

Шифр

5909

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по химии

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: 

|   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Е | Г | О | Р | О | В |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Имя: 

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| А | Л | Е | К | С | А | Н | Д | Р |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Отчество: 

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Р | О | Д | И | О | Н | О | В | И | Ч |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Учащийся 9 а класса школы № КТБОУ „Бийский лицей-интернат Алтайского края“

г. Бийск

(города/села, района)

Алтайский край

(области)

Дата рождения 12 февраля 2003

Контактная информация – телефон(ы): 8961 233 0242

E-mail: alroeg03@mail.ru@yandex.ru

Пункт проведения этапа Бийск

Дата проведения этапа 25.02.2018

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

5909

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»  
1 этап (предварительный) 2017–2018 учебный год  
**ХИМИЯ**

| Общий балл | Дата       | Ф. И. О. членов жюри                            | Подписи членов жюри                                                                 |
|------------|------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 96         | 25.02.2018 | Морозов Д.А.<br>Задесенеч А.В.<br>Бредихин Р.А. |  |

Председатель жюри: Вельянов В.А.

Часть 1.

| 1  | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 3.1 | 3.2 | Σ  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 18 | 13  | 17  | 18  | 13  | 17  | 96 |

1.1. Самый активный - озон, наименее активный - бром + -

1.2. +3; +7  $\overset{+}{K}\overset{+7}{Cl}\overset{-2}{O}_3$   $\overset{+}{K}\overset{+7}{Cl}\overset{-2}{O}_4$  ++

1.3. S и P ++

1.4. 4; 0. - +

1.5. розовая; бледно-розовая ++

1.6. 3 атома ( $H_3PO_4$ ); 5 атомов ( $H_5IO_6$ ) ++

218

1.7. ионная; ковалентная слабополярная ++ ++

1.8.  $O_2$  (кислород);  $KNO_2$  (нитрит калия)  $2KNO_3 \xrightarrow{t} 2KNO_2 + O_2 \uparrow$

1.9. -2; +4 ++

1.10.  $CO_2$ ;  $Na_2SiO_3$   $Na_2CO_3 + SiO_2 \xrightarrow{t} Na_2SiO_3 + CO_2 \uparrow$  ++

Часть 2.

2.1. а)  ~~$Na_2CO_3$~~   $NaOH$ ;  $Na_2SiO_3$ ;  $NaHCO_3$ ;  $AgNO_3$ ;  $NH_4Cl$ ;  ~~$NaCl$~~ ;  ~~$KCl$~~ ;  $CaCO_3$ ;  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ;  $H_2SO_4$ ;  $NH_4OH$

б) 1)  $H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$  + 2)  ~~$Na_2CO_3 + CuSO_4 =$~~

2)  $NaCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NaNO_3$  +  $KCl + AgNO_3 = KNO_3 + AgCl \downarrow$

3)  $Na_2SiO_3 + 2NH_4Cl = 2NaCl + 2NH_3 \uparrow + H_2SiO_3 \downarrow$  +

4)  $2Na_2CO_3 + H_2O + 2CuSO_4 = 2Na_2SO_4 + CO_2 \uparrow + (CuOH)_2CO_3 \downarrow$  +

