

Шифр

14-09-06

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибирь»

2 этап (заключительный)

Письменная работана олимпиаде по Химии

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

О К О Н Е Ш И Н К О В

Имя:

А Р Т У Р

Отчество:

А Л Е К С Е Е В И Ч

Учащийся 9 класса школы № 5 пг. И.О. КривошапкинаГорода Якутска

(города/села, района)

Республика Саха (Якутия)

(области)

Дата рождения 21.05.2002Контактная информация – телефон(ы): 8 914 103 8220E-mail: arturokoneshnikov@gmail.com

Пункт проведения этапа

СВФУ

Дата проведения этапа 25.02.18

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

Я Ока



ОТКРЫТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

Анкета участника

1	Фамилия, имя, отчество	ОКОНЕШИН КОВ АРТУР АЛЕКСЕЕВИЧ	
2	Дата рождения	21 Число	МАЯ Месяц
		2002 Год рождения	
3	Домашний адрес (полный, с указанием индекса)	КУРАШОВА 30/4 КВ. 677000	
4	Контактные телефоны	Домашний (с указанием кода населенного пункта)	Мобильный
6	e-mail	8914 103 82 20 arturmkoneshnikov@gmail.com	
7	Документ, удостоверяющий личность	Вид документа	серия номер
		Паспорт	2816 670369 МРО УФМС России кем и когда выдан
7	Полное наименование образовательного учреждения, в котором учится участник	МОБУ СОШ №5 им. Н.О. Кривошапкина Горова Якутска	
8	Класс	9	
9	Из числа лиц с ограниченными возможностями по здоровью (инвалид) (да/нет)	НЕТ	
10	Сирота (да/нет)	НЕТ	
11	Предполагаемая секция олимпиады	Химия	
12	Победитель или призер олимпиады прошлого года (да/нет)	Победитель. ДА	
13	Источник информации об олимпиаде (откуда узнали про нас)	ИНТЕРНЕТ	

Шифр 14-09-06

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
95	28.02.18	Стенников С.И. Павлова М.С.	С.С.С. М.С.П.

Часть 1	Страница 1
1.1. Самый активный озон, а наименее активный азот	2
1.2. В хлорите калия степень окисления хлора +3, а в перхлорате калия +7	2
1.3. Валентными для атома серы являются s- и p-электроны	2
1.4. В атоме углерода в основном состоянии количество неспаренных электронов равно 2, а в ионе C^{-4} равно 0	2
1.5. В растворе NaOH окраска фенолфталеина малиновая, а в растворе NH ₃ тоже малиновая.	2
1.6. В составе ортофосфорной кислоты 3 атома водорода, а в составе ортоионов 1	1
1.7. В оксиде бария химическая связь ионная, а в оксиде углерода (II) ковалентная полярная	2
1.8. При термическом разложении нитрата калия выделяется кислород, а в остатке остаётся KNO ₂ или (нитрит калия)	2

Председатель жюри

С.С.С.

1.9. Стадии окисления серы в продуктах
 в реакции с горячим раствором щёлочи - 2
 и +4

1.10. При сплавлении карбоната натрия и оксида
 кремния выделяется CO_2 (углекислый газ), а в
 остатке остаётся Na_2SiO_3 (силикат натрия).
 Часть 2.

2.1.

