

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória EF

Domáce kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH
ÚLOH**

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026
**RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ
CHÉMIE**

Domáce kolo

Anna Ďuricová

Maximálne 15 bodov(b)

Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7,5 b)

Pre jednoduchosť si označme zložky písmenami:

metanol – A

voda – B

budeme potrebovať mólové hmotnosti zložiek:

$$M_A = 12,011 + 15,999 + 4 \times 1,008 = 32,042 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M_B = 15,999 + 2 \times 1,008 = 18,015 \text{ g.mol}^{-1}$$

a) Zo zadania vieme:

$$x_A = 0,2$$

$$m_A + m_B = 1000 \text{ g}$$

0,5b $x_A + x_B = 1 \Rightarrow x_B = 0,8$

$m_A = ?$ $m_B = ?$

0,5b z definície molárneho zlomku a po jeho úprave na hmotnosti, príde k tvaru s hľadanými hmotnosťami:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{M_A} + \frac{m_B}{M_B}} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{M_A} + \frac{1000 - m_A}{M_B}}$$

0,5b po úprave a vyjadrení m_A získame:

$$m_A = \frac{x_A \cdot 1000}{x_B \frac{M_B}{M_A} + x_A} = \frac{0,2 \cdot 1000 \text{ g}}{0,8 \cdot \frac{18,015}{32,042} + 0,2} = \mathbf{307,8 \text{ g metanolu}}$$

0,5b $m_B = 1000 - 307,8 = \mathbf{692,2 \text{ g vody}}$

b) $w_A = 0,2$

0,5b z definície hmotnostného zlomku:

$$w_A = \frac{m_A}{m_A + m_B} = \frac{m_A}{1000}$$

$$m_A = 0,2 \cdot 1000 = \mathbf{200 \text{ g metanolu}}$$

0,5b $m_B = \mathbf{800 \text{ g vody}}$

c) $\varphi_A = 0,2$

$\rho_A = 0,7912 \text{ g.cm}^{-3}$

$\rho_B = 0,9982 \text{ g.cm}^{-3}$

0,5b z definície objemového zlomku:

$$\varphi_A = \frac{V_A}{V_A + V_B} = \frac{\frac{m_A}{\rho_A}}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}}$$

podobne ako v časti a) upravíme definičný zlomok s vyjadrením m_B ako

$m_B = 1000 - m_A$

0,5b na vyjadrenie hľadanej hmotnosti m_A :

$$m_A = \frac{\varphi_A \cdot 1000}{\varphi_B \frac{\rho_B}{\rho_A} + \varphi_A} = \frac{0,2 \cdot 1000 \text{ g}}{0,8 \frac{0,9982}{0,7912} + 0,2} = \mathbf{165,4 \text{ g metanolu}}$$

0,5b $m_B = 1000 - 165,4 = \mathbf{834,6 \text{ g vody}}$

d) označenie molality je $b_A = 1 \text{ mol.kg}^{-1}$

$M_A = 32,042 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$ **POZOR** na rozmerovú analýzu (jednotky)!

0,5b definícia molality:

$$b_A = \frac{n_A}{m_B} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{1000 - m_A}$$

0,5b vyjadríme m_A :

$$m_A = \frac{b_A \cdot 1000 \cdot M_A}{1 + b_A \cdot M_A} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 32,042 \cdot 10^{-3}}{1 + 1 \cdot 32,042 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{31,0 \text{ g metanolu}}$$

0,5b $m_B = 1000 - 31 = \mathbf{969 \text{ g vody}}$

e) $c_A = 1 \text{ mol.dm}^{-3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.cm}^{-3}$

0,5b definícia molarity:

$$c_A = \frac{n_A}{V_{\text{roztok}}} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{V_A + V_B} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{\frac{m_A}{M_A}}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{1000 - m_A}{\rho_B}}$$

0,5b po úprave:

$$m_A = \frac{1000}{\frac{\rho_B}{M_A \cdot c_A} + 1 - \frac{\rho_B}{\rho_A}} = \frac{1000 \text{ g}}{\frac{0,9982 \text{ g.cm}^{-3}}{32,042 \text{ g.mol}^{-1} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.cm}^{-3}} + 1 - \frac{0,9982 \text{ g.cm}^{-3}}{0,7912 \text{ g.cm}^{-3}}} = \mathbf{32,4 \text{ g}}$$

metanolu

0,5b $m_B = 1000 - 32,4 = \mathbf{967,6 \text{ g vody}}$

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

1,0b Začneme tabuľkou, do ktorej zapíšeme zložky reakcie a ich látkové množstvá na začiatku, zmenu počas reakcie (resp. rozsah reakcie) a na konci reakcie – v rovnováhe (výstup z reaktora):

Zložka	vstup (mol)	reakcia (mol)	výstup (mol)
CO			10
H ₂			38
CH ₄			40
H ₂ O			12
Σ			100

0,5b Ak je daný stupeň konverzie CO $X_{CO} = 0,5$, čo znamená, že z daného vstupného množstva CO zreaguje v reakcii len 50 %, a teda zvyšných 50 % CO zostane nezreagované a nájdeme ich na výstupe, tak 10 mol CO na výstupe, je tých 50 % zo vstupného množstva CO, potom:

Zložka	vstup (mol)	reakcia (mol)	výstup (mol)
CO	20	-10	10
H ₂			38
CH ₄			40
H ₂ O			12
Σ			100

a) Rozsah reakcie je definovaný:

$$\xi_i = \frac{n_{i, \text{výstup}} - n_{i, \text{vstup}}}{\nu_i}$$

kde ν_i je stechiometrický koeficient (konvenčne v kladnej hodnote pre produkty a v zápornej hodnote pre reaktanty), potom ho môžeme vypočítať pre CO:

1,0b

$$\xi_{CO} = \frac{10 - 20}{-1} = 10 \text{ mol}$$

b) Keďže rozsah reakcie je pre celú reakciu konštantný, môžeme pomocou neho dopočítať aj ostatné hodnoty v tabuľke:

1,0b

Zložka	vstup (mol)	reakcia (mol)	výstup (mol)
CO	20	-10	10
H ₂	68	-30	38
CH ₄	30	+10	40
H ₂ O	2	+ 10	12
Σ	120 mol		100

c) Stupeň konverzie vodíka označuje zlomok zreagovaného množstva z pôvodného vstupného množstva vodíka:

1,0b

$$X_{H_2} = \frac{30}{68} = 0,441$$

Pozn. pri nestechiometrickom pomere reagujúcich látok, napr. 100 % nadbytku vodíka, by sme túto informáciu zapísali do tabuľky ako vstupné množstvo vodíka 136 kmol, pri tej istej hodnote reakcie – 30 kmol a vtedy by stupeň premeny vodíka bol iba 0,22.

d) K_c je rovnovážna konštanta Guldberg-Waagovho zákona, pri vyjadrení rovnovážnych koncentrácií látok v mol.dm⁻³.

Na zistenie rovnovážnej konštanty K_c , potrebujeme vypočítať koncentrácie jednotlivých produktov v mol.dm⁻³ – v rovnovážnom stave:

1,0b príklad:

$$c_{CO} = \frac{n_{CO}}{V_{reaktora}} = \frac{10}{2500} = 0,0040 \text{ mol.dm}^{-3}$$

rovnako dopočítame:

$$c_{H_2} = 0,0152 \text{ mol.dm}^{-3}$$

$$c_{CH_4} = 0,0160 \text{ mol.dm}^{-3}$$

$$c_{H_2O} = 0,0048 \text{ mol.dm}^{-3}$$

0,5b potom K_c bude:

$$K_c = \frac{c_{CH_4} \cdot c_{H_2O}}{c_{CO} \cdot (c_{H_2})^3} = \frac{0,0160 \cdot 0,0048}{0,0040 \cdot (0,0152)^3} = 5\,467$$

e) Mólová hmotnosť zmesi zložiek (vstupujúceho plynu) je definovaná:

0,5b

$$M_{zmes} = \sum x_i \cdot M_i$$

0,5b Musíme dopočítat mólové zlomky zložiek na vstupe:

$$x_{CO} = \frac{n_{CO}}{\sum n} = \frac{20}{120} = 0,167$$

Podobne vypočítame aj ostatné mólové zlomky zložiek na vstupe do reaktora.

0,5b potom:

$$M_{vstup. \text{ plyn}} = x_{CO} \cdot M_{CO} + x_{H_2} \cdot M_{H_2} + x_{CH_4} \cdot M_{CH_4} + x_{H_2O} \cdot M_{H_2O}$$

$$M_{vstup. \text{ plyn}} = 0,167 \cdot 28,01 + 0,567 \cdot 2,016 + 0,25 \cdot 16,043 + 0,017 \cdot 18,015 = 10,138 \text{ g.mol}^{-1}$$

Riešenie úlohy 3 SENIOR (7,5b)

Reakčná entalpia nezávisí od priebehu chemickej reakcie, závisí len od začiatočného a konečného stavu sústavy – Hessov zákon. Hessov zákon sa využíva na výpočet reakčnej entalpie pomocou tvorných alebo spaľovacích entalpií, ktorých štandardné hodnoty bývajú tabelované:

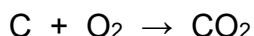
$$\Delta_{reak} H^0 = \sum (\Delta_{tv} H^0)_{\text{produkty}} - \sum (\Delta_{tv} H^0)_{\text{reaktanty}}$$

$$\Delta_{reak} H^0 = \sum (\Delta_{spal} H^0)_{\text{reaktanty}} - \sum (\Delta_{spal} H^0)_{\text{produkty}}$$

Štandardná spaľovacia entalpia $\Delta_{spal} H^0_{298}$ je zmena entalpie, úplnej oxidácie 1 mólu organickej zlúčeniny na CO₂ a kvapalnej H₂O (niekedy označovaná aj ako spaľné teplo). Spaľovacie entalpie prvkov nie sú nulové (ako je to pri tvorných entalpiách).

