

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

49. ročník, školský rok 2012/2013

Kategória EF, úroveň F

Celoštátne kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – úroveň F- 49. ročník – školský rok 2012/2013

Celoštátne kolo

Stanislav Kedžuch

Maximálne: 15 bodov

Riešenie úlohy 1 (5 b)

Objem triedy je

$$V = s \cdot d \cdot v = 8 \text{ m} \cdot 12 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 288 \text{ m}^3$$

Látkové množstvo plynu je

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \text{ Pa} \cdot 288 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}} = 12 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

Hmotnosť je

$$1 \text{ b } m = n \cdot M = 12 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 28,96 \text{ g mol}^{-1} = 348 \text{ kg}$$

Objem rovnakého množstva vzduchu by bol

$$1 \text{ b } V_{\text{let}} = \frac{nRT}{p} = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 219,15 \text{ K}}{25,3 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 864 \text{ m}^3$$

Násobok pôvodného objemu vypočítame

$$1 \text{ b } x = \frac{V_{\text{let}}}{V} = \frac{864 \text{ m}^3}{288 \text{ m}^3} = 3$$

Celková hmotnosť nádoby a plynu je

$$m_{\text{celk}} = m + m_{\text{nad}} = 348 \text{ kg} + 2 \text{ kg} = 350 \text{ kg},$$

kde m_{nad} je hmotnosť nádoby.

Aby sa nádoba s plynom vznášala, musí zaberat' rovnaký objem, ako by zaberala voda s rovnakou hmotnosťou.

$$1 \text{ b } V = \frac{m_{\text{celk}}}{\rho} = \frac{350 \text{ kg}}{1,0 \text{ kg dm}^{-3}} = 350 \text{ dm}^3$$

V nádobe bude tlak plynu

$$1 \text{ b} \quad p = \frac{nRT}{V} = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{350 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 84 \text{ MPa}$$

Riešenie úlohy 2 (5 b)

Pre zmenu vnútornej energie a entalpie platí

$$1 \text{ b} \quad \begin{aligned} \Delta U &= n c_{vm} \Delta T = 5 \text{ mol} \cdot 42,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} (400 - 300) \text{ K} = 21,35 \text{ kJ} \\ \Delta H &= n c_{pm} \Delta T = 5 \text{ mol} \cdot 51,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} (400 - 300) \text{ K} = 25,51 \text{ kJ} \end{aligned}$$

pričom sme využili $c_{pm} - c_{vm} = R \Rightarrow c_{pm} = c_{vm} + R$

a) Objem na začiatku a konci deja je

$$1 \text{ b} \quad \begin{aligned} V_1 &= \frac{nRT_1}{p} = \frac{5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{500 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 24,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ V_2 &= \frac{nRT_2}{p} = \frac{5 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 400 \text{ K}}{500 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 33,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pre prácu pri izobarickom deji platí

$$1 \text{ b} \quad W = -p(V_2 - V_1) = -500 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot (33,26 \cdot 10^{-3} - 24,94 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^3 = -4160 \text{ J}$$

Na výpočet tepla využijeme prvý termodynamický zákon

$$1 \text{ b} \quad \Delta U = W + Q \Rightarrow Q = \Delta U - W = 21\,350 \text{ J} - (-4160 \text{ J}) = 25,51 \text{ kJ}$$

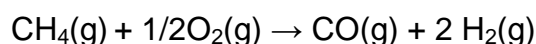
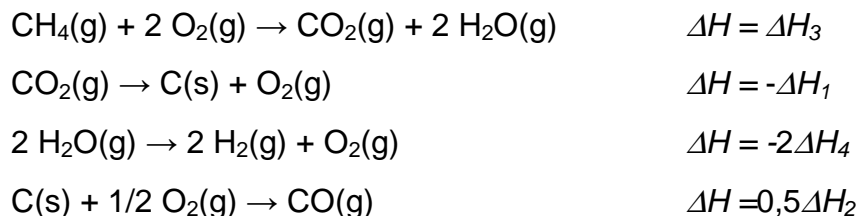
Pozn.: Súťažiaci môže vychádzať aj z poznatku, že pri izobarickom deji $Q = \Delta H$ a takto vypočítať aj prácu. V riešení je uvedený univerzálny postup.

b) Pri izochorickom deji platí $V_1 = V_2 \Rightarrow W = 0$

$$1 \text{ b} \quad \text{Pre teplo platí } \Delta U = W + Q \Rightarrow Q = \Delta U = 21,35 \text{ kJ}$$

Riešenie úlohy 3 (5 b)

Entalpiu zadanej reakcie získame úpravou a sčítaním uvedených reakcií



$$\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1 - 2\Delta H_4 + 0,5\Delta H_2 = -35,6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Hodnotenie: 1 b za každú správne upravenú rovnicu (znamienko a faktor),

