

ВАРИАНТ 1
ХИМИЯ 9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

1. Обозначим состав хлорида **A** в виде XCl_n , а атомную массу металла **X** – x а. е. м. Тогда:

$$\omega(\text{Cl}) = \frac{35,45n}{x + 35,45n} = 0,7975 \Rightarrow 35,45n = 0,7975x + 28,27n \Rightarrow 0,7975x = 7,18n \Rightarrow x = 9,00n.$$

Перебирая целочисленные значения n от 1 до 8, приходим к единственному разумному варианту **X** – Al, а **A** – AlCl_3 ($M = 133,4$ г/моль). Учитывая, что стехиометрический состав хлорида **E** – YCl_3 , находим атомную массу металла **Y**:

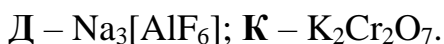
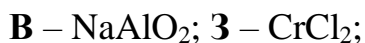
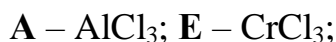
$$(133,4 \cdot 1,187) - (35,45 \cdot 3) = 158,3 - 106,4 = 51,9 \text{ а. е. м.}$$

Таким образом, **Y** – Cr.

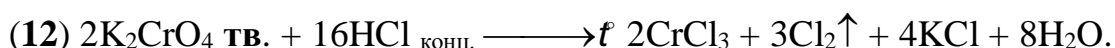
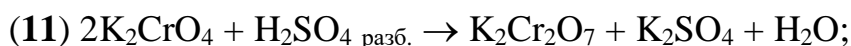
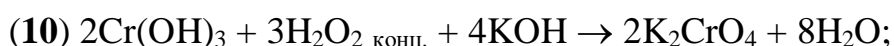
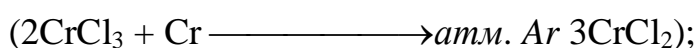
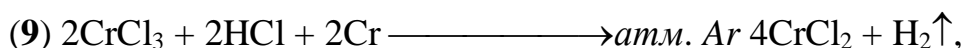
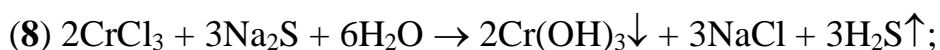
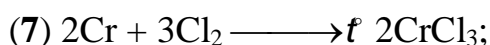
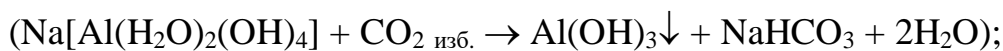
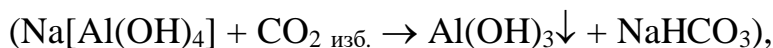
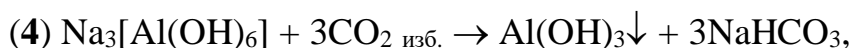
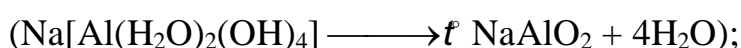
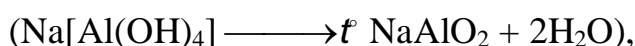
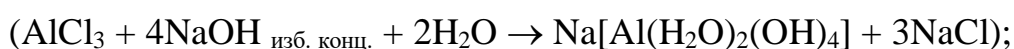
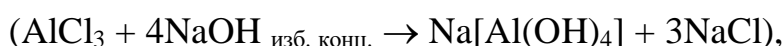
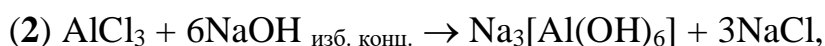
2. При взаимодействии избытка концентрированного раствора щёлочи с хлоридом алюминия в зависимости от pH возможно образование гидроксокомплексов различного состава (реакция 2). Гидроксоалюминаты устойчивы лишь в водных растворах, при упаривании их водных растворов и последующем прокаливании (800°C) происходит образование метаалюминатов (реакция 3). При пропускании избытка углекислого газа через раствор гидроксоалюминатов выпадает студенистый осадок гидроксида алюминия переменного состава (реакция 4), который также образуется при добавлении избытка водного раствора аммиака к раствору хлорида алюминия. При взаимодействии гидроксида алюминия с плавиковой кислотой в присутствии фторида натрия образуется соединение, содержащее устойчивый гексафтороалюминат-ион (реакция 5).

При добавлении водного раствора сульфида натрия к раствору хлорида хрома происходит необратимый гидролиз, в результате чего образуется осадок гидроксида хрома (III) (реакция 8). При добавлении избытка раствора соляной кислоты и металлического хрома в инертной атмосфере образуется раствор хлорида хрома (II) (реакция 9). Концентрированный раствор пероксида водорода в щелочной среде (KOH) приводит к окислению Cr(III), в результате чего образуется хромат калия (реакция 10). Хромат-ионы устойчивы лишь в нейтральной и щелочной среде, при подкислении раствором сильной минеральной кислоты (H_2SO_4 разб.) они довольно быстро превращаются в

дихромат-ионы (реакция 11), которые в кислой среде проявляют довольно сильные окислительные свойства (реакция 12). Таким образом, формулы соединений А–К:



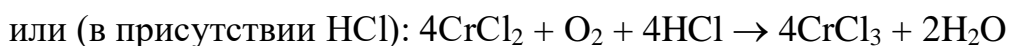
Уравнения реакций (1–12):



3. Тривиальное (оно же минералогическое) название соединения Д – **криолит**.

Для получения алюминия используется смесь Al_2O_3 (~10–15 %) и $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ (~85–90 %). Криолит позволяет **существенно понизить температуру проведения электролиза** ($t_{\text{пл.}}(\text{Al}_2\text{O}_3) \sim 2053 \text{ }^\circ\text{C}$!), а также **значительно увеличить электропроводность расплава**.

4. Водный раствор хлорида хрома (II) будет быстро окисляться кислородом воздуха до соединений Cr(III):



Система оценивания:

1. Металлы X и Y (с расчётами) 1 балл

Примечание: без расчётов ответ оценивается 0,5 балла.

2. Формулы соединений А–К 0,5 б. · 10 = 5 баллов

Уравнения реакций (1–12) 1 б. · 12 = 12 баллов

Всего за пункт 2 - 17 баллов

Примечания: если не указано агрегатное состояние соединения И в реакции 12 – 0,5 баллов за эту реакцию; если в уравнениях реакций нет стехиометрических коэффициентов, но указаны все реагенты и продукты – 0,5 балла; в иных вариантах (нет коэффициентов и указаны не все вещества-участники реакции) – ответ оценивается в 0 баллов.

3. Тривиальное (минералогическое) название соединения Д 0,5 балла

Цель добавления Д (любая из двух перечисленных в решении) 0,5 балла

Всего за пункт 1 балл

4. Уравнение реакции окисления раствора З на воздухе 1 балл

Примечание: необходимо оценивать 1 баллом уравнения реакций с образованием других основных солей хрома(III) или средней соли в присутствии соляной кислоты; если в уравнении реакции нет стехиометрических коэффициентов, но указаны все реагенты и продукты – 0,5 балла; в иных вариантах (нет коэффициентов и указаны не все вещества-участники реакции) – ответ оценивается в 0 баллов.

Всего 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

1. Из условия задачи видно, что элемент X может образовывать, по меньшей мере, две кислоты, одна из которых очень сильный окислитель.

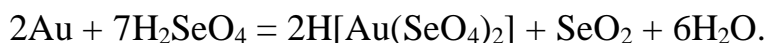
Кислота 1 получается при действии азотной кислоты на простое вещество. Значит, элемент X – неметалл, расположенный в главных подгруппах 6–7 групп. Неметаллы главных подгрупп 4–5 группы могут образовывать несколько кислот. Сильным окислителем, способным растворять золото, может быть только азотная кислота в смеси с соляной (царская водка), но в условии сказано, что в реакции не образуются газообразные продукты. Галогены в природе в виде простых веществ не встречаются, значит, речь может идти только об элементе 6 группы главной подгруппы.

В природе часты минералы, содержащие серу, и сера встречается в самородном виде. У элементов 6 группы могут быть кислоты состава H_2EO_3 и H_2EO_4 . (Э = S, Se, Te, Po).

2. Элемент Y – сера. Элемент X может быть селен, теллур или полоний. По процентному составу **кислоты 1** H_2EO_3 элемент X – селен (Se). ($\omega = M(Se)/M(H_2SeO_3) = 79/129 = 61.2\%$). Тогда **кислота 1** – H_2SeO_3 а **кислота 2** – H_2SeO_4 .

3. $3Se + 4HNO_3 + H_2O = 3H_2SeO_3 + 4NO$ (реакция 1, можно и NO_2)

$H_2SeO_3 + H_2O_2 = H_2SeO_4 + H_2O$, (реакция 2)



4. Селен от Селены греческой богини Луны.