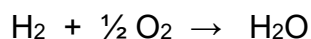
0,5b Spaľovacie entalpie vypočítame z tvorných entalpií zložiek pre danú reakciu spaľovania. Spaľovanie uhlia ako uhlíka a vodíka je jednoduchšie.

1,0b **Uhlie:**



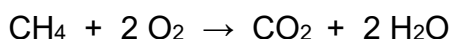
$$\Delta_{spal} H^0 (C) = \Delta_{tv} H^0 (CO_2) = -393,51 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

1,0b **Vodík:**



$$\Delta_{spal} H^0 (H_2) = \Delta_{tv} H^0 (H_2O_{(l)}) = -285,84 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

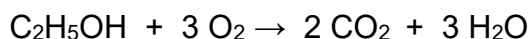
1,0b **Metán:**



$$\Delta_{spal} H^0 (CH_4) = 2 \cdot \Delta_{tv} H^0 (H_2O) + \Delta_{tv} H^0 (CO_2) - \Delta_{tv} H^0 (CH_4)$$

$$= 2 \cdot (-285,84) + (-393,51) - (-74,69) = -890,50 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

1,0b Etanol:



$$\begin{aligned} \Delta_{\text{spal}} H^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 3 \cdot \Delta_{\text{tv}} H^0 (\text{H}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta_{\text{tv}} H^0 (\text{CO}_2) - \Delta_{\text{tv}} H^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \\ &= 3 \cdot (-285,84) + 2 \cdot (-393,51) - (-277,63) = -1366,91 \text{ kJ.mol}^{-1} \end{aligned}$$

Energeticky (na 1 mol spáleného paliva) je najbohatší etanol.

Prepočet na rovnakú hmotnosť (index „m“ znamená merná/hmotnostná):

0,75b Uhlie:

$$\Delta_{\text{spal}} H_m (\text{C}) = \frac{\Delta_{\text{spal}} H^0 (\text{C})}{M (\text{C})} = \frac{-393,51 \text{ kJ.mol}^{-1}}{12,011 \text{ g.mol}^{-1}} = -32,76 \text{ kJ.g}^{-1}$$

0,75b Vodík:

$$\Delta_{\text{spal}} H_m (\text{H}_2) = \frac{\Delta_{\text{spal}} H^0 (\text{H}_2)}{M (\text{H}_2)} = \frac{-285,84 \text{ kJ.mol}^{-1}}{2,08 \text{ g.mol}^{-1}} = -137,42 \text{ kJ.g}^{-1}$$

0,75b Metán:

$$\Delta_{\text{spal}} H_m (\text{CH}_4) = \frac{\Delta_{\text{spal}} H^0 (\text{CH}_4)}{M (\text{CH}_4)} = \frac{-890,50 \text{ kJ.mol}^{-1}}{16,043 \text{ g.mol}^{-1}} = -55,51 \text{ kJ.g}^{-1}$$

0,75b Etanol:

$$\Delta_{\text{spal}} H_m (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{\Delta_{\text{spal}} H^0 (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} = \frac{-1366,91 \text{ kJ.mol}^{-1}}{46,069 \text{ g.mol}^{-1}} = -29,67 \text{ kJ.g}^{-1}$$

Vzhľadom na 1 gram paliva - najvyššie teplo uvoľňuje 1 gram vodíka.

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

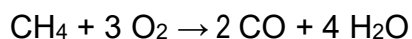
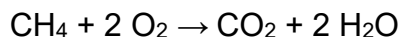
Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b), resp. 80 pomocných bodov (pb)

Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah:
pomocné body (pb) × 0,125

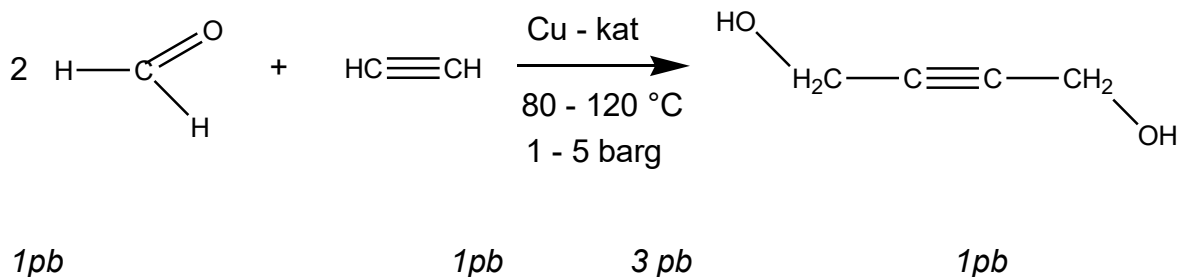
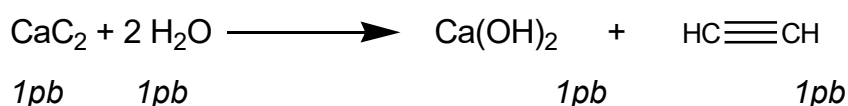
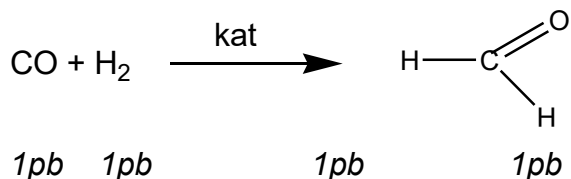
Riešenie úlohy 1 (12 pb)

