SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

54. ročník, školský rok 2017/2018

Kategória EF

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 54. ročník – školský rok 2017/2018

Školské kolo

Daniel Vašš

Maximálne **15 bodov** (b).

Riešenie úlohy 1 (7,5 b) (JUNIOR, SENIOR)

a)

1,5b $CaCO_3(s) \xrightarrow{t} CaO(s) + CO_2(g)$

1,5b $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$

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

b)

1b $w_{CaO} = \frac{M(CaO)}{M(CaCO_3)} = \frac{56{,}078}{100{,}086} = 0{,}56029 \Rightarrow 56\%$

c)

1b $n_{CaO} = \frac{m(CaO)}{M(CaO)} = \frac{1000\ \text{kg}}{56{,}078\ \text{kg/kmol}} = 17{,}8323\ \text{kmol}$

0,5b $n_{CaO} = n_{CO_2}$

1b $m_{CO_2} = M(CO_2)\ x\ n(CO_2)_2 = 44{,}009\ x\ 17{,}8323 = 784{,}78\ \text{kg}$

Pri vypálení jednej tony páleného vápna vznikne 784,78 kg CO_2.

d) 1b vodný kameň

Riešenie úlohy 2 (7,5b) (JUNIOR)

a)

1,5b $H_2S(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow HS^-(aq) + H_3O^+(aq)$

1,5b $HS^-(aq) + H_2O(l) \leftrightarrow S^{2-} + H_3O^+(aq)$

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

b)

1b $C = \frac{C_m}{M(H_2S)} = \frac{1}{34{,}0808} 0{,}02934$ mol/l

Jedná sa o slabú kyselinu:

1b $K_1 = 10^{-pK1} = 10^{-6{,}99} = 1{,}02 \,.\, 10^{-7}$

0,5b podmienka $C \geq 1000 \; x \; K_1 \Rightarrow$ je splnená, potom

1b $pH = \frac{1}{2}(pK_1 - \log C)$

1b $pH = \frac{1}{2}(6{,}99 - \log 0{,}02934) = 4{,}261 \Rightarrow 4{,}26$

Riešenie úlohy 3 (7,5) (SENIOR)

a) A- acetón, B- benzén

1b celkový tlak pár nad kvapalinou $p = p_A + p_B = p_A^\circ \,.\, x_A + p_B^\circ \,.\, x_B$

1b $p = 127{,}9 \,.\, 0{,}45 + 30{,}9 \,.\, 0{,}55 = 74{,}55$ kPa

b) zloženie plynnej fázy

1b $y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{p_A^\circ \,.\, x_A}{p}$

1b $y_A = \frac{127{,}9 \,.\, 0{,}45}{74{,}55} = 0{,}772 \Rightarrow 77{,}2\%$

0,5b $y_B = 1 - y_A = 1 - 0{,}772 = 0{,}228 \Rightarrow 22{,}8\%$

c)

1,5b Zmes nebude vrieť, pretože celkový tlak pár zmesi je menší ako atmosférický tlak. (správna odpoveď 0,5b, zdôvodnenie 1b)

d)

1,5b Acetón, pretože má vyšší tlak nasýtených pár. (správna odpoveď 0,5b, zdôvodnenie 1b)

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 54. ročník – školský rok 2017/2018

Školské kolo

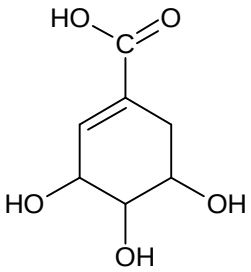
Miloslav Melník

Maximálne **15 bodov (b).**

JUNIOR – 15 bodov (b); úlohy 1 až 3.
SENIOR – 25 pomocných bodov (pb); úlohy 1 až 4.
Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,6

Riešenie úlohy 1 (5 b - JUNIOR; 5 pb - SENIOR)

1 b **1.1** Vzorec kyseliny šikimovej:



1 b **1.2** **K-1**: kyselina 4-aminobenzénkarboxylová (k. 4-aminobenzén-1-karboxylová, k. *p*-aminobenzénkarboxylová, k. *p*-aminobenzén-1-karboxylová) (0,25 b)

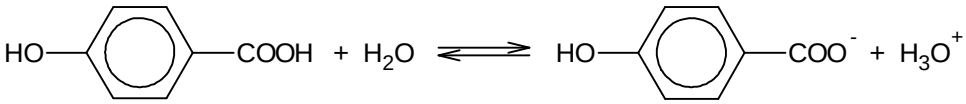
K-2: kyselina 4-hydroxybenzénkarboxylová (k. 4-hydroxybenzén-1-karboxylová, k. *p*-hydroxybenzénkarboxylová, k. *p*-hydroxybenzén-1-karboxylová) (0,25 b)

K-3: kyselina 2-hydroxybenzénkarboxylová (k. 2-hydroxybenzén-1-karboxylová, k. *o*-hydroxybenzénkarboxylová, k. *o*-hydroxybenzén-1-karboxylová) (0,25 b)

K-4: kyselina 2-aminobenzénkarboxylová (k. 2-aminobenzén-1-karboxylová, k. *o*-aminobenzénkarboxylová, k. *o*-aminobenzén-1-karboxylová) (0,25 b)

0,5 b **1.3** Substitučné deriváty karboxylových kyselín (substitučné deriváty kyseliny benzénkarboxylovej, resp. benzoovej).

0,5 b **1.4** Disociácia kyseliny **K-2** vo vodnom roztoku:



1 b **1.5** **K-4**, **K-1**, **K-3**, **K-2**

0,5 b **1.6** Kyselina šikimová: $pK_a = 4{,}15$

$$K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-4{,}15} = 7{,}08.10^{-5}$$

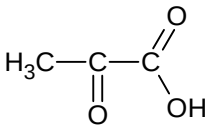
0,5 b **1.7** Látka **X** je kyselina acetylsalicylová, čo je **ester** kyseliny octovej a salicylovej.

Riešenie úlohy 2 (4 b - JUNIOR; 4 pb - SENIOR)

0,5 b **2.1** Látku C aj látku D zaraďujeme k esterom.

1 b **2.2** Látky C a D sú odvodené od kyseliny glycerovej (0,5 b) – kyseliny 2,3-dihydroxypropánovej (0,5 b).

1 b **2.3** Látka A je kyselina pyrohroznová (0,25 b) – kyselina 2-oxopropánová (0,25 b):



CH_3-CO-COOH (0,5 b)

1 b **2.4** Fosforylácia na substrátovej úrovni je reakcia **I**.

0,5 b **2.5** Kyselina fosfoenolpyrohroznová alebo fosfoenolpyruvát.

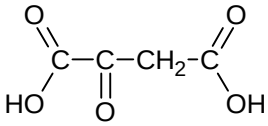
Riešenie úlohy 3 (6 b - JUNIOR; 6 pb - SENIOR)

1 b **3.1** **P**: NAD^+ (0,5 b), **Q**: $NADH+H^+$ (0,5 b)

1 b **3.2** **O**: sukcinylkoenzým A, sukcinyl-CoA

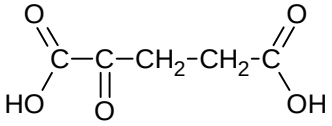
1 b **3.3** **K**: malát (0,5 b) **M**: izocitrát (0,5 b)

1,75 b **3.4** **L**: kyselina 2-oxobutándiová (0,5 b)



HOOC-CO-CH_2-COOH (0,5 b)

N:

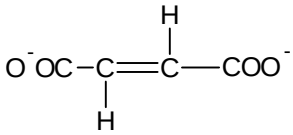


HOOC-CO-CH_2-CH_2-COOH (0,5 b)

Látky L a N zaraďujeme k substitučným derivátom karboxylových kyselín (0,25 b).

