

## 9 КЛАСС

### 1 ВАРИАНТ

#### ЗАДАНИЕ 1

Элемент **X** мало распространён в природе. Чаще всего его соединения сопутствуют минералам, содержащим элемент **Y**, находящийся с **X** в одной подгруппе. Элемент **Y** встречается в земной коре и в виде простого вещества. При действии разбавленной азотной кислоты на простое вещество **A**, образованное элементом **X**, получается *кислота 1*, содержащая 61,2 % **X** по массе (*реакция 1*). При действии на *кислоту 1* 30%-ным раствором пероксида водорода образуется *кислота 2* (*реакция 2*). О *кислоте 2* известно, что она является сильным окислителем и способна растворять золото. Золото переходит в соединение, содержащее ион  $Au(3+)$ , и анион *кислоты 2*, а в реакции не образуются газообразные продукты (*реакция 3*).

1. Установите, о каких элементах **X**, **Y** идёт речь. **Ответ обоснуйте.** Про **Y** дополнительно известно, что он может образовывать кислоты, аналогичные по составу *кислоте 1* и *кислоте 2*.

2. Определите *кислоту 1* и *кислоту 2*. Ответ подтвердите расчётом.

3. Напишите уравнения реакций 1–3.

4. В честь какого небесного тела назван элемент **X**?

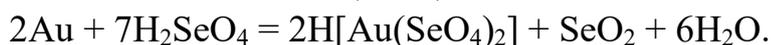
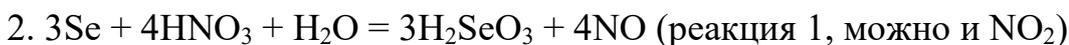
5. Напишите уравнение реакции простого вещества **A** при сплавлении с алюминием и гидроксидом натрия (*реакция 4*). Установите формулу бинарного продукта реакции соединения **B**, содержащего в структуре цепочки  $X_4$ , массовая доля **X** в **B** составляет 87,3 %.

#### 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  $H_2EO_4$ . ( $E = S, Se, Te, Po$ ).

Элемент **Y** – **сера**. Элемент **X** может быть селен, теллур или полоний. По процентному составу **кислоты 1**  $\text{H}_2\text{ЭO}_3$  элемент **X** – **селен (Se)**. ( $\omega = M(\text{Se})/M(\text{H}_2\text{SeO}_3) = 79/129 = 61.2\%$ ). Тогда **кислота 1** –  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  а **кислота 2** –  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ .

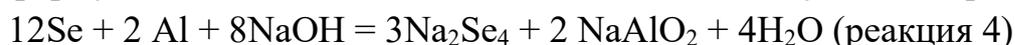


3. Селен от Селены греческой богини луны.

4. 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  $\text{Se}_4$  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  $\text{NaSe}_2$ . Т. к. соединение содержит цепочки  $\text{Se}_4$ , то формула **В** =  $\text{Na}_2\text{Se}_4$ . Для алюминия нет веществ, удовлетворяющих условию.



**Система оценивания:**

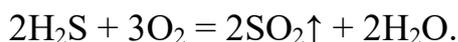
1. Установление элементов **X** и **Y** по 3 балла – 6 баллов
2. Установление формулы кислоты 1 и 2 по 2 балла – 4 балла
3. Уравнение реакции 1-3 по 3 балла – 9 баллов
4. Ответ на вопрос 3 – 2 балла
5. Установление формулы вещества **Б** – 5 баллов
6. Уравнение реакции 4 – 4 балла.

**Итого: 30 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 2

Начальная концентрация сероводорода в сосуде для сжигания газов была равна 3,5 моль/л. В сосуд ввели избыток кислорода и смесь взорвали. Через 15 с концентрация сероводорода составила 1,5 моль/л. Найдите скорость данной химической реакции.

**РЕШЕНИЕ:**



Используя формулу:

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

или

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

найдем скорость данной химической реакции:

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

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

**Система оценивания:**

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

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента азота по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

### 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 2 балла **16 баллов**

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

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

**Итого: 20 баллов**

### ЗАДАНИЕ 4

10 кг оксида магния обработали избытком раствора азотной кислоты. Какая масса соли образовалась, если выход соли составил 80% от теоретически возможного?