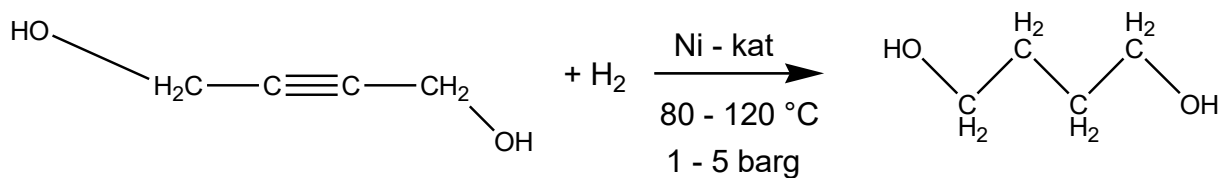
Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie a 2 pb za správne vyčíslenie reakcie.



Riešenie úlohy 2 (24 pb)

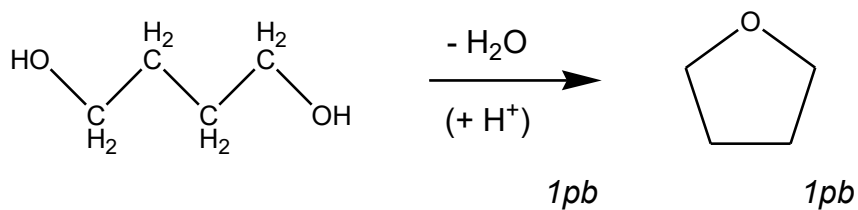
Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.





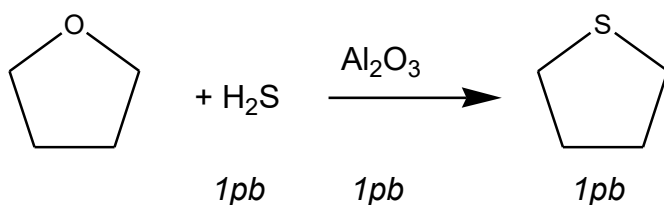
1pb 3pb

1pb



1pb

1pb



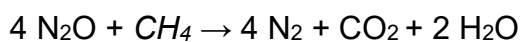
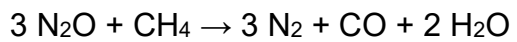
1pb

1pb

1pb

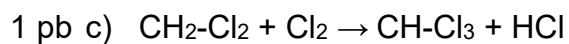
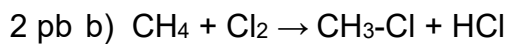
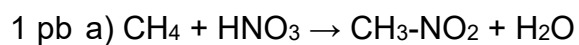
Riešenie úlohy 3 (14 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie a 2 pb za správne vyčíslenie reakcie.

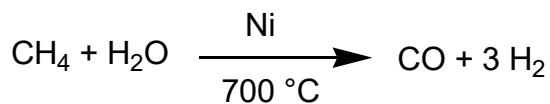


Riešenie úlohy 4 (6 pb)

Po 1 pb za každú správne doplnenú látku.



2 pb d)



Riešenie úlohy 5 (12 pb)

Teplo potrebné na zohriatie vody vypočítame podľa rovnice:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t \text{ (1 pb za uvedenie vzorca)}$$

Δt je rozdiel teplôt na začiatku a na konci zohrievania, a teda $100 - 20 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. (1 pb za výpočet Δt)

c_p je špecifická tepelná kapacita (1 pb za správne uvedenie hodnoty 4,19 kJ/kg/K)

m je hmotnosť vody, vypočítame ju:

$$m = \rho \cdot V \text{ (1 pb za uvedenie vzorca)}$$

Použijeme hustotu pri 60°C , pretože to je priemerná teplota vody, a teda $\rho = 983,2 \text{ kg/m}^3$ (1 pb za správne uvedenie hodnoty hustoty)

$$V = 2 \text{ litre} = 0,002 \text{ m}^3 \text{ (1 pb za premenu jednotiek)}$$

$$m = 983,2 \text{ kg/m}^3 \times 0,002 \text{ m}^3 = 1,97 \text{ kg} \text{ (1 pb za správny výsledok)}$$

$$Q = 1,97 \text{ kg} \times 4,19 \text{ kJ/kg/K} \times 80 \text{ K} = 660,34 \text{ kJ} \text{ (1 pb za správny výsledok)}$$

Na zohriatie vody v hrnci je potrebné teplo 660,34 kJ.

