

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

59. ročník, školský rok 2022/2023

Kategória C

Školské kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE

TEORETICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE TEORETICKÝCH ÚLOH ŠKOLSKÉHO KOLA

Chemická olympiáda – kategória C – 59. ročník – školský rok 2022/2023

Školské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Mária Linkešová, Lenka Šikulíncová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: 120 minút

Úloha 1 (max. 15 bodov)

1.1

a)

A – Mg(s)

B – CuSO₄(aq)

C – MgSO₄(aq)

D – Cu(s)

Chemická rovnica - $\text{Mg(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{MgSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

Pozn.: Produkty môžu byť aj vymenené t.j. namiesto C ako MgSO₄(aq) môže byť Cu(s).

Po 0,5 b. za správny vzorec látky spolu so skupenským stavom. Ak skupenský stav chýba alebo je nesprávny, pridelíme 0,25 b. spolu max. **2 b.**

b)

	strana reaktantov	strana produktov
Oxidačné číslo atómu medi	II	0
Oxidačné číslo atómu horčíka	0	II

po 0,25 b. za každé správne doplnenie

spolu max. **1 b.**

c)

Oxidácia: $\text{Mg}^0 - 2 e^- \rightarrow \text{Mg}^{\text{II}}$

Redukcia: $\text{Cu}^{\text{II}} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}^0$

po 0,5 b. za každú správnu polreakciu

spolu max. **1 b.**

d)

Oxidovadlo: CuSO₄ (síran meďnatý)

Redukovadlo: Mg (horčík)

po 0,25 b. za každý reaktant

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

e)

Zmena oxidačného čísla atómu medi.

0,5 b.

1.2

- a) Neprebieha.
- b) Prebieha.
- c) Neprebieha.
- d) Prebieha.

po 0,25 b. za správne určenie

spolu max. 1 b.

1.3

- b) $\text{Mg} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Fe}$
- d) $\text{Sn} + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{Ag}$

po 1 b. za správnu rovnicu

spolu max. 2 b.

1.4

- a) $\text{Cu}^0 - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^{\text{II}}$
- b) $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$
- c) $\text{Fe}^{\text{II}} - \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{\text{III}}$
- d) $\text{Zn}^0 - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}^{\text{II}}$

po 0,5 b. za každú správnu rovnicu

spolu max. 2 b.

1.5

katóda: Ag (striebro)

anóda: O₂ (kyslík)

po 0,5 b za správny produkt na elektróde

spolu max. 1 b.

1.6

	oxidačné číslo atómu	názov zlúčeniny
a) H ₂ S ₂ O ₇	S – VI	kyselina disírová
b) NaH ₂ PO ₄	P – V	dihydrogenfosforečnan sodný
c) Fe ₂ O ₃	Fe – III	oxid železitý
d) KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	Al – III	dodekahydrát síranu draselno - hlinitého

po 0,5 b. za správne doplnenie

spolu max. 4 b.

Úloha 2 (max. 15 bodov)

2.1

- a) Al,
- b) III,
- c) 6,
- d) 0,
- e) $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ – hexaakvahlinový kation a Cl^- chloridový anión.

po 0,5 b. za každú požadovanú odpoveď spolu max. **4 b.**

2.2

$$1s < 2s < 2p_x = 2p_y = 2p_z < 3s < 3p_x = 3p_y = 3p_z.$$

Po 0,25 b. za správne doplnené znamienko spolu max. **2 b.**

2.3

Štandardná reakčná entalpia sa vypočíta: $\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{prod.}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{reakt.})$,
pričom štandardné zlučovacie entalpie prvkov sú rovné nule. 1 b.



$$\Delta H^\circ = -1676 - (-826) = -850 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ b.}$$



$$\Delta H^\circ = -1676 - (-1141) = -535 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad 1 \text{ b.}$$

spolu max. **3 b.**

2.4

b. 1 b.

2.5

b, c, d.

po 0,5 b. za správne označenie aj správne neoznačenie spolu max. **2 b.**

2.6

Chemická rovnica: $2 \text{Al}(\text{s}) + 3 \text{Br}_2(\text{l}) \rightarrow 2 \text{AlBr}_3(\text{s})$ 0,5 b.

a) $n(\text{Al}) = n(\text{AlBr}_3) = \frac{m(\text{AlBr}_3)}{M(\text{AlBr}_3)} = \frac{180,0 \text{ g}}{266,692 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,6749 \text{ mol}$ 0,5 b.

