

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**60. ročník, školský rok 2023/2024**

**Kategória EF**

**Celoštátne kolo**

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH  
ÚLOH**

**RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE**  
Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

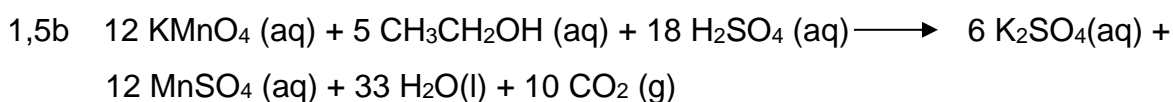
**Celoštátne kolo**

**Ing. Daniel Vašš**

Maximálne 15 bodov	(b)
--------------------	-----

**Riešenie úlohy1 (junior 7,5 b)**

a)



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

b)

0,5b  $M(\text{etanol}) = 46,063 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

0,5b  $M(\text{KMnO}_4) = 158,032 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

0,5b

$$n(\text{etanol}) = \frac{m}{M} = \frac{6}{46,063} = 0,1302 \text{ mol}$$

0,5b

$$n(\text{etanol}) = \frac{m}{M} = \frac{6}{46,063} = 0,1302 \text{ mol}$$

$$n(\text{etanol}) = 12/5 \times n(\text{KMnO}_4)$$

1b  $m(\text{KMnO}_4) = 12/5 \times n \times M = 12/5 \times 0,1302 \text{ mol} \times 158,032 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 49,38 \text{ g}$

c)

0,5b  $M(\text{MnSO}_4) = 151 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1b  $w_{\text{Mn}} = M(\text{Mn}) / M(\text{MnSO}_4) = 54,938 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} / 151 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,3638$

d)

1,5b II, IV, VII

## Riešenie úlohy 2 (junior + senior 7,5b)

a)



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

b)

1b Výpočet látkového množstva obidvoch reaktantov, nižšia hodnota látkového množstva, vzhľadom na stechiometriu reakcie, určuje látku ktorá nie je v nadbytku, zreaguje v celom množstve, možno počítať aj cez rozsah reakcie, nižší rozsah reakcie má určujúca látka

$$n \text{Ba(OH)}_2 = \frac{m}{M} = \frac{2750}{171,339} = 16,050 \text{ mol} \quad \xi \text{Ba(OH)}_2 = \frac{n}{\nu} = \frac{0 - 16,05}{-1} = 16,050 \text{ kmol}$$

1b  $n \text{HNO}_3 = \frac{V \cdot \rho \cdot w}{M} = \frac{10\,000 \cdot 1,1026 \cdot 0,17}{63,013} = 29,746 \text{ mol}$

$$\xi \text{HNO}_3 = \frac{n}{\nu} = \frac{0 - 29,746}{-2} = 14,873 \text{ kmol}$$

0,5b  $\frac{n \text{HNO}_3}{2} < n \text{Ba(OH)}_2$

$\xi(\text{HNO}_3) < \xi(\text{Ba(OH)}_2)$ , preto nedôjde k zreagovaniu všetkého  $\text{Ba(OH)}_2$

c)

Výpočet nespotrebovaného hydroxidu na reakciu, ktorého množstvo určuje výsledné pH roztoku:

1b  $n \text{Ba(OH)}_2 = n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{celkový}} - n(\text{Ba(OH)}_2)_{\text{zreagovaný}}$   
 $= 16,05 - \frac{29,746}{2} = 1,177 \text{ mol}$

0,5b  $m \text{Ba(OH)}_2 = n \cdot M = 1,177 \cdot 171,339 = 201,7 \text{ g}$

d)

0,5b  $c \text{Ba(OH)}_2 = \frac{n}{V} = \frac{1,177}{12} = 0,098 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Jedná sa o silnú zásadu v zriedenom roztoku, takže dôjde k úplnej disociácii, podľa rovnice vznikne dvojnásobok  $\text{OH}^-$  mólov

1b  $\text{pH} = -\log(\text{H}^+) = 14 - \text{pOH} = 14 - (-\log c(\text{OH}^-)) = 14 - 0,707 = 13,293$

0,5b Výsledné pH roztoku bude 13,3.