5. Установим состав соединения **Б**. Исходя из того, что оно бинарное и включает селен, можно предположить, что это соединение с водородом, алюминием, натрием или оксид. По процентному содержанию селена с учётом того, что в состав входят цепочки Se_4 можно исключить соединения с водородом и кислородом. Значит, это алюминий или натрий. Рассмотрим соединение с натрием:

$$\text{Na}_x\text{Se}_y \quad x : y = (12.6 / 23) : (87.3 / 79) = 0.55 : 1.1 = 1 : 2.$$

Простейшая формула NaSe_2 . Т. к. соединение содержит цепочки Se_4 , то формула **В** = Na_2Se_4 . Для алюминия нет веществ, удовлетворяющих условию.
 $12\text{Se} + 2\text{Al} + 8\text{NaOH} = 3\text{Na}_2\text{Se}_4 + 2\text{NaAlO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (реакция 4)

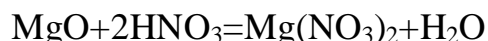
Система оценивания:

1. Установление элементов **X** и **Y** по 2 балла – 4 балла
2. Установление формулы кислоты 1 и 2 по 1,5 балла – 3 балла
3. Уравнение реакции 1-3 по 2 балла – 6 баллов
4. Ответ на вопрос 3 – 1 балл
5. Установление формулы вещества **Б** – 4 балла
6. Уравнение реакции 4 – 2 балла.

Итого: 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(\text{MgO}) = 1000 / 40 = 250 \text{ моль}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{MgO}) = 250 \text{ моль (теор.)}$$

$$n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2)_{\text{практ.}} = 250 \cdot 0,8 = 200 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 200 \cdot 148 = 29600 \text{ г.}$$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение количества вещества оксида магния – **2 балла**
3. Определение количества вещества нитрата магния теоретич. – **2 балла**
4. Определение количества вещества нитрата магния практич. – **2 балла**
5. Определение массы нитрата магния – **2 балла**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:

По закону действующих масс скорость прямой реакции выражается уравнением:

$$v = k \cdot C_{CO}^2 \cdot C_{O_2}$$

При уменьшении реакционного объема или увеличении давления концентрация реагирующих веществ увеличивается.

При увеличении реакционного объема или уменьшении давления концентрация реагирующих веществ уменьшается.

При уменьшении реакционного объема в 3 раза концентрация реагирующих веществ увеличивается в 3 раза. Выражение для скорости прямой реакции:

$$v_2 = k (3C_{CO})^2 \cdot 3 C_{O_2} = 27 k C_{CO}^2 C_{O_2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{27kC_{CO}^2 C_{O_2}}{kC_{CO}^2 C_{O_2}} = 27$$

Ответ: скорость реакции увеличилась в 27 раз.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции – 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

Стандартные энтальпии образования $Na_2O(т)$, $H_2O(ж)$ и $NaOH(т)$ при 298К равны соответственно -416 , -286 и $-427,8$ кДж/моль. Используя следствие из закона Гесса, рассчитываем ΔH°_{298} химической реакции:

$$\Delta H^{\circ}_{298} = 2 \Delta H^{\circ}_f (NaOH,т) - [\Delta H^{\circ}_f (Na_2O,т) + \Delta H^{\circ}_f (H_2O,ж)] = 2 \cdot (-427,8) - [-416 + (-286)] = -153,6 \text{ кДж.}$$

Ответ: $-153,6$ кДж.

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - 5 баллов
2. Количественное определение – 5 баллов

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

РЕШЕНИЕ:

Ответ: $3 \cdot 10^{26}$ молекул.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение количества молекул газа – **2 балла**

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Магний — Mg

Порядковый номер $Z=12$; массовое число $A=24$, заряд ядра $+12$, число протонов $=12$, нейтронов ($N=A-Z=12$) $24-12=12$ нейтронов, электронов $=12$, период – 3, энергетических уровней – 3.

Строение электронной оболочки: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

2 8 2

Степень окисления $+2$;

Восстановительные свойства у магния выражены сильнее, чем у бериллия, но слабее, чем у кальция, что связано с увеличением радиусов атомов $Be - Mg - Ca$;

Ион магния Mg^{2+}

MgO – оксид магния является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Магний образует гидроксид $Mg(OH)_2$, который проявляет все характерные свойства оснований.

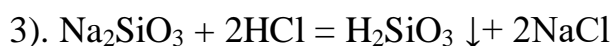
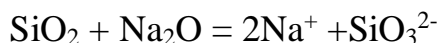
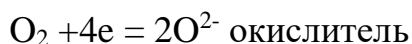
Система оценивания:

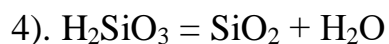
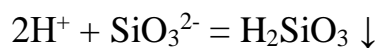
1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:





Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2,5 балла **10 баллов**
2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – **3 балла**
3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации по 1 баллу –

3 балла.

Итого: 16 баллов.

ВАРИАНТ 2

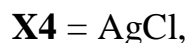
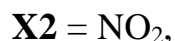
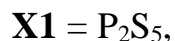
ХПМИЯ 9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1

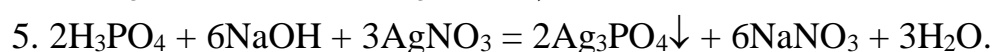
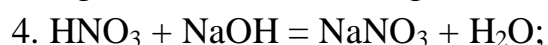
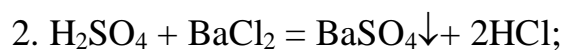
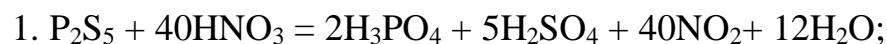
РЕШЕНИЕ:

Бурый газ, выделяющийся при реакции неизвестного вещества с концентрированной азотной кислотой – это оксид азота (IV) NO_2 . Осадок **X3**, образующийся при действии раствора хлорида бария на азотнокислый раствор, полученный при растворении **X1**, это сульфат бария BaSO_4 , нерастворимый в кислотах (фосфат бария в этих условиях не образуется, т. к. в растворе кислая среда из-за большого избытка азотной кислоты). Осадок **X4**, полученный при добавлении нитрата серебра, это хлорид серебра AgCl . Жёлтый осадок **X5**, образующийся при осторожном добавлении щёлочи, может представлять собой оксид ртути HgO или фосфат серебра Ag_3PO_4 . Массовое отношение **X3** : **X5** = 1,074 для BaSO_4 : HgO , что не соответствует приведённому в условии. В случае фосфата серебра мольное отношение Ag_3PO_4 : $\text{BaSO}_4 = 419 \cdot 1,39 : 233 = 1 : 2,5$, то есть $2\text{Ag}_3\text{PO}_4 : 5\text{BaSO}_4$, что соответствует соотношению элементов $\text{P} : \text{S} = 2 : 5$ и формуле **X1** P_2S_5 .

Таким образом,



2) Уравнения реакций:

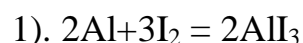
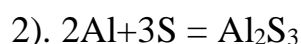
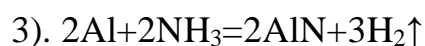
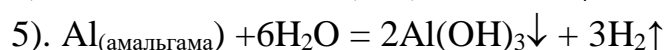
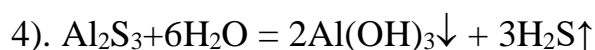
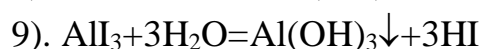


Система оценивания:1. Определение веществ **X1 – X5** по 2 балла**10 баллов**

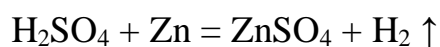
2. Уравнения реакций по 2 балла

10 баллов**ИТОГО:****20 баллов****ЗАДАНИЕ 2****РЕШЕНИЕ:**

Металл *Me* – Al; вещество **X** – вода H₂O; вещество **Y** – аммиак NH₃. В схеме зашифрованы следующие уравнения реакций:

*(катализатор - вода)**(150-200 °C)**(800 °C)**(нагревание)**(нагревание)*

В доказательство амфотерных свойств металла, его оксида и гидроксида можно привести реакции взаимодействия указанных веществ с раствором хлороводорода и гидроксида натрия (конц., гор.), кислотными и основными оксидами и т.п..