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,6749 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = \mathbf{18,21 \text{ g}}$$
 0,5 b.

b) $n(\text{Br}_2) = 3/2 \cdot n(\text{AlBr}_3) = 3/2 \cdot 0,6749 = 1,012 \text{ mol}$

0,5 b.

$$m(\text{Br}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{Br}_2) = 1,012 \cdot 159,808 = \mathbf{161,7 \text{ g}}$$
 0,5 b.

$$V(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{\rho(\text{Br}_2)} = \frac{161,7 \text{ g}}{3,123 \text{ g}\cdot\text{cm}^3} = \mathbf{51,78 \text{ cm}^3}$$
 0,5 b.

spolu max. **3 b.**

Úloha 3 (max. 15 bodov)

3.1

a, d

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

spolu max. **1 b.**

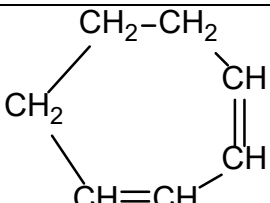
3.2

- Alkény** majú vo svojich molekulách jednu dvojitú väzbu.
- Etén sa získava z **ropy**.
- Pre alkény je typickou reakciou **adícia**.
- Nenasýtené uhľovodíky s jednou trojitou väzbou sa nazývajú **alkíny**.

po 0,25 b. za správne doplnenie

spolu max. **1 b.**

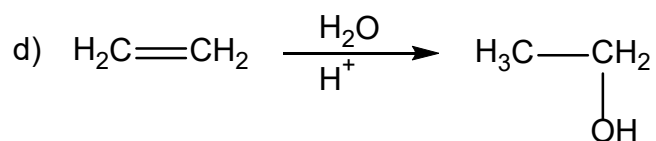
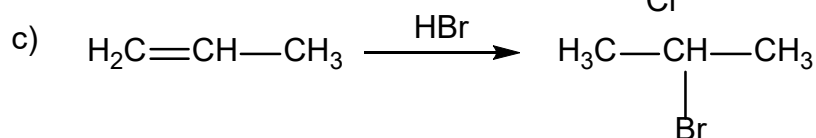
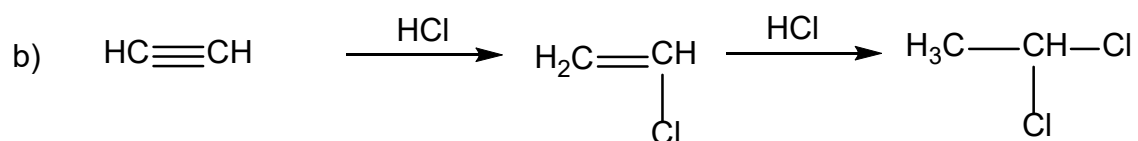
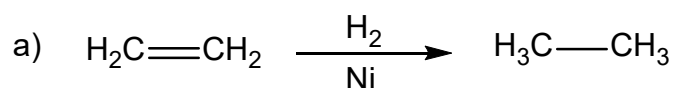
3.3

názov	vzorec
propín	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
pent-2-én	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
hex-2-ín	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
2-metylbut-2-én	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
pentén-3-ín	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
2,5-dimetylhept-3-én	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
cyklohepta-1,3,-dién	

po 0,5 b. za správne doplnený názov alebo vzorec

spolu max. **3,5 b.**

3.4



Markovnikovo pravidlo sa uplatňuje v reakcii b) do druhého stupňa a v reakcii c).

Po 1 bode za správnu schému reakcie a po 0,25 b za správne označenie uplatnenia Markovnikovho pravidla spolu max. **5 b.**

3.5

Rovnica reakcie:



Plynný produkt: C_2H_2 acetylén (etín) 0,5 + 0,5 b.

$$n(\text{CaC}_2) = \frac{m(\text{CaC}_2)}{M(\text{CaC}_2)} = \frac{5,0 \text{ g}}{64,099 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0,078 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$n(\text{CaC}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,078 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_2)}{V_M} \Rightarrow$$

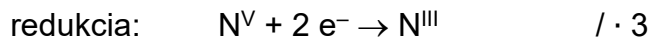
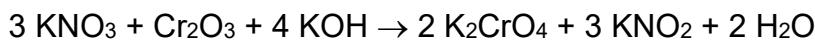
$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot V_M = 0,078 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 1,75 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ b.}$$