### Riešenie úlohy 3 (senior 7,5b)

a) A - chloroform, B - toluén

$$0,5b \quad p = p_A + p_B$$

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

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

$$0,5b \quad p = 90 \cdot 0,42 + 56 \cdot (1 - 0,42) = 70,28 \text{ kPa}$$

b)

$$0,5b \quad y_A = p_A / p = p_A^\circ \cdot x_A / p$$

$$0,5b \quad y_A = 90 \cdot 0,42 / 70,28 = 0,5378 \quad \rightarrow \mathbf{53,8\%}$$

$$0,5b \quad y_B = 1 - y_A = 1 - 0,5378 = 0,4622 \quad \rightarrow \mathbf{46,2\%}$$

c)

Zmes vrie ak sa tlak pár vyrovná okolitému tlaku

$$1b \quad y_A = x_A, y_B = x_B$$

$$0,5b \quad p_x = p_A + p_B$$

$$0,5b \quad p = p_A + p_B = p_A^\circ \cdot y_A + p_B^\circ \cdot y_B$$

$$1b \quad p = 90 \cdot 0,5378 + 56 \cdot 0,4622 = 74,2 \text{ kPa}$$

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 – 60. ročník – školský rok 2023/2024

### Celoštátne kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 40 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:

**pomocné body (pb) × 0,25**

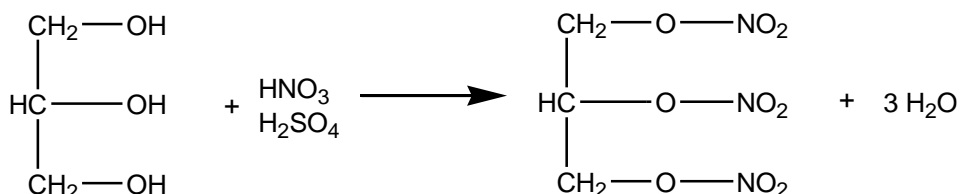
#### Riešenie úlohy 1 (6 pb)

Po 1 pb za každú správne utvorenú dvojicu.

A 3, B 6, C 1, D 5, E 4, F 2.

#### Riešenie úlohy 2 (6 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie a 1 pb za vyčíslenie rovnice

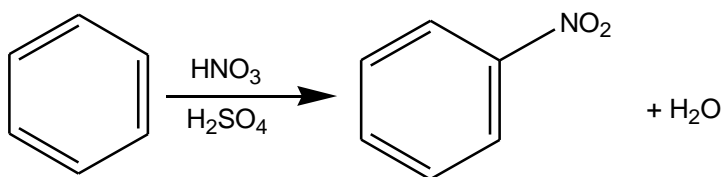


#### Riešenie úlohy 3 (28 pb)

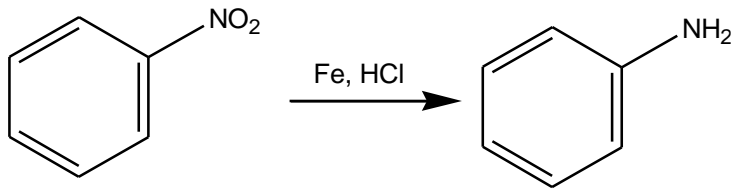
Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie

a)

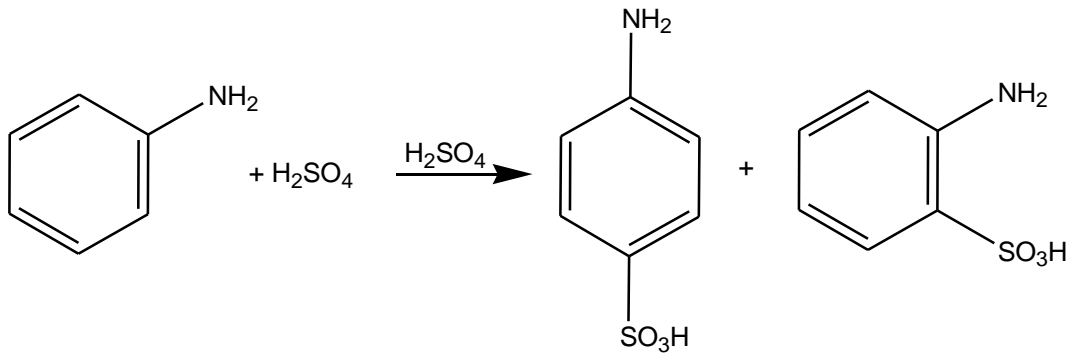
5 pb:



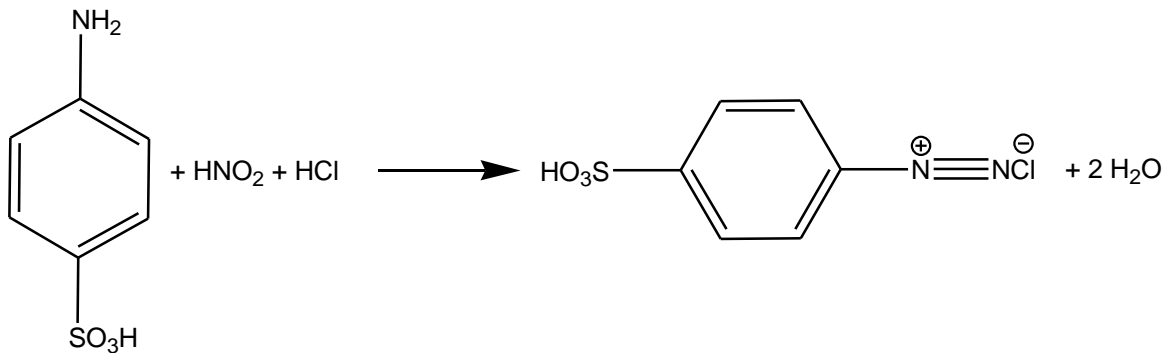
4 pb:



