

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/24

Kategória A

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH



RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ANORGANICKEJ A ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 60. ročník – školský rok 2023/24
Domáce kolo

Martin Brokeš, Michal Juríček

Maximálne 18 bodov (b), resp. 36 pomocných bodov (pb).
Pri prepočte pomocných bodov na body použijeme vzťah: $b = 0,5 \cdot pb$

Úloha 1 (36 pb)

1.

(4 pb) V zadaní je uvedené, že obidva minerály sú formálne hydratované oxidy. Jediný oxid, ktorý tvorí hliník v prírode je oxid hlinitý – Al_2O_3 . Úlohou je teda nájsť hmotnostný obsah vody v týchto oxidoch. (2 pb)

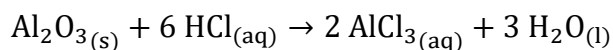
$$w_{\text{Al}} = 0,35 = \frac{2 \cdot M(\text{Al})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 26,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{101,96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + x \cdot 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$
$$x = 2,90$$

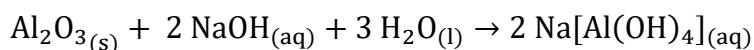
$$w_{\text{Al}} = 0,45 = \frac{2 \cdot M(\text{Al})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 26,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{101,96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + x \cdot 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$
$$x = 0,99$$

Hľadané sumárne vzorce teda sú $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (trihydrát oxidu hlinitého) pre gibbsit (1 pb) a $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (monohydrát oxidu hlinitého) pre diaspor (1 pb).

2.

(4 pb) Amfotérnosť je vlastnosť prvku/oxidu reagovať („rozpúšťať sa“) ako s vodným roztokom silnej kyseliny, tak aj s vodným roztokom silnej zásady. Kyselina ani zásada zadaná nie je, preto môžeme zvoliť ľubovoľnú silnú kyselinu a silnú zásadu.

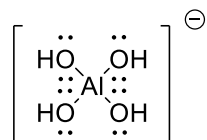




Za každú správnu reakciu udelíme 2 pb. V prípade nesprávneho uvedenia stavov udeliť 1 pb za reakciu. V prípade zlého vyčíslenia udeliť 1 pb za reakciu.

3.

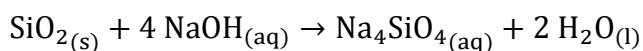
- (3 pb) Elektrónový štruktúrny vzorec častice **X** vyzerá takto (1 pb). V prípade nevyznačenia záporného náboja na komplexnom anióne body neprideliť.



Atóm hliníka sa nachádza v komplexnom anióne a jeho tvar je tetraéder (1 pb) s uhlom O–Al–O 109,5 ° (1 pb).

4.

- (2 pb) Oxid kremičitý sa tiež rozpúšťa v hydroxide sodnom za vzniku kremičitanu sodného. (2 pb)



V prípade nesprávneho uvedenia stavov udeliť 1 pb. V prípade vznikajúcej vody uznať aj plynný stav.

5.

- (2 pb) Riedenie vodou má za následok zníženie pH roztoku. V slabo alkalických roztokoch prechádza $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ na nerozpustný Al_2O_3 . (2 pb)

6.

- (9 pb) Z pece vystupuje čistý Al_2O_3 . Poznáme jeho hmotnostný tok, ktorý si prepočítame na látkový tok. (1 pb)

$$\dot{n}_2 = \frac{\dot{m}_2}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{289 \text{ kg/h}}{0,10196 \text{ kg/mol}} = 2834 \text{ mol/h}$$

Rovnaký látkový tok pre oxid hlinitý bude naprieč celým procesom sušenia.
(1 pb)

$$\dot{n}_2 = \dot{n}_1 = \dot{n}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$$

Vypočítame hmotnostný tok $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ vstupujúceho do predhrievača.
(1 pb)

$$\dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \dot{n}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$$

$$\dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 2834 \text{ mol/h} \cdot 0,15596 \text{ kg/mol}$$

$$\dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 442 \text{ kg/h}$$

Celkový hmotnostný tok suroviny pozostáva z toku $\dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ a $\dot{m}_0(\text{H}_2\text{O})$. Preto hmotnosť odparenej neviazanej vlhkosti počas jedného dňa vypočítame pomocou vzorca. (2 pb)

$$m_0(\text{H}_2\text{O}) = (\dot{m}_0 - \dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})) \cdot 24 \text{ h}$$

$$m_0(\text{H}_2\text{O}) = (500 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} - 442 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}) \cdot 24 \text{ h}$$

$$m_0(\text{H}_2\text{O}) = 1392 \text{ kg}$$

Množstvo odparenej viazanej vlhkosti je teda rozdiel (1 pb)

$$\dot{m}_{\text{viazaná}} = \dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) - \dot{m}_1$$

$$\dot{m}_{\text{viazaná}} = 442 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} - 413 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 29 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

čo zodpovedá látkovému toku

$$\dot{n}_{\text{viazaná}} = \frac{\dot{m}_{\text{viazaná}}}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{29 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}}{0,018 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1611 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$$

Z látkových pomerov odparenej viazanej vlhkosti a vznikajúceho $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ určíme látkový tok (2 pb)

$$\dot{n}_1(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{\dot{n}_{\text{viazaná}}}{2} = \frac{1611 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}}{2} = 806 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$$

Z toho už priamo spočítame mólový zlomok monohydrátu vstupujúceho do pece (1 pb)

$$x(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{\dot{n}_1(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{\dot{n}_1} = \frac{806 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}}{2834 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}} = 0,28$$

7.

(6 pb) Na odparenie neviazanej vlhkosti je potrebné ju najskôr zohriať zo 40 °C na 100 °C a potom odpariť (3 pb)

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{\text{voda}} &= \frac{\dot{m}_0(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} \cdot (C_p(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T + \Delta H_{\text{výp}}(\text{H}_2\text{O})) \\ \dot{Q}_{\text{voda}} &= \frac{58 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}}{0,018 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot (75,4 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 60 \text{ K} + 40600 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}) \\ \dot{Q}_{\text{voda}} &= 145,4 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1} \end{aligned}$$

Na ohrev trihydrátu oxidu hlinitého je potrebný tok tepla (2 pb)

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{\text{oxid}} &= \frac{\dot{m}_0(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})} \cdot C_p(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T \\ \dot{Q}_{\text{oxid}} &= \frac{442 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}}{0,15596 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 102,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 60 \text{ K} = 17,4 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1} \end{aligned}$$

Dohromady je teda potrebný tok tepla (1 pb)

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{\text{voda}} + \dot{Q}_{\text{oxid}} = 145,4 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1} + 17,4 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1} = 162,8 \text{ MJ} \cdot \text{h}^{-1}$$

8.

