



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ. 2023–2024 уч. г.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

1. Добавление какого газа, не изменит плотность смеси гелия и аргона, содержащей 85,0% по массе последнего? В ответ запишите формулу газа.

Ответ. NH<sub>3</sub>

**4 балла**

**Решение.** Возьмем 100 г смеси.  $\nu(\text{He} + \text{Ar}) = 15/4 + 85/40 = 5,88$  моль. Молярная масса смеси:  $M_{\text{ср}} = m / \nu = 100 / 5,88 = 17$  г/моль. Такую молярную массу имеет аммиак. Его добавление к смеси в любом количестве не изменит ни молярную массу смеси, ни плотность.

2. После прокаливании 10,08 г соединения состава  $(\text{NH}_4)_2\text{X}_2\text{O}_7$  образовалось 6,08 г оксида элемента X(III). Установите элемент X, в ответе укажите его порядковый номер. Составьте уравнение реакции термического разложения соли состава  $(\text{NH}_4)_2\text{XO}_4$ , приведите сумму всех коэффициентов, считая их наименьшими возможными натуральными числами.

Порядковый номер X –

Сумма коэффициентов –

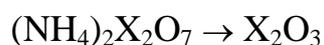
**Ответ:**

Порядковый номер X – 24                      2 балла

Сумма коэффициентов – 11                      2 балла

**Всего – 4 балла**

**Решение.**

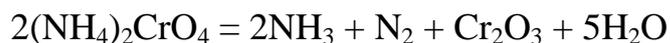


$$v((\text{NH}_4)_2\text{X}_2\text{O}_7) = v(\text{X}_2\text{O}_3)$$

$$10,08 / (2 \cdot 18 + 2M(\text{X}) + 7 \cdot 16) = 6,08 / (2M(\text{X}) + 3 \cdot 16)$$

$M(\text{X}) = 52$  г/моль – хром, порядковый номер 24.

Уравнение разложения хромата аммония отличается от разложения дихромата тем, что не весь азот окисляется:



Сумма минимальных целочисленных коэффициентов равна 11.

3. Установите формулу соли, в которой содержатся калий (16,2 %), хлор (44,3%) и неизвестный металл. Кислота, соответствующая этой соли, образуется при взаимодействии высшего оксида неизвестного металла, с концентрированной соляной кислотой. Составьте уравнение этой реакции и укажите в ответе сумму всех коэффициентов (считая их минимально возможными натуральными числами).

**Ответ:**  $K_2OsCl_6$ ; 18

Формула – 6 баллов, сумма коэффициентов – 2 балла

**Всего – 8 баллов**

**Решение.**

Пусть X – неизвестный металл, тогда  $\omega(X) = 100 - 16,2 - 44,3 = 39,5\%$ .

$$v(K) : v(Cl) = (16,2/39) : (44,3/35,5) = 1 : 3.$$

Обозначим формулу соли  $K_nXCl_{3n}$ , тогда

$v(K) : v(X) = (16,2/39) : (39,5/M(X)) = n : 1$ , откуда  $M(X) = 95n$ . При  $n = 2$  получаем  $M(X) = 190$  г/моль – осмий Os. Формула соли –  $K_2OsCl_6$ , или  $K_2[OsCl_6]$ .

Высший оксид осмия –  $OsO_4$ , сильный окислитель. Уравнение его реакции с соляной кислотой:



Сумма минимальных целочисленных коэффициентов равна 18.

4. Смесь хлорида фосфора (III) и хлорида фосфора (V) общей массой 34,6 г, содержащей 82,1% атомов хлора по массе, растворили в 100 г воды. К образовавшемуся раствору добавили 500 г 18,2%-го раствора гидроксида калия. Рассчитайте массовую долю хлорида калия в конечном растворе. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых.

Ответ. 9,4

**8 баллов за правильный ответ**

**Решение.** Найдем состав исходной смеси хлоридов фосфора.

$\nu(\text{PCl}_3) = x$  моль,  $\nu(\text{PCl}_5) = y$  моль,

$m(\text{смеси}) = 137,5x + 208,5y = 34,6$  г

$\omega(\text{Cl}) = 35,5 \cdot (3x + 5y) / 34,6 = 0,821$

$x = y = 0,1$ .

