

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória EF

Celoštátne 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

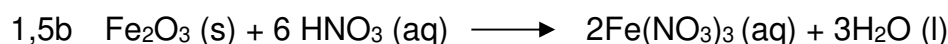
Celoštátne kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Úloha 1 (JUNIOR) (7,5 b)

a)



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

b)

$$0,25b \quad M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,697 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,25b \quad M(\text{HNO}_3) = 63,012 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,25b \quad M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 241,862 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,5b \quad n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{74 \text{ g}}{159,697 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,4634 \text{ mol}$$

$$0,25b \quad n(\text{HNO}_3) = 6 \times n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$0,5b \quad m(\text{HNO}_3) = 6 \times 0,4634 \text{ mol} \times 63,012 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 175,19 \text{ g } 100\% \text{ HNO}_3$$

$$0,5b \quad m(60\% \text{ HNO}_3) = \frac{175,19 \text{ g}}{0,6} = 291,983 \text{ g}$$

c)

$$1,5b \quad w(\text{N}) = 3 \times \frac{M(\text{N})}{M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)} = 3 \times \frac{14}{241,862} = 0,1737 = 17,4\%$$

d)

$$0,25b \quad \text{podľa reakcie } n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2 \times n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$0,25b \quad m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2 \times n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \times M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)$$

$$0,5b \quad m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 2 \times 0,4634 \text{ mol} \times 241,862 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 224,15 \text{ g}$$

$$1b \quad c_{\text{hm}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = \frac{m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)}{V} = \frac{224,15 \text{ g}}{1,5 \text{ dm}^3} = 149,4 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3}$$

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

a)

$$0,25b \quad pV = nRT$$

$$0,5b \quad V = \frac{nRT}{p}$$

$$0,25b \quad M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$0,5b \quad n = \frac{m}{M} = \frac{150\,000 \text{ g}}{18,0148 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8326,5 \text{ mol}$$

$$1b \quad V = 8326,5 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{(273,15 + 154) \text{ K}}{529400 \text{ Pa}}$$

$$0,5b \quad V = 55,856 \text{ m}^3$$

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

b)

$$1,5b \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{150 \text{ kg}}{55,856 \text{ m}^3} = 2,685 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

c) Špecifický objem je prevrátená hodnota hustoty (je možné to usúdiť aj podľa jednotky)

$$1,5b \quad \rho = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,354067} = 2,824 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

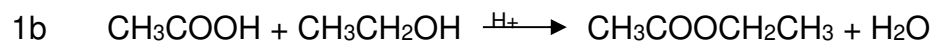
0,5b reálna hustota je väčšia

d)

1b Stavová rovnica opisuje správanie ideálneho plynu, pričom zanedbáva **objem molekúl** a **sily pôsobiace medzi nimi**.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR 7,5b)

a)



b)

$$0,5b \quad M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46,069 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1b \quad n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{459 \text{ g}}{46,069 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,963 \text{ mol}$$

0,5b rozsah reakcie $\zeta = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 9,963\text{mol}$

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

1b $Q = 0,78 \cdot 10^3 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \times 9,963 \text{mol} = 7,771 \cdot 10^3 \text{J}$

c)

0,5b $Q_v = m \times \Delta H_{\text{výp}}$

0,5b $m = \frac{Q_r + Q_{\text{ex}}}{\Delta H_{\text{výp}}}$

1b $m = \frac{7771 + 1211000}{1477000} = 0,825 \text{ kg}$

d)

1b Používajú sa ako **arómy** do voňaviek a potravinárskeho priemyslu

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 25 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,4

Riešenie úlohy 1 (8 pb)

