

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória C

Krajské kolo

**RIEŠENIE A HODNOTENIE
TEORETICKÝCH ÚLOH**

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ZO VŠEOBECNEJ, ANORGANICKEJ A ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória C – 60. ročník – šk. rok 2023/2024

Krajské kolo

Anna Drozdíková, Jarmila Kmet'ová, Lenka Kramarová

Maximálne 60 bodov Doba riešenia: 120 minút
--

Riešenie úlohy 1 (max. 20 b.)

1.1

- a) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
b) $2\text{SnO}_2 + 9\text{S} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SnS}_3 + 3\text{SO}_2 + 2\text{CO}_2$
c) $3\text{S} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{SO}_2 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
d) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{HCl} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaCl}$
e) $3\text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2[\text{SiF}_6] + \text{SiO}_2$

Po 1 b. za správne reaktanty a produkty v rovnici a po 1 b. za správne koeficienty

spolu max. 10 b.

1.2

CHR: $2\text{Na(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{NaOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 0,5 b.

Štandardné zlučovacie entalpie prvkov sú rovné nule. 0,5 b.

$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ (\text{prod.}) - \sum \Delta H_f^\circ (\text{reakt.})$ 0,5 b.

$\Delta H^\circ = 2 \cdot (-470) - 2 \cdot (-286) = -940 + 572 = -368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ / na 2 móly Na 0,5 b.

Výpočet tepla na 1 g Na:

– 368 kJ 2 móly $2 \cdot M(\text{NaOH})$ 45,98 g

x kJ 1,00 g

x = – 8,00 kJ

1 b.

Uvoľní sa 8 kJ tepla.

spolu max. 3 b.

1.3

a) 0 1 b.

b) 1/2 1 b.

spolu max. 2 b.

1.4

CHR: $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3$ 0,5 b.

Príprava K₂CrO₄



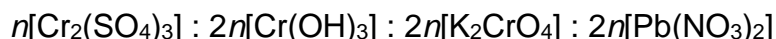
Aby nebolo potrebné z prvej chemickej reakcie počítať koľko potrebujeme pripraviť chrómanu draselného a z toho koľko musí s KOH zreagovať bezvodého síranu chromitého, môžeme dať do vzťahu pomery látkových množstiev látok, ktoré nás zaujímajú.

Zo sledu CHR platí:

Na zrážanie 1 mólu dusičnanu olovnatého potrebujeme jeden mól chrómanu draselného.

Z jedného mólu síranu chromitého získame 2 móly hydroxidu chromitého, ktoré reakciou s peroxidom vodíka poskytnú dva móly chrómanu draselného. Toto látkové množstvo je potrebné na vyzrážanie dvoch mólov dusičnanu olovnatého.

Zápis pomerov látkových množstiev látok z CHR:



Síran chromitý sa bude navažovať ako oktadekahydrát, potom zápis pomerov látkových množstiev píšeme:



Hmotnosť oktadekahydrátu síranu chromitého sa vypočíta z vyššie uvedeného pomeru látkových množstiev, teda z pomeru molárnych hmotností, ak poznáme hmotnosť dusičnanu olovnatého, ktorý sa zráža.

716,45 g 2 · 331,21 g

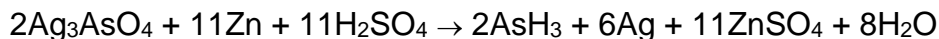
x g 6 g

$x = 716,45 \cdot \frac{6}{662,42} = 6,489 \text{ g Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ pre 100 % výťažok 0,5 b.

x g Cr₂(SO₄)₃ · 18H₂O pre 76 % výťažok (NÚ) 0,5 b.

$x = 6,489 / 0,76 = 8,539 \text{ g}$

spolu max. 3,5 b.

1.5

Po 0,5 b. za správne oxidačné čísla, rovnice polreakcií a doplnenie správnych koeficientov.

spolu max. 1,5 b.

Riešenie úlohy 2 (max. 20 b.)**2.1**

1. D, 2. A, 3. B, 4. C

po 0,5 b.

spolu max. 2 b.

