

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória EF

Celoštátne kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – školský rok 2021/2022

Celoštátne kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

a)

$$1,5b \quad M_{zm} = x(N_2) \times M(N_2) + x(H_2) \times M(H_2) + x(A) \times M(A)$$

$$1b \quad x(A) = 1 - x(N_2) - x(H_2) = 1 - 0,28 - 0,3 = 0,42$$

$$M(A) = \frac{M_{zm} - x(N_2) \times M(N_2) - x(H_2) \times M(H_2)}{x(A)}$$

$$M(A) = \frac{10,13 - 0,28 \times 28,014 - 0,3 \times 2,016}{0,42} = 4,003 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$1b \quad M(A) = 4,003 \text{ g/mol} ;$$

Jediný plynný prvok s touto mólovou hmotnosťou je **hélium**

b)

$$1,5b \quad w(N_2) = \frac{x(N_2) \times M(N_2)}{M_{zm}} = \frac{0,28 \times 28,014 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,774 \Rightarrow 77,4\%$$

$$0,5b \quad w(H_2) = \frac{0,3 \times 2,016 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,06 \Rightarrow 6\%$$

$$0,5b \quad w(He) = \frac{0,42 \times 4,003 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,166 \Rightarrow 16,6\%$$

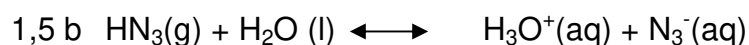
c)

0,5b Vodík, hélium, dusík

1b Hustota plynu závisí od mólovej hmotnosti, čím je vyššia, tým je vyššia hustota.

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

a)



Za správny zápis reaktantov a produktov je 0,5 b, za koeficienty 0,5 b, za šípku (\leftrightarrow) 0,5 b.

b)

$$1 \text{ b } K_1 = 10^{-\text{Pk}} = 10^{-4,68} = 2,089 \cdot 10^{-5}$$

$$1 \text{ b } c = \frac{c_{\text{hm}}}{M} = \frac{9,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}{43,029 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,2185 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$1 \text{ b } c \geq 1000 \times K_1 \quad 0,2185 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \geq 2,089 \cdot 10^{-2}, \text{ platí}$$

Jedná sa o **slabú kyselinu**, potom:

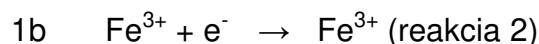
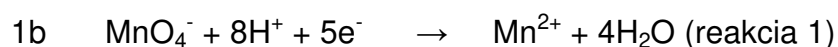
$$1,5 \text{ b } \text{pH} = 1/2 \times (\text{p}K_1 - \log c)$$
$$\text{pH} = 1/2 \times (4,68 - \log 0,2185) = 2,67$$

c)

1,5b S rastúcou koncentráciou bude klesať hodnota pH , blížiac sa k hodnote rovnovážnej koncentrácie. Následne budú pribúdať nedisociované molekuly, ktoré hodnotu pH neovplyvňujú.

Riešenie úlohy 3 SENIOR (7,5b)

a)



b)

$$1 \text{ b } \Delta G = -z FE^\circ$$

$$0,5 \text{ b } \Delta G_1 = -5 \times 96\,485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1,507 \text{ V} = -727 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$0,5 \text{ b } \Delta G_2 = -1 \times 96\,485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,771 \text{ V} = -74,39 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(**poznámka** ku rozmerovej analýze: $1 \text{ C} = \text{A} \cdot \text{s}$, $1 \text{ V} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$)

jednotka pre $[G] = \text{C} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{V} = \text{A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$[G] = \text{J} \cdot \text{mol}^{-1})$$

c)

1b $\Delta G_r = \Delta G_1 - 5 \times \Delta G_2$

1b $\Delta G_r = -724 - 5 \times (-74,39) = -352,05 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

d)

1b $\Delta G_r = -R \cdot T \cdot \ln K$

$$K = e^{-\Delta G/RT}$$

0,5b $K = e^{-(-352,05) / (8,314 \times 298)} = 1,15$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – školský rok 2021/2022

Celoštátne kolo

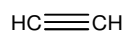
Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 20 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,5

Riešenie úlohy 1 (10 pb)

1pb a)



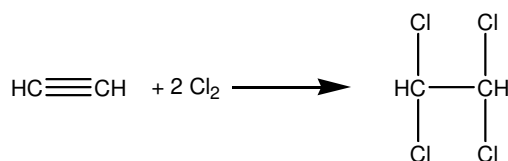
1pb b) Pretože so vzduchom tvorí výbušnú zmes.