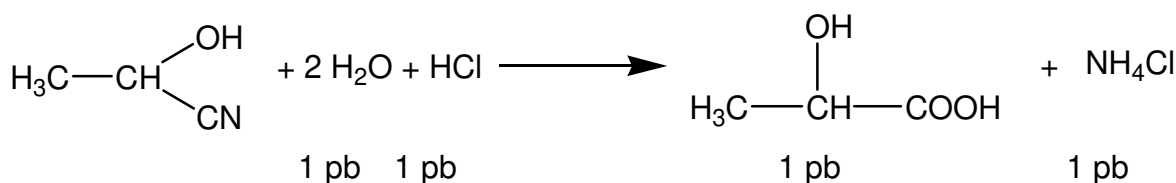
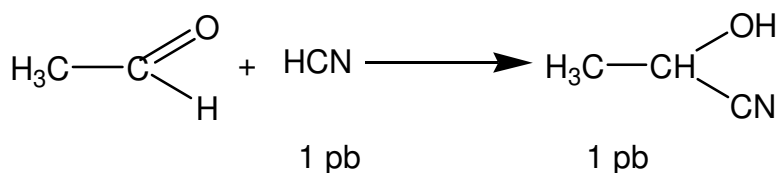
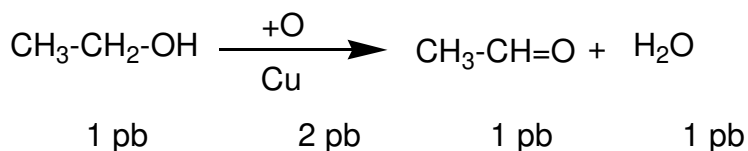
4 pb za správne poradie a po 1 pb za správne pomenovanie zlúčeniny.

H-CHO > CH₃-CHO > CH₃-CO-CH₃ > Ph-CO-CH₃

formaldehyd > acetaldehyd > acetón > fenylmetylketón

Riešenie úlohy 2 (11 pb)

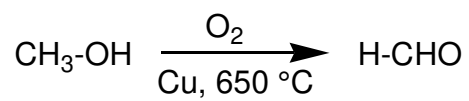
1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie:



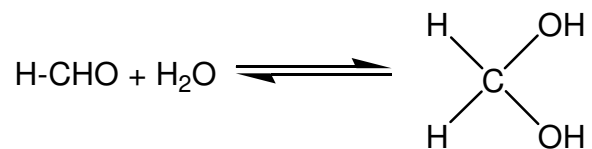
Riešenie úlohy 3 (6 pb)

1 pb a) formaldehyd

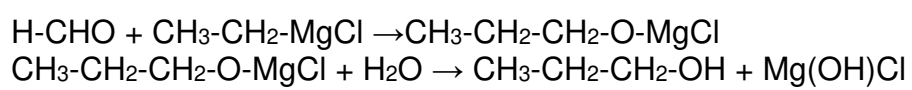
1 pb b)



1 pb c)



3 pb d)



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

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

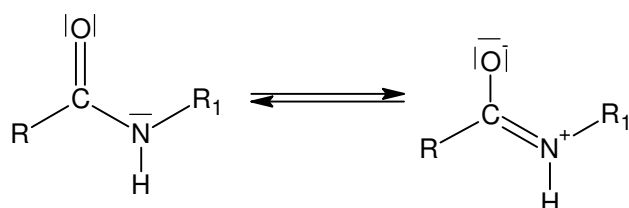
Celoštátne kolo

Mgr.Ladislav Blaško

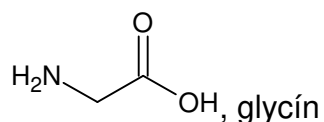
Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

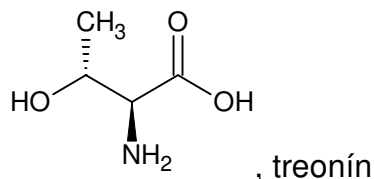
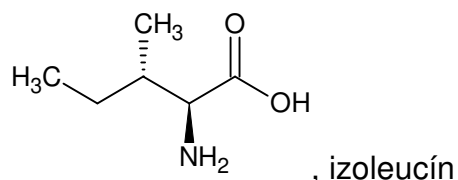
0,5b 1.1 Rezonančné štruktúry peptidovej väzby.