### РЕШЕНИЕ:



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

$$n(Mg(NO_3)_2) = n(MgO) = 250 \text{ моль (теор.)}$$

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

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

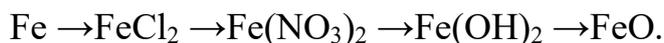
**Система оценивания:**

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 5

Дана схема превращений:



Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Уравнение 3 рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

**РЕШЕНИЕ:**

1.  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$   
 $\text{Fe}^0 - 2e = \text{Fe}^{2+}$  окислитель  
 $2\text{H}^+ + 2e = 2\text{H}^0$  восстановитель
2.  $\text{FeCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
3.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$   
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- = 2\text{Na}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{Fe}(\text{OH})_2$   
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2$
4.  $\text{Fe}(\text{OH})_2 = \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$

Система оценивания:

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

**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

При окислении 54 г алюминия кислородом выделяется 1675,5 кДж теплоты, а при взаимодействии 32 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  с алюминием выделяется 170,84 кДж теплоты. Рассчитайте теплоту образования оксида железа(III).

**РЕШЕНИЕ:**

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:

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + Q_1$ . Следовательно,  $Q_1 = 1675,5 \cdot 2 = 3351 \text{ (кДж/моль)}$ .

Аналогично проведем расчеты по уравнению реакции:



$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 32/160 = 0,2 \text{ моль};$$

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

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,

$$Q_{\text{образ.}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5Q_1 - Q_2 = 821,3 \text{ кДж/моль}.$$

Ответ:  $Q_{\text{образ.}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 821,3 \text{ кДж/моль}$ .

**Система оценивания:**

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

**Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 2 ВАРИАНТ

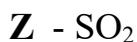
#### ЗАДАНИЕ 1

Порошок вещества **A** изумрудно – зеленого цвета прокалили. Образовалось вещество **B** черного цвета, выделился газ **C**, стенки нагреваемой пробирки покрылись капельками вещества **X**. Выделяющийся при нагревании вещества **A** газ **C** пропустили через баритовую воду, которая сначала помутнела, а при длительном пропускании газа **C** вновь стала прозрачной. Над твердым веществом **B**, оставшемся после прокаливания изумрудно – зеленого порошка, пропустили при нагревании избыток газа **D**, который в 14,5 раз легче воздуха. Образовалось вещество **E** красно – коричневого цвета, которое растворили в тяжелой маслянистой жидкости **F** при нагревании. Процесс сопровождался выделением газа **Z** с запахом жжёных спичек, в результате образовался раствор **H** голубого цвета.

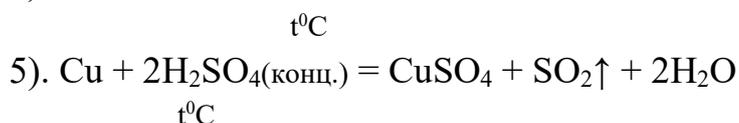
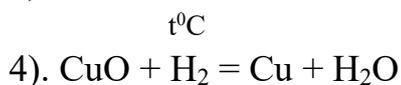
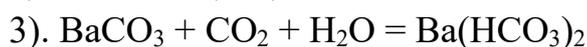
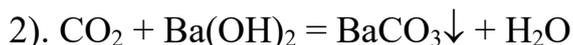
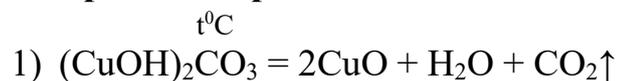
Определите упомянутые неизвестные вещества. Напишите уравнения протекающих реакций. Приведите примеры двух реакций, позволяющих получить из вещества **B** вещество **E** другими способами.