Система оценивания:1. Уравнение реакции 1-9 по 1 балла – **9 баллов**2. Установление формулы вещества *Me*, **X**, **Y** – по 3 балла за вещество - **9 баллов**3. Подтверждение амфотерных свойств *Me*, его оксида и гидроксида – **2 балла****Итого:** 20 баллов.**ЗАДАНИЕ 3****РЕШЕНИЕ:**

$n(Zn) = 13/65 = 0,2 \text{ моль}$

$n(H_2) = n(Zn) = 0,2 \text{ моль (теор.)}$

$n(H_2)_{\text{практ.}} = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18 \text{ моль}$

$$V(\text{H}_2) = 0,18 \cdot 22,4 = 4,032 \text{ л}$$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение количества вещества цинка – **2 балла**
3. Определение количества вещества водорода теоретич. – **2 балла**
4. Определение количества вещества водорода практич. – **2 балла**
5. Определение объёма водорода – **2 балла**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:

По закону действующих масс выражение константы равновесия реакции:

$$K_{\delta} = \frac{C_{\text{NO}_2}^2}{C_{\text{O}_2} C_{\text{NO}}^2} = \frac{0,4^2}{0,3 \cdot 0,2^2} = 13,3$$

Ответ: $K_p = 13,3$, $K_p > 1$, следовательно, в системе преобладают продукты реакции (равновесие смещено вправо).

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Вычисление константы равновесия – 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

$$n(\text{CaCO}_3) = 10000/100 = 100 \text{ моль}$$

$$1 \text{ моль } (\text{CaCO}_3) = 178 \text{ кДж}$$

$$100 \text{ моль } (\text{CaCO}_3) = x \text{ кДж}$$

$$x = 17800 \text{ кДж теплоты}$$

Система оценивания:

1. Определение количества вещества CaCO_3 - **5 баллов**
2. Расчёт количества теплоты – **5 баллов**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

РЕШЕНИЕ:

Ответ: $6 \cdot 10^{26}$ молекул.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение количества молекул – **2 балла**

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Натрий — Na

Порядковый номер $Z=11$; массовое число $A=23$, заряд ядра $+11$, число протонов $=11$, нейтронов ($N=A-Z=11$) $23-11=12$ нейтронов, электронов $=11$, период — 3, энергетических уровней — 3,

Строение электронной оболочки: $11 \text{ Na } 2e; 8e; 1e.$

$11 \text{ Na })))$

2 8 1

Степень окисления $+1$;

Восстановительные свойства у натрия выражены сильнее, чем у лития, но слабее, чем у калия, что связано с увеличением радиусов атомов;

Ион натрия Na^+

Na_2O — оксид натрия является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Натрий образует гидроксид NaOH (щелочь), который проявляет все характерные свойства оснований.

Система оценивания:

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней — по 1 баллу **8 баллов**

2. Строение электронной оболочки — **2 балла**

3. Формулы оксида и гидроксида, их характер — **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:

1). $\text{S} + \text{Fe} = \text{FeS}$

$\text{S}^0 + 2e = \text{S}^{2-}$ окислитель

$\text{Fe}^0 - 2e = \text{Fe}^{2+}$ восстановитель

2). $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2 \uparrow$

$\text{S}^{2-} - 6e = \text{S}^{+4}$ восстановитель

$\text{Fe}^{2+} - 1e = \text{Fe}^{3+}$ восстановитель

$\text{O}_2 + 4e = 2\text{O}^{2-}$ окислитель

3). $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

$\text{S}^{4+} - 2e \rightarrow \text{S}^{6+}$ восстановитель

$\text{O}_2^0 + 4e \rightarrow 2\text{O}^{2-}$ окислитель

4). $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла **10 баллов**
2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – 4 балла (2 балла за вторую реакцию)
3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации по 1 баллу – 2 балла.

Итого: 16 баллов.

ВАРИАНТ 3

ХИМИЯ 9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

1. А - S – сера

Б – H₂ - водород

В - H₂S – сероводород, сульфид водорода, дигидросульфид

Г - CuS – сульфид меди (II)

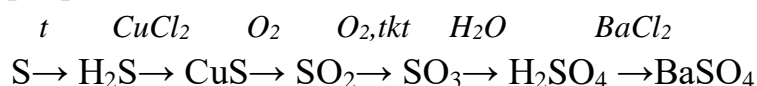
Д - SO₂ – оксид серы (IV), диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид

Е - SO₃ – оксид серы (VI), серный ангидрид, серный газ

Ж - H₂SO₄ – серная кислота, купоросное масло

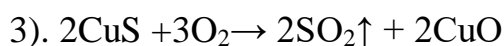
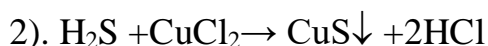
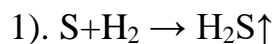
З - BaSO₄ – сульфат бария

2. Цепочка превращений:

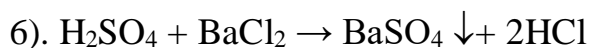
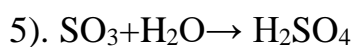
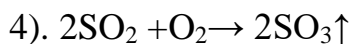


3. Осуществление превращений

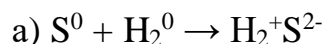
t



t, kt

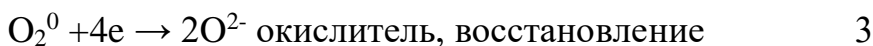
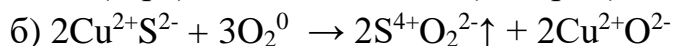


4. Окислительно – восстановительные реакции

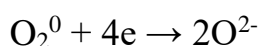
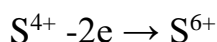
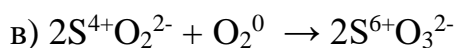




Ответ: S (сера) – окислитель H₂ (водород) - восстановитель

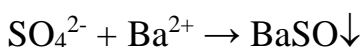
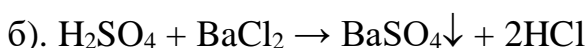
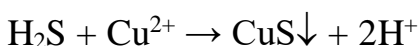
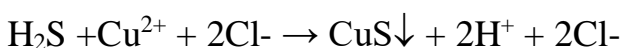
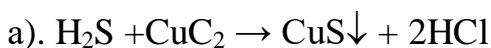


Ответ: O₂(кислород) – окислитель, CuS(сульфид меди (II)) –
восстановитель



Ответ: O₂ (кислород) – окислитель, SO₂ (оксид серы (IV)) –
восстановитель

5. Реакции ионного обмена



Система оценивания:

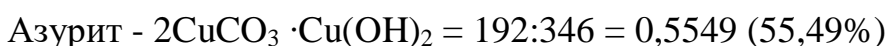
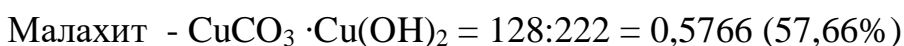
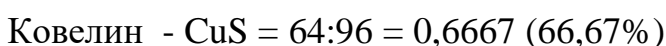
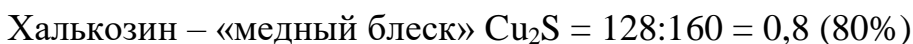
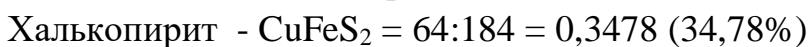
1. Назовите перечисленные вещества по 1 баллу – **8 баллов**
2. Запишите соответствующую цепочку превращений – **1 балл**
3. Напишите уравнения реакций по 1 баллу – **6 баллов**
4. Укажите уравнения окислительно – восстановительных реакций, покажите переход электронов, определите окислитель и восстановитель по 1 баллу - **3 балла**
5. Для реакций ионного обмена приведите краткие ионные уравнения – по 1 баллу – **2 балла**

Всего 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

Этот металл – медь. В настоящее время известно более 170 медьсодержащих минералов, только 10-15 из них имеют практическое значение. К важнейшим минералам относятся:



Куприт - $\text{Cu}_2\text{O} = 128:144 = 0,8889$ (88,89%)

Расчеты по формуле:

$$W(\text{Э}) = n A_r(\text{Э}) / M_r$$

Вывод: наибольшее содержание меди в куприте.

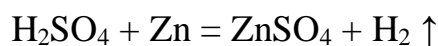
Система оценивания:

1. Название металла – **7 баллов**
2. Названия минералов по 1 баллу – **6 баллов**
3. Написание формул минералов по 1 баллу – **6 баллов**
4. Расчёт наибольшего содержания металла – **1 балл**

Всего 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(\text{Zn}) = 65000/65 = 1000 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 1000 \text{ моль (теор.)}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{практ.}} = 1000 \cdot 0,8 = 800 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = 800 \cdot 22,4 = 17920 \text{ л}$$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение количества вещества цинка – 2 балла
3. Определение количества вещества водорода теоретич. – 2 балла
4. Определение количества вещества водорода практич. – 2 балла
5. Определение объёма водорода – 2 балла.

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:

В соответствии с принципом Ле-Шателье при повышении давления равновесие смещается в сторону уменьшения числа молей газообразных веществ, т.е. в приведенной системе в сторону прямой реакции (исходные вещества: 2 моля $\text{CO} + 1$ моль $\text{O}_2 = 3$ моля; продукты: 2 моля CO_2).

