SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

57. ročník, školský rok 2020/2021

Kategória EF

Celoštátne 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

Celoštátne kolo

Ing. Daniel Vašš

Maximálne 15 bodov (b)

Úloha 1 (JUNIOR) (7,5 b)

a)

1,5b $K_2Cr_2O_7$ (aq) + $Pb(NO_3)_2$ (aq) $\longrightarrow$ $2KNO_3$ (aq) + $PbCr_2O_7$ (s)

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

b)

0,25b $M(K_2Cr_2O_7) = 294{,}181\ g.mol^{-1}$

0,25b $M(PbCr_2O_7)=423{,}185\ g.mol^{-1}$

1b $n(PbCr_2O_7) = \frac{m}{M} = \frac{746\ g}{423{,}185\ g.mol^{-1}} = 1{,}7628\ mol$

0,25b $n(PbCr_2O_7) = n(K_2Cr_2O_7)$

1b $m(K_2Cr_2O_7) = 1{,}7628\ mol \times 294{,}181 g.mol^{-1} = 518{,}6g$

c)

1b $w(Cr) = \frac{2 \times M(Cr)}{M(PbCr_2O_7)}$

1,25b $w(Cr) = \frac{2 \times 51{,}996}{423{,}185} = 0{,}2457,\ 24{,}6\%$

d)

1b Z dôvodu jedovatého olova $\mathbf{Pb^{2+}}$ a chrómového katiónu $\mathbf{Cr^{6+}}$

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

a)

CH_3CH_2OH (l) + $6N_2O$(g) $\longrightarrow$ $2CO_2$ (g) + $3H_2O$ (g) + $6N_2$ (g)

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

b)

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

1b ΔH_r= (2 x (-396) + (3 x (-286,93) + 6 x 0) – (-278,67 + 6 x 82,05)= -1866,42kJ/mol

c)

0,25b M (etanol) = 46,07 $gmol^{-1}$

0,5b $n(\text{etanol}) = \frac{m}{M} = \frac{147\ \text{g}}{46{,}07\ \text{g.mol}^{-1}} = 3{,}19\ \text{mol}$

0,5b rozsah reakcie ζ= n(etanol)=3,19mol

1b $Q = \Delta H_r \times \zeta$

1,25b Q = -1866,42 $kJ.mol^{-1}$ x 3,19 mo l= -5953,88 kJ

d)

1b Rajský plyn

Riešenie úlohy 3 (SENIOR) (7,5b)

a) A-dichlórmetán, B - etylmetylketón

0,5b $p = p_A + p_B$

0,5b $p = p^\circ_A \,.\, x_A + p^\circ_B \,.\, x_B$

0,5b $p = p^\circ_A \,.\, x_A + p^\circ_B \,.\, (1 - x_A)$

1b p = 104,2 kPa x 0,7 + 78,1 kPa x (1 – 0,7) = 96,37 kPa = 96,4 kPa

b)

1b $y_A = \frac{p_A}{p} = \frac{p_A^0 \,.\, x_A}{p} = \frac{104{,}2\ \text{kPa} \,.\, 0{,}7}{96{,}4\ \text{kPa}} = 0{,}7566 = 75{,}7\%$

0,5b $y_B = 1 - y_A = 1 - 0{,}7569 = 0{,}2431$, **24,3%**

c)

Zmes vrie, ak sa tlak pár vyrovná okolitému tlaku.

1b $y_A = x_A$, $y_A = x_B$

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

1b p = 104,2 kPa x 0,7569 + 78,1 x (1- 0,7569) = 97,9 kPa

d)

1b Prídavok látky, ktorá reaguje s jednou zo zložiek, prídavok látky, ktorá vytvorí inú azeotropickú zmes, zmena tlaku destilácie

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE
Chemická olympiáda – kategória **EF** – 57. ročník – školský rok 2020/2021

