

**SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY**

---

# **CHEMICKÁ OLYMPIÁDA**

**60. ročník, školský rok 2023/2024**

**Kategória EF**

**Školské 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

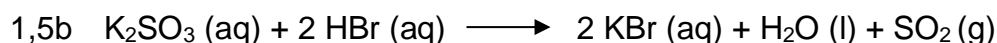
## Školské kolo

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)

$$0,5b \quad M(\text{SO}_2) = 80,063 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,5b \quad M(\text{HBr}) = 80,911 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$1,5b \quad n(\text{SO}_2) = m(\text{SO}_2)/M(\text{SO}_2) = 47000 \text{ g} / 80,063 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 587,03 \text{ mol}$$

$$0,5b \quad n(\text{HBr}) = 2 \cdot n(\text{SO}_2)$$

$$1b \quad m(\text{HBr}) = 2 \cdot n(\text{SO}_2) \times M(\text{HBr}) = 2 \cdot 587,03 \cdot 80,911 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 94\,994 \text{ g}$$

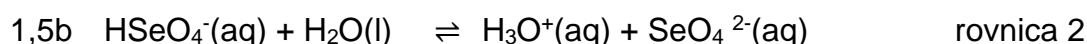
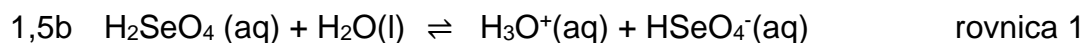
$$1b \quad m(17\% \text{ HBr}) = m(\text{HBr})/w = 94\,994 \text{ g} / 0,17 = 558\,790 \text{ g}$$

c)

1b Siričitany sa používajú na konzervovanie potravín, vína, dezinfekciu, redukčné činidlo. Oxid siričitý obdobne ako siričitany, je taktiež medziprodukt pri výrobe kyseliny sírovej.

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

a)



Za správny zápis reaktantov a produktov je 0,5 b, za koeficienty a stav 0,5 b, za šípky ( $\rightleftharpoons$ ) 0,5 b.

b)

$$0,5b \quad K_{k1} = [\text{HSeO}_4^-] [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_2\text{SeO}_4]$$

$$0,5b \quad K_{k2} = [\text{SeO}_4^{2-}] [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HSeO}_4^-]$$

c)

1 b  $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,2}$

0,5 b  $[H_3O^+] = 6,309 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$

$[OH^-]$  vypočítame zo vzťahu pre iónový súčin vody

$$K_v = [H_3O^+] [OH^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}.$$

1 b  $[OH^-] = \frac{K_v}{[H_3O^+]}$

0,5b  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} / 6,309 \cdot 10^{-6}$

0,5b  $[OH^-] = 1,59 \cdot 10^{-9}$ .

d)

0,5b Biogénny prvok – výživa, elektrotechnika - polovodiče.

### Riešenie úlohy 3 SENIOR (7,5b)

a) A - acetón, B - benzén

1b  $p = p_A + p_B$

0,5b  $p = p^{\circ}_A \cdot x_A + p^{\circ}_B \cdot x_B$

0,5b  $p = p^{\circ}_A \cdot x_A + p^{\circ}_B \cdot (1 - x_A)$

1b  $p = 124,9 \text{ kPa} \cdot 0,52 + 36,9 \text{ kPa} \cdot (1 - 0,52) = \mathbf{82,66 \text{ kPa}}$

b)

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

1b  $y_A = 124,9 \text{ kPa} \cdot 0,52 / 82,66 \text{ kPa} = 0,7857 \Rightarrow \mathbf{79\%}$

1b  $y_B = 1 - y_A = 1 - 0,79 = 0,21 \Rightarrow \mathbf{21\%}$

c)

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

d)

1b Nižšiu teplotu varu má acetón, pretože má vyšší tlak nasýtených pár.

# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

## Školské kolo

Ing. Alena Olexová

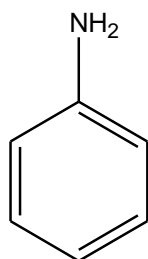
Maximálne 10 bodov (b), resp. 50 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:  
**pomocné body (pb) × 0,2**

### Riešenie úlohy 1 (10 pb)

Po 1 pb za správny názov alebo vzorec a po 1 pb za správne určenie druhu amínu.