1 b za výsledok

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF - úroveň F – 49. ročník – školský rok 2012/2013

Celoštátne kolo

Miloslav Melník

Maximálne 15 bodov (b), resp. 75 pomocných bodov (pb)

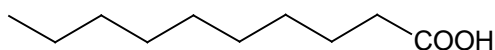
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,200

Poznámka k písaniu vzorcov mastných kyselín a ich hodnoteniu:

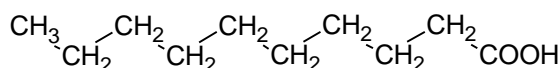
Vo všetkých úlohách majú študenti používať pri písaní vzorcov mastných kyselín vzorce racionálne (schematické), prípadne zjednodušené štruktúrne vzorce – je to dôležité z hľadiska tvaru a štruktúry reťazca ako aj z toho vyplývajúcich vlastností.

Pokiaľ je výslovne v zadaní uvedený racionálny vzorec alebo vlastnosti molekuly vyplývajú zo štruktúry reťazca, plný počet bodov sa udelí len v prípade napísania racionálneho alebo zjednodušeného štruktúrneho vzorca.

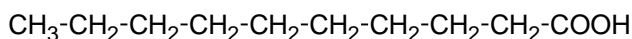
Príklad: kyselina kaprinová (dekánová) – racionálny (schematický) vzorec:



zjednodušený štruktúrny vzorec:



alebo



(tento vzorec nie je vhodný pri nenasýtených mastných kyselinách, kde sa musí znázorniť konfigurácia dvojitej väzby)

Pri výpočtoch a všade tam, kde nie je rozhodujúca štruktúra reťazca, je možné akceptovať aj vzorce typu



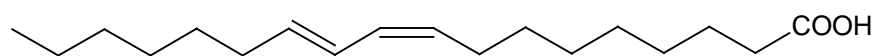
Riešenie úlohy 1 (13 pb)

8 pb 1.1 Každý údaj po 1 pb.

Skratka (X:Y konfig poloha)	Rad (ω)	Názov	Hlavný potravinový zdroj
20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17	ω -3	kyselina eikozapentaénová	rybí tuk (olej)
20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14	ω -6	kyselina arachidónová (eikozatetraénová)	rastlinné oleje

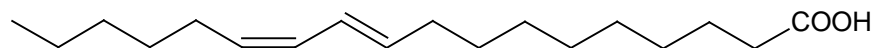
1.2 9,11-*cis,trans*-CLA

2 pb



10,12-*trans,cis*-CLA

2 pb



1 pb 1.3 Dvojité väzby v polynenasýtených mastných kyselinách sú vždy oddelené metylénovou skupinou $-\text{CH}_2-$ (sú izolované). V týchto izoméroch sú dvojité väzby oddelené jednou jednoduchou väzbou – sú konjugované.

Riešenie úlohy 2 (15 pb)

2.1 Číslo zmydelnenia (označíme si ho *cislo_zmyd*) je definované ako množstvo KOH v miligramoch (mg) potrebné na úplnú hydrolýzu 1 gramu (g) tuku (oleja) na glycerol a mydlo. Platí:

$$\text{cislo_zmyd} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{tuk})} \cdot \frac{(\text{v mg})}{(\text{v g})}$$

Na zistenie čísla zmydelnenia potrebujeme poznať hmotnosť zreagovaného KOH a hmotnosť vzorky triacylglycerolu.

Hmotnosť vzorky $m(\text{vz})$ triacylglycerolu vypočítame z hodnôt objemu ($5,00 \text{ cm}^3$) a hustoty ($920 \text{ kg m}^{-3} = 0,920 \text{ g cm}^{-3}$):

2 pb

$$m(\text{vz}) = \rho(\text{vz}) \cdot V(\text{vz}) = 0,920 \text{ g cm}^{-3} \cdot 5,00 \text{ cm}^3 = 4,60 \text{ g}$$

Pre výpočet hmotnosti zreagovaného KOH využijeme vzťah pre výpočet molárnej koncentrácie

$$c [\text{mol dm}^{-3}] = \frac{n [\text{mol}]}{V [\text{dm}^3]} = \frac{m [\text{g}]}{M [\text{g mol}^{-1}] \cdot V [\text{dm}^3]}$$

Pre hmotnosť KOH potom platí ($M_r(\text{KOH}) = 56,1$, preto $M(\text{KOH}) = 56,1 \text{ g mol}^{-1}$):

$$m(\text{KOH}) = c(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH})$$

2 pb $m(\text{KOH}) = 0,500 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 56,1 \text{ g mol}^{-1} \cdot 32,47 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,911 \text{ g}$

Číslo zmydelnenia:

6 pb
$$\text{cislo}_{\text{zmyd}} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{vz})} = \frac{0,911 \cdot 1000 \text{ mg}}{4,60 \text{ g}} = 198$$

(2 pb – za vzorec alebo zostavenú trojčlenku, prípadne úvahu; 2 pb za číselné údaje v správnych jednotkách; 2 pb – výsledok)

Číslo zmydelnenia kvapalnej vzorky triacylglycerolov je 198.