#### РЕШЕНИЕ:

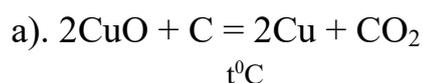
##### Неизвестные вещества:



##### 2. Уравнение реакций:



3. Реакции, позволяющие получить из вещества В вещество Е другими способами



$t^{\circ}\text{C}$



**Система оценивания:**

1. Установление элементов по 2 балла – **18 баллов**
2. Уравнение реакции 1-5 по 1 баллу – **5 баллов**
3. Ответ на вопрос 3 – по 3,5 балла - **7 баллов**

**Итого: 30 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 2

Температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2,1. Во сколько раз возрастет скорость этой реакции при увеличении температуры с 15 до 38°C?

**РЕШЕНИЕ:**

В соответствии с правилом Вант-Гоффа

$$\frac{v_2}{v_1} = 2,1^{\frac{(38-15)}{10}} = 2,1^{\frac{23}{10}} = 2,1^{2,3} = 5,5$$

**Ответ:** скорость реакции увеличится в 5,5 раза.

**Система оценивания:**

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

**Итого: 10 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента кальция по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома или (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

**РЕШЕНИЕ:**

Кальций Са

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 Са 2e; 8e; 8e; 2e.

20 Са ) ) )

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  $\text{Ca}^{2+}$

$\text{CaO}$  – 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 2 балла **16 баллов**

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

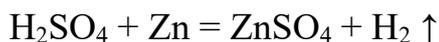
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов**

#### **ЗАДАНИЕ 4**

Цинк массой 6,5 кг обработали избытком раствора разбавленной серной кислоты. Определите объем выделившегося газа, если выход продукта реакции составил 80% от теоретически возможного.

**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 объема водорода – 2 балла.

**Итого: 10 баллов.**

#### **ЗАДАНИЕ 5**

Дана схема превращений:



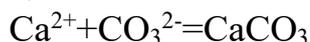
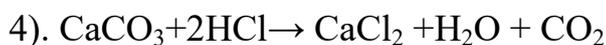
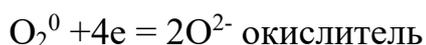
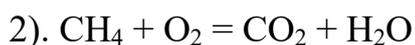
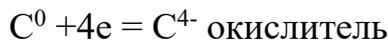
Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте

коэффициенты в уравнении реакции. Остальные уравнение рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

### РЕШЕНИЕ:

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



#### Система оценивания:

1. Уравнение реакции - 2 балла, всего **10 баллов**

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

**3 балла**

3. Рассмотрение в свете теории электролитической диссоциации по 1 баллу – 2

**балла**

**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

Рассчитайте количество теплоты, которое потребуется для разложения дихромата калия, если в результате реакции образовалось 48 г кислорода. Теплоты образования  $K_2Cr_2O_7$ ,  $K_2CrO_4$  и  $Cr_2O_3$  равны 2063, 1398 и 1141 кДж/моль соответственно.

### РЕШЕНИЕ:

Уравнение реакции термического разложения:



По закону Гесса:  $Q = 4Q_{обр}(K_2CrO_4) + 2Q_{обр}(Cr_2O_3) - 4Q_{обр}(K_2Cr_2O_7) = 4 \cdot 1398 + 2 \cdot 1141 - 4 \cdot 2063 = -378$  кДж.

При выделении 3 моль  $O_2$  поглотилось 378 кДж, а при выделении  $\nu(O_2)$   
 $=48/32 = 1,5$  моль должно поглотиться  $x$  кДж теплоты.

Отсюда  $x = 378 / 2 = 189$  кДж.

Ответ: 189 кДж.

1. Составление химического уравнения реакции - **5 баллов**
  2. Составление термохимического уравнения реакции - **5 баллов**
  3. Количественное определение - **5 баллов**
- Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 3 ВАРИАНТ

#### ЗАДАНИЕ 1

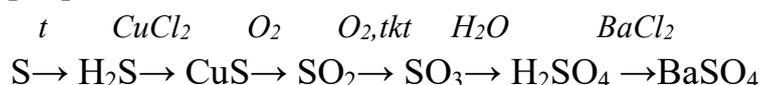
Простое вещество жёлтого цвета **А**, кристаллы которого тонут в воде, а порошок плавает на поверхности воды, прореагировало с газообразным веществом **Б** при нагревании. В результате получили ядовитый газ **В**. Известно, что он горит голубым пламенем. Газ **В** собрали и пропустили через раствор хлорида меди (II). Полученный черный осадок **Г** подвергли обжигу. Образовавшийся газ **Д** с резким запахом окислили при нагревании в присутствии катализатора и полученное вещество **Е** растворили в воде. К половине полученного раствора бесцветной жидкости **Ж** добавили раствор хлорида бария. При этом выпал белый осадок **З**. К другой половине добавили лакмус. При этом раствор покраснел.

