

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

57. ročník, školský rok 2020/2021

Kategória EF

Školské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 57. ročník – školský rok 2020/2021

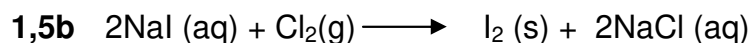
Školské kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR) (7,5 b)

a)



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

b)

0,25b $M(\text{Cl}_2) = 70,905 \text{ g.mol}^{-1}$

0,25b $M(\text{I}_2) = 253,808 \text{ g.mol}^{-1}$

1b
$$n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{257 \text{ g}}{253,808 \text{ g.mol}^{-1}} = 1,012 \text{ mol}$$

0,5b $n(\text{I}_2) = n(\text{Cl}_2)$

1b $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times M(\text{Cl}_2) = 1,012 \text{ mol} \times 70,905 \text{ g.mol}^{-1} = 71,8 \text{ g}$

c)

0,25b $M(\text{NaCl}) = 58,442 \text{ g.mol}^{-1}$

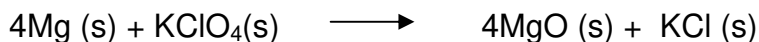
1,75b
$$w(\text{Na}) = \frac{M(\text{Na})}{M(\text{NaCl})} = \frac{22,989 \text{ g.mol}^{-1}}{58,442 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,3933 = 39,3 \%$$

d)

1b Pridáva sa do kuchynskej soli.

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

a)



1,5b Za správny zápis reaktantov 0,5b a produktov je 0,5 b, za koeficienty 0,5 b.

b)

0,5b $\Delta H_r = \Delta H_{\text{prod}} - \Delta H_{\text{reakt}}$

1,5b $\Delta H_r = (4 \times (-603,7) + (-541,3)) - (-831,1 + 4 \times 0) = -2125 \text{ kJ/mol}$

c)

0,5b $n(\text{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{16,7 \text{ g}}{24,3 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,6872 \text{ mol}$

0,5b rozsah reakcie $\zeta = \frac{n(\text{Mg})}{4} = \frac{0,6872 \text{ mol}}{4} = 0,1718 \text{ mol}$

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

1b $Q = -2125 \text{ kJ.mol}^{-1} \times 0,1718 \text{ mol} = -365,1 \text{ kJ}$

d)

1,5b oxidačné stupne sú: -I, I, III, V, VII (0,3b za každú správnu odpoveď)

Riešenie úlohy 3 (SENIOR) (7,5b)

a) A-butanol, B - heptán

1b $p = p_A + p_B$

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

0,5b $p = p_A^\circ \cdot x_A + p_B^\circ \cdot (1 - x_A)$

1b $p = 42,5 \text{ kPa} \cdot 0,28 + 110,5 \text{ kPa} \cdot (1 - 0,28) = \mathbf{91,46 \text{ kPa}}$

b)

0,5b $y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{p_A^\circ \cdot x_A}{p}$

1b $y_A = \frac{42,5 \text{ kPa} \cdot 0,28}{91,46 \text{ kPa}} = 0,1301 = 13\%$

1b $y_B = 1 - x_A = 1 - 0,13 = 0,87, \mathbf{87\%}$

c)

1b Roztok nebude vriieť. Tlak nad kvapalinou je menší ako atmosférický (101,325 kPa)

d)1b Nižšiu teplotu varu má heptán, pretože má vyšší tlak nasýtených pár.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Školské kolo

Ing. Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 16 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,625

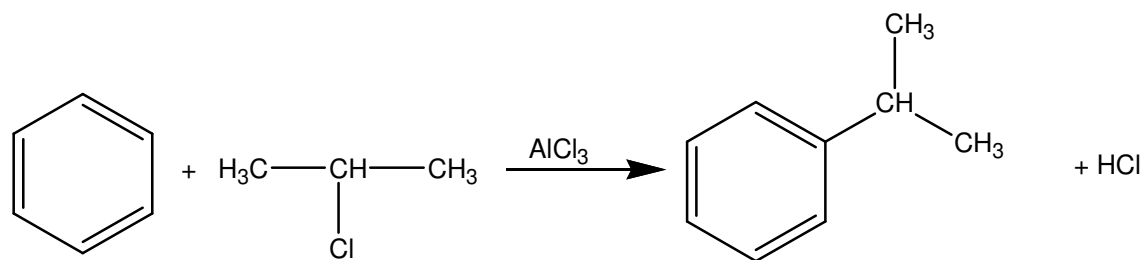
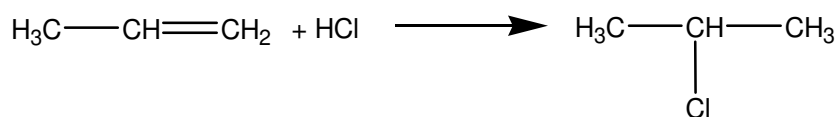
Riešenie úlohy 1 (3 pb)

Po 1 pb za správny názov alebo vzorec.

