SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

54. ročník, školský rok 2017/2018

Kategória EF

Domáce 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

Domáce kolo

Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (8 b) JUNIOR, SENIOR

a)

1,5b $CaMg(CO_3)_2(s) \xrightarrow{t} MgO(s) + CaO(s) + CO_2(g)$

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

b) Obsah Ca a Mg v dolomite:

1b $w(\mathrm{Ca}) = \dfrac{M(\mathrm{Ca})}{M(\mathrm{CaMg(CO_3)_2})} = \dfrac{40{,}078}{184{,}405} = 0{,}2173 \Rightarrow 21{,}7\%$

1b $w(\mathrm{Mg}) = \dfrac{M(\mathrm{Mg})}{M(\mathrm{CaMg(CO_3)_2})} = \dfrac{24{,}305}{184{,}405} = 0{,}1318 \Rightarrow 13{,}2\%$

c) Základom výpočtu je 1t dolomitu z ktorého vypočítame látkové množstvo, ktoré je rovné vzniknutým oxidom Mg a Ca.

0,5b $n(\mathrm{dol}) = \dfrac{m(\mathrm{dol})}{M(\mathrm{dol})} \dfrac{1000\ \mathrm{kg}}{184{,}405\ \mathrm{kg.kmol^{-1}}} = 5{,}4228\ \mathrm{kmol}$

0,5b Platí: $n(\mathrm{dol}) = n(\mathrm{CaO}) = n(\mathrm{MgO}) = n(\mathrm{CO_2})$

0,5b $m(\mathrm{CaO}) = n(\mathrm{dol})\ x\ M(\mathrm{CaO}) = 5{,}4228\ x\ 56{,}078 = 304{,}09\ \mathrm{kg} \Rightarrow 304{,}1\mathrm{kg}$

0,5b $m(\mathrm{MgO}) = n(\mathrm{dol})\ x\ M(\mathrm{MgO}) = 5{,}4228\ x\ 40{,}305 = 218{,}565\ \mathrm{kg} \Rightarrow 218{,}6\ \mathrm{kg}$

0,5b $m(\text{páleného dolomitu}) = m(\mathrm{CaO}) + m(\mathrm{MgO}) = 304{,}1 + 218{,}6 = 522{,}7\mathrm{kg}$

Výpočet je možné realizovať aj odpočítaním vzniknutého CO_2.

d)

0,5b $w(CaO) = \dfrac{m(\mathrm{CaO})}{m(\mathrm{PD})} = \dfrac{304{,}1\mathrm{kg}}{522{,}7\ \mathrm{kg}} = 0{,}5817 \Rightarrow 58{,}2\%$

0,5b $w(\mathrm{MgO}) = \frac{m(\mathrm{MgO})}{m(\mathrm{PM})} = \frac{218{,}6\ \mathrm{kg}}{522{,}7\ \mathrm{kg}} = 0{,}4182 \Rightarrow 41{,}8\%$

e)

1b Roztok bude mať alkalické pH. Dôvodom je, že oxidy kovov alkalických zemín ako vápnika a horčíka vytvárajú zásadotvorné oxidy.

Riešenie úlohy 2 (7b) JUNIOR

a)

1,5 b $\mathrm{HI(aq) + KOH(aq) \rightarrow KI(aq) + H_2O(l)}$

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

1b b) Nakoľko sa jedná o silnú kyselinu aj zásadu, vznikajúca soľ je neutrálna. Zmenu pH do alkalickej oblasti spôsobuje prebytok KOH.

c)

1b $pH = -\log[\mathrm{H^+}]$

1b $[H^+] = 10^{-\mathrm{pH}} = 10^{-9{,}6} = 2{,}51 \times 10^{-10}\ \mathrm{mol}$

d)

2,5b Už zoradené v poradí: HI, HBr ,HCl, HF. (0,5b za každú kyselinu, 0,5b za správne poradie)

Riešenie úlohy 3 (7b) SENIOR

a) A - benzén, B - toluén

0,5b $p = p_A + p_B$

0,5b $p = p_A^\circ \,.\, x_A + p_B^\circ \,.\, x_B$

1b $p = p_A^\circ \,.\, x_A + p_B^\circ \,.\, (1 - x_A) \Rightarrow x_A = \frac{p - p_B^\circ}{p_A^\circ - p_B^\circ}$

0,5b $x_A = \frac{101 - 64{,}1}{157{,}4 - 64{,}1} = 0{,}3955 \Rightarrow 39{,}6\%$

0,5b $x_B = 1 - x_A = 1 - 0{,}3955 = 0{,}6035 \Rightarrow 60{,}4\%$

b)

1b $y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{p_A^\circ \,.\, x_A}{p} = \frac{157{,}4\ \mathrm{Pa} \,.\, 0{,}3955}{101\ \mathrm{Pa}} = 0{,}6163 \Rightarrow 61{,}6\%$

0,5b $y_B = 1 - y_A = 1 - 0{,}6163 = 0{,}3837 \Rightarrow 38{,}4\%$

c)

1b Jedná sa o špecifické zmesi látok, kedy parná a kvapalná fáza má rovnaké zloženie. Preto nie je možné takúto zmes rozdeliť jednoduchou destiláciou.

d)

1,5b kyselina dusičná – 68%, chlorovodíková – 22,2%, sírová – 98%

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

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

Domáce 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) $\times$ 0,6

Riešenie úlohy 1 (4 b - JUNIOR; 4 pb - SENIOR)

1.1 Disociácia (ionizácia) kyseliny octovej vo vodnom roztoku:

0,25 b $CH_3\text{-}COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}COO^- + H_3O^+$

