek do reakčnej zmesi pri príprave „Výluhu...“?

Kyselina vínna bráni hydrolýze mangánu pri následnej neutralizácii. Fluoridy viažu vápnik a horčík do nerozpustnej formy, ktorá sa odfiltruje. Kyselina askorbová zabezpečí oxidačný stav mangánu ako Mn^{2+} .

3 pb

Pokyny pre prípravu materiálov a hodnotenie v odpoved'ovom hárku (autorské riešenie):

1. Body prideliť za riešenie/výpočet uvedený vo vzorovom riešení, alebo za obdobné správne riešenie.
2. Hodnotenie experimentu presnosť a správnosť sa robí len podľa odmeraných objemov:
3. Akceptovaná hodnota je priemer/medián/zvolená hodnota po posúdení priebehu experimentu – vhodný postup = 1 pb

a) Opakovanie titrácií (presnosť):

2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní
 $0,2 \text{ cm}^3 = 3 \text{ pb}$

2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní
 $0,4 \text{ cm}^3 = 2 \text{ pb}$

2 alebo 3 výsledky, vhodne vybratá/vypočítaná hodnota, zhoda výsledkov pri opakovaní
 $0,6 \text{ cm}^3 = 1 \text{ pb}$

1 výsledok = 0,5 pb

b) Správnosť

Zhoda s „master“ hodnotou (experimentálna hodnota skúseného organizátora)

do 2 % = 10 pb 4 % = 8 pb 6 % = 6 pb 8 % = 4 pb 10 % = 2 pb

Chemikálie pre jedného súťažiaceho

Vzorka – tuhý prášok asi 2,5 g

Roztok Chelatónu 3 s približnou koncentráciou $c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$. $M_r = 372,2$, 500 cm^3

Neznámy čistý (99,999 %) kov a oxid tohto kovu – odporúča sa Zn a ZnO (asi 288 mg Zn, resp. 358 mg ZnO)

kyselina dusičná zriedená 1:3 , 15 cm^3 ; amoniak zriedený 1:3, 25 cm^3

kyselina vínna (3 g), kyselina askorbová 0,5 g), fluorid sodný (5 g)

materiál na úpravu pH – urotropín, 25 g, chlorid amónny 5 mol dm^{-3} 25 cm^3

indikátor xylenolová oranžová a Eriochromová čerň T

Potrebné molárne hmotnosti:

Chelatón 3 $M_r = 372,20$

Zn a ZnO – 65,370 a 81,369

Pb a PbO – 207,19 a 223,19

Cd a CdO – 112,40 a 128,40

Mn a MnO - 54,938 a 70,937

Vzorku je vhodné namiešať umelú z čistej chemikálie:

asi 40 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ rozpustiť v deionizovanej vode, doplniť na objem 1000 cm^3 . Pre každého súťažiaceho napipetovať 20 cm^3 tohto roztoku do 250 cm^3 odmernej banky (označenej ako „Výluh....“) pridať deionizovanú vodu na objem polovice banky a uviesť k nej hmotnosť vzorky m_3 ako generované náhodné číslo blízke hodnote 2,5 g.

GHS údaje o rizikách použitých materiálov:

Chelatón 3	H302, H315, H319, H335
zinok	nie je nebezpečnou látkou
oxid zinočnatý	H400, H410
kyselina dusičná	H272, H314, H290, H331
amoniak	H314, H400
urotropín	H228, H317
chlorid amónny	H302, H319
chlorid manganatý	H302, H412

indikátory

Xylenolová oranžová	nie je nebezpečnou látkou
Eriochromová čerň T	H319

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 55. ročník – školský rok 2018/19
Celoštátne kolo

Samuel Andrejčák, Martin Putala

Maximálne 15 bodov

Úloha 1 (10 b)

Hmotnosť rekryštalizovaného produktu, vysušeného státím cez noc **(8 b)**

$m < 0,95 \text{ g}$	počet bodov = $(8 \cdot m / 0,95) \text{ b}$
$0,95 \text{ g} \leq m \leq 1,20 \text{ g}$	plný počet bodov (8 b)
$1,20 \text{ g} < m \leq 1,55 \text{ g}$	počet bodov = $8 \cdot [1 - (m - 1,20) / 0,35] \text{ b}$
$m > 1,55 \text{ g}$	0 b