Výhrevnosť zemného plynu je $34\,200 \text{ kJ/m}^3$. (1 pb za správne uvedenie hodnoty)

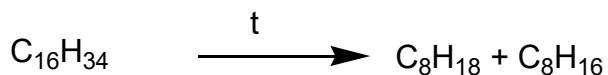
Výpočet spotreby zemného plynu:

$$V = 660,34 \text{ kJ} / 34200 \text{ kJ/m}^3 = 0,0193 \text{ m}^3 = 19,31 \text{ l} \text{ (1 pb za výpočet a 1 pb za správny výsledok a 1 pb za premenu jednotiek z m}^3 \text{ na litre)}$$

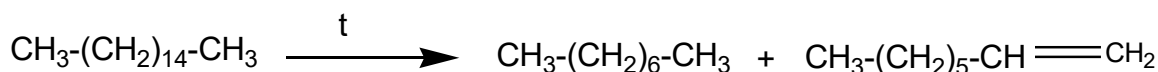
Na zohriatie vody v hrnci sa spotrebuje 19,31 litrov zemného plynu.

Riešenie úlohy 6 (4 pb)

Po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie.



alebo zakreslený zápis



Riešenie úlohy 7 (8 pb)

1 pb a) antracit

1 pb b) lignit

1 pb c) oxid siričitý

1 pb d) koks

4 pb e) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ (po 1 pb za každú látku zúčastňujúcu sa reakcie)

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

Ladislav Blaško

Maximálne 15 bodov (b).

Riešenie úlohy 1 (JUNIOR, 7b)

1,5b 1.1 Základná bunka je kocka s dĺžkou strany $12 \text{ Å} = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Objem základnej bunky $V = (1,2 \cdot 10^{-9})^3 \text{ m}^3 = 1,728 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$. (0,5b)

Základnú bunku tvorí 46 molekúl vody a 8 molekúl metánu.

Hmotnosť základnej bunky $m = \frac{M}{N_A} = \frac{46 \cdot 18 + 8 \cdot 16}{6,022 \cdot 10^{23}} = 1,588 \cdot 10^{-21} \text{ g} = 1,588 \cdot 10^{-24} \text{ kg}$ (0,5b)

Hustota $\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,588 \cdot 10^{-24} \text{ kg}}{1,728 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3} \doteq 919 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. (0,5b)

0,5b 1.2 $p = \rho \cdot g \cdot h = 1200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 500 \text{ m} = 5886000 \text{ Pa} = 5,9 \text{ MPa}$

2b 1.3 1 m^3 klatrátu metánu má hmotnosť $m_1 = \rho \cdot V = 919,08 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 1 \text{ m}^3 = 919,08 \text{ kg}$. (0,25b)

Hmotnostný zlomok metánu v klatráte metánu

$$w(\text{CH}_4) = \frac{8 \cdot M_r(\text{CH}_4)}{M_r(8\text{CH}_4 \cdot 46\text{H}_2\text{O})} = \frac{128}{956} \doteq 0,134 \text{ (0,5b)}$$

Hmotnosť metánu v 1 m^3 klatrátu metánu

$$m(\text{CH}_4) = w(\text{CH}_4) \cdot m_1 = 0,134 \cdot 919,08 \text{ kg} = 123,16 \text{ kg} \text{ (0,25b)}$$

Látkové množstvo metánu

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} = \frac{123,16 \text{ kg}}{0,016 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7697,50 \text{ mol} \text{ (0,25b)}$$

Objem metánu pri teplote 20°C vypočítame zo stavovej rovnice ideálneho plynu

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{7697,50 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 185,15 \text{ m}^3 \text{ (0,75b)}$$

3b 1.4 Z riešenia úlohy 1.3, hmotnostný zlomok metánu v klatráte metánu $w(\text{CH}_4) = 0,134$.

V 1 kg klatrátu metánu sa nachádza 134 g metánu a 866 g vody. (0,5b)

Látkové množstvo metánu v 1 kg klatrátu metánu

$$n(CH_4) = \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} = \frac{134 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8,375 \text{ mol} \text{ (0,5b)}$$

Spálením 8,375 mol metánu sa uvoľní teplo

$$Q_1 = 8,375 \text{ mol} \cdot 802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 6716,75 \text{ kJ} \text{ (0,75b)}$$

Z uvoľneného tepla sa časť tepla spotrebuje na odparenie ľadu. Ľad s teplotou 0 °C sa roztopí na vodu s teplotou 0 °C, voda sa musí zohriať z teploty 0 °C na teplotu 100 °C a voda s teplotou 100 °C sa musí premeniť na vodnú paru s teplotou 100 °C. Aby sme premenili ľad s teplotou 0 °C až na vodnú paru s teplotou 100 °C, musí ľad prijať teplo Q_2 .

$$Q_2 = l_t(\text{ľad}) \cdot m(\text{ľad}) + m(\text{voda}) \cdot c(\text{voda}) \cdot \Delta t(\text{voda}) + l_v(\text{voda}) \cdot m(\text{voda})$$

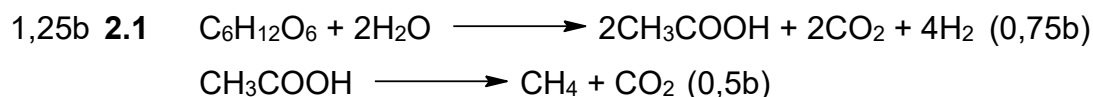
$$Q_2 = 0,866 \text{ kg} \cdot 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} + 0,866 \text{ kg} \cdot 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 100 \text{ K} + 0,866 \text{ kg} \cdot 2260 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 2610,12 \text{ kJ} \text{ (0,75b)}$$

Využiteľné teplo

$$Q = Q_1 - Q_2$$

$$Q = 6716,75 \text{ kJ} - 2610,12 \text{ kJ} = 4106,63 \text{ kJ} \text{ (0,5b)}$$

Spálením 1 kg klatrátu metánu získame 4106,63 kJ využiteľného tepla.