- a) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Br}$
- b) HCl_3
- c) $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$

Riešenie úlohy 2 (6 pb)

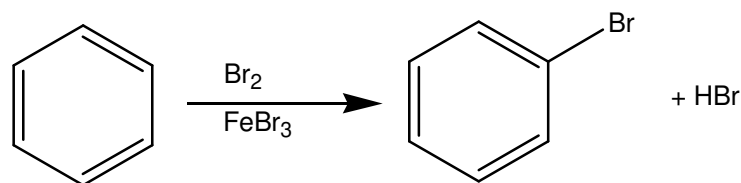
2 pb za každú správne doplnenú látku.



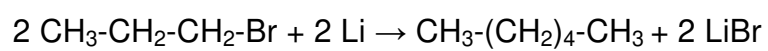
Riešenie úlohy 3 (7 pb)

1 pb za každú správne doplnenú látku.

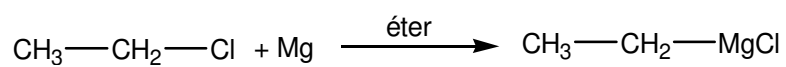
2 pb a)



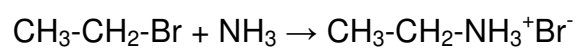
3 pb b) 2 pb za doplnené produkty + 1 pb za vyčíslenie rovnice



1 pb c)



1 pb d)



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 57. ročník – školský rok 2020/2021

Školské kolo

Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b).

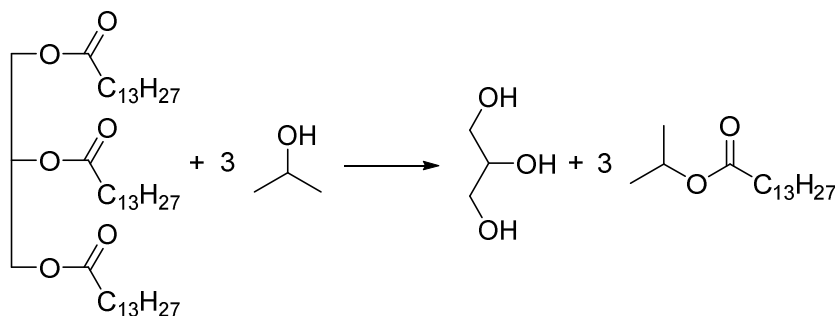
Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

2,25b **1.1** Za každú správnu odpoveď prideliť 0,25b.

Počet atómov uhlíka	Systémový názov	Triviálny názov	Vzorec
12	Kyselina dodekánová	Kyselina laurová	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$
18	Kyselina oktadekánová	Kyselina stearová	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$
16	Kyselina hexadekánová	Kyselina palmitová	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$

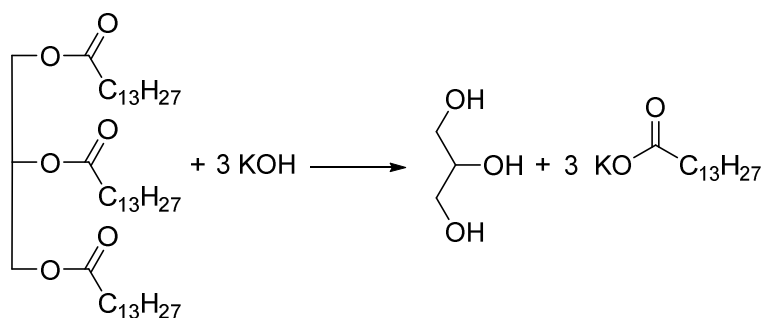
0,5b **1.2** Kyselina tetradekánová (0,25b)
 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$ (0,25b)

1b **1.3** Za každý správne napísaný vzorec prideliť 0,25b.



0,25b **1.4** Glycerol.

1b **1.5** Za každý správne napísaný vzorec prideliť 0,25b.



