

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória EF

Domáce 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

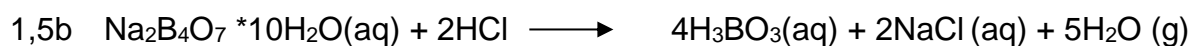
Domáce kolo

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)

$$0,5b \quad M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 61,829 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,5b \quad M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,347 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$0,5b \quad n(\text{H}_3\text{BO}_3) = m(\text{H}_3\text{BO}_3) / M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 17 \text{ g} / 61,829 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,275 \text{ mol}$$

$$0,5b \quad 4 \times n(\text{H}_3\text{BO}_3) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

$$1b \quad m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_3\text{BO}_3) / 4 \times M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,275 \text{ mol} / 4 \times 381,347 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 26,218 \text{ g}$$

c)

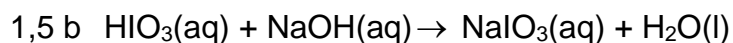
$$1,5b \quad w(\text{B}) = M(\text{B}) / M(\text{H}_3\text{BO}_3) = 10,811 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} / 61,829 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,1749$$

d)

1,5b Kyselina boritá je veľmi slabá kyselina. Silu kyseliny je možné hodnotiť na základe pomeru vodíka a kyslíka v molekule. Čím je pomer vyšší v prospech kyslíka, stúpa kyslosť.

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

a)



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

b)

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

0,5 $[H_3O^+] = 10^{-0,84} = 0,1445 \text{ mol/l}$

c)

0,5b Koncentrácia H^+ je rovnaká ako koncentrácia kyseliny bromičnej, jedná sa o silnú kyselinu úplne disociovanú

$$[H^+] = [HIO_3] = C (HIO_3)$$

1b $n (HIO_3) = C \times V = 0,1445 \text{ mol/l} \times 5 = 0,7225 \text{ mol}$

0,5b $m (HIO_3) = n \times M = 0,7225 \times 175,908 = 127,09 \text{ g}$

d)

1 b $n (NaOH) = m / M = 142 \text{ g} / 39,996 \text{ g/mol} = 3,55 \text{ mol}$

0,5b $n (NaOH) = n (NaIO_3)$

0,5b $m (NaIO_3) = n \times M = 3,55 \text{ mol} \times 197,891 \text{ g/mol}$

0,5b $m (NaIO_3) = 702,8 \text{ g}$

Riešenie úlohy 3 Senior (7,5b)

a) A- etylbenzénu, B- xylénu

1b $p = p_A + p_B$

0,5b $p = p_A^\circ \times X_A + p_B^\circ \times X_B$

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

0,5b $X_A = (p - p_B^\circ) / (p_A^\circ - p_B^\circ)$

0,5b $X_A = (101 \text{ kPa} - 73,5 \text{ kPa}) / (130 \text{ kPa} - 73,5 \text{ kPa}) = 0,4867$, **48,7%**

0,5b $X_B = 1 - X_A = 1 - 0,4867 = 0,5133$, **51,3%**

b)

2b $y_A = p_A / p = p_A^\circ \times X_A / p = 130 \text{ kPa} \times 0,4867 / 101 \text{ kPa} = 0,6264$, **62,6%**

1b $y_B = 1 - y_A = 1 - 0,6264 = 0,3735$, **37,4%**

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.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Domáce kolo

Ing. Alena Olexová

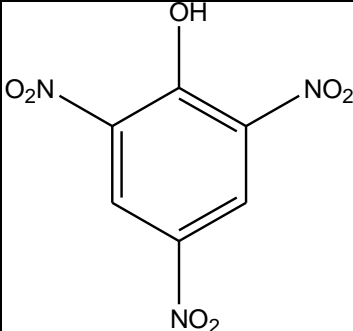
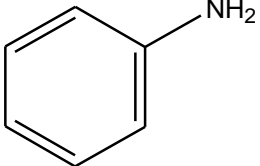
Maximálne 10 bodov (b), resp. 100 pomocných bodov (pb)

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

pomocné body (pb) × 0,1

Riešenie úlohy 1 (6 pb)

Po 1 pb za správne doplnenie názvu alebo vzorca.

Vzorec	Systémový názov	Triviálny názov
	2,4,6-trinitrofenol	Kyselina pikrová
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Kyselina 2-aminopropanová	Alanín
	Fenylamín	Anilín

Riešenie úlohy 2 (4 pb)

Po 2 pb za každý výber správneho tvrdenia.

Správne možnosti sú: C) a E).

Riešenie úlohy 3 (4 pb)

Po 2 pb za každý výber správnej možnosti.

Správne možnosti sú: B) a C).

Riešenie úlohy 4 (6 pb)

Po 1 pb za každú správnu odpoveď a 2 pb za vysvetlenie.

- a) primárny
- b) terciárny
- c) primárny
- d) sekundárny

Ak je v molekule amoniaku NH_3 nahradený uhlíkovým zvyškom jeden atóm vodíka, ide o primárny amín. Ak sú nahradené dva vodíkové atómy, je to sekundárny amín a ak sú nahradené všetky tri vodíky, ide o terciárny amín.