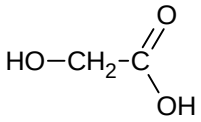
1 b **1.2** $K_a = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$ (0,25 b) $pK_a = -\log K_a$ (0,25 b)

Disociačná konštanta K_a je mierou sily kyseliny. Čím silnejšia je kyselina, tým väčšia je hodnota K_a, resp. menšia hodnota pK_a. (0,25 b)

Hodnoty pre kyselinu octovú: $K_a = 1{,}74.10^{-5}$ $pK_a = 4{,}76$ (0,25 b)

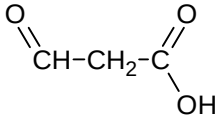
(v závislosti od zdroja informácií sa môžu hodnoty K_a a pK_a mierne odlišovať od vyššie uvedených hodnôt)

1,5 b **1.3** kyselina glykolová – kyselina hydroxyetánová (2-hydroxyetánová)



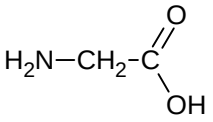
$HO\text{-}CH_2\text{-}COOH$

kyselina glyoxylová – kyselina 3-oxopropánová



$OHC\text{-}CH_2\text{-}COOH$

glycín – kyselina aminoetánová (2-aminoetánová)

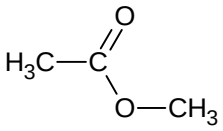


$H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH$

Za každý vzorec a systémový názov po 0,25 b.

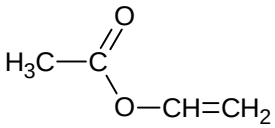
0,25 b **1.4** Vzhľadom na hodnoty pK_a všetkých troch substitučných derivátov sú tieto deriváty silnejšími kyselinami ako kyselina octová (majú nižšiu hodnotu pK_a ako kyselina octová).

1 b **1.5** metylester kyseliny octovej CH_3COOCH_3, CH_3-CO-O-CH_3



(0,25 b)

vinylacetát $CH_3COOCH=CH_2$, CH_3-CO-O-$CH=CH_2$



(0,25 b)

V oboch prípadoch ide o funkčné deriváty (estery kyseliny octovej) (0,5 b).

Riešenie úlohy 2 (5 b - JUNIOR; 5 pb - SENIOR)

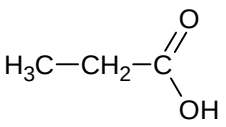
0,25 b **2.1** Glykolýza prebieha v cytoplazme buniek.

0,25 b **2.2** Do druhej fázy glykolýzy vstupuje len glyceraldehyd-3-fosfát (dihydroxyacetónfosfát sa izomerizuje na glyceraldehyd-3-fosfát).

2,25 b **2.3** ATP v glykolýze vzniká pri premene 1,3-bisfosfoglycerátu (al. kyseliny 1,3-bisfosfoglycerovej) (0,5 b) a fosfoenolpyruvátu (al. kyseliny fosfoenolpyrohroznovej) (0,5 b).

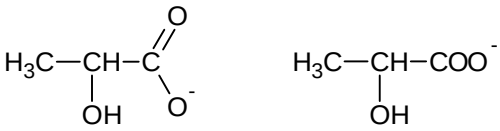
Syntéza ATP týmito reakciami nevyžaduje kyslík a označuje sa ako fosforylácia na substrátovej úrovni (substrátová fosforylácia) (0,25 b).

Kyselina 1,3-bisfosfoglycerová a fosfoenolpyrohroznová sú odvodené od kyseliny propánovej (0,25 b), ktorá má triviálny názov kyselina propiónová (0,25 b)



CH_3-CH_2-COOH (0,5 b).

2,25 b **2.4** Konečným produktom glykolýzy za anaeróbnych podmienok je laktát (0,5 b)



(0,5 b).

Ide o anión kyseliny mliečnej (0,5 b),

čiže kyseliny 2-hydroxypropánovej (0,5 b).

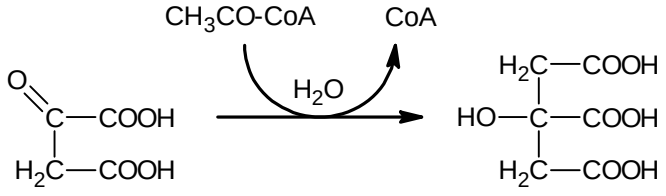
Kyselina mliečna je substitučným derivátom kyseliny propánovej (0,25 b).

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

0,25 b **3.1** Citrátový cyklus prebieha v mitochondriách eukaryotických buniek.

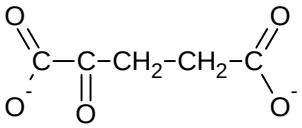
0,5 b **3.2** Primárnou funkciou citrátového cyklu je dehydrogenácia (oxidácia) acetylkoenzýmu A za vzniku redukovaných koenzýmov ($FADH_2$, $NADH+H^+$), ktoré potom poskytujú atómy vodíka (elektróny) dýchaciemu reťazcu.

1,5 b **3.3** Prvou reakciou je aldolová kondenzácia acetylkoenzýmu A s kyselinou oxaloctovou (0,25 b) za vzniku kyseliny citrónovej (0,25 b).



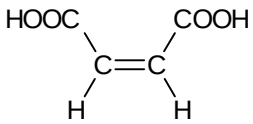
(1 b)

1 b **3.4** Podobne ako pyruvát sa oxidačne dekarboxyluje v citrátovom cykle aj 2-oxoglutarát (0,5 b):



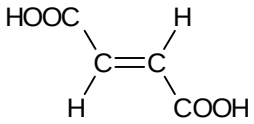
$^-OOC\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COO^-$ (0,5 b)

1,75 b **3.5** Látka **A** vytvára dva konfiguračné izoméry:



kyselina *cis*-buténdiová, k. *cis*-but-2-éndiová, k. (*2Z*)-but-2-éndiová

kyselina maleínová (triv. názov)



kyselina *trans*-buténdiová, k. *trans*-but-2-éndiová, k. (*2E*)-but-2-éndiová

kyselina fumarová (triv. názov)

Za každý vzorec 0,25 b, za každý názov 0,25 b.

