

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

56. ročník, školský rok 2019/2020

Kategória C

Krajské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
TEORETICKÝCH A PRAKTICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 56. ročník – šk. rok 2019/2020

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmeťová, Slávka Saladiová, Mária Linkešová

Maximálne 80 bodov
Doba riešenia: 160 minút

Riešenie úlohy 1 (max. 6,25 b.)

1.1

a) roztok chloridu amónneho,

Reakcia: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ 0,25 b.

Roztok je: **kyslý** 0,25 b. podlieha hydrolyze: **ÁNO** 0,25 b.

Zdôvodnenie: Roztok chloridu amónneho je kyslý, t.j. $\text{pH} < 7$, lebo soľ je zložená z chloridového aniónu, ktorý s vodou nereaguje a z kyslého amónneho kationu (je konjugovanou kyselinou slabšej zásady), ktorý reaguje s vodou za vzniku kationov H_3O^+ . 0,5 b.

b) roztok hydrogenuhličitanu draselného,

Reakcia: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ 0,25 b.

Roztok je: **zásaditý** 0,25b. podlieha hydrolyze: **ÁNO** 0,25 b.

Zdôvodnenie: Roztok hydrogenuhličitanu je zásaditý, t.j. $\text{pH} > 7$, lebo soľ je zložená z draselného kationu, ktorý s vodou nereaguje a zo zásaditého aniónu (je konjugovanou kyselinou slabšej kyseliny), ktorý reaguje s vodou za vzniku aniónov OH^- . 0,5 b.

c) roztok bromidu sodného

Reakcia: žiadna z reakcií neprebíha 0,25 b.

Roztok je: **neutrálny** 0,25b. podlieha hydrolyze: **NIE** 0,25b.

Zdôvodnenie: Roztok soli bromidu sodného je neutrálny, lebo kationy Na^+ a anióny Br^- s vodou nereagujú. Preto taktiež hovoríme, že roztok nepodlieha hydrolyze – nehydrolyzuje. 0,5 b.

spolu max: 3,75 b.

- 1.2 a) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HCO}_3^-$
 b) $\text{HSO}_4^- + \text{HS} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{S}$
 c) $\text{HCO}_3^- + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightarrow$ reakcia neprebíha
 d) $\text{H}_2\text{O} + \text{HSO}_4^- \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 e) $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_3 \rightarrow$ reakcia neprebíha
 f) $\text{HSO}_4^- + \text{NH}_3 \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{NH}_4^+$

za každé správne označenie neprebíhajúcej reakcie 2 x 0,25 b.

za každé správne označenie a správne napísanie produktov po 0,25 b., 4 x 0,5 b.

spolu max. 2,5 b.

Úloha 2 (max. 4,75 b.)

- 2.1 a) modrá, b) žltá, c) bezfarebná, d) červená + žltá = oranžová,
 e) modrá + červená + bezfarebná = fialová, f) žltá + žltá = žltá
 po 0,25 b. spolu 1,5 b.

- 2.2 správne odpovede: b), f)

za každé správne označenie, aj správne neoznačenie po 0,25 b. spolu 1,75 b.

Zdôvodnenie: V možnosti b) má indikátor E pri pH = 7,7 zelené sfarbenie a v možnosti f) vznikne zelené sfarbenie zmiešaním farieb indikátorov - D(bezfarebná) + H(žltá) + A(modrá) = zelená. (0,5 b)

- 2.3 univerzálnymi indikátorovými papierikmi, pH – metrom (0,5 b.)

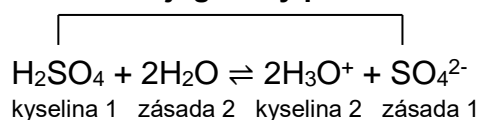
- 2.4 titrácia (0,5 b.)

spolu max. 4,75 b.

Úloha 3 (9 b.)

