

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

58. ročník, školský rok 2021/2022

Kategória C

Krajské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
TEORETICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

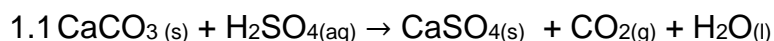
Chemická olympiáda – kategória C – 58. ročník – šk. rok 2021/2022

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 120 minút
--

Riešenie úlohy 1 (max. 20 b.)



0,5 b. za správne reaktanty + 0,5 b. za správne produkty **spolu max. 1 b.**

1.2

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad 1 \text{ b.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4,2} \quad 1 \text{ b.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \mathbf{6,31 \cdot 10^{-5}} \quad \mathbf{1 \text{ b.}}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad 1 \text{ b.}$$

$$4,2 + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pOH} = 9,8 \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-9,8} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$[\text{OH}^-] = \mathbf{1,58 \cdot 10^{-10}} \quad \mathbf{0,5 \text{ b. spolu max. 6 b.}}$$

1.3

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{CaCO}_3)} = \frac{1}{1} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CaCO}_3)$$

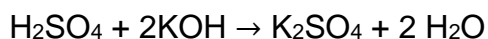
$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,00 \text{ g}}{0,200 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 100,087 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \mathbf{0,198 \text{ dm}^3 = 198 \text{ cm}^3} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. 3 b.

1.4



1 b.

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{KOH})} = \frac{1}{2} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 2 = n(\text{KOH})$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 2 = c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH}) \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH})}{2 \cdot c(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{0,050 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,040 \text{ dm}^3}{2 \cdot 0,040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \mathbf{0,025 \text{ dm}^3 = 25 \text{ cm}^3} \quad 1 \text{ b.}$$

spolu max. 4,5 b.

1.5 c)

1.6

$$c(98 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 18,346 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V(98 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = ? (\text{dm}^3)$$

$$c_R = 0,0400 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\underline{V_R = 200 \text{ cm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3}$$

$$c(98 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) \cdot V(98 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = c_R \cdot V_R \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,200 \text{ dm}^3}{18,346 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$V(98 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = \mathbf{0,000436 \text{ dm}^3 = 0,44 \text{ cm}^3} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. 2 b.

1.7

Kyselina uhličitá je **slabá** kyselina. Vo vodnom roztoku disociuje v prvom stupni za vzniku **hydrogenuhlíčanového** aniónu a **vodíkového** katiónu. Ak hodnota pH krvi klesne, znamená to, že koncentrácia kyseliny uhličitej v krvi **klesá** a súčasne koncentrácia **hydrogenuhlíčanového** aniónu **stúpa**. Ak dýchame príliš rýchlo, hodnota pH krvi sa **zvyšuje**. Ak, naopak, dych zadržujeme, hodnota pH krvi sa **znižuje**.

po 0,25 b. za správny výber alebo doplnenie **spolu max. 2 b.**

1.8

Ak dýchame príliš rýchlo, dochádza k rýchlemu uvoľňovaniu CO_2 z tela – rovnováha sa posúva v smere znižovania vzniku vodíkových katiónov – hodnota pH sa zvyšuje.

Ak sa v krvi zvyšuje množstvo CO_2 , hodnota pH sa znižuje (vznik kyseliny uhličitej), rovnováha sa posúva v smere vzniku oxóniových katiónov.

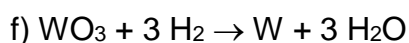
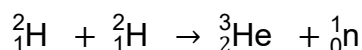
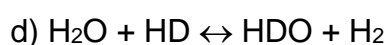
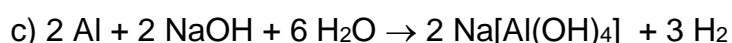
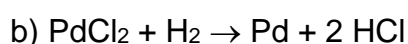
za každé správne vysvetlenie po 0,5 b. **spolu max. 1 b.**

Úloha 2 (max. 20 b.)

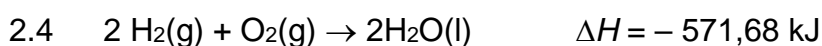
2.1. a) silán, b) hydrazín, c) selán, d) stibán. po 0,5 b. **spolu max. 2 b.**

- 2.2 a) Vodík nie je kov tak ako alkalické kovy, taktiež nereaguje s vodou.
 b) Molekula vodíka H₂ má veľkú hodnotu väzbovej energie, ktorá je väčšia ako energia väzby vodíka k väčšine iných prvkov.
 c) Schopnosť tvoriť vodíkové väzby. Podobná hodnota elektronegativity vodíka a uhlíka.
 d) Vďaka prítomnosti elektrónového páru.

po 1 b. **spolu max. 4 b.**



po 1 b. **spolu max. 6 b.**



$n(\text{H}_2) = m / M = 1/2 = 0,5 \text{ mol}$

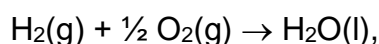
1 b.

V reakcii reagujú 2 móly vodíka, uvoľnené teplo preto bude:

$\Delta H = -571,68 / 4 = -142,92 \text{ kJ}$

1 b.

Štandardná tvorná entalpia vody a štandardná spaľovacia entalpia vodíka sú štandardnými entalpiami reakcie:



1 b.

majú teda hodnotu

$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = \Delta H_{sp}^\circ(\text{H}_2) = -571,68 / 2 = -285,84 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}.$

1 b.

spolu max. 4 b.