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение направления реакции – 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

Рассчитываем ΔS°_{298} :

$$\Delta S^{\circ}_{298} = 2 \cdot S^{\circ}(\text{NaOH,т}) - [S^{\circ}(\text{Na}_2\text{O,т}) + S^{\circ}(\text{H}_2\text{O,ж})] = 2 \cdot 64,16 - (75,5 + 70) = -17,18 \text{ Дж/К.}$$

Ответ: $-17,18 \text{ Дж/К.}$

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - **5 баллов**
2. Количественное определение энтропии – **5 баллов**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

РЕШЕНИЕ:

Ответ: $3 \cdot 10^{26}$ молекул.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение количества молекул газа – 2 балла

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Литий Li

Порядковый номер $Z=3$; массовое число $A=7$, заряд ядра $+3$, число протонов $=3$, нейтронов ($N=A-Z=4$) $7-3=4$ нейтронов, электронов $=3$, период – 2, энергетических уровней – 2

Строение электронной оболочки: $3 \text{ Li } 2e; 1e.$

$3 \text{ Li }))$

2 1

Степень окисления $+1$;

Восстановительные свойства у лития выражены слабее, чем у натрия и калия, что связано с увеличением радиусов атомов;

Ион лития Li^+

Li_2O – оксид лития является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Литий Li образует гидроксид Li OH (щелочь), который проявляет все характерные свойства оснований.

Система оценивания:

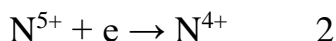
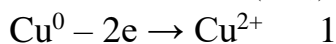
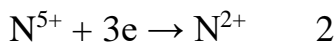
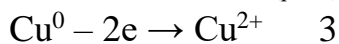
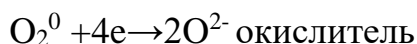
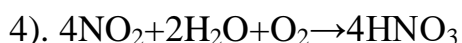
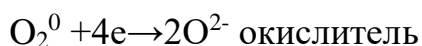
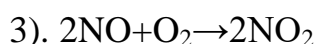
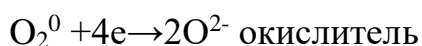
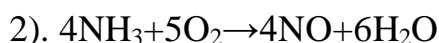
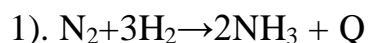
1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:

$t(300-500^{\circ}\text{C}), 300 \text{ атм.}, \text{kat}(\text{Fe}, \text{Pt})$



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла

10 баллов

2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – 5 баллов

3. Дополнительная реакция с конц. кислотой – 1 балл.

Итого: 16 баллов.

ВАРИАНТ 4

ХИМИЯ 9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ

Химик берет $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и перевозит пробирку на другой берег. Потом возвращается и берет ZnI_2 , перевозит его, оставляет его на этом втором берегу,

но зато берет и везет назад $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Затем он забирает $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ и перевозит его. Потом возвращается на первый берег и перевозит $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Таким образом, переправа веществ прошла благополучно.

Система оценивания:

По 4 балла за правильное действие

Всего 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

Неизвестные вещества:

A – $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$

B - CuO

C - CO_2

D - H_2

E - Cu

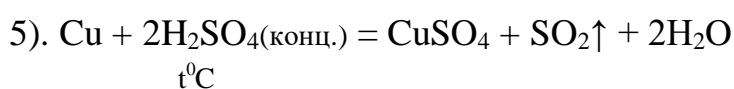
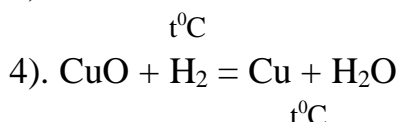
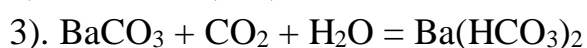
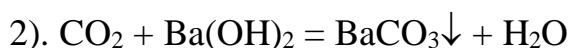
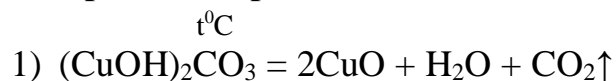
F - H_2SO_4 (конц.)

H - CuSO_4 (р-ор)

Z - SO_2

X - H_2O

2. Уравнение реакций:



3. Реакции, позволяющие получить из вещества **B** вещество **E** другими способами



Система оценивания:

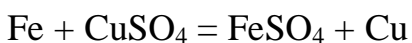
7. Установление элементов по 1 баллу – **9 баллов**

8. Уравнение реакции 1-5 по 1 баллу – **5 баллов**

9. Ответ на вопрос 3 – по 3 баллу - **6 баллов**

Итого: 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:

$$m(\text{CuSO}_4) = 160000 \cdot 0,1 = 16000 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 16000/160 = 100 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}) \text{ по уравнению (теор.)} = 100 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = 100/0,9 = 90 \text{ моль (пр.)}$$

$$m(\text{Cu}) = 90 \cdot 64 = 5760 \text{ г}$$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 1 балл
2. Определение массы CuSO_4 – 2 балла
3. Определение количества вещества CuSO_4 – 2 балла
4. Определение количества вещества Cu теоретич. – 2 балла
5. Определение количества вещества Cu практич. – 2 балла
6. Определение массы Cu – 1 балл.

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4**РЕШЕНИЕ:**

По закону действующих масс скорость прямой реакции выражается уравнением:

$$v = k \cdot C_{\text{CO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2}$$

При уменьшении реакционного объема или увеличении давления концентрация реагирующих веществ увеличивается.

При увеличении реакционного объема или уменьшении давления концентрация реагирующих веществ уменьшается.

при уменьшении давления в 2 раза концентрация реагирующих веществ уменьшается в 2 раза. Выражение для скорости прямой реакции:

$$v_2 = k \left(\frac{C_{\text{CO}}}{2} \right)^2 \cdot \frac{C_{\text{O}_2}}{2} = \frac{k C_{\text{CO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2}}{8};$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k C_{\text{CO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2}}{8} : k C_{\text{CO}}^2 \cdot C_{\text{O}_2} = \frac{1}{8}$$

Ответ: скорость реакции уменьшилась в 8 раз.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции – 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

При стандартных условиях и $T=298\text{K}$ ΔG°_{298} можно рассчитать как разность суммарной энергии Гиббса образования продуктов реакции и суммарной энергии Гиббса образования исходных веществ.

Необходимые справочные данные: $\Delta G^{\circ}_f(\text{NaOH,т}) = -381,1 \text{ кДж/моль}$, $\Delta G^{\circ}_f(\text{Na}_2\text{O}) = -378 \text{ кДж/моль}$, $\Delta G^{\circ}_f(\text{H}_2\text{O,ж}) = -237 \text{ кДж/моль}$.

$$\Delta G^{\circ}_{298} = 2 \cdot \Delta G^{\circ}_f(\text{NaOH,т}) - [\Delta G^{\circ}_f(\text{Na}_2\text{O,т}) + \Delta G^{\circ}_f(\text{H}_2\text{O,ж})] = 2 \cdot (-381,1) - [-378 + (-237)] = -147,2 \text{ кДж.}$$

Значение ΔG°_{298} отрицательно, поэтому самопроизвольное протекание реакции возможно.

Ответ: $-147,2 \text{ кДж}$; возможно

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - **5 баллов**
2. Количественное определение - **5 баллов**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

РЕШЕНИЕ:

Ответ: $6 \cdot 10^{26}$ молекул.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение молекул газа - **2 балла**

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Кальций Ca

Порядковый номер $Z=20$; массовое число $A=40$, заряд ядра $+20$, число протонов $=20$, нейтронов ($N=A-Z=20$) $40-20=20$ нейтронов, электронов $=20$, период -4 , энергетических уровней -4 ,

Строение электронной оболочки: $20 \text{ Ca } 2e; 8e; 8e; 2e.$

$20 \text{ Ca })))$

$2 \ 8 \ 8 \ 2$

Степень окисления $+2$;

Восстановительные свойства у кальция выражены сильнее, чем у магния, но слабее, чем у стронция, что связано с увеличением радиусов атомов

Ион кальция Ca^{2+}

CaO – оксид кальция является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Кальций образует гидроксид $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который проявляет все характерные свойства оснований.

Система оценивания:

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**

2. Строение электронной оболочки – **2 балла**

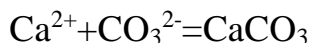
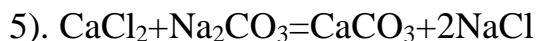
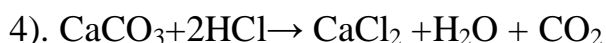
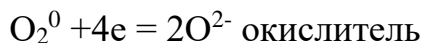
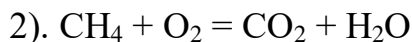
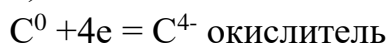
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:

Рассмотрите все реакции в свете ОВР и ТЭД везде, где это имеет место.



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла

10 баллов

2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – по 1,5 балла

- **3 балла**

3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации по 1,5 балла –

3 балла

Итого: 16 баллов.