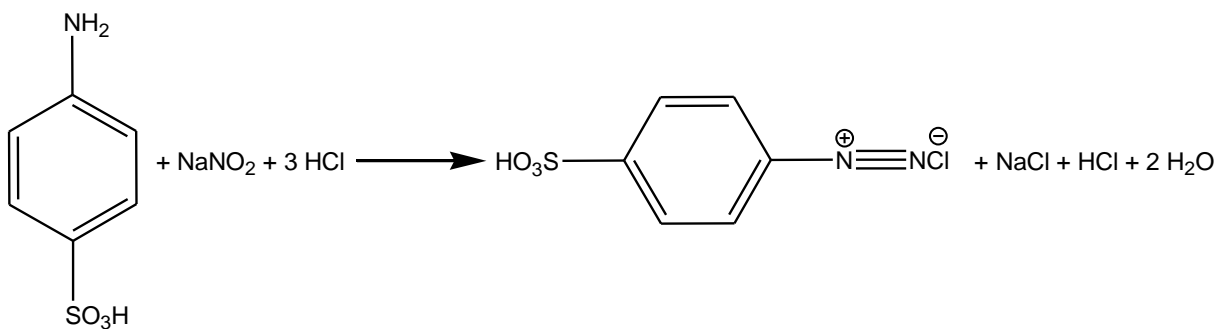
4 pb (stačí zakreslený p-produkt):



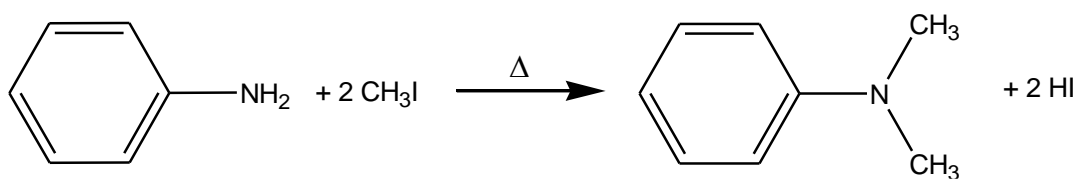
7 pb (bodovanie vztiahnuté na dlhšiu rovnicu):



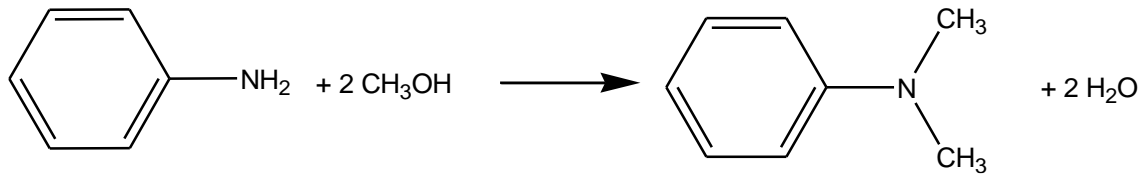
alebo



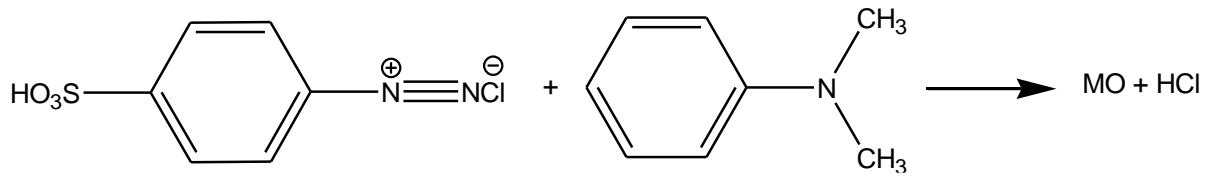
4 pb:



alebo



4 pb:



# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

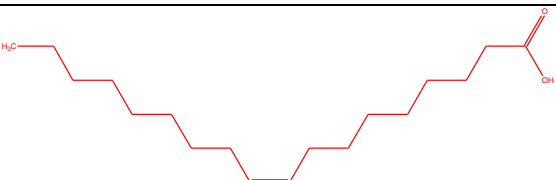
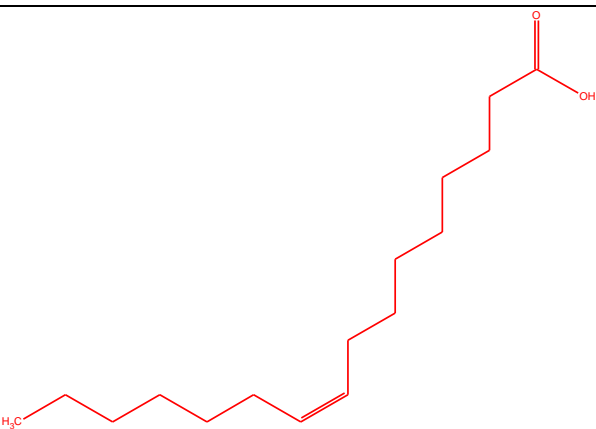
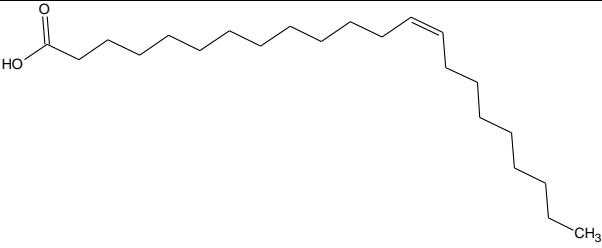
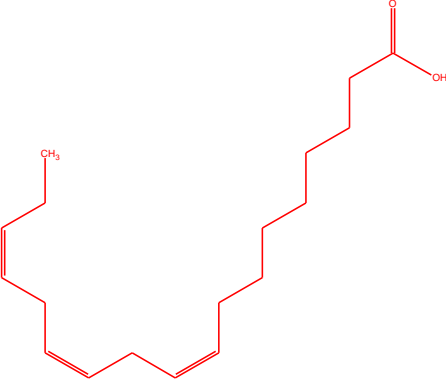
## Celoštátne kolo

Ladislav Blaško

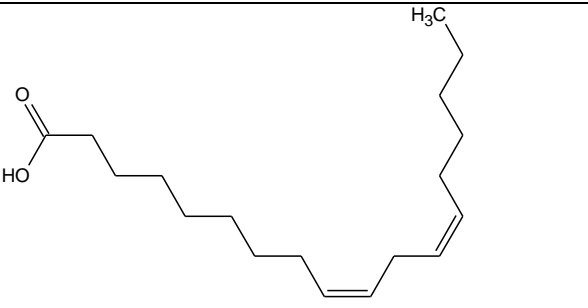
Maximálne 15 bodov (b).

### Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

2b 1.1 Za každý správny triviálny názov, systémový názov, vzorec prideliť 0,2b.

Triviálny názov	Systémový názov	Vzorec
Kyselina olejová	Kyselina (cis)-oktadec-9-énová	
Kyselina palmitoolejová	Kyselina (cis)-hexadec-9-énová	
Kyselina eruková	Kyselina (cis)-dokoz-13-énová	
Kyselina linolénová	Kyselina (cis,cis,cis)- oktadeka-9,12,15- triénová	



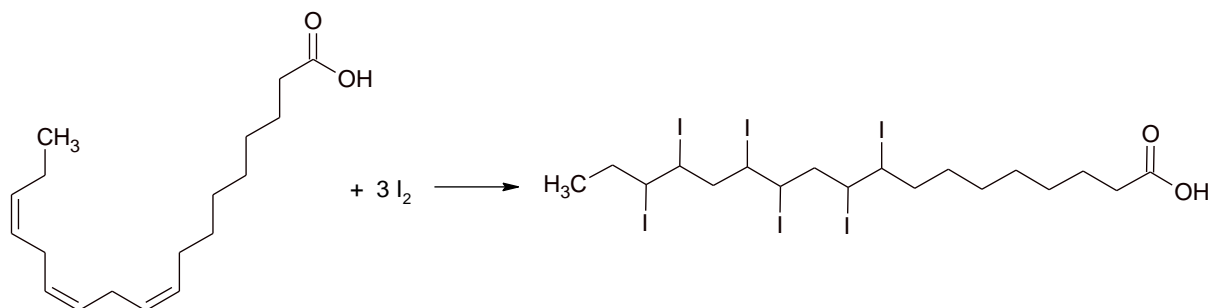
<p>Kyselina linolová</p>	<p>Kyselina (cis,cis)-oktadeka-9,12-diénová</p>	
--------------------------	---	--

0,5b 1.2 a) (0,25b), c) (0,25b).

1b 1.3 ω-3 kyselina linolénová (0,5b)

ω-6 kyselina linolová (0,5b)

1b 1.4 Za správne napísanú rovnicu pridelit' 1b.



2b 1.5 Molekulový vzorec kyseliny linolénovej (KL) je  $C_{18}H_{30}O_2$ .

