

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória EF

Školské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – školský rok 2019/2020

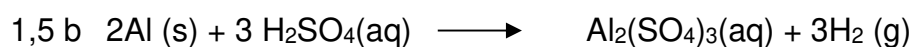
Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR) (7,5 b)

a)



Za správny zápis reaktantov 0,5b, produktov 0,5 b a za koeficienty 0,5 b.

b)

$$0,25\text{b } M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342,147\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1\text{b } n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{150000\text{g}}{342,147\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 438,4\text{mol}$$

$$0,25\text{b } n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \times n(\text{Al})$$

$$1\text{b } m(\text{Al}) = 2 \times n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \times M(\text{Al}) = 2 \times 438,4\text{mol} \times 26,982\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 23\,658\text{g}$$

c)

$$0,25\text{b } M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 101,961\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1\text{b } w(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{101,961\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}{342,147\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,298$$

d)

$$0,25\text{b } M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = 666,417\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1\text{b } m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) \times n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \\ = 666,417\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 438,4\text{mol} = 292\,157\text{g}$$

e)

1b Používa sa pri čistení vody ako takzvaný „vločkovač“. V bežnej domácnosti sa s ním môžeme stretnúť pri bazénovej chémii.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR) (7,5b)

a) $pV=nRT$

2b $n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{400 \text{ g}}{79,904 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 2} = 2,503 \text{ mol}$

1,5b $V = \frac{nRT}{p} = \frac{2,503 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times (273,15 + 70) \text{ K}}{100000 \text{ Pa}}$

0,5b $V = 0,07141 \text{ m}^3$

poznámka: pri overovaní správneho rozmeru vo výsledku si treba uvedomiť, že $\text{Pa} = \text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ a $\text{J} = \text{N}\cdot\text{m}$, potom

$$V = \frac{\text{mol} \times \text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \times \text{K}}{\text{N}\cdot\text{m}^{-2}} = \text{m}^3$$

b)

1,5 b $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,400 \text{ kg}}{0,07141 \text{ m}^3} = 5,602 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

c)

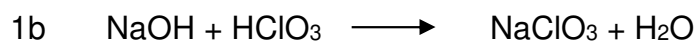
1b Objem kocky $V = a^3$

$$a = \sqrt[3]{V} = \sqrt[3]{0,0714 \text{ m}^3} = 0,415 \text{ m}$$

d) 1b Bróm je za štandardných podmienok **kvapalný** prvok.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR) (7,5b)

a)



b)

0,5b $M(\text{HClO}_3) = 84,458 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

0,5b $m(\text{HClO}_3) = m(\text{roztoku}) \times w = 500 \text{ g} \times 0,3 = 150 \text{ g}$

0,5b $n(\text{HClO}_3) = \frac{m(\text{HClO}_3)}{M(\text{HClO}_3)} = \frac{150 \text{ g}}{84,458 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 1,776 \text{ mol}$

0,5b rozsah reakcie $\zeta = n(\text{HClO}_3)/1 = 1,776 \text{ mol}$

0,5b $Q = \Delta H_r \times \zeta$

1b $Q = 1,43 \cdot 10^6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1} \times 1,776 \text{ mol} = 2,539 \cdot 10^6 \text{ J}$

c)

$$0,5b \quad Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$1,5b \quad \Delta T = \frac{Q}{C_p \times m} = \frac{2,539 \cdot 10^6 \text{ J}}{3800 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 1,27 \text{ kg}} = 526,1 \text{ K} = 526,1^\circ \text{C}$$

d)

1b Ohriatie vodného roztoku za atmosférického tlaku nie je možné na takto vysokú teplotu. Reálne roztok dosiahne teplotu varu a bude sa odparovať, čím sa spotrebuje prebytočné teplo.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 56. ročník – školský rok 2019/2020

Školské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Riešenie úlohy 1 (3 b)

Po 1 b za správny názov alebo vzorec.