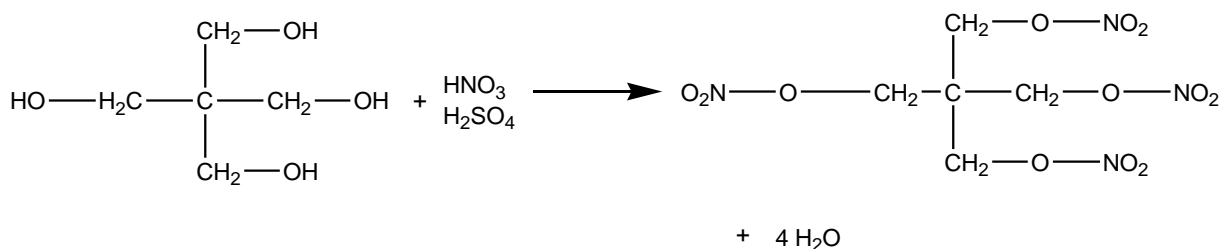
Riešenie úlohy 5 (12 pb)

Po 2 pb za každú správne utvorenú dvojicu.

A 6, B 8, C 3, D 7, E 2, F 4.

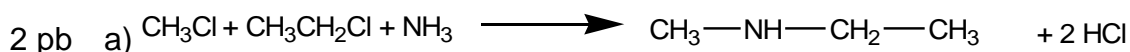
Riešenie úlohy 6 (5 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.

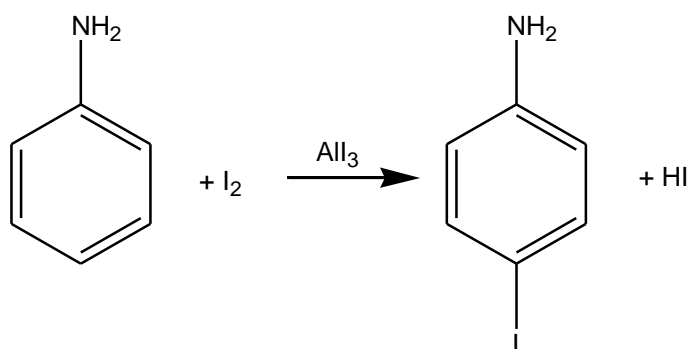


Riešenie úlohy 7 (23 pb)

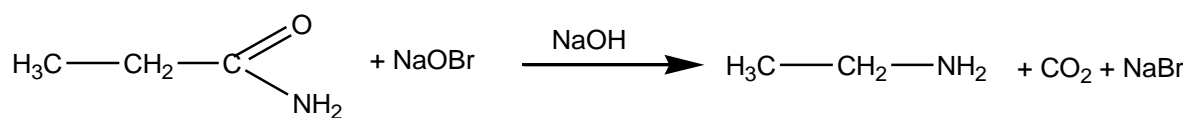
Po 1 pb za každú správne doplnenú látku (spolu 16 pb):



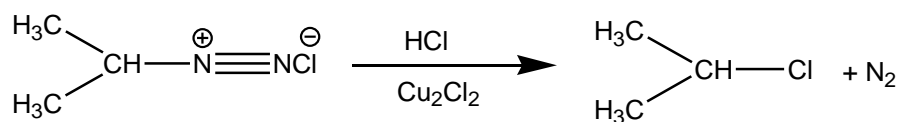
2 pb b)



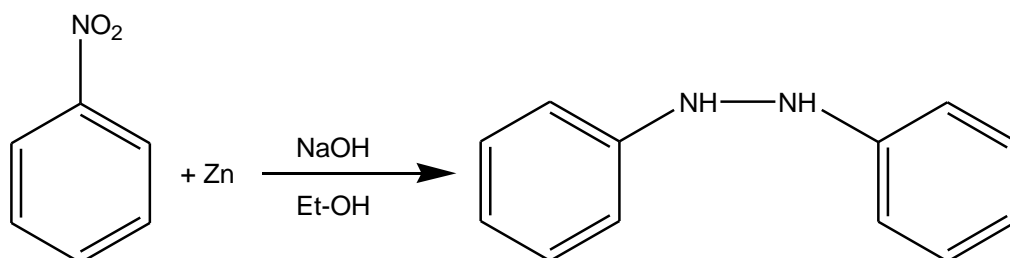
2 pb c)



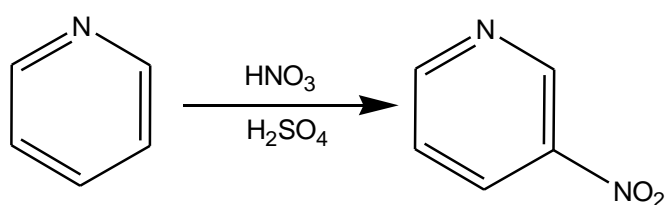
2 pb d)



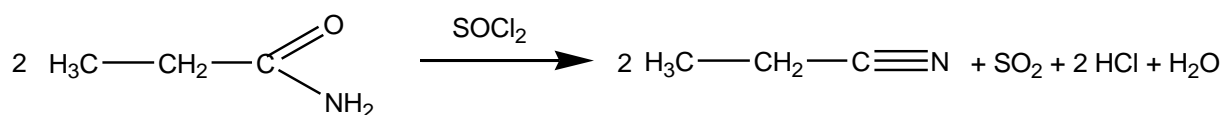
3 pb e)



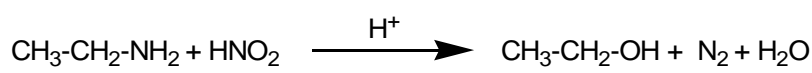
1 pb f)



1 pb g)

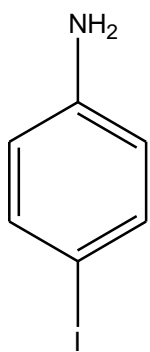


3 pb h)



Pomenovanie dusíkatých produktov: Po 1 pb za každý správny názov (spolu 7 pb).

