Шифр Х9 – 101

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по химии

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: МАРКИШ

Имя: ЕЛИЗАВЕТА

Отчество: ЮРЬЕВНА

Учащийся 9 класса школы № 64

г. Новосибирска, Кировского района
(города/села, района)

Новосибирской области
(области)

Дата рождения 17.05.2002г.

Контактная информация – телефон(ы) : +7-983-323-9925

E- mail: elseskrit@gmail.com

Пункт проведения этапа НГТУ

Дата проведения этапа 25.02.18г

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись

Шифр Хg-101

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
70.			

№1. 1.1. Озон; Азот

1.2. +3; +7

1.3. 3s и 3p

1.4. 2; 0

1.5. малиновая; тоже малиновая

1.6. 3; 6

1.7. Поваренная соль; поваренная соль

1.8. O_2; нитрит калия

1.9. −2 и +4

1.10 CO_2; Na_2SiO_3

№2.

2.1. а) Сода каустическая – $NaOH$ Нашатырь – NH_4Cl

Жидкое стекло – HF Сильвин – ZnS

Сода питьевая – $NaHCO_3$ Мел – $CaCO_3$

Лёдяное – $AgNO_3$ Медный купорос – $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Купоросное масло –

Нашатырный спирт – $NH_3 \cdot H_2O$ (NH_4OH)

б) $2NaOH + CaCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + Ca(OH)_2\downarrow$ (1)

$2NaOH + CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ (2)

$2AgNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ag_2CO_3\downarrow + Ca(NO_3)_2$ (3)

Председатель жюри

$NaOH + NH_4Cl \rightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$ (4)

$CuSO_4 + NH_{3\,изб} \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$ (5)

~~$AgNO_3 + 2NaOH \rightarrow NaNO_3 +$~~

$2AgNO_3 + CuSO_4 \rightarrow Ag_2SO_4\downarrow + Cu(NO_3)_2$ (6)

~~$CaCO_3 + 2NH_4Cl \rightarrow (NH_4)_2CO_3 + CaCl_2$~~

$CaCO_3 + 2HF \rightarrow CaF_2\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$ (7)

2.d. а) $Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaNO_3$ Выпадает белый осадок $CaCO_3$

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$

б) $3Mg(NO_3)_2 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaNO_3$

Выпадает белый осадок фосфата магния

в) $ZnSO_4 + Na_2S \rightarrow ZnS\downarrow + Na_2SO_4$

Выпадает белый осадок ZnS

г) $BaCl_2 + K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4\downarrow + 2KCl$ Выпадает белый осадок $BaSO_4$

б) $3Mg^{2+} + 2PO_4^{3-} \rightarrow Mg_3(PO_4)_2\downarrow$

в) $Zn^{2+} + S^{2-} \rightarrow ZnS\downarrow$

г) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$

После добавления избытка HCl

а) $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$ Выделяется газ (CO_2) и р-ре осадок $CaCl_2$ было

$CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O + CO_2\uparrow$

б) $2Mg_3(PO_4)_2 + 6HCl \rightarrow$ ~~$3MgCl$~~ $3MgCl_2 + 2H_3PO_4$ Растворение осадок $Mg_3(PO_4)_2$

в) $ZnS + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2S\uparrow$ Выделение газа с запахом тухлых яиц и растворен осадок ZnS

$S^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2S\uparrow$

г) $BaSO_4 + HCl \rightarrow$ Реакция не идёт, т.к. HCl является летучей кислотой, в отличие от H_2SO_4

Хд-104

№3 смеси CO и CO_2

3.1. $D_{H_2} = 20,4$

$D_{H_2} = \frac{M_{в\text{-}ва}}{M(H_2)} \Rightarrow M_{в\text{-}ва} = D_{H_2} \cdot M_{H_2} = 20,4 \cdot 2$ г/моль $= 40,8$ г/моль – средняя молярная масса смеси CO и CO_2

а) $M_{ср} = M(CO) \cdot \chi_{CO} + M(CO_2) \cdot \chi_{CO_2}$ χ – мольная доля компонентов в смеси

Можно составить систему уравнений

$\chi = \frac{\nu_{в\text{-}ва}}{\nu_{смеси}}$

$$\begin{cases} 28 \cdot \chi_{CO} + 44 \cdot \chi_{CO_2} = 40,8 \\ \chi_{CO} + \chi_{CO_2} = 1 \end{cases}$$

, где 28 – молярная масса CO (в г/моль) а 44 – молярная масса CO_2 (в г/моль)

$$\begin{cases} 28\chi_{CO} + 44\chi_{CO_2} = 40,8 \\ \chi_{CO_2} = 1 - \chi_{CO} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 28 \cdot \chi_{CO} + 44 \cdot (1 - \chi_{CO}) = 40,8 \\ 28\chi_{CO} + 44 - 44\chi_{CO} = 40,8 \end{cases}$$

$-16\chi_{CO} = -3,2$

$\chi_{CO} = 0,2 \Rightarrow \chi_{CO_2} = 0,8$ – объёмные доли газов в смеси.