4pb c) Po 1pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie okrem acetylénu, dokopy

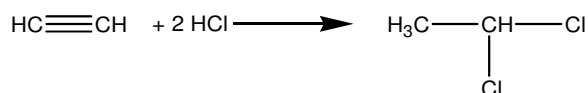
3pb. 1pb za vyčíslenie reakcie.



1pb d)



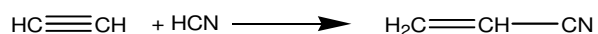
1pb e)



1pb f)



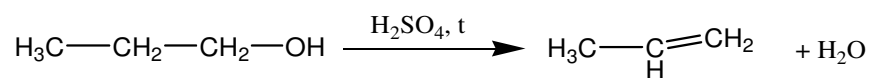
1pb g)



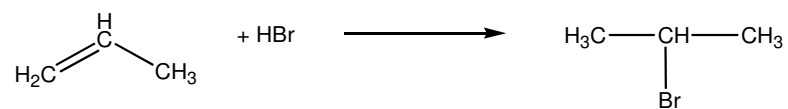
Riešenie úlohy 2 (10 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.

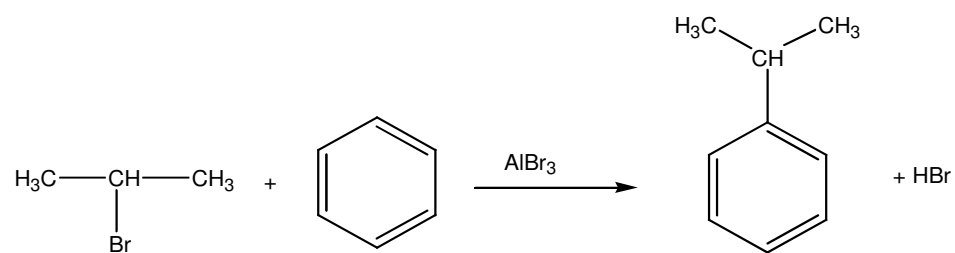
4pb:



2pb:



4pb:



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – školský rok 2021/2022

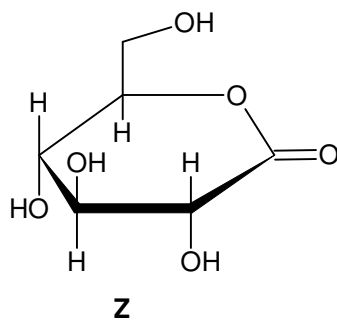
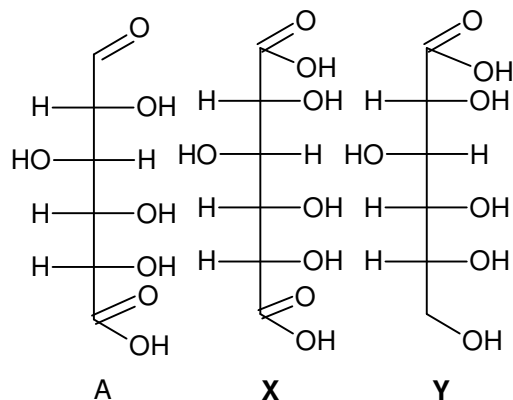
Celoštátne kolo

Mgr.Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7b)

4b 1.1 Za každý správne určený názov a vzorec prideliť 0,5b.



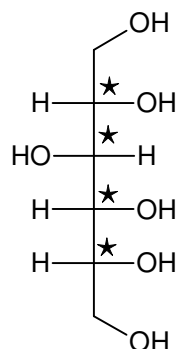
A = kyselina glukónová

X = kyselina glukárová

Y = kyselina glukurónová

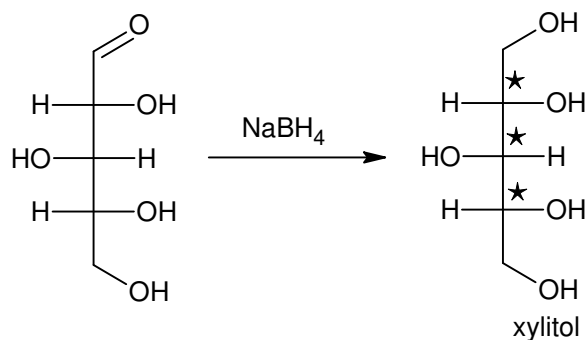
Z = glukonoláktón

1,5b 1.2 Za správne napísaný vzorec a názov produktu prideliť 0,5b, za správne označené chirálne uhlíky prideliť 0,5b.



glucitol, sorbitol

1b 1.3 Za správne napísaný vzorec reaktantu a produktu prideliť po 0,25b, za názov produktu prideliť 0,25b, za každý správne označené chirálne uhlíky prideliť 0,25b.