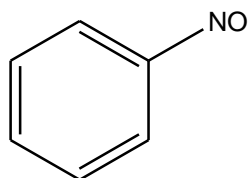
2 pb a)



Primárny amín

1 pb b) 2,4,6-trinitrotoluén, tritol, TNT, trinitrotoluén

1 pb c)



2 pb d)  $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ , sekundárny amín

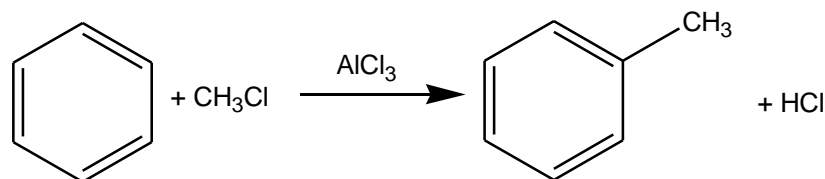
2 pb e) kyselina p-aminobenzénsulfónová, primárny amín

2 pb f) 1,2-benzéndiamín, primárny amín

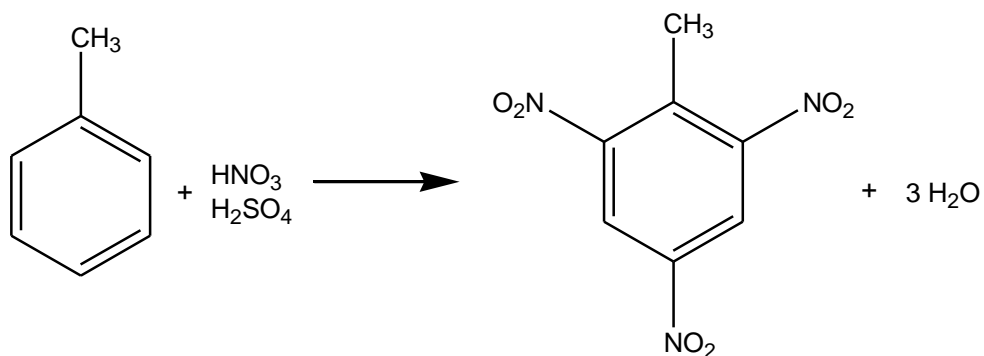
### Riešenie úlohy 2 (10 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.

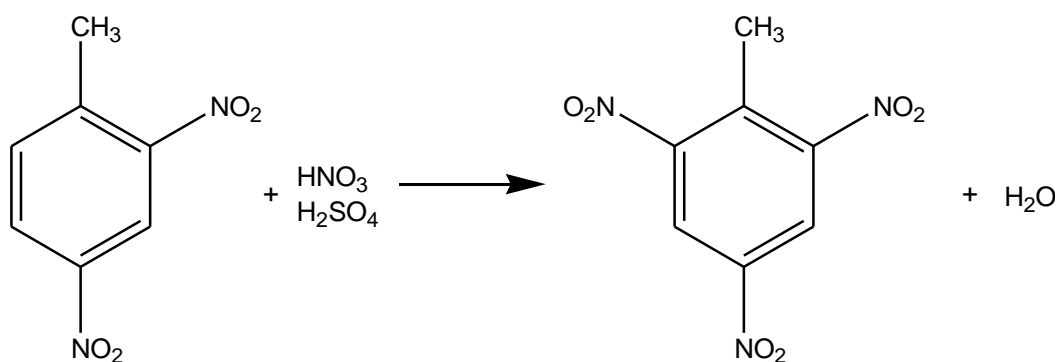
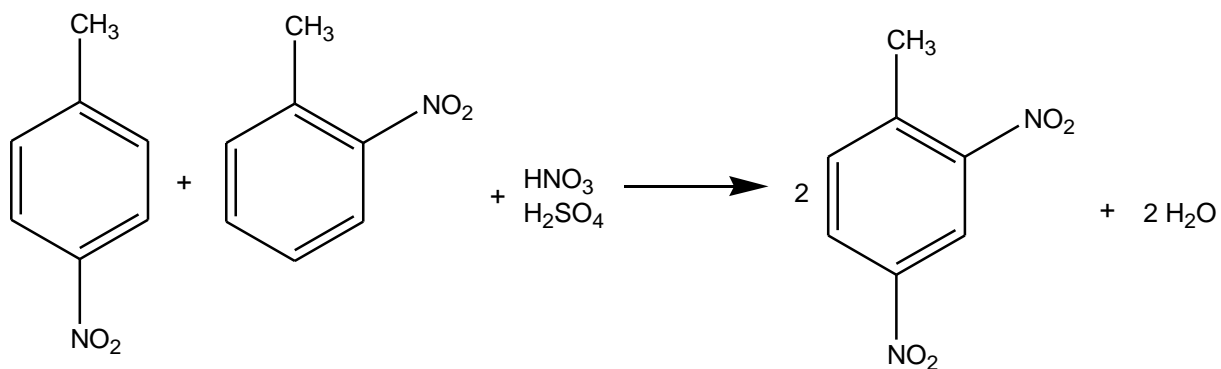
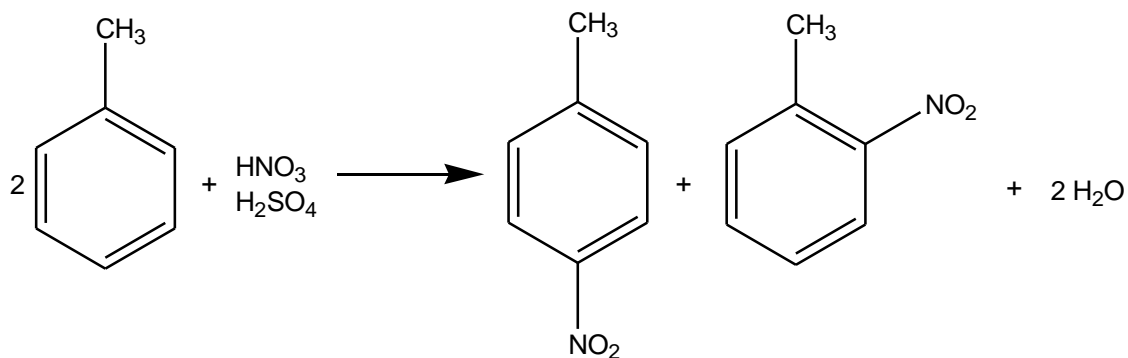
5 pb:



5 pb:



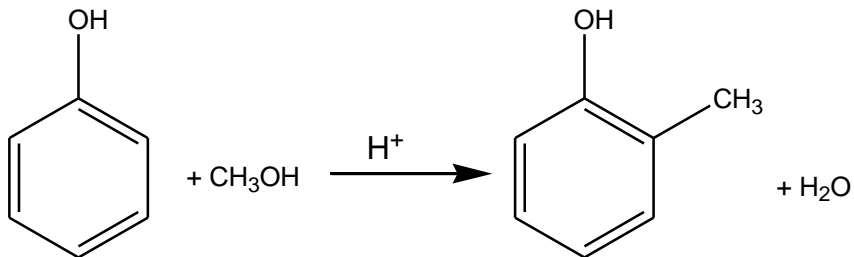
Nitráciu toluénu je možné rozpísať aj v jednotlivých stupňoch, počet bodov ostáva zachovaný (5 pb za nasledujúce tri rovnice).



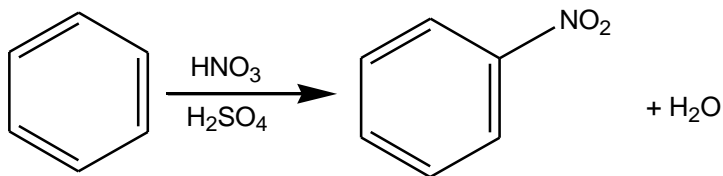
### Riešenie úlohy 3 (30 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie alebo podmienku reakcie:

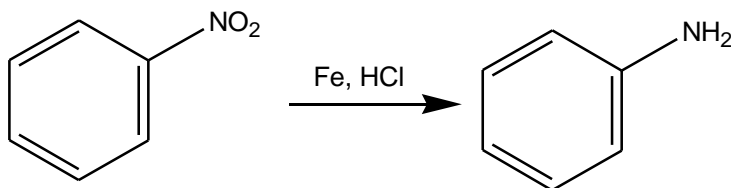
5 pb:



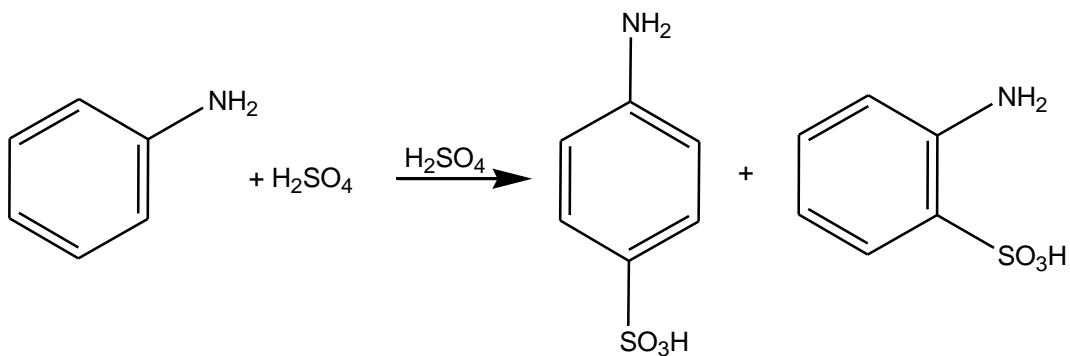
5 pb:



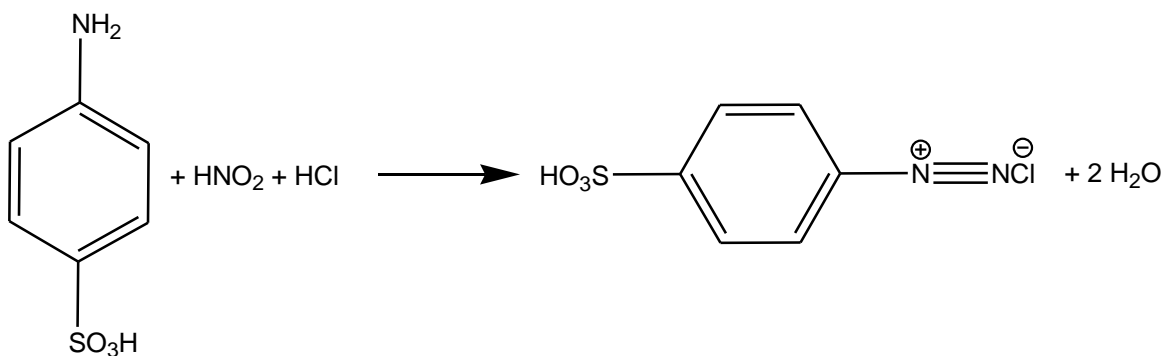
4 pb:



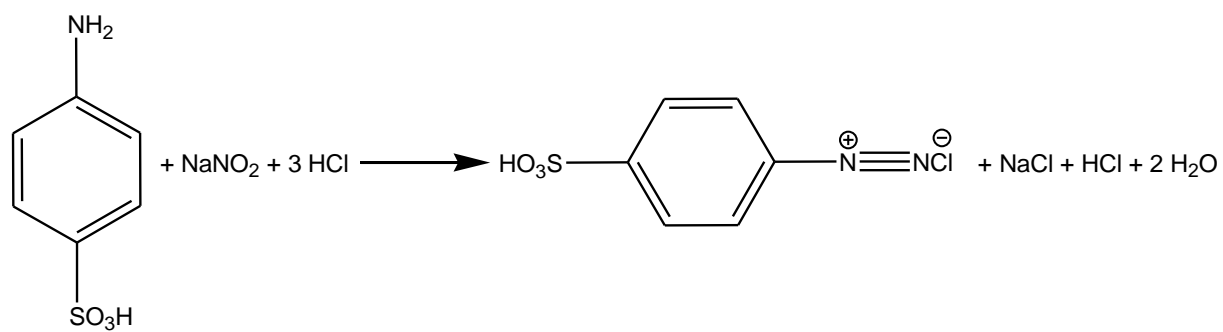
4 pb (stačí zakreslený p-produkt):



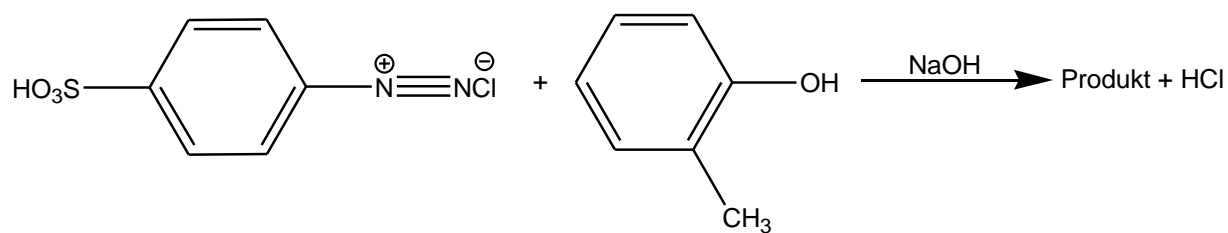
7 pb:



alebo



5 pb:



# RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTOK A BIOCHÉMIE

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

## Školské kolo

Mgr. Ladislav Blaško

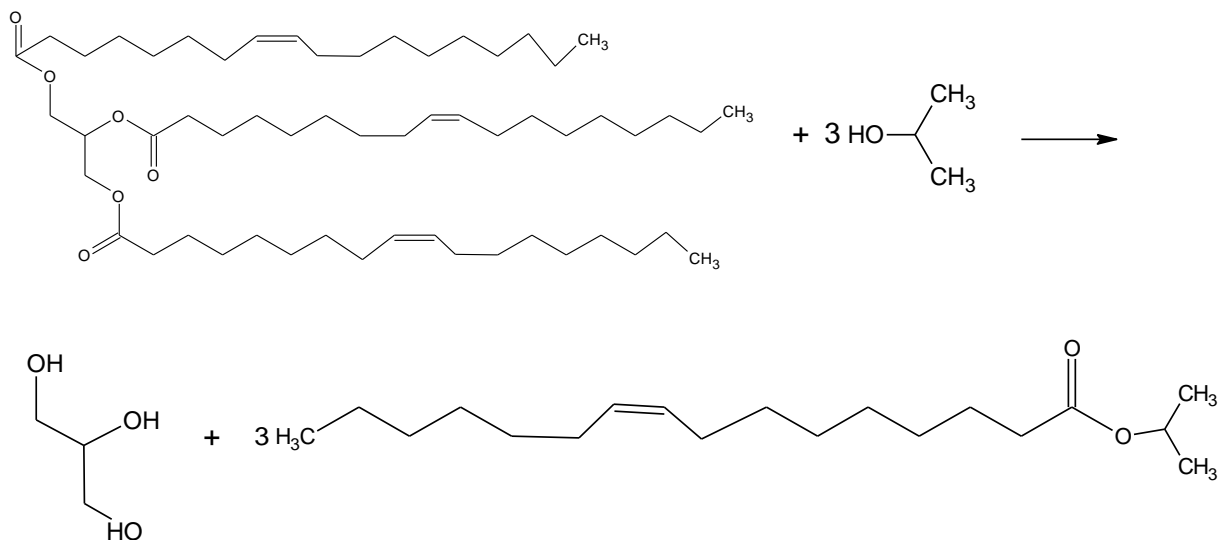
Maximálne 15 bodov (b)

### Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

0,75b 1.1 Lisovaním (0,25b), vyškvařením (0,25b), extrakciou (0,25b)

0,5b 1.2 Olej lisovaný za studena (0,25b)

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



0,25b 1.4 glycerol

2,75b 1.5 Molekulový vzorec triglyceridu kyseliny olejovej (TOG) je  $C_{57}H_{104}O_6$ .

Mólová hmotnosť TOG je  $M(\text{TOG}) = 884 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Molekulový vzorec izopropylesteru kyseliny olejovej (IKO) je  $C_{21}H_{40}O_2$ .

Mólová hmotnosť IKO je  $M(\text{IKO}) = 324 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

$$m(\text{TOG}) = \rho(\text{TOG}) \cdot V(\text{TOG})$$

$$m(\text{TOG}) = 920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \cdot 0,1 \text{ m}^3$$

$$m(\text{TOG}) = 92 \text{ kg}$$



Z rovnice v úlohe 1.3 vyplýva:

$$\frac{n(\text{TOG})}{n(\text{IKO})} = \frac{1}{3}$$

$$m(\text{IKO}) = \frac{3 \cdot m(\text{TOG}) \cdot M(\text{IKO})}{M(\text{TOG})}$$

$$m(\text{IKO}) = \frac{3 \cdot 92000 \text{ g} \cdot 324 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$m(\text{IKO}) \doteq 101,2 \text{ kg}$$

$$V(\text{IKO}) = \frac{m(\text{IKO})}{\rho(\text{IKO})}$$

$$V(\text{IKO}) = \frac{101,2 \text{ kg}}{850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$$

$$V(\text{IKO}) = 0,119 \text{ m}^3 = 119 \text{ l}$$

1,75b 1.6 Vypočítame hmotnosť KOH spotrebovaného pri titrácii:

$$m(\text{KOH}) = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})$$

$$m(\text{KOH}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \cdot 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{KOH}) = 4,48 \text{ mg}$$

$$\text{číslo kyslosti} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{olej})} = \frac{4,48 \text{ mg}}{5,25 \text{ g}}$$

$$\text{číslo kyslosti} = 0,85$$

Palmový olej môžeme použiť na výrobu IKO bez úpravy.

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

0,5b 2.1 Hydrolýza

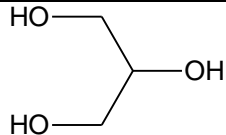
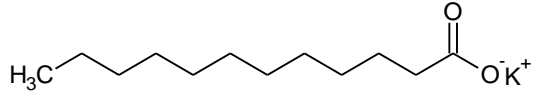
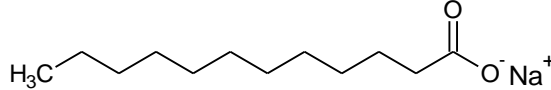
0,5b 2.2 Lipáza

1b 2.3 Kyselina dodekánová (0,5b)

Kyselina laurová (0,5b)

0,25b 2.4 Zmydelnenie

2b 2.5 Za každý správny vzorec alebo názov prideliť 0,5 b.

A		Glycerol
C		
D		

3,5b 2.6 Na jednu dvojitú väzbu sa aduje práve jedna molekula jódu. Zistíme, v akom pomere látkových množstiev zreagoval olej a jód.

$$n(\text{olej}) = \frac{m(\text{olej})}{M(\text{olej})} = \frac{0,680 \text{ g}}{884 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 7,69 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{m(\text{I}_2)}{M(\text{I}_2)} = \frac{0,585 \text{ g}}{254 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 2,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{olej})}{n(\text{I}_2)} = \frac{7,69 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{2,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = \frac{1}{3}$$

Na jeden mol oleja spotrebujeme 3 moly jódu.

Na jednu molekulu oleja pripadajú 3 dvojité väzby.

### Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

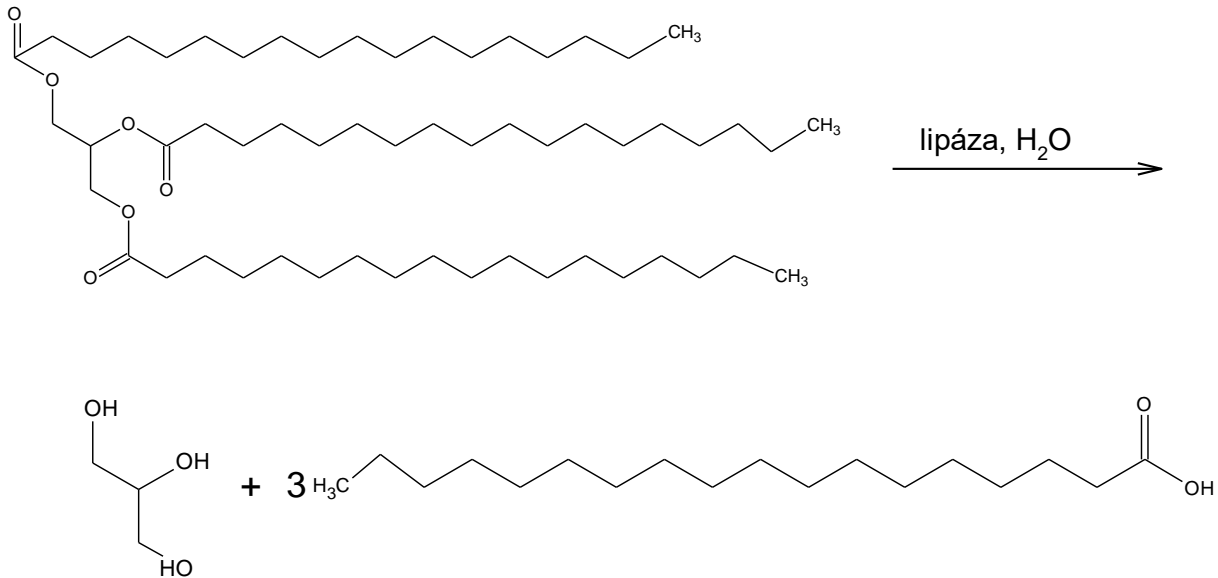
0,25b 3.1 V matrice mitochondrií.

0,25b 3.2 ATP

0,25b 3.3  $\beta$ -oxidácia, alebo Lynenova špirála

0,75b 3.4 a), b), c)

2,75b 3.5 Za každú správnu odpoveď prideliť 0,5b.



Z jednej molekuly kyseliny stearovej vznikne 9 molekúl acetylkoenzýmu A, 8molekúl FADH<sub>2</sub> a 8 molekúl NADH+H<sup>+</sup>.

Oxidácia 9 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	9 x 12ATP	+108ATP
Regenerácia 8 molekúl FADH <sub>2</sub> v dýchacom reťazci	8 x 2ATP	+16ATP
Regenerácia 8 molekúl NADH+H <sup>+</sup> v dýchacom reťazci	8 x 3ATP	+24ATP
Aktivácia molekuly kyseliny stearovej		-2ATP
	Spolu:	146

Z jednej molekuly kyseliny stearovej vznikne 146 molekúl ATP.

2,75b **3.6** Molekulový vzorec tristearylglycerolu (TSG) je  $C_{57}H_{110}O_6$ .

Mólová hmotnosť TSG je  $M(\text{TSG}) = 890 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Molekulový vzorec kyseliny stearovej (SK) je  $C_{18}H_{36}O_2$ .

Mólová hmotnosť SK je  $M(\text{SK}) = 284 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Molekulový vzorec glycerolu je  $C_3H_8O_3$ .

Mólová hmotnosť glycerolu je  $92 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

$$n(\text{TSG}) = \frac{m(\text{TSG})}{M(\text{TSG})} = \frac{35000 \text{ g}}{890 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 39,3 \text{ mol}$$

Z rovnice v úlohe 3.5 vyplýva:

$$n(\text{SK}) = 3 \cdot n(\text{TSG})$$

$$n(\text{SK}) = 3 \cdot 39,3 \text{ mol} = 117,9 \text{ mol}$$

$$n(\text{glycerol}) = n(\text{TSG})$$

$$n(\text{glycerol}) = 39,3 \text{ mol}$$

Z riešenia úlohy 3.5 vyplýva, z 1 mólu kyseliny stearovej sa uvoľní 146 mólov ATP.

Energia zo stearovej kyseliny:  $E(\text{SK}) = 117,9 \cdot 146 \cdot 51,6 = 888211,4 \text{ kJ}$

Energia z glycerolu:  $E(\text{glycerol}) = 39,3 \cdot 20 \cdot 51,6 = 40557,6 \text{ kJ}$

Celková energia  $E = E(\text{SK}) + E(\text{glycerol}) = 888211,4 \text{ kJ} + 40557,6 \text{ kJ} = 928769 \text{ kJ}$

Energia pripadajúca na jeden deň  $E(1) = \frac{928769 \text{ kJ}}{33} = 28144,5 \text{ kJ}$

Denný energetický príjem ľavy je 28144,5 kJ.