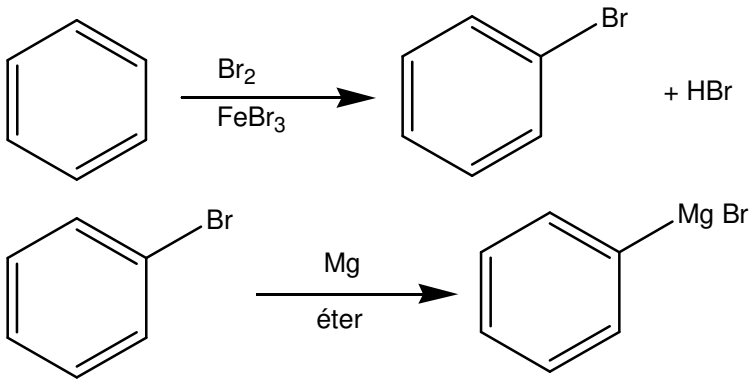
Celoštátne kolo

Ing. Alena Olexová

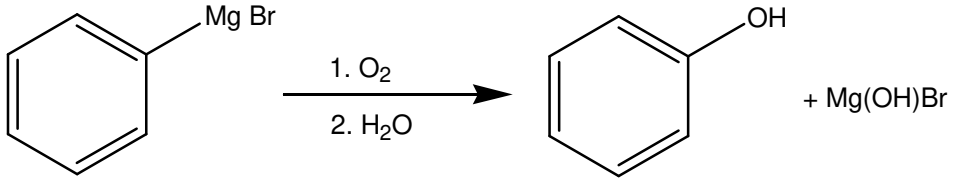
Maximálne 10 bodov (b), resp. 20 pomocných bodov (pb) Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah: **pomocné body (pb) × 0,5**

Riešenie úlohy 1 (8 pb)

2 pb za doplnenie A, B, C.

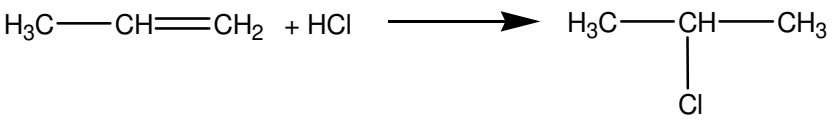


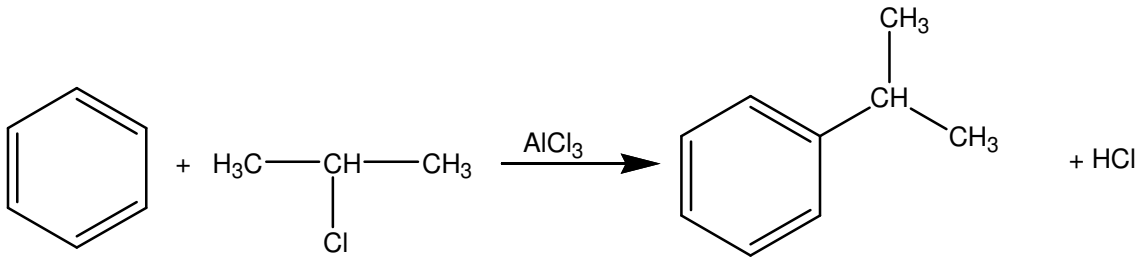
1 pb za doplnenie D a E.



Riešenie úlohy 2 (6 pb)

1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie (okrem izopropylbenzénu):





Riešenie úlohy 3 (6 pb)

2 pb

Freóny je označenie pre skupinu halogénderivátov, ktoré obsahujú minimálne dva typy halogénových substituentov, pričom jedným z nich je fluór.

2 pb

Freóny sú veľmi prchavé a rozkladajú sa len veľmi pomaly, čím sa neustále zvyšuje ich koncentrácia v ovzduší a prenikajú až do stratosféry.

2 pb

V stratosfére sa molekuly freónov pôsobením UV žiarenia štiepia, pričom vzniká voľný chlór. Ten ihneď reaguje s kyslíkom v ozónovej vrstve, čím klesá množstvo ozónu v ozónovej vrstve.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

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

Celoštátne kolo

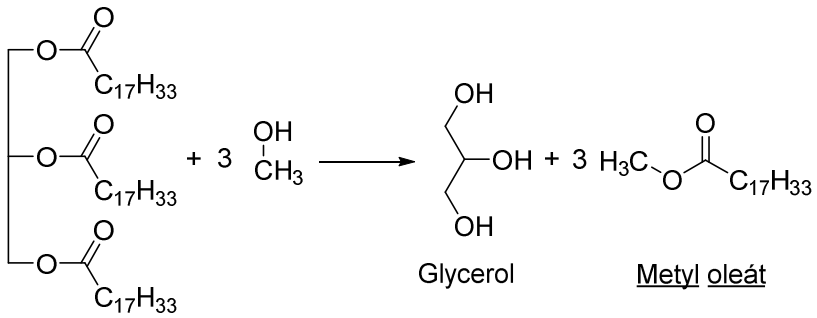
Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR) (7b)

0,75b 1.1 Lisovaním (0,25b), vyškvarením (0,25b), exktrakciou (0,25b).