Medziproduktom citrátového cyklu je kyselina fumarová (*trans* izomér) (0,25 b).

1 b **3.6** Látka **B** obsahuje asymetrický atóm uhlíka (chirálne centrum), preto ide o optickú izomériu (stereoizomériu) (0,25 b).
V citrátovom cykle vzniká L-izomér (S-izomér) látky **B** (0,25 b).
Látka **B** je kyselina jablčná (kyselina L-jablčná) (0,25 b), jej anión má názov malát (L-malát) (0,25 b).

Riešenie úlohy 4 (10 pb - SENIOR)

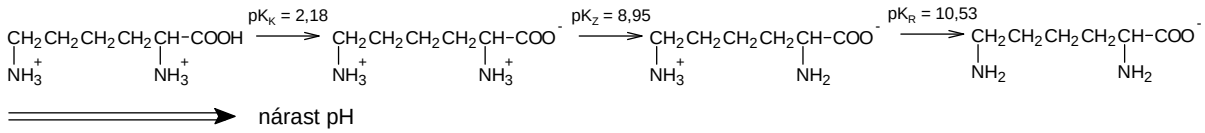
0,5 pb **4.1** Izoelektrický bod pI je taká hodnota pH, pri ktorej je aminokyselina navonok elektroneutrálna (celkový náboj molekuly je nulový).

4.2 Glycín: $pK_K = 2{,}43$ a $pK_Z = 9{,}78$. V prípade aminokyselín s dvoma disociovateľnými skupinami sa izoelektrický bod vypočíta ako priemerná hodnota hodnôt pK_K a pK_Z:

1 pb $$pI = \frac{pK_K + pK_Z}{2} = \frac{2{,}43 + 9{,}78}{2} = \frac{12{,}21}{2} = 6{,}1$$

Izoelektrický bod glycínu je 6,1.

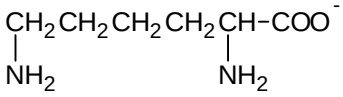
4.3 Disociácia funkčných skupín lyzínu v závislosti od pH:



Približne od hodnoty pH = 11 ($pK_R = 10{,}53$) sa nachádzajú všetky skupiny v disociovanom stave (obe amóniové skupiny aj karboxylová skupina) a preto výsledný náboj molekuly bude záporný (1-).

Štruktúra molekuly lyzínu pri pH = 12:

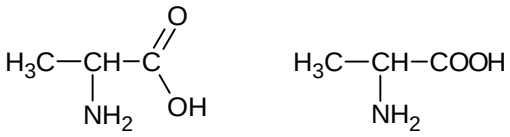
2 pb



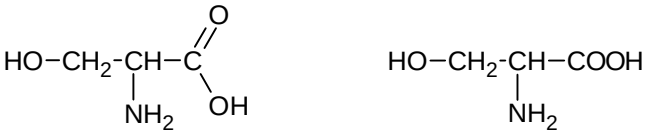
V izoelektrickom bode bude mať lyzín nulový celkový náboj, čomu zodpovedá štruktúra medzi hodnotami pK_Z=8,95 a pK_R=10,53. Preto izoelektrický bod má hodnotu

1 pb $$pI = \frac{pK_Z + pK_R}{2} = \frac{8{,}95 + 10{,}53}{2} = \frac{19{,}48}{2} = 9{,}74\,.$$

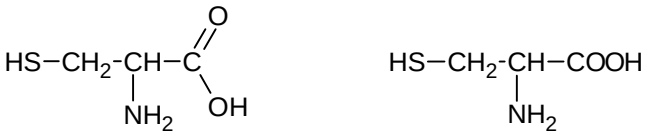
3,75 pb **4.4** Ala – alanín, kyselina 2-aminopropánová



Ser – serín, kyselina 2-amino-3-hydroxypropánová



Cys – cysteín, kyselina 2-amino-3-sulfanylpropánová



Za každý vzorec a systémový názov po 0,5 pb, za triviálne názvy po 0,25 pb.

1,75 pb **4.5** Kyselina oxaloctová – kyselina oxobutándiová (kys. 2-oxobutándiová) (0,5 b).

Hladinu kyseliny oxaloctovej v citrátovom cykle možno doplniť rozkladom kyseliny asparágovej – Asp (0,5 b) a asparagínu – Asn (0,5 b).

Medziprodukty citrátového cyklu použité na syntézu rozličných látok sa dopĺňajú tzv. anaplerotickými („naplňujúcimi“; gr. *ana* – hore, nahor + *pleres* – plný) alebo aj „zasycujúcimi“ reakciami. (0,25 b)

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Domáce kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 60 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) $\times$ 0,167

Riešenie úlohy 1 (5 pb)

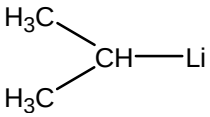
Po 1 pb za správny vzorec alebo názov.