2 pb Na základe údajov v tabuľke a toho, že vzorka bola kvapalná, išlo o vzorku slnečnicového oleja.

2.2 Číslo zmydelnenia závisí jednak od hmotnosti KOH a jednak od hmotnosti hydrolyzovaného tuku.

1 pb Zatiaľ čo hmotnosť KOH je prakticky stále rovnaká vzhľadom na 1 mol tuku (v prípade 1 mol triacylglycerolu vždy reagujú 3 mol KOH), hmotnosť 1 mol tuku závisí od jeho M_r , čiže od priemernej dĺžky reťazcov mastných kyselín. Čím dlhšie reťazce mastných kyselín obsahuje tuk, tým má tuk vyššiu M_r a tým aj hmotnosť.

1 pb Z toho dôvodu malá hodnota čísla zmydelnenia poukazuje na vysokomolekulový tuk (tuk s obsahom mastných kyselín s dlhším reťazcom).

1 pb V tabuľke má najnižšie číslo zmydelnenia tuk z vlny, preto v tomto tuku budú prevládať mastné kyseliny s dlhším reťazcom (väčším počtom atómov C).

Riešenie úlohy 3 (21 pb)

1 pb **3.1** Hydrolyzu tukov zabezpečujú lipázy (alebo acylglycerollipázy, alebo triacylglycerollipázy).

3.2 Vzorce látok (**A – F**):

3 pb **A** = FADH_2

D = $\text{NADH} + \text{H}^+$

B = R-CH=CH-CO-S-CoA

E = $\text{R-CO-CH}_2\text{-CO-S-CoA}$

C = NAD^+

F = $\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$

Typy reakcií (**I – IV**):

2 pb **I** – oxidácia (dehydrogenácia)

III – oxidácia (dehydrogenácia)

II – hydratácia (adícia vody) IV – štiepenie (tiolýza, tiolytické š.)

3.3 Kyselina palmitová obsahuje 16 atómov C, preto jej β -oxidáciou z 1 mol kyseliny dostaneme:

2 pb 8 mol $\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$,

2 pb 7 mol NADH+H^+ ,

2 pb 7 mol FADH_2 .

Poznámka: Pri všetkých výpočtoch množstva vzniku ATP je používaný „klasický“ vzťah medzi redukovanými koenzýmami a ATP:

1 mol NADH+H^+ = 3 mol ATP, 1 mol FADH_2 = 2 mol ATP.

Keďže v novšej literatúre sa uvádza aj iný pomer, bude vždy v zátvorkách uvedené číslo podľa vzťahu:

1 mol NADH+H^+ = 2,5 mol ATP, 1 mol FADH_2 = 1,5 mol ATP.

3.4 Na aktiváciu mastnej kyseliny sa spotrebujú dve makroergické väzby, čo formálne zodpovedá hydrolýze 2 ATP (keďže väčšinou hydrolýza ATP znamená rozklad jednej makroergickej väzby ako aj tvorba ATP z ADP znamená vytvorenie jednej makroergickej väzby).

1 pb Preto z celkového počtu získaných ATP odpočítame 2 ATP.

Oxidáciou 1 mol kyseliny palmitovej až na CO_2 a vodu dostaneme (viď riešenie **3.3**, pričom 1 mol $\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$ = 12 mol ATP (10 mol ATP)):

2 pb $8 \times 12 \text{ mol (10 mol)} + 7 \times 3 \text{ mol (2,5 mol)} + 7 \times 2 \text{ mol (1,5 mol)} - 2 \text{ mol ATP (aktivácia)} = 129 \text{ mol ATP (106 mol ATP)}$.

Na tvorbu 129 mol ATP (106 mol ATP) potrebujeme

1 pb $129 \text{ (106)} \times 30,0 \text{ kJ} = 3870 \text{ kJ (3180 kJ)}$ energie, pričom celkové množstvo uvoľnenej energie predstavuje 9770 kJ.

2 pb $\text{využitie} = \frac{3870 \text{ kJ (3180 kJ)}}{9770 \text{ kJ}} \cdot 100\% = 39,61\% \text{ (32,55\%)}$

Pri oxidácii 1 mol kyseliny palmitovej sa využije na tvorbu ATP 39,61 % (32,55 %) uvoľnenej energie.

