

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

48. ročník, školský rok 2011/2012

Kategória C

Študijné kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE SÚŤAŽNÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH ŠKOLSKÉHO KOLA

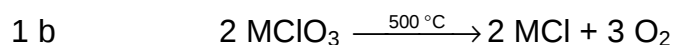
Chemická olympiáda – kategória C – 48. ročník – školský rok 2011/2012
Školské kolo

Milan Melicherčík, Jarmila Kmet'ová, Mária Lichvárová, Iveta Nagyová

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: 120 minút

Riešenie úlohy 1 (12 b)

1.1 Upravená chemická rovnica má tvar:



0,5 b Neznámy produkt X je chlorid sodný, resp. chlorid draselný

1.2 Látkové množstvo $n(\text{NaClO}_3)$ vypočítame zo vzťahu:

1 b
$$n(\text{NaClO}_3) = \frac{m(\text{NaClO}_3)}{M(\text{NaClO}_3)}$$

Z rovnice chemickej reakcie platí vzťah:

1 b
$$3 \times n(\text{NaClO}_3) = 2 \times n(\text{O}_2)$$

Potom pre látkové množstvo $n(\text{O}_2)$ platí:

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \times n(\text{NaClO}_3)$$

Dosadením predchádzajúcich vzťahov dostávame výsledný vzťah pre $n(\text{O}_2)$:

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \times \frac{m(\text{NaClO}_3)}{M(\text{NaClO}_3)}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \times \frac{15,0 \text{ g}}{106,44 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,2114 \text{ mol}$$

Hmotnosť kyslíka vypočítame zo vzťahu:

1 b
$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2)$$

$$m(\text{O}_2) = 0,2114 \text{ mol} \times 32,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{O}_2) = 6,76 \text{ g}$$

- 0,5 b Rozkladom 15,0 g NaClO_3 vznikne 6,76 g kyslíka.
- 1.3** Počet molekúl kyslíka vypočítame zo vzťahu:
- 1,5 b
$$N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times N_A = 0,2114 \text{ mol} \times 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} =$$

$$= 1,27 \cdot 10^{23} \text{ molekúl kyslíka}$$
- 0,5 b Pri tepelnom rozklade 15,0 g NaClO_3 vznikne $1,27 \cdot 10^{23}$ molekúl kyslíka.
- 1.4** Z rovnice chemickej reakcie platí vzťah:
- 1 b
$$3 \times n(\text{KClO}_3) = 2 \times n(\text{O}_2)$$

 Potom pre látkové množstvo $n(\text{KClO}_3)$ platí:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{2}{3} \times n(\text{O}_2)$$
- 0,5 b Rovnaký počet uvoľnených molekúl kyslíka odpovedá rovnakému látkovému množstvu kyslíka, potom:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{2}{3} \times 0,2114 \text{ mol}$$

$$n(\text{KClO}_3) = 0,141 \text{ mol}$$

 Hmotnosť chlorečnanu draselného vypočítame zo vzťahu:
- 1 b
$$m(\text{KClO}_3) = n(\text{KClO}_3) \times M(\text{KClO}_3)$$

$$m(\text{KClO}_3) = 0,141 \text{ mol} \times 122,55 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{KClO}_3) = 17,28 \text{ g}$$
- 0,5 b Aby sa pri tepelnom rozklade KClO_3 uvoľnilo rovnaké množstvo molekúl kyslíka, ako sa uvoľní pri tepelnom rozklade 15,0 g NaClO_3 , potrebujeme ho 17,28 g
- 1,8 b **1.5** N_2O oxid dusný,
 NO oxid dusnatý,
 N_2O_3 oxid dusitý,
 NO_2 oxid dusičitý,
 N_2O_5 oxid dusičný,
 SO_2 oxid siričitý,
 SO_3 oxid sírový,
 CO oxid uhoľnatý,
 CO_2 oxid uhličitý.

0,2 b 1.6 $1s^2 2s^2 2p^6$

Riešenie úlohy 2 (12,5 b)

4 b 2.1 a) $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ - áno

b) $2 \text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ - áno

c) $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ - nie

d) $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$ - áno

2 b 2.2 a) NaCl - nie

b) CuSO_4 - áno

c) HCl - áno

d) KNO_3 - nie

2,5 b 2.3 HNO_3 , MnO_2 , Cu^+ , H_2O_2 , KMnO_4

2.4 Schéma redoxnej reakcie je:

0,5 b $\text{H}_2\text{O}_2^{-1} + \text{KMn}^{\text{VII}}\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2^0 + \text{Mn}^{\text{II}}\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Čiastkové rovnice redukcie a oxidácie sú:

0,5 b $\text{Mn}^{\text{VII}} + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{II}}$

0,5 b $2 \text{O}^{-1} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^0$

Aby počet prijatých a odovzdaných elektrónov bol rovnaký, musíme upraviť čiastkové rovnice nasledovne:

$\text{Mn}^{\text{VII}} + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{II}} \quad / \times 2$

$2 \text{O}^{-1} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^0 \quad / \times 5$

Po sčítaní upravených rovníc získame čiastkovú rovnicu redoxnej reakcie:

0,5 b $10 \text{O}^{-1} + 2 \text{Mn}^{\text{VII}} \rightarrow 5 \text{O}_2^0 + 2 \text{Mn}^{\text{II}}$

Vypočítané koeficienty zapíšeme do reakčnej schémy pred zodpovedajúce zlúčeniny. Na určenie ostatných koeficientov využijeme podmienku zachovania druhu a počtu atómov.

