SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

51. ročník, školský rok 2014/2015

Kategória C

Domáce kolo

RIEŠENIE A HODNOTENIE PRAKTICKÝCH ÚLOH

RIEŠENIE A HODNOTENIE ÚLOH PRAKTICKEJ ČASTI

Chemická olympiáda – kategória C – 51. ročník – školský rok 2014/2015

Domáce kolo

Mária Linkešová

Maximálne 40 bodov (b), resp. 143 pomocných bodov (pb) Pri prepočte pomocných bodov pb na konečné body b použijeme vzťah: **body (b) = pomocné body (pb) × 0,280**

Riešenie úlohy 1 (32 pb)

1.1 ***Plameňové skúšky alkalických kovov a kovov alkalických zemín***

20 pb 10 pb za realizovanie pokusu s rozprašovačom

10 pb za realizovanie pokusu s papierovými rúrkami

Sfarbenie plameňa pri plameňových skúškach:

Katión	Li^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Sr^{2+}
sfarbenie plameňa	karmínovo-červený	žltý	svetlofialový	tehlovo-červený	karmínový

1.2 ***Príprava boritanov d-prvkov – bóraxové perličky***

6 pb Sfarbenie bóraxovej perličky:

d-prvok		Mn	Fe	Cu
sfarbenie perličky	za horúca	fialová	žltá	zelená
	za studena	fialová	žltá	modrá

1.3 ***Dôkazové reakcie vybraných katiónov d-prvkov v roztoku***

6 pb Sfarbenie produktov dôkazových reakcií:

katión *d*-prvku	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}
činidlo	$K_3[Fe(CN)_6]$	$K_4[Fe(CN)_6]$	NH_3
sfarbenie	modrá zrazenina	modrá zrazenina	modrofialový roztok (len v nadbytku)

Riešenie úlohy 2 (111 pb)

2.1 ***Elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného***

10 pb Za úspešnú realizáciu elektrolýzy.

4 pb Za realizáciu dôkazových reakcií.

2.1.1

a)

2 pb anóda: $Cl^- - e^- \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2 \uparrow$

(alebo: $2\ Cl^- - 2\ e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow$)

katóda: v našom pokuse bola použitá železná katóda, na ktorej prebieha pri elektrolýze rozklad vody:

2 pb $2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2\ OH^-$

1 pb $Na^+ + OH^- \rightarrow NaOH$

2 pb celkový priebeh elektrolýzy vodného roztoku chloridu sodného:

$2\ NaCl + 2\ H_2O \rightarrow 2\ NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$

2 pb b) ružové až ružovofialové sfarbenie, prítomnosť NaOH

c)

3 pb Pretože chlór má väčšiu elektronegativitu (príp. „je silnejším oxidovadlom“, alebo „ľahšie sa redukuje“) ako jód, reaguje s jodidom draselným tak, že ho z tejto zlúčeniny vytláča:

$Cl_2 + KI \rightarrow KCl + I_2$

2 pb Vylúčený jód dáva so škrobom typické tmavomodré sfarbenie.

2.1.2

$2\ NaCl + 2\ H_2O \rightarrow 2\ NaOH + H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow$

m(roztoku NaCl) = 200 g m(NaCl) = 28,6 g

M(NaCl) = 58,443 g mol^{-1} $M(Cl_2)$ = 70,906 g mol^{-1}

$M(H_2)$ = 2,016 g mol^{-1} M(NaOH) = 39,997 g mol^{-1}

V_m = 22,41 dm^3 mol^{-1}

a) Výpočet hmotnosti vylúčeného plynného vodíka, chlóru a hydroxidu sodného

$m(H_2)$ = ? $m(Cl_2)$ = ? m(NaOH) = ?

2 pb $n(\text{NaCl}) = \dfrac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \dfrac{28{,}6\,\text{g}}{58{,}443\,\text{g mol}^{-1}}$

$n(\text{NaCl}) = 0{,}4894$ mol

Z chemickej rovnice vyplýva:

1 pb $\dfrac{n(\text{H}_2)}{n(\text{NaCl})} = \dfrac{1}{2}$

teda $n(\text{H}_2) = \dfrac{1}{2} \times n(\text{NaCl}) = \dfrac{1}{2} \times 0{,}4894\ \text{mol} = 0{,}2447\ \text{mol}$

1 pb $\dfrac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{NaCl})} = \dfrac{1}{2}$

teda $n(\text{Cl}_2) = \dfrac{1}{2} \times n(\text{NaCl}) = \dfrac{1}{2} \times 0{,}4894\ \text{mol} = 0{,}2447\ \text{mol}$