13

б) $m = M \cdot \nu$

$\omega = \frac{m_{в\text{-}ва}}{m_{смеси}}$ – формула массовой доли

$\nu_i = \chi_i \cdot \nu_{смеси}$ (следствие из формулы нахождения ~~молярной~~ мольной доли)

$$\omega(CO) = \frac{M_{CO} \cdot \chi_{CO} \cdot \nu_{смеси}}{M_{CO} \cdot \chi_{CO} \cdot \nu_{смеси} + M_{CO_2} \cdot \chi_{CO_2} \cdot \nu_{смеси}} = \frac{M_{CO} \cdot \chi_{CO} \cdot \nu_{смеси}}{\nu_{смеси}(M_{CO} \cdot \chi_{CO} + M_{CO_2} \cdot \chi_{CO_2})} =$$

$$= \frac{M_{CO} \cdot \chi_{CO}}{M_{CO} \cdot \chi_{CO} + M(CO_2) \cdot \chi_{CO_2}} \Rightarrow \omega(CO) = \frac{28 \text{ г/моль} \cdot 0,2}{28 \text{ г/моль} \cdot 0,2 + 44 \text{ г/моль} \cdot 0,8} = 0,1373$$

$\omega(CO) = 13,73\ \%$

в) Т.к. в смеси присутствует только CO и CO_2, то при сжигании смеси в кислороде будет проходить реакция между CO и O_2:

$2CO + O_2 = 2CO_2 \Rightarrow$ Из двух моль CO и одного моля O_2 образуется два моля CO_2, что следует из уравнения реакции.

~~$\omega(CO) = 13,73\% = \frac{m_{в-ва}}{m_{смеси}}$~~

~~$m(CO) = \omega(CO) \cdot m_{смеси}$~~

~~$m(CO) = 0,1373$~~

$\chi_{CO} = 0,2 = \frac{\nu_{CO}}{\nu_{смеси}} \Rightarrow \nu_{CO} = \chi_{CO} \cdot \nu_{смеси} \Rightarrow$

~~$V = V_M \cdot \nu \Rightarrow$~~

~~$\nu = \frac{V}{V_M}$~~

$V = V_M \cdot \nu$

$\nu = \frac{V}{V_M}$

$\nu_{CO} = \chi_{CO} \cdot \frac{V_{смеси}}{V_M} = 0,2 \cdot \frac{50 л}{22,4 л/моль} =$

$= 0,45$ моль – кол-во вещества CO

Из уравнения ~~его~~ реакции сгорания CO я ~~мог~~ сделала вывод что на 2 моля CO приходится 1 моль O_2 => компоненты сгорают 2:1 и кислорода потребуется (по молям) в два раза меньше:

$\nu_{O_2} = \frac{0,45}{2} = 0,225$ моль $\Rightarrow V_{O_2} = V_M \cdot \nu = 22,4$ л/моль $\cdot 0,225$ моль $=$

$= 5,0625$ л кислорода

3.2. а) A – Cu (медь)

Б – Cr (хром)

б) $Cu + HCl \longrightarrow$ не взаим. т.к. медь находится правее водорода в ~~ряд~~ электрохимическом ряду напряжений металлов и не может вытеснять его из кислот

$Cr + 3HCl \rightarrow CrCl_3 + 1,5H_2\uparrow$

$m = \rho \cdot V$ 50 мл 52,15 $m_{HCl\ р-ра} = \omega_{HCl} \cdot m_{HCl\ р-ра} = 0,1 \cdot 52,15 г = 5,215 г$

$m_{HCl\ р-ра} = 1,043$ г/мл $\cdot 50$ л $= 52$ г $\Rightarrow$

$V_{H_2} = 1,24$ л $\Rightarrow \nu(H_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{1,24 л}{22,4 л/моль} = 0,055$ моль

Из уравнения реакции следует, что из 1 моль хрома приходится 1,5 моль выделившегося водорода $\Rightarrow \frac{1 моль}{1,5 моль} = \frac{x}{0,055} \Rightarrow x = 0,037$ моль

$m(Cr) = \nu \cdot M = 0,037$ моль $\cdot 52$ г/моль $= 1,924$ г.