2.2

Triviálny názov	Systémový názov	Vzorec
a) zelená skalica	heptahydrát síranu železnatého	$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
b) biela skalica	heptahydrát síranu zinočnatého	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
c) Epsomská soľ	heptahydrát síranu horečnatého	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
d) Mohrova soľ	hexahydrát síranu amonno-železnatého	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
e) Glauberova soľ	dekahydrát síranu sodného	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

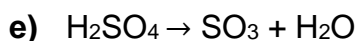
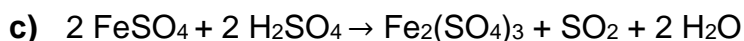
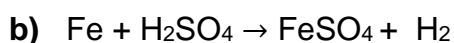
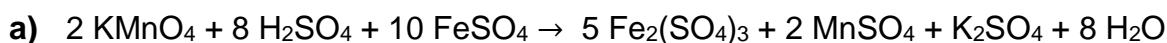
po 0,5 b. za správny vzorec

spolu max. 2,5 b.

2.3

b, c po 0,5 b. za správne označenie aj správne neoznačenie

spolu max. 1 b.

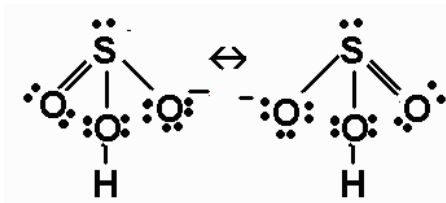
2.4

po 1 b. za správne uvedené vzorce v chemických rovniciach a po 0,5 b. za správne doplnené stechiometrické koeficienty

spolu max. 9 b.

2.5

a) hydrogensiričitánový anión



1 b.

b) Roztok škrobu slúži ako indikátor. V bode ekvivalencie dochádza ku zmene farby vzorky na modrú – reakcia s jódom. 1 b.

c) $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HI}$ 1,5 b.

d)

1. Príprava roztoku H_2SO_4

$$c_1(98\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 18,346 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_1(98\% \text{H}_2\text{SO}_4) = ? \text{ dm}^3$$

$$c_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$c_1(98\% \text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_1(98\% \text{H}_2\text{SO}_4) = c_2(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$18,346 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot V_1 = 2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,5 \text{ dm}^3$$

$$V_1(98\% \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,068 \text{ dm}^3 = 68 \text{ cm}^3 \quad 0,5 \text{ b.}$$

2. Príprava roztoku NaOH

$$M(\text{NaOH}) = 39,997 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V(\text{roztok}) = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ dm}^3$$

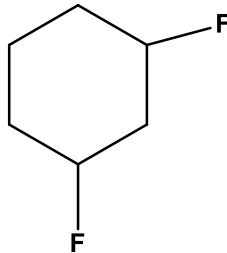
$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{roztok}) \cdot M(\text{NaOH}) = \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$= 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 \cdot 39,997 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cong 20 \text{ g} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. 5,5 b.

Riešenie úlohy 3 (max. 20 b.)

3.1

názov	vzorec
chlóretán	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$
1-brómbut-1-én	$\text{Br} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
3-bróm- 1-chlórbut-2-én	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{Cl} \\ \\ \text{Br} \end{array}$
6-bróm-2-fluór-4-chlór-6-metylhepta-2, 4-dién	$\begin{array}{c} \text{F} \qquad \qquad \qquad \text{Br} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - \text{C} = \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{Cl} \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
1, 3-difluórcyklohexán	
3-chlór-3, 4-dimethylhex-1-én	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \qquad \\ \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 \quad \text{Cl} \end{array}$

po 0,5 b. za správny názov alebo vzorec

spolu max. 3 b.

3.2 c, d, e

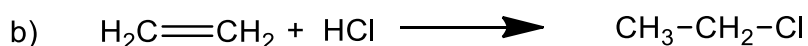
po 0,25 b. za každé správne označenie, aj správne neoznačenie

spolu max. 1,5 b.