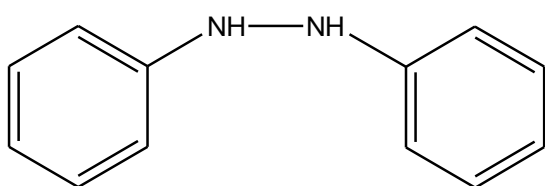
$\text{CH}_3\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_3$ etylmetylamín



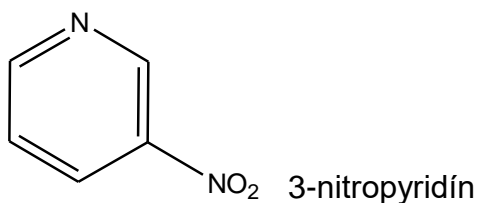
4-jódanilín (p-jódanilín)

$\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—NH}_2$ etylamín

N_2 dusík



hydrazobenzén



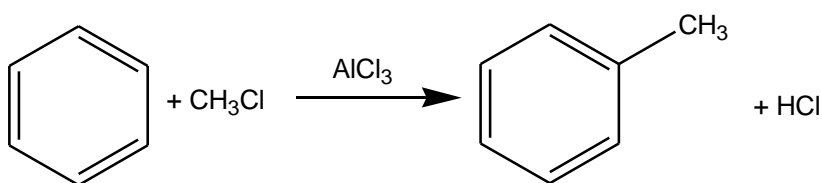
3-nitropyridín

$\text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—C}\equiv\text{N}$ propionitril, propánitril, etylkyanid, nitril kyseliny propánovej

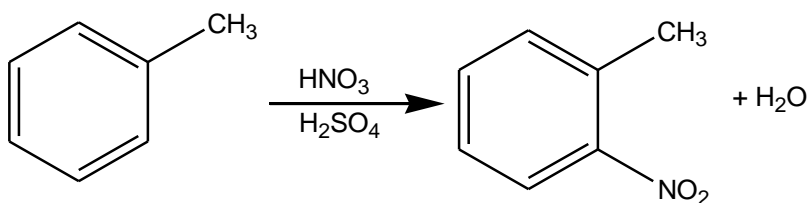
Riešenie úlohy 8 (40 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.

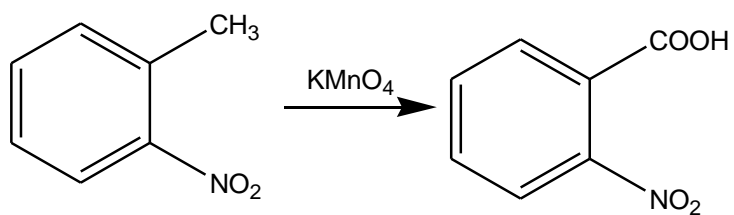
5 pb:



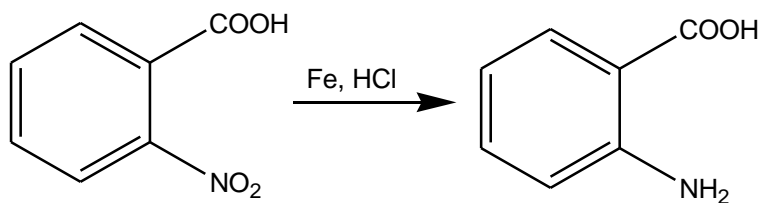
5 pb:



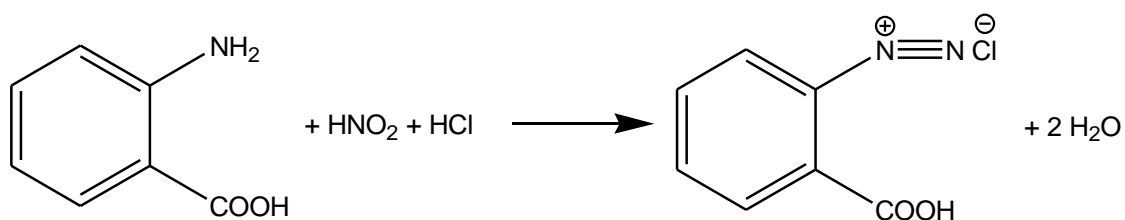
3 pb:



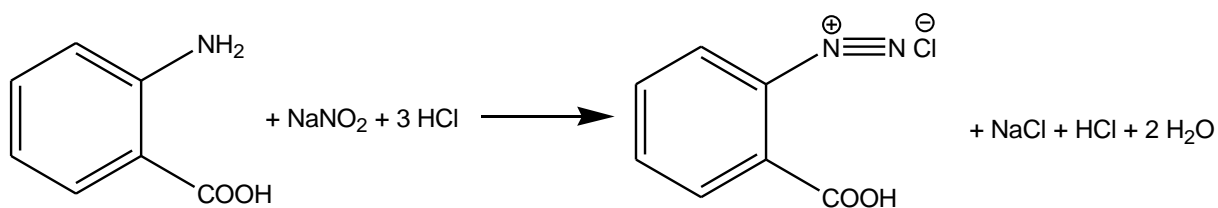
4 pb:



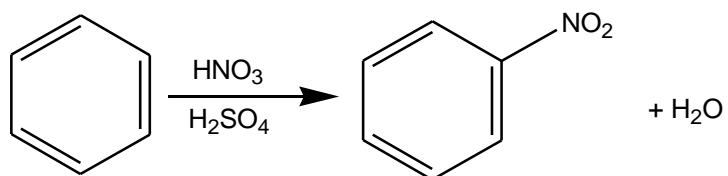
5 pb:



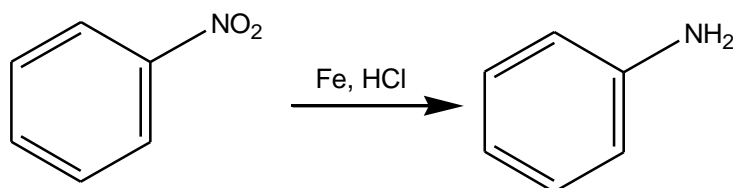
alebo



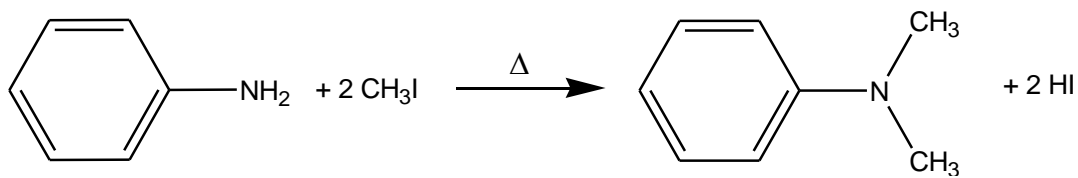
5 pb:



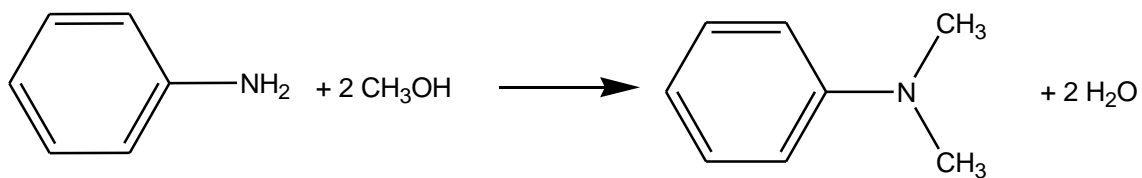
4 pb:



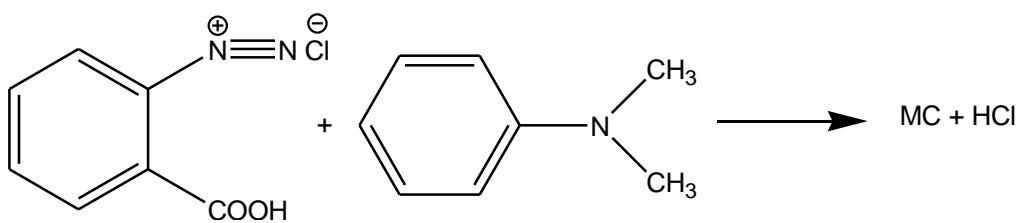
5 pb:



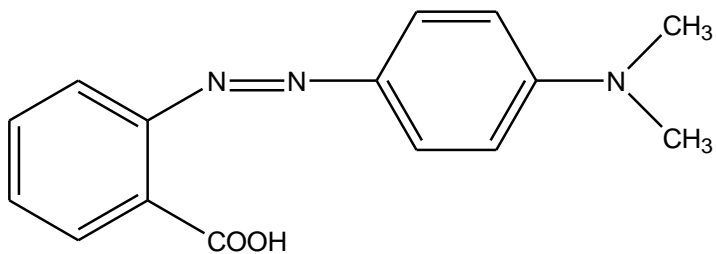
alebo



4 pb:



MC:



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKOK A BIO-CHÉMIE

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

Študijné kolo

Ladislav Blaško

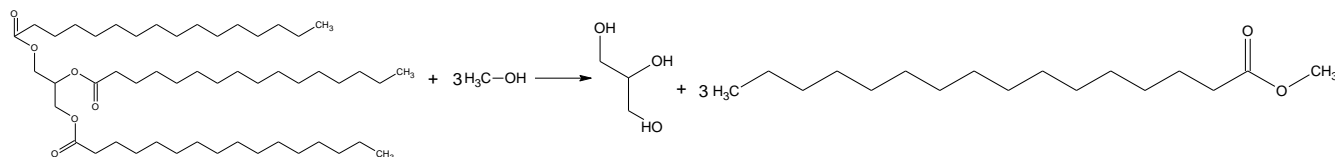
Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

3b 1.1 Za každý správne doplnený údaj prideliť 0,2b.

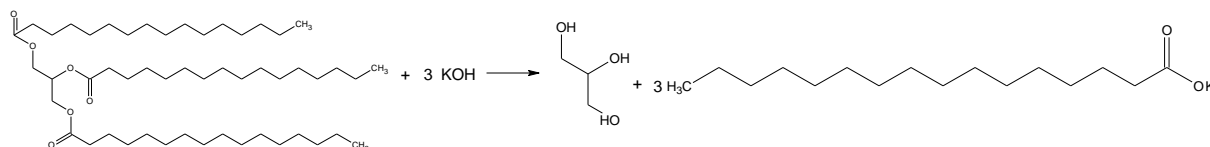
Triviálny názov	Počet atómov uhlíka	Systémový názov	Vzorec
Kyselina maslová	4	Kyselina butánová	
Kyselina laurová	12	Kyselina dodekánová	
Kyselina myristová	14	Kyselina tetradekánová	
Kyselina palmitová	16	Kyselina hexadekánová	
Kyselina stearová	18	Kyselina oktadekánová	

1b 1.2 Za správne napísanú rovnicu prideliť 1b.



0,25b 1.3 Glycerol.

1b 1.4 Za správne napísanú rovnicu prideliť 1b.