1,25 b **3.5** Redukovaný FAD vzniká dehydrogenáciou sukcinátu na fumarát v prítomnosti sukcinátdehydrogenázy. Keďže reakcia je vratná, prirodzenými substrátmi tohto enzýmu sú sukcinát aj fumarát:

$O^-OC-CH_2-CH_2-COO^-$ (0,5 b)



(0,75 b)

Zo vzorca fumarátu musí byť zrejmá konfigurácia *trans*; ak nebude zrejmá konfigurácia, ale vzorec bude znázorňovať kyselinu buténdiovú (nie maleínovú!), potom za vzorec iba 0,25 b.

Riešenie úlohy 4 (10 pb - SENIOR)

1,5 pb **4.1** **A1**: His – histidín, **A2**: Glu – kyselina glutámová, **A3**: Arg – arginín

Za každú skratku a názov po 0,25 pb.

0,5 pb **4.2** **A2**: kyselina 2-aminopentándiová.

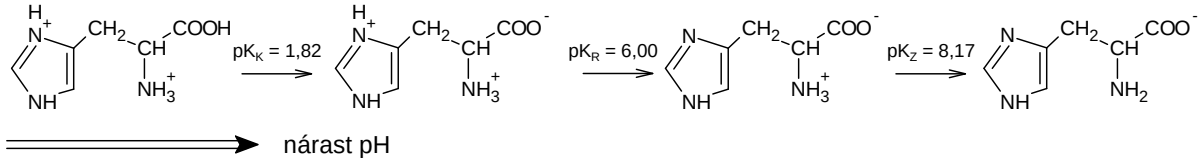
4.3 **A2** – kyslá aminokyselina, preto pI leží v kyslej oblasti:

1 pb $$pI = \frac{pK_K + pK_R}{2} = \frac{2{,}19 + 4{,}28}{2} = \frac{6{,}47}{2} = 3{,}24$$

A3 – zásaditá aminokyselina, preto pI leží v zásaditej oblasti:

1 pb $$pI = \frac{pK_Z + pK_R}{2} = \frac{9{,}04 + 12{,}48}{2} = \frac{21{,}52}{2} = 10{,}76$$

2 pb **4.4** Disociácia funkčných skupín histidínu v závislosti od pH:



Zo schémy je zrejmé, že celkový kladný náboj **1+** by mala aminokyselina histidín teoreticky v rozsahu pH 1,82 až 6,00.

2 pb **4.5** Vzhľadom na hodnoty *pK* dochádza pri pH = 7,40 k disociácii karboxylovej skupiny na α-uhlíku (pK_K; náboj 1-) (0,5 pb) a karboxylovej skupiny v bočnom reťazci (pK_R; náboj 1-) (0,5 pb), pričom amóniová skupina ostáva nedisociovaná (náboj 1+) (0,5 pb). Preto sa látka **A2** bude nachádzať v krvi vo forme aniónu (celkový náboj 1-) (0,5 pb).

2 pb **4.6** Glu, His a Arg sú glukogénne aminokyseliny poskytujúce pri rozklade kyselinu 2-oxoglutárovú (0,5 pb), resp. kyselinu 2-oxopentándiovú (0,5 pb). Ďalšou glukogénnou aminokyselinou je glutamín (0,5 pb) – Gln (0,5 pb).

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 54. ročník – školský rok 2017/2018

Školské kolo

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 (3 pb)

1 pb Správna odpoveď je **B**.

Spolu 2 pb za vysvetlenie:

1 pb K reakčnej zmesi sa pridáva *éter* kvôli zabráneniu pasivácie.

1 pb Nesmie byť prítomná *voda*, inak by sa produkt rozkladal.