2 pb **3.5** Tuk aj olej obsahujú mastné kyseliny s rovnakým počtom atómov uhlíka (18), ale kyselina linolová obsahuje navyše dve dvojité väzby.

Nenasýtené kyseliny (linolová) sa oxidujú podobne ako nasýtené kyseliny (stearová). Prítomnosť dvojitých väzieb v molekule mastnej kyseliny umožňuje pri jej rozklade vynechať minimálne jednu oxidáciu (pri ktorej

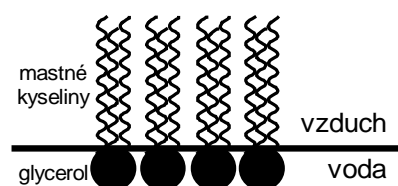
vzniká FADH_2) a preto zisk ATP pri β -oxidácii nenasýtenej mastnej kyseliny bude vždy menší ako pri oxidácii nasýtenej mastnej kyseliny s rovnakým počtom atómov C.

1 pb Preto rozklad 1 mol tuku s kyselinou stearovou a 1 mol oleja s kyselinou linolovou neposkytuje rovnaké množstvo energie (ATP).

Riešenie úlohy 4 (16 pb)

4.1 V molekule acylglycerolov môžeme rozlíšiť dve časti – dlhé reťazce mastných kyselín a glycerol s esterovými väzbami. Reťazce mastných kyselín tvoria nepolárnu (hydrofóbnu) časť molekuly, zatiaľ čo glycerol predstavuje polárnejšiu (hydrofilnejšiu) časť molekuly.

4 pb Vzduch predstavuje nepolárne prostredie a voda polárne. Na rozhraní voda-vzduch (na hladine jazera) sa budú molekuly lipidov orientovať tak, aby nepolárne reťazce mastných kyselín smerovali do vzduchu a polárnejšie časti molekuly smerovali do vody.



4.2 Úlohou je vypočítať, akú plochu zaberá jedna molekula lipidu v monomolekulovej vrstve a koľko molekúl lipidov sa nachádza v príslušnom objeme olivového oleja.

Plocha jednej molekuly lipidu zodpovedá obsahu kruhu s priemerom (d)

0,940 nm. Obsah kruhu vypočítame podľa vzorca: $S = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$.

Plocha jednej molekuly lipidu (S_L):

2 pb
$$S_L = \frac{3,14 \cdot (0,940 \text{ nm})^2}{4} = 0,694 \text{ nm}^2$$

Hmotnosť 5,00 cm³ olivového oleja s hustotou 0,920 g cm⁻³:

2 pb
$$m(\text{olej}) = \rho(\text{olej}) \times V(\text{olej}) = 0,920 \text{ g cm}^{-3} \times 5,00 \text{ cm}^3 = 4,60 \text{ g}$$

Látkové množstvo 4,60 g oleja vypočítame pomocou molovej hmotnosti oleja ($M_r = 884$, z toho $M = 884 \text{ g mol}^{-1}$):

2 pb
$$n(\text{olej}) = \frac{m(\text{olej})}{M(\text{olej})} = \frac{4,60 \text{ g}}{884 \text{ g mol}^{-1}} = 5,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Na výpočet počtu molekúl lipidov využijeme Avogadrovu konštantu, ktorá udáva počet častíc danej látky v 1 mol. Preto počet molekúl lipidov (N) v $5,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ je

- 2 pb $N = n(\text{olej}) \times N_A = 5,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,13 \cdot 10^{21}$
 Jedna molekula lipidu zaberá plochu $0,694 \text{ nm}^2$. Celková plocha (P) monomolekulovej vrstvy lipidov je potom
- 3 pb $P = S_L \times N = 0,694 \text{ nm}^2 \times 3,13 \cdot 10^{21} = 2,17 \cdot 10^{21} \text{ nm}^2 = 2170 \text{ m}^2$
 $5,00 \text{ cm}^3$ olivového oleja dokázal utíšiť hladinu jazera o ploche 2170 m^2 .
- 1 pb **4.3** Olej má na hladinu vody preto utišujúci účinok, lebo znižuje povrchové napätie vody (podobne pôsobia aj emulgátory a detergenty).