ВАРИАНТ 5

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

	Олег	Нина	Игорь	Ольга	Татьяна	Владимир	Сергей
Na ₂ SO ₄				+			
K ₂ CO ₃					+		
H ₂ S		+					
Ba(OH) ₂	+						
Cu(NO ₃) ₂			+				
ZnI ₂						+	
AgNO ₃							+

1. У Ольги - Na₂SO₄
2. K₂CO₃ – не у Нины
3. Cu(NO₃)₂ – не у Олега
4. K₂CO₃ взаимодействует с H₂S и образуется углекислый газ, а значит пробирка Нины - H₂S
5. Na₂SO₄ взаимодействует с Ba(OH)₂ и выпадает белый осадок, а значит пробирка Олега - Ba(OH)₂
6. Если при взаимодействии пробирок Владимира и Сергея выпадает осадок желтого цвета, а это AgI, значит их пробирки ZnI₂ и AgNO₃
7. Cu(NO₃)₂ взаимодействует с Ba(OH)₂ и образует голубой осадок, а значит пробирка Игоря - Cu(NO₃)₂
8. Пробирка Татьяны - K₂CO₃
9. ZnI₂ взаимодействует с Ba(OH)₂ и белый осадок, и при избытке щелочи он растворится, а значит пробирка Владимира - ZnI₂
10. Пробирка Сергея - AgNO₃

Комментарий: Раствор сероводородной кислоты не может вытеснить угольную, так как сероводород – очень слабая кислота (слабее угольной, см. константы диссоциации кислот). Раствор сероводорода можно определить по характерному запаху.

Система оценивания:

Определение веществ – по 3 балла за вещество – **18 баллов**

Рассуждения – **2 балла**

Всего 20 баллов.

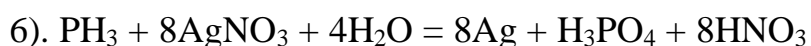
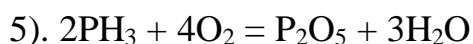
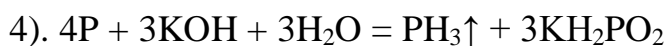
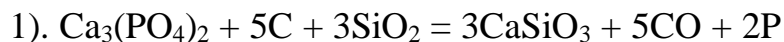
ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

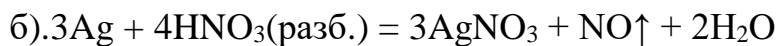
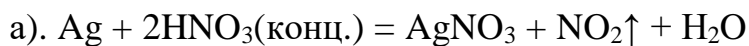
Неизвестные вещества:

Обозначение	Вещество
A	P(белый)
B	P ₂ O ₅
C	H ₂ O
D	H ₃ PO ₄
E	PH ₃
F	Ag
H	HNO ₃

Уравнения реакций



3. Уравнения реакций растворения металла F в концентрированной и разбавленной кислоте H.



Система оценивания:

10. Установление элементов по 2 балла – **14 баллов**

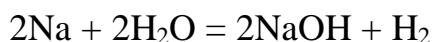
11. Уравнение реакции 1-6 по 0,5 балла – **3 балла**

12. Уравнения реакций растворения металла F в концентрированной и разбавленной кислоте H по 1,5 балла – **3 балла**

Итого: 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(\text{Na}) = \frac{24,15 - 24,15 \cdot 0,05}{23} = \frac{23}{23} = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) (\text{теор.}) = 0,5 \quad n(\text{Mg}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль (пр.)}$$

$$\eta = V(\text{H}_2) (\text{пр.}) / V(\text{H}_2) (\text{теор.}) = n(\text{H}_2) (\text{пр.}) / n(\text{H}_2) (\text{теор.}) = 0,4/0,5 = 0,8$$

= 80%.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение количества вещества натрия – 2 балла
3. Определение количества вещества водорода теоретич. – 2 балла
4. Определение количества вещества водорода практич. – 2 балла
5. Определение выхода продукта реакции – 2 балла:

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:

Чтобы уменьшить скорость реакции необходимо увеличить объем системы, т.е. уменьшить давление и, тем самым, уменьшить концентрацию газообразного компонента — NH_3 . Концентрация Br_2 при этом останется постоянной.

Начальная скорость прямой реакции была равна:

$$v_1 = k \cdot [\text{NH}_3]^8 \cdot [\text{Br}_2]$$

при увеличении концентрации аммиака скорость прямой реакции стала равной:

$$v_2 = k \cdot [x \cdot \text{NH}_3]^8 \cdot [\text{Br}_2] = k \cdot x^8 \cdot [\text{NH}_3]^8 \cdot [\text{Br}_2]$$

$$v_2 / v_1 = k \cdot x^8 \cdot [\text{NH}_3]^8 \cdot [\text{Br}_2] / k \cdot [\text{NH}_3]^8 \cdot [\text{Br}_2] = 60$$

После сокращения всех постоянных, получаем

$$x^8 = 60$$

$$x = 1,66$$

Таким образом, чтобы уменьшить скорость реакции в 60 раз, надо увеличить объем в 1,66 раз.

Ответ: увеличить в 1,66 раз.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции – 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

Переведем температуру в шкалу Кельвина: $T = 273 + 95 = 368\text{K}$. Для расчета ΔG_{368}° воспользуемся уравнением:

$$\Delta G_{368}^{\circ} = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$$

При этом величину изменения энтропии необходимо перевести из Дж/К в кДж/К, поскольку значения ΔH и ΔG обычно измеряют в кДж.

$-17,18 \text{ Дж/К} = -0,01718 \text{ кДж/К}$.

$$\Delta G^{\circ}_{368} = -147,2 - 368 \cdot (-0,01718) = -147,2 + 6,3 = -140,9 \text{ кДж}$$

Таким образом, $\Delta G^{\circ}_{368} < 0$, поэтому самопроизвольное протекание данного процесса при 95°C возможно.

Ответ: $-140,9 \text{ кДж}$; возможно.

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - **5 баллов**
2. Количественное определение - **5 баллов**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

Ответ: 4,4 мг.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение массы газа - **2 балла**

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Характеристика Р (фосфор)

Элемент с порядковым №15 находится в 3 периоде 5 группе, главной подгруппы.

Атомная масса=31.Заряд ядра атома P^{+15} , т. к. в ядре находится 15 протонов.

Схема $15\text{P } 2e)8e)5e)$

В ядре атома 16 нейтронов . В атоме 15 электронов, т. к. их число равно числу протонов и порядковому номеру. В атоме фосфора 3 электронных слоя, т. к. Р стоит в 3 периоде. На последнем слое 5 электронов, т. к. фосфор стоит в 5 группе. Последний слой не завершен. Р-неметалл, т. к. в химической реакции с металлами принимает 3 электрона до завершения слоя. Его оксид P_2O_5 -кислотный. Он взаимодействует с H_2O , основаниями и основными оксидами. Его гидроксид H_3PO_4 -кислота. Она взаимодействует с металлами, стоящими до Н (водорода), с основными оксидами, основаниями.

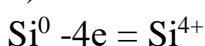
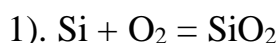
Система оценивания:

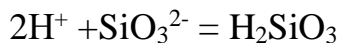
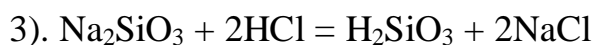
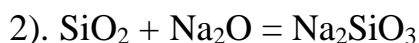
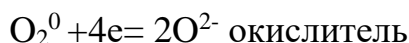
1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

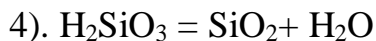
ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:





$t^\circ\text{C}$



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2,5 балла **10 баллов**
 2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – 3 балла
 3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации – 3 балла.
- Итого:** 16 баллов.

ВАРИАНТ 6

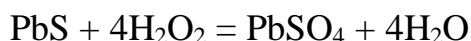
ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

Сероводород: H_2S . Свинцовые белила – это пигмент, представляющий собой карбонат свинца (II). Он реагирует с сероводородом, содержащемся в загрязненной атмосфере, образуя сульфид свинца (II) – соединение черного цвета:



При обработке сульфида свинца (II) пероксидом водорода происходит реакция:



При этом образуется сульфат свинца (II), соединение белого цвета.

Таким образом реставрируют почерневшие масляные картины.