(5 pb) Približne odčítané hodnoty z Ellinghamovho diagramu pre teplotu 950 °C sú (1 pb) (Za 1 pb uznať podobné hodnoty).

$$\Delta G_{(I)} = -425 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta G_{(II)} = -225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Rovnice zadané v diagrame musíme prenasobiť a sčítať tak, aby poskytli výslednú rovnicu elektrolýzy (III). Rovnicu oxidácie hliníka označíme ako (I) a rovnicu oxidácie uhlíku ako (II).



Potom platí (2 pb)

$$(\text{III}) = 1,5 \cdot (\text{II}) - 1,5 \cdot (\text{I})$$

Rovnaké sčítanie spravíme aj s hodnotami Gibbsových energií v súlade s Hessovým zákonom (1 pb)

$$\Delta G_{(III)} = 1,5 \cdot \Delta G_{(II)} - 1,5 \cdot \Delta G_{(I)}$$

$$\Delta G_{(III)} = 1,5 \cdot (-225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - 1,5 \cdot (-425 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$\Delta G_{(III)} = 300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Reakčná Gibbsova energia požadovanej reakcie má veľmi veľkú kladnú hodnotu, čo znamená, že rovnovážne zloženie zmesi je posunuté k reaktantom (1 pb). Preto je výhodné jej dodávať energiu práve elektrolýzou.

9.

(1 pb) Pri teplote 1500 °C dokáže atomárny hliník vyredukovať kremík, uhlík a chróm z ich oxidov. Zdôvodnenie vid' riešenie úlohy 8.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 60. ročník – školský rok 2023/24
Domáce kolo

Ján Reguli

Maximálne 17 bodov = 68 pb (4 pb = 1 b)

Úloha 1 (4,5 bodu)

Počiatkové látkové množstvá plynov v jednotlivých častiach nádoby

$$1 \text{ pb} \quad n_{\text{O}_2} = \frac{p_1 V_1}{R T_1} = \frac{100000 \cdot 0,001}{8,3145 \cdot 300} = 0,04009 \text{ mol}$$

$$1 \text{ pb} \quad n_{\text{N}_2} = \frac{p_2 V_2}{R T_2} = \frac{200000 \cdot 0,002}{8,3145 \cdot 400} = 0,12027 \text{ mol}$$

Po odstránení prepážky sa kyslík s dusíkom premiešali. Teplota v nádobe sa ustálila na hodnote, ktorú vypočítame z kalorimetrickej rovnice

$$n_{\text{O}_2} C_{V,m}(T_{\text{def}} - T_1) = -n_{\text{N}_2} C_{V,m}(T_{\text{def}} - T_2)$$

$$0,04009 \cdot (T_{\text{def}} - 300) = -0,12027 \cdot (T_{\text{def}} - 400)$$

$$0,16036 \cdot T_{\text{def}} = 0,04009 \cdot 300 + 0,12027 \cdot 400$$

$$4 \text{ pb} \quad T_{\text{def}} = \frac{(0,04009 \cdot 300 + 0,12027 \cdot 400)}{0,16036} = 375 \text{ K}$$

a konečný tlak je

$$2 \text{ pb} \quad p_{\text{def}} = \frac{n R T_{\text{def}}}{V} = \frac{0,16036 \cdot 8,3145 \cdot 375}{0,003} = 166,664 \text{ kPa}$$

Mólové zlomky kyslíka a dusíka majú hodnoty

$$2 \text{ pb} \quad x_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{O}_2}} = \frac{0,04009}{0,16036} = 0,25 \quad x_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{O}_2}} = \frac{0,12027}{0,16036} = 0,75$$

Parciálne tlaky kyslíka a dusíka

$$1 \text{ pb} \quad p_{\text{O}_2} = x_{\text{O}_2} p_{\text{def}} = 0,25 \cdot 166664 = 41666 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ pb} \quad p_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} p_{\text{def}} = 0,75 \cdot 166664 = 124998 \text{ Pa}$$

Molárna hmotnosť plynnej zmesi je

$$\langle M \rangle = M_{\text{O}_2} x_{\text{O}_2} + M_{\text{N}_2} x_{\text{N}_2} = 32,00 \cdot 0,25 + 28,01 \cdot 0,75$$

$$2 \text{ pb} \quad \langle M \rangle = 29,0075 \text{ g mol}^{-1}$$

Hustota plynnej zmesi je

$$4 \text{ pb} \quad \rho = \frac{p \langle M \rangle}{R T} = \frac{166664 \cdot 0,0290075}{8,3145 \cdot 375} = 1,5505 \text{ kg m}^{-3}$$

Úloha 2 (3,5 bodu)

Ide o adiabatický dej, čiže o dej prebiehajúci v tepelne izolovanej sústave, t. j.

2 pb $q = 0$ a $w = \Delta U$.

Zmena vnútornej energie (dodanej prácou pri stlačení plynu)

2 pb $w = \Delta U = n C_{V,m} (T_2 - T_1) = 2 \cdot 27,6 \cdot (300 - 250) = 2760 \text{ J}$

Zmena entalpie

2 pb $\Delta H = n C_{p,m} (T_2 - T_1) = n (C_{V,m} + R)(T_2 - T_1) = 2 \cdot (27,6 + 8,3145) \cdot (300 - 250) = 3591,45 \text{ J}$

Priebeh vratného adiabatického deja ideálneho plynu opisuje rovnica $pV^\kappa = \text{const}$. Poissonova konštanta κ má hodnotu

2 pb $\kappa = C_{p,m} / C_{V,m} = (C_{V,m} + R) / C_{V,m} = (27,6 + 8,3145) / 27,6 = 1,301$

Rovnicu adiabaty si s ohľadom na zadanie upravíme na tvar

$p^{1-\kappa} T^\kappa = \text{const}$, odkiaľ vypočítame konečný tlak

4 pb $p_2 = p_1 (T_1 / T_2)^{\kappa / (1-\kappa)} = 200 \cdot (250 / 300)^{1,301 / (-0,301)} = 439,817 \text{ kPa}$

Konečný objem bude

2 pb $V_2 = n R T_2 / p_2 = 2 \cdot 8,3145 \cdot 300 / (439817) = 0,01134 \text{ m}^3$

Úloha 3 (4 body)

Reakciu $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}(\text{g})$ si zapíšeme v tvare $\text{A} + 3 \text{B} = \text{C}$

Stechiometrické koeficient teda sú $\nu_{\text{A}} = -1$, $\nu_{\text{B}} = -3$, $\nu_{\text{C}} = 1$, $\sum \nu_i = -3$