1 pb a) etylnátrium

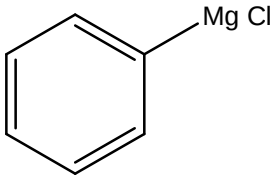
1 pb b) dimetylortuť

1 pb c) hydroxymagnézium bromid

1 pb d)

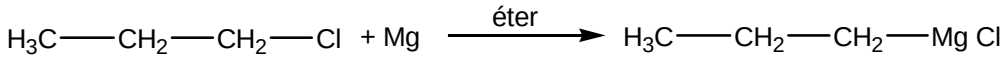


1 pb e)



Riešenie úlohy 2 (5 pb)

1 pb a) Grignardove činidlá

1 pb b) 

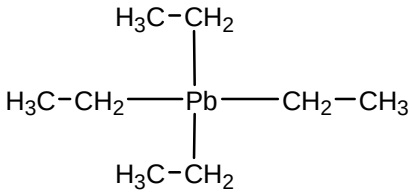
1 pb propylmagnézium chlorid

1 pb c) Áno, prebieha pasivácia – znamená to, že produkt (organohorečnatá zlúčenina) vytvára na povrchu horčíka vrstvičku, ktorá zabraňuje styku reaktantov a tým zastavuje reakciu. (Preto sa do reakčnej zmesi pridáva éter. Ten rozpúšťa vrstvu Grignardovho činidla na horčíku a umožňuje ďalší priebeh reakcie.)

1 pb d) Grignardove činidlo sa pri styku s vodou okamžite rozkladá.

Riešenie úlohy 3 (15 pb)

1 pb a)



4 pb b) $4\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}MgBr + 2\ PbCl_2 \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2)_4\text{-}Pb + 4\ MgBrCl + Pb$

1 pb 1 pb 1 pb

+ 1 pb za vyčíslenie rovnice

5 pb c) $Pb + 4\ Na + 4\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}Cl \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2)_4\text{-}Pb + 4\ NaCl$

1 pb 1 pb 1 pb 1 pb

+ 1 pb za vyčíslenie rovnice

5 pb d) $(CH_3\text{-}CH_2)_4\text{-}Pb + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 10\ H_2O + Pb$

1 pb 1 pb 1 pb

+ 1 pb za vyčíslenie rovnice

$2\ Pb + O_2 \rightarrow 2\ PbO$

1 pb

Riešenie úlohy 4 (10 pb)

5 pb a) $CH_3\text{—}CH_2\text{—}Cl + 2\ Na \xrightarrow{\text{éter}} CH_3\text{—}CH_2\text{—}Na + NaCl$

1 pb 1 pb 1 pb 1 pb

+ 1 pb za vyčíslenie rovnice

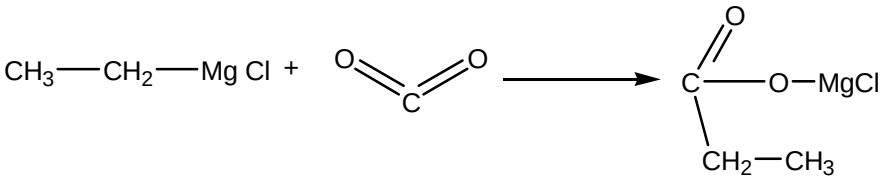
3 pb $CH_3\text{-}CH_2\text{-}Na + CH_3\text{—}CH_2\text{—}Cl \xrightarrow{\text{éter}} H_3C\text{-}CH_2\text{—}CH_2\text{—}CH_3 + NaCl$

1 pb 1 pb 1 pb

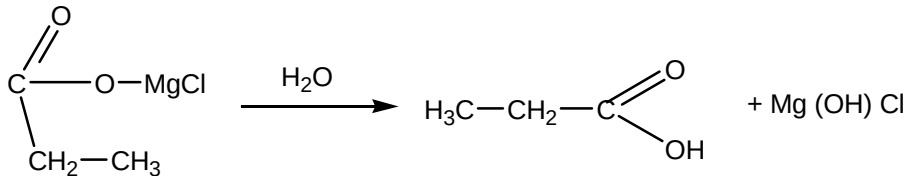
1 pb b) $2\ CH_3\text{—}CH_2\text{—}Cl + 2\ Na \xrightarrow{\text{éter}} H_3C\text{-}CH_2\text{—}CH_2\text{—}CH_3 + 2\ NaCl$

1 pb c) Nie. Takýmto spôsobom sa dajú pripraviť len uhľovodíky s párnym počtom uhlíkov v molekule.

Riešenie úlohy 5 (5 pb)



1 pb 1 pb



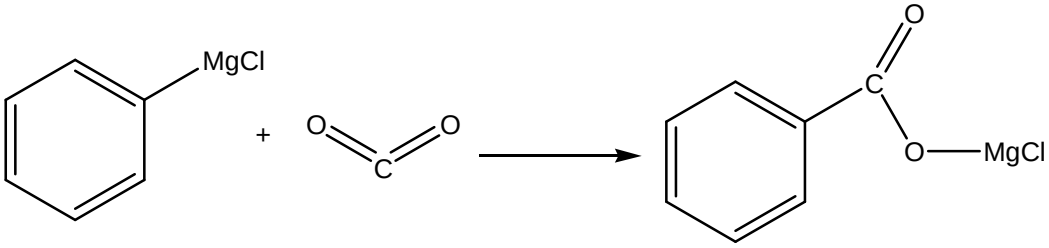
1 pb 1 pb 1 pb

Riešenie úlohy 6 (10 pb)

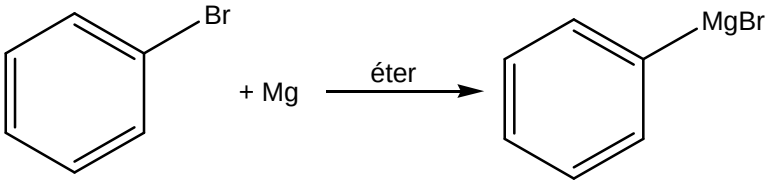
Po 1 pb za každú správne doplnenú látku:

2 pb a) $CH_3–CH_2–CH_2$-MgCl + KOH → $CH_3–CH_2–CH_2$-K + Mg(OH)Cl

1 pb b)



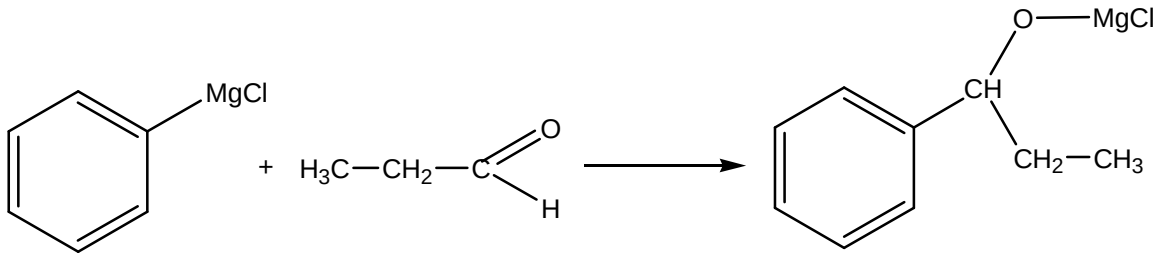
1 pb c)



2 pb d)

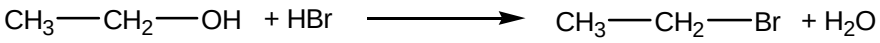
1 pb e) 2 CH_3-CH_2-CH_2-Br + 2 Na → CH_3-$(CH_2)_4$-CH_3 + 2 NaBr

1 pb f)

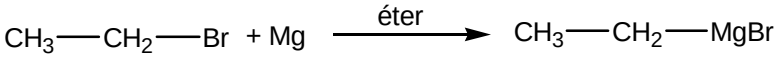


2 pb g) $2\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}MgI + HgCl_2 \rightarrow 2\ MgICl + CH_3\text{-}CH_2\text{-}Hg\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

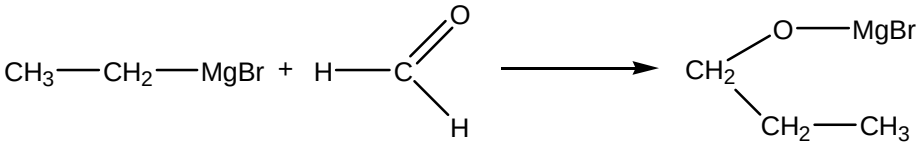
Riešenie úlohy 7 (10 pb)



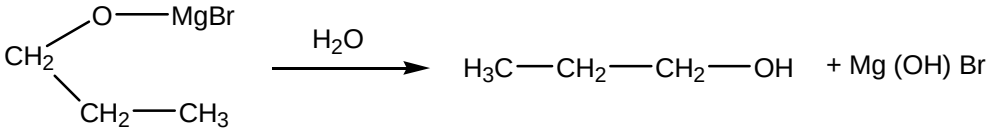
1 pb 1 pb 1 pb



1 pb 1 pb 1 pb



1pb 1 pb



1 pb 1 pb

Poznámka: Je možné použiť aj HI, prípadne HCl.

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

Domáce kolo

Martina Gánovská

Maximálne **20 pb = 10 bodov** **1 pb = 0,5b** Doba riešenia nie je obmedzená

Úloha 1.1	**1pb**	$Cu^{2+} + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + 2Na^+$ $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t} CuO + H_2O$ $Cu^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow Cu\,CO_3 + 2\,Na^+$ $CuCO_3 \xrightarrow{t} CuO + CO_2$
Úloha 1.2	**2pb** **1pb**	Výpočet rozpustnosti oboch zrazenín $Cu(OH)_2 \rightarrow Cu^{2+} + 2\,OH^-$ $Ks = [Cu^{2+}] \times [OH^-]^2$ $[Cu^{2+}] = c\,,\ [OH^-] = 2c$ $Ks = c \times (2 \times c)^2 = 4\,c^3$ $c = \sqrt[3]{\frac{Ks}{4}} = \sqrt[3]{\frac{5{,}6 \times 10^{-20}}{4}} = 2{,}4 \times 10^{-7}\,\text{mol}\,.\text{dm}^{-3}$ $CuCO_3 \rightarrow Cu^{2+} + CO_3^{2-}$ $[Cu^{2+}] = [CO_3^{2-}]$ $pKs = -\log Ks$, po dosadení $Ks = 10^{-Ks} = 10^{-9{,}86} = 1{,}4 \times 10^{-10}$ $Ks = [Cu^{2+}] \times [CO_3^{2-}] = c^2$ $c = \sqrt{Ks} = \sqrt{1{,}4 \times 10^{-10}} = 1{,}18 \times 10^{-5}\,\text{mol}\,.\text{dm}^{-3}$
Úloha 1.3	**0,5pb**	Menej rozpustná je zrazenina $Cu(OH)_2$
Úloha 1.4	**0,5pb** **1pb**	Výpočet koncentrácie vápenatých a uhličitanových iónov v $mol.dm^{-3}$, $g.dm^{-3}$ $[Cu^{2+}] = c = 1{,}18 \times 10^{-5}\,\text{mol}\,.\text{dm}^{-3}$ $[CO_3^{2-}] = c = 1{,}18 \times 10^{-5}\,\text{mol}\,.\text{dm}^{-3}$ $c_m = c \times M = 1{,}18 \times 10^{-5} \times 63{,}546 = 7{,}5 \times 10^{-4}\,\text{g}\,.\text{dm}^{-3}$ $c_m = c \times M = 1{,}18 \times 10^{-5} \times 60{,}01 = 7{,}08 \times 10^{-4}\,\text{g}\,.\text{dm}^{-3}$
Úloha 1.5	**1pb**	Výpočet rozpustnosti zrazeniny hydroxidu meďnatého v hydroxide sodnom s koncentráciou 0,1 mol. dm^{-3} a v roztoku s *pH* =10 Koncentrácia hydroxidu v roztoku bude