Riešenie úlohy 5 (10 pb)

- 6 pb **5.1** V blízkosti kopyta (pri zemi; zároveň kvôli stratám tepla je táto oblasť menej prekrvená) je nižšia teplota, preto na zabezpečenie požadovaných funkcií biomembrán je potrebné zachovať tekutosť fosfolipidovej dvojvrstvy (1 pb).
 Z toho dôvodu bude vzorka lipidov obsahovať väčší podiel mastných kyselín s kratším reťazcom a hlavne viacnenasýtené mastné kyseliny – tieto kyseliny znižujú teplotu topenia biomembrán (2 pb).
 Vzorka tkaniva z hornej časti nohy (vyššia teplota) (1 pb) bude preto obsahovať mastné kyseliny s dlhším reťazcom a menej nenasýtených mastných kyselín (2 pb).
- 5.2** Cholesterol tvorí relatívne malé kompaktné molekuly s väčšou nepolárnou a menšou polárnou časťou.
- 2 pb **a)** Molekuly lipidov s vysokým obsahom nasýtených mastných kyselín sú v membránach veľmi tesne usporiadané a medzi ich nepolárnymi reťazcami sa uplatňujú van der Waalove sily. Preto je takáto membrána relatívne „tuhá“. Molekuly cholesterolu sa včleňujú medzi molekuly mastných kyselín, čím zväčšujú ich vzájomnú vzdialenosť a znižujú hydrofóbne interakcie. (1 pb) Výsledkom je zvýšenie tekutosti membrány. (1 pb)
- 2 pb **b)** Nenasýtené mastné kyseliny majú ohnuté reťazce, molekuly lipidov nie sú tak tesne usporiadané a membrána je „tekutá“. Molekuly cholesterolu môžu vyplňovať medzery medzi molekulami vzniknuté v dôsledku ohnutia reťazcov (1 pb) a preto dôjde k zníženiu tekutosti membrány. (1 pb)

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF- 49. ročník – školský rok 2012/2013

Celoštátne kolo

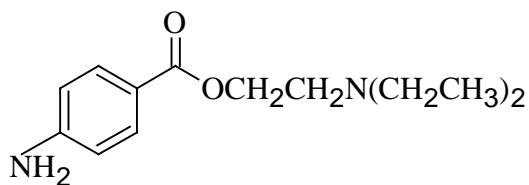
Viera Mazíková

Maximálne 10 bodov (b), resp. 23 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) x 0,435

Riešenie úlohy 1 (14 pb)

a)



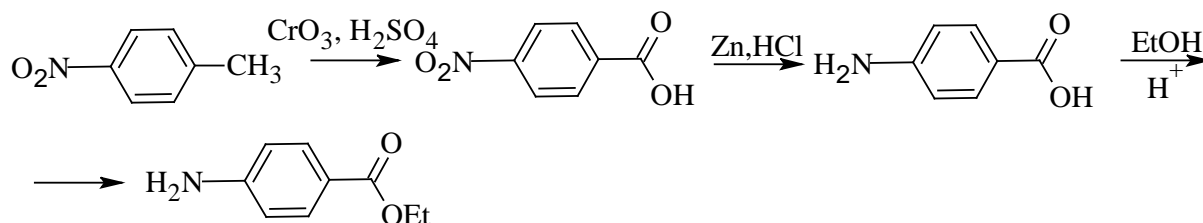
2pb

1pb

2pb

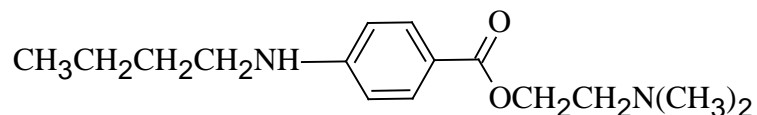
b)

Za každý vzorec, činidlo a podmienku 1pb.



Riešenie úlohy 2 (9 pb)

a)



3pb

2pb

3b

b) 1 pb kokaín

RIEŠENIE ÚLOH Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 49. ročník – školský rok 2012/2013

Celoštátne kolo

Elena Kulichová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 40 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) x 0,250

Úloha 1 (8 pb)

3 pb Výpočet koncentrácie **kyseliny octovej** v roztoku, ktorého $pH = 2,88$

$$\log c_{KYS} = pK_a - 2 pH \quad \text{po dosadení } \log c_{KYS} = 4,75 - 2 \times 2,88 = -1,01$$

$$\text{po odlogaritmovaní: } c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,097 \text{ mol dm}^{-3}$$

Spotreba odmerného roztoku NaOH pri titrácii $V \text{ cm}^3$ kyseliny octovej:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{HA})}{c(\text{NaOH})}$$

$$\text{po dosadení } V(\text{NaOH}) = \frac{0,0977 \text{ mol dm}^{-3} \times V \text{ dm}^3}{0,1053 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,9278 V \text{ dm}^3$$