$\nu(\text{Cl}) = 3x + 5y = 0,8$  моль.

Смесь растворили в воде и добавили раствор щелочи. Нам нет необходимости писать все реакции (их 4) и проводить по ним расчет, достаточно убедиться, что КОН в избытке:  $\nu(\text{KOH}) = 500 \cdot 0,182 / 56 = 1,625 > \nu(\text{Cl})$ . В конечном растворе  $\nu(\text{KCl}) = \nu(\text{Cl}) = 0,8$  моль.

$m(\text{KCl}) = 0,8 \cdot 74,5 = 59,6$  г.

$m(\text{р-ра}) = m(\text{смеси}) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{р-ра KOH}) = 34,6 + 100 + 500 = 634,6$  г,

$\omega(\text{KCl}) = 59,6 / 634,6 = 0,094 = 9,4\%$ .

Принимались также значения 9,3 и 9,5.

5. Рассчитайте массу (в г) органического продукта, полученного при окислении циклогексадиена-1,3 массой 12,0 г избытком раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой, при нагревании. Выход реакции считайте равным 100%. В ответ запишите число, округлив его до десятых. Чему равна сумма коэффициентов в этой реакции (коэффициенты представляют собой минимально возможные натуральные числа)?

Масса органического продукта \_\_\_\_\_ г

Сумма коэффициентов \_\_\_\_\_

Ответ.

Масса органического продукта 17,7 г

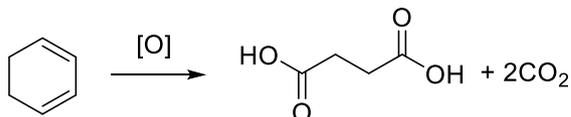
Сумма коэффициентов 124

**По 4 балла за правильный ответ**

**Всего – 8 баллов**

**Решение.**

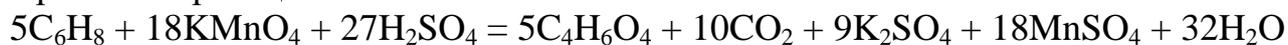
Ответ на первый вопрос можно получить по схеме без коэффициентов:



$$\nu(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4) = \nu(\text{C}_6\text{H}_8) = 12,0 / 80 = 0,15 \text{ моль,}$$

$$m(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4) = 0,15 \cdot 118 = 17,7 \text{ г.}$$

Уравнение реакции:



(Кислородный баланс:  $\text{C}_6\text{H}_8 + 9[\text{O}] = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )

Сумма минимальных целочисленных коэффициентов равна 124.

6. При нагревании одноатомного предельного спирта массой 26,4 г с концентрированной серной кислотой образуется смесь простого эфира и трех изомерных алкенов. Суммарная масса всех алкенов составила 7,0 г. Известно, что при сгорании 10,0 г исходного спирта выделяется 363,6 кДж теплоты, а теплота сгорания спирта равна 3200 кДж/моль.

Определите структуру исходного спирта. В ответе укажите его систематическое название (например, октанол-4).

Рассчитайте массу образовавшегося простого эфира. Ответ приведите в граммах, с точностью до десятых.

Название спирта –

Масса простого эфира (г) –

**Ответ:**

Название спирта – пентанол-2 (Пентанол-2, 2-пентанол, пентан-2-ол)

Масса простого эфира (г) – 15,8

4 балла за название, 2 балла за массу

**Всего – 6 баллов**

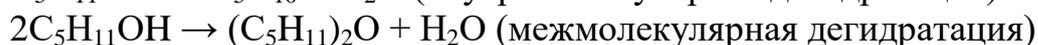
**Решение.**

$$\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) = 10 / (14n + 18) = 363,6 / 3200,$$

$$n = 5. \text{ Формула спирта – } \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}.$$

Из восьми изомерных спиртов с молекулярной формулой  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  только пентанол-2 может образовать смесь трех изомерных алкенов: пентен-1, *цис*-пентен-2 и *транс*-пентен-2.