5)  ~~$Na_2CO_3$~~   $2NaHCO_3 + H_2SO_4 = 2H_2O + 2CO_2 \uparrow + Na_2SO_4$  +

в)  $2NaHCO_3 + 2NH_4OH = 2H_2O + Na_2CO_3 + (NH_4)_2CO_3$  -

г)  $2AgNO_3 + Na_2CO_3 = Ag_2CO_3 \downarrow + 2NaNO_3$  +

2 = 13

2.2. а)  $Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + 2NaNO_3$

$CaCO_3 + 2HCl = H_2O + CO_2 \uparrow + CaCl_2$  - выделение газа из раствора

б)  $ZnSO_4 + Na_2S = ZnS \downarrow + Na_2SO_4$

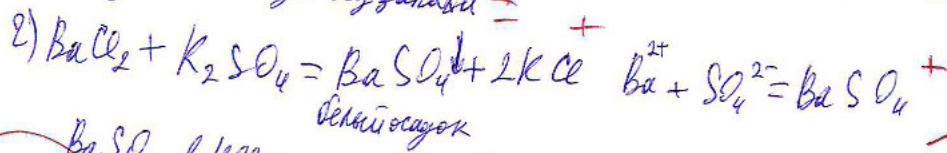
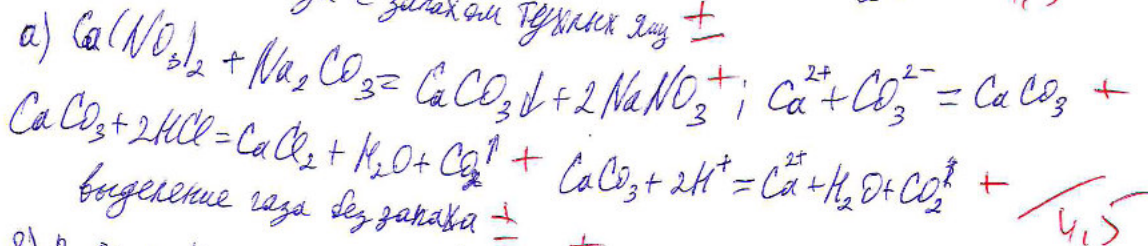
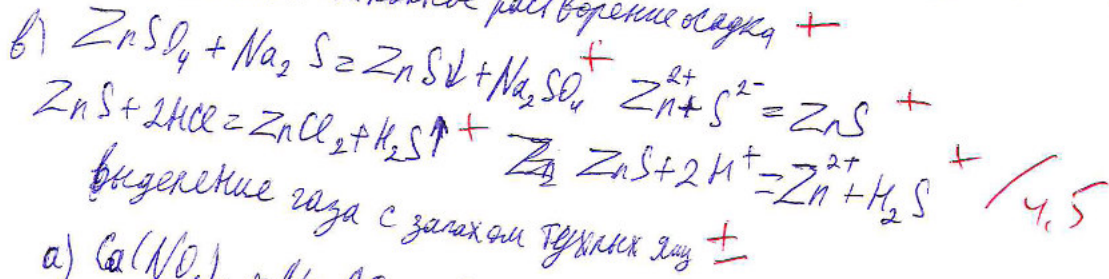
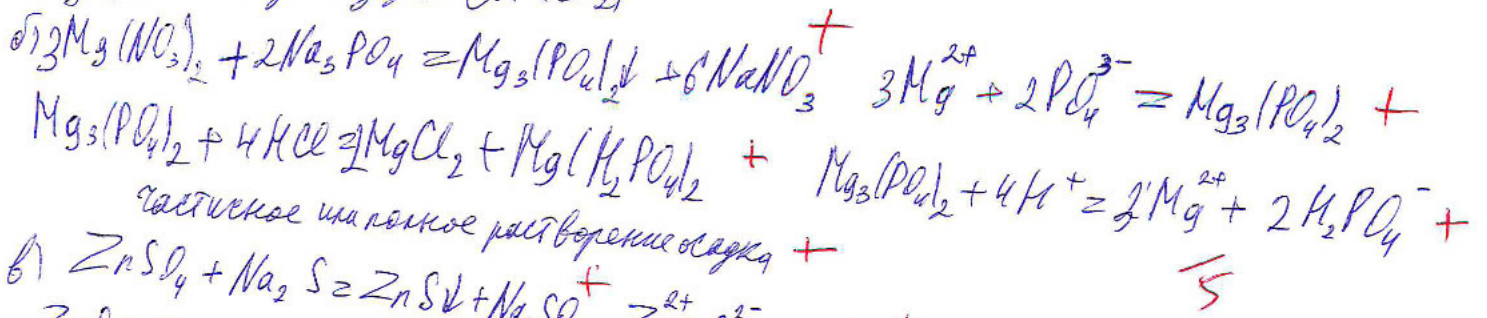
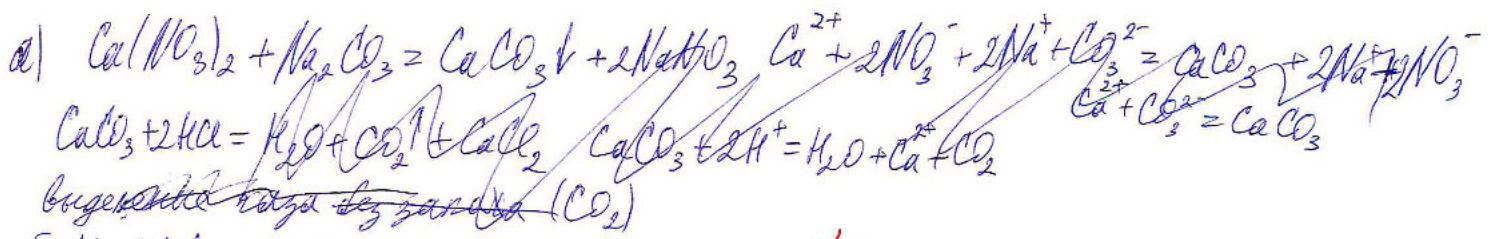
$ZnS + 2HCl = ZnCl_2 + H_2S$