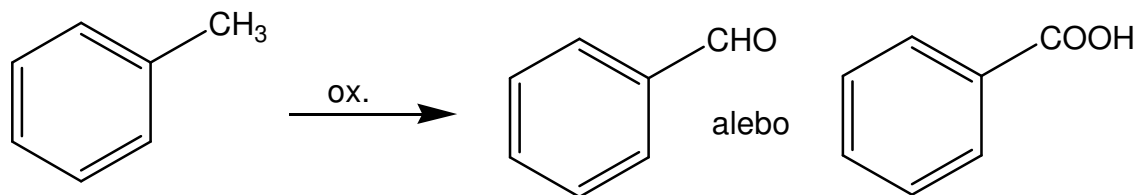
- a) $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$
- b) $\text{CH}_2\text{=CH-CHO}$
- c) OHC-CHO

Riešenie úlohy 2 (1 b)

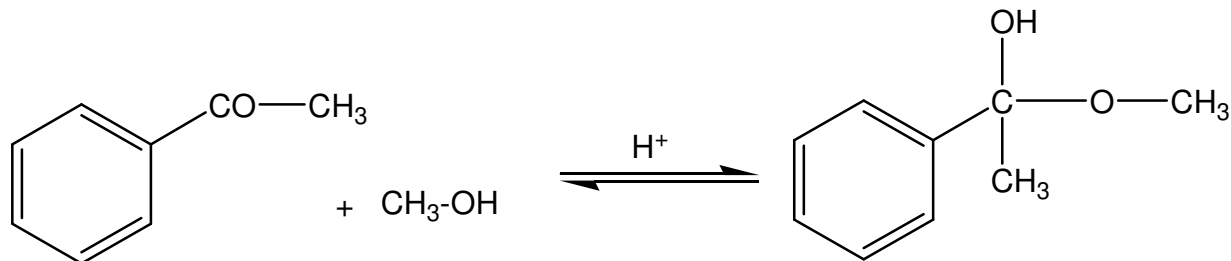
Nevytvárajú vodíkové väzby, (pretože väzby C-H v karbonylovej zlúčenine sú málo polárne).

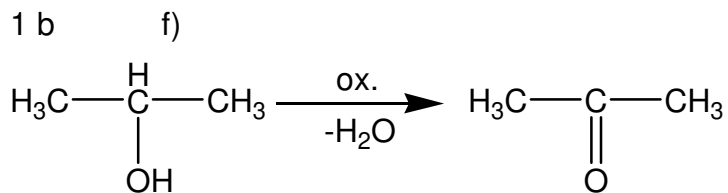
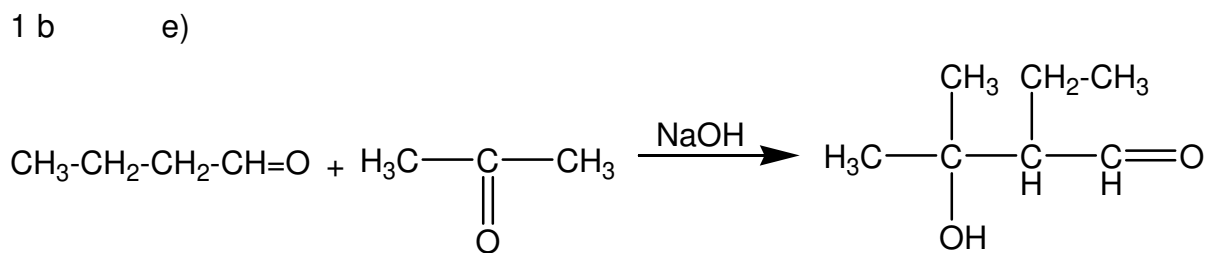
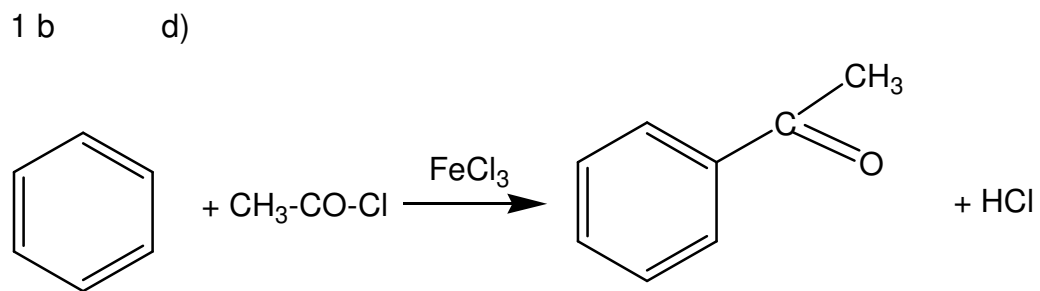
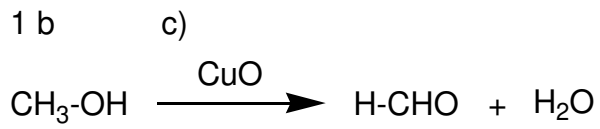
Riešenie úlohy 3 (6 b)