0,5b 1.2 Opticky inaktívna proteinogénna aminokyselina



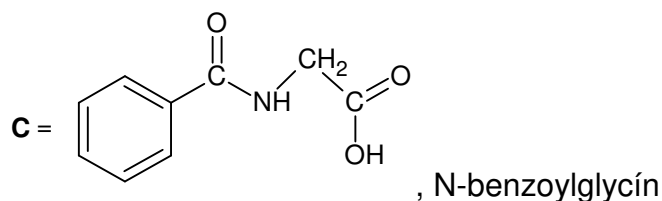
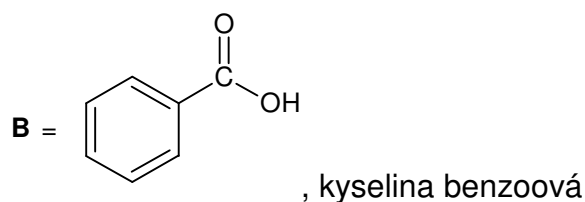
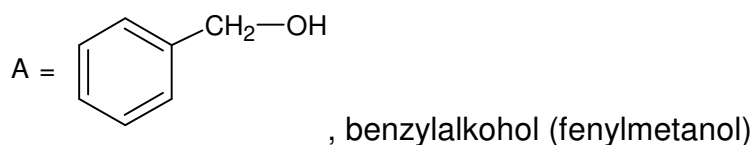
0,5b 1.3 Dva chirálne uhličky majú dve proteinogénne aminokyseliny. Stačí uviesť vzorec a názov jednej aminokyseliny.



1b 1.4 V pšenici sa nachádza veľmi málo lyzínu (0,5b) a v strukovinách metionínu (0,5b).

1b 1.5 Ak bude organizmu chýbať fenylalanín, bude mať aj nedostatok tyrozínu. Tyrozín sa v organizme syntetizuje z fenylalanínu.

3b 1.6 Toluén sa v organizme detoxikuje postupne cez nasledovné zlúčeniny.



Za každý správny názov a vzorec prideliť 0,5b.

0,5b 1.7 Kyselina hipurová

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR, 8b)

0,5b 2.1 Prolín.

0,5b 2.2 A-P-A-M-I-N

1,5b 2.3 Z alanínu, glycínu a cysteínu môže vzniknúť šesť rôznych tripeptidov.

Ala-Gly-Cys	Gly-Ala-Cys	Cys-Ala-Gly
Ala-Cys-Gly	Gly-Cys-Ala	Cys-Gly-Ala

Za každú správny tripeptid prideliť 0,5b

0,5b 2.4 Elektroforéza je separačná (deliaca) metóda pri ktorej sa účinkom jednosmerného elektrického prúdu aminokyseliny (peptidy) rozdelia podľa náboja. Ku katóde sa budú pohybovať kladne nabité častice, k anóde záporne nabité častice. Aminokyseliny v izoelektrickom bode zostanú na štarte.

1,5b 2.5 Najskôr určíme náboj na aminokyselinách pri pH = 3. Ak je pH prostredia vyššie ako pI aminokyseliny, na aminokyseline je záporný náboj, pri nižšom pH je na aminokyseline náboj kladný.

Gly⁺, Ala⁺, Glu⁺, Lys⁺, Arg⁺, Ser⁺, Asp⁻, Asn⁺, Phe⁺, Met⁺

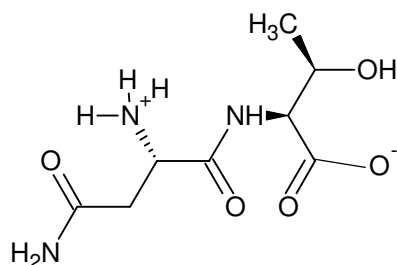
Ku katóde pôjde: Gly⁺, Ala⁺, Glu⁺, Lys⁺, Arg⁺, Ser, Asn⁺, Phe⁺, Met⁺(0,25b)

K anóde pôjde: Asp⁻ (0,25b)

- Za každý správne určený náboj na aminokyseline priradiť 0,1b.
- 1b **2.6** Asp, Glu, pH prostredia je blízke ich izoelektrickému bodu.
Za správne určenú aminokyselinu priradiť 0,5b, za správne zdôvodnenie priradiť 0,5b.
- 1,5b **2.7** Peptid A: Ser⁺¹-Tyr⁰-Ser⁰-Met⁰-Glu⁻¹-His⁰-Phe⁰-Arg⁺¹-Gly⁰-Ala⁻¹
Celkový náboj na peptide A je 0.
Za každý správne určený náboj na aminokyseline priradiť 0,1b. Za správne určený celkový náboj priradiť 0,25b.
- 1,5b **2.8** Peptid B: Val⁺¹-Cys⁻¹-Phe⁰-Glu⁻¹-Ala⁰-Lys⁺¹-Leu⁰-Gln⁰-Gly⁰-Gly⁻¹
Celkový náboj na peptide B je -1.
Za každý správne určený náboj na aminokyseline priradiť 0,1b. Za správne určený celkový náboj priradiť 0,25b.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