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

$Mg_3(PO_4)_2 + 4HCl = 2MgCl_2 + Mg(H_2PO_4)_2$

растворение осадка (возможно, частичное)

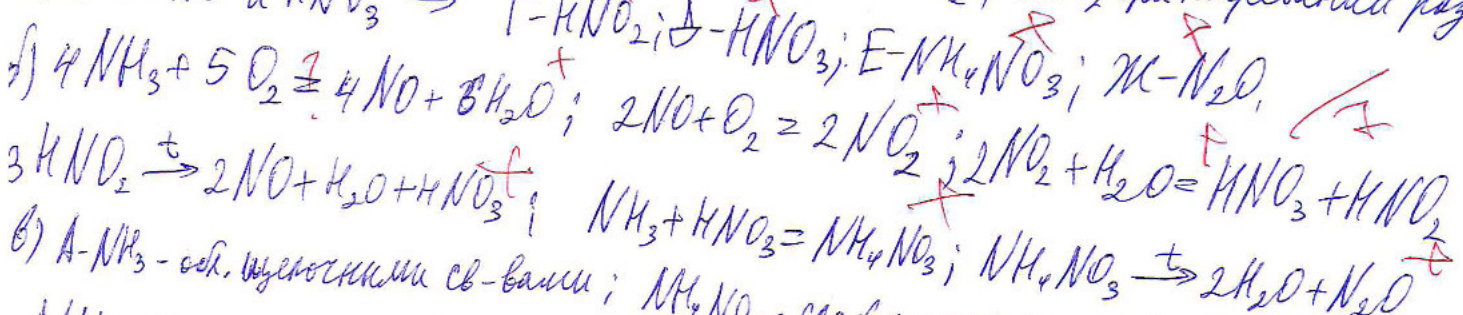
Страница 1



$\Sigma = 17$

3

2.3. а) Т.к. катализатор для окисления А-Рт, А-соединение, содержащее азот, в с.о. не больше 0.  $\text{N}_2$  не подходит т.к. у него нет запаха, тогда А- $\text{NH}_3$ ;  $\text{NH}_3$  в присутствии Рт окисляется до NO → Б-NO; NO окисляется до  $\text{NO}_2$  → В- $\text{NO}_2$ ; при гидрировании  $\text{NO}_2$  образуется смесь  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$ ;  $\text{HNO}_2$  при нагревании разлагается на NO и  $\text{HNO}_3$  → Г- $\text{HNO}_2$ ; Д- $\text{HNO}_3$ ; Е- $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; Ж- $\text{N}_2\text{O}$ .



б) А- $\text{NH}_3$  - сол. щелочными св-вами;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - слабкислая среда (близка к нейтральной);  $\text{HNO}_3$  - кислая среда;  $\text{HNO}_2$  - слабкислая

ответ: А, Н<sub>2</sub>О, Е, Г, Д

$\Sigma = 8$

Часть 3.