Mólová hmotnosť kyseliny linolénovej je  $M(KL) = 278 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Z rovnice v úlohe 1.5 vyplýva  $\frac{n(KL)}{n(I_2)} = \frac{1}{3}$  (1b)

$$m(I_2) = \frac{3 \cdot m(KL) \cdot M(I_2)}{M(KL)}$$

$$m(I_2) = \frac{3 \cdot 100 \text{ g} \cdot 254 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{278 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} \quad (0,5b)$$

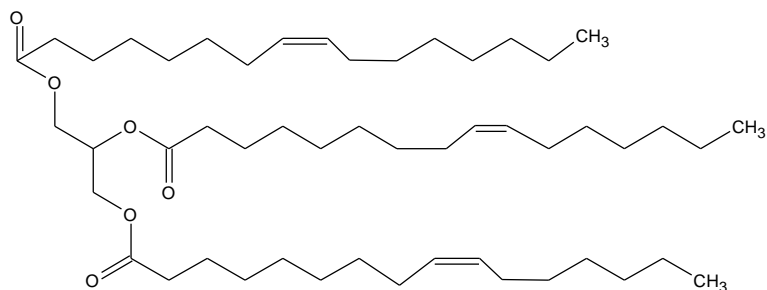
$$m(I_2) = 274,1 \text{ g} \quad (0,5b)$$

Jódové číslo kyseliny linolénovej je 274,1.

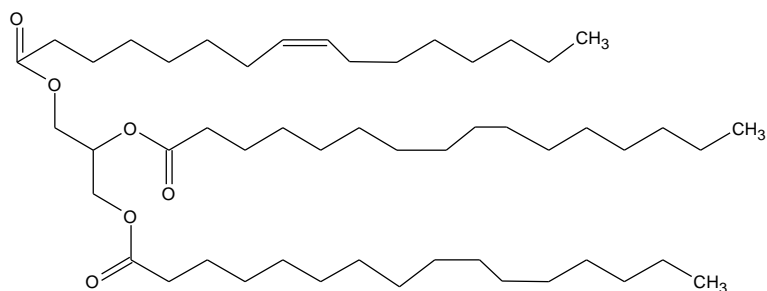
0,5b 1.6 Olej obyčajne obsahuje rôzne mastné kyseliny. Môže obsahovať aj monoacylglyceroly a diacylglyceroly.

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

1,75b 2.1 Triglycerid kyseliny palmitoolejovej:



Produkt:

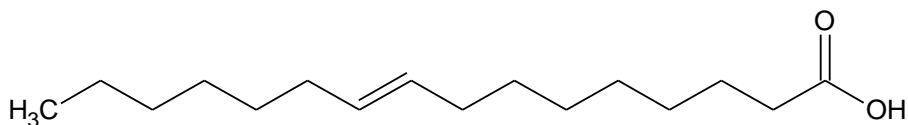


Reaktant: H<sub>2</sub>

Podmienky reakcie: katalyzátor (Ni alebo Pt)(0,25b), vysoká teplota(0,25b), tlak(0,25b)

0,5b 2.2 Za uvedených podmienok nevieme zabrániť vzniku trans-izoméru nenasýtenej mastnej kyseliny.

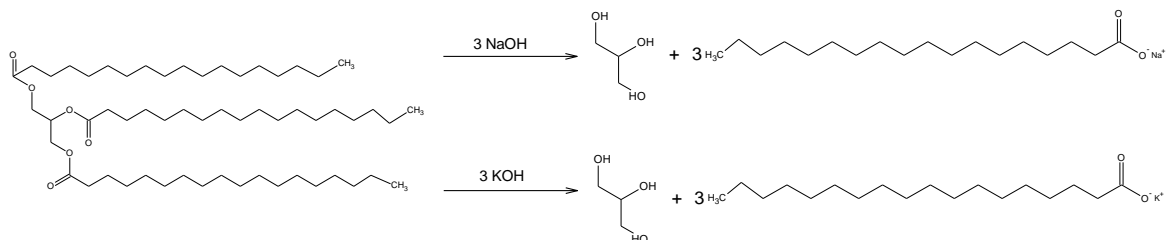
0,25b 2.3



0,25b 2.4 Tuhé (jadrové) mydlo.

0,25b 2.5 Mazľavé mydlo.

1b 2.6 Za správne napísané rovnice prideliť 1b.



- 2b **2.7** Mólová hmotnosť tristéarylglycerolu (TSG) je  $M(\text{TSG}) = 890 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .  
Mólová hmotnosť stearanu sodného (NaM) je  $M(\text{NaM}) = 306 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .  
Mólová hmotnosť stearanu draselného (KM) je  $M(\text{KM}) = 322 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Vypočítame látkové množstvo TSG.

$$n(\text{TSG}) = \frac{m(\text{TSG})}{M(\text{TSG})} = \frac{3560 \text{ g}}{890 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 4 \text{ mol} \quad (0,5b)$$