1 b a)



1 b b)





RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 56. ročník – školský rok 2019/2020

Školské kolo

Mgr.Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

1b 1.1 $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SO}_3\text{H}$ (0,5b)

Kyselina 2-aminoetánsulfónová (0,5b)

1b 1.2 $\text{X} = \text{HS-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ (0,5b)

Cysteamín (0,5b)

3,75 b 1.3 Vypočítame hmotnosť esenciálnych aminokyselín v 120g mäsa a v 200g ryže a dopíšeme do tabuľky.

Esenciálna aminokyselina(AK)	Val	Ile	Leu	Trp	Thr	Lys	Phe	Met
Odporúčaný denný príjem (mg AK pre 75kg človeka)	1950	1500	2925	300	1125	2250	938	780
Obsah AK v rezni (mg AK v 100g)	1394	1203	2065	326	1173	2310	1025	680
Obsah AK v ryži (mg AK v 100g)	141	101	150	39	91	152	111	39
Obsah AK v 120g rezni	1673	1444	2478	391	1408	2772	1230	816
Obsah AK v 200g ryže	282	202	300	78	182	304	222	78
Obsah AK v 1 porcii	1955	1646	2778	469	1590	3076	1452	894

Vzorový výpočet pre leucín:

V 120g rezni sa nachádza $2065 \times 1,2 = 2478\text{mg}$ (0,1b)

V 200g ryže sa nachádza $150 \times 2 = 300\text{mg}$ (0,1b)

V jednej porcii jedla sa nachádza $2478\text{mg} + 300\text{mg} = 2778\text{mg}$ (0,1b)

Za správne vypočítané údaje v tabuľke prideliť 2,4 b.

Porovnaním hodnôt odporúčaného denného príjmu a obsahu AK v rezi určíme, ktorej AK chýba telu najviac. Odporúčaný denný príjem AK nie je dosiahnutý len rezňom pre valín, izoleucín a leucín. Najviac chýba telu leucín a teda túto AK použijeme pre ďalší výpočet.

Do odporúčanej dennej dávky chýba $2925\text{mg} - 2778\text{mg} = 147\text{mg}$ (0,25b)

147mg leucínu sa nachádza v $(147\text{ mg} / 150\text{ mg}) \times 100\text{ g} = 98\text{ g}$ ryže
Ak máme dodržať denný doporučený príjem esenciálnych aminokyselín hmotnosť ryže musí byť $200\text{ g} + 98\text{ g} = 298\text{ g}$. (1,1b)

Uznať aj iné správne postupy riešenia.

0,25b **1.4** 200g ryže nebude stačiť.

1b **1.5** Jedna porcia jedla spĺňa odporúčaný denný príjem esenciálnych aminokyselín (aj ich prekračuje) s výnimkou leucínu. Pre výpočet hmotnosti ryže je limitujúcou aminokyselinou leucín.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR, 8b)

1b **2.1** pyrolyzín (0,5b), Pyl (0,5b)

1b **2.2** K-O-L-L-I-S-T-I-N

1,5b **2.3** Aminokyseliny sú v roztoku $0,1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ HCl. HCl je silná kyselina, predpokladáme, že je v roztoku úplne disociovaná.

Prostredie má $pH = 1$.(0,5b) Určíme náboj na aminokyselinách pri $pH = 1$. Na katexe sa zachytia aminokyseliny s kladným nábojom.