Rozsah reakcie je

2 pb $\xi = \frac{\Delta n_i}{\nu_i} = -\Delta n_{\text{A}} = \frac{\Delta n_{\text{B}}}{-3} = \Delta n_{\text{C}} = n_{0\text{A}} - n_{\text{A}} = \alpha_{\text{A}} n_{0\text{A}} = 0,1 \cdot 2,25 = 0,225 \text{ mol}$

Látkové množstvá reakčných zložiek v rovnovážnej sústave sú

$$n_{\text{A}} = n_{0\text{A}} + \Delta n_{\text{A}} = 2,250 - 0,225 = 2,025 \text{ mol}$$

$$n_{\text{B}} = n_{0\text{B}} + \Delta n_{\text{B}} = 3,750 - 3 \cdot 0,225 = 3,075 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}} = n_{0\text{C}} + \Delta n_{\text{C}} = 0 + 0,225 = 0,225 \text{ mol}$$

4 pb $n = \sum n_i = 5,325 \text{ mol}$

Pre štandardný stav I. s $p^\circ = 101,325 \text{ kPa}$

$$K_p = (p^\circ)^{-\sum \nu_i} \prod p_i^{\nu_i} = \left(\frac{p}{p^\circ n}\right)^{\sum \nu_i} \prod (n_i)^{\nu_i} = \left(\frac{p}{p^\circ n}\right)^{-3} \frac{n_{\text{C}}}{n_{\text{A}} n_{\text{B}}^3}$$

4 pb $K_p = \frac{n_{\text{C}} n^3 (p^\circ)^3}{n_{\text{A}} n_{\text{B}}^3 p^3} = \frac{0,225 \cdot 5,325^3 \cdot 101325^3}{2,025 \cdot 3,075^3 \cdot 90000^3} = 0,8234$

Teplotu, pri ktorej sa ustanoví takáto rovnováha, vypočítame z teplotnej závislosti rovnovážnej konštanty

$$\ln K_p(T, p^\circ = 101325 \text{ Pa}) = -47,9168 + 24315,299/T.$$

$$\ln K_p = -47,9168 + 24315,299/T$$

$$\ln 0,8234 + 47,9168 = 24315,299/T$$

$$4 \text{ pb} \quad T = \frac{24315,299}{47,9168 + \ln 0,8234} = 509,514 \text{ K}$$

Štandardnú reakčnú Gibbsovu energiu vypočítame z rovnice

$$2 \text{ pb} \quad \Delta_r G^\circ = -R T \ln K_p = -8,3145 \cdot 509,514 \cdot \ln 0,8234 = 823,18 \cong 823 \text{ J mol}^{-1}$$

alebo

$$\Delta_r G^\circ = -R T \left(-47,9168 + \frac{24315,299}{T} \right) = 822,98 \cong 823 \text{ J mol}^{-1}$$

Úloha 4 (3 body)

Pri výpočte stupňa premeny sulfurylchloridu môžeme vychádzať z jeho definície

$$2 \text{ pb} \quad \alpha_A = \frac{n_{0A} - n_A}{n_{0A}} = \frac{p_{0A} - p_A}{p_{0A}}, \text{ z ktorej vyplýva } p_A = p_{0A}(1 - \alpha_A)$$

a z rýchlostnej rovnice v exponenciálnom alebo v logaritmickom tvare

$$p_A = p_{0A} e^{-kt} \quad \text{a teda}$$

$$4 \text{ pb} \quad \alpha_A = \frac{p_{0A} - p_A}{p_{0A}} = 1 - e^{-kt} = 1 - e^{-0,00132 \cdot 2 \cdot 60} = 0,14649$$

Druhý údaj vypočítame z logaritmickkej rovnice

$$2 \text{ pb} \quad \ln \frac{p_A}{p_{0A}} = \ln(1 - \alpha_A) = -k t$$

$$4 \text{ pb} \quad t = -\frac{1}{k} \ln(1 - \alpha_A) = -\frac{1}{0,00132} \ln(1 - 0,9) = 1744,38 \text{ min}$$

Úloha 5 (2 body)

Polčas reakcie 1. poriadku vypočítame zo vzťahu

$$2 \text{ pb} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{\ln 2}{0,001} = 693,147 \text{ min} = 11,552 \text{ hod}$$

Parciálny tlak reaktanta A po 10 hodinách bude

$$2 \text{ pb} \quad p_A = p_{0A} e^{-kt} = 1 \cdot e^{-0,001 \cdot 600} = 0,5488 \text{ MPa}$$

Zo vzťahu

$$2 \text{ pb} \quad \frac{\Delta p_i}{\nu_i} = \frac{\Delta p}{\sum \nu_i}, \quad \text{čiže} \quad \frac{p_A - p_{0A}}{-2} = \frac{p - p_0}{-1}$$

dostaneme tlak v sústave po desiatich hodinách priebehu reakcie

$$2 \text{ pb} \quad p = p_0 + \frac{p_A - p_0}{2} = \frac{p_A + p_0}{2} = \frac{1,5488}{2} = 0,7744 \text{ MPa}$$

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 60. ročník – školský rok 2023/24
Domáce kolo

Michal Májek, Radovan Šebesta

Maximálne 170 pb

Úloha 1 (62 pb)