S KOH zreagujú 2 móly TSG. Z rovnice v úlohe 2.6 vyplýva:

$$\frac{n(\text{TSG})}{n(\text{DM})} = \frac{1}{3} \quad (0,25b)$$

$$m(\text{KM}) = 3 \cdot n(\text{TSG}) \cdot M(\text{DM})$$

$$m(\text{KM}) = 3 \cdot 2 \text{ mol} \cdot 322 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{KM}) = 1932 \text{ g} \quad (0,25b)$$

$$m(\text{NaM}) = 3 \cdot n(\text{TSG}) \cdot M(\text{NaM}) \quad (0,25b)$$

$$m(\text{NaM}) = 3 \cdot 2 \text{ mol} \cdot 306 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{NaM}) = 1836 \text{ g} \quad (0,25b)$$

$$m(\text{mydlo na holenie}) = m(\text{KM}) + m(\text{NaM}) \quad (0,25b)$$

$$m(\text{mydlo na holenie}) = 1932 \text{ g} + 1836 \text{ g}$$

$$m(\text{mydlo na holenie}) = 3768 \text{ g} \quad (0,25b)$$

Môžeme vyrobiť 3768 g mydla na holenie.

- 2b **2.8** Z rovnice v úlohe 2.6 vyplýva:

$$\frac{n(\text{TSG})}{n(\text{KOH})} = \frac{1}{3} \quad (0,5b)$$

$$m(\text{KOH}) = 3 \cdot n(\text{TSG}) \cdot M(\text{KOH})$$

$$m(\text{KOH}) = 3 \cdot 2 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{KOH}) = 336 \text{ g} \quad (0,5b)$$

$$\frac{n(\text{TSG})}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{3} \quad (0,5b)$$

$$m(\text{NaOH}) = 3 \cdot n(\text{TSG}) \cdot M(\text{NaOH})$$

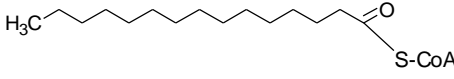
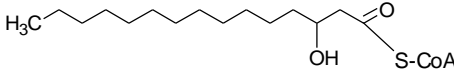
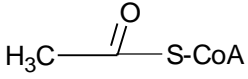
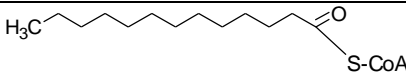
$$m(\text{NaOH}) = 3 \cdot 2 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{NaOH}) = 240 \text{ g} \quad (0,5b)$$

Budeme potrebovať 336 g KOH a 240 g NaOH.

**Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)**

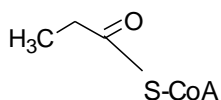
2b 3.1 Za každú správne určenú reakciu a vzorec prideliť 0,2b.

1	Dehydrogenácia (oxidácia)
2	Dehydrogenácia (oxidácia)
3	Tiolýza
A	ATP
B	AMP
C	
D	
E	HS-CoA (koenzým A)
F	
G	

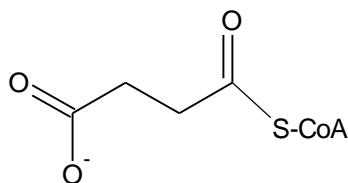
0,25b 3.2 kyselina pentadekánová(0,25b)

0,25b 3.3 6-krát

1b 3.4 Propionylkoenzým A



1b 3.5 Sukcinylkoenzým A



2b 3.6 Z jednej molekuly kyseliny pentadekánovej vznikne 6 molekúl acetylkoenzýmu A, 6 molekúl FADH<sub>2</sub> a 6 molekúl NADH+H<sup>+</sup>.

Oxidácia 6 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	6 x 12ATP	+ 72 ATP
Regenerácia 6 molekúl FADH <sub>2</sub> v dýchacom reťazci	6 x 2ATP	+ 12 ATP
Regenerácia 6 molekúl NADH+H <sup>+</sup> v dýchacom reťazci	6 x 3ATP	+ 18 ATP
Oxidácia zlúčeniny H	1 x 5 ATP	+ 5 ATP
Aktivácia molekuly kyseliny pentadekánovej		-2ATP
	Spolu:	+ 105 ATP

0,5b 3.7  $\alpha$ -oxidácia  
 $\omega$ -oxidácia

Poznámka pre hodnotiteľov:

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

## RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z TECHNOLOGIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 60. ročník – školský rok 2023/2024

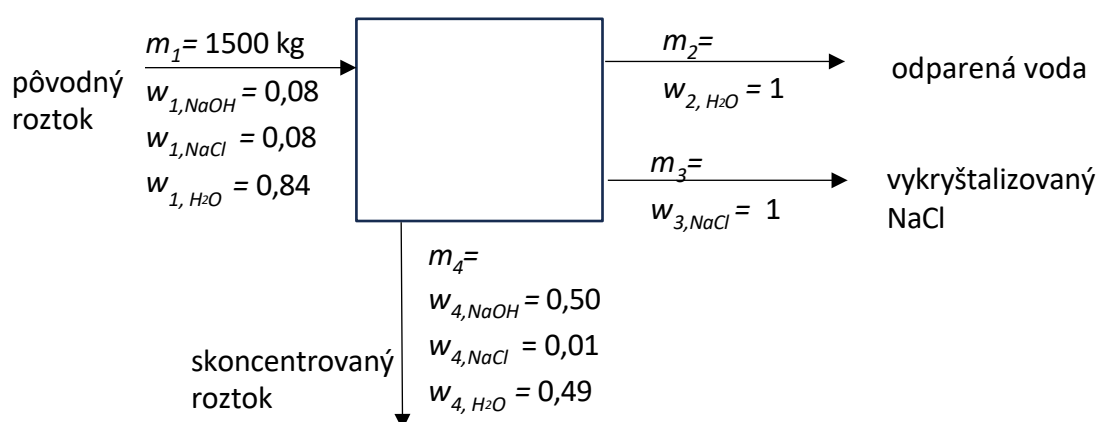
### Celoštátne kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov(b)

### Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7,5 b)

2b Schéma výroby:



Celková bilancia:

0,5b  $m_1 = m_2 + m_3 + m_4$  rovnica obsahuje 3 neznáme

Bilancia NaOH:

0,5b  $m_1 \cdot w_{1,NaOH} = m_4 \cdot w_{4,NaOH}$

Bilancia NaCl:

0,5b  $m_1 \cdot w_{1,NaCl} = m_3 \cdot w_{3,NaCl} + m_4 \cdot w_{4,NaCl}$

Bilancia H<sub>2</sub>O:

0,5b  $m_1 \cdot w_{1,H_2O} = m_2 \cdot w_{2,H_2O} + m_3 \cdot w_{3,H_2O} + m_4 \cdot w_{4,H_2O}$

K dispozícii sú 4 rovnice, na 3 neznáme stačí použiť 3 z nich, štvrtú možno použiť na kontrolu.

Postupným riešením rovníc získame výsledky:

1b  $m_4 = 240 \text{ kg}$

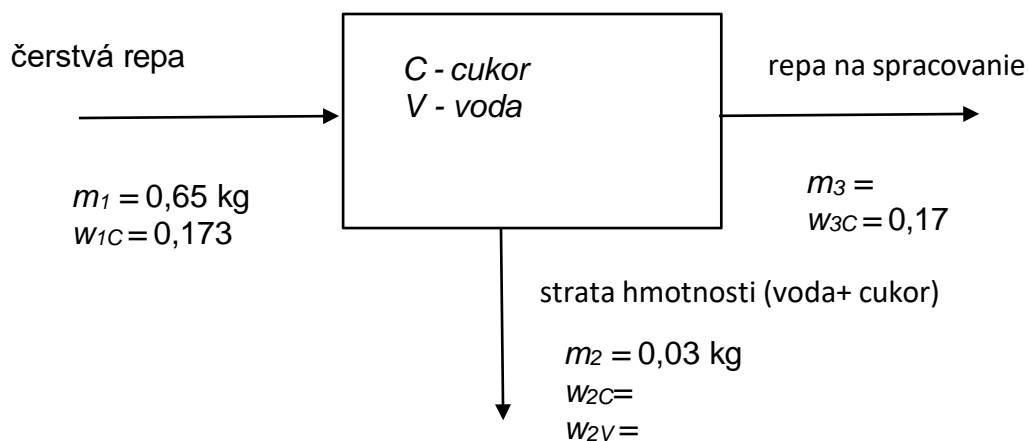
1b  $m_3 = 117,6 \text{ kg}$

1b  $m_2 = 1142,4 \text{ kg}$  čo je  $1,14 \text{ m}^3$  odparenej vody

0,5b kontrola:  $m_2 + m_3 + m_4 = 240 + 117,6 + 1142,4 = 1500 \text{ kg}$

## Úloha 2 SENIOR, JUNIOR (7,5 b)

2b Schéma:



Dopočítame:

0,5b  $w_{1V} = 1 - 0,173 = 0,827$

0,5b  $w_{3V} = 1 - 0,170 = 0,830$

$$m_3 = m_1 - m_2$$

0,5b  $m_3 = 0,62 \text{ kg}$

Bilanciou na cukor dostaneme:

0,5b  $m_1 \cdot w_{1C} = m_2 \cdot w_{2C} + m_3 \cdot w_{3C}$

1 b  $w_{2C} = 0,235$

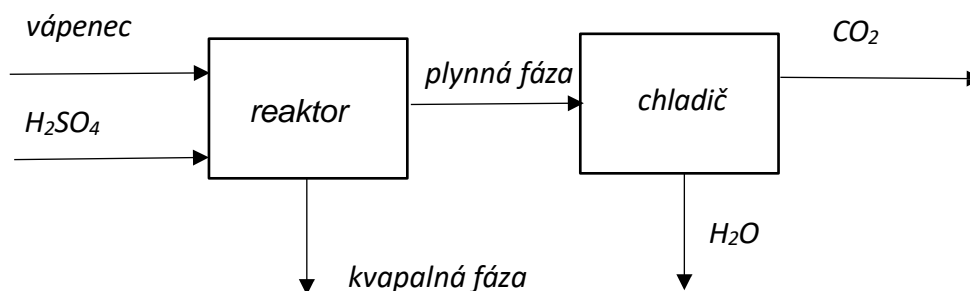
0,5b Celková strata hmotnosti bude  $\Delta m = \frac{3\,000\,000 \times 0,03}{0,65} = 138\,461,5 \text{ kg}$  za 20 dní