	1pb **1pb**	$[OH^-] = [OH^-]_{Cu(OH)_2} + [OH^-]_{NaOH}$, keďže koncentrácia $[OH^-]_{Cu(OH)_2}$ je oveľa menšia ako je koncentrácia hydroxidu sodného je možné ju zanedbať a $[OH^-] = [OH^-]_{NaOH} = 0{,}1\ \text{mol.dm}^{-3}$ $Ks = [Cu^{2+}] \times [OH^-]^2$ $c = \frac{Ks}{[OH^-]^2} = \frac{5{,}6 \times 10^{-20}}{0{,}1^2} = 5{,}6 \times 10^{-18}\ \text{mol.dm}^{-3}$ Pre roztok s *pH* = 10 $pOH = 14 - pH = 14 - 10 = 4$ $[OH^-] = 1 \times 10^{-4}\ \text{mol.dm}^{-3}$ $Ks = [Cu^{2+}] \times [OH^-]^2$ $c = \frac{Ks}{[OH^-]^2} = \frac{5{,}6 \times 10^{-20}}{(1 \times 10^{-4})^2} = 5{,}6 \times 10^{-12}\ \text{mol.dm}^{-3}$
Úloha 1.6	**1pb**	Výpočet hmotnosti uhličitanu rozpusteného počas premývania a percentuálny úbytok zrazeniny Molárnu rozpustnosť ste vypočítali v úlohe 1.2 $Ks = [Cu^{2+}] \times [CO_3^{2-}] = c^2$ $c = \sqrt{Ks} = \sqrt{1{,}4 \times 10^{-10}} = 1{,}18 \times 10^{-5}\ \text{mol.dm}^{-3}$ Množstvo uhličitanu meďnatého rozpusteného v 300 cm^3 vody: $m = c \times M \times V = 1{,}18 \times 10^{-5} \times 123{,}555 \times 0{,}3 = 4{,}374 \times 10^{-4}\ \text{g}$, čo predstavuje 0,22% z 0,2g
Úloha 1.7	**1pb**	Výpočet hmotnosti a percentuálneho obsahu medi stanovenej pomocou hydroxidu sodného $m = m_{VP} \times f = m_{VP} \times \frac{M(\text{Cu})}{M(\text{CuO})} =$ $= 0{,}2788 \times \frac{63{,}546}{79{,}545} = 0{,}2788 \times 0{,}7989 = 0{,}2227\text{g}$ $p = \frac{m}{m_N} \times 100 = \frac{0{,}2227}{2{,}7324} \times 100 = 8{,}15\%$
Úloha 1.8	**1pb**	Výpočet hmotnosti a percentuálneho obsahu medi stanovenej pomocou uhličitanu sodného $m = m_{VP} \times f = m_{VP} \times \frac{M(\text{Cu})}{M(\text{CuO})} = 0{,}1988 \times \frac{63{,}546}{79{,}545} =$ $0{,}1988 \times 0{,}7989 = 0{,}1588\ \text{g}$

		$p = \frac{m}{m_N} \times 100 = \frac{0{,}1588\ \text{g}}{1{,}9823\ \text{g}} \times 100 = 8{,}01\%$
Úloha 2.1	**1pb**	$Cu_2O + Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2CuSO_4 + 2FeSO_4 + H_2O$ $10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 +$ $+ K_2SO_4 + 8H_2O$
Úloha 2.2	**0,5pb**	Kyselina fosforečná sa používa na maskovanie vzniknutého síranu železitého, s ktorým tvorí bezfarebný komplex. Ak by sme ju nepoužili, odčítanie ekvivalentného bodu bez použitia indikátora by bolo nepresné.
Úloha 2.3	**0,5pb** **1pb**	$5H_2C_2O_4 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$ Výpočet návažku základnej látky potrebnej na štandardizáciu $m(H_2C_2O_4) = \frac{5}{2} \times c(KMnO_4) \times V(KMnO_4) \times M(H_2C_2O_4) =$ $= \frac{5}{2} \times 0{,}01 \times 0{,}025 \times 126{,}03 = 0{,}0788\ \text{g}$
Úloha 2.4	**1pb**	Výpočet množstva oxidu meďného vo vzorke $m(Cu) = 5 \times c(KMnO_4) \times V(KMnO_4) \times M(Cu_2O) =$ $= \frac{5 \times 0{,}01231 \times 0{,}0125 \times 143{,}09}{2} = 0{,}05504 = 55\ \text{mg}$ $w = \frac{m(Cu_2O)}{m_{VZ}} \times 100 = \frac{0{,}0550}{0{,}5233} \times 100 = 10{,}5\%$
Úloha 2.5	**2pb**	Výpočet redoxného potenciálu sústavy MnO_4^-/Mn^{2+} $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ $[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3}$ $E = E^0 + \frac{0{,}059}{z} \times \log\frac{[ox]}{[red]} = E^0 + \frac{0{,}059}{z} \times \log\frac{[MnO_4^-] \times [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$ $E = 1{,}51 + \frac{0{,}059}{5} \times \log\frac{[MnO_4^-] \times (1 \times 10^{-3})^8}{[Mn^{2+}]} = 1{,}23\ \text{V}$
Úloha 3.1	**1pb**	Výpočet času $n = \frac{I \times t}{z \times F}$ $n = \frac{m}{M} = \frac{0{,}0976}{63{,}546} = 1{,}53 \times 10^{-3}\ \text{mol}$ $t = \frac{n \times z \times F}{I} = \frac{1{,}53 \times 10^{-3} \times 2 \times 96485}{0{,}5} = 593\ \text{s} = 9\ \text{min}\ 53\ \text{s}$