1,5b 1.5 Molekulový vzorec tripalmitoylglycerolu (TPG) je $C_{51}H_{98}O_6$.
Mólová hmotnosť tripalmitoylglycerolu $M(\text{TPG}) = 806 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Mólová hmotnosť KOH $M(\text{KOH}) = 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Z rovnice vyplýva $\frac{n(\text{TPG})}{n(\text{KOH})} = \frac{1}{3}$

$$m(\text{KOH}) = \frac{3 \cdot m(\text{TPG}) \cdot M(\text{KOH})}{M(\text{TPG})}$$

$$m(\text{KOH}) = \frac{3 \cdot 1 \text{ g} \cdot 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}{806 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

$$m(\text{KOH}) = 0,208 \text{ g} = 208 \text{ mg}$$

$$\text{číslo zmydelnenia TPG} = \frac{m(\text{KOH})}{m(\text{TPG})} = \frac{208 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 208$$

0,25b 1.6 Tuky a oleje obyčajne obsahuje rôzne mastné kyseliny. Môže obsahovať aj monoacylglyceroly a diacylglyceroly a voľné mastné kyseliny.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR, 8b)

1b 2.1 Jedna molekula triacylglycerolu(TAG) obsahuje tri dvojité väzby. Z toho

vyplýva, že $\frac{n(\text{TAG})}{n(\text{I}_2)} = \frac{1}{3}$

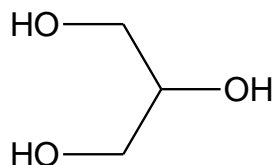
$$M(\text{TAG}) = \frac{3 \cdot m(\text{TAG}) \cdot M(\text{I}_2)}{m(\text{I}_2)}$$

$$M(\text{TAG}) = \frac{3 \cdot 1 \text{ g} \cdot 254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,862 \text{ g}}$$

$$M(\text{TAG}) = 884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Mólová hmotnosť triacylglycerolu A je $884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1b 2.2 Glycerol



1b 2.3 Je to jednoduchý triacylglycerol(TAG), všetky tri acyly sú rovnaké. Z jedného mólu TAG získame tri móly mastnej kyseliny(B).

$$\frac{n(\text{TAG})}{n(\text{B})} = \frac{1}{3}$$

$$M(\text{B}) = \frac{M(\text{TAG}) \cdot m(\text{B})}{3 \cdot m(\text{TAG})}$$

$$M(\text{B}) = \frac{884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,957 \text{ g}}{3 \cdot 1 \text{ g}}$$

$$M(\text{B}) = 282 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Mólová hmotnosť mastnej kyseliny B je $282 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2b 2.4 Neznáma mastná kyselina má molekulový vzorec $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$.

Dopocítame hmotnostný zlomok kyslíka

$$w(\text{O}) = 1 - w(\text{C}) - w(\text{H})$$

$$w(\text{O}) = 1 - 0,766 - 0,121$$

$$w(\text{O}) = 0,113$$

Zo známych údajov určíme počet atómov uhlíka, vodíka a kyslíka.

$$w(\text{C}) = \frac{x \cdot \text{Ar}(\text{C})}{\text{Mr}(\text{B})}$$

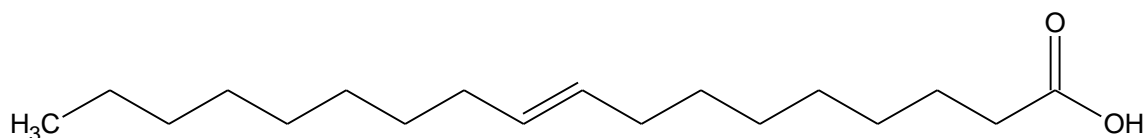
$$x = \frac{w(\text{C}) \cdot \text{Mr}(\text{B})}{\text{Ar}(\text{C})} = \frac{0,766 \cdot 282}{12} = 18$$

$$y = \frac{w(\text{H}) \cdot \text{Mr}(\text{B})}{\text{Ar}(\text{H})} = \frac{0,121 \cdot 282}{1} = 34$$

$$z = \frac{w(\text{O}) \cdot \text{Mr}(\text{B})}{\text{Ar}(\text{O})} = \frac{0,113 \cdot 282}{16} = 2$$

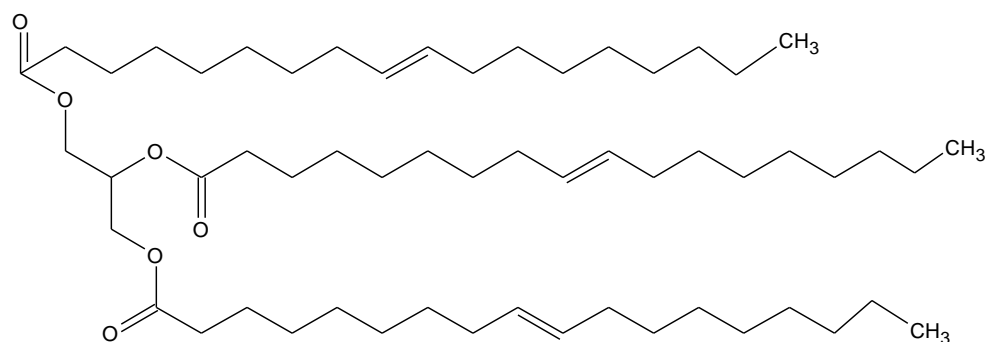
Molekulový vzorec mastnej kyseliny B je $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$.

- 1b **2.5** Neznáma mastná kyselina B má 18 uhlíkov a jednu dvojitú väzbu. Uvedené podmienky spíňa kyselina olejová a kyselina elaidová. Pretože kyselina olejová je za normálnych podmienok kvapalná, mastná kyselina B je kyselina elaidová.