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

Úloha 4 (max. 15 bodov)

4.1

a) Rovnica prebiehajúcej chemickej reakcie:



oxidovadlo: KNO_3 redukovadlo: Cr_2O_3

za správne vzorce v rovnici (iba ak sú správne všetky) 0,5 b.

za správne stechiometrické koeficienty v rovnici (iba ak sú správne všetky) 1 b.

za správne zapísané polreakcie oxidácie a redukcie 0,5 b.

za správne určenie oxidovadla a redukovadla, oxidácie a redukcie 0,5 b.

spolu max. **2,5 b.**

b) Výpočet hmotnosti potrebného KNO_3 :

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{M(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{32,0 \text{ g}}{151,990 \text{ g mol}^{-1}} = 0,2105 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$\frac{n(\text{KNO}_3)}{n(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{3}{1} \Rightarrow n(\text{KNO}_3) = 3 \cdot n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 0,2105 \text{ mol} = 0,6315 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$m(\text{KNO}_3) = n(\text{KNO}_3) \cdot M(\text{KNO}_3) = 0,6315 \text{ mol} \cdot 101,107 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{63,8 \text{ g KNO}_3} \quad 1 \text{ b.}$$

spolu max. **3 b.**

c) Výpočet potrebného objemu 12,0 % roztoku KOH :

$$\frac{n(\text{KOH})}{n(\text{Cr}_2\text{O}_3)} = \frac{4}{1} \Rightarrow n(\text{KOH}) = 4 \cdot n(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 4 \cdot 0,2105 \text{ mol} = 0,8420 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,8420 \text{ mol} \cdot 56,109 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 47,24 \text{ g} \quad 1 \text{ b.}$$

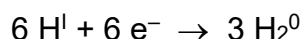
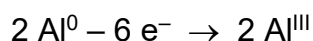
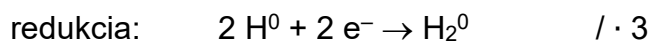
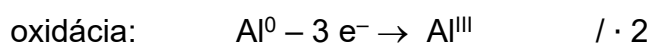
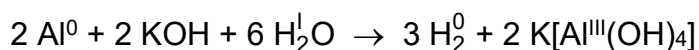
$$m(12,0 \% \text{ KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{w(\text{KOH})} = \frac{47,24 \text{ g}}{0,120} = 393,7 \text{ g} \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(12,0 \% \text{ KOH}) = \frac{m(12,0 \% \text{ KOH})}{\rho(12,0 \% \text{ KOH})} = \frac{393,7 \text{ g}}{1,100 \text{ g cm}^{-3}} = \mathbf{357,9 \text{ cm}^3} \quad 1 \text{ b.}$$

spolu max. **4 b.**

4.2

a) Rovnica prebiehajúcej chemickej reakcie:



Rozdelenie bodov v úlohe 4.2 a): zhodne s úlohou 4.1 a).

spolu max. **2,5 b.**

b) Výpočet objemu vznikajúceho plynného vodíka:

$$m(\text{Al}) = 28,0 \text{ g} \quad V(\text{H}_2) = ?$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{28,0 \text{ g}}{26,9815 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,038 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{Al})} = \frac{3}{2} \Rightarrow n(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 1,038 \text{ mol} = 1,557 \text{ mol} \quad 1 \text{ b.}$$

$$V(\text{H}_2) = V_m \cdot n(\text{H}_2) = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot 1,557 \text{ mol} = 34,9 \text{ dm}^3 = \mathbf{34,9 \cdot 10^3 \text{ cm}^3} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. **2,5 b.**

c) Názov produktu rozpusteného v roztoku:

tetrahydroxidohlinitan draselný 0,5 b.

(uznať aj: tetrahydroxohlinitan draselný)

Poznámka:

Akceptovateľný je akýkoľvek iný postup riešenia, ktorý vedie k správnejmu výsledku.

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

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., doc. Ing. Mária Linkešová, PhD.

Mgr. Lenka Šikulíncová

Recenzenti: PaedDr. Dana Kucharová, PhD., RNDr. Beata Vranovičová, PhD.

Redakčná úprava: PaedDr. Anna Drozdíková, PhD.

Slovenská komisia Chemickej olympiády

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