Уравнения реакций дегидратации при нагревании с серной кислотой.



$$\nu(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}) = 26,4 / 88 = 0,3 \text{ моль.}$$

$$\nu(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 7 / 70 = 0,1 \text{ моль.}$$

0,1 моль спирта превратился в алкены, а  $0,3 - 0,1 = 0,2$  моль – в простой эфир.

$$\nu((\text{C}_5\text{H}_{11})_2\text{O}) = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ моль,}$$

$$m((\text{C}_5\text{H}_{11})_2\text{O}) = 0,1 \cdot 158 = 15,8 \text{ г.}$$

7. Для установления структуры углеводорода А через его раствор в тетрахлорметане пропустили озон. При восстановительном гидролизе озонида в присутствии цинка в уксусной кислоте была получена смесь соединений: пентанон-2, пропанон и диальдегид Б. Если соединение Б последовательно подвергнуть окислению, нейтрализовать щелочью, а продукт нейтрализации подвергнуть электролизу, то образуется этилен.

Идентифицируйте соединения А и Б. В ответе приведите систематическое название исходного углеводорода (например, 2-метилбутадиен-1,3) и молярную массу (г/моль, с точностью до целых) соединения Б.

Название А –

Молярная масса Б (г/моль) –

**Ответ:**

Название А – 2,7-диметилдекадиен-2,6 (2,7-диметилдека-2,6-диен, 2,6-диметилнонадиен-2,5).

Молярная масса Б (г/моль) – 86

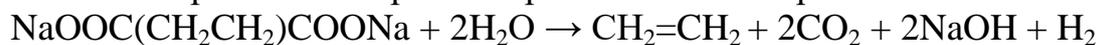
По 4 балла за каждый ответ

**Всего – 8 баллов**

**Решение.**

Поскольку при озонлизе образуется три соединения, исходный углеводород относится к диенам. Соединение Б является диальдегидом, а пропанон и пентанон-2 занимают два терминальных положения. Диальдегид при окислении образует двухосновную кислоту, которая легко нейтрализуется щелочью.

Этилен может образоваться при электролизе соли янтарной кислоты:



На основании анализа продуктов озонлиза можно составить формулу исходного углеводорода:

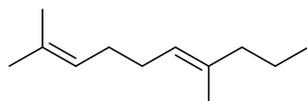
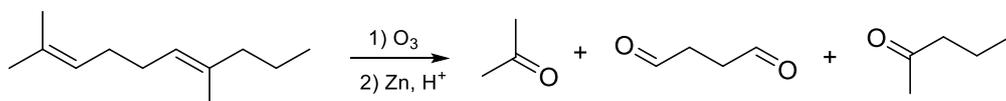


Схема окисления:



Соединение Б – бутандиаль,  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ ,  $M = 86$  г/моль.

8. В реакциях хлорирования алканов при некоторой температуре относительные скорости замещения атомов водорода при третичных, вторичных и первичных атомах углерода относятся примерно, как 5:4:1. На основании этих данных можно рассчитать состав смеси продуктов хлорирования алкана. Рассмотрим хлорирование пропана.

Тип атома Н	Число атомов	Относительная скорость замещения атомов водорода	Относительное содержание	% продукта
H <sub>перв</sub>	6	1	$6 \times 1 = 6$	43
H <sub>втор</sub>	2	4	$2 \times 4 = 8$	57
H <sub>трет</sub>	0	5	0	0

Общее кол-во = 14

На основании представленной информации заполните пропуски в представленной ниже таблице для 2,3-диметилбутана. Содержание каждого продукта выразите в % и округлите до целого числа.