1b **1.6** Molekulový vzorec triglyceridu kyseliny myristovej (TKM) je $\text{C}_{45}\text{H}_{86}\text{O}_6$.
Mólová hmotnosť TKM je $M(\text{TKM}) = 722 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Z rovnice v úlohe 1.5 vyplýva:

$$n(\text{KOH}) = 3 \times n(\text{TKM})$$

$$m(\text{KOH}) = \frac{3 \times n(\text{TKM}) \times M(\text{KOH})}{M(\text{TKM})} = \frac{3 \times 1 \text{ g} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{722 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,233 \text{ g}$$

$$(0,5b) \quad m(\text{KOH}) = 0,233 \text{ g} = 233 \text{ mg}$$

číslo zmydelnenia ČZ :

$$(0,5b) \quad \text{ČZ} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{tuk})} = \frac{233 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 233$$

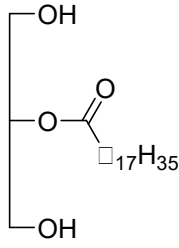
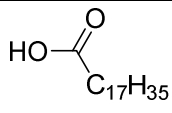
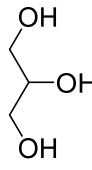
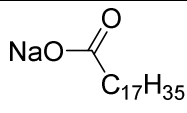
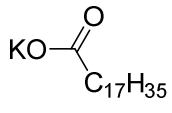
Číslo zmydelnenia TKM je 233.

0,5b **1.7** Tuky (oleje) obsahujú rôzne mastné kyseliny. Sú zmesou rôznych triacylglycerolov a často obsahujú aj monoacylglyceroly a diacylglyceroly.

0,5b **1.8** Prítomnosť voľnej kyseliny zvýši hodnotu čísla zmydelnenia.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR, 8b)

5b 2.1 Za každý správny vzorec a názov prideliť 0,5b.

A	2-Stearyl glycerol	
B	Kyselina stearová	
C	Glycerol	
D	Stearan sodný	
E	Stearan draselný	

0,5b 2.2 Zmydelnenie.

0,25b 2.3 Esterová väzba.

0,25b 2.4 Hydrolýza.

0,25b 2.5 Všetky.

0,5b 2.6 Mazľavé mydlo.

1b 2.7 Najskôr vypočítame hmotnosť spotrebovaného KOH.

$$m(\text{KOH}) = c(\text{KOH}) \times V(\text{KOH}) \times M(\text{KOH}) \quad (0,5b)$$

$$m(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0,016 \text{ dm}^3 \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{KOH}) = 8,96 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,96 \text{ mg}$$

číslo kyslosti ČK

$$\text{ČK} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{olej})} = \frac{8,96 \text{ mg}}{10 \text{ g}} = 0,896 \quad (0,5b)$$

Číslo kyslosti oleja je 0,896. Olej vyhovuje norme.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

- 0,25b** **3.1** V matrice mitochondrií.
- 0,25b** **3.2** ATP.
- 0,25b** **3.3** β -Oxidácia, alebo Lynenova špirála.
- 0,5b** **3.4** $\text{NADH} + \text{H}^+$ (0,25b), FADH_2 (0,25b)
- 2b** **3.5** Za každú správnu odpoveď prideliť 0,5b.

5	Určuje počet molekúl ATP, ktoré sa uvoľnia regeneráciou redukovaných koenzýmov z jedného cyklu β -oxidácie. V jednom cykle β -oxidácie vznikne 1 molekula $\text{NADH} + \text{H}^+$ a 1 molekula FADH_2 .
$\frac{n}{2} - 1$	Určuje, koľkokrát prejde molekula mastnej kyseliny β -oxidáciou. Uhlíkový reťazec mastnej kyseliny sa postupne skracuje o dva uhlíky až zostane štvoruhlíkový reťazec z ktorého vzniknú dve molekuly acetylkoenzýmu A.
12	Počet molekúl ATP, ktoré vzniknú z jednej molekuly acetylkoenzýmu A v koncovom dýchacom reťazci.
-2	Molekula mastnej kyseliny sa musí pred vstupom do β -oxidácie aktivovať. Na aktiváciu sa spotrebujú dve molekuly ATP, ktoré musíme na začiatku dodať.

3b 3.6

Z jednej molekuly kyseliny stearovej vznikne 9 molekúl acetylkoenzýmu A, 8 molekúl FADH_2 a 8 molekúl $\text{NADH} + \text{H}^+$.

Oxidácia 9 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	9 x 12ATP	+108ATP
Regenerácia 8 molekúl FADH_2 v dýchacom reťazci	8 x 2ATP	+16ATP
Regenerácia 8 molekúl $\text{NADH} + \text{H}^+$ v dýchacom reťazci	8 x 3ATP	+24ATP
Aktivácia molekuly kyseliny stearovej		-2ATP
	Spolu:	146

Z jednej molekuly kyseliny olejovej vznikne 9 molekúl acetylkoenzýmu A, 7 molekúl FADH_2 a 8 molekúl $\text{NADH}+\text{H}^+$.