1 pb $\dfrac{n(\text{NaOH}_2)}{n(\text{NaCl})} = \dfrac{1}{2}$

teda $n(\text{NaOH}) = \dfrac{2}{2} \times n(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) = 0{,}4894$ mol

Hmotnosť vznikajúcich produktov vypočítame:

$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) = 0{,}2447\ \text{mol} \times 2{,}016\ \text{g mol}^{-1}$

2 pb $m(\text{H}_2) = \mathbf{0{,}493\ g}$

$m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times M(\text{Cl}_2) = 0{,}2447\ \text{mol} \times 70{,}906\ \text{g mol}^{-1}$

2 pb $m(\text{Cl}_2) = \mathbf{17{,}4\ g}$

$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \times M(\text{NaOH}) = 0{,}4894\ \text{mol} \times 39{,}997\ \text{g mol}^{-1} =$

2 pb $m(\text{NaOH}) = \mathbf{19{,}6\ g}$

b) Výpočet objem vylúčeného plynného vodíka a chlóru

$V(\text{H}_2) = ?$ $V(\text{Cl}_2) = ?$

$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times V_\text{m} = 0{,}2447\ \text{mol} \times 22{,}41\ \text{dm}^3\ \text{mol}^{-1} =$

2 pb $V(\text{H}_2) = \mathbf{5{,}48\ dm^3}$

$V(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \times V_\text{m} = 0{,}2447\ \text{mol} \times 22{,}41\ \text{dm}^3\ \text{mol}^{-1} =$

2 pb $V(\text{Cl}_2) = \mathbf{5{,}48\ dm^3}$

c) Výpočet hmotnostného zlomku vylúčeného hydroxidu sodného

$w(\text{NaOH}) = ?$

$m(\text{NaOH}) = 19{,}6$ g $m(\text{roztoku NaOH}) = 200$ g

$w(\text{NaOH}) = \dfrac{m(\text{NaOH})}{m(\text{roztoku NaOH})} = \dfrac{19{,}6\,\text{g}}{200\,\text{g}}$

3 pb w(NaOH) = **0,0980**, t. j. **9,80%**

2.1.3

7 pb **A**: Cl_2, **B**: HClO, **C**: NaClO, **D**: $NaClO_3$, **E**: O_2, **X**: HCl, **Y**: NaCl

Za každú správne identifikovanú zlúčeninu 1 pb.

Za každú správne napísanú reakciu (*1*) – (*6*) 2 pb

2 pb (*1*) $Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HClO + HCl$

2 pb (*2*) $Cl_2 + 2\,NaOH \rightleftarrows NaCl + H_2O + NaClO$

2 pb (*3*) $NaClO + 2\,HCl \rightarrow Cl_2\uparrow + NaCl + H_2O$

2 pb (*4*) $3\,NaClO \xrightarrow{t} NaClO_3 + 2\,NaCl$

2 pb (*5*) $2\,NaClO \rightarrow O_2\uparrow + 2\,NaCl$

2 pb (*6*) $NaClO + H_2O_2 \rightarrow O_2\uparrow + NaCl + H_2O$

2.2 Príprava a dôkaz kyslíka

a) Príprava kyslíka tepelným rozkladom chlorečnanu draselného $KClO_3$

4 pb Za úspešnú realizáciu pokusu s dôkazom.

b) Príprava kyslíka rozkladom peroxidu vodíka H_2O_2

4 pb Za úspešnú realizáciu pokusu s dôkazom.

c) Rozklad NaClO peroxidom vodíka H_2O_2

Zo skúmavky bude unikať kyslík, ktorý sa dokáže pomocou tlejúcej špajdle.

4 pb Za úspešnú realizáciu pokusu s dôkazom.