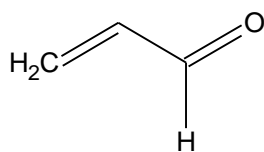


Kyselina (*E*)-oktadec-9-énová, alebo *trans*-oktadec-9-énová.

- 0,5b **2.6**



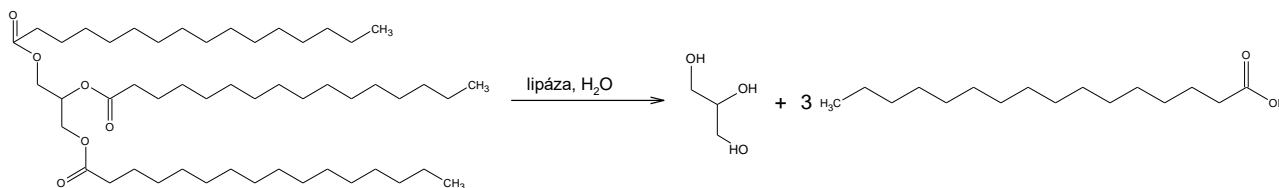
- 1b **2.7** propenál



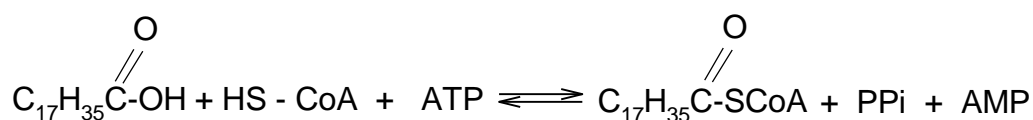
- 0,5b **2.8** Akroleín vzniká dehydratáciou glycerolu. Vosky glycerol neobsahujú.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

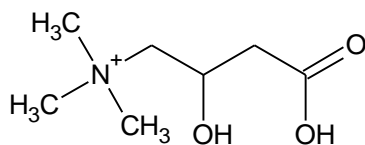
1b 3.1 Za správny vzorec reaktantu prideliť 0,25b, za podmienky reakcie 0,25b, za každý produkt po 0,25b



1b 3.2 Za správne napísanú rovnicu prideliť 1b.

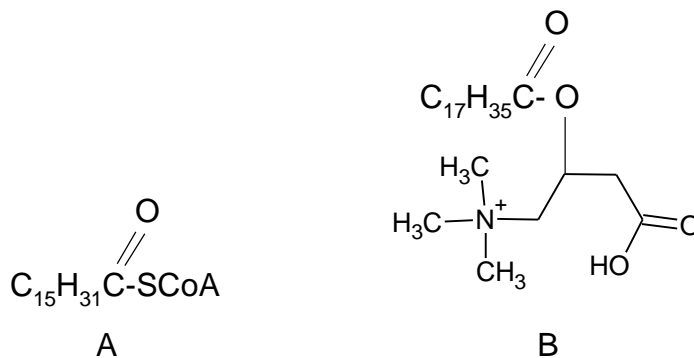


0,5b 3.3 Za vzorec prideliť 0,25b, za systémový názov 0,25b.



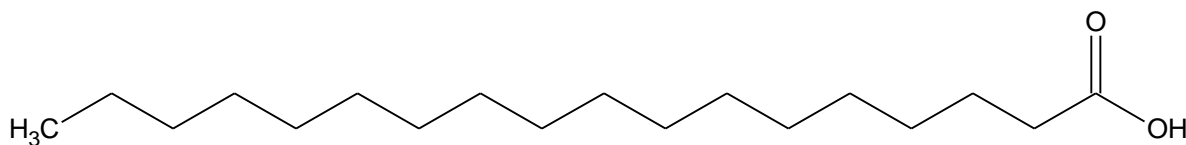
kyselina 3-hydroxy-4-(trimetylamónium)butánová

0,5b 3.4 Za každý správny vzorec priradiť 0,25b.

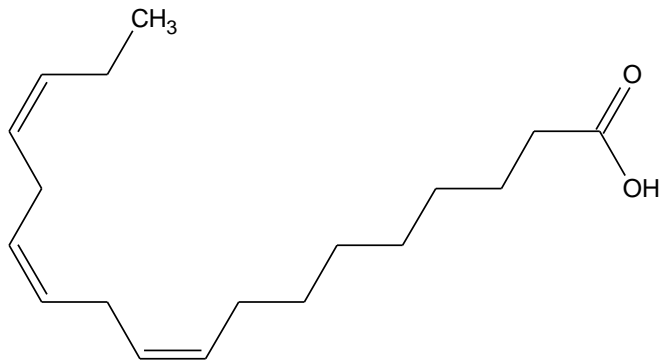


0,5b 3.5 Za každý správny vzorec priradiť 0,25b.

Kyselina stearová



Kyselina linolénová



3,5b 3.6 Z jednej molekuly aktivovanej 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 12 ATP	+108 ATP
Regenerácia 8 molekúl FADH_2 v dýchacom reťazci	8 x 2 ATP	+16 ATP
Regenerácia 8 molekúl $\text{NADH}+\text{H}^+$ v dýchacom reťazci	8 x 3 ATP	+24 ATP
	Spolu:	148 ATP

Z jednej molekuly aktivovanej kyseliny linolénovej vznikne 9 molekúl acetylkoenzýmu A, 5 molekúl FADH_2 a 8 molekúl $\text{NADH}+\text{H}^+$.