Масса хрома вступившего в реакцию

Так же, количество моль HCl в 2 раза больше кол-ва ~~вещ-ва~~ выделившегося водорода $\Rightarrow$

$2\nu_{H_2} = \nu_{HCl} = 0,11$ моль

$\nu_{HCl(в\ р-ре)} = \frac{m}{M} = \frac{5,215 г}{36 г/моль} = 0,1449$ моль

$\Downarrow$

Все кислота не вступила в реакцию с Cr, т.к. весь хром уже прореагировал => всего в смеси было 1,924 г хрома и 10 г – 1,924 г = 8,076 г меди

$\omega(Cu) = \frac{m_{Cu}}{m_{об}} = \frac{8,076 г}{10 г} = 0,8076$

$\omega(Cr) = 1 - 0,8076 = 0,1924$

Шифр Хд-101

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

3.2. Продолжение.

$\nu(Cu) = \nu(CrCl_3)$ по уравнению реакции

$\nu(CrCl_3) = 0{,}037$ моль

$m(CrCl_3) = M(CrCl_3) \cdot \nu_{(CrCl_3)} = 157$ г/моль $\cdot$ 0,037 моль $= 5{,}809$ г – масса соли в б/ц р-ре

$3Cu + 8HNO_{3\,р-р} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

1

$HNO_{3\,р-р}$ – разб.

$m(HNO_{3\,р-р}) = \rho \cdot V = 1{,}028$ г/мл $\cdot$ 500 мл $= 514$ г

$m(HNO_3)_{чист.} = \omega(HNO_3) \cdot m(HNO_{3\,р-р}) = 0{,}05 \cdot 514$ г $= 25{,}7$ г

$\nu(HNO_3) = \frac{m}{M} = \frac{25{,}7\text{ г}}{63\text{ г/моль}} = 0{,}408$ моль

$V(NO) = 1{,}493$ л

$\nu = \frac{V}{V_M} = \frac{1{,}493\text{ л}}{22{,}4\text{ л/моль}} = 0{,}067$ моль.

По уравн. реакции ~~4ν(NO)~~ $= 4\nu(NO) = 4\nu(HNO_3) = 4 \cdot 0{,}067$ моль $= 0{,}268$ моль

~~Мне~~ $\nu(Cu(NO_3)_2)$ в $2\frac{2}{3}$ раз меньше кол-ва в-ва HNO_3:

$\nu(Cu(NO_3)_2) = \frac{0{,}268\text{ моль}}{2\frac{2}{3}} = 0{,}1005$ моль $\Rightarrow m(Cu(NO_3)_2) = M \cdot \nu =$

$= 0{,}1005$ моль $\cdot$ 188 г/моль $=$

1 $= 18{,}894$ г

$m(NO) = M(NO) \cdot \nu(NO) = 0{,}067$ моль $\cdot$ 30 г/моль $= 2{,}01$ г

$\nu(Cu) = \nu(Cu(NO_3)_2) = 0{,}1005$ моль

~~Но~~ $m(Cu) = \nu \cdot M = 0{,}1005$ моль $\cdot$ 64 г/моль $= 6{,}432$ г

~~ω(Cu)~~

~~$\omega(Cu(NO_3)_2) = \frac{m(Cu(NO_3)_2)}{m\ общ} = \frac{18{,}894\text{ г}}{500}$~~

Председатель жюри

Раствор $Cu(NO_3)_2$ имеет голубую окраску из-за катиона меди Cu^{2+}.

Так же в реакцию с Азотной к-той вступила не вся медь

8,076г − 6,432г = 1,644г меди так и осталась в р-ре.

2.3.

X − N

A − NH_3

Б − NO

В − NO_2

Г − HNO_2

Д − HNO_3

Е − NH_4NO_3

Ж − N_2O

$2NH_3 + \frac{5}{2}O_2 \xrightarrow[Pt]{t^\circ} 2NO + 3H_2O$

$NO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_2$

~~$NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$~~ ~~$N_2O +$~~

$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$

$3HNO_2 \xrightarrow{t^\circ} HNO_3 + 2NO + H_2O$

~~$N_2 + HNO_3$~~ $\rightarrow NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$

$NH_4NO_3 \xrightarrow{t^\circ} N_2O + 2H_2O$

В) А, Е, H_2O, Г, Д

NH_3; NH_4NO_3; H_2O; HNO_2; HNO_3

В порядке возрастания кислотных св-в

+3

+5