3.1

konjugovaný pár 1



konjugovaný pár 2

za správne napísanie reakcie 0,25 b; za správne vyčíslenie 0,25 b; označenie konjugovaných párov po 0,25 b. **spolu max. 1 b.**

- 3.2
$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{SO}_4]}$$
 1 b.

- 3.3 a) Vypočítame hmotnosť vodného roztoku kyseliny sírovej.

$$m(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) = V(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$m(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ cm}^3 \cdot 1,84 \text{ g/cm}^3$$

$$m(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 1,84 \text{ g} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Výpočet hmotnosti kyseliny sírovej.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = w \cdot m(96\% \text{H}_2\text{SO}_4) \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,96 \cdot 1,84 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,7664 \text{ g} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Výpočet molárnej hmotnosti kyseliny sírovej.

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{S}) + 4 \cdot M(\text{O}) \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1,00 \text{ g/mol} + 32,00 \text{ g/mol} + 4 \cdot 16,00 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Výpočet látkového množstva kyseliny sírovej.

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

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1,7664 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,018 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Výpočet látkovej koncentrácie kyseliny sírovej v mol/dm³.

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

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,018 \text{ mol}}{0,001 \text{ dm}^3}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18 \text{ mol/dm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

b) Výpočet látkovej koncentrácie kyseliny sírovej po zriedení z 1 cm³ na 1 dm³.

$$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ dm}^3$$

$$\text{po 1000-násobnom zriedení } c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,018 \text{ mol/dm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

Kyselina sírová je dvojsýtna kyselina. Predpokladáme, že je úplne disociovaná do 2. stupňa. Na základe toho z každého 1 mólu H₂SO₄ v zmysle disociačnej rovnice z úlohy 3.1 vznikajú 2 móly H₃O⁺. Na základe toho platí:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot 0,018 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,036 \text{ mol/dm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_r = 0,036 = 3,6 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$\text{pH} = -\log 3,6 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 1,4 \quad 0,5 \text{ b.}$$

Upravený vodný roztok kyseliny sírovej má pH 1,4.

spolu max. 7 b.

Riešenie úlohy 4 (20 b.)

4.1 a) hyperoxid rubídny, b) chlorid-oxid bizmutitý, c) oxid horečnato-titaničitý, d) oxid diolovnat-olovičitý, e) $\text{AlO}(\text{OH})$, f) FeCr_2O_4 , g) FeFe_2O_4 (Fe_3O_4), h) SrO_2 .

po 0,5 b. **spolu max. 4 b.**

4.2 nestále (nestabilné), najbližšieho vzácneho plynu ($1s^2 2s^2 2p^6$), dvojitú, oxidačných, ozón, ozonizér, paramagnetická, nespárených.

po 0,25 b. **spolu max. 2 b.**

4.3 Prítomné ióny: $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}^+ + 2\text{OH}^-$ 0,5 b.

Katóda (-): $\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{H}$, $2\text{H} \rightarrow \text{H}_2$, redukcia 0,5 b. + 0,5 b.

Sodné ióny sa prakticky na katóde neredukujú, s ostávajúcimi

hydroxidovými iónmi v roztoku v okolí katódy zvyšujú koncentráciu NaOH .

Anóda (+): $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$, oxidácia 0,5 b. + 0,5 b.

spolu max. 2,5 b.

4.4 a) $2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$

b) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 + 2\text{KCl}$

c) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{O}_2 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

d) $4\text{O}_3 + \text{PbS} \rightarrow 4\text{O}_2 + \text{PbSO}_4$

po 0,5 b. za správne produkty a doplnenie koeficientov

spolu max. 4 b.

4.5 a) $2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 0,5 b.

b) Z rovnice chemickej reakcie platí:

$$n(\text{O}_2) = 0,5 \cdot n(\text{MnO}_2) \quad 0,25 \text{ b.}$$

$$n(\text{MnO}_2) = m(\text{MnO}_2) / M(\text{MnO}_2) = 110,0 \text{ g} / 86,94 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,265 \text{ mol}$$

0,5 b.

$$n(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 1,265 = 0,633 \text{ mol} \quad 0,25 \text{ b.}$$

Počet atómov kyslíka $N(\text{O})$ vypočítame ako dvojnásobok počtu vzniknutých molekúl kyslíka.