Oxidácia 9 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	9 x 12 ATP	+108 ATP
Regenerácia 5 molekúl FADH_2 v dýchacom reťazci	5 x 2 ATP	+10 ATP
Regenerácia 8 molekúl $\text{NADH}+\text{H}^+$ v dýchacom reťazci	8 x 3 ATP	+24 ATP
	Spolu:	142 ATP

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

Domáce kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov(b)

Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7,5 b)

a)

Celková bilancia:

$$1b \quad m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

množstvo cukru vypočítame úmerne k množstvu ovocia:

$$1b \quad m_2 = 150 \cdot \frac{60}{40} = 225 \text{ kg}$$

rovnako aj množstvo pektínu:

$$1b \quad m_3 = 225 \cdot 0,06 = 13,5 \text{ kg}$$

Bilancia na zložku „tuhý podiel“ TP

$$0,5b \quad m_1 \cdot w_{1,TP} + m_2 \cdot w_{2,TP} + m_3 \cdot w_{3,TP} = m_4 \cdot w_{4,TP} + m_5 \cdot w_{5,TP}$$

výpočet množstva vyrobeného džemu

$$1b \quad m_5 = \frac{m_1 w_{1,TP} + m_2 w_{2,TP} + m_3 w_{3,TP}}{w_{5,TP}} = \frac{150 \cdot 0,15 + 225 + 13,5}{0,72} = 362,5 \text{ kg}$$

b)

množstvo odparenej vody z celkovej bilancie:

$$1b \quad m_4 = 1500 + 225 + 13,5 - 362,5 = 26 \text{ kg}$$

c)

ak by sa žiadna voda neodparila $m_4 = 0$, len by sa ovocie zohrialo a pektín by hmotu zrôsolovitel,

potom by sa množstvo džemu rovnalo:

1b $m_5 = m_1 + m_2 + m_3 = 388,5 \text{ kg}$

a množstvo tuhého podielu by bolo:

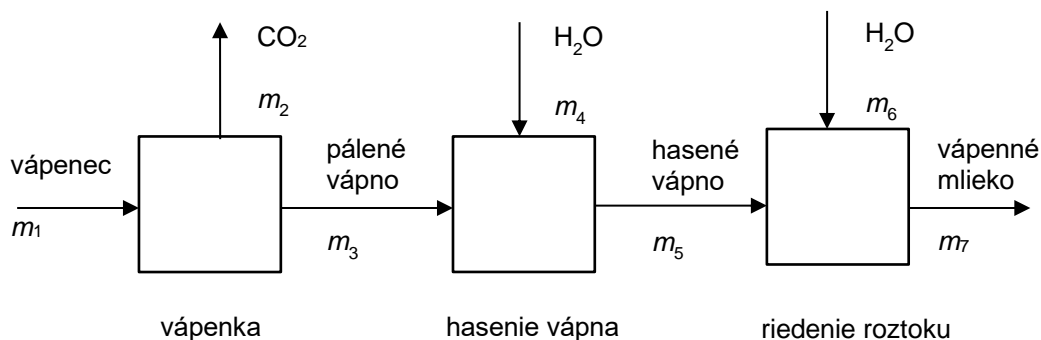
1b $w_{5,TP} = \frac{m_1 w_{1,TP} + m_2 w_{2,TP} + m_3 w_{3,TP}}{m_5} = \frac{150 \cdot 0,15 + 225 + 13,5}{388,5} = 0,672$

Takýto džem by bol „najredší“;

každá časť odparenej vody džem zhutňuje (aj ekonomicky znevýhodňuje, kvôli energetickej náročnosti) a tým zvyšuje množstvo tuhého podielu.

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

1b Začnime úlohou d)



a v ďalšom výpočte použijeme zvolené indexovanie:

a) bilancia riedenia roztoku

zložku $\text{Ca}(\text{OH})_2$ označme pre jednoduchosť symbolom A

0,5b zo zadania: $m_7 = 6\,000 \text{ kg}$, $w_{7,A} = 0,05$ $w_{5,A} = 0,80$

celková bilancia bude:

0,5b $m_5 + m_6 = m_7$ kde sú dve neznáme

preto prejdime k bilancii na zložku A

0,5b $m_5 \cdot w_{5,A} = m_7 \cdot w_{7,A}$ kde je neznáma len jedna

z druhej rovnice:

0,5b

$$m_5 = \frac{6\,000 \cdot 0,05}{0,8} = 375 \text{ kg}$$

a z celkovej bilancie:

$$0,5b \quad m_6 = m_7 - m_5 = 6\,000 - 375 = 5\,625 \text{ kg vody na riedenie } 80\% \text{ roztoku } \text{Ca(OH)}_2$$

b) bilancia hasenia vápna

$$0,5b \quad m_3 + m_4 = m_5 \quad \text{kde máme znova dve neznáme, ale v tomto kroku prebieha reakcia:}$$



preto je potrebné vypočítať látkové množstvo CaO, zo známej hmotnosti 80 % Ca(OH)₂

$$0,5b \quad n_{\text{CaO}} = n_{\text{Ca(OH)}_2} = \frac{m_{100\% \text{ Ca(OH)}_2}}{M_{\text{Ca(OH)}_2}} = \frac{w \cdot m_{80\% \text{ Ca(OH)}_2}}{M_{\text{Ca(OH)}_2}} = \frac{0,8 \cdot 375}{74,09} = 4,05 \text{ kmol}$$