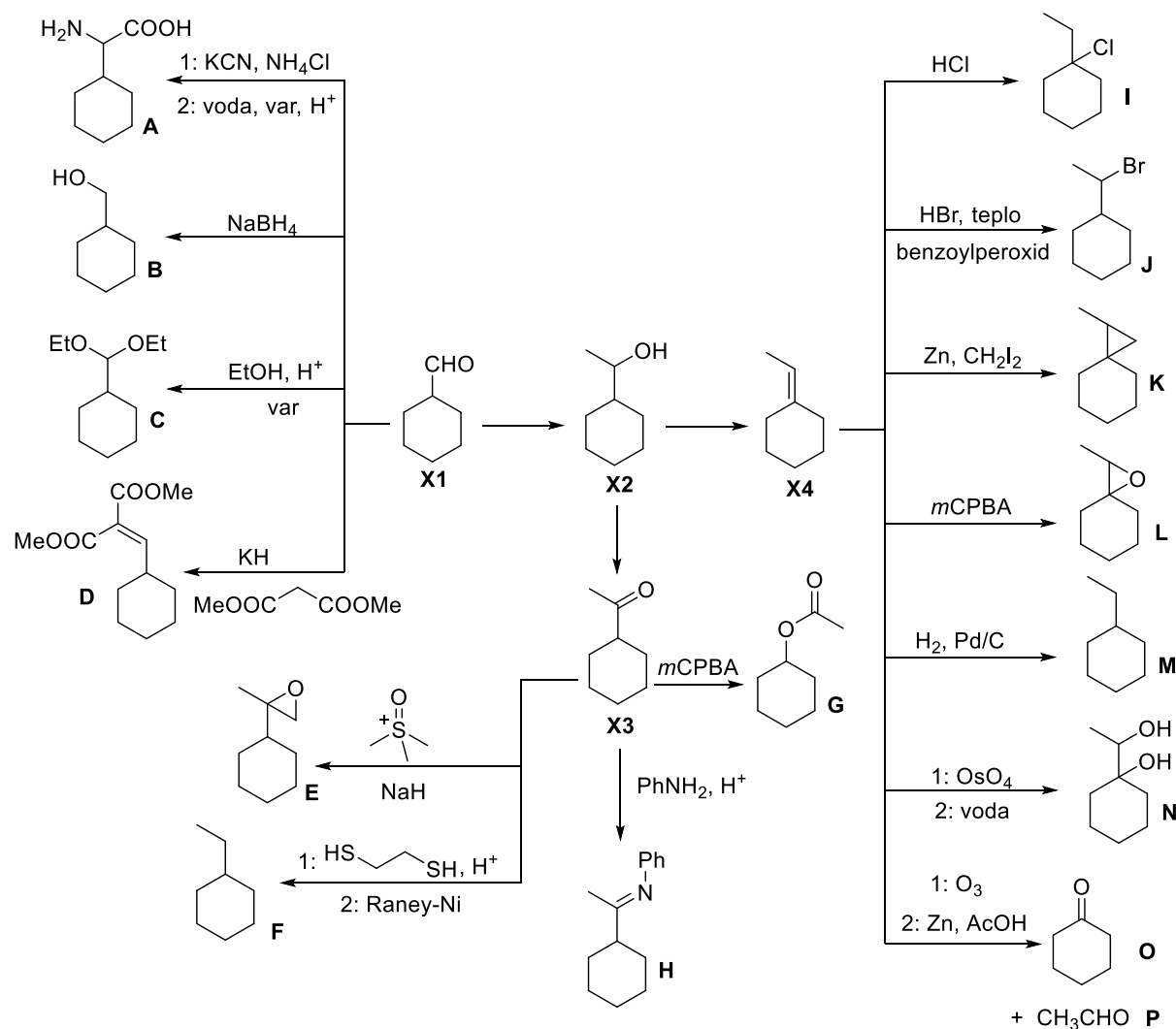
a) 6 pb = 3x2 pb za R1-R3

R1 = MeLi (alebo zodpovedajúce Grignardovo činidlo)

R2 = PCC (alebo Jonesovo činidlo alebo Dess-Martin perjodinán (DMP))

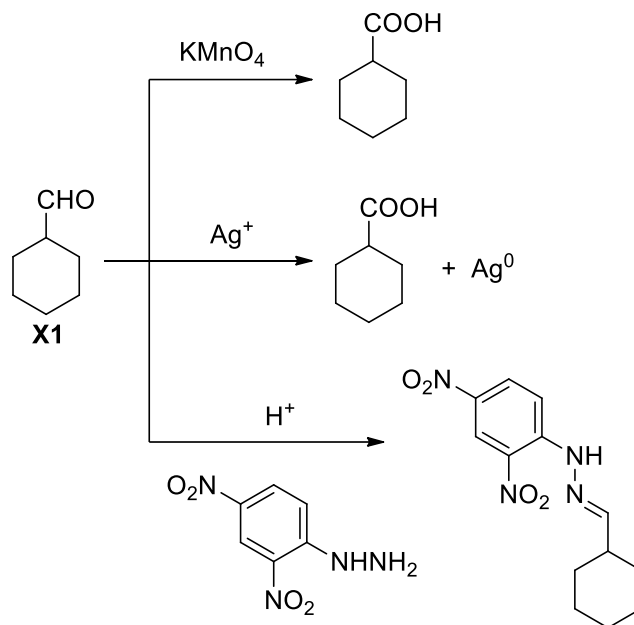
R3 = kyselina sírová (alebo iné dehydratačné činidlo)

b) 32 pb = 2 pb za každú správnu štruktúru A – P.

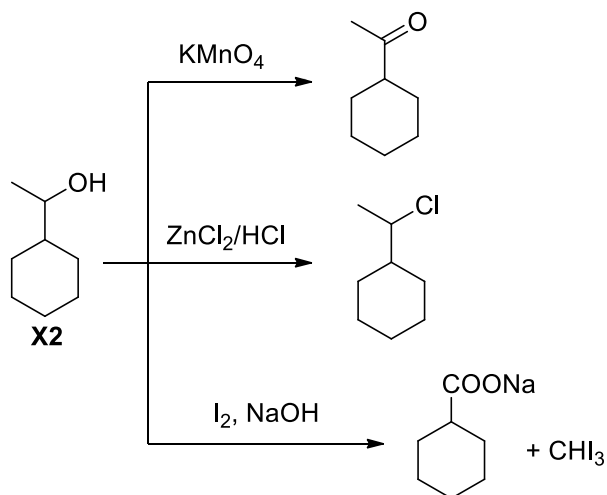


c) 12 pb = po 3 pb za identifikáciu **X1** – **X4**

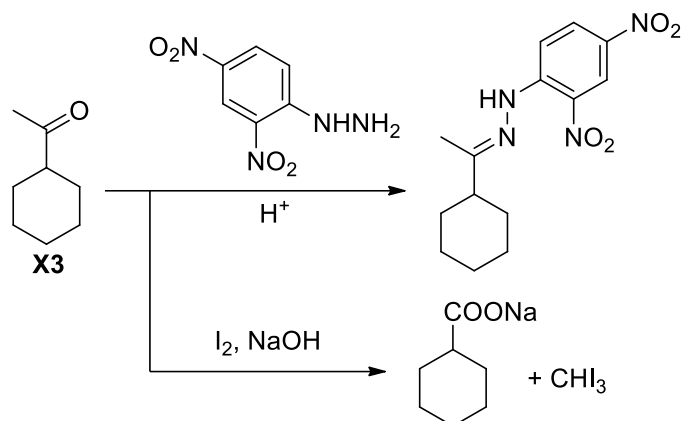
Aldehyd **X1** bude reagovať so zriedeným KMnO_4 , Tollensovým činidlom a Bradyho činidlom:



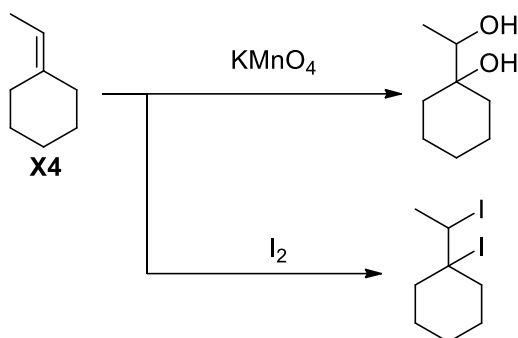
Alkohol **X2** bude reagovať so zriedeným KMnO_4 , Lucasovým činidlom a vodným roztokom jódu, KI a KOH :



Ketón **X3** bude reagovať s vodným roztokom jódu, KI a KOH a s Bradyho činidlom:



Alkén **X4** bude reagovať s vodným roztokom jódu, KI a KOH a so zriedeným KMnO_4 :



Vhodná metóda pre identifikáciu látok by bola preto napríklad nasledovná: Látky by sme najskôr testovali Bradyho činidlom. Dve vzorky, ktoré by s ním tvorili červenú zrazeninu sú aldehyd **X1** a ketón **X3**. Tie by sme od seba odlíšili pomocou Tollensovho činidla – aldehyd **X1** by tvoril strieborné zrkadlo, zatiaľ čo ketón **X3** nie. Látky **X2** a **X4**, ktoré poskytli negatívny výsledok s Tollensovým činidlom by sme od seba rozlíšili pomocou vodného roztoku jódu v bázičkom prostredí – alkohol **X2** by poskytol jodoformovú reakciu (aj keď pomalšie než ketón **X3**), čo by sa prejavilo vznikom žltej zrazeniny, zatiaľ čo alkén **X4** by odfarbil roztok jódu bez vzniku zrazeniny.

d) 4 pb = po 1 pb za každú správnu identifikáciu

I – široký signál medzi $3000\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ – alkohol **X2**

II - signály pri 3080 a 1640 cm^{-1} – alkén **X4**

III - signály pri 2700 a 1730 cm^{-1} – aldehyd **X1**

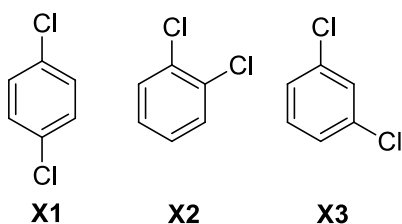
IV - signál pri 1740 cm^{-1} – ketón **X3**

e) 8 pb = po 2 pb za každú správnu identifikáciu

X1 – signál pre vodík aldehydovej skupiny okolo 10 ppm (s, CHO); **X2** – široký singlet, ktorý by zmizol po pridaní ťažkej vody (bs, OH); **X3** – singlet okolo 2-2.5 ppm (s, CH_3CO); **X4** – kvartet okolo 5-6 ppm (t, $\text{CH}=\text{C}$)

Úloha 2 (30 pb)

a) 6 pb po 2 pb za **X1 – X3**



b) 8 pb = po 2 pb za každú reakciu

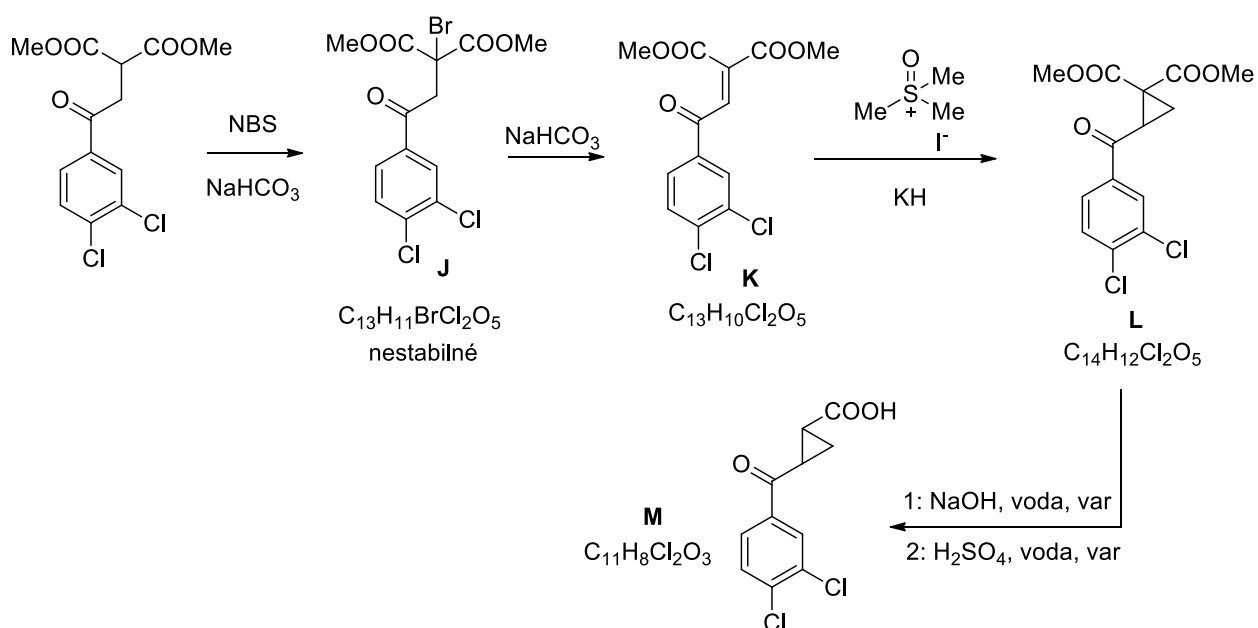
A, B – chlór, AlCl_3 (alebo iná vhodná Lewisova kyselina)

C, D – acetylchlorid, ZnCl_2 (alebo iná vhodná Lewisova kyselina)

E – bróm

F, G – dimetylmalonát, potaš (alebo iná vhodná báza)

c) 8 pb = po 2pb za **J-M**

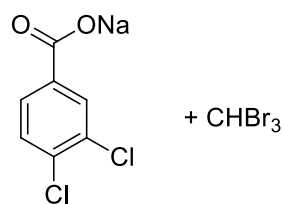


d) 4 pb

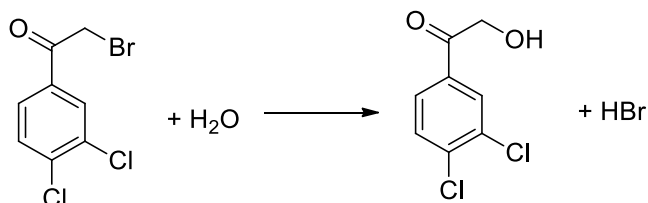
Nitrobenzén a sírouhlík. (Etanol a voda by ako nukleofily reagovali Lewisovou kyselinou; chlorid uhličitý by podľahol Friedel-Craftsovej alkylácii; toluén by konkuroval vo Friedel-Craftsovej acylácii; acetanhydrid by tiež mohol vstúpiť do acylácie ako acylačné činidlo)

e) 2 pb

V zásaditom prostredí by prebehla haloformová reakcia:



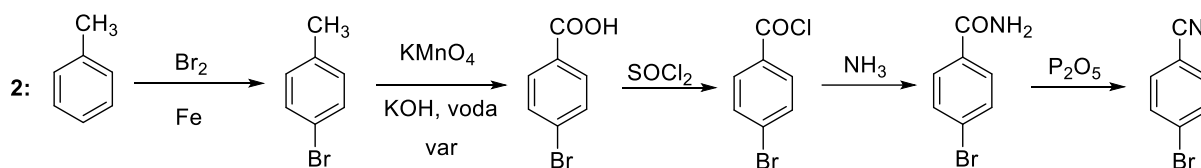
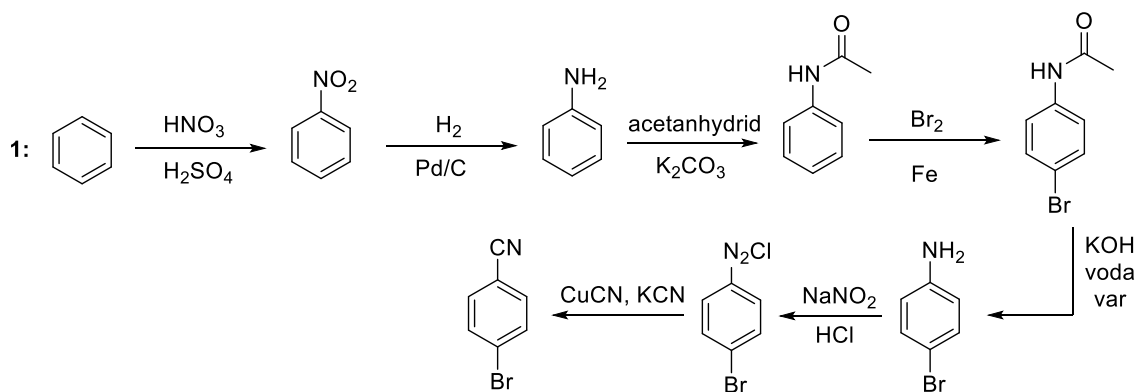
f) 2 pb



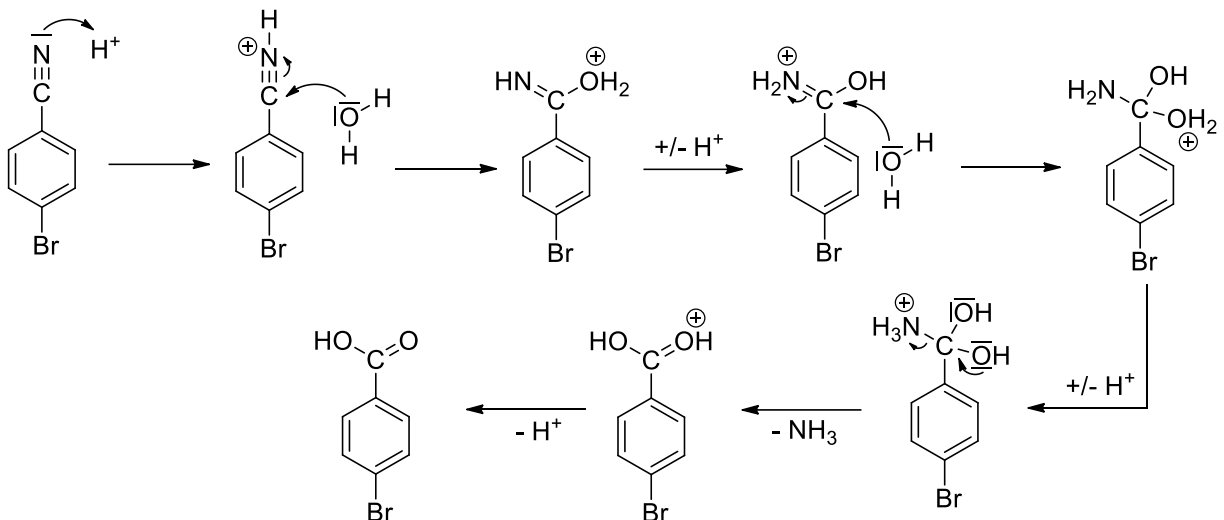
Úloha 3 (16 pb)

a) 12 pb, 7 pb za syntézu 1 a 5 pb za syntézu 2, alebo inak vhodne rozdelené body.

Poznámka: Možno samozrejme uznať akúkoľvek inú funkčnú syntetickú cestu k produktom.