2.5 Syntéza vodíka s dusíkom za vzniku amoniaku je riadená entalpiou. 1 b.

Entropia klesá, pretože dochádza k poklesu počtu plynných molekúl. 1 b.

spolu max. 2 b.

2.6 Teplota varu vody je oveľa vyššia ako teplota varu fluorovodíka, aj napriek silnejšej vodíkovej väzbe vo fluorovodíku. Molekula fluorovodíka môže tvoriť len dve vodíkové väzby, molekula vody tvorí až štyri vodíkové väzby.

max. 2 b.

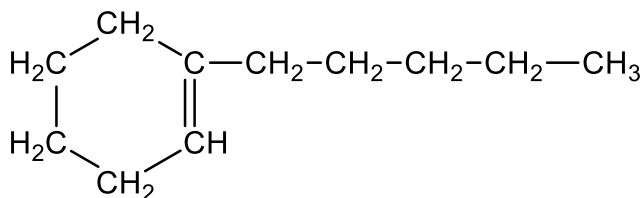
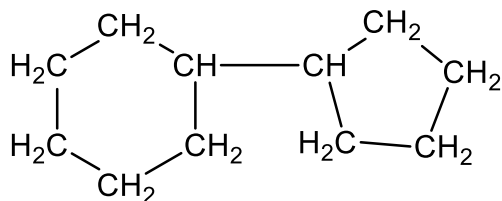
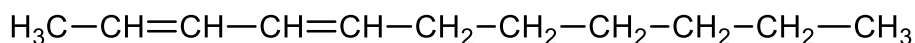
Riešenie úlohy 3 (max. 20 b.)

3.1

- a) 4-etyl-3,5-dimetylhept-2,4-dién 1 b.
- b) $C_{11}H_{20}$ 0,5 b.
- c) 1. nie 0,5 b.
2. áno 0,5 b.
3. áno 0,5 b.
- d) Príklady, ktoré majú žiaci uvádzať musia mať sumárny vzorec $C_{11}H_{20}$ a spĺňať aspoň jednu z nasledujúcich charakteristík. Uhlíkovodík je nasýtený a/alebo nerozvetvený a/alebo cyklický (príp. aromatický).

po 1 b. za správny vzorec spolu max. 3 b.

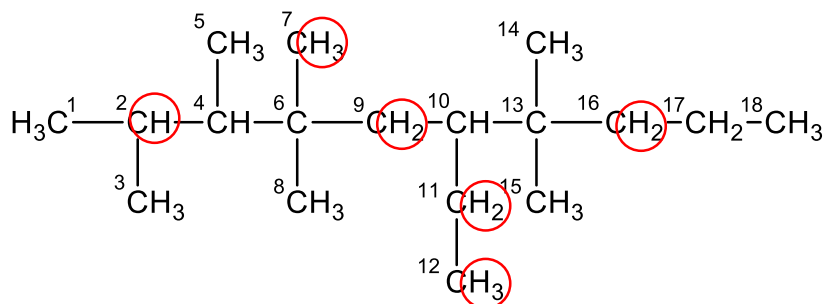
Napríklad:



spolu max. 6 b.

3.2

a)



po 0,5 b. za každý správne opravený počet vodíkov spolu max. 3 b.

b) 6-etyl-2,3,4,4,7,7-hexametyldekán 1 b.

c) primárny: uhlík č. 1, 3, 5, 7, 8, 12, 14, 15, 18

sekundárny: uhlík č. 9, 11, 16, 17

terciárny: uhlík č. 2, 4, 10

kvartérny: uhlík č. 6, 13

po 0,25 b. za každé správne zaradenie

spolu max. 4,5 b.

spolu max. 8,5 b.

3.3

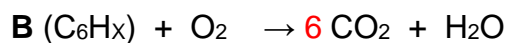
a)



$$V(\text{CO}_2) = 79,83 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_M} = \frac{79,83 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,564 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Keďže vieme, že uhľovodík B obsahuje 6 atómov uhlíka, tak pomer látkových množstiev uhľovodíka B a vzniknutého CO_2 musí byť 1:6. 0,5 b.



$$n(\text{B}) = \frac{n(\text{CO}_2)}{6} = \frac{3,564 \text{ mol}}{6} = 0,594 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Teraz vypočítame molovú hmotnosť zlúčeniny B.

$$M(\text{B}) = \frac{m(\text{B})}{n(\text{B})} = \frac{50 \text{ g}}{0,594 \text{ mol}} = 84,18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 0,5 \text{ b.}$$

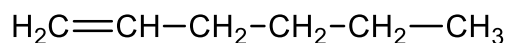
$$M_r(\text{B}) = 6 \cdot M_r(\text{C}) + x \cdot M_r(\text{H}) = 72,066 + x \cdot 1,008$$

$$x = 12$$

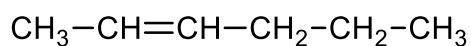
a) C₆H₁₂

0,5 b.

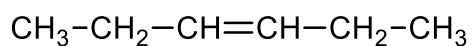
b)



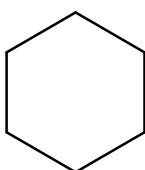
hex-1-én



hex-2-én



hex-3-én



cyklohexán

po 0,5 b. za správny vzorec a 0,25 b. za správne pomenovanie spolu max. 3 b.

spolu max. 5,5 b.

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Mgr. Lenka Kramarová

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., Prof. RNDr. Vladimír Zeleňák, DrSc.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022