Тип Н	Число атомов	Относительная активность	Относительное содержание	% продукта
H <sub>перв</sub>				
H <sub>втор</sub>	0	4	0	0
H <sub>трет</sub>				

Ответ:

Тип Н	Число атомов	Относительная активность	Относительное содержание	% продукта
H <sub>перв</sub>	12	1	12	55 или 54
H <sub>втор</sub>	0	4	0	0
H <sub>трет</sub>	2	5	10	45 или 46

По 2 балла за ответ

**Всего – 12 баллов**

**Решение.**

2,3-Диметилбутан



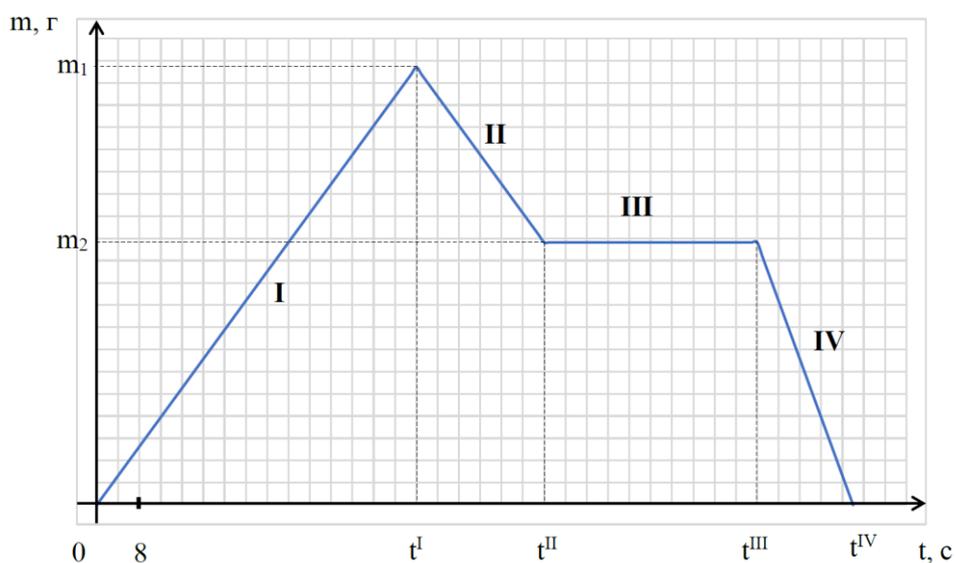
содержит 12 первичных атомов в четырех группах CH<sub>3</sub> и 2 вторичных в СН.

Доли хлорзамещенных продуктов:

$$\chi_{\text{перв}} = 12 / (12 + 10) = 0,545 \approx 55\%$$

$$\chi_{\text{трет}} = 100\% - 55\% = 45\%.$$

9. Вещество **A** состоит из двух элементов и представляет собой твёрдые белые кристаллы, устойчивые при температуре ниже  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Если его нагреть при атмосферном давлении, то вещество возгоняется, минуя жидкое состояние. Полученный газ пропускали некоторое время через 2 кг 0,855%-го раствора гидроксида бария (примите, что потеря газа не было). При пропускании газа образуется осадок **B**, нерастворимый в воде, но растворимый в сильных кислотах. График зависимости массы осадка от времени пропускания газа приведен ниже. Процесс проводили при условиях, когда молярный объём газа равен 24 л/моль. При расчётах используйте молярные массы элементов с точностью до целых.



- 1) Установите состав вещества **A**. В ответе укажите его формулу.
- 2) Рассчитайте максимальную массу  $m_1$  осадка **B**. Ответ дайте в граммах с точностью до десятых.
- 3) Рассчитайте массу  $m_2$  осадка в момент времени  $t^{\text{II}}$ . Ответ выразите в граммах с точностью до сотых.
- 4) Рассчитайте скорости пропускания газа **A** ( $r^{\text{I}} - r^{\text{IV}}$ ) через раствор, выраженные в литрах за секунду, за каждый временной интервал, соответствующий участкам графика **I – IV**. Ответ выразите в л/с с точностью до сотых.

Участок I \_\_\_\_\_

Участок II \_\_\_\_\_

Участок III \_\_\_\_\_

Участок IV \_\_\_\_\_

- 5) Рассчитайте массовую долю соли в конечном растворе. Ответ выразите в процентах с точностью до десятых.

**Ответы:**

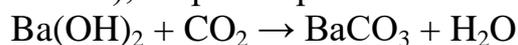
- 1) CO<sub>2</sub>
- 2) 19,7
- 3) 11,82
- 4) 0,04; 0,04; 0; 0,08
- 5) 1,3

Вопросы 1-3 и 5 – по 2 балла, вопрос 4 – по 1 балла за каждый правильный ответ.