1. Назовите перечисленные вещества.
2. Запишите соответствующую цепочку превращений.
3. Напишите уравнения реакций.
4. Укажите уравнения окислительно – восстановительных реакций, покажите переход электронов, определите окислитель и восстановитель.
5. Для реакций ионного обмена приведите краткие ионные уравнения.

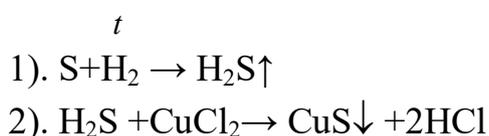
#### РЕШЕНИЕ:

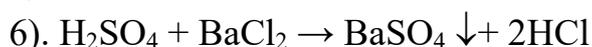
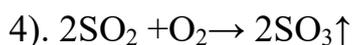
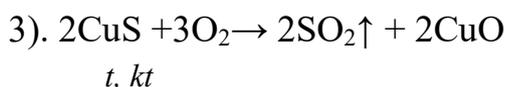
1. **А** - S – сера  
**Б** – H<sub>2</sub> - водород  
**В** - H<sub>2</sub>S – сероводород, сульфид водорода, дигидросульфид  
**Г** - CuS – сульфид меди (II)  
**Д** - SO<sub>2</sub> – оксид серы (IV), диоксид серы, сернистый газ, сернистый ангидрид  
**Е** - SO<sub>3</sub> – оксид серы (VI), серный ангидрид, серный газ  
**Ж** - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – серная кислота, купоросное масло  
**З** - BaSO<sub>4</sub> – сульфат бария

2. Цепочка превращений:

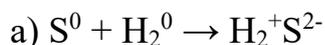


3. Осуществление превращений

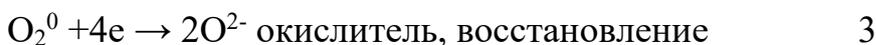
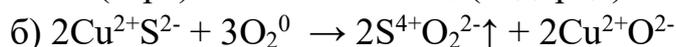




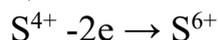
4. Окислительно – восстановительные реакции



Ответ: S (сера) – окислитель H<sub>2</sub> (водород) - восстановитель

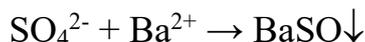
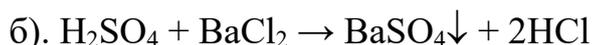
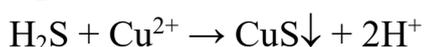
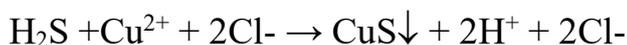
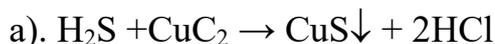


Ответ: O<sub>2</sub>(кислород) – окислитель, CuS(сульфид меди (II)) –  
восстановитель



Ответ: O<sub>2</sub> (кислород) – окислитель, SO<sub>2</sub> (оксид серы (IV)) –  
восстановитель

5. Реакции ионного обмена

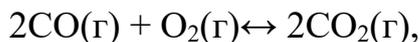


**Система оценивания:**

1. Назовите перечисленные вещества, по 2 балла – **16 баллов**
  2. Запишите соответствующую цепочку превращений – **2 балла**
  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 1,5 балла – **3 балла**
- Всего 30 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 2

Как изменится скорость прямой реакции



если уменьшить реакционный объем в 3 раза;

### 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:

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

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

**Ответ:** скорость реакции увеличилась в 27 раз.

**Система оценивания:**

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

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента серы по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

### 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

SO<sub>3</sub> – оксид серы является кислотным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов.