Riešenie úlohy 2 (JUNIOR, SENIOR, 8b)

2b 2.2 Hmotnosť glukózy v 1 tone biomasy

$$m(\text{glukóza}) = m(\text{biomasa}) \cdot w(\text{glukóza}) = 1000 \text{ kg} \cdot 0,1 = 100 \text{ kg} \quad (0,5b)$$

Látkové množstvo glukózy

$$n(\text{glukóza}) = \frac{m(\text{glukóza})}{M(\text{glukóza})} = \frac{100 \text{ kg}}{0,18 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 555,56 \text{ mol} \quad (0,5b)$$

Z rovníc v riešení úlohy 2.1 vyplýva, že z 1 mólu glukózy vzniknú 2 móly kyseliny octovej. Z 1 mólu kyseliny octovej vznikne 1 mól metánu.

Z 555,56 mólov glukózy vznikne 1111,12 mólov kyseliny octovej a 1111,12 mólov metánu. (0,5b)

Objem metánu pri teplote 25°C vypočítame zo stavovej rovnice ideálneho plynu

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1111,12 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 27,18 \text{ m}^3 \quad (0,5b)$$

Objem metánu pri teplote 25°C je 27,18 m³.

1,5b 2.3 Výhrevnosť metánu je 802 kJ.mol⁻¹.

Z 1111,12 mólov metánu vznikne

$$Q_1 = 802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1111,12 \text{ mol} = 891118,24 \text{ kJ} \quad (0,5b)$$

Tepelné straty

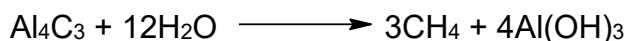
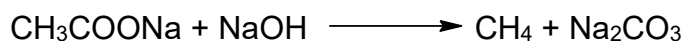
$$Q_2 = 891118,24 \text{ kJ} \cdot 0,15 = 133667,74 \text{ kJ} \quad (0,5b)$$

Využiteľné teplo

$$Q = Q_1 - Q_2 = 891118,24 \text{ kJ} - 133667,74 \text{ kJ} = 757450,50 \text{ kJ} \quad (0,5b)$$

Spálením metánu môžeme získať 757450,50 kJ tepla.

1,25b 2.4 Neznáma mastná kyselina má molekulový vzorec C_xH_yO_z.



2b 2.5 Hmotnosť čistého karbidu hlinitého je

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 1000 \text{ g} - 1000 \text{ g} \cdot 0,15 = 850 \text{ g} \quad (0,5b)$$

Z rovnice reakcie karbidu hlinitého s vodou vyplýva

$$\frac{n(\text{Al}_4\text{C}_3)}{n(\text{CH}_4)} = \frac{1}{3} \quad (0,5b)$$

$$n(\text{CH}_4) = 3 \cdot n(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{3 \cdot m(\text{Al}_4\text{C}_3)}{M(\text{Al}_4\text{C}_3)} = \frac{3 \cdot 850 \text{ g}}{144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 17,71 \text{ mol} \quad (0,5b)$$

Objem metánu za normálnych podmienok

$$V = n \cdot V_m = 17,71 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 396,88 \text{ dm}^3 \quad (0,5b)$$

Môžeme pripraviť 396,88 dm³ metánu za normálnych podmienok.

Poznámka: objem metánu môžeme vypočítať aj zo stavovej rovnice ideálneho plynu.

Riešenie úlohy 3 (SENIOR, 7b)

1,5b 3.1 Za každý správny vzorec prideliť 0,25b, za každý správny názov prideliť 0,25b. (Akceptujú sa aj triviálne názvy)

A	B	C
$\text{CH}_3\text{-OH}$ metanol	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ metanál (formaldehyd)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ kyselina metánová (kyselina mravčia)

2,5b 3.2 Za každý správny vzorec prideliť 0,5b.

D	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{HO} \quad \text{C}-\text{O}^- \\ \\ \text{O} \end{array}$
E	$\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OPO}_3^{2-} \end{array}$
F	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{O}^--\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{O}^- \\ \\ \text{O} \end{array}$
G	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{O}^--\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{SCoA} \\ \\ \text{O} \end{array} \quad \text{alebo} \quad \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{O}^--\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{SCoA} \\ \\ \text{O} \end{array}$
H	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \\ \text{SCoA} \end{array}$

Poznámka: 0,5 b prideliť pri uvedení jedného správneho vzorca zlúčeniny G

1b **3.3** Za každý správny vzorec prideliť 0,5b.

glycín	serín
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \end{array}$

2b **3.4** Za každý správny vzorec priradiť 0,25b.