Tenkovrstvová chromatografia **(1 b)**

Označenie platničky	štart, cieľ, VL, P	4 x 0,10 b = 0,4 b
Vyvolanie platničky- R_F hodnoty		
R_F (benzonitril)	$0,68 \leq R_F \leq 0,78$	0,3 b
	$0,63 \leq R_F < 0,68$	počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,68 - R_F) \text{ b}$
	$0,78 < R_F \leq 0,83$	počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,83 - R_F) \text{ b}$
R_F (kys. benzoová)	$0,18 \leq R_F \leq 0,28$	0,3 b
	$0,13 \leq R_F < 0,18$	počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,18 - R_F) \text{ b}$
	$0,28 \leq R_F < 0,33$	počet bodov = $0,3 - 6 \cdot (0,33 - R_F) \text{ b}$

Kontrola teploty topenia **(1 b)**

Teplota topenia produktu: 122,8 – 123,7 °C (premerať pred súťažou,
lit 121 – 123 °C)

t.t. $\in$ (120°C, 127°C)	plný počet bodov (1b)
115°C < začiatok t.t. < 120°C	počet bodov = $1 - (120 - \text{t.t.})/5 \text{ b}$

Vzorka sa topí štandardne, ale ostane neroztopený zvyšok – zrážka 0,5 b v ostatných prípadoch 0 b, pri zrážkach celkove však nie záporné body.

Úloha 2 (1 b)

Benzonitril = A

$$n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{V_A \cdot \rho_A}{M_A} = \frac{1,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{103 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = \xi_A \quad (0,2 \text{ b})$$

NaOH = B

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} = \frac{w_B \cdot m}{M_B} = \frac{w_B \cdot V \cdot \rho_B}{M_B} = \frac{0,05 \cdot 1,05 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 25 \text{ cm}^3}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\xi_B = \frac{n_B}{2} = \frac{3,3 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad (0,2 \text{ b})$$

limitujúcou látkou je benzonitril (0,2 b)

kys. benzoová = C

$$n_C = \xi_A \Rightarrow m_C = \xi_A \cdot M_C = 9,7 \cdot 10^{-3} \cdot 122 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,18 \text{ g} \quad (0,2 \text{ b})$$

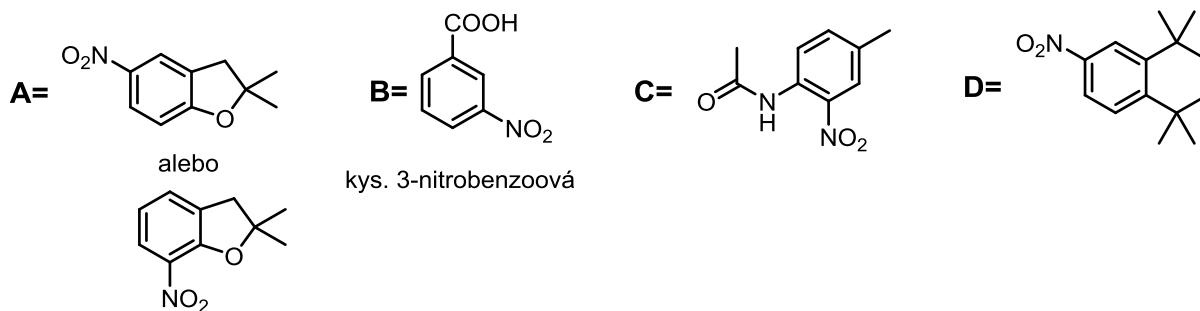
$$\text{výťažok reakcie} = \frac{\text{reálna hm. produktu}}{\text{teoretická hm. produktu}} \cdot 100 \% \quad (0,2 \text{ b})$$

Autorský výťažok = 74 %

Percentuálny výťažok má byť zaokrúhlený na dve platné číslice, pri uvádzaní väčšieho počtu platných číslic strhnúť 0,05 b.