Gly⁺, Glu⁺, Lys⁺, Arg⁺, Ser⁺ (0,5b)

Pri $pH = 1$ sa na katexe zachytia všetky aminokyseliny.(0,5)

2b **2.4** Zistíme prítomnosť ionizovateľných skupín v peptide a zistíme celkový náboj peptidu pri $pH = 5$. Náboj peptidu je rovný súčtu nábojov na aminokyselinových zvyškoch peptidu.

Peptid A: Ala⁺¹-Glu⁻¹-Tyr⁰-Ala⁰-Lys⁰(0,5b)

Celkový náboj peptidu A je $+1 - 1 + 0 + 0 + 0 = 0$ (0,25b)

Peptid B: Gly⁺¹-Asp⁻¹-His⁺¹-Gly⁰-Lys⁰ (0,5b)

Celkový náboj peptidu B je $+1 - 1 + 1 + 0 + 0 = +1$ (0,25b)

Na katexe sa zachytí peptid B. (0,5b)

2,5b 2.5 Úplnou hydrolýzou získame jednotlivé aminokyseliny. Ak je pH prostredia vyššie ako pI aminokyseliny, na aminokyseliny je záporný náboj, pri nižšom pH je na aminokyseliny náboj kladný. V izoelektrickom bode je celkový náboj aminokyseliny rovný 0. (0,5b)

Glu⁻, Ser, Lys⁺, Arg⁺, Gly⁺ (0,5b)

Ku katóde (-): Lys, Arg (0,5b)

K anóde (+): Glu, Ser (0,5b)

Zostane na štarte: Gly (0,5b)

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

1b 3.1 2 fragmenty(0,5b), glycín(0,5b)

1b 3.2 Ile-Arg(0,5b), cysteín(0,5b)

1b 3.3 4 fragmenty(0,5b), izoleucín(0,5b)

0,5b 3.4 Brómkyán štiepi peptidový reťazec na C-strane metionínu. α -cobratoxin metionín neobsahuje. Brómkyán α -cobratoxin neštiepi.

3,5b 3.5 Určenie primárnej štruktúry tetrapeptidu:

a) Karboxypeptidáza C štiepi koncovú C-aminokyselinu. Etanolamín mohol vzniknúť len redukciou glycínu. Koncová C-aminokyselina je glycín. (1b)

b) 2,4-dinitrofluórbenzén reaguje s koncovou N-aminokyselinou. N-koncová aminokyselina peptidu je alanín. (1b)

c) Tripsín štiepi peptidový reťazec na C-strane lyzínu. Získame dva dipeptidy Ala-Lys a Glu-Gly.

Určíme celkový náboj dipeptidov pri $pH = 5$.

Dipeptid A: Ala⁺¹-Lys⁰, celkový náboj je +1 (0,5b)

Dipeptid B: Glu⁰-Gly⁻¹, celkový náboj je -1 (0,5b)

Na katexe sa zachytí dipeptid, ktorý má kladný náboj.

Primárna štruktúra tetrapeptidu je: Ala-Lys-Glu-Gly (0,5b)

RIEŠENIE DOPLKOVÝCH TEORETICKÝCH ÚLOH Z PRAXEChemická olympiáda – kategória **EF** – 56. ročník – šk. rok 2019/2020**Školské kolo**