Počet molekúl kyslíka:

$$N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot N_A = 0,633 \text{ mol} \times 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,81 \cdot 10^{23} \text{ molekúl}$$

0,5 b.

Počet atómov kyslíka:

$$N(\text{O}) = 2 \cdot N(\text{O}_2) = 2 \times 3,81 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 7,62 \cdot 10^{23} \text{ atómov}$$

0,25 b.

Objem vzniknutého kyslíka za normálnych podmienok:

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_{m_n} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$V(\text{O}_2) = 0,633 \text{ mol} \cdot 22,414 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 14,2 \text{ dm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

c) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{MnO}_2) = 1,265 \text{ mol}$ 0,25 b.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,265 \text{ mol} \cdot 98,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 124,1 \text{ g}$$

0,5 b.

$$m(45,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / 0,45 = 124,1 \text{ g} / 0,45 = 275,8 \text{ g} \quad 0,5 \text{ b.}$$

Objem kyseliny sírovej ($w = 0,45$; $\rho = 1,36 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

$$V(45,0 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / \rho (45 \% \text{ H}_2\text{SO}_4) = 275,8 \text{ g} / 1,36 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} =$$
$$= 202,8 \text{ cm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

d) $n(\text{MnSO}_4) = n(\text{MnO}_2) = 1,265 \text{ mol}$

$$m(\text{MnSO}_4) = n(\text{MnSO}_4) \cdot M(\text{MnSO}_4) = 1,265 \text{ mol} \cdot 151,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 191,0 \text{ g}$$

0,5 b.

spolu max. 5,5 b.

4.6 a) Mn_2O_7 ,

b) MgO ,

c) Al_2O_3 ,

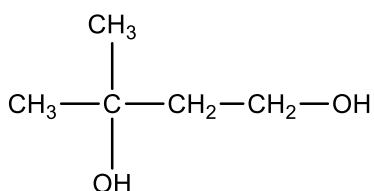
d) SiO_2 .

po 0,5 b. za správny výber

spolu max. 2 b.

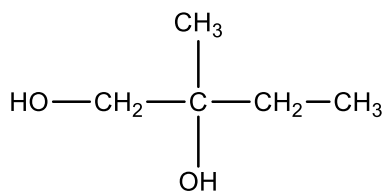
Riešenie úlohy 5 (max. 20 b.)

5.1



3-metylbután-1,3-diol

alebo

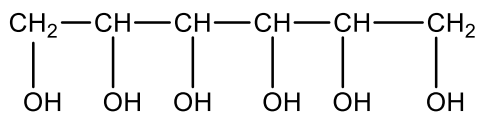


2-metylbután-1,2-diol

po 0,5 b. za správny vzorec a názov

spolu max. 2 b.

5.2



hexán-1,2,3,4,5,6-hexol

po 0,5 za správny vzorec a názov

spolu max. 1 b.

5.3 Oba alkoholy sú pre ľudský organizmus škodlivé. V menšej dávke spôsobujú omámenie. Metanol spôsobuje oslepnutie. Predávkovanie môže spôsobiť smrť. 1 b.

Využitie: etanol - palivo, potravinárstvo, liečivo, rozpúšťadlo 1 b.

metanol - palivo, rozpúšťadlo, výroba formaldehydu. 1 b.

spolu max. 3 b.

5.4

pentán-1-ol, bután-1,3-diol, glycerol

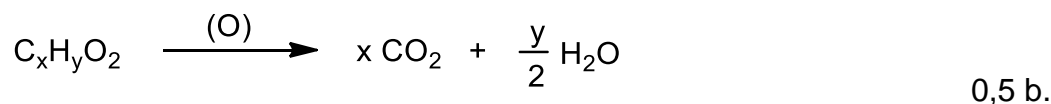
Zdôvodnenie: So zvyšujúcim sa počtom –OH skupín v molekule, rastie počet vodíkových väzieb medzi jednotlivými molekulami alkoholu a tým aj teplota varu.