3.1 Дано:

$$D_{\text{см}}(\text{CO} + \text{CO}_2) = 20,4$$

$$X(\text{CO}_2) = ?$$

$$W(\text{CO}) = ?$$

$$V_{\text{см}} = 50 \text{ л}$$

$$V(\text{O}_2) = ?$$

Решение:

Возьмем  $X$  моль смеси. Средняя молярная масса будет  $M_r = 2 \cdot D_{\text{см}}(\text{CO} + \text{CO}_2)$ .

Тогда масса смеси будет  $40,8X$   $D(\text{см}) = 40,8X$  моль

$$m(\text{см}) = 40,8X \text{ г}$$

обозначим за  $y$  количество  $\text{CO}_2$ .

$$M(\text{CO}_2) = 12 + 32 = 44 \text{ г/моль} \quad M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28 \text{ г/моль}$$

$$M_r = \frac{y \cdot 44 + (X - y) \cdot 28}{X} = 40,8$$

$$40,8 - 28 = 12,8$$

$$40,8X = 44y - 28y + 28X$$

$$12,8X = 16y$$

$$y = X \cdot \frac{12,8}{16}$$

$$y = 0,8X$$

$$X(\text{CO}_2) = 0,8 \quad X(\text{CO}) = 1 - X(\text{CO}_2) = 1 - 0,8 = 0,2$$

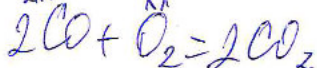
Всего масса смеси будет  $X \cdot 40,8 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 40,8X \text{ г}$

$$m(\text{CO}) = M(\text{CO}) \cdot D(\text{см}) \cdot X(\text{CO}) = 28 \cdot 0,2X$$

$$m(\text{CO}) = 5,6X \text{ г}$$

$$W(\text{CO}) = \frac{m(\text{CO})}{m(\text{см})} = \frac{5,6X}{40,8X} = \frac{5,6}{40,8} = 0,1373 \text{ или } 13,73\%$$

$$b) V(\text{CO}) = V_{\text{см}} \cdot X(\text{CO}) = 50 \cdot 0,2 = 10 \text{ л}$$



$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{CO}) = 5 \text{ л}$$

Ответ:  $V(\text{O}_2) = 5 \text{ л}$ ;  $X(\text{CO}_2) = 0,8$  или  $80\%$ ;  $W(\text{CO}) = 13,73\%$  или  $0,1373$

3.2. Дано:

$$m_{\text{см}} = 10 \text{ г}$$

$$V(\text{HCl}) = 50 \text{ мл}$$

$$W(\text{HCl}) = 10\% \quad \rho(\text{HCl}) = 1,043 \text{ г/мл}$$

$$V(\text{H}_2) = 1,24 \text{ л}$$

$$V(\text{HNO}_3) = 500 \text{ мл} \quad W(\text{HNO}_3) = 5\%$$

$$\rho = 1,0282 \text{ г/мл} \quad V(\text{H}_2) = 1,493 \text{ л}$$

$$W(A) = ? \quad W(B) = ?$$

$$m_1 = ? \quad m_2 = ?$$

Решение:

Для начала найдём массу  $\text{HCl}$  и её количество:

$$m(\text{HCl}) = \rho(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 1,043 \cdot 50 = 52,15 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = m_{\text{г-ра}}(\text{HCl}) \cdot W(\text{HCl}) = 52,15 \cdot 0,1 = 5,215 \text{ г}$$

$$D(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = 0,143 \text{ моль}$$

Проверим  $D(\text{H}_2)$  если  $D(\text{H}_2) \geq 2D(\text{HCl})$ , то кислота была в недостатке, если  $D(\text{H}_2) < 2D(\text{HCl}) \rightarrow \text{HCl}$  в избытке.

$$D(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{1,24}{22,4} = 0,055 \text{ моль}$$

П.к. ~~остаток~~ <sup>22,4</sup>

остаток, значит второй металл - малоактивный.

П.к. не реагировал с  $\text{HCl}$ . Малоактивный металл, ~~или~~ наиболее вероятно, медь.