$$m_{\text{CaO}} = m_3$$

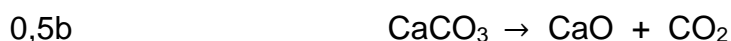
$$0,5b \quad m_{\text{CaO}} = n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaO}} = 4,05 \cdot 56,07 = 227,07 \text{ kg}$$

hmotnosť vody dopočítame z celkovej bilancie:

$$0,5b \quad m_4 = m_5 - m_3 = 375 - 227,07 = 147,93 \text{ kg}$$

c) bilancia vápenky

aj tu prebieha reakcia:



hmotnosť vápenca vypočítame stechiometricky, cez látkové množstvo CaO

$$0,5b \quad n_{\text{CaO}} = n_{\text{CaCO}_3}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = 4,05 \cdot 100,09 = 405,36 \text{ kg}$$

a na koniec treba zohľadniť aj 14 % nečistôt, čo znamená, že čistota vápenca je 86 %:

$$0,5b \quad m_{\text{vápenec}} = \frac{m_{100\% \text{ CaCO}_3}}{w} = \frac{405,36}{0,86} = 471,35 \text{ kg}$$

Riešenie úlohy 3 SENIOR (7,5b)

A alternatíva

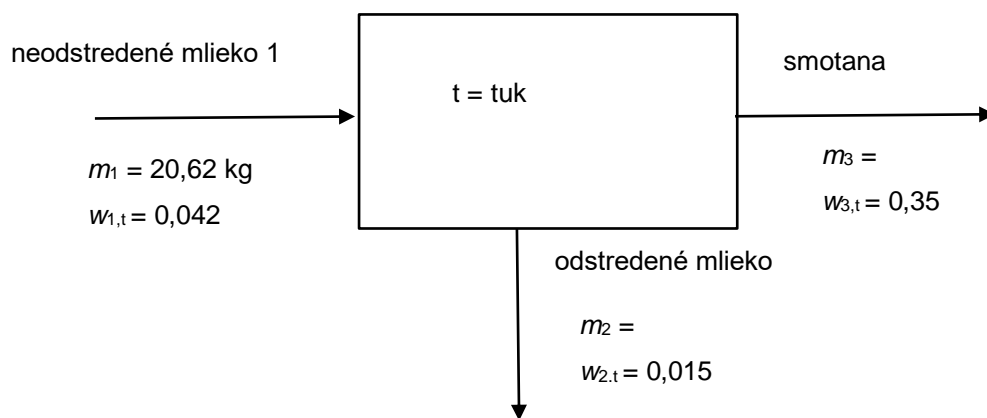
Surové mlieko s obsahom 4,2 hmot. % tuku sa odstredzuje, vzniká 35 % smotana a 1,5 % odstredené mlieko.

0,5b Hustoty mlieka sú priradené takto:

1. mlieko s obsahom 4,2 % tuku má hustotu $\rho = 1031 \text{ kg.m}^{-3}$
2. mlieko s obsahom 3,8 % tuku má hustotu $\rho = 1032 \text{ kg.m}^{-3}$
3. mlieko s obsahom 5,5 % tuku má hustotu $\rho = 1026 \text{ kg.m}^{-3}$
4. mlieko s obsahom 4,5 % tuku má hustotu $\rho = 1030 \text{ kg.m}^{-3}$
5. mlieko s obsahom 5,0 % tuku má hustotu $\rho = 1028 \text{ kg.m}^{-3}$

Bilancia odstredovania:

1b



Celková bilancia: $m_1 + m_2 = m_3$

Bilancia na tuk: $m_1 \cdot w_{1,t} + m_2 \cdot w_{2,t} = m_3 \cdot w_{3,t}$

1b Riešením dvoch rovníc s dvoma neznámymi dostaneme:

$$m_2 = 18,958 \text{ kg odstredeného mlieka}$$

$$m_3 = 1,662 \text{ kg smotany}$$

Ekonomická bilancia:

0,5b cena smotany: $CS \ 1 = \frac{1,662 \times 2}{0,2} = 16,62 \text{ €}$

0,5b cena odstredeného mlieka: $COM\ 1 = \frac{18,958 \times 0,5}{1,032} = 9,19\ \text{€}$

podobne vyriešime ostatné druhy mliek, výsledky sú zhrnuté v tabuľke:

1b

	% tuku	hmotnosť m ₁ (kg)	hmotnosť m ₂ (kg)	objem V ₂ (l)	COM (€)	hmotnosť m ₃ (kg)	CS (€)
1. mlieko	4,2	20,620	18,958	18,370	9,19	1,662	16,62
2. mlieko	3,8	20,640	19,223	18,627	9,31	1,417	14,17
3. mlieko	5,5	20,320	17,894	17,339	8,67	2,426	24,26
4. mlieko	4,5	20,600	18,755	18,173	9,09	1,845	18,45
5. mlieko	5,0	20,560	18,412	17,841	8,92	2,148	21,48
	Spolu			45,18		94,98	

0,5b Celkom: $45,18 + 94,98 = 140,16\ \text{€}$

B alternatíva

Mlieko 1 a 2 predávať neodstredené:

0,5b CNM = $20 \times 2 \times 1 = 40\ \text{€}$

Mlieko 3, 4, 5 odstreďovať:

0,5b CS = $24,26 + 18,45 + 21,48 = 64,19\ \text{€}$

0,5b COM = $8,67 + 9,09 + 8,92 = 26,68\ \text{€}$

0,5b Celkom: $130,87\ \text{€}$

C alternatíva

0,5 b CNM = $20 \times 5 \times 1 = 100\ \text{€}$

Najvýhodnejšia alternatíva pre farmára alternatíva A, všetko mlieko odstreďovať.