2.2.1

2 pb $2\,KClO_3 \xrightarrow{t,\,MnO_2} 2\,KCl + 3\,O_2\uparrow$

2.2.2

2 pb $2\,H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2\,H_2O + O_2\uparrow$

2.2.3

2 pb Vzniká kyslík, reakcia (rovnica *6* z úlohy 2.1.3) – vznik látky **E**:

2 pb $NaClO + H_2O_2 \rightarrow O_2\uparrow + NaCl + H_2O$

2.2.4

Za studena prebieha rozkladná reakcia (rovnica *5* z úlohy 2.1.3):

2 pb $2\ NaClO \rightarrow O_2\uparrow + 2\ NaCl$

$V(O_2) = 3{,}5\ dm^3$ $w(NaClO) = 0{,}047\ \%$

$V_m = 22{,}41\ dm^3\ mol^{-1}$ $M(O_2) = 31{,}9988\ g\ mol^{-1}$

$M(NaClO) = 74{,}442\ g\ mol^{-1}$

a) Výpočet hmotnosti potrebného čistiaceho prostriedku

2 pb $n(O_2) = \dfrac{V(O_2)}{V_m} = \dfrac{3{,}5\ dm^3}{22{,}41 dm^3\ mol^{-1}} = 0{,}156\ mol$

Z rovnice vyplýva:

2 pb $\dfrac{n(NaClO)}{n(O_2)} = \dfrac{2}{1}$

Potom pre látkové množstvo $n(NaClO)$ platí:

2 pb $n(NaClO) = 2 \times n(O_2) = 2 \times 0{,}156\ mol = 0{,}312\ mol$

$m(NaClO) = n(NaClO) \times M(NaClO) = 0{,}312\ mol \times 74{,}442\ g\ mol^{-1}$

2 pb $m(NaClO) = 23{,}2\ g$ (čistého, 100 %)

$m(4{,}7\ \%\ NaClO) = \dfrac{m(NaClO)}{w(NaClO)} = \dfrac{23{,}2\ g}{0{,}047}$

2 pb $m(4{,}7\ \%\ NaClO) =$ **490 g** (t. j. čistiaceho prostriedku)

b) Výpočet hmotnosti vylúčeného plynu

$m(O_2) = ?$

$n(O_2) = 0{,}156\ mol$

3 pb $m(O_2) = n(O_2) \times M(O_2)$

$m(O_2) = 0{,}156\ mol \times 31{,}9988\ g\ mol^{-1} =$ **5,0 g**

2.2.5

Rovnica rozkladu NaClO peroxidom vodíka:

$NaClO + H_2O_2 \rightarrow O_2\uparrow + NaCl + H_2O$

$w(NaClO) = 0{,}47$ $m(4{,}7\ \%\ NaClO) = 100\ g$

$w(H_2O_2) = 0{,}030$ $\rho(3{,}0\ \%\ H_2O_2) = 1{,}0095\ g\ cm^{-3}$

$M(H_2O_2) = 34{,}015\ g\ mol^{-1}$ $M(NaClO) = 74{,}442\ g\ mol^{-1}$

$V(3{,}0\ \%\ H_2O_2) = ?$

$m(NaClO) = w(NaClO) \times m(4{,}7\ \%\ NaClO) = 0{,}0470 \times 100\ g$

2 pb $m(NaClO) = 4{,}70\ g$

$n(NaClO) = \dfrac{m(NaClO)}{M(NaClO)} = \dfrac{4{,}70\ g}{74{,}442\ g\ mol^{-1}}$

2 pb $n(\mathrm{NaClO}) = 0{,}0631\ \mathrm{mol}$

Z reakcie vyplýva:

1 pb $n(\mathrm{NaClO}) = n(\mathrm{H_2O_2}) = 0{,}0631\ \mathrm{mol}$

$m(\mathrm{H_2O_2}) = n(\mathrm{H_2O_2}) \times M(\mathrm{H_2O_2}) = 0{,}0631\ \mathrm{mol} \times 34{,}015\ \mathrm{g\ mol^{-1}}$

2 pb $m(\mathrm{H_2O_2}) = 2{,}15\ \mathrm{g}$

$$m(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2}) = \frac{m(\mathrm{H_2O_2})}{w(\mathrm{H_2O_2})} = \frac{2{,}15\ \mathrm{g}}{0{,}030}$$

2 pb $m(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2}) = 71{,}7\ \mathrm{g}$

$$V(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2}) = \frac{m(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2})}{\rho(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2})} = \frac{71{,}7\ \mathrm{g}}{1{,}0095\ \mathrm{g\ cm^{-3}}}$$

2 pb $V(3{,}0\ \%\ \mathrm{H_2O_2}) = \mathbf{71\ cm^3}$

Poznámka k riešeniu úloh 2.1.3, 2.2.4 a 2.2.5:

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

Autori: doc. Ing. Mária Linkešová, PhD.

Recenzenti: RNDr. Helena Vicenová, Mgr. Csaba Igaz, PhD.

Redakčná úprava: prof. RNDr. Milan Melicherčík, PhD. (vedúci autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014