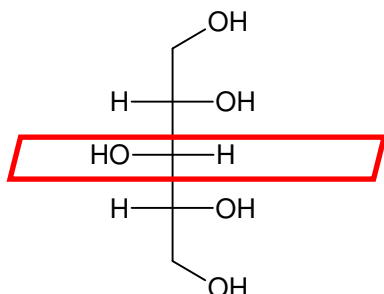


xylitol

0,5b 1.4 Za správne zdôvodnenie prideliť 0,5b.

Xylitol má rovinu symetrie. Prítomnosť chirálnych uhlíkov nie postačujúca podmienka na to aby zlúčenina bola opticky aktívna.

Uznať aj inú správnu formuláciu odpovede alebo obrázok.



Riešenie úlohy 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

1b 2.1 Za každú správne určenú dvojicu prideliť 0,25b.

A – 2

B – 1

C – 4

D – 3

0,5b 2.2 Laktóza (0,25b), maltóza (0,25b).

1,5b 2.3 Zohrievaním disacharidu označeného v úlohe 2.1 písmenom **A** nad teplotu topenia sa vyrába hnedá tuhá látka príjemnej vône a chuti. Uvedenú látku nazývame **karamel**. Používa sa na výrobu cukríkov, čokolády, cukroviniek. Je dobre rozpustná vo vode na roztok, ktorý sa nazýva **kulér**. Používa sa na farbenie likérov, nealkoholických nápojov a octu.

Za každé správne doplnené slovo prideliť 0,5b.

1,75b 2.4 Na výpočet použijeme vzťah: $\alpha = \frac{[\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot c}{100}$, kde c je hmotnosť opticky aktívnej látky v gramoch, ktorá sa nachádza v 100 cm³ roztoku.

$$l = 20 \text{ cm} = 2 \text{ dm} \quad (0,25b)$$

$$c = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha]_{\text{laktóza}}^D \cdot l}$$

$$c = \frac{21,20 \cdot 100}{55,30 \cdot 2} = \frac{2120}{110,60} = 19,17g \quad (1,5b)$$

V 100 cm³ srvátky sa nachádza 19,17 g laktózy.

3,25b 2.5 V 100 cm³ sa nachádza 19,17 g laktózy.

V 1 dm³ sa nachádza 19,17 g · 10 = 191,7 g laktózy. (0,25b)

$$100 \text{ l} = 100 \text{ dm}^3$$

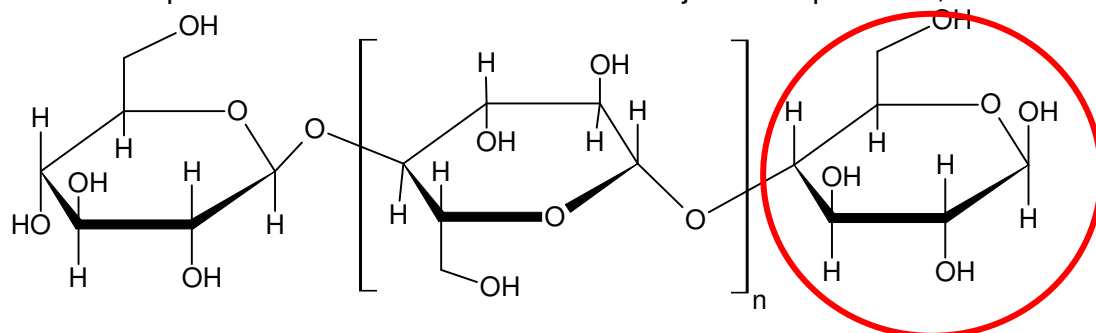
Teoreticky vyrobíme 0,1917 kg · 100 = 19,17 kg laktózy. (1b)

Výrobné straty sú 19,17 kg · 0,15 = 2,88kg (1b)

Vyrobíme 19,17 kg – 2,88kg = 16,29 kg laktózy. (1b)

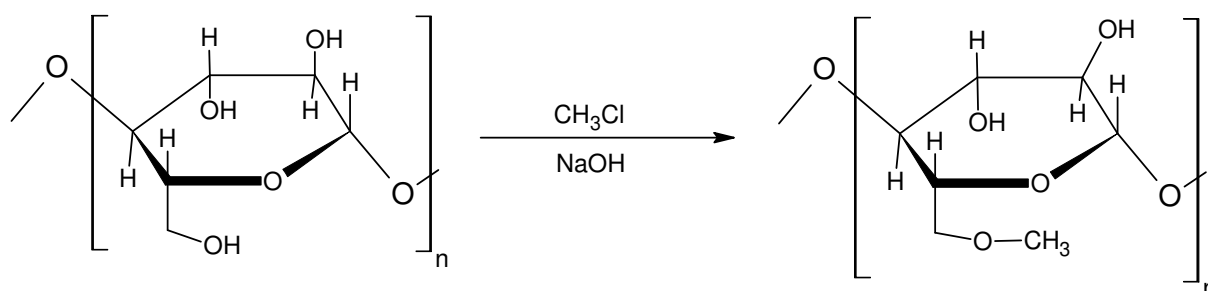
Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

0,5b **3.1** Za každú správne označenú monosacharidovú jednotku prideliť 0,5b.