Система оценивания:

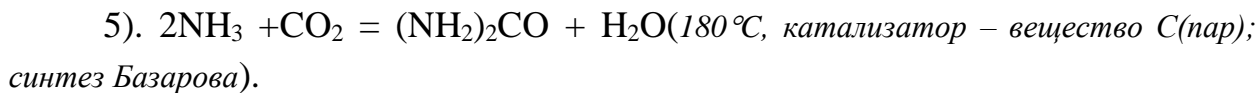
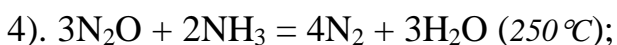
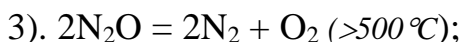
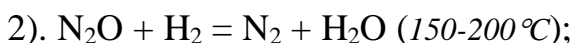
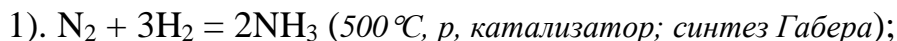
1. Название вещества **10 баллов**
 2. Химическая формула **5 баллов**
 3. Уравнение реакции по 2,5 балла **5 баллов**
- Всего 20 баллов.**

Какой газ вызывает потемнение художественных картин? Назовите это вещество. Напишите его химическую формулу. Приведите уравнения реакций, о которых идет речь в задаче.

ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

Схемы превращений веществ:



Вещество $(NH_2)_2CO$ – органическое вещество, входит в состав многих жевательных резинок (мочевина, карбамид). Таким образом, **A** - N_2 , **B** - N_2O , **C** - H_2O , **D** - NH_3 , **E** - $(NH_2)_2CO$, **F** - H_2 . Взрослый человек выделяет за сутки около 20 г мочевины.

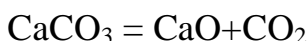
Система оценивания:

1. Установление элементов по 2 балла – 12 баллов
2. Уравнение реакции по 1 баллу – 5 баллов
3. Ответ на вопрос 3 – 3 балла

Итого: 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(CaCO_3) = (20 - 20 \cdot 0,1) / 100 = 18 / 100 = 0,18 \text{ моль}$$

$$V(CO_2) = 3,23 / 22,4 = 0,145 \text{ моль (практ.)}$$

$$n(CaCO_3) = n(CO_2) \text{ по уравнению (теор.)} = 0,18 \text{ моль}$$

$$\text{выход } \eta = 0,145 / 0,18 = 0,801 = 80,1 \%$$

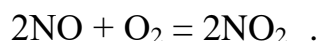
Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение количества вещества карбоната кальция – 2 балла
3. Определение количества вещества CO_2 теоретич. – 2 балла
4. Определение количества вещества $CaCO_3$ практич. – 2 балла
5. Определение выхода продукта реакции – 2 балла

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:



Используя формулу:

$$v_{\text{гомот}} = \pm \Delta v / (V \Delta t),$$

найдем скорость данной химической реакции:

$$v_{\text{р-ции}} = (4 - 1,5) / (50 \cdot (10 - 0)) = 0,005 \text{ моль/(л·с)}.$$

Ответ. $v_{\text{р-ции}} = 0,005 \text{ моль/(л·с)}$.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции – 3 баллов

Итого: 8 баллов

ЗАДАНИЕ 5**РЕШЕНИЕ:**

Стандартные энтальпии образования $\text{Na}_2\text{O}(\text{т})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ и $\text{NaOH}(\text{т})$ при 298К равны соответственно -416 , -286 и $-427,8$ кДж/моль. Используя следствие из закона Гесса, рассчитываем ΔH°_{298} химической реакции:

$$\Delta H^\circ_{298} = 2 \Delta H^\circ_f(\text{NaOH}, \text{т}) - [\Delta H^\circ_f(\text{Na}_2\text{O}, \text{т}) + \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}, \text{ж})] = 2 \cdot (-427,8) - [-416 + (-286)] = -153,6 \text{ кДж.}$$

Коэффициенты в термохимическом уравнении имеют смысл молей. Поэтому допустимы дробные значения коэффициентов. 1 моль гидроксида натрия может образоваться из 1/2 моля оксида натрия и 1/2 моля воды. В задании 1 (см. выше) рассчитано, что при образовании 2 моль NaOH в данной реакции выделяется 153,6 кДж теплоты ($\Delta H^\circ_{298} = -153,6$ кДж). Поэтому при образовании 1 моль NaOH количество выделившейся теплоты будет в 2 раза меньше, т.е. 76,8 кДж. В термохимическом уравнении количество выделяющейся теплоты указывают со знаком “плюс”: $1/2 \text{Na}_2\text{O}(\text{т}) + 1/2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{NaOH}(\text{т}) + 76,8 \text{ кДж.}$

Ответ: +76,8 кДж.

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - 5 баллов
2. Количественное определение – 5 баллов

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

Ответ: 32 мг.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение массы метана – 2 балла

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7**РЕШЕНИЕ:**

Сера – S

Порядковый номер $Z=16$ и массовое число $A=32$, заряд ядра + 16, число протонов =16, нейтронов ($N= A-Z= 12$) $32 - 16=16$ нейтронов, электронов = 16, период – 3, энергетических уровней – 3

16 S)))

Строение электронной оболочки: 16 S 2e; 8e; 6e.

16 S)))

2 8 6

Степень окисления – (-2) и (+ 2; +4; +6)

Окислительные свойства у серы выражены сильнее, чем у селена, но слабее, чем у кислорода, что связано с увеличением радиусов атомов от кислорода к селену

SO₃ – оксид серы является кислотным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов.

Серa образует гидроксид H₂SO₄, который проявляет все характерные свойства кислот.

Серa из водородных соединений образует H₂S.

Система оценивания:

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**

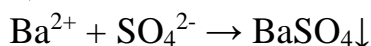
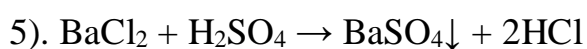
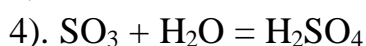
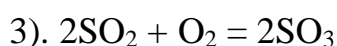
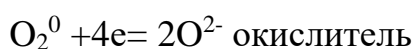
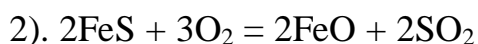
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**

3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла

10 баллов

2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – **3 балла**

3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации по 1 баллу –

3 балла.

Итого: 16 баллов.

ВАРИАНТ 7

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

Малахит или основной карбонат меди (II): (CuOH)₂CO₃

Разложение малахита: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Получение меди из малахита: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{CO} = 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$

Система оценивания:

1. Название вещества **10 баллов**

2. Уравнения реакций по 5 баллов **10 баллов**

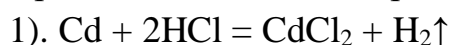
Всего **20 баллов**.

ЗАДАНИЕ 2

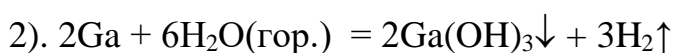
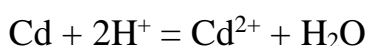
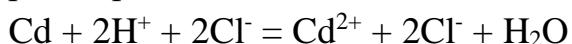
РЕШЕНИЕ:

Вещества Реагенты	Mg	Sn	Ga	Cd
горячая H_2O	растворение+выделение газа+белый осадок	-	растворение+выделение газа+белый осадок	-
HCl (разб.)	выделение газа	выделение газа	выделение газа	выделение газа
NaOH (конц.)	-	выделение газа	выделение газа	-
горячий раствор этанола	выделение газа			-

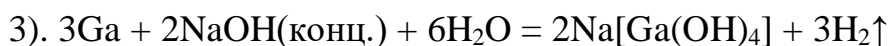
Уравнения химических реакций:



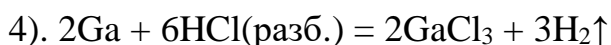
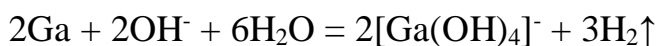
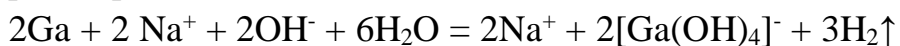
растворение металла и выделение газа



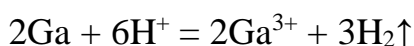
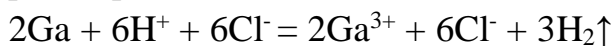
растворение металла, образование осадка и выделение газа



растворение металла и выделение газа

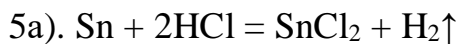
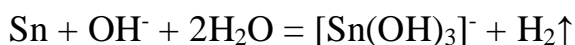
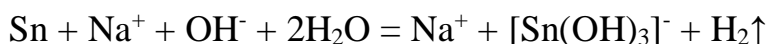


растворение металла и выделение газа

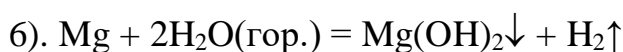
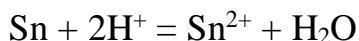
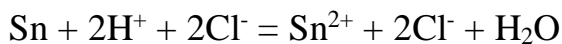




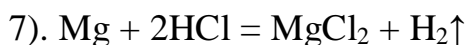
растворение металла и выделение газа



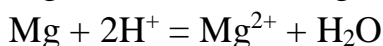
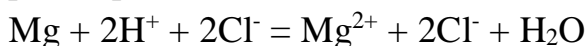
растворение металла и выделение газа



растворение металла, образование осадка и выделение газа



растворение металла и выделение газа



растворение металла и выделение газа.