Сера образует гидроксид  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , который проявляет все характерные свойства кислот.

Сера из водородных соединений образует  $\text{H}_2\text{S}$ .

**Система оценивания:**

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 2 балла **16 баллов**

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

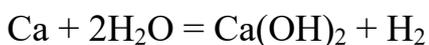
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов.**

#### ЗАДАНИЕ 4

При взаимодействии 60 г кальция с водой выделилось 30 л водорода (н.у.). Найдите объемную долю выхода продукта реакции (в %).

**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 5

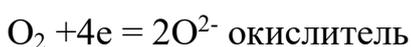
Дана схема превращений:

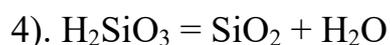
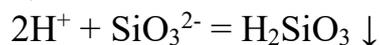
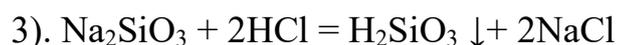
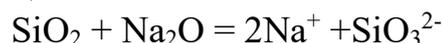


Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Остальные уравнение рассмотрите свете теории электролитической диссоциации.

**РЕШЕНИЕ:**





**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции - 2,5 балла, всего **10 баллов**

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

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

**3 балла.**

**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

Составьте термохимическое уравнение реакции взаимодействия  $\text{Na}_2\text{O}(\text{т})$  и  $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ , если при этом образуется 1 моль  $\text{NaOH}(\text{т})$ . В ответе приведите количество теплоты, указанное в термохимическом уравнении. 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.

### 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  $\Delta H^\circ_{298}$  химической реакции:

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

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  $\text{NaOH}$  в данной реакции выделяется 153,6 кДж теплоты ( $\Delta H^\circ_{298} = -153,6$  кДж). Поэтому при образовании 1 моль  $\text{NaOH}$  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 химического уравнения реакции - **5 баллов**

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

3. Количественное определение – **5 баллов**

**Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 4 ВАРИАНТ

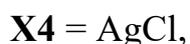
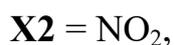
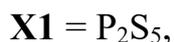
#### ЗАДАНИЕ 1

Неизвестный порошок вещества **X1** жёлтого цвета состоит из двух химических элементов. При растворении **X1** в **большом** избытке концентрированной азотной кислоты выделяется бурый газ **X2** и образуется бесцветный раствор (реакция 1). При действии на этот раствор небольшого избытка водного раствора хлорида бария выпадает белый кристаллический осадок **X3** (реакция 2). К фильтрату, полученному при отделении осадка **X3**, добавляют избыток раствора нитрата серебра. При этом наблюдается выпадение белого творожистого осадка **X4** (реакция 3). К раствору, оставшемуся после отделения осадка **X4**, по каплям осторожно добавляют водный раствор гидроксида натрия до полного осаждения жёлтого осадка **X5** (реакции 4 и 5). Определите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций (пять уравнений), предполагая, что все реакции протекают количественно, причём масса **X5** в 1,39 раз меньше, чем масса **X3**.

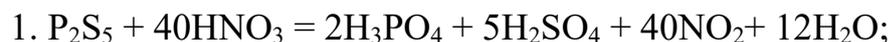
#### РЕШЕНИЕ:

Бурый газ, выделяющийся при реакции неизвестного вещества с концентрированной азотной кислотой – это оксид азота (IV)  $\text{NO}_2$ . Осадок **X3**, образующийся при действии раствора хлорида бария на азотнокислый раствор, полученный при растворении **X1**, это сульфат бария  $\text{BaSO}_4$ , 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  $\text{AgCl}$ . Жёлтый осадок **X5**, образующийся при осторожном добавлении щёлочи, может представлять собой оксид ртути  $\text{HgO}$  или фосфат серебра  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ . Массовое отношение **X3** : **X5** = 1,074 для  $\text{BaSO}_4$  :  $\text{HgO}$ , что не соответствует приведённому в условии. В случае фосфата серебра мольное отношение  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  :  $\text{BaSO}_4 = 419 \cdot 1,39 : 233 = 1 : 2,5$ , 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**  $\text{P}_2\text{S}_5$ .