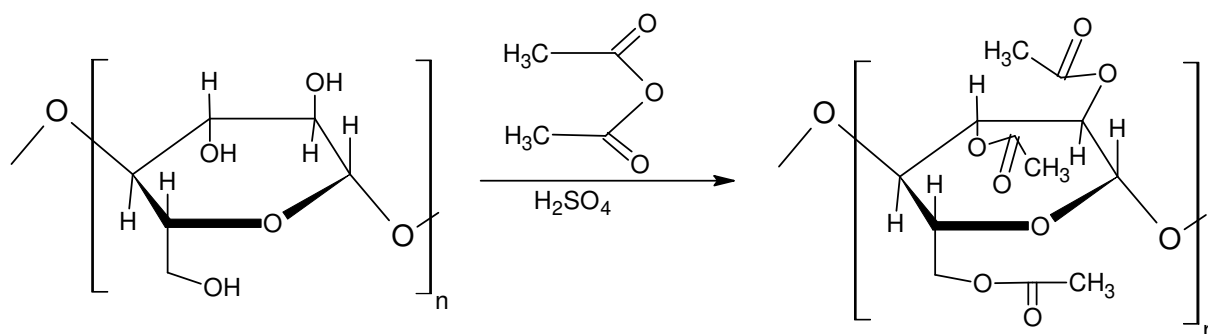
0,5b **3.2** Silná kyselina (kyselina sírová), vysoká teplota (var), glukóza. Za podmienky reakcie prideliť 0,25b, za názov monosacharidu 0,25b.

1,25b **3.3** Za každý správne napísaný vzorec reaktantu a produktu prideliť po 0,5b, za podmienky reakcie 0,25b.



0,25b **3.4** b)

1,5b **3.5** Za každý správne napísaný vzorec reaktantu a produktu prideliť po 0,5b, za podmienky reakcie 0,5b.



3b **3.6** Za každý správne určený sacharid udeliť 0,75b.

A = glukóza

B = fruktóza

C = ribóza

D = sacharóza

E = škrob

Poznámka pre hodnotiteľov:

Pri všetkých úlohách pridáme plný počet bodov aj v prípade uvedenia iných správnych odpovedí, resp. iného správneho spôsobu výpočtu.

RIEŠENIA DOPLKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória EF – 58. ročník – šk. rok 2021/2022

Celoštátne kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 10 bodov

0,5 b	<p>1. Rovnica stanovenia:</p> $5 \text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$ <p>2.1 Analýza pôvodného roztoku FeSO₄:</p> $n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \times c(\text{MnO}_4^-) \times V(\text{MnO}_4^-)$ $= 5 \times 0,0200 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,0137 \text{ dm}^3 = 0,00137 \text{ mol}$ $w_1 = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{vzorky})} = \frac{n(\text{Fe}^{2+}) \times M(\text{FeSO}_4)}{m(\text{vzorky})} = \frac{0,00137 \text{ mol} \times 151,913 \text{ g mol}^{-1}}{2,6 \text{ g}} =$
Úloha 1	
0,5 b	<p>2.2 Analýza kryštalizačného lúhu:</p> $n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \times 0,0200 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,0384 \text{ dm}^3 = 0,00384 \text{ mol}$ $w_5 = \frac{m(\text{FeSO}_4)}{m(\text{vzorky})} = \frac{n(\text{Fe}^{2+}) \times M(\text{FeSO}_4)}{m(\text{vzorky})} = \frac{0,00384 \text{ mol} \times 151,913 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2,43} = 0,240$
0,5 b	<p>3. Odparovanie pôvodného roztoku FeSO₄:</p> <p>m_1 - pôvodný roztok</p> <p>m_2 - odparená voda $w_2 = 0$</p> <p>m_3 - zahustený roztok $w_3 = \frac{32,3 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,323$</p>
	$m_1 = m_2 + m_3$ $m_1 \times w_1 = m_2 \times w_2 + m_3 \times w_3$
	<p>3.1 Hmotnosť zahusteného roztoku:</p> $m_3 = \frac{m_1 \times w_1}{w_3} = \frac{250 \text{ g} \times 0,08}{0,323} = 61,92 \text{ g}$
	<p>3.2. Hmotnosť odparenej vody:</p> $m_2 = m_1 - m_3 = 250 - 61,92 \text{ g} = 188,08 \text{ g (vody sa odparí)}$