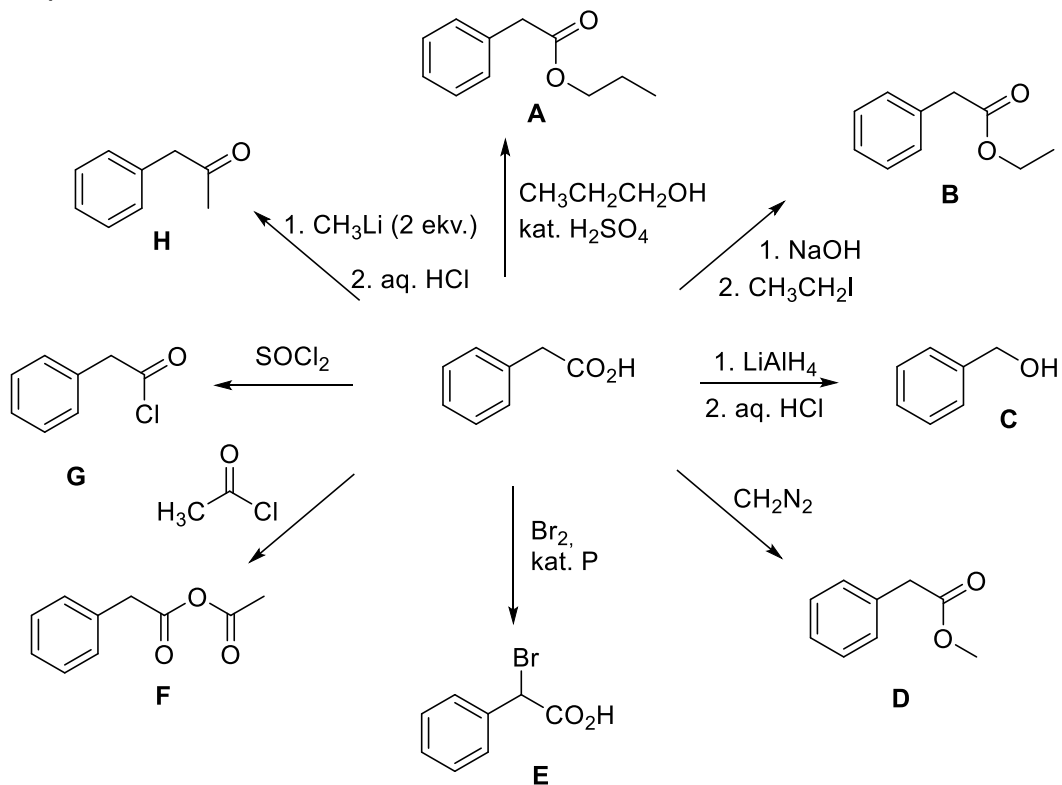


b) 4 pb

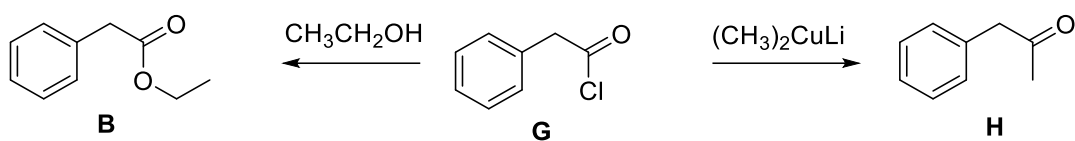


Úloha 4 (23 pb)

a) 2x8 pb



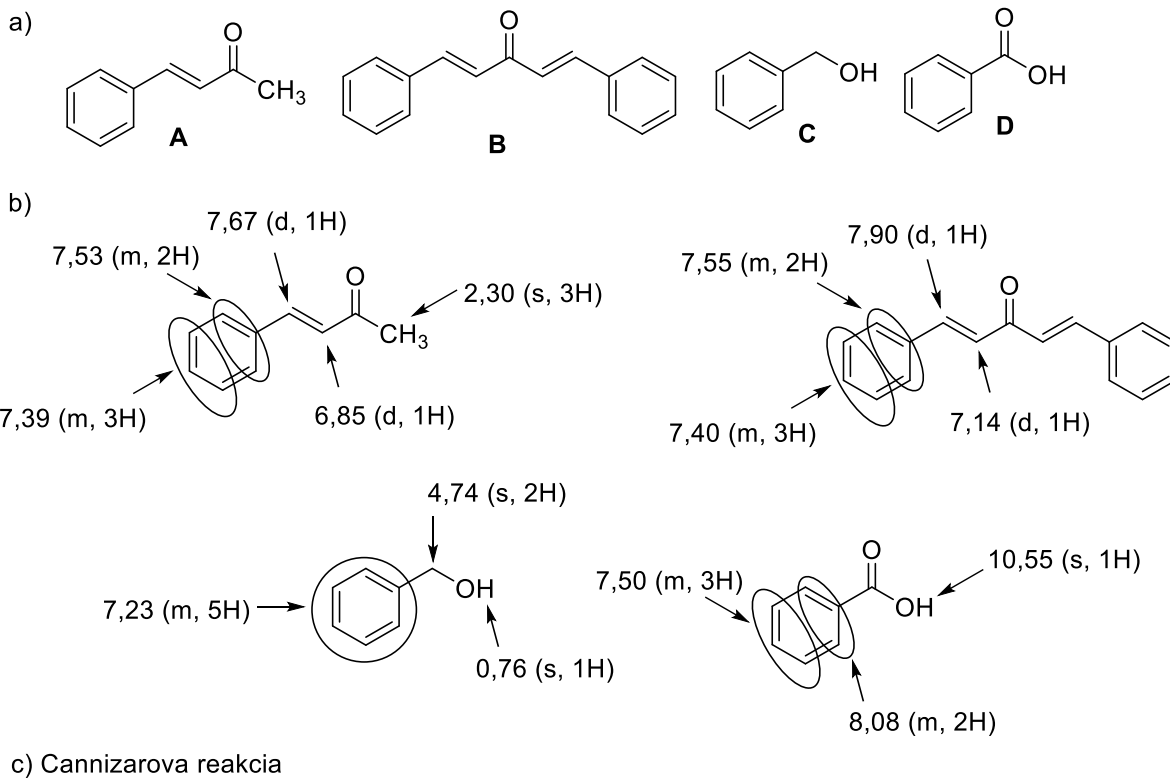
b) 5 pb, 2 pb za reakciu **G** na **B**; 3 pb za premenu **G** na **H**.



c) 2 pb: Reaktívne organokovy ako RMgX alebo RLi reagujú aj s produktom reakcie – ketónom, a preto treba použiť jemnejšie činidlá ako napr. organokupráty.

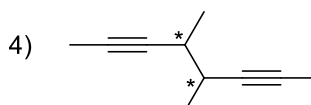
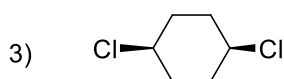
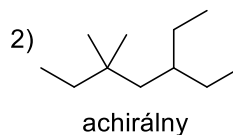
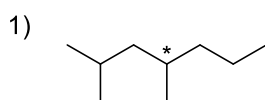
Úloha 5 (25 pb)

4x2 pb za štruktúry **A-D**, 15x1 pb za priradenie signálov, 2 pb za správny názov reakcie. Poznámka: pre protóny na C=C násobnej väzbe možno za rovnaký počet uznať aj opačné priradenie.



Úloha 6 (14 pb)

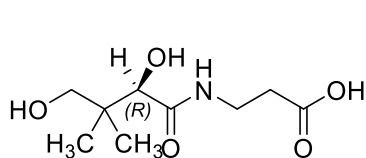
a) 4x1 pb



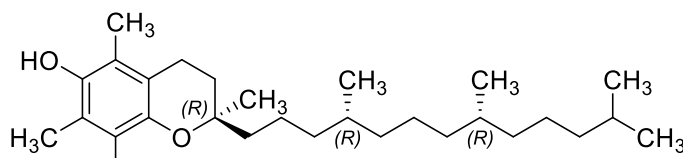
achirálny (má rovinu symetrie)

(*R,R*) a (*S,S*) sú chirálne, (*R,S*) je tzv. mezo zlúčenina, ktorá je achirálna.

b) 4x2 pb za každé správne určené stereogénne centrum.