Таким образом,



#### 2) Уравнения реакций:



2.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ ;
3.  $\text{AgNO}_3(\text{изб}) + \text{HCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$ ;
4.  $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;
5.  $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 6\text{NaOH} + 3\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + 6\text{NaNO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

**Система оценивания:**

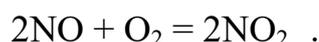
- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Определение веществ X1 – X5 по 3 балла | <b>15 баллов</b> |
| 2. Уравнения реакций по 3 балла           | <b>15 баллов</b> |

**ИТОГО: 30 баллов**

### ЗАДАНИЕ 2

В сосуд для проведения химических реакций ввели 4 моль оксида азота(II) и избыток кислорода. Через 10 с количество вещества оксида азота(II) оказалось равным 1,5 моль. Найдите скорость данной химической реакции, если известно, что объем сосуда равен 50 л.

#### РЕШЕНИЕ:



Используя формулу:

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

найдем скорость данной химической реакции:

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

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

**Система оценивания:**

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

**Итого: 10 баллов**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента магния по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

#### 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 2 балла **16 баллов**

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

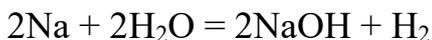
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 4

При взаимодействии 24,15 г технического натрия, содержащего 5% примесей, было получено 8,96 л водорода (н.у.). Вычислите объемную долю выхода продукта реакции (в %).

**РЕШЕНИЕ:**



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

$$n(H_2) \text{ (теор.)} = 0,5 \quad n(Mg) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(H_2) = 8,96 / 22,4 = 0,4 \text{ моль (пр.)}$$

$$\eta = V(H_2) \text{ (пр.)} / V(H_2) \text{ (теор.)} = n(H_2) \text{ (пр.)} / n(H_2) \text{ (теор.)} = 0,4 / 0,5 = 0,8 = 80\%.$$

**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 объемной доли продукта реакции – **2 балла**

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 5

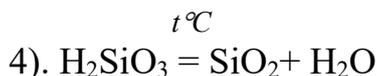
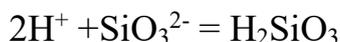
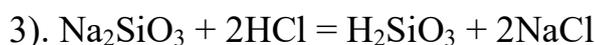
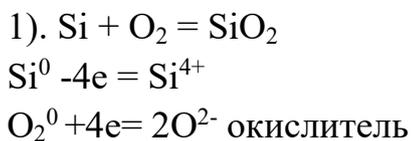
Дана схема превращений:



Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Уравнение 3 рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

### РЕШЕНИЕ:



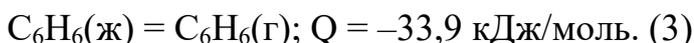
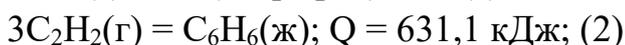
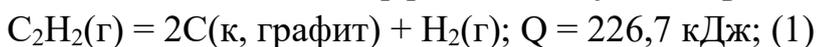
#### Система оценивания:

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

**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

**Известны тепловые эффекты следующих реакций:**



Рассчитайте теплоту образования газообразного бензола из графита и водорода.

### РЕШЕНИЕ:

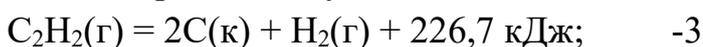
Стандартная теплота образования вещества равна тепловому эффекту реакции образования 1 моль данного вещества из простых веществ в стандартных состояниях (при давлении равном 1 атм. и заданной температуре).