J	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ (0,5b)	
K	Acetylkoenzým A (0,25b)	
L	Sukcinylkoenzým A (0,75b)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^--\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{SCoA} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ (0,5b)

Poznámka pre hodnotiteľov:

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

RIEŠENIE ÚLOH Z TECHNOLOGIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

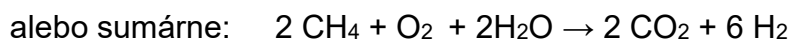
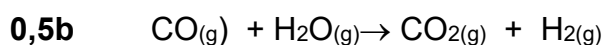
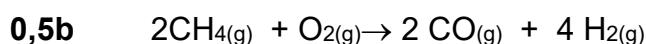
Domáce kolo

Ľudmila Glosová

Maximálne 15 bodov (b)

Riešenie úlohy 1 JUNIOR (7,5b)

a) chemické deje:



b) výpočet množstva vodíka

$$2500 \text{ kg.h}^{-1} \times 0,964 = 2410 \text{ kg.h}^{-1} \text{ metánu a } 90 \text{ kg.h}^{-1} \text{ dusíka}$$

1b
$$n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{2410 \text{ kg.h}^{-1}}{16,043 \text{ kg.kmol}^{-1}} = 150,221 \text{ kmol.h}^{-1}$$

0,5b
$$n(\text{N}_2) = \frac{90 \text{ kg.h}^{-1}}{14,0067 \times 2 \text{ kg.kmol}^{-1}} = 3,213 \text{ kmol.h}^{-1}$$

0,5b z 1.rovnice : $n(\text{H}_2) = 2 \times n(\text{CH}_4) = 300,442 \text{ kmol.h}^{-1}$

0,5b z 2.rovnice : $n(\text{H}_2) = n(\text{CH}_4) = 150,221 \text{ kmol.h}^{-1}$

spolu vodíka : $(300,442 + 150,221) \text{ kmol.h}^{-1} = 450,663 \text{ kmol.h}^{-1}$

c) množstvo vodnej pary :

$$n(\text{CO}) = n(\text{CH}_4) = n(\text{H}_2\text{O}) = 150,221 \text{ kmol.h}^{-1}$$

0,5b dvojnásobok : $300,442 \text{ kmol.h}^{-1}$

0,5b $m(\text{H}_2\text{O}) = n \times M = 300,442 \text{ kmol.h}^{-1} \times 18,015 \text{ kg.kmol}^{-1} = 5412,5 \text{ kg.h}^{-1}$

d) **1b** množstvo použitého vzduchu :

vzduch pre technické výpočty obsahuje 21 obj.% kyslíka a 79 obj. % dusíka

$$n(\text{O}_2) = 0,5 n(\text{CH}_4) = 75,11 \text{ kmol.h}^{-1}$$

$$n(\text{vzd}) = \frac{n(\text{O}_2)}{0,21} = \frac{75,11 \text{ kmol} / \text{h}}{0,21} = 357,66 \text{ kmol} / \text{h}$$

výsledná plynná zmes:

obsahuje dusík (prinesený vzduchom a zemným plynom), vodík a CO₂ a vodnú paru

$$\underline{n(\text{H}_2) = 450,663 \text{ kmol.h}^{-1}}$$

$$n(\text{N}_2) \text{ zo vzduchu} = (357,66 - 75,11) \text{ kmol.h}^{-1} = 282,55 \text{ kmol.h}^{-1}$$

$$n(\text{N}_2) = 3,213 \text{ kmol.h}^{-1} \text{ zo zemného plynu pred spracovaním}$$

$$\text{spolu : } \underline{n(\text{N}_2) = 285,763 \text{ kmol.h}^{-1}}$$

$$\underline{n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}) = 150,221 \text{ kmol.h}^{-1}}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 150,221 \text{ kmol.h}^{-1} \text{ nadbytočná vodná para}$$

$$\mathbf{1b} \quad \underline{n(\text{výslednej zmesi})} = (450,663 + 285,763 + 150,221 + 150,221) \text{ kmol.h}^{-1} = 1036,8 \text{ kmol.h}^{-1}$$

1b zloženie produktu v mólových percentách:

$$x(\text{H}_2) = \frac{450,663}{1036,8} = 0,435 \dots 43,5 \text{ mol } \%$$

$$x(\text{N}_2) = \frac{285,763}{1036,8} = 0,275 \dots 27,5 \text{ mol } \%$$

$$x(\text{CO}_2) = \frac{150,221}{1036,8} = 0,145 \dots 14,5 \text{ mol } \%$$

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 0,145 \dots 14,5 \text{ mol } \%$$

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

1b Vzorový výpočet:

N₂ (A)

$$26\,000 \text{ m}^3 \times 0,235 = 6\,110 \text{ m}^3$$

$$6\,110 \text{ m}^3 = 6\,110 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mol } \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ mol } \dots\dots\dots 6\,110 \cdot 10^3 \text{ dm}^3$$

$$x = \frac{6\,110 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 272,767 \cdot 10^3 \text{ mol} = 272,7 \text{ kmol}$$