Kyselina pantoténová



Tokoferol

c) 2 pb za správny názov kys. pantoténovej

Kyselina (*R*)-3-(2,4-dihydroxy-3,3-dimetylbutánamido)propánová

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 60. ročník – šk. rok 2023/24
Domáce kolo

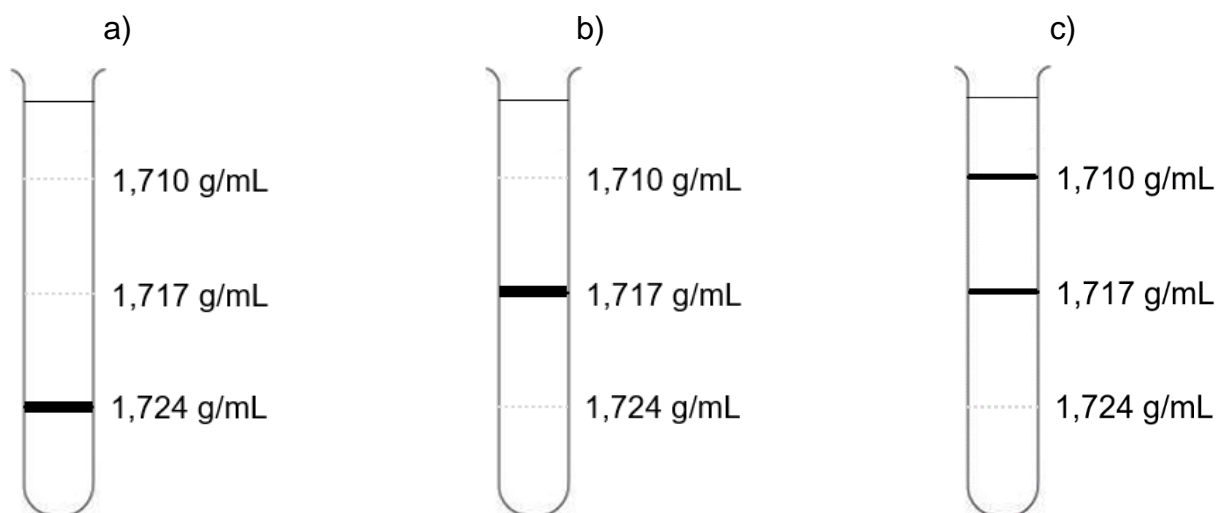
Pavol Štefík, Boris Lakatoš

Maximálne 8 bodov (32 pb)
Doba riešenia: bez časového obmedzenia

1. Pri semikonzervatívnom spôsobe replikácie DNA je každá nová dvojzávitnica DNA tvorená jedným pôvodným vláknom, ktoré slúžilo ako templátové vlákno, a jedným novosyntetizovaným vláknom.

Za (podobne formulovanú) odpoveď udeliť **3 pb**.

2.



Za každý obrázok so správne vyznačenými zónami udeliť **2 pb**, celkom **6 pb** za úlohu.

3.

5'-GCCACCAUGGGAUGGCCACGUAUACGCUUAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3'

3 pb

4.

5'-GCCACCAUGGGAUGGCCACGUAUACGCUUAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3'

Iniciačný kodón **1 pb**

Terminačný kodón **1 pb**

Primárna štruktúra oligopeptidu „X“:

metionín-glycín-tryptofán-prolín-arginín-izoleucín-arginín-leucín-alanín-lyzín-leucín

2 pb

5. Teoretický počet čítacích rámcov: tri

1 pb

Otvorený čítací rámec pozostáva z 36 nukleotidov.

1 pb

6.

5´-GCCACCAUGGGAUGGCCACGUAUACGCUUAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3´

a) metionín-glycín-tryptofán-prolín-arginín-izoleucín-arginín

1 pb

5´-GCCACCAUGGGAUGGACCACGUAUACGCUUAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3´

b) metionín-glycín-tryptofán-treonín-treonín-tyrozín-treonín-leucín-arginín-lyzín-alanín-metionín-arginín-kyselina glutámová-izoleucín

1 pb

5´-GCCACCAUGGGAUGGCCACCUAUACGCUUAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3´

c) metionín-glycín-tryptofán-prolín-prolín-izoleucín-arginín-leucín-alanín-lyzín-leucín

1 pb

5´-GCCACCAUGGGAUGGCCACGUAUACGCUUAGCGAAGCUAUGAGCGAGAUU-3´

d) metionín-glycín-tryptofán-prolín-arginín-izoleucín-arginín-leucín-alanín-lyzín-leucín

1 pb

5´-GCCACCAUGGGAUGGCCACGUAUACGCUUGAGCAAAGCUAUGAGCGAGAUU-3´

e) metionín-glycín-tryptofán-prolín-arginín-izoleucín-arginín

1 pb

Poznámka k riešeniu: na udelenie plného počtu pb nie je potrebné v riešení uviesť sekvenciu RNA. Tá slúži len ako pomôcka pri riešení úlohy – šedým pozadím sú oddelené jednotlivé kodóny, tučným podčiarknutým písmom je zvýraznený kodón, v ktorom došlo k zmene v dôsledku mutácie.

7. i) a, b

1 pb

ii) a, e

1 pb

iii) d

1 pb

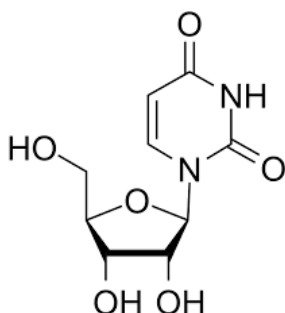
iv) c

1 pb

8. Molekuly tRNA prinášajú do ribozómu vo forme aminoacyl-tRNA metabolicky aktivované aminokyseliny, na ktoré sa po priebehu peptidyltransferázovej reakcie môže prenášať novosyntetizovaný polypeptidový reťazec, ktorý týmto spôsobom narastá až do ukončenia proteosyntézy.

Za (podobne formulovanú) odpoveď udeliť **3 pb**.

9.



2 pb

Autori: Martin Brokeš, Mgr. Michal Juríček, PhD., doc. Ing. Boris Lakatoš, PhD., Ing. Michal Májek, PhD., doc. Ing. Ján Reguli, CSc. (vedúci autorského kolektívu), prof. Mgr. Radovan Šebesta, DrSc., Ing. Pavol Štefík

Recenzenti: Ing. Tibor Dubaj, PhD., Mgr. Jela Nociarová, PhD., doc. Ing. Ján Pavlák, PhD., doc. Ing. Martin Šimkovič, PhD., Mgr. Barbora Zahradníková

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023