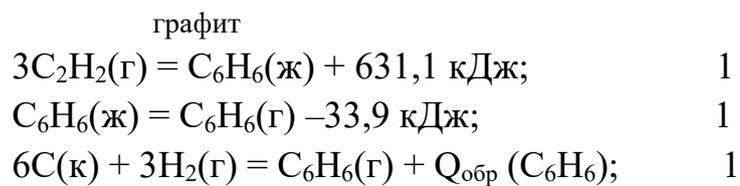
Следовательно, необходимо найти тепловой эффект реакции:



графит

Таким образом, получаем:





графит

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

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

**Система оценивания:**

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

**Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 5 ВАРИАНТ

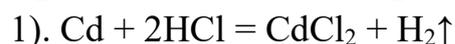
#### ЗАДАНИЕ 1

Лаборант кабинета химии приготовил для демонстрации образцы металлов, но забыл подписать этикетки. Известно, что в химических стаканах находятся порошки четырех серебристо – белых металлов – магния, олова, галлия и кадмия. Предлагается, используя горячую дистиллированную воду, горячий раствор этанола, действие на металлы концентрированного раствора гидроксида натрия и разбавленного раствора хлороводородной кислоты, определить содержимое каждого из стаканов. Составьте уравнения всех происходящих химических реакций.

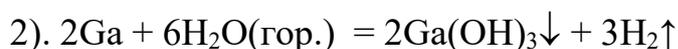
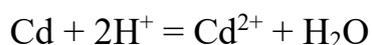
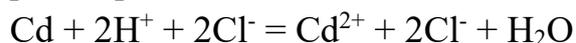
#### РЕШЕНИЕ:

Вещества Реагенты	Mg	Sn	Ga	Cd
горячая H <sub>2</sub> O	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:



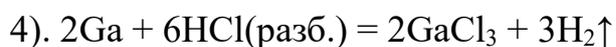
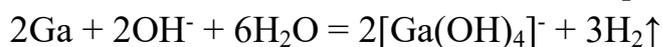
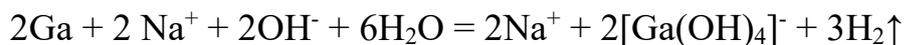
растворение металла и выделение газа



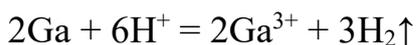
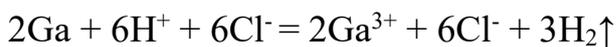
растворение металла, образование осадка и выделение газа



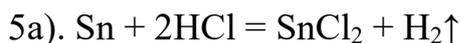
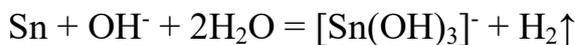
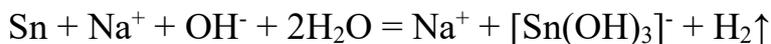
растворение металла и выделение газа



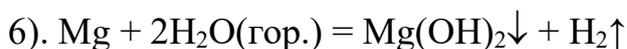
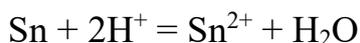
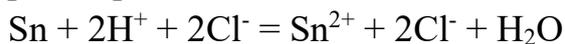
растворение металла и выделение газа



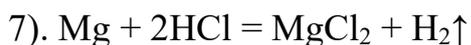
растворение металла и выделение газа



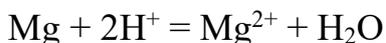
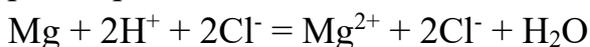
растворение металла и выделение газа



растворение металла, образование осадка и выделение газа



растворение металла и выделение газа



растворение металла и выделение газа.

**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции по 3 балла – **27 баллов**
2. Условия проведения реакций – **3 балла**

**Итого: 30 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 2

В системе  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$  равновесные концентрации веществ:  $C_{\text{NO}}=0,2$  моль/л;  $C_{\text{O}_2}=0,3$  моль/л;  $C_{\text{NO}_2}=0,4$  моль/л. Вычислите константу равновесия и оцените положение равновесия.

## РЕШЕНИЕ:

По закону действующих масс выражение константы равновесия реакции:

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

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. Определение скорости реакции – 5 баллов

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента натрия по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

**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 Na 2e; 8e; 1e.

11 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<sub>2</sub>O – оксид натрия является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Натрий образует гидроксид NaOH (щелочь), который проявляет все характерные свойства оснований.