а) сода каустическая - NaOH

жидкое стекло - Na_2SiO_3

сода питьевая - NaHCO_3

ляпис - AgNO_3

нашатырь - NH_4Cl

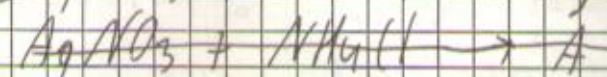
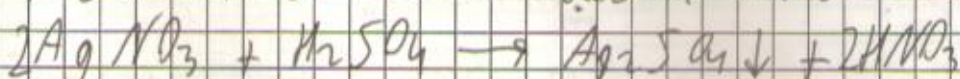
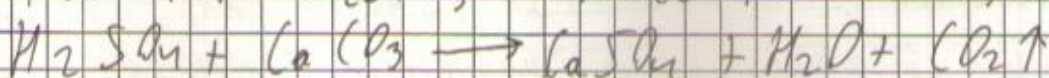
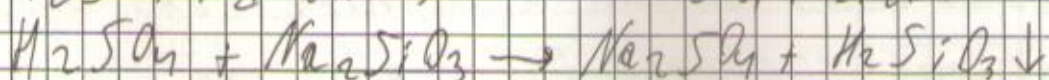
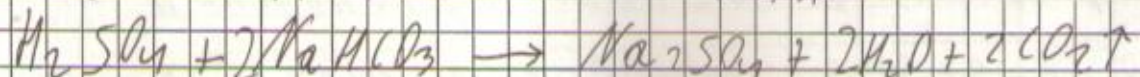
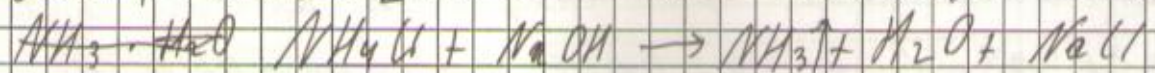
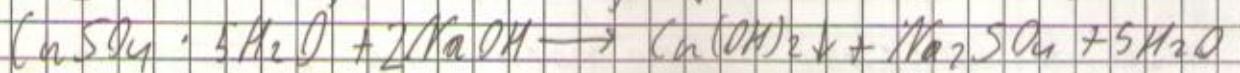
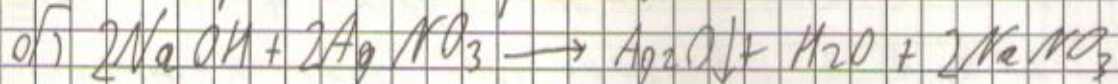
сильвин - KCl

мел - CaCO_3

мелкий купорос - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

купоросное масло - H_2SO_4

нашатырный спирт - $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

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

Страница 3

2.2.

а) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
 БЕЛЫЙ ОСАДОК

$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ 2

б) $3\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{NaNO}_3$
 БЕЛЫЙ ОСАДОК

$3\text{Mg}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow$ 2

в) $\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
 ОСАДОК БЕЛОГО ЦВЕТА

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

г) $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{KCl}$
 БЕЛЫЙ ОСАДОК 1

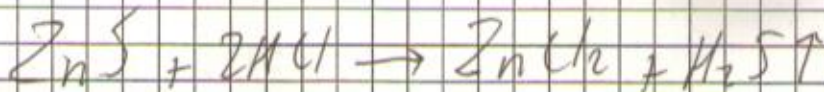
То, что находится в растворе, не реагирует с HCl
 А осадки реагируют.

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ осадок растворился
 ВЫДЕЛЯЕТСЯ БЕЛЫЙ ГАЗ БЕЗ ВКУСА И ЗАПАХА,
 НЕ ГЛАЗЕРЖИВАЮЩИЙ БОЛЬШИНСТВО РЕАКЦИЙ ГОРЕНИЯ.

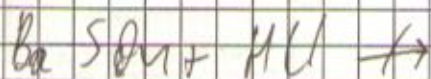
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{MgCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

ИЗ-ЗА ОБРАЗОВАНИЯ СЛАБЫХ КИСЛОТЫХ ОСАДКОВ
 РАСТВОРАЕТСЯ В HCl И НИЧЕГО НЕ ВЫДЕЛЯЕТСЯ

Председатель жюри



Осадок растворяется и выделяется газ с запахом тухлых яиц. 1



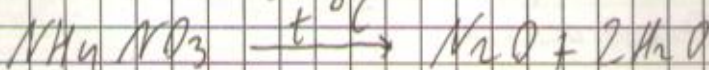
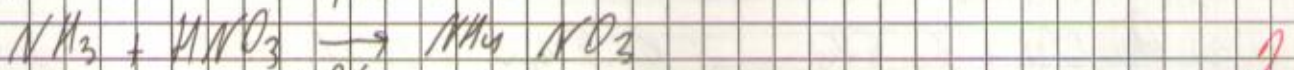
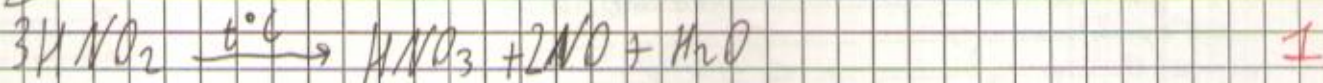
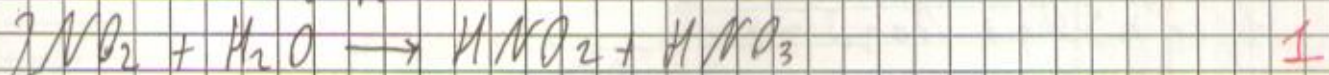
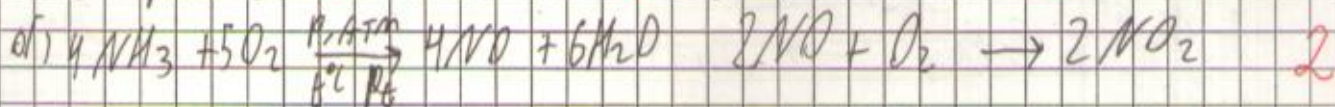
Осадок не растворяется в кислотах 1

2. 3.

По ионно, что элемент X - азот

Газ А - NH_3 имеет резкий запах и хорошо горит в воздухе. NH_3 в присутствии катализатора окисляется до NO , что соответствует условию задачи

а) X - N А - NH_3 Б - NO 1 В - NO_2 1 Г - HNO_2 1
Д - HNO_3 1 X - N_2O 1 Е - NH_4NO_3 1



В) NH_3 обладает основными свойствами, поэтому поставим его паровым. HNO_2 - кислота, но она слабее HNO_3

NH_4NO_3 - соль, но из-за гидролиза (образованная

слабого основания и сильной кислоты) среда будет

кислой. H_2O это "нейтральное" вещество

NH_3 ; H_2O , NH_4NO_3 , HNO_2 , HNO_3

1 1 1 1 1

кислотные свойства растут

145

186

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

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

Часть 3, Страница 5

3.1. Смесью CO и CO₂ имеет относительную плотность по водороду 20,4

$$\rho_{\text{м}} = \frac{M_{\text{газ}}}{M_{\text{H}_2}} \quad M_{\text{смеси}} = 20,4 \cdot 2 \text{ г/моль} = 40,8 \text{ г/моль}$$

$$40,8 \text{ г/моль} = M(\text{CO}) \cdot V\%(\text{CO}) + M(\text{CO}_2) \cdot V\%(\text{CO}_2)$$

$$V\%(\text{CO}) + V\%(\text{CO}_2) = 1 \quad V\%(\text{CO}) - \text{объёмная доля CO}$$

$$V\%(\text{CO}_2) - \text{объёмная доля CO}_2$$

$$40,8 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль} \cdot V\%(\text{CO}) + 44 \text{ г/моль} \cdot (1 - V\%(\text{CO}))$$

$$V\%(\text{CO}) = \frac{3,2 \text{ г/моль}}{16 \text{ г/моль}} = 0,2 \quad V\%(\text{CO}_2) = 1 - 0,2 = 0,8$$

Ответ: объёмная доля CO = 0,2, а объёмная доля CO₂ = 0,8

б) т.к. условия не указаны, будем считать, что у нас смесь объёмом 50 л при нормальных условиях

$$V(\text{CO}) = 50 \text{ л} \cdot 0,2 = 10 \text{ л} \quad n(\text{CO}) = \frac{10 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,44642857 \text{ моль}$$

CO₂ тут не окисляется, окисляется только CO

$$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 \quad \text{Объём кислорода в 2 раза меньше}$$

Председатель жюри

135.

Следовательно, $V(\text{O}_2) = \frac{10\text{ л}}{2} = 5\text{ л}$

Страница 6

Ответ: нужно 5 л кислорода для полного окисления.
3.2.

а) металл А - медь 1

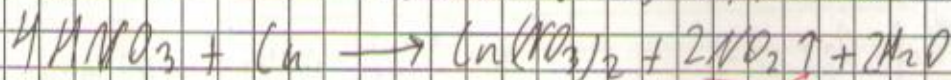
Попробуем найти массу меди через реакцию
с азотной кислотой, т.к. металл Б полностью
реагировал с соляной кислотой

У нас есть 500 мл HNO_3 (концентрацией 5% по массе
и плотностью 1,028 г/мл)

(начала нам нужно определить, вся ли кислота
прореагировала, или осталась.

$$m_{\text{HNO}_3} = 500\text{ мл} \cdot 1,028\text{ г/мл} \cdot 0,05 = 25,7\text{ г}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 25,7\text{ г} / 63\text{ г/моль} = 0,4079365079\text{ моль}$$



$$n_{\text{NO}_2} = 0,4079365079\text{ моль} / 2 = 0,203968254\text{ моль}$$

$$V_{\text{NO}_2} = 0,203968254\text{ моль} \cdot \frac{22,4\text{ л}}{\text{моль}} = 4,5618\text{ л}$$

Это больше, чем было получено в реальности ($V(\text{NO}_2) = 2,493\text{ л}$)

Следовательно, вся медь прореагировала

$$n_{\text{NO}_2} = \frac{2,493\text{ л}}{22,4\text{ л/моль}} = 0,11129464286\text{ моль}$$

$$n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{NO}_2} = 0,11129464286\text{ моль} \cdot 2 = 0,2225892857\text{ моль}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,2225892857\text{ моль} \cdot 64\text{ г/моль} = 14,2457142857\text{ г}$$

$$m_{\text{Fe}} = 10\text{ г} - 14,2457142857\text{ г} = -4,2457142857\text{ г}$$

$$\sqrt[0]{\text{Fe}} \quad V(\text{H}_2) = 1,24\text{ л} \quad n(\text{H}_2) = \frac{1,24\text{ л}}{22,4\text{ л/моль}} = 0,05535714286\text{ моль}$$

$$m_{\text{H}_2} = 0,05535714286\text{ моль} \cdot 2\text{ г/моль} = 0,1107142857\text{ г}$$

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

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

3.2 (Продолжение)

(страница 7)

~~Теперь мы можем определить эквивалентную массу металла Б и найти этот металл~~

~~$$\frac{m_B}{M_B} = \frac{m_H}{M_H} \quad \text{или можно было по формуле}$$~~

~~$$n_H = 0,05535714286 \text{ моль} \quad n_H = 0,05535714286 \text{ моль} \cdot 2 = 0,1107142857$$~~

~~$$M_B = \frac{m_B}{n_H} = \frac{1,46857143 \text{ г}}{0,1107142857 \text{ моль}} = 13,261546 \text{ г/моль}$$~~

Случилось одна ошибка в расчёте. Поэтому давайте сделаем всё сначала

$$n(H) = 0,5 \text{ и } n(O_2) = 0,0665178571 \text{ моль/л} = 0,0332589286 \text{ моль}$$

$$m(H) = 0,0332589286 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 2,132857143 \text{ г}$$

$$m_B = 10 \text{ г} - m(H) = 10 \text{ г} - 2,132857143 \text{ г} = 7,867142857 \text{ г}$$

$$V(H_2) = 1,24 \text{ л} \quad n(H_2) = 0,05535714286 \text{ моль}$$

$$n(H) = 0,05535714286 \text{ моль} \cdot 2 = 0,1107142857 \text{ моль}$$

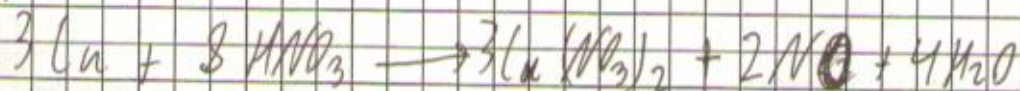
Теперь найдём эквивалентную массу металла Б

$$M(B) = \frac{7,867142857 \text{ г}}{0,1107142857 \text{ моль}} = 71,058 \text{ г/моль}$$

Всё равно не вышло. Давайте тогда считать, что

Председатель жюри

реакция азотной кислоты с металлом идёт так. .. страница 8



Ладно, теперь точно верное решение.

В условии говорится, что металл Б - двухвалентный.

Он используется в качестве защиты от коррозии. Вероятно, это цинк. $V(NO) = \frac{500 \text{ мл} \cdot 1,028 \text{ г/мл} \cdot 0,05}{63 \text{ г/моль}} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,284 \text{ л} > 1,498 \text{ л}$

В реакции HNO_3 с Cu всё равно HNO_3 в избытке.

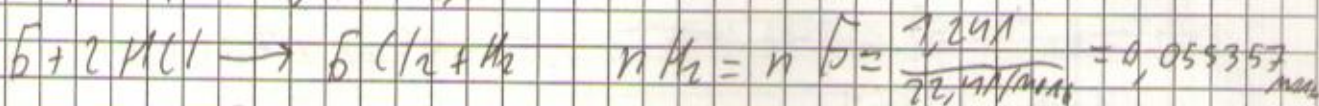
$$V(NO) = 1,498 \text{ л} \quad n(NO) = \frac{1,498 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0665178571 \text{ моль}$$

$$n(Cu) = \frac{3}{2} n(NO) = 1,5 n(NO) = 0,0665178571 \text{ моль} \cdot 1,5 =$$

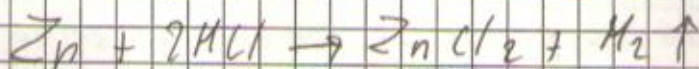
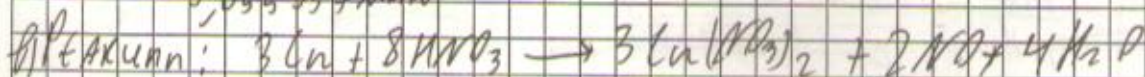
$$= 0,09977267857 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(Cu) = 0,1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 6,4 \text{ г}$$

$$m(B) = 10 \text{ г} - 6,4 \text{ г} = 3,6 \text{ г}$$



$$M(B) = \frac{3,6 \text{ г}}{0,055357 \text{ моль}} = 65 \text{ г/моль}. \text{ АА, металл Б - цинк}$$



а) А - Cu Б - Zn

$$b) W\% Cu = \frac{6,4 \text{ г}}{10 \text{ г}} \cdot 100\% = 64\% \quad W\% Zn = \frac{3,6 \text{ г}}{10 \text{ г}} \cdot 100\% = 36\%$$

$$2) m \text{ р-ра (без осадков)} = 3,6 \text{ г} + 50 \text{ мл} \cdot 1,013 \text{ г/мл} - 0,055357 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г} = 55,639286 \text{ г}$$

$$m(ZnCl_2) = 0,055357 \text{ моль} \cdot 136 \text{ г/моль} = 7,528552 \text{ г}$$

$$W\% ZnCl_2 = \frac{7,528552 \text{ г}}{55,639286 \text{ г}} \cdot 100\% = 13,531\%$$

$$W\% Cu(NO_3)_2 = \frac{0,09 \cdot 0,1 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль}}{6,4 \text{ г} + 500 \text{ мл} \cdot 1,018 \text{ г/мл} - 0,0665178571 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль}} \cdot 100\% = 3,62654\%$$

Ответ: $W\% ZnCl_2 = 13,531\%$ $W\% Cu(NO_3)_2 = 3,62654\%$

А - Cu Б - Zn $W\% Cu = 64\%$ $W\% Zn = 36\%$

148