Výsledná rovnica redoxnej reakcie má potom tvar:

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

0,5 b oxidačné činidlo: KMnO_4

0,5 b redukčné činidlo: H_2O_2

Riešenie úlohy 3 (4,5 b)

0,5 b BaO_2 – peroxid bárnatý

0,5 b Al_2O_3 – oxid hlinitý

0,5 b H_2O_2 – peroxid vodíka

0,5 b NaHS – hydrogensulfid sodný

0,5 b $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – hydroxid vápenatý

0,5 b NaHO_2 – hydrogenperoxid sodný

0,5 b H_2SiO_3 – kyselina dihydrogenkremičitá

0,5 b $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – bis(hydrogenuhlíčan) vápenatý

0,5 b $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ – sulfid amónny

Riešenie úlohy 4 (11,5 b)

1 b $\text{CaSO}_3 + 2 \text{HCl (zried.)} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

Hmotnosť $m(20,0 \text{ \% HCl})$ vypočítame zo vzťahu:

1 b $m(20,0 \text{ \% HCl}) = \rho(20,0 \text{ \% HCl}) \times V(20,0 \text{ \% HCl})$

1 b $m(\text{HCl}) = w(\text{HCl}) \times m(20,0 \text{ \% HCl})$

Látkové množstvo $n(\text{HCl})$ vypočítame zo vzťahu:

1 b
$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})}$$

Dosadením predchádzajúcich vzťahov dostávame výsledný vzťah pre $n(\text{HCl})$:

0,5 b
$$n(\text{HCl}) = \frac{w(\text{HCl}) \times \rho(20,0 \text{ \% HCl}) \times V(20,0 \text{ \% HCl})}{M(\text{HCl})}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{(0,200 \times 1,0980 \text{ g cm}^{-3} \times 50,0 \text{ cm}^3)}{36,461 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,301 \text{ mol}$$

Z rovnice chemickej reakcie platí vzťah:

1 b $n(\text{CaSO}_3) = 0,5 \times n(\text{HCl})$

Hmotnosť $m(\text{CaSO}_3)$ vypočítame zo vzťahu:

1 b $m(\text{CaSO}_3) = n(\text{CaSO}_3) \times M(\text{CaSO}_3)$

0,5 b $m(\text{CaSO}_3) = 0,5 \times n(\text{HCl}) \times M(\text{CaSO}_3)$

$$m(\text{CaSO}_3) = 0,5 \times 0,301 \times 120,143 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{CaSO}_3) = 18,1 \text{ g}$$

0,5 b 15 % nereagujúcich látok znamená 85 % čistota

$$1 \text{ b} \quad m(85 \% \text{ čistota } \text{CaSO}_3) = \frac{m(100 \% \text{ čistota } \text{CaSO}_3)}{w(\text{CaSO}_3)}$$

$$m(85 \% \text{ čistota } \text{CaSO}_3) = \frac{18,1 \text{ g}}{0,85} = 21,3 \text{ g}$$

0,5 b Ak použijeme 50 cm^3 $20 \% \text{ HCl}$ na prípravu oxidu siričitého potrebujeme $18,1 \text{ g}$ siričitanu vápenatého na jej úplné zreagovanie, za predpokladu, že má 100% čistotu a $21,3 \text{ g}$ siričitanu vápenatého, ak má 85% -nú čistotu, teda obsahuje 15% nereagujúcich látok.

Z rovnice chemickej reakcie platí vzťah:

$$1 \text{ b} \quad n(\text{SO}_2) = 0,5 \times n(\text{HCl})$$

Látkové množstvo $n(\text{SO}_2)$ vypočítame zo vzťahu:

$$n(\text{SO}_2) = 0,5 \times 0,301 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = 0,151 \text{ mol}$$

Objem $V_0(\text{SO}_2)$ za normálnych podmienok vypočítame zo vzťahu:

$$1 \text{ b} \quad V_0(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \times V_m, \text{ kde } V_m = 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$V_0(\text{SO}_2) = 0,151 \text{ mol} \times 22,41 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} = 3,384 \text{ dm}^3 = 3384 \text{ cm}^3$$

0,5 b Objem oxidu siričitého, ktorý je možné za normálnych podmienok teoreticky pripraviť chemickou reakciou z $18,1 \text{ g}$ siričitanu vápenatého, za predpokladu, že má 100% čistotu alebo z $21,3 \text{ g}$ siričitanu vápenatého, za predpokladu, že obsahuje 15% nereagujúcich látok (má 85% čistotu) je 3384 cm^3 .