**Система оценивания:**

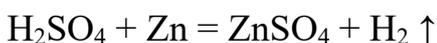
1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 2 балла **16 баллов**
2. Строение электронной оболочки – **2 балла**
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов**

### ЗАДАНИЕ 4

Какой объем водорода выделится при взаимодействии 13 г цинка с избытком раствора разбавленной серной кислоты? Объемная доля выхода водорода составляет 90% от теоретически возможного.

**РЕШЕНИЕ:**



$$n(\text{Zn}) = 13/65 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль (теор.)}$$

$$n(\text{H}_2)_{\text{практ.}} = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18 \text{ моль}$$

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

**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 5

Дана схема превращений:

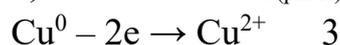
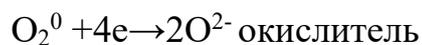
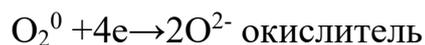
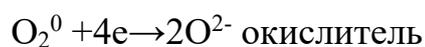
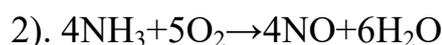
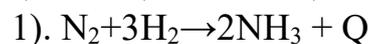


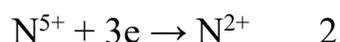
Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Остальные уравнение рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

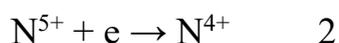
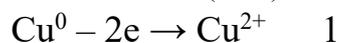
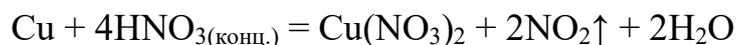
### РЕШЕНИЕ:

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





или



**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции - 2 балла

**10 баллов**

2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций по 1 баллу,

всего **5 баллов**.

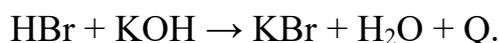
**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

При сливании 50 мл 0,6 М раствора КОН и 32,39 мл 6%-ного раствора HBr (пл. 1,042 г/см<sup>3</sup>) выделилось 1,4 кДж теплоты. Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации (в кДж/моль).

### РЕШЕНИЕ:

Реакция нейтрализации:



$$v_{\text{KOH}} = (0,6 \cdot 50) / 1000 = 0,03 \text{ моль}; v_{\text{HBr}} = (32,39 \cdot 1,042 \cdot 0,06) / 81 = 0,025$$

моль; следовательно, в недостатке находится кислота. Теплоту нейтрализации рассчитываем по кислоте:  $Q = 1,4 / 0,025 = 56 \text{ кДж/моль}$ .

Ответ: 56 кДж/моль.

**Система оценивания:**

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

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

3. Количественное определение – **5 баллов**

**Итого: 15 баллов.**

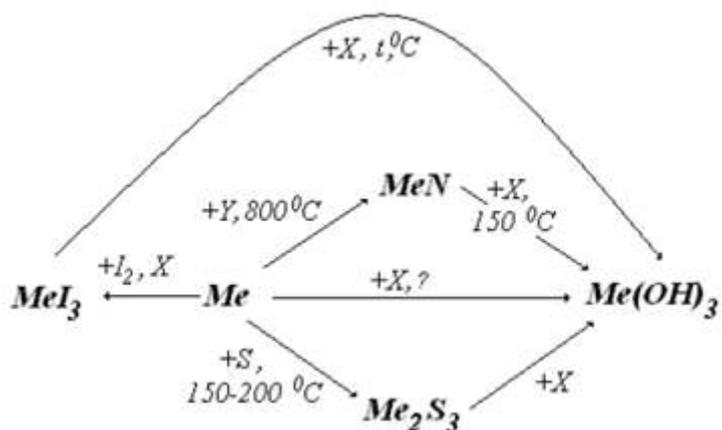
## 9 КЛАСС

### 6 ВАРИАНТ

#### ЗАДАНИЕ 1

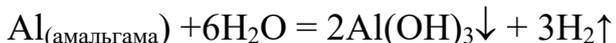
Вещество X представляет собой бесцветную, летучую, химически активную жидкость. Me – белый, мягкий, легкий, пластичный металл, который при определенных условиях взаимодействует с веществом X. Его оксид и гидроксид проявляют амфотерные свойства. Y – бесцветный газ, химически активный, очень хорошо