- 0,5b **3.1** Chymotrypsín štiepi peptidy na C-strane tryptofánu, tyrozínu a fenyľalanínu.
6 fragmentov.
- 0,5b **3.2** Leucín
- 1b **3.3** Ser-Lys-Tyr (0,5b)
Val-Glu-Trp (0,5b)
- 0,5b **3.4** Brómkyán štiepi peptidy na C-strane metionínu.
2 fragmenty
- 1b **3.5** Kratší fragment Asn-Thr



- 3,5b **3.6** Určenie primárnej štruktúry nonapeptidu:

a) V rámci reťazca sú dve aminokyseliny prepojené disulfidovým mostíkom.
(0,5b)

b) Trypsín štiepi peptid na C-strane lyzínu a arginínu. Máme dve možnosti usporiadania.

Phe-Ser-Cys-Lys-Ala-Cys-Arg-Trp-Leu (0,5b)

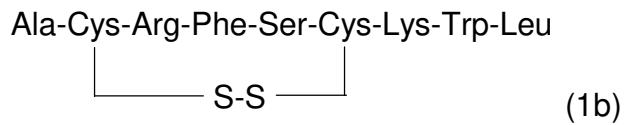
Ala-Cys-Arg-Phe-Ser-Cys-Lys-Trp-Leu (0,5b)

c) Chymotrypsín štiepi peptid na C-strane tryptofánu a fenylalanínu. Máme dve možnosti usporiadania.

Ser-Cys-Lys-Trp-Ala-Cys-Arg-Phe-Leu (0,5b)

Ala-Cys-Arg-Phe-Ser-Cys-Lys-Trp-Leu (0,5b)

V bode 3.7 a 3.8 sa opakuje Ala-Cys-Arg-Phe-Ser-Cys-Lys-Trp-Leu. V pôvodnom nonapeptide sú dva cysteíny prepojené disulfidovým mostíkom:



RIEŠENIE DOPLKOVÝCH TEORETICKÝCH ÚLOH Z PRAXEChemická olympiáda – kategória **EF** – 56. ročník – šk. rok 2019/2020**Celoštátne kolo****Ing. Martina Gánovská**Maximálne **10 bodov**