Riešenie úlohy 2 (7 pb)

Po 1 pb za každú správne doplnenú látku:

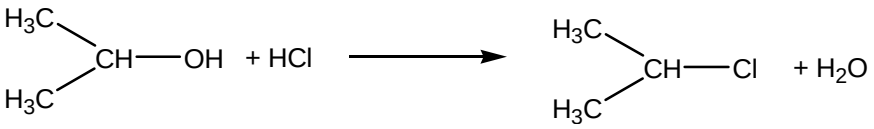
2 pb a) $2\ CH_3\text{-}MgBr + HgCl_2 \rightarrow 2\ MgBrCl + CH_3\text{-}Hg\text{-}CH_3$

1 pb b) $4\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}MgCl + 2\ PbCl_2 \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2)_4\text{-}Pb + 4\ MgCl_2 + Pb$

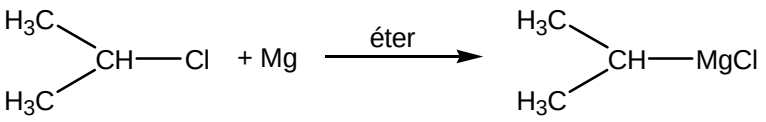
2 pb c) $2\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}I + 2\ Na \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2\ NaI$

2 pb d) $CH_3\text{–}CH_2\text{–}CH_2\text{-}MgBr + HBr \rightarrow CH_3\text{–}CH_2\text{–}CH_3 + MgBr_2$

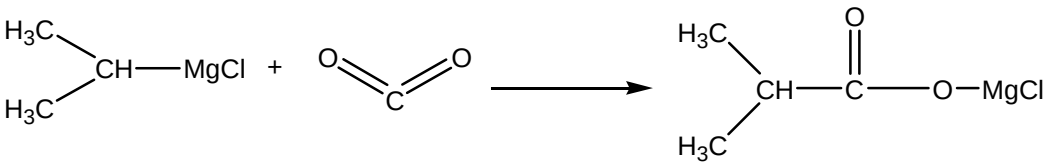
Riešenie úlohy 3 (10 pb)



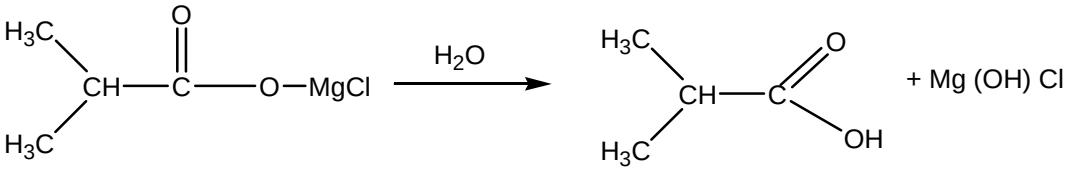
1 pb 1 pb 1 pb



1 pb 1 pb 1 pb



1 pb 1 pb



1 pb 1 pb

RIEŠENIA DOPLKOVÝCH TEORETICKÝCH ÚLOH Z PRAXE
Chemická olympiáda – kategória **EF** – 54. ročník – šk. rok 2017/2018