Система оценивания:

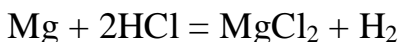
1. Уравнение реакции по 2 балла – **18 баллов**

2. Условия проведения реакций – **2 балла**

Итого: 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(\text{Mg}) = (12 - 12 \cdot 0,05) / 24 = 11,4 / 24 = 0,475 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) (\text{теор.}) = n(\text{Mg}) = 0,475 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 10 / 22,4 = 0,44 \text{ моль (пр.)}$$

$$\eta = V(\text{H}_2) (\text{пр.}) / V(\text{H}_2) (\text{теор.}) = n(\text{H}_2) (\text{пр.}) / n(\text{H}_2) (\text{теор.}) = 0,44 / 0,475 = 0,92 = 92\%$$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**

2. Определение количества вещества магния – **2 балла**

3. Определение количества вещества магния теоретич. – **2 балла**

4. Определение количества вещества магния практич. – **2 балла**

5. Определение выхода продукта реакции – **2 балла**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ:

В соответствии с правилом Вант-Гоффа

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma^{\frac{(T_2 - T_1)}{10}} = 2,1^{\frac{(38 - 15)}{10}} = 2,1^{2,3} = 5,5$$

Ответ: скорость реакции увеличится в 5,5 раза.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции - 3 баллов

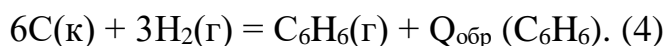
Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

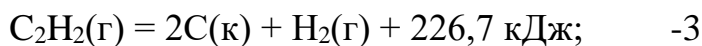
Стандартная теплота образования вещества равна тепловому эффекту реакции образования 1 моль данного вещества из простых веществ в стандартных состояниях (при давлении равном 1 атм. и заданной температуре).

Следовательно, необходимо найти тепловой эффект реакции:

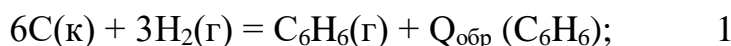
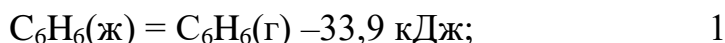
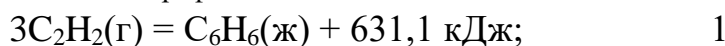


графит

Таким образом, получаем:



графит



графит

$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 226,7 \cdot (-3) + 631,1 - 33,9 = -82,9 \text{ (кДж/моль)}.$$

Ответ: $Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_6) = -82,9 \text{ кДж/моль}$.

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - 5 баллов
2. Количественное определение - 5 баллов

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

Ответ: 6,4 мг.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла
2. Определение массы газа - 2 балла

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Углерод С – химический элемент IV группы периодической системы Менделеева: атомный номер 6, атомная масса 12,011.

Порядковый номер $Z=6$; массовое число $A=12$, заряд ядра + 6 число протонов =6, нейтронов ($N=A-Z=6$) $12-6=6$ нейтронов, электронов = 6, период – 2, энергетических уровней – 2,

Строение электронной оболочки: $6\text{C } 2e; 4e$

$6\text{C }))$

2 4

Степень окисления +4;

Окислительные свойства у углерода выражены сильнее, чем у бора, но слабее, чем у азота, что связано с увеличением заряда ядра.

CO_2 кислотный оксид, H_2CO_3 кислота.

Система оценивания:

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**

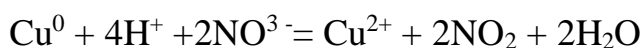
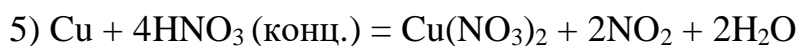
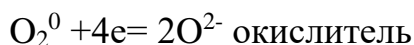
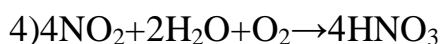
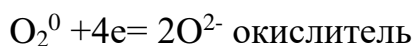
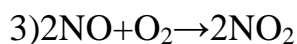
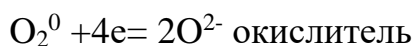
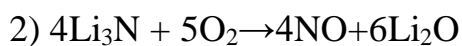
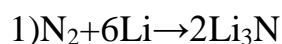
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**

3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

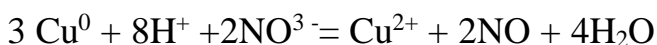
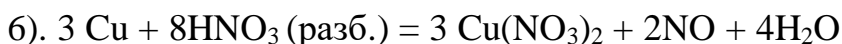
Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:



или



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла **10 баллов**
 2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – 5 баллов
 3. Дополнительная реакция – 1 балл.
- Итого: 16 баллов.**

ВАРИАНТ 8

ЗАДАНИЕ 1

РЕШЕНИЕ:

Ёмкость №1 – аммиачная селитра NH_4NO_3 .

Ёмкость №2 – натриевая селитра NaNO_3 .

Ёмкость №3 – сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Ёмкость №4 – калийная соль.

Ёмкость №5 – сильвинит. $(n\text{NaCl} \cdot m\text{KCl})$

Система оценивания:

1. Формулы соединений по 4 балла

Всего 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 2

РЕШЕНИЕ:

- 1) После первых двух опытов нетронутым осталось вещество **A** массой 0,6005 г. Далее его сожгли и получили газообразный оксид **E**, количество которого равно $1,12 / 22,4 = 0,05$ моль. Пусть он содержит два атома **A** в молекуле, тогда количество **A** равно 0,1 моль и

$$M(\text{A}) = 0,6005 : 0,1 = 6 \text{ г/моль},$$

то есть близко к литию. Но литий газообразных оксидов не образует (к тому же, он растворился бы в предыдущих опытах). Значит, в молекуле **E** один атом **A**. Тогда количество **A** равно 0,05 моль и тогда это углерод и углекислый газ. Итак, **A** – это **C**, **E** – это **CO**₂. Значит, в задаче идёт речь об элементах подгруппы углерода.

$$M(\text{A}) = 0,6005 : 0,05 = 12 \text{ г/моль},$$

Раствор 1 не содержит **A** и **B**, значит в нём содержится только нитрат элемента **B** (так как раствор получен растворением **B** в азотной кислоте).

Причём азотная кислота в такой концентрации окисляет элементы группы углерода только до степени окисления 2+. В **опыте 4** этот нитрат выделили из раствора и растворили в воде. После этого с помощью сульфида калия был осаждён, вероятно, сульфид. Тогда **З** имеет формулу **BS** (степень окисления равна 2+). Если атомная масса **B** равна x , то массовая доля **B** в соединении **З** равна

$$\omega_1 = \frac{x}{x + 32};$$

а поскольку масса **З** равна 3,5890 г, то масса простого вещества **B** равна

$$m_1 = \omega_1 \cdot 3,5890 = \frac{3,5890x}{x + 32}.$$

Оставшиеся элементы подгруппы углерода при растворении в концентрированной щёлочи окисляются до соединений со степенью окисления +4. Значит, при добавлении кислоты в **опыте 5** выпадает гидратированный оксид вида $\text{BO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Он при прокаливании даст оксид BO_2 (он же вещество **И**). Пусть молярная масса **B** равна y . Тогда, аналогично предыдущим рассуждениям, исходя из того, что масса **И** равна 2,1030 г, масса **B** равна

$$m_2 = \omega_2 \cdot 2,1030 = \frac{2,1030y}{y + 32}.$$

Так как масса исходной смеси равна 4,6915 г, а масса углерода равна 0,6005 г, то

$$m_1 + m_2 = 4,6915 - 0,6005 = 4,0910$$

$$\frac{3,5890x}{x + 32} + \frac{2,1030y}{y + 32} = 4,0910$$

$$x = \frac{4189,184 + 63,616y}{1,601y - 16,064}$$

Рассмотрим все возможные варианты:

Если **B** – это свинец, то $y = 207,2$, тогда $x = 55$, то есть марганец. Но он находится не в группе углерода.

Если **B** – это олово, то $y = 118,71$, тогда $x = 67,5$, то есть между галлием и цинком. Но ни тот, ни другой не располагаются в группе углерода.

Если **B** – это германий, то $y = 72,61$, тогда $x = 88$, то есть стронций. Он тоже не в группе углерода.

Если **Б** – это кремний, то $y = 28,09$, тогда $x = 207$, то есть свинец.

Число рассматриваемых вариантов можно сократить, если знать, что в щёлочи растворяются только кремний и олово, а чёрный сульфид образует свинец.

Значит, **Б** – это Si, **В** – это Pb, **И** – это SiO₂, **З** – это PbS.