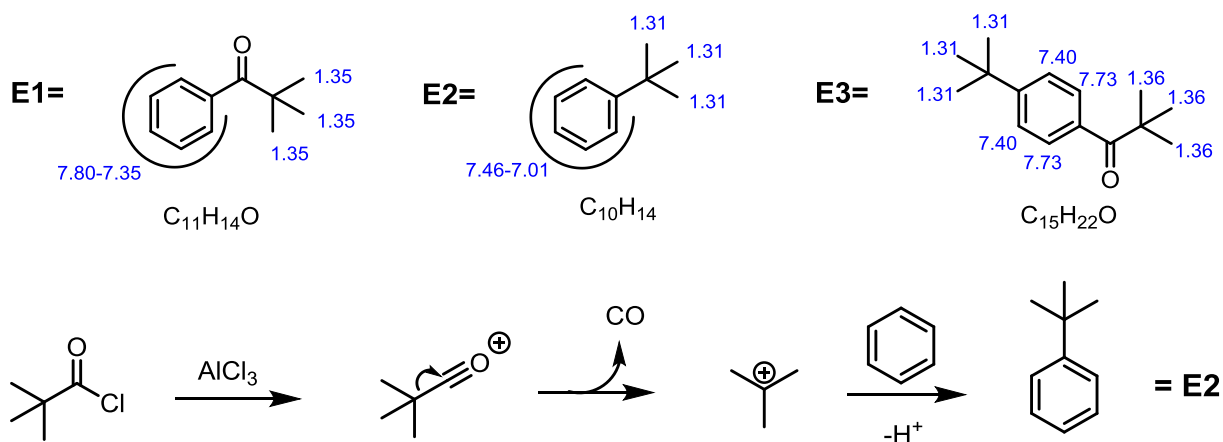
Úloha 3 (0,9 b)

Za každú správnu štruktúru 0,2 b. Za správny názov zlúčeniny **B** 0,1b.



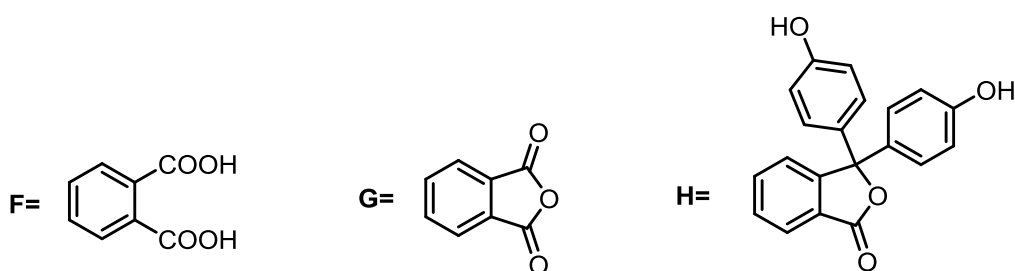
Úloha 4 (1,5 b)

Za každú správnu štruktúru 0,2 b. Za správne priradenie NMR posunov 0,1 b pre každú skupinu vodíkov. Za vysvetlenie vzniku **E3** 0,1 b.



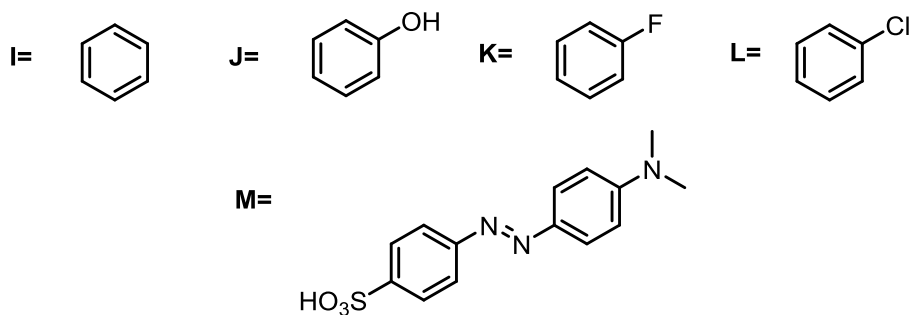
Úloha 5 (0,6 b)

Za každú správnu štruktúru 0,2 b.



Úloha 6 (1,0)

Za každú správnu štruktúru 0,2 b.



Autori: RNDr. Pavol Tarapčík, CSc., Samuel Andrejčák, doc. RNDr. Martin Putala, 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 2019