3.3



etán chlór



etén chlorovodík (kyselina chlorovodíková)

po 1 b. za správnu rovnicu + po 0,5 b. za pomenovanie organických látok + po 0,25 b.

za pomenovanie anorganických reaktantov

spolu max. 3,5 b.

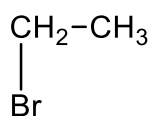
3.4

Systemový názov	Triviálny názov	piktogram
trijódmetán	jodoform	c)
chlóretén	vinylchlorid	b, d, f
polytetrafluóretén	teflón	žiadne
tetrachlórmetán	Chlorid uhličitý	b, h

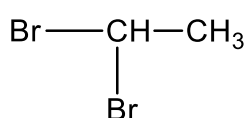
po 0,5 b. za správny názov + po 0,25 b. každý správne uvedený piktogram

spolu max. 3,5 b.

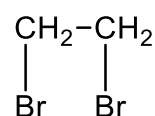
3.5



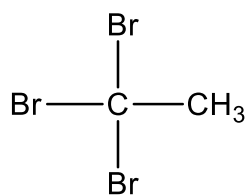
brómetán



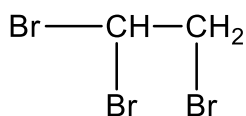
1,1-dibrómetán



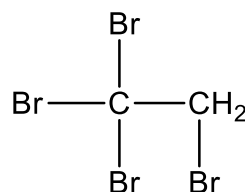
1,2-dibrómetán



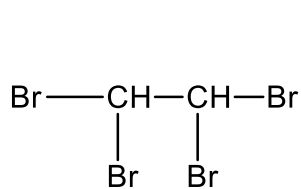
1,1,1-tribrómetán



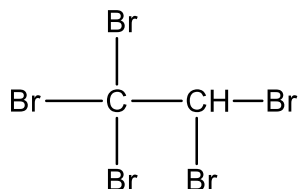
1,1,2-tribrómetán



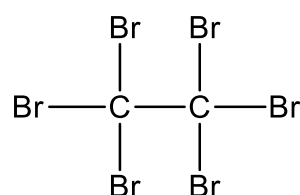
1,1,1,2-tetrabrómetán



1,1,2,2-tetrabrómetán



1,1,1,2,2-pentabrómetán



1,1,1,2,2,2-hexabrómetán

po 0,25 b. za správny vzorec a po 0,25 b. za správny názov

spolu max. 4,5 b.

3.6

Zo zadania vieme, že bróm sa naviazal na násobnú väzbu, teda ide o adíciu (lebo sa neuvolňuje HBr, vtedy by išlo o substitúciu).

Koľko atómov Br sa naviazalo zistíme podľa M_r produktu.

$$M_r(\text{produkt}) = 201,8$$

$$A_r(\text{Br}) = 79,9$$

Zistíme, že produkt obsahuje 2 atómy Br, lebo ak by obsahoval 4, musel by mať vyššiu M_r . Teda má jednu dvojitú väzbu.

Následne vypočítame počet vodíkov v molekule produktu.

$$M_r(\text{produkt}) = 2 \cdot A_r(\text{Br}) + 3 \cdot A_r(\text{C}) + a \cdot A_r(\text{H})$$

$$201,8 = 2 \cdot 79,9 + 3 \cdot 12 + a \cdot 1$$

$$a = 6$$

1 b.

Všetky správne postupy a úvahy, ktoré vedú k správnejmu výsledku akceptujeme za 1 b.

a) Sumárny vzorec A: C_3H_6 0,5 b.

Racionálny vzorec: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ 0,5 b.

b) $2 \text{C}_3\text{H}_6 + 9 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ 0,5 b.

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{V(\text{C}_3\text{H}_6)}{V_M} = \frac{2,5 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0,11 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) : n(\text{CO}_2) = 2 : 6 \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_6) = \mathbf{0,33 \text{ mol}} \quad 0,5 \text{ b.}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_M = 0,33 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = \mathbf{7,39 \text{ dm}^3} \quad 0,5 \text{ b.}$$

spolu max. 4 b.

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

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

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 2024