1 pb Vyčíslenie hodnoty pK_a pre kyselinu glykolovú:

$$pK_a(\text{HOCH}_2\text{COOH}) = -\log 1,312 \cdot 10^{-4} = 3,88$$

3 pb Výpočet koncentrácie **kyseliny glykolovej** v roztoku, ktorého $pH = 2,88$

$$\log c_{KYS} = pK_a - 2 pH \quad \text{po dosadení } \log c_{KYS} = 3,88 - 2 \times 2,88 = -1,88$$

$$\text{po odlogaritmovaní: } c(\text{HOCH}_2\text{COOH}) = 0,0132 \text{ mol dm}^{-3}$$

Spotreba odmerného roztoku NaOH pri titrácii $V \text{ cm}^3$ kyseliny glykolovej :

$$V^1(\text{NaOH}) = \frac{0,0132 \text{ mol dm}^{-3} \times V \text{ dm}^3}{0,1053 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,125 V \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ pb} \quad \text{Pomer objemov spotrebovaných na titráciu: } \frac{V(\text{NaOH})}{V^1(\text{NaOH})} = \frac{0,928 V \text{ dm}^3}{0,125 V \text{ dm}^3} = 7,42$$

Na titráciu kyseliny octovej spotrebuje 7,42-krát viac odmerného roztoku, ako na titráciu kyseliny glykolovej s rovnakou hodnotou pH .

Úloha 2 (12 pb)

2.1

2 pb Metylová žltá je pri $pH = 4,2$ už v neprotonizovanej forme a má žlté sfarbenie.

Metylová červeň je pri rovnakom pH v protonizovanej forme a je teda červená.

2.2



2.3

2 pb Výpočet koncentrácie kyselinového aniónu vo vzorke:

$$\log c_{\text{KYS}} = pK_a - 2 \text{ pH}$$

po dosadení $\log c_{\text{KYS}} = 3,86 - 2 \times 3,05 = -2,24$ teda $c_{\text{KYS}} = 0,00575 \text{ mol dm}^{-3}$

2 pb Výpočet objemu NaOH v ekvivalentnom bode stanovenia:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{HA}}}{c(\text{NaOH})}$$

po dosadení $V(\text{NaOH}) = \frac{0,00575 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,05 \text{ dm}^3}{0,05043 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,0057 \text{ dm}^3$

3 pb Výpočet objemu reakčnej zmesi v ekvivalentnom bode a koncentrácie aniónu $c(\text{A}^-)$ v roztoku:

$$V = V(\text{NaOH}) + V_{\text{VZ}} \text{ teda } V = 0,0057 \text{ dm}^3 + 0,05 \text{ dm}^3 = 0,0557 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{A}^-) = \frac{0,00575 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,05 \text{ dm}^3}{0,0557 \text{ dm}^3} = 0,00516 \text{ mol dm}^{-3}$$

2 pb Výpočet pH roztoku v ekvivalentnom bode:

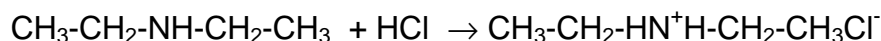
$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(3,86 + \log 0,00516) = 7,79$$

Roztok má zásaditý charakter.

Úloha 3 (14 pb)

3.1

2 pb Reakcia acidimetrického stanovenia:



3.2

2 pb Z hodnoty $\text{pH}_1 = 12,13$ vyplýva hodnota $\text{pOH}_1 = 1,87$

4 pb $\log c_{\text{ZAS}} = pK_b - 2 \times \text{pOH}$ po dosadení a vyčíslení $\log c_{\text{ZAS}} = -0,72$

odlogaritmovaním $c_{\text{ZAS}} = c(\text{DEA}) = 0,1905 \text{ mol dm}^{-3}$

3 pb Výpočet rozsahu látkových množstiev kyseliny chlorovodíkovej, ktorá sa má na titráciu použiť:

$$n_{\text{min}} = V_{\text{min}} \times c(\text{HCl}) \quad n_{\text{max}} = V_{\text{max}} \times c_{\text{HCl}}$$

Výpočet rozsahu pipetovaných objemov (pre rozsah spotreby od $V_{min} = 10 \text{ cm}^3$, $V_{max} = 25 \text{ cm}^3$):

$$n_{min} = 0,000871 \text{ mol} \quad V(\text{DEA})_{min} = \frac{n_{min}}{c_{\text{DEA}}} = \frac{0,000871 \text{ mol}}{0,1905 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,00457 \text{ dm}^3$$

$$n_{max} = 0,00218 \text{ mol} \quad V(\text{DEA})_{max} = \frac{n_{max}}{c_{\text{DEA}}} = \frac{0,00218 \text{ mol}}{0,1905 \text{ mol dm}^{-3}} = 0,01144 \text{ dm}^3$$

Optimálny objem je 10 cm^3 .