1 b. za správne zoradenie a 0,5 b za správne zdôvodnenie **spolu max. 1,5 b.**

5.5

Všeobecný vzorec dvojsýtného alkoholu: $C_xH_yO_2$ 0,5 b.

Rovnica oxidácie:



$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} = \frac{2,69 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,12 \text{ mol} \quad 0,5 b.$$

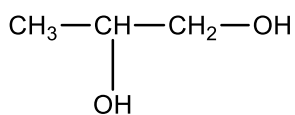
$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{2,88 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,16 \text{ mol} \quad 0,5 b.$$

pomer látkových množstiev:

$$x:\frac{y}{2} = 0,12:0,16 \text{ z toho vyplýva, že } 2x = 0,75y \text{ a pomer } x:y = 3:8 \quad 0,5 b.$$

všeobecný vzorec: $C_3H_8O_2$ 0,5 b.

racionálny vzorec a názov:



propán-1,2-diol



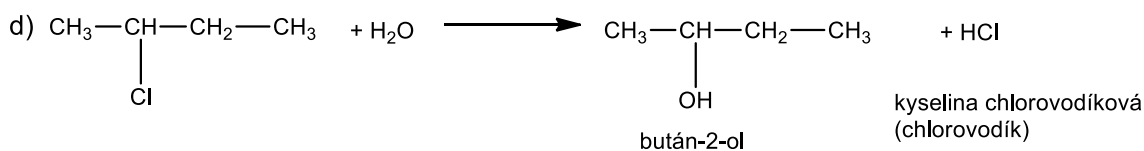
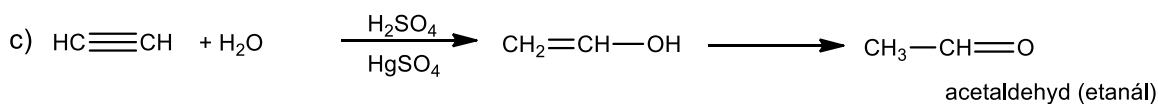
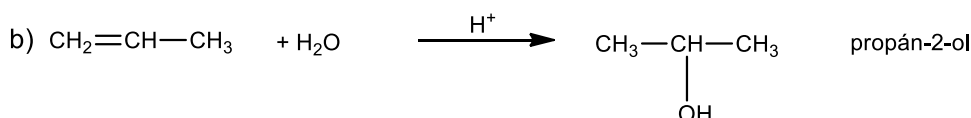
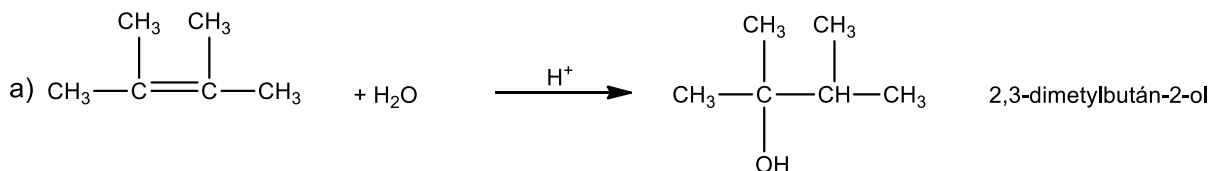
propán-1,3-diol

alebo

po 0,5 b. = 2 b.

spolu max. 5 b.

5.6



a) adícia; d) substitúcia

po 0,5 b. = 1 b.

Za každú správnu schému po 1 b., za správny názov produktu po 0,5 b.

spolu max. 7,5 b.

Riešenie úlohy 6 (max. 7 b.)