2b 1.2 Za správne napísanú rovnicu prideliť 1,25b, za správny názov a označenie po 0,25b.



0,25b 1.3 Glycerol.

3b 1.4 Molekulový vzorec trioleylglycerolu (TOG) je $C_{57}H_{104}O_6$. Mólová hmotnosť TOG je M(TOG) = 884g.mol^{-1}.

Molekulový vzorec esteru je $C_{19}H_{36}O_2$. Mólová hmotnosť esteru je M(ester) = 296g.mol^{-1}.

Zo známych údajov vypočítame hmotnosť TOG:

m(TOG) = ρ(TOG) x V(TOG)

m(TOG) = 920kg.m^{-3}.1m^3

m(TOG) = 920kg (0,5b)

Vypočítame látkové množstvo TOG:

$$n(\text{TOG}) = \frac{m(\text{TOG})}{M(\text{TOG})} = \frac{920\ \text{kg}}{0{,}884\ \text{kg.mol}^{-1}}$$

n(TOG) = 1040,7 mol (0,5b)

Z rovnice v úlohe 1.2 vyplýva:

n(ester) = 3 x n(TOG) (0,5b)

n(ester) = 3 x 1040,7 mol = 3122,1 mol (0,5b)

Výpočet hmotnosti esteru:

m(ester) = n(ester) x M(ester)

m(ester) = 3122,1mol x 0,296kg.mol^{-1}

m(ester) = 924,3kg (0,5b)

Výpočet objemu esteru:

$$V(\text{ester}) = \frac{m(\text{ester})}{\rho(\text{ester})} = \frac{924{,}3\ \text{kg}}{870\ \text{kg.m}^{-3}} = 1{,}062\ \text{m}^3 \quad (0{,}5\text{b})$$

Objem bionafty (esteru) je 1,062m^3.

1b 1.5 Vypočítame hmotnosť hydroxidu draselného spotrebovaného pri titrácii:

m(KOH) = c(KOH).V(KOH).M(KOH)

m(KOH) = 0,1 mol.dm^{-3}.1,1.10^{-3} dm^3.56 g.mol^{-1}

m(KOH) = 6,16mg (0,5b)

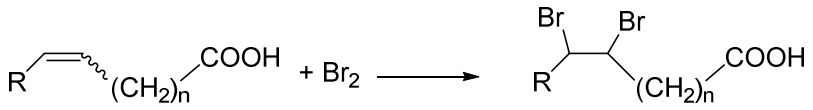
Číslo kyslosti ČK:

$$\text{ČK} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{olej})} = \frac{6{,}16\ \text{mg}}{5{,}03\ \text{g}} = 1{,}22 \quad (0{,}5\text{b})$$

Olej nevyhovuje norme pre výrobu bionafty.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR) (8b)

1b 2.1



1b **2.2** Neznáma mastná kyselina (NK) obsahuje jednu dvojitú väzbu, preto platí: $n(\text{NK}) = n(\text{Br}_2)$ (0,5b)

Výpočet mólovej hmotnosti NK:

$$M(\text{NK}) = \frac{n(\text{NK})}{c(\text{Br}_2) \text{ x } V(\text{Br}_2)} = \frac{2 \text{ g}}{0{,}0197 \text{ dm}^3 \text{ x } 0{,}3 \text{ mol.dm}^{-3}} = 338{,}4 \text{ g.mol}^{-1} \quad (0{,}5\text{b})$$

2b **2.3** Neznáma mastná kyseliny má molekulový vzorec $C_xH_yO_z$.

Dopočítame hmotnostný zlomok kyslíka.

$w(\text{O}) = 1 - 0{,}781 - 0{,}124 = 0{,}095$ (0,5b)