3.3

3 pb Výpočet hmotnostného zlomku dietylaminu v surovine:

$$w = \frac{m(\text{DEA})}{m_{\text{VZ}}} = \frac{n(\text{DEA}) \times M(\text{DEA})}{m_{\text{VZ}}} = \frac{c(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) \times 50 \times M(\text{DEA})}{m_{\text{VZ}}}$$

$$w = \frac{0,0871 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,0116 \text{ dm}^3 \times 50 \times 73,14 \text{ g mol}^{-1}}{3,7024 \text{ g}} = 0,9980$$

Úloha 4 (6 pb)

4 pb Výpočet koncentrácie amónnej soli zo známej hodnoty pH a pKb :

$$pH = 7 - \frac{1}{2}(pKb + \log c(\text{NH}_4^+)) \text{ odkiaľ } \log c(\text{NH}_4^+) = 14 - 2 \times pH - pKb$$

$$\text{po dosadení } \log c(\text{NH}_4^+) = -0,51 \text{ a odlogaritmovaní } c(\text{NH}_4^+) = 0,309 \text{ mol dm}^{-3}$$

2 pb Výpočet hmotnosti chloridu amónneho:

$$m = n(\text{NH}_4^+) \times M(\text{NH}_4\text{Cl}) = c(\text{NH}_4^+) \times V \times M(\text{NH}_4\text{Cl})$$

$$\text{po dosadení } m = 0,309 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,5 \text{ dm}^3 \times 53,492 \text{ g mol}^{-1} = 8,2645 \text{ g}$$

RIEŠENIA ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 49. ročník – šk. rok 2012/2013

Celoštátne kolo

Elena Kulichová

Maximálne: 50 bodov

a) Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky (spolu 5 b)

3 b dodržanie zásad bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu

3 b laboratórna technika (príprava roztokov, syntéza, filtrácia, kryštalizácia, práca s fotometrom).

b) Výt'azok a kvalita pripraveného produktu (spolu 10 b)

5 b charakter produktu: farba, tvar a veľkosť kryštálov,

5 b množstvo produktu¹⁾

RV, %	Pridelené body
50 – 65	5
35,0 – 50,0 a 65,0 – 80,0	4
20,0 – 35,0 a 80,0 - 95,0	3
menej ako 20,0 a viac ako 95,0	2

c) Hodnotenie presnosti práce (spolu 10 b):

Presnosť stanovenia rozpustnosti salicylanu zinočnatého¹⁾

$$\text{počet bodov} = 10 - 0,5 \times \% \text{ odchýlky stanovenia}$$

d) Riešenie úloh v odpoved'ovom hárku (spolu 25 b): zohľadní správnosť výpočtov, vykonané operácie, znalosť chemických dejov a pod. Body sa pridelia podľa autorského riešenia úloh:

Autorské riešenie úloh odpoved'ového hárku

Štartovné číslo súťažiacého:		
Celkový počet pridelených bodov:		Podpis hodnotiteľa:

Úloha 1.1	Hmotnosť kyseliny salicylovej použitá na syntézu: $m(\text{Hsal}) =$		
Úloha 1.2	Hmotnosť oxidu zinočnatého, ktorý sa použil na syntézu: $m(\text{ZnO}) =$		
Úloha 2.3	Stručný časový harmonogram syntézy (vyplňte priebežne):		
	Operácia	Čas	
	Začiatok pridávania ZnO:		
	Koniec pridávania ZnO		
	Zahrievanie		
	Ukončenie reakcie		
	Filtrácia		
	Odparovanie		
	Voľná kryštalizácia		
	Kryštalizácia vo vodnom kúpeli		
	Filtrácia		
	Sušenie		
	Chladenie v exsikátore		
	Váženie		
2 b vyplnenie časového harmonogramu			
Úloha 2.4	Indikátor použitý na kontrolu priebehu reakcie:	metylčerveň	Sfarbenie indikátora, po ukončení reakcie: žltá
		0,5 b správny výber indikátora 0,5 b správna indikácia konca reakcie	