Ing. Martina Gánovská

Maximálne **10 bodov**

Úloha 1.1	1b	Rovnica vyjadrujúca priebeh iónovej výmeny na selektívnom silne bazickom anexe $\text{R-N}-(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Cl} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{R-N}-(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NO}_3 + \text{Cl}^-$
Úloha 1.2	1,5b	Výpočet objemovej kapacity ionexu látkové množstvo dusičnanu zachytené na ionexe $c(\text{NO}_3^-) = \frac{c_m}{M} = \frac{0,12}{62} = 1,935 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}$ $n(\text{NO}_3^-) = c(\text{NO}_3^-) \times V(\text{H}_2\text{O}) = 1,935 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3} \times 3,2 \text{ dm}^3 = 0,0062 \text{ mol}$ $Q = \frac{n(\text{NO}_3^-)}{V} = \frac{0,0062 \text{ mol}}{0,010} = 0,62 \text{ mol.dm}^{-3}$
Úloha 1.3	1b 1,5b	Rovnica stanovenia $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$ $\text{AgNO}_3 + \text{KSCN} \rightarrow \text{AgSCN} + \text{KNO}_3$ Výpočet objemovej kapacity ionexu $n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3) - n(\text{KSCN})$ $n(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3) =$ $= 0,0752 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,025 \text{ dm}^3 = 0,00188 \text{ mol}$ $n(\text{KSCN}) = c(\text{KSCN}) \times V(\text{KSCN}) = 0,0972 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,0068 \text{ dm}^3 = 0,00066$ $n_{\text{NaCl}} = (0,00188 - 0,00066) \times 10 = 0,0122 \text{ mol v eluáte}$ $Q = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{V} = \frac{0,0122 \text{ mol}}{0,02 \text{ dm}^3} = 0,61 \text{ mol.dm}^{-3}$

<p>Úloha 1.4</p>	<p>1b</p>	<p>Rovnica štandardizácie</p> $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ <p>Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku dusičnanu strieborného.</p> $c(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \times V(\text{NaCl})} = \frac{0,1234\text{g}}{58,44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 0,05\text{dm}^{-3}} = 0,0422\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ $n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \times V(\text{NaCl}) = 0,0422\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3} \times 0,020\text{dm}^3 = 8,44 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3)$ $c(\text{AgNO}_3) = \frac{n(\text{AgNO}_3)}{V(\text{AgNO}_3)} = \frac{8,44 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0,0178\text{dm}^3} = 0,0474\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$
<p>Úloha 2.1</p>	<p>1b</p>	<p>Zápis reakcií</p> $\text{NaClO} + 2\text{KI} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{NaCl} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
<p>Úloha 2.2</p>	<p>0,5b</p>	<p>Výpočet návážku</p> $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$ $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \times 0,5 \text{ dm}^3 \times 248,17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 12,4085 \text{ g}$
<p>Úloha 2.3</p>	<p>0,5b 1b</p>	<p>Rovnice štandardizácie</p> $\text{KIO}_3 + 6\text{KI} + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{I}_2 + 6\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ <p>Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku tiosíranu.</p> $c(\text{KIO}_3) = \frac{m(\text{KIO}_3)}{V(\text{KIO}_3) \times M(\text{KIO}_3)} = \frac{0,6617\text{g}}{0,2\text{dm}^3 \times 214\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} =$ $= 1,546 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ $n(\text{KIO}_3) = c(\text{KIO}_3) \times V(\text{KIO}_3) = 1,546 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \times 0,01\text{dm}^3 =$ $= 1,546 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 6 \times n(\text{KIO}_3) = 6 \times 1,546 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0,928 \times 10^{-3} \text{ mol}$ $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{0,928 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,0096\text{dm}^3} = 0,0967\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

<p>Úloha 2.4</p>	<p>1 b</p>	<p>Výpočet hmotnostnej koncentrácie chlórnanu sodného ($\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$) a percenta vo vzorke dezinfekčného prostriedku</p> $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \times V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,0967 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,0131 \text{ dm}^3 = 1,266 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ $n(\text{NaClO}) = \frac{1}{2} \times n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{2} \times 1,266 \cdot 10^{-3} = 6,286 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ <p>v 10 cm^3 ZR</p> $m(\text{NaClO}) = n(\text{NaClO}) \times M(\text{NaClO}) \times 10 = 6,286 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \times 74,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10 = 0,47 \text{ g v } 10 \text{ cm}^3 \text{ vzorky}$ <p>$c_m = 47 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ v naváženom DP</p> $w = \frac{m(\text{NaClO})}{m(\text{DP})} = \frac{0,47 \text{ g}}{10,1211 \text{ g}} = 0,046 = 4,6 \%$
------------------------------------	-------------------	---

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Ladislav Blaško,
Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík
Mgr.Pavλίna Gregorová., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Anna Ďuricová, PhD.

Redakčná úprava: Ing.Ludmila Glosová (vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020