Zo známych údajov vypočítame počty atómov uhlíka, vodíka a kyslíka:

$$w(\text{C}) = \frac{\text{x} \,.\, A_r(\text{C})}{M_r(\text{NK})}$$

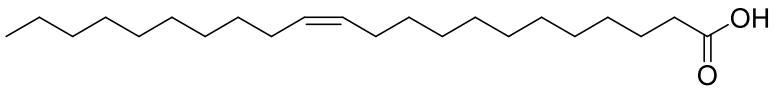
$$\text{x} = \frac{w(\text{C}) \,.\, M_r(\text{NK})}{A_r(\text{C})} = \frac{0{,}781 \,.\, 338{,}4}{12} = 22$$

$$\text{y} = \frac{w(\text{H}) \,.\, M_r(\text{NK})}{A_r(\text{H})} = \frac{0{,}124 \,.\, 338{,}4}{1} = 42 \quad (3 \text{ x } 0{,}5 \text{ b})$$

$$\text{z} = \frac{w(\text{O}) \,.\, M_r(\text{NK})}{A_r(\text{O})} = \frac{0{,}095 \,.\, 338{,}4}{16} = 2$$

Molekulový vzorec neznámej mastnej kyseliny je $C_{22}H_{42}O_2$.

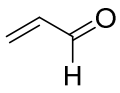
1b **2.4**



1b **2.5** Kyselina cis-dokoz-12-énová (0,5b)

Kyselina eruková (0,5b)

1b **2.6** Propenál (0,5b)

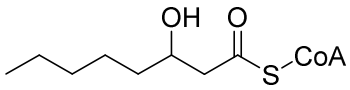
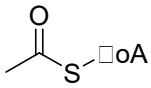
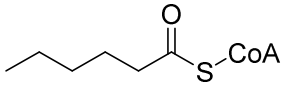


(0,5b)

1b **2.7** Akroleín vzniká dehydratáciou glycerolu. Vosky glycerol neobsahujú. Alkoholová zložka voskov sú vyššie jednosýtne alkoholy.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

2,5b **3.1** Za každú správne určenú reakciu a vzorec prideliť 0,25b.

1	Dehydrogenácia (oxidácia)
2	Dehydrogenácia (oxidácia)
3	Tiolýza
A	AMP
B	PP alebo 2P alebo PP_i
C	H_2O
D	
E	HS-CoA (keonzým A)
F	
G	

0,5b **3.2** Kyselina kaprylová(0,25b)

Kyselina oktánová(0,25b)

0,25b **3.3** 3-krát.

1,5b 3.4 Z jednej molekuly kyseliny oktánovej vzniknú 4 molekuly acetylkoenzýmu A, 3 molekuly $FADH_2$ a 3 molekuly $NADH+H^+$.

Oxidácia 4 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	4 x 12ATP	+48ATP
Regenerácia 3 molekúl FAH2 v dýchacom reťazci	3 x 2ATP	+6ATP
Regenerácia 3 molekúl NADH+H+ v dýchacom reťazci	3 x 3ATP	+9ATP
Aktivácia molekuly kyseliny stearovej		-2ATP
	Spolu:	61ATP

1b 3.5 Z jedného molu kyseliny oktánovej získame 61 molov ATP.

Z jedného molu kyseliny oktánovej získame 61 x 51,6 = 3147,6kJ energie.

Účinnosť β- oxidácie *η:*

$$\eta = \frac{3147{,}6\ \text{kJ}}{6557{,}5\ \text{kJ}} = 0{,}48$$

Účinnosť β-oxidácie je 48%.

1b 3.6 Za každú správne určenú metabolickú dráhu a priradenú lokalizáciu v bunke udeliť 0,25b.

Názov metabolickej dráhy	Lokalizácia v bunke
α-oxidácia	Peroxizómy
ω-oxidácia	Endoplazmatickéretikulum

0,25b 3.7 Pri skracovaní veľmi dlhých reťazcov mastných kyselín sa nezíska nijaká energia.

0 ATP

RIEŠENIE A HODNOTENIE DOPLNKOVÝCH ÚLOH Z PRAXE

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

Celoštátne kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 10 bodov

Úloha 1.1	**1b**	$[H_3O^+] = 10^{-pH}$ 1. krok $[H_3O^+] = 10^{-4,24} = 5,75\ x\ 10^{-5} mol.dm^{-3}$ 2. krok $[H_3O^+] = 10^{-4,39} = 4,07\ x\ 10^{-5} mol.dm^{-3}$ 3. krok $[H_3O^+] = 10^{-12,12} = 7,58\ x\ 10^{-13} mol.dm^{-3}$ 4. krok $[H_3O^+] = 10^{-11,93} = 1,17\ x\ 10^{-12} mol.dm^{-3}$
Úloha 1.2	**0,5b**	$pH = \frac{1}{2} pKa - \frac{1}{2} log\ c$ 4,24 = (0,5 x 3,4) – (0,5 x log *c*) $c_1 = 10^{-5,08} = 8,32.10^{-6}$ mol.dm^{-3}
Úloha 1.3	**0,5b**	znova vypočítame koncentráciu z nameraného *pH* slabej kyseliny ako v predchádzajúcom prípade $c_2 = 10^{-(4,39-1,7)\ x2} = 4,16.10^{-6}$ mol.dm^{-3} $\frac{c_1}{c_2} = \frac{8,32.10^{-6}\ mol.dm^{-3}}{4,16.10^{-6}\ mol.dm^{-3}} \cong 2$ Pôvodná paradajková drť bola zriedená 2 x.