Úloha 2.8	Hmotnosť odvažovačky:	$m_0 =$	Podpis	
			dozoru:	
	Hmotnosť odvažovačky s produktom	$m_1 =$	Podpis	
			dozoru:	
Úloha 2.9	Produkt je tuhá kryštalická látka. Kryštáliky sú bezfarebné (biele), bez zápachu s doštičkovitou textúrou, slabo rozpustné vo vode. Opis vlastností produktu 2b			
Úloha 3.1	Hmotnosť salicylanu sodného použitá na prípravu štandardného roztoku: $m(\text{Nasal}) =$ Výpočet látkovej koncentrácie štandardného roztoku $c_{\text{ST}} = \frac{m(\text{Nasal})}{M(\text{Nasal}) \times V_{\text{ST}}}$ po dosadení $c_{\text{ST}} = \frac{m(\text{Nasal})}{160,11 \text{ g mol}^{-1} \times 0,25 \text{ dm}^3}$			1 b
Úloha 3.2	Výpočet koncentrácie roztoku 1 pre fotometriu $c(1) = \frac{c_{\text{ST}} \text{ mol dm}^{-3} \times 0,005 \text{ dm}^3}{0,05 \text{ dm}^3}$	Výpočet koncentrácie roztoku 2 pre fotometriu $c(2) = \frac{c_{\text{ST}} \text{ mol dm}^{-3} \times 0,010 \text{ dm}^3}{0,05 \text{ dm}^3}$	2 b	
Úloha 3.3	Podmienky fotometrického stanovenia: $\lambda =$ $l =$			1b
	Namerané hodnoty absorbancie A(1) 1.roztoku		Namerané hodnoty absorbancie A(2) 2.roztoku	
			A (1)=	A (2)=
	1 b za každú hodnotu priemernú absorbancie, spolu 2 b			
	Výpočet mólového absorpčného koeficienta z hodnôt roztoku 1: $\varepsilon(1) = \frac{A(1)}{c(1) \times l}$		Výpočet mólového absorpčného koeficienta z hodnôt roztoku 2: $\varepsilon(2) = \frac{A(2)}{c(2) \times l}$	
Priemerná hodnota mólového absorpčného koeficienta: $\varepsilon = \frac{\varepsilon(1) + \varepsilon(2)}{2}$			1 b	

Úloha 3.5	Hodnoty absorbancie pre upravenú vzorku filtrátu:		A (VZ)=
	0,5b za každú hodnotu absorbancie, 0,5b za priemernú hodnotu spolu 2 b		
Úloha 3.6	Výpočet koncentrácie salicylanových aniónov vo vzorke použitej na fotometrické stanovenie. $c(VZ) = \frac{A(VZ)}{\epsilon \times l}$		1b
	Výpočet rozpustnosti salicylanu zinočnatého $c_m(\text{Znsal}_2) = \frac{1}{2} \times \frac{c(VZ) \times 0,1 \text{ dm}^3}{0,00025 \text{ dm}^3} \times M(\text{Znsal}_2)$		2 b
Úloha 4.1	Výpočty na určenie limitujúceho reaktanta: $n(\text{salH}) = \frac{m(\text{Hsal})}{M(\text{Hsal})}$ pre predpísanú hodnotu $n(\text{salH}) = \frac{1,84 \text{ g}}{138,12 \text{ g mol}^{-1}} = 0,01332 \text{ mol}$ $n(\text{ZnO}) = \frac{m(\text{ZnO})}{M(\text{ZnO})}$ pre predpísanú hodnotu $n(\text{ZnO}) = \frac{0,65 \text{ g}}{81,38 \text{ g mol}^{-1}} = 0,00799 \text{ mol}$ Stechiometrický pomer: $\frac{n(\text{Hsal})}{n(\text{ZnO})} = \frac{2}{1}$ Skutočný pomer : $\frac{n(\text{Hsal})}{n(\text{ZnO})} = \frac{0,01332 \text{ mol}}{0,00799 \text{ mol}} = 1,667$		Výpočet 2 b
	Limitujúci reaktant: Z výpočtu vyplýva, že rozsah reakcie limituje kyselina salicylová		Správne určenie limitujúceho reaktanta 1 b
Úloha 4.2	Výpočet teoretického výťažku reakcie: $TV = \frac{n(\text{Hsal})}{2} \times M(\text{Znsal}_2 \times 2 \text{ H}_2\text{O})$ pre predpísanú hodnotu $TV = \frac{0,01332 \text{ mol}}{2} \times 375,62 \text{ g mol}^{-1} = 2,50 \text{ g}$		1 b
Úloha 4.3	Skutočný výťažok reakcie:	$SV = m_1 - m_0$	1 b
	Relatívny výťažok reakcie:	$RV = \frac{SV}{TV} = \frac{(m_1 - m_0) \text{ g}}{2,5 \text{ g}}$	1 b

Autori: Mgr.Stanislav Kedžuch, PhD., Mgr.Miloslav Melník

RNDr.Viera Mazíková, PhD. Ing.Elena Kulichová

Recenzenti: Doc.Ing.Iveta Ondrejkočiová, PhD., Ing.Boris Lakatoš, PhD.,

Pavlına Gregorová, RNDr.Viera Poláčková, PhD.,

Ing.Alena Dolanská., Ing. Martina Gánovská, Ing.Daniel Vašš,

Ing. Zuzana Bučková

Redakčná úprava: Ing.Ľudmila Glosová (vedúca autorského kolektıvu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2012