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

### Školské kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov(b)

### Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7,5 b)

Z hmotnostných koncentrácií zložiek vieme:

0,5 b 100 kg BaSO<sub>4</sub> a 60 kg CaSO<sub>4</sub> v 1 m<sup>3</sup> roztoku

100 kg tuhej látky BaSO<sub>4</sub> má objem:

1b 
$$V_{\text{BaSO}_4} = \frac{m_{\text{BaSO}_4}}{\rho_{\text{BaSO}_4}} = \frac{100}{4500} = 0,022 \text{ m}^3 = 22 \text{ dm}^3$$

60 kg tuhej látky CaSO<sub>4</sub> má objem:

1b 
$$V_{\text{CaSO}_4} = \frac{m_{\text{CaSO}_4}}{\rho_{\text{CaSO}_4}} = \frac{60}{2320} = 0,026 \text{ m}^3 = 26 \text{ dm}^3$$

1b Objem vody sa dopočíta do 1000 dm<sup>3</sup>

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 - 22 - 26 = 952 \text{ dm}^3$$

čo je 952 kg

1b Hmotnosť roztoku  $m_{\text{roz}} = 100 + 60 + 952 = 1162 \text{ kg}$

1b z čoho vyplynie hustota pripravovaného roztoku:

$$\rho_{\text{roz}} = \frac{1162}{1} = 1162 \text{ kg.m}^{-3}$$

a objem roztoku s požadovanou hmotnosťou 6t (6000 kg) by bol:

1b 
$$V_{\text{roz}} = \frac{m_{\text{roz}}}{\rho_{\text{roz}}} = \frac{6000}{1162} = 5,39 \text{ m}^3$$

Tento objem je len 70 % objemu zásobníka

1b potom objem zásobníka bude:  $V_{\text{zás}} = \frac{5,39}{0,7} = 7,7 \text{ m}^3$

## Úloha 2 SENIOR, JUNIOR (7,5 b)

1b Doplníme číslovanie prúdov indexami a označme zložky písmenami do pôvodnej schémy extrakcie:

Rezky – prúd 1

S - sacharóza

Cukorný roztok – prúd 2

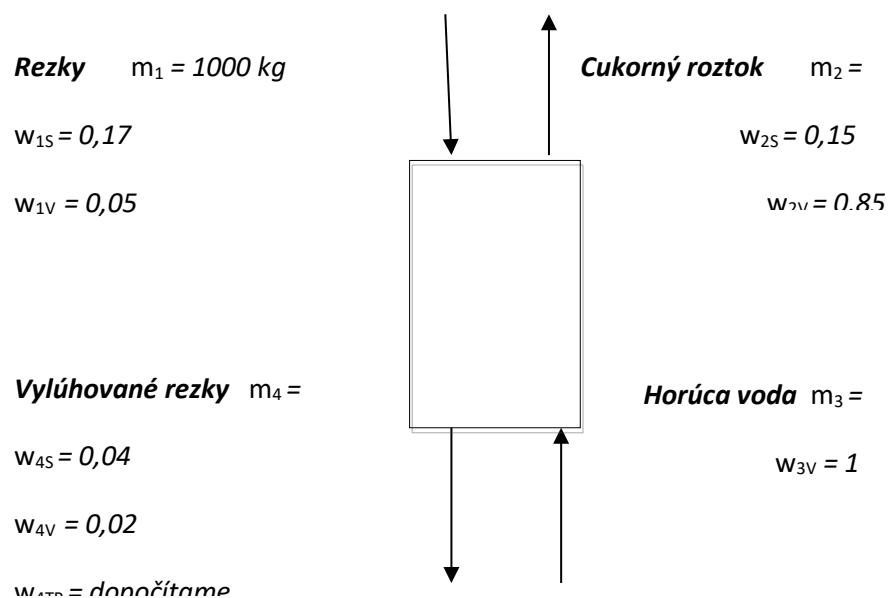
TP – tuhý podiel

Horúca voda – prúd 3

V - voda

Vylúhované rezky – prúd 4

2b Doplnená schéma aj s údajmi zo zadania potom bude:



a) Zapíšeme všetky bilancie:

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

0,5b bilancia TP  $m_1 \cdot w_{1TP} = m_4 \cdot w_{4TP}$  1 neznáma

0,5b bilancia S  $m_1 \cdot w_{1S} = m_2 \cdot w_{2S} + m_4 \cdot w_{4S}$  1 neznáma

riešime postupne:

0,5b bilancia TP  $m_4 = \frac{m_1 \cdot w_{1TP}}{w_{4TP}} = \frac{1000 \cdot 0,78}{0,94} = 829,79 \text{ kg}$

0,5b bilancia S  $m_2 = \frac{m_1 \cdot w_{1S} - m_4 \cdot w_{4S}}{w_{2S}} = \frac{1000 \cdot 0,17 - 829,79 \cdot 0,04}{0,15} = 912,06 \text{ kg}$

1b obsah sacharózy vo výslednom extrakte bude:

$$m_{2S} = m_2 \cdot w_{2S} = 912,06 \cdot 0,15 = 136,81 \text{ kg}$$

b)

1b nakoniec celková bilancia a spotreba horúcej vody bude:

$$m_3 = m_2 + m_4 - m_1 = 829,79 + 912,06 - 1000 = 741,85 \text{ kg}$$

pozn. Uznať aj iné, logicky správne riešenie

### Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Použitie mólové hmotnosti pre výpočet:

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M_{\text{CaO}} = 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M_{\text{C}} = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$M_{\text{NaHCO}_3} = 84 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}, M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

0,5b a)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$        $\text{CO}_2$  – kyselinotvorný, CaO - zásadotvorný  
 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$        $\text{CO}_2$  – vzniká v dvoch reakciách

b)  $n_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaO}}$

0,5b  $m_{\text{čistý CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \frac{n_{\text{CaO}}}{M_{\text{CaO}}} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \frac{4\,000}{56} \cdot 100 = 7142,86 \text{ kg}$

0,5b prírodný vápenec je len 90 %, t.j.  $w_{\text{CaCO}_3} = 0,9$

0,5b  $m_{\text{prírodný CaCO}_3} = \frac{m_{\text{čistý CaCO}_3}}{w_{\text{CaCO}_3}} = \frac{7\,142,86}{0,9} = 7\,936,51 \text{ kg} = 7,94 \text{ t}$       za 1 hodinu

c) Na 100 kg CaO je potrebných 8 kg C (koku), t.j. na 1t CaO = 80 kg C a na 4t CaO 320 kg koku - na 1 hodinu

$$\text{Týždeň} = 7 \times 8 \text{ h} = 56 \text{ hodín}$$

1b Spotreba koku za týždeň  $320 \cdot 56 = 17\,920 \text{ kg}$  koku,  
čo je na 2 autá za týždeň.

pozn. Uznať aj iné správne úvahy.

0,5b d)  $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$

$\text{CO}_2$  vzniká dvoma reakciami:  $n_1 = \frac{n_{\text{CaO}}}{M_{\text{CaO}}} = \frac{4\,000}{56} = 71,43 \text{ kmol}\cdot\text{h}^{-1}$

$$n_2 = \frac{n_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{320}{12} = 26,67 \text{ kmol}\cdot\text{h}^{-1}$$

1b Spolu vznikne za hodinu = 98,1 kmol  $\text{CO}_2$

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{CO}_2}$$

$$m_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = 98,1 \cdot 40 = 3\,924 \text{ kg}$$

0,5b Za 8 hodín  $3\,924 \times 8 = 31\,392 \text{ kg} = 31,4 \text{ t NaOH}$

d) Ekonomická bilancia za 1 h

Ešte chýba dopočítať množstvo 100 % NaHCO<sub>3</sub>, ktorý vznikne reakciou a tiež môže byť odpredaný ako vzniknutý produkt:

0,5b  $n_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{CO}_2} = 98,1 \text{ kmol.h}^{-1}$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{NaHCO}_3} \cdot M_{\text{NaHCO}_3} = 98,1 \cdot 84 = 8\,240,4 \text{ kg.h}^{-1} = 8,24 \text{ t.h}^{-1}$$

2b Výsledky vložíme do tabuľky:

	<i>m vstupy</i>	<i>m výstupy</i>	<i>jednotkové ceny</i>	<i>Cena celkom</i>
vápenec	7,94 t	-	14 €/t	- 111,16
koks	320 kg	-	0,7 €/kg	- 224,00
NaOH	3,924 t	-	4 000 €/t	- 15 696,00
pálené vápno	-	4 t	1000 €/t	+ 4 000,00
sóda bicarbóna	-	8,24 t	2000 €/t	+ 16 480,00

Suma: + 4 448,84 €/h

Ekonomická bilancia je priaznivá, má kladný výsledok, s najvyšším nákladom na NaOH, čo by bolo pre výrobu vápna dosť zaťažujúce.



---

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

Recenzenti: Ing. Juraj Malinčík, Ing. Jozef Urban, Ing. Ľudmila Glosová, Ing. Elena  
Kulichová, Matúš Tomášik, Patrik Hollý, Eva Jazmína Tomečková

Redakčná úprava: Ing. Anna Ďuricová, PhD.( vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM, Bratislava 2024