Školské kolo

Martina Gánovská

Maximálne **10 bodov**

Úloha 1.1	**1b**	$Ca^{2+} + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2NH_4^+$ $Ca\,C_2O_4 \xrightarrow{t} CaCO_3 + CO$ $Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow Ca\,CO_3 + 2\,Na^+$ $CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2$
Úloha 1.2	**2b**	Výpočet rozpustnosti $CaCO_3$ vo vode a v Na_2CO_3 s c = 0,01 mol.dm^{-3}. $CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$ $[Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}]$ $pKs = -\log Ks$, po dosadení $Ks = 10^{-pKs} = 10^{-8,32} = 5\times10^{-9}$ $Ks = [Ca^{2+}]\times[CO_3^{2-}] = c^2$ $c = \sqrt{Ks} = \sqrt{5\times10^{-9}} = 6,9\times10^{-5}\,mol.dm^{-3}$ Koncentrácia uhličitanu v roztoku bude $[CO_3^{2-}] = [CO_3^{2-}]_{CaCO_3} + [CO_3^{2-}]_{Na_2CO_3}$, keďže koncentrácia $[CO_3^{2-}]_{CaCO_3}$ je oveľa menšia ako je koncentrácia uhličitanu sodného je možné ju zanedbať a $[CO_3^{2-}] = [CO_3^{2-}]_{Na_2CO_3}$ $Ks = [Ca^{2+}]\times[CO_3^{2-}]$ $c = \frac{Ks}{[CO_3^{2-}]_{Na_2CO_3}} = 4,8\times10^{-7}\,mol.dm^{-3}$
Úloha 1.3	**1b**	Výpočet rozpustnosti CaC_2O_4 vo vode $Ca\,C_2O_4 \rightarrow Ca^{2+} + C_2O_4^{2-}$ $Ks = [Ca^{2+}]\times[C_2O_4^{2-}]$ $Ks = c\times c = c^2$ $c = \sqrt{Ks} = \sqrt{2,6\times10^{-9}} = 5,1\times10^{-5}\,mol.dm^{-3}$

Úloha 1.4	**1b**	Výpočet hmotnosti vápnika stanovenom pomocou šťaveľanu amónneho a pomocou uhličitanu $m = m_{VP} \times \mathrm{f} = m_{\mathrm{VP}} \times \frac{M(\mathrm{Ca})}{M(\mathrm{CaCO_3})} = 0{,}1224 \times \frac{40{,}08}{100{,}09} =$ $= 0{,}1224 \times 0{,}4004 = 0{,}0490\ \mathrm{g}$ Výpočet hmotnosti vápnika stanovenom pomocou uhličitanu $m = m_{\mathrm{VP}} \times \mathrm{f} = m_{\mathrm{VP}} \times \frac{M(\mathrm{Ca})}{M(\mathrm{CaO})} = 0{,}0914 \times \frac{40{,}08}{56{,}08} = 0{,}0914 \times 0{,}7147 = 0{,}0653$
Úloha 2.1	**1b**	Rovnice stanovenia $\mathrm{Ca^{2+}} + \mathrm{C_2O_4^{2-}} \rightarrow \mathrm{CaC_2O_4}$ $\mathrm{CaC_2O_4} + \mathrm{H_2SO_4} \rightarrow \mathrm{CaSO_4} + \mathrm{H_2C_2O_4}$ $5\mathrm{H_2C_2O_4} + 2\mathrm{KMnO_4} + 3\mathrm{H_2SO_4} \rightarrow 10\mathrm{CO_2} + 2\mathrm{MnSO_4} + \mathrm{K_2SO_4} + 8\mathrm{H_2O}$
Úloha 2.2	**1b**	Výpočet $\mathrm{Cu^{2+}}$ vo vzorke $m_{Ca^{2+}} = \frac{5}{2} \times c_{KMnO_4} \times V_{KMnO_4} \times M_{\mathrm{Ca}} = \frac{5}{2} \times 0{,}0213 \times 0{,}0211 \times 40{,}08 =$ $= 0{,}0450\ \mathrm{g} = 45\ \mathrm{mg}$ $w = \frac{m_{Ca}}{m_{VZ}} \times 100 = \frac{0{,}0450}{0{,}2435} \times 100 = 18{,}5\%$
Úloha 2.3	**1,5b**	Výpočet koncentrácie manganatých iónov $\mathrm{MnO_4^-} + 8\mathrm{H^+} + 5\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{Mn^{2+}} + 4\mathrm{H_2O}$ $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2}$ $E = E^0 + \frac{0{,}059}{z} \times \log \frac{[\mathrm{ox}]}{[\mathrm{red}]} = E^0 + \frac{0{,}059}{z} \times \log \frac{[MnO_4^-] \times [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$ $1{,}33 = 1{,}51 + \frac{0{,}059}{5} \times \log \frac{0{,}01 \times [1 \times 10^{-2}]^8}{[\mathrm{Mn^{2+}}]}$ $[\mathrm{Mn^{2+}}] = 0{,}0018\ \mathrm{mol.dm^{-3}}$
Úloha 3.1	**0,5b**	$\mathrm{Cu^{2+}} + 2\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{Cu^0}$
Úloha 3.2	**1b**	$\Delta m = 22{,}8782 - 21{,}6345 = 1{,}2437\ \mathrm{g}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{1{,}2437}{63{,}546} = 0{,}0196\ \mathrm{mol}$ $I = \frac{n \times z \times F}{t} = \frac{0{,}0196 \times 2 \times 96485}{2400} = 1{,}57\mathrm{A}$