**Всего – 12 баллов**

**Решение.**

1) Несложно догадаться по описанию, что вещество А – углекислый газ. Легко возгораться при нагревании могут углекислый газ и иод, но сказано, что газ – бинарное соединение. К тому же, углекислый газ взаимодействует с гидроксидом бария с образованием нерастворимого в воде карбоната бария (вещество Б), но растворимого в сильных кислотах:



Молярная масса углекислого газа (вещество А) равна 44 г/моль.

При дальнейшем пропускании углекислого газа масса осадка уменьшается, потому что образуется растворимый гидрокарбонат бария:



2) Рассчитаем массу и количество вещества гидроксида бария в исходном растворе:

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = m^{\text{р-ра}}(\text{Ba(OH)}_2) \cdot \omega(\text{Ba(OH)}_2) = 2000 \text{ г} \cdot 0,00855 = 17,1 \text{ г}$$

$$v(\text{Ba(OH)}_2) = m(\text{Ba(OH)}_2) / M(\text{Ba(OH)}_2) = 17,1 \text{ г} : 171 \text{ г/моль} = 0,10 \text{ моль/}$$

Максимальное количество карбоната бария равно исходному количеству вещества гидроксида бария, значит, максимальная масса осадка карбоната бария равна:

$$m_1 = v(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 197 \text{ г/моль} = 19,7 \text{ г.}$$

3) Сравнивая углы наклона графика на участках I и II можно сделать вывод, что скорость пропускания газа через раствор на них одинаковая. Количество углекислого газа, которое пропустили за первые 60 секунд, равняется исходному количеству вещества гидроксида бария:

$$v^{\text{I}}(\text{CO}_2) = v(\text{Ba(OH)}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

На втором участке количество пропущенного газа меньше во столько же раз по сравнению с первым участком, во сколько длительность первого интервала времени (60 с) больше длительности второго (84 – 60 = 24 с):

$$v^{\text{II}}(\text{CO}_2) = v^{\text{I}}(\text{CO}_2) \cdot (24 \text{ с} : 60 \text{ с}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 0,4 = 0,04 \text{ моль.}$$

Значит, растворилось 0,04 моль карбоната бария, т.е. осталось 0,06 моль карбоната бария. Зная это, можно посчитать массу осадка в момент времени  $t^{\text{II}}$ :

$$m_2 = n_{\text{остав}}(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 0,06 \text{ моль} \cdot 197 \text{ г/моль} = 11,82 \text{ г}$$

4) Определим, пользуясь масштабом, все указанные значения времени в секундах:

$t^I$	$t^{II}$	$t^{III}$	$t^{IV}$
60 с	84 с	124 с	142 с

Также можно определить количества вещества углекислого газа, который пропускали через раствор за каждый промежуток времени:

$v_I(\text{CO}_2)$	$v_{II}(\text{CO}_2)$	$v_{III}(\text{CO}_2)$	$v_{IV}(\text{CO}_2)$
0,10 моль	0,04 моль	0 моль	0,06 моль

На участке **III** масса осадка не менялась, это значит, что по каким-то причинам углекислый газ не поступал в раствор.

Теперь можем посчитать, сколько литров углекислого газа пропускали за каждый промежуток времени, учитывая, что молярный объем при условиях проведения эксперимента равен 24 л/моль:

$V_I(\text{CO}_2)$	$V_{II}(\text{CO}_2)$	$V_{III}(\text{CO}_2)$	$V_{IV}(\text{CO}_2)$
2,40 л	0,96 л	0 л	1,44 л

Наконец, можно вычислить скорости пропускания углекислого газа за каждый промежуток времени:

$r^I$	$r^{II}$	$r^{III}$	$r^{IV}$
2,40 л : 60 с = 0,04 л/с	0,96 л : 24 с = 0,04 л/с	0 л/с	1,44 л : 18 с = 0,08 л/с

5) В итоговом растворе содержатся только гидрокарбонат бария и вода. Даже, если пропускать углекислый газ дальше, то в растворе его не будет, т.к. он обладает очень низкой растворимостью. Количество гидрокарбоната бария равно 0,1 моль, его масса:

$$m(\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 259 \text{ г/моль} = 25,9 \text{ г}$$