Úloha 3.2	**1pb**	Výpočet koncentrácie $n = \frac{I \times t}{z \times F} = \frac{0{,}5 \times 480}{2 \times 96485} = 1{,}24 \times 10^{-3}$ mol pri účinnosti elektrolýzy 98% je to $1{,}27 \times 10^{-3}$ mol $c(\mathrm{Cu}^{2+}) = \frac{n}{V} = 0{,}0254$ mol.dm^{-3}

RIEŠENIA ÚLOH Z ANALYTICKEJ PRAXE

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

Domáce kolo

Elena Kulichová

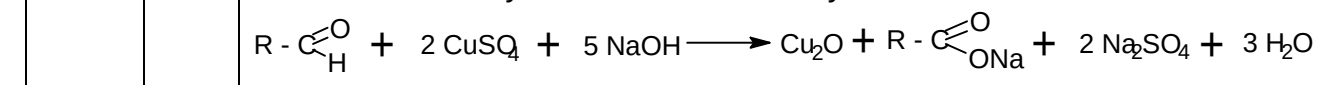
Maximálne **120 pb = 60 bodov** **1 pb = 0,5b** Doba riešenia nie je limitovaná

Hodnotenie úloh z analytickej praxe sa potom skladá z nasledujúcich zložiek:

Pridelený počet bodov	Časť riešenia
10 pb	Hodnotenie všeobecných zručností a laboratórnej techniky: 5 pb dodržanie zásad bezpečnosti a hygieny práce v laboratóriu 5 pb laboratórna technika (príprava roztokov, úprava vzoriek, technika titrácie, izolácia produktu)
66 pb	Riešenie úloh v odpoveďovom hárku I zohľadní vykonané operácie, správnosť výpočtov, znalosť chemických dejov a pod. Body sa pridelia podľa autorského riešenia úloh.
24 pb	Presnosť stanovenia: 12 pb Presnosť stanovenia hmotnostnej koncentrácie glukózy odmernou analýzou: počet bodov = 12 – 0,5 x % odchýlky stanovenia 12 pb Presnosť stanovenia hmotnostnej koncentrácie glukózy gravimetrickou analýzou: počet bodov = 12 – 0,5 x % odchýlky stanovenia
20 pb	Riešenie doplnkových úloh v odpoveďovom hárku II:
120 pb	**Spolu za analytickú prax**

Autorské riešenie úloh odpoveďového hárku I z analytickej PRAXE

Škola:	
Meno súťažiaceho:	
Celkový počet pridelených bodov:	Podpis hodnotiteľa:

Úloha 1.1	**6 pb**	Redukcia meďnatých solí účinkom aldózy:  Reakcia oxidu meďného so železitými soľami: $Cu_2O + Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2\ CuSO_4 + 2\ FeSO_4 + H_2O$ Manganometrické stanovenie železnatých solí: $10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ MnSO_4 + 5\ Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8\ H_2O$	
Úloha 2.1	**1 pb**	Výpočet hmotnosti $H_2C_2O_4$ na prípravu štandardného roztoku: $m_{ST} = c \times V \times M$ po vyčíslení $m_{ST} = 0{,}1\,\mathrm{dm^3} \times 0{,}05\,\mathrm{mol\,dm^{-3}} \times 126{,}07\,\mathrm{g\,mol^{-1}} = 0{,}6304\,\mathrm{g}$ Body sa pridelia za ľubovoľný správny postup výpočtu.	
		Hmotnosť dihydrátu kyseliny šťaveľovej skutočne použitá na prípravu štandardného roztoku:	m_{ST1} =
	1 pb	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku: $c_{ST} = \frac{m_{ST1}}{V \times M_{ST1}}$ po dosadení $c_{ST} = \frac{m_{ST1}}{0{,}1\,\mathrm{dm^3} \times 126{,}07\ \mathrm{g\,mol^{-1}}}$	
Úloha 2.3	**1 pb**	Výpočet objemu zásobného roztoku $KMnO_4$ na prípravu odmerného roztoku: $V_{ZAS} = \frac{V_{ODM} \times c_{ODM}}{c_{ZAS}}$ po vyčíslení $V_{ZAS} = \frac{0{,}25\,\mathrm{dm^3} \times 0{,}01\,\mathrm{mol\,dm^{-3}}}{0{,}05\ \mathrm{mol\,dm^{-3}}} = 0{,}05\,\mathrm{dm^3}$ Body sa pridelia za ľubovoľný správny postup výpočtu.	