К тому же, медь имеет розово-красный цвет;  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  - голубого цвета.

Металл Б - Zn. По активности и применению всё сходится. А - Cu; Б - Zn.

~~$\text{HNO}_3$  - малоакт~~ разбавленная  $\text{HNO}_3$  с малоактивными металлами даёт

страница 2

Проверим расчётами:  $\overset{x_{\text{моль}}}{\text{Zn}} + 2\overset{x_{\text{моль}}}{\text{HCl}} = \overset{x_{\text{моль}}}{\text{H}_2} + \text{ZnCl}_2$   $\nu(\text{Zn}) = \nu(\text{H}_2) = 0,0553 \text{ моль}$

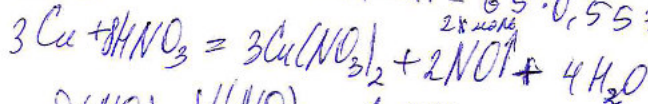
$$m(\text{ZnCl}_2) = M(\text{ZnCl}_2) \cdot \nu(\text{Zn}) = 0,0553 \cdot 136 = 7,52128$$

$$M(\text{ZnCl}_2) = 1362 / \text{моль}$$

$$m_{\text{т-ра}} = V(\text{HCl}) \cdot \rho(\text{HCl}) + m(\text{Zn}) - M(\text{H}_2) \cdot \nu(\text{H}_2) = 52,15 + 3,6 - 0,1106 = 55,642$$

$$w(\text{ZnCl}_2) = \frac{m(\text{ZnCl}_2)}{m_{\text{т-ра}}} = \frac{7,521}{55,64} = 0,135 \text{ или } 13,5\%$$

$$m(\text{Zn}) = M(\text{Zn}) \cdot \nu(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,0553 \approx 3,62$$



$$\nu(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO})}{V_m} = \frac{1,493}{22,4} = 0,06665 \text{ моль} \quad \nu(\text{Cu}) = 1,5 \nu(\text{NO}) \approx 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = M(\text{Cu}) \cdot \nu(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,1 = 6,42$$

$$\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) + m(\text{Zn}) = 6,4 + 3,6 = 102 - \text{всё сходится}$$

$$m_{\text{т-ра}} = m + V(\text{HNO}_3) \cdot \rho(\text{HNO}_3) + m(\text{Cu}) - m(\text{NO}) =$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{NO}) = \nu(\text{NO}) \cdot M(\text{NO}) = 30 \cdot 0,0666 = 22$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) \cdot \nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,1 \cdot 188 = 18,82$$

$$m_{\text{т-ра}}(\text{HNO}_3) = \rho(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{HNO}_3) = 1,028 \cdot 500 = 514,2$$

$$m(\text{HNO}_3)_{\text{исх}} = m_{\text{т-ра}}(\text{HNO}_3) \cdot w(\text{HNO}_3) = 25,72 \quad \nu(\text{HNO}_3) = \frac{m_{\text{исх}}(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{25,72}{63} = 0,408 \text{ моль}$$

$$= \frac{514,2 + 25,72}{63} = 0,408 \text{ моль}$$

$$m_{\text{т-ра}} = 514 + 6,4 - 2 = 518,42$$

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)}{m_{\text{т-ра}}} = \frac{18,8}{518,4} = 0,0362 \text{ или } 3,62\%$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{всех}}} = \frac{6,4}{10} = 0,64 \text{ или } 64\% ; w(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m_{\text{всех}}} = \frac{3,6}{10} = 0,36 \text{ или } 36\%$$

Ответ: а) Cu и Zn; б)  $w(\text{Cu}) = 0,64$  или  $64\%$ ;  $w(\text{Zn}) = 36\%$

$$2) m_{\text{т-ра}}(\text{ZnCl}_2) = 55,642 ; w(\text{ZnCl}_2) = 13,5\% ; m_{\text{т-ра}}(\text{CuCl}_2) = \text{Cu}$$

$$m_{\text{т-ра}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 518,42 ; w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 36,3\%$$

Страница 4