0,5 b	<p>4. Kryštalizácia zahusteného roztoku:</p> <p>m_3-zahustený roztok $w_3=0,323$</p> <p>m_4- teoreticky vzniknuté kryštály $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$</p>
0,5 b	$w_4 = \frac{M(\text{FeSO}_4)}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O})} = \frac{151,913 \text{ g mol}^{-1}}{278,018 \text{ g mol}^{-1}} = 0,5464$ <p>m_5- kryštalizačný lúh $w_5=0,240$</p>
Úloha 1	$m_3 = m_4 + m_5$ $m_3 \times w_3 = m_4 \times w_4 + m_5 \times w_5$
0,5 b	<p>4.1 Hmotnosť kryštálov:</p> <p>Riešením dvoch rovníc s dvoma neznámymi dostaneme m_4:</p> $m_4 = \frac{m_3 \times (w_3 - w_5)}{(w_4 - w_5)} = \frac{61,92 \text{ g} \times (0,323 - 0,24)}{(0,5464 - 0,24)} = 16,77 \text{ g}$
	<p>4.2 Hmotnosť kryštalizačného lúhu:</p> $m_5 = m_3 - m_4 = 61,92 \text{ g} - 16,77 \text{ g} = 45,15 \text{ g}$
0,5 b	<p>5. Percentuálny výťažok zelenej skalice</p> $\text{hmot. \%} = \frac{m(\text{skutočné kryštály})}{m_4} \times 100 = \frac{15,35 \text{ g}}{16,77 \text{ g}} \times 100 = 91,53 \%$

0,5 b	Rovnice stanovenia:
0,5 b	$2 \text{PbCrO}_4 + 6 \text{KI} + 16 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 2 \text{Cr}^{3+} + 2 \text{Pb}^{2+} + 6 \text{K}^+ + 8 \text{H}_2\text{O}$
0,5 b	$\text{I}_2 + 2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$
	$n(\text{Pb}^{2+}) = \frac{1}{3} \times n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$
	Výpočet:
Úloha 2	$\text{hmot. \%} = \frac{m(\text{Pb})}{m(\text{vzorky})} \times 100 = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times M(\text{Pb})}{3 \times m(\text{vzorky})} \times 100 =$
1 b	$= \frac{0,1016 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,03085 \text{ dm}^3 \times 207,2 \text{ g mol}^{-1}}{3 \times 0,500 \text{ g}} \times 100 = 43,30 \%$
	Reakcie stanovenia:
1 b	$\text{MnO}_2 + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
	$5 \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 10 \text{CO}_2 + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$
	Výpočet:
Úloha 3	Celkové množstvo kyseliny šťaveľovej:
	$n_1 = \frac{m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,7 \text{ g}}{126,066 \text{ g mol}^{-1}} = 5,5526 \times 10^{-3} \text{ mol}$
0,5 b	Nadbytočné množstvo kyseliny šťaveľovej:
	$n_2 = \frac{n(\text{MnO}_4^-)}{2} \times 5 = \frac{c(\text{MnO}_4^-) \times V(\text{MnO}_4^-) \times 5}{2} = \frac{0,022 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,0205 \text{ dm}^3 \times 5}{2}$
	$= 1,1275 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
	Rozdiel: $n_1 - n_2 =$ zreagované množstvo kyseliny šťaveľovej
0,5 b	$n(\text{MnO}_2) = (n_1 - n_2)$
0,5 b	$m(\text{MnO}_2) = (n_1 - n_2) \times M(\text{MnO}_2)$
1 b	$= (5,5526 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 1,1275 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) \times 86,936 \text{ g mol}^{-1} = 0,3847 \text{ g}$
0,5 b	$\text{hmot. \%} = \frac{m(\text{MnO}_2)}{m(\text{vzorky})} \times 100 = \frac{0,3847 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100 = 76,94 \%$

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Olexová, Mgr.Ladislav Blaško,
Ing.Martina Gánovská, Ing.Anna Ďuricová, PhD.

Recenzenti: Ing.Daniel Vašš, Ing.Alena Olexová, Ing.Juraj Malinčík
Mgr.Pavĺína Gregorová., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Elena Kulichová,

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021