(v ďalších výpočtoch stačí príslušný objem konkrétnej látky vydeliť číslom 22,4)

1b TABULKA (vstup)

Plyn A		
látka	m ³	kmol
dusík	6 110,0	272,77
vodík	19084,0	851,96
metán	806,0	35,98
spolu	26000	1160,71

1b TABULKA (vstup)

Plyn B		
látka	m ³	kmol
dusík	5 625,0	251,11
vodík	15345,0	685,04
metán	405,0	18,08
amoniak	1125,0	50,22
spolu	22500	1004,45

0,5 b b)

spolu A + B

$$V = (26000 + 22500)\text{m}^3 = 48500 \text{ m}^3$$

$$V = 48500 \text{ m}^3$$

$$n = (1160,56 + 1004,4) = 2165 \text{ kmol}$$

3b

c) chemická reakcia v reaktore : $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

k dispozícii je:

$$(272,7 + 251,1) \text{ kmol} = 523,8 \text{ kmol dusíka}$$

$$(851,96 + 685) \text{ kmol} = 1536,96 \text{ kmol vodíka}$$

pomer $\text{N}_2 : \text{H}_2 = 1 : 3$ podľa množstva $523,8 \times 3 = 1571,4$ by malo byť vodíka, čiže dusík je v nadbytku, limitujúca zložka je vodík, čiže 1536,96 kmol

$$n(\text{NH}_3) = 2/3 n(\text{H}_2) = 1024,64 \text{ kmol amoniaku}$$

$$n(\text{N}_2) = 1/3 n(\text{H}_2) = 512,32 \text{ kmol}$$

$$V \text{ nadbytku je } (523,8 - 512,32) \text{ kmol} = 11,48 \text{ kmol dusíka}$$

1b d)

TABUĽKA (výstup)

látka	kmol
dusík	11,48
vodík	0 (spotrebuje sa všetok)
metán	35,9 + 18,1 = 54
amoniak	50,2 + 1024,64 = 1074,84
spolu	1140,32

Riešenie úlohy 3 SENIOR (7,5b)

a) 0,5b prepočet spotrebovaného objemu plynu za normálnych podmienok :

$$1 \text{ mol} \dots 22,4 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ mol} \dots\dots 5,0 \text{ dm}^3$$

$$x = \frac{5 \text{ dm}^3 \times 1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,223 \text{ mol plynu}$$

ak plyn obsahuje 98 % CH₄, potom $n(\text{CH}_4) = 0,223 \text{ mol} \times 0,98 = 0,219 \text{ mol}$

Podľa chemickej reakcie pri premene 1 molu metánu sa uvoľní teplo v množstve 801,5 kJ, pri spotrebe 0,219 mol je to $801,5 \text{ kJ mol}^{-1} \times 0,219 \text{ mol} = 175,5 \text{ kJ}$

1b Q = 175,5 kJ

b) množstvo tepla potrebné na zohriatie vody vyjadríme vzťahom:

$$Q = m \times c_p(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T$$

$$Q = 0,2 \text{ kg} \times 4186 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1} \times (100 - 20) \text{ K} = 66\,976 \text{ J} = 67 \text{ kJ}$$

2b Q = 67 kJ

Na zohriatie vody bolo potrebné dodať teplo v množstve 67 kJ

c) 4b výpočet tepelného toku pri prestupe tepla vedením:

$$\text{všeobecne platí : } Q = \frac{\text{hnacia sila}}{\text{odpor}} = \frac{\Delta T}{R}$$

odpor proti prestupu tepla vedením závisí od hrúbky steny, od plochy steny a od vlastností materiálu, ktorým teplo prechádza, je charakterizovaný súčiniteľom tepelnej vodivosti λ

$$R = \frac{\delta}{\lambda \cdot S}$$

$$\delta = 7 \text{ mm}, d(\text{kruhového dna}) = 15 \text{ cm}, \lambda = 52 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \times (0,075 \text{ m})^2 = 0,0176 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{0,007 \text{ m}}{52 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 0,0176 \text{ m}^2} = 7,65 \cdot 10^{-3} \text{ W}^{-1}\text{K}$$

$$Q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{180 \text{ K}}{7,65 \cdot 10^{-3} \text{ W}^{-1}\text{K}} = 23,5 \cdot 10^3 \text{ W} = 23,5 \text{ kW}$$

Tepelný tok ocelovým dnem nádoby je **23,5 kW = 23,5 kJ.s⁻¹**

Autori: Ing. Anna Ďuricová, PhD., Ing. Alena Olexová, Mgr. Ladislav Blaško,
Ing. Ľudmila Glosová, Bc. Matúš Tomášik,
Recenzenti: Eva Jazmína Tomečková, Ing. Juraj Malinčík,
Patrik Hollý, Ing. Anna Ďuricová, PhD. Ing. Martina Gánovská,
Ing. Elena Kulichová,

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

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM, Bratislava 2025