RIEŠENIA ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** –54. ročník – šk. rok 2017/2018

Školské kolo

Elena Kulichová

Maximálne **50 bodov**

Hodnotenie úloh školského kola z analytickej praxe sa skladá z položiek, ktoré sumarizuje tabuľka:

Pridelený počet bodov	**Časť riešenia**
5 b	Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky: 2 b dodržanie zásad bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu (dbať na používanie okuliarov a rukavíc najmä počas syntézy) 3 b laboratórna technika (príprava roztokov, úprava vzoriek, technika titrácie, technika izolácie produktu)
25b	Riešenie úloh v odpoveďovom hárku zohľadní vykonané operácie, správnosť výpočtov, znalosť chemických dejov a pod. Body sa pridelia podľa autorského riešenia úloh.
20b	Presnosť stanovenia: 10 b Presnosť stanovenia koncentrácie roztoku $KMnO_4$ počet bodov = 10 – 2 x% odchýlky stanovenia 10 b Presnosť stanovenia hmotnosti vápenatých iónov manganometrickou analýzou: počet bodov = 10 – 2 x% odchýlky stanovenia
10 b	Riešenie doplnkových teoretických úloh
60 b	Spolu

Autorské riešenie úloh v odpoveďovom hárku

Dátum:	Meno:	
Počet pridelených bodov		Podpis hodnotiteľa:

Úloha 1	**0,5 b**	Výpočty k príprave štandardného roztoku: $m_{ST} = V_{ST} \times c_{ST} \times M_{ST}$ $m_{ST} = 0{,}1\,dm^3 \times 0{,}05\,mol\,dm^{-3} \times 126{,}07\,g\,mol^{-1} = 0{,}63035\,g$
		Skutočná hmotnosť kyseliny šťaveľovej: m_{ST} =
	1 b	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku $c_{ST} = \frac{m_{ST}}{M_{ST} \times V_{ST}}$
	2 b	Upravené rovnice stanovenia: $Ca^{2+} + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 + 2NH_4^+$ $CaC_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2C_2O_4$ $5\,H_2C_2O_4 + 2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 10\,CO_2 + K_2SO_4 + 8\,H_2O$ **Za riešenie rovníc opisujúcich zrážanie a rozpúšťanie zrazeniny 0,5 b** **Za riešenie redoxnej rovnice 1 b**
Úloha 2	**3,5 b**	Spotreba odmerného roztoku na štandardizáciu:
		Výpočet priemernej hodnoty: Body sa pridelia za vykonanie potrebného počtu aspoň troch akceptovateľných paralelných stanovení (3 x 1 b) a výpočet priemeru (0,5 b):