Úloha 1.4	**1 b**	pH = 12,12 pOH = 1,88 = - log $c(OH^-)$ $c_3 = 10^{-1,88}$ = 0,0132 mol.dm^{-3} prepočet hmotnostnej koncentrácie na mólovú: $c = \frac{w \cdot \rho}{M}$ $c(\text{NaOH}) = \frac{0{,}01 \text{ x } 1010 \text{ g.dm}^{-3}}{39{,}997 \text{ g.mol}^{-1}} = 0{,}2525 \text{ mol.dm}^{-3}$ $n_3 = n(\text{NaOH})$ c_3 x V_3 = c(NaOH) x V(NaOH) $V(\text{NaOH}) = \frac{0{,}0132 \text{ mol.dm}^{-3} \text{ x } 1 \text{ dm}^3}{0{,}2525 \text{ mol.dm}^{-3}} = 0{,}0523 \text{ dm}^3$ bolo pridané 52,3 cm^{3}NaOH
Úloha 1.5	**1b**	pred prídavkom vody: c_3 = 0,01318 mol.dm^{-3} pOH = 1,88 po zriedení: c_4 = ? pOH = 14 -11,93 = 2,07 $c_4 = 10^{-2,07} = 8{,}511.10^{-3}$ mol.dm^{-3} $\frac{c_3}{c_4} = \frac{1{,}318.10^{-2} \text{ mol.dm}^{-3}}{8{,}511.10^{-3} \text{ mol.dm}^{-3}} = 1{,}55$ koncentrácia po zriedení sa znížila 1,55 krát

Úloha 2	**0,5b** **0,5b** **1 b**	počítame cez základné vyjadrenie ionizačnej konštanty: $Ka = \frac{x^2}{c - x}$ kde $x = [H_3O^+]$ za stavu rovnováhy a zistí sa z hodnoty *pH*, *c* je pôvodná koncentrácia látky v roztoku $pH = 3$ $[H_3O^+] = 1.10^{-3}$ mol.dm^{-3} $Ka\ (c - x) = x^2$ $c = \frac{x^2}{Ka} + x$ $c = \frac{(1.10^{-3}\ \text{mol.dm}^{-3})^2}{3{,}802.10^{-4}} + 1.10^{-3}\ \text{mol.dm}^{-3} = 3{,}63.10^{-3}\ \text{mol.dm}^{-3}$ *m*(pektín) = *c x V x M* m(pektín) = 3,63.10^{-3} mol.dm^{-3} x 194,14 g.mol^{-1} x 0,5 dm^3 = 0,352g *<u>Ak bude riešenie bez uváženiadisociácie slabej kyseliny, uznať len polovicu bodov.</u>*

Úloha 3.1	**1b**	rovnica reakcie: $CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ HCl sa spotrebuje na reakciu a nadbytočné množstvo určuje pH $n(CaCO_3) = \frac{1\ \text{g}}{100{,}09\ \text{g.mol}^{-1}} = 0{,}01\ \text{mol}$ *n*(HCl)= 0,01 dm^3 x 3 mol.dm^{-3} = 0,03 mol z látkových množstiev a rovnice vyplýva, že 0,01 mol HCl je v nadbytku, jej koncentrácia je: $c(HCl) = \frac{0{,}01\ \text{mol}}{0{,}1\ \text{dm}^3} = 0{,}1\ \text{mol.dm}^{-3}$ $pH = 1{,}00$
Úloha 3.2	**1 b**	zriedenie roztoku: $n_1 = n_2$ $c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$ $c_2 = \frac{0{,}01\ \text{mol.dm}^{-3} \times 0{,}05\ \text{dm}^3}{0{,}1\ \text{dm}^3} = 0{,}05\ \text{mol.dm}^{-3}$ $pH = 1{,}30$

Úloha 3.3	**1b**

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.Pavlína 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