1b Strata cukru:  $\Delta m_C = \frac{138\,461,5 \times 0,235}{20} = 1627 \text{ kg}$  za 1 deň

1b % vody v strate hmotnosti je  $w_{2V} = 1 - 0,235 = 0,765 \dots\dots\dots 76,5 \%$

### Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Schéma procesu:



0,5b Reakcie:



0,5b Pre úlohy a) a b) je výhodné počítať s navrhnutým množstvom kvapalnej fázy  
= **100 kg**

0,5b a)

$$\text{V nej má byť: } m_{\text{CaSO}_4} = 17,5 \text{ kg} \Rightarrow n_{\text{CaSO}_4} = \frac{17,5}{136,14} = 0,1285 \text{ kmol} \Rightarrow$$

$$n_{\text{CaSO}_4} = n_{\text{CaCO}_3}$$

$$\Rightarrow m_{\text{CaCO}_3} = 0,1285 \cdot 100,087 = \mathbf{12,86 \text{ kg}}$$

$$0,5b \quad m_{\text{MgSO}_4} = 2,5 \text{ kg} \Rightarrow n_{\text{MgSO}_4} = \frac{2,5}{120,366} = 0,0208 \text{ kmol} \Rightarrow n_{\text{MgSO}_4} = n_{\text{MgCO}_3}$$

$$\Rightarrow m_{\text{MgCO}_3} = 0,0208 \cdot 84,314 = \mathbf{1,75 \text{ kg}}$$

$$0,5b \quad m_{\text{inert}} = \mathbf{0,9 \text{ kg}}$$

$$0,5b \quad \text{Celková hmotnosť vápenca bude: } m_{\text{vápenec}} = 12,86 + 1,75 + 0,9 = \mathbf{15,51 \text{ kg}}$$

$$0,5b \quad \text{Jeho zloženie: } \text{hmot. \% CaCO}_3 = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m_{\text{vápenec}}} \cdot 100 = \frac{12,86}{15,51} \cdot 100 = 82,91$$

$$w_{\text{CaCO}_3} = 0,8291$$

$$\text{hmot. \% MgCO}_3 = 11,28$$

$$w_{\text{MgCO}_3} = 0,1128$$

$$\text{hmot. \% inert} = 5,80$$

$$w_{\text{inert}} = 0,0580$$

b) Kyselina sírová:



potrebná na 1. reakciu:  $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,1285 \cdot 98,07 = 12,60 \text{ kg}$

na 2. reakciu:  $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,0208 \cdot 98,07 = 2,04 \text{ kg}$

1b spolu potrebná na reakcie **14,64 kg**

0,5b nadbytočná kyselina sírová ostala v kvapalnej fáze: **2,1 kg**

0,5b % nadbytku  $= \frac{\text{množstvo kyseliny v nadbytku}}{\text{množstvo potrebnej kyseliny}} \cdot 100 = \frac{2,1}{14,64} \cdot 100 = \mathbf{14,3 \%}$

c) ak je množstvo vápenca 1000 kg, musíme prepočítať obidva  $\text{CO}_2$ , vznikajúce v 1. aj v 2. reakcii:

0,5 b

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} (1. \text{ reakcia}) + n_{\text{CO}_2} (2. \text{ reakcia}) = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} + \frac{m_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{MgCO}_3}} = \frac{m_{\text{vápenec}} \cdot W_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} +$$

$$\frac{m_{\text{vápenec}} \cdot W_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{MgCO}_3}} = \frac{1000 \cdot 0,8291}{100,087} + \frac{1000 \cdot 0,1128}{84,314} = 9,6216 \text{ kmol}$$

V kvapalnej fáze zostane časť  $\text{CO}_2$ , ktorý treba od celkového množstva odčítať:

prepočet množstva kvapalnej fázy:

100 kg kvap. fázy ..... vzniká z 15,51 kg vápenca

x kg kvap.fázy ..... z 1000 kg

0,5b **x = 6 447,45 kg kvapalnej fázy**

0,5b  $n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{6447,45 \cdot 0,0005}{44,01} = 0,0732 \text{ kmol}$

plynný  $\text{CO}_2$  po oddelení vody:  $9,6216 - 0,0732 = 9,5484 \text{ kmol}$

0,5b

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{9,5484 \cdot 10^3 \cdot 8,314 \cdot (273,15 + 25)}{95 \cdot 10^3} = \mathbf{249,1 \text{ m}^3}$$