Газ **Г** – один из оксидов азота, которые обычно выделяются при реакциях металлов с азотной кислотой. Молярная масса **Г** при этом равна $14,88 \cdot 2,02 = 30$ г/моль. Из всех оксидов азота такую молярную массу имеет только NO. **Г** – это NO.

При реакции кремния с концентрированной щёлочью образуется водород. Значит, газ **Д** – это H₂.

Ж кристаллизовалось из раствора, полученного пропусканием через щёлочь углекислого газа. Значит, это карбонат натрия. Но массовая доля кислорода в **Ж** равна 72,68 % (в безводном карбонате – 45,28 %). Значит, это кристаллогидрат вида Na₂CO₃·nH₂O. Массовую долю кислорода в нём можно выразить:

$$\omega(O) = \frac{48 + 16n}{106 + 18n} = 0,7268. \text{ Значит } n = 10,0$$

Значит, **Ж** – это Na₂CO₃·10H₂O.

2) Уравнения реакций

1. $3 \text{Pb} + 8 \text{HNO}_3 = 3 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} \uparrow + 4 \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Si} + 2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2$
3. $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$
4. $\text{CO}_2 + 2 \text{NaOH} + 9 \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{S} = 2 \text{KNO}_3 + \text{PbS} \downarrow$
6. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{HCl} + (n-1) \text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O} \downarrow + 2 \text{NaCl}$
7. $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + n \text{H}_2\text{O}$

3) Массы углерода и свинца рассчитаны ранее. Найдем массовые доли веществ в исходной смеси:

$$\omega(\text{C}) = \frac{0,6005}{4,6915} = 0,1280 = 12,80\%$$

$$\omega(\text{Pb}) = \frac{3,1080}{4,6915} = 0,6625 = 66,25\%$$

$$\omega(\text{Si}) = 100\% - 12,80\% - 66,25\% = 20,95\%$$

Количество выделенного из раствора гидрата карбоната натрия:

$$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{8,5637}{286,17} = 0,030 \text{ моль}$$

Т. к. на 1 формульную единицу $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ приходится 1 моль углерода, максимальное количество $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ равно исходному количеству моль углерода, т. е. 0,05 моль.

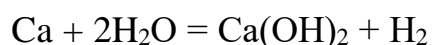
$$\text{Выход } \eta = \frac{\nu}{\nu_{\text{теор}}} = \frac{0,03}{0,05} = 0,6 = 60\%$$

Система оценивания:

1. Определение веществ А-И по 0,5 балла
 2. Расчёты NO, CO₂, PbS, SiO₂, Na₂CO₃ · 10H₂O по 1 баллу **9,5 баллов**
 3. Уравнения реакций по 1 баллу
 4. Расчёт массовых долей веществ в исходной смеси – 2,5 балла **3,5 балла**
(верные массовые доли для любых 2-х по 1 баллу, третий – 0,5 балла)
Расчёт выхода Na₂CO₃ · 10H₂O - 1 балл
- ИТОГО: 20 баллов.**

ЗАДАНИЕ 3

РЕШЕНИЕ:



$$n(\text{Ca}) = 60/40 = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Ca}) \text{ по уравнению (теор.)}$$

$$n(\text{H}_2) = 30/22,4 = 1,34 \text{ моль (пр.)}$$

$$\eta = V(\text{H}_2) (\text{пр.}) / V(\text{H}_2) (\text{теор.}) = n(\text{H}_2) (\text{пр.}) / n(\text{H}_2) (\text{теор.}) = 1,34/1,5 = 0,89 = 89\%$$

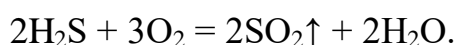
Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**
2. Определение количества вещества кальция – **2 балла**
3. Определение количества вещества водорода теоретич. – **2 балла**
4. Определение количества вещества водорода практич. – **2 балла**
5. Определение выхода продукта реакции – **2 балла**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 4

РЕШЕНИЕ



Используя формулу:

$$v_{\text{гомог}} = \pm \Delta c / \Delta t,$$

или

$$v_{\text{гомог}} = (c_1 - c_2) / (t_2 - t_1).$$

найдем скорость данной химической реакции:

$$v_{\text{р-ции}} = (3,5 - 1,5) / (15 - 0) = 0,133 \text{ моль}/(\text{л}\cdot\text{с}).$$

Ответ $v_{\text{р-ции}} = 0,133 \text{ моль}/(\text{л}\cdot\text{с}).$

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 5 баллов
2. Определение скорости реакции - 3 баллов

Итого: 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 5

РЕШЕНИЕ:

Эту задачу можно решить двумя способами.

Способ 1. Теплоту образования оксида железа(III) можно найти, воспользовавшись следствием из закона Гесса: стандартная теплота реакции равна разности сумм стандартных теплот образования продуктов (с учетом коэффициентов) и стандартных теплот образования исходных веществ (с учетом коэффициентов):

$$Q^0_{\text{реакции}} = \sum Q^0_{\text{образ. прод.}} + \sum Q^0_{\text{образ. исх. в-в}}$$

Напишем уравнение реакции:



По определению стандартная теплота образования простого вещества в стандартном состоянии равна нулю, поэтому

$$Q_1 = Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) - Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3).$$

Отсюда: $Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) - Q_1.$

По условию задачи при окислении 2 моль (54/27) алюминия выделяется 1675,5 кДж теплоты:



Следовательно, по определению теплоты образования вещества $Q_{\text{обр}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1675,5 \text{ кДж/моль.}$

Находим Q_1 :

$$32/160 \text{ моль } \text{Fe}_2\text{O}_3 - 170,84 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ моль } \text{Fe}_2\text{O}_3 - Q_1;$$

$$Q_1 = 854,2 \text{ кДж.}$$

Таким образом, $Q_{\text{образ.}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1675,5 - 854,2 = 821,3 \text{ (кДж/моль).}$

Способ 2. По условию задачи при окислении 2 моль Al выделяется 1675,5 кДж теплоты. Тогда согласно уравнению реакции количество теплоты Q_1 выделяется при окислении 4 моль Al:

$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3 + Q_1$. Следовательно, $Q_1 = 1675,5 \cdot 2 = 3351$ (кДж/моль).

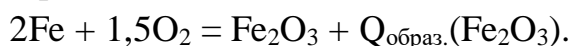
Аналогично проведем расчеты по уравнению реакции:



$n(Fe_2O_3) = 32/160 = 0,2$ моль;

$Q_2 = 170,84 \cdot 5 = 854,2$ кДж/моль.

Теплоту образования оксида железа (III) можно рассчитать как тепловой эффект реакции:



Для получения уравнения необходимо сложить термохимические уравнения первых двух реакций, умноженные на коэффициенты 0,5 и -1 соответственно. Следовательно,

$Q_{\text{образ.}}(Fe_2O_3) = 0,5Q_1 - Q_2 = 821,3$ кДж/моль.

Ответ: $Q_{\text{образ.}}(Fe_2O_3) = 821,3$ кДж/моль.

Система оценивания:

1. Составление термохимического уравнения реакции - **5 баллов**

2. Количественное определение - **5 баллов**

Итого: 10 баллов.

ЗАДАНИЕ 6

Ответ: 0,2 мг.

Система оценивания:

1. Уравнение реакции - **2 балла**

2. Определение массы газа - **2 балла**

Итого: 4 балла.

ЗАДАНИЕ 7

РЕШЕНИЕ:

Азот N- неметалл, II период (малый), V группа, главная подгруппа.

Атомная масса=14, заряд ядра – +7, число энергетических уровней=2
 $p=7$, $e=7$, $n=Ar-p=14-7=7$.

Строение электронной оболочки: $7 N 2e; 5e$

$7 N))$

2 5

Степень окисления +5;

Окислительные свойства выражены сильнее, чем у углерода, но слабее, чем у кислорода, что связано с увеличением заряда ядра.

N_2O_5 оксид азота является кислотным оксидом и проявляет все характерные

свойства оксидов. Азот образует кислоту HNO_3 , которая проявляет все характерные свойства кислот.

Летучее водородное соединение – NH_3

Система оценивания:

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 1 баллу **8 баллов**

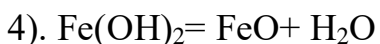
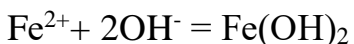
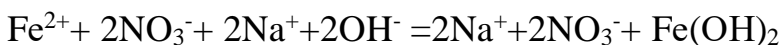
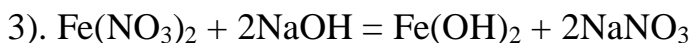
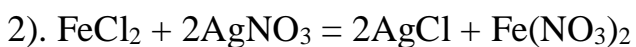
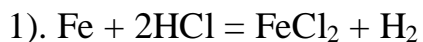
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**

3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

Итого: 12 баллов.

ЗАДАНИЕ 8

РЕШЕНИЕ:



Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 3 балла

12 баллов

2. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации – **4 балла.**

Итого: 16 баллов.