Úloha 1.1	0,5b	Rovnica vyjadrujúcu priebeh iónovej výmeny na ionexe. $2R - SO_3H + Ca^{2+} \rightarrow (R - SO_3)_2Ca + 2H^+$
Úloha 1.2	0,5b	Výpočet objem chelatónu 3 $c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$ $V_2 = \frac{0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,2 \text{ dm}^3}{0,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,02 \text{ dm}^3$
Úloha 1.3	0,5b 1b	Rovnica štandardizácie $Mg^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MgY^{2-} + 2H^+$ Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku chelatónu 3. $c(MgSO_4) = \frac{m(MgSO_4 \cdot 7H_2O)}{M(MgSO_4 \cdot 7H_2O) \times V(MgSO_4)} =$ $= \frac{0,6887 \text{ g}}{246,47 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,05 \text{ dm}^{-3}} = 0,0559 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $n(MgSO_4) = c(MgSO_4) \times V(MgSO_4) = 0,0559 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,01 \text{ dm}^3 =$ $= 5,589 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(MgSO_4) = n(H_2Y^{2-})$ $c(H_2Y^{2-}) = \frac{n(H_2Y^{2-})}{V(H_2Y^{2-})} = \frac{5,589 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0,0113 \text{ dm}^3} = 0,0495 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
Úloha 1.4	0,5b 1b	Rovnicu stanovenia vápenatých iónov chelatometricky $Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^+$ Výpočet koncentrácie vo vzorke ($\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$). $n(H_2Y^{2-}) = c(H_2Y^{2-}) \times V(H_2Y^{2-}) = 0,0495 \times 0,0032 =$ $= 1,58 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $n(Ca^{2+}) = n(H_2Y^{2-})$ $c(Ca^{2+}) = \frac{n(Ca^{2+})}{V(Ca^{2+})} \times 1000 = \frac{1,58 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{0,05 \text{ dm}^3} \times 1000 =$ $= 3,17 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Úloha 1.5	1b	<p>Výpočet objemovej kapacity ionexu.</p> <p>látkové množstvo Ca^{2+} zachytené na ionexe</p> $n(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{Ca}^{2+}) \times V(\text{vody}) = 3,17 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3} \times 4,1 \text{ dm}^3 = 0,01300 \text{ mol}$ $n(\text{H}^+) = 2 \times n(\text{Ca}^{2+}) = 0,02600 \text{ mol}$ $Q = \frac{n(\text{H}^+)}{V} = \frac{0,02600 \text{ mol}}{0,03} = 0,866 \text{ mol.dm}^{-3}$
Úloha 2.1	1b	<p>Rovnice reakcií stanovenia</p> $\text{S}^{2-} + \text{Cd}^{2+} \rightarrow \text{CdS}$ $\text{HS}^- + \text{Cd}^{2+} \rightarrow \text{CdS} + \text{H}^+$ $\text{CdS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CdCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{HI}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
Úloha 2.2	0,5b 0,5b	<p>Rovnica reakcie štandardizácie jódu na arzenitan trisodný</p> $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_4 + 2\text{HI}$ <p>Výpočet presnej koncentrácie pripraveného roztoku jódu</p> $n(\text{Na}_3\text{AsO}_3) = c(\text{Na}_3\text{AsO}_3) \times V(\text{Na}_3\text{AsO}_3) = 0,025 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,01 \text{ dm}^3 = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(\text{Na}_3\text{AsO}_3) = n(\text{I}_2)$ $c(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{V(\text{I}_2)} = \frac{2,5 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0,015 \text{ dm}^3} = 0,0167 \text{ mol.dm}^{-3}$
Úloha 2.3	0,5b 1b	<p>Rovnice reakcií štandardizácie</p> $\text{KBrO}_3 + 6\text{KI} + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{I}_2 + \text{KBr} + 6\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ <p>Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku tiosíranu sodného</p> $c(\text{KBrO}_3) = \frac{m(\text{KBrO}_3)}{V(\text{KBrO}_3) \times M(\text{KBrO}_3)} = \frac{0,1051 \text{ g}}{0,250 \text{ dm}^3 \times 167 \text{ g.mol}^{-1}} = 2,5173 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}$ $n(\text{KBrO}_3) = c(\text{KBrO}_3) \times V(\text{KBrO}_3) = 2,5173 \times 10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,025 \text{ dm}^3 = 6,29 \times 10^{-5} \text{ mol}$ $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 6 \times n(\text{KBrO}_3) = 6 \times 6,29 \times 10^{-5} \text{ mol} = 3,78 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{3,78 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0,0087 \text{ dm}^3} = 0,0434 \text{ mol.dm}^{-3}$

<p>Úloha 2.4</p>	<p>1b</p>	<p>Výpočet hmotnostnej koncentráciu sulfánu na základe rovníc</p> $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{I}_2) - \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ $n(\text{I}_2) = c(\text{I}_2) \times V(\text{I}_2) = 0,0167 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,01 \text{ dm}^3 = 1,67 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,0434 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,0072 \text{ dm}^3 = 3,12 \times 10^{-4} \text{ mol}$ $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{I}_2) - \frac{1}{2} \times n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1,67 \times 10^{-4} \text{ mol} - \frac{1}{2} \times 3,12 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1,1 \times 10^{-5} \text{ v } 100 \text{ cm}^3 \text{ vzorky}$ $c_{hm}(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \times M(\text{H}_2\text{S}) \times 10 = 1,1 \times 10^{-5} \times 34,08 \times 10 = 3,75 \text{ mg.dm}^{-3}$
<p>Úloha 2.5</p>	<p>0,5b</p>	<p>Výpočet hmotnosti</p> $K_s = [\text{Cd}^{2+}] \times [\text{S}^{2-}] = c^2$ $c = \sqrt{K_s} = \sqrt{3,8 \times 10^{-12}} = 1,95 \times 10^{-6} \text{ mol.dm}^{-3}$ $m = c \times M \times V = 1,95 \times 10^{-6} \times 144,46 \times 0,025 = 7 \times 10^{-6} \text{ g}$ $w_{\%} = \frac{7 \times 10^{-6}}{0,01} \times 100 = 0,07 \%$

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