Oxidácia 9 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	9 x 12ATP	+108ATP
Regenerácia 7 molekúl FADH_2 v dýchacom reťazci	7 x 2ATP	+14ATP
Regenerácia 8 molekúl $\text{NADH}+\text{H}^+$ v dýchacom reťazci	8 x 3ATP	+24ATP
Aktivácia molekuly kyseliny stearovej		-2ATP
	Spolu:	144

0,75b 3.7 Kyselina olejová obsahuje jednu dvojitú väzbu. Uhlíkový reťazec mastnej kyseliny sa pri β -oxidácii postupne skracuje o dva uhlíky. Keď príde na rad časť s dvojitou väzbou, nasleduje priamo hydratácia. V jednom cykle sa preto neuvoľní jedna molekula FADH_2 .

RIEŠENIE DOPLKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória **EF** – 57. ročník – šk. rok 2020/2021

Školské kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne = **10 bodov**

Doba riešenia 30 minút

Úloha 1.1	1b 0,5b	Pre slabú kyselinu platí: $pH = \frac{1}{2}pK_a - \frac{1}{2} \log c(HA)$ je známe pH, K_a, zo vzťahu treba vyjadriť $c(HA)$ $c(HA) = 10^{2 \times (\frac{1}{2}pK_a - pH)} = 10^{(pK_a - 2 \times pH)} = 10^{(4,75 - 2 \times 2,585)} = 0,380 \text{ mol.dm}^{-3}$ to znamená, že bola pripravená 0,380 molárna CH_3COOH s objemom 250 cm^3
Úloha 1.2	1b 0,5b	Na požadovanú koncentráciu $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ je potrebné pripravený roztok riediť vodou: $c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$ $0,380 \text{ mol.dm}^{-3} \times 0,250 \text{ dm}^3 = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3} \times V_2$ $V_2 = 0,950 \text{ dm}^3$ $V_1 + V(H_2O) = V_2$ $V(H_2O) = 700 \text{ cm}^3$

Úloha 1.3	1b	máme: $V_2 = 950 \text{ cm}^3 \text{ CH}_3\text{COOH}$ s koncentráciou $c_2 = 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ pridávame: $V_3 = ? \text{ CH}_3\text{COONa}$ s koncentráciou $c_3 = 0,2 \text{ mol.dm}^{-3}$ výsledné $\text{pH} = 5,0$ Riešime ako kyslý tlmivý roztok: $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \dots\dots [\text{A}^-] = \text{CH}_3\text{COO}^-$ $[\text{HA}] = \text{CH}_3\text{COOH}$ $c(\text{A}^-) = \frac{n(\text{A}^-)}{V_2 + V_3}, c(\text{HA}) = \frac{n(\text{HA})}{V_2 + V_3} V$ $\text{ak } \frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = \frac{\frac{n(\text{A}^-)}{V_2 + V_3}}{\frac{n(\text{HA})}{V_2 + V_3}} = \frac{n(\text{A}^-)}{n(\text{HA})}$ potom $\log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \log \frac{n(\text{A}^-)}{n(\text{HA})} \dots\dots \text{po substitúcii} = \log X$
	1b	$\log X = \text{pH} - \text{pKa}$ $X = 10^{(\text{pH} - \text{pKa})} = 10^{(5 - 4,75)} = 1,778$ $X = \frac{V_3 \times 0,2 \text{ mol.dm}^{-3}}{0,950 \text{ dm}^3 \times 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}} \dots\dots$ $V_3 = \frac{1,778 \times 0,950 \text{ dm}^3 \times 0,1 \text{ mol.dm}^{-3}}{0,2 \text{ mol.dm}^{-3}} = 0,845 \text{ dm}^3$
Úloha 2.1	1b 1b	amoniak = slabá zásada disociácia vo vode: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ disociačná konštanta: $Kb = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$ v rovnováhe platí: $[\text{NH}_4^+] = \alpha \times c \dots\dots [\text{OH}^-] = \alpha \times c \dots\dots [\text{NH}_3] = c \times (1 - \alpha)$ $Kb = \frac{(\alpha \times c)^2}{c \times (1 - \alpha)} = \frac{(0,0417 \times 0,01 \text{ mol.dm}^{-3})^2}{0,01 \text{ mol.dm}^{-3} \times (1 - 0,0417)} = 1,815 \cdot 10^{-5}$ $\text{pKb} = -\log Kb = 4,74$

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

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

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021