Riešenie úlohy 5 (5,5 b)

Látkové množstvo $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ vypočítame zo vzťahu:

$$1 \text{ b} \quad n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \times V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

Z rovníc chemických reakcií platia vzťahy:

$$1 \text{ b} \quad n(\text{I}_2) = 0,5 \times n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

$$1 \text{ b} \quad n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{I}_2)$$

Potom pre látkové množstvo $n(\text{H}_2\text{O}_2)$ platí:

$$1 \text{ b} \quad n(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,5 \times n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

Dosadením predchádzajúcich vzťahov do vzťahu pre výpočet látkovej koncentrácie $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ dostávame výsledný vzťah:

$$1 \text{ b} \quad c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,5 \times \frac{c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) \times V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{V(\text{H}_2\text{O}_2)}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,5 \times \frac{0,0500 \text{ mol dm}^{-3} \times 0,0125 \text{ dm}^3}{0,025 \text{ dm}^3}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,125 \text{ mol dm}^{-3}$$

0,5 b Látková koncentrácia peroxidu vodíka je $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,125 \text{ mol dm}^{-3}$

Riešenie úlohy 6 (2 b)

SO_3 , N_2O_4 , CS_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$, NH_4NO_3 , COCl_2 , $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$, LiOH

Riešenie úlohy 7 (9,5 b)

1,4 b **7.1** oxid dusný – N_2O , oxid dusnatý – NO , oxid dusitý – N_2O_3 , monomér oxidu dusičitého – NO_2 , dimér oxidu dusičitého – N_2O_4 , oxid dusičný – N_2O_5 , trioxid dusíka (radikál $\text{NO}_3^\bullet$).

0,5 b **7.2** Oxid dusičný – N_2O_5 .

4 b **7.3** Monomér – NO_2 , dimér – N_2O_4 .

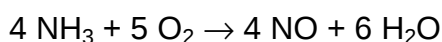
a) Znížením teploty sa bude zväčšovať koncentrácia diméru.

b) Zväčšenie tlaku spôsobí zväčšenie koncentrácie diméru.

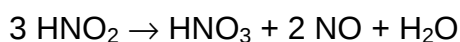
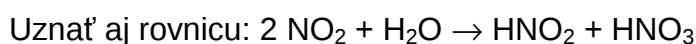
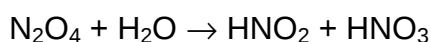
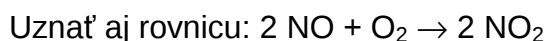
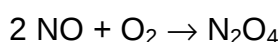
c) Pridanie monoméru spôsobí zväčšenie koncentrácie diméru.

1,6 b **7.4** Oxid dusný – N_2O . Vdychovaním oxidu dusného dochádza k ovplyvneniu nervového systému človeka, dochádza k dočasnej strate citlivosti a nastane bezvedomie (krátkodobá narkóza). Pripomína to, ako by sa človek nachádzal v tzv. raji, od čoho pochádza aj názov rajský. S kyslíkom sa mieša v mólovom pomere 4 : 1 ($\text{N}_2\text{O} : \text{O}_2$).

2 b **7.5** Výroba kyseliny dusičnej je viacstupňová:



V ďalšom stupni sa oxid dusný oxiduje do vyššieho stupňa, pričom vznikajú nitrózne plyny, ktoré obsahujú zmes monoméru a diméru oxidu dusičitého:



Potom uznať aj celkovú rovnicu: $4 \text{ NO} + 2 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ HNO}_3$

Riešenie úlohy 8 (2,5 b)

0,5 b Chemická rovnica: $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$.

1 b Vzťah pre výpočet rovnovážnej konštanty K_c :

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3] \times [\text{NO}]}{[\text{SO}_2] \times [\text{NO}_2]}$$

Dosadením hodnôt do vzťahu vypočítame rovnovážnu konštantu danej chemickej reakcie:

$$K_c = \frac{0,003 \times 0,003}{0,002 \times 0,005}$$

$$K_c = 0,9.$$

1 b Rovnovážna konštantá reakcie má hodnotu 0,9.

Autori: Doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., Doc. RNDr. Mária Lichvárová, PhD.
Prof. RNDr. Milan Melicherčík, PhD. (vedúci autorského kolektívu), RNDr.
Iveta Nagyová, PhD.

Recenzent: RNDr. Anton Sirota, PhD.

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2011

Bez redakčnej úpravy