<table>
<tr><td rowspan="3">Úloha 3.1</td><td>6 pb</td><td colspan="3">Spotreba odmerného roztoku na štandardizáciu:</td></tr>
<tr><td></td><td>V_1</td><td>V_2</td><td>V_3</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Za vykonanie jednej titrácie sa pridelia 2 pb, maximálne 6 pb</td></tr>
<tr><td></td><td>1 pb</td><td colspan="3">Výpočet priemeru:
Použije sa aritmetický priemer stanovení: $V_{ODM} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Úloha 3.2</td><td>2 pb</td><td colspan="3">Rovnica štandardizácie:</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">$5\ H_2C_2O_4 + 2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ MnSO_4 + 10\ CO_2 + K_2SO_4 + 8\ H_2O$
Body sa pridelia aj za inú správnu formu zápisu reakcie.</td></tr>
<tr><td>4 pb</td><td colspan="3">Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku :
$c_{ODM} = \frac{2 \times c_{ST} \times 0{,}01\,\mathrm{dm}^3}{5 \times V_{ODM}}$
Body sa pridelia za ľubovoľný správny postup výpočtu.</td></tr>
<tr><td>Úloha 4</td><td></td><td colspan="2">Hmotnosť vzorky glukózového sirupu m_{SIRUP} =</td><td>m_{SIRUP} =</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Úloha 5.6</td><td rowspan="4">8 pb</td><td colspan="3">Spotreba odmerného roztoku na stanovenie vzorky:</td></tr>
<tr><td>V_{VZ1}</td><td colspan="2">V_{VZ2}</td></tr>
<tr><td colspan="3">4 pb body sa pridelia za každú dokončenú analýzu zásobného roztoku vzorky, max. 8 pb</td></tr>
<tr><td colspan="3">Výpočet priemeru $V_1 = \frac{V_{VZ1} + V_{VY2}}{2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Úloha 5.7</td><td rowspan="4">8 pb</td><td colspan="3">Spotreba odmerného roztoku na slepý pokus</td></tr>
<tr><td>V_{SL1}</td><td colspan="2">$V_{SLI'}$</td></tr>
<tr><td colspan="3">4pb sa pridelia za každý dokončený slepý pokus, max. 8pb miesto</td></tr>
<tr><td colspan="3">Výpočet priemeru $V_2 = \frac{V_{SL1} + V_{SL2}}{2}$</td></tr>
<tr><td>Úloha 5.8</td><td>3 pb</td><td colspan="3">Výpočet hmotnosti meďnatých katiónov získaných redukčným účinkom glukózy:
Na výpočet sa použije vzťah: $m_{Cu} = (V_2 - V_1) \times c_{ODM} \times 5 \times 63{,}54\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="3">Úloha 5.9</td><td>1 pb</td><td colspan="2">Priradená hodnota hmotnosti glukózy z Bertrandovej tabuľky</td><td>m_{GLUK} =</td></tr>
<tr><td colspan="4">Body sa pridelia za numericky správnu hodnotu uvedenú v korektných jednotkách</td></tr>
<tr><td>4 pb</td><td colspan="3">Výpočet hmotnostného zlomku glukózy glukózovom sirupe
$w = \frac{m_{GLUK} \times \frac{V_{ZAS}}{V_{VZ}}}{m_{SIRUP}}$
Body sa pridelia za ľubovoľný správny postup výpočtu.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Úloha 6.5</td><td>3 pb</td><td colspan="3">Opis vlastností produktu:
Pri správnom postupe je produkt tuhá kryštalická látka, červenohnedej farby, vo vode prakticky nerozpustný.
Na povrchu zrazeniny sa môže vyskytovať modrý povlak.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3 pb</td><td colspan="2">Hmotnosť filtračného téglika</td><td>$m = m_T$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hmotnosť filtračného téglika s produktom</td><td>$m = m_{TP}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hmotnosť produktu</td><td>$m = m_{TP} - m_T$</td></tr>
<tr><td>4 pb</td><td colspan="3">Výpočet hmotnosti Cu prepočítanej na 10 cm^3 vzorky
$m_{Cu} = m \times \frac{2 \times M(Cu)}{M(Cu_2O)} \times \frac{10}{25}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Úloha 6.6</td><td>1 pb</td><td colspan="2">Priradená hodnota hmotnosti glukózy z Bertrandovej tabuľky</td><td>m_{GLUK} =</td></tr>
<tr><td>2 pb</td><td colspan="3">Výpočet hmotnostného zlomku glukózy c glukózovom sirupe
$w = \frac{m_{GLUK} \times \frac{V_{ZAS}}{V_{VZ}}}{m_{SIRUP}}$</td></tr>
<tr><td>Úloha 7.1</td><td colspan="2">2 pb</td><td colspan="2">Porovnanie výsledkov:
Výsledky oboch spôsobov stanovenia môžu byť zhodné, môžu byť zaťažené malou alebo väčšou chybou, alebo sa môžu zásadne odlišovať. Súťažiaci by sa mali naučiť rozlíšiť:
Pozitívnu a negatívnu odchýlku, vzájomnú odchýlku stanovení a presnosť stanovenia voči skutočnej hodnote (hodnote, ktorá vyplýva z prípravy vzorky alebo „master“ hodnoty)
Body sa pridelia za uvedenie korektného hodnotenia</td></tr>
</table>

Úloha 7.2	**3 pb**	Zdroje chýb v gravimetrickom stanovení : a) Nedostatočne dekantovaný oxid meďný spôsobí pozitívnu odchýlku stanovenia b) Nedosušený oxid meďný spôsobí pozitívnu odchýlku stanovenia c) Straty vznikajúce nekvantitatívnou manipuláciou s produktom spôsobia negatívnu odchýlku stanovenia d) Vlhký oxid meďný sa na vzduchu ľahko oxiduje na hydroxid meďnatý: $2\ Cu_2O + 4\ H_2O + O_2 \longrightarrow 4\ Cu(OH)_2$ Oxidácia spôsobí pozitívnu odchýlku stanovenia 1 pb sa pridelí za uvedenie každého relevantného zdroja chýb, max. 3 pb
Úloha 7.3	**2 pb**	Ktoré vlastnosti vážiteľného produktu má/nemá oxid meďný: a) Oxid meďný má definované zloženie (požadovaná vlastnosť vážiteľného produktu) a známu molekulovú hmotnosť b) Oxid meďný sa dá získať v separovateľnej a izolovateľnej forme (požadovaná vlastnosť vážiteľného produktu) c) Oxid meďný nie je celkom stabilný za podmienok sušenia (možná oxidácia na hydroxid meďnatý) 1 pb sa pridelí za uvedenie každej relevantnej vlastnosti , max. 2 pb

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 2017