<table>
<tr><td>Úloha
2</td><td>1 b</td><td colspan="2">Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku :
Koncentráciu odmerného roztoku môže súťažiaci počítať v niekoľkých krokoch, alebo použiť sumárny vzorec:
$c_{ODM} = \frac{2 \times m_{ST1}}{5 \times M_{ST} \times V_{ODM}} \times 0{,}1$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Úloha
3</td><td rowspan="2"></td><td>Paralelná vzorka 1</td><td>Paralelná vzorka 2</td></tr>
<tr><td>Hmotnosť filtračného papiera</td><td>Hmotnosť filtračného papiera</td></tr>
<tr><td>1,5 b</td><td colspan="2">Vysvetlite, prečo je potrebné nechať vyzrážaný produkt stáť 60 minút:
Vyzrážaný produkt sa bude upravovať filtráciou. Aby sa filtráciou dosiahlo kvantitatívne oddelenie zrazeniny, musí mať zrazenina dobre filtrovateľnú formu (čo najväčšie kryštály). To sa dosiahne odstátím (zbalením zrazeniny, počas ktorej dochádza k jej prekryštalizácii (rozpúšťanie malých a tvorba väčších kryštálov)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Úloha
4</td><td rowspan="2">4 b</td><td>Hmotnosť filtračného papiera so zrazeninou</td><td>Hmotnosť filtračného papiera so zrazeninou</td></tr>
<tr><td colspan="2">2b sa pridelí za každé ukončené gravimetrické stanovenie.</td></tr>
<tr><td>2 b</td><td colspan="2">Výpočet hmotnosti vápenatých iónov v pôvodnej vzorke z výsledku gravimetrického stanovenia:
$m(Ca^{2+}) = \frac{m_{GRAV} \times M(Ca^{2+})}{M(CaC_2O_4 \times H_2O)} \times \frac{V_{ZAS}}{V_{PIP}}$
Po dosadení
$m(Ca^{2+}) = \frac{m_{GRAV} \times 40{,}08\ \mathrm{gmol^{-1}}}{146{,}12\ \mathrm{gmol^{-1}}} \times \frac{0{,}1}{0{,}02}$
Body sa pridelia za každý logicky správny a numericky presný výpočet</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="5">Úloha

5</td><td rowspan="2"></td><td>Paralelná vzorka 3</td><td>Paralelná vzorka 4</td></tr>
<tr><td>Spotreba odmerného roztoku $KMnO_4$</td><td>Spotreba odmerného roztoku $KMnO_4$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2 b</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">1 bod sa pridelí za každý výsledok titrácie</td></tr>
<tr><td>1,5 b</td><td colspan="2">Vysvetlite, aký je význam pridávania síranu manganatého do reakčnej zmesi

Manganaté ióny majú funkciu katalyzátora pri stanovení šťaveľanov</td></tr>
<tr><td>2 b</td><td colspan="2">Výpočet hmotnosti vápenatých iónov v pôvodnej vzorke
z výsledku manganometrického stanovenia:
$m(Ca^{2+}) = \frac{5}{2} \times V_{ODM} \times c_{ODM} \times M(Ca^{2+}) \times \frac{V_{ZAS}}{V_{PIP}}$
Body sa pridelia za každý logicky správny a numericky presný výpočet</td></tr>
<tr><td>Úloha

6</td><td>4 b</td><td colspan="2">Výpočet hodnoty x vo vzorci $CaC_2O_4 \cdot x\,H_2O$
$x(H_2O) = \frac{m_{GRAV} - \frac{5}{2} \times V_{ODM} \times c_{ODM} \times M(CaC_2O_4)}{\frac{5}{2} \times V_{ODM} \times c_{ODM} \times M(H_2O)}$
Body sa pridelia za každý logicky správny a numericky presný výpočet</td></tr>
</table>

Autori: Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská, Mgr.Miloslav Melník,
Ing.Elena Kulichová, Ing.Martina Gánovská

Recenzenti:
Ing.Daniel Vašš, Ing. Alena Dolanská
Doc.Ing.Boris Lakatoš, PhD., Ing. Martina Gánovská,
Ing.Eva Ludvigová

Redakčná úprava: Ing.Ľudmila Glosová (vedúca autorského kolektívu)
Slovenská komisia Chemickej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018