Výpočet zloženia roztoku hydrogenuhličitanu draselného

$$V(\text{O KHCO}_3) = 50,0 \text{ cm}^3 = 0,0500 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O H}_2\text{SO}_4) = 29,0 \text{ cm}^3 = 0,0290 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,250 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$M(\text{KHCO}_3) = 100,119 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(\text{O KHCO}_3) = 1,1685 \text{ g cm}^{-3}$$

b) $c(\text{KHCO}_3) = ?$

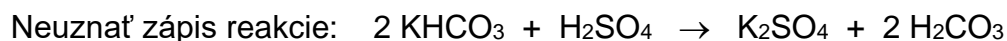
c) $w(\text{KHCO}_3) = ?$

a) Rovnica rozkladnej reakcie:



1 b.

Poznámka:



b) Výpočet koncentrácie roztoku KHCO_3 :

$$\begin{aligned}n(\text{H}_2\text{SO}_4) &= c(\text{H}_2\text{SO}_4) \times V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,250 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,0290 \text{ dm}^3 = \\ &= 0,007250 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}\end{aligned}$$

$$\frac{n(\text{KHCO}_3)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{1} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n(\text{KHCO}_3) = 2 \times n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \times 0,007250 \text{ mol} = 0,01450 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$c(\text{KHCO}_3) = \frac{n(\text{KHCO}_3)}{V(\text{KHCO}_3)} = \frac{0,01450 \text{ mol}}{0,0500 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,290 \text{ mol dm}^{-3}} \quad 1 \text{ b.}$$

c) Výpočet hmotnostného zlomku roztoku KHCO_3 :

$$\begin{aligned}m(\text{KHCO}_3) &= n(\text{KHCO}_3) \times M(\text{KHCO}_3) = \\ &= 0,01450 \text{ mol} \times 100,119 \text{ g mol}^{-1} = 1,452 \text{ g} \quad 1 \text{ b.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m(\ominus \text{KHCO}_3) &= \rho(\ominus \text{KHCO}_3) \times V(\ominus \text{KHCO}_3) = \\ &= 1,1685 \text{ g cm}^{-3} \times 50,0 \text{ cm}^3 = 58,43 \text{ g} \quad 1 \text{ b.}\end{aligned}$$

$$w(\text{KHCO}_3) = \frac{m(\text{KHCO}_3)}{m(\ominus \text{KHCO}_3)} = \frac{1,452 \text{ g}}{58,43 \text{ g}} = \mathbf{0,0249; \text{ t. j. } 2,49 \%} \quad 1 \text{ b.}$$

spolu max. 7 b.

Riešenie úlohy 7 (max. 13 b.)

Identifikácia látok

skúmvka č. 1:

- a) neuvolnil sa žiaden plyn 0,5 b.
- b) neprebehla žiadna reakcia 0,5 b.
- c) neutrálny 0,5 b.
- d) neprebehla žiadna reakcia 0,5 b.
- e) NaCl 1 b.

skúmvka č. 2:

- a) uvoľňujú sa plynné látky, ktoré nepodporujú horenie: CO_2 , H_2O 1 b.
- b) $\text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{O} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) + \text{CO}_2 (\text{g})$ 1 b.
- c) silno zásaditý 0,5 b.
- d) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH}$ 0,5 b.
- e) NaHCO_3 1 b.

skúmavka č. 3:

- | | |
|---|--------|
| a) uvoľňuje sa plynná látka, ktorá podporuje horenie: O ₂ | 1 b. |
| b) $2 \text{KClO}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{KCl} (\text{s}) + 3 \text{O}_2 (\text{g})$ | 1 b. |
| c) neutrálny | 0,5 b. |
| d) neprebehla žiadna reakcia | 0,5 b. |
| e) KClO ₃ | 1 b. |
| f) pôsobí ako katalyzátor | 1 b. |
| g) pri zahrievaní obsahu skúmavky č. 3; alebo: pri tepelnom rozklade KClO ₃ ;
alebo: reakcia b) v skúmavke č. 3 | 1 b. |

spolu max. 13 b.

Autori: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (vedúca autorského kolektívu),
doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, Mgr. Slávka Saladiová
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 2020