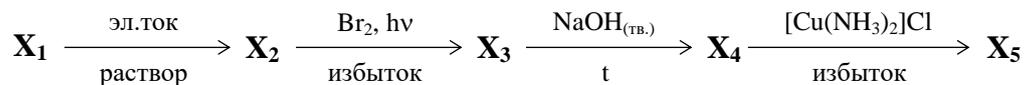
Масса итогового раствора больше исходной массы раствора гидроксида бария на массу поглощенного углекислого газа, количеством вещества 0,2 моль:

$$m^{\text{итог.р-ра}} = 2000 \text{ г} + 0,2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 2008,8 \text{ г}$$

Массовая доля гидрокарбоната бария в итоговом растворе:

$$\omega(\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2) = 25,9 \text{ г} : 2008,8 \text{ г} \cdot 100\% \approx 1,3\%$$

10. Дана схема превращений:



Про вещества  $\text{X}_1$ – $\text{X}_5$  известно следующее:

- 1)  $\text{X}_1$  образуется при нейтрализации раствором гидроксида натрия органических продуктов окисления гексена-3 сернокислым раствором перманганата калия.
- 2) Массовая доля брома в  $\text{X}_3$  составляет 85,6%, в молекуле отсутствуют асимметрические атомы углерода.
- 3) Вещество  $\text{X}_4$  сгорает в кислороде, при этом развивается очень высокая температура, что потенциально могло бы находить практическое применение для высокотемпературной обработки металлов. Массовая доля углерода в  $\text{X}_4$  равна 96,0%.
- 4) Вещество  $\text{X}_5$  представляет собой взрывоопасную соль.

В ответе укажите численные значения молярных масс (г/моль) веществ  $\text{X}_1$  –  $\text{X}_5$ . Атомные массы следует округлять до целых ( $A_r(\text{Cu}) = 64$ ). Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции  $\text{X}_4$  с избытком кислорода (коэффициенты должны быть минимальными и целочисленными).

**Ответы:**

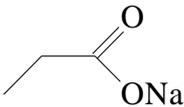
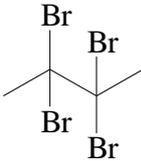
Вещество	$\text{X}_1$	$\text{X}_2$	$\text{X}_3$	$\text{X}_4$	$\text{X}_5$
Молярная масса	96	58	374	50	176

Сумма коэффициентов в реакции сгорания  $\text{X}_4$ : 21

По 2 балла за каждый правильный ответ

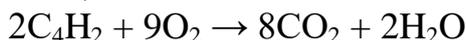
**Всего – 12 баллов**

**Решение:**

Вещество	$\text{X}_1$	$\text{X}_2$	$\text{X}_3$
Структурная формула			
Молярная масса (г/моль)	96	58	374

Вещество	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Структурные формулы	$\equiv\text{---}\equiv$	$\text{Cu}\equiv\text{---}\equiv\text{Cu}$
Молярная масса (г/моль)	50	176

Реакция сгорания бутадиена-1,3:



Сумма коэффициентов равна 21.

11. Простое вещество, образованное элементом X, и некоторые его соединения обладают удивительным свойством притягиваться к магнитам. Если высокодисперсные частички таких веществ распределить в жидкой дисперсионной среде, то получится магнитная жидкость.

Для проведения эксперимента взяли 166,8 г кристаллогидрата соли А и 162,3 г кристаллогидрата соли В. По отдельности растворили их в воде, а затем довели объем каждого раствора до 1000 мл. Получили растворы с равными молярными концентрациями солей. Реакционную смесь, полученную при сливании 500 мл раствора соли А и 1000 мл раствора соли В тонкой струйкой при интенсивном перемешивании влили в колбу с избытком аммиачной воды. В результате реакции образовался осадок оксида элемента X, состоящий из высокодисперсных частиц с ферромагнитными свойствами. Теоретически масса осадка должна составить 69,6 г. В надосадочной жидкости содержались ионы:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ .

Установите формулы кристаллогидратов А и В. В поля для ответов введите формулы соответствующих безводных солей и количество молекул воды в формульной единице каждого кристаллогидрата.

Формула безводной соли, соответствующей А –

Число молекул воды в формульной единице А –

Формула безводной соли, соответствующей В –

Число молекул воды в формульной единице В –

**Ответ**

Формула безводной соли, соответствующей А –  $\text{FeSO}_4$

Число молекул воды в формульной единице А – 7

Формула безводной соли, соответствующей В –  $\text{FeCl}_3$

Число молекул воды в формульной единице В – 6

По 2 балла за каждый правильный ответ

**Всего 8 баллов**

**Решение.**

Оксид металла образовался при взаимодействии сульфата и хлорида металла с водным раствором аммиака. Магнитные свойства наводят, в первую очередь, на мысль о железе. Для получения оксида использовали не одну, а две соли, что подразумевает две степени окисления, т.е. оксид – смешанный, это  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Ионное уравнение реакции его образования:



$\nu(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 69,6 / 232 = 0,3$  моль,

$\nu(\text{Fe}^{2+}) = 0,3$  моль,  $\nu(\text{Fe}^{3+}) = 0,6$  моль.

Соли В по объему раствора и по молям взяли в 2 раза больше, чем соли А, поэтому А – соль  $\text{Fe}^{2+}$ , В – соль  $\text{Fe}^{3+}$ .

Начнем с соли А. Для получения магнитной жидкости взяли половину от исходной массы А, поэтому  $\nu(\text{A}) = 166,8 \cdot 0,5 / 0,3 = 278$  г/моль, что соответствует  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Соль В – кристаллогидрат хлорида железа(III).  $\nu(\text{B}) = 162,3 / 0,6 = 270,5$  г/моль, В –  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

12. Простое вещество X — редкий платиновый металл серебристо-белого цвета. Открыт в «остатках Уральской платиновой руды», назван в честь России. Для очистки X используют следующий метод. При сплавлении порошка металла X с пероксидом натрия получают соль A, хорошо растворимую в воде. Через раствор A оранжево-красного цвета пропускают хлор, при этом образуется соль B, раствор принимает зеленую окраску. В избытке реагента соль B превращается в летучий оранжевый оксид C. Пары соединения C поглощают крепким раствором хлороводорода, добавляют насыщенный раствор хлорида аммония, при этом выпадает кристаллический осадок тёмно-красного цвета соли D. Соль D отфильтровывают, тщательно промывают, высушивают и при сильном нагревании восстанавливают водородом до чистого металла X. Некоторые сведения о составе веществ A – D приведены в табл. ниже.

Сведения о составе веществ A, B, C и D

Обозначение вещества	Степень окисления атомов металла X	Массовая доля металла X, %	Общее число атомов в одной формульной единице
A	+6	47,9	7
B	+7	53,7	6
C	+8	61,2	5
D	+4	28,9	17

Установите состав веществ X, A, B, C и D. В поля для ответов введите химические формулы этих веществ, например,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

X	A	B	C	D

Ответ

X	A	B	C	D
Ru	$\text{Na}_2\text{RuO}_4$	$\text{NaRuO}_4$	$\text{RuO}_4$	$(\text{NH}_4)_2[\text{RuCl}_6]$ или $(\text{NH}_4)_2\text{RuCl}_6$

**По 2 балла за каждую верную формулу**

**Итого 10 баллов**

**Решение.**

Из таблицы следует, что формула соли А –  $\text{Na}_2\text{XO}_4$ .

$$\omega(\text{X}) = M(\text{X}) / (2 \cdot 23 + M(\text{X}) + 4 \cdot 16) = 0,479,$$

$M(\text{X}) = 101$  г/моль, металл X – Ru, вещество А –  $\text{Na}_2\text{RuO}_4$ .

Формулы веществ В – D следуют из описания химических свойств и подтверждаются данными таблицы:



В солянокислой среде образуется комплексный хлорид рутения(+4):



Вещество D –  $(\text{NH}_4)_2[\text{RuCl}_6]$

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
баллы	4	4	8	8	8	6	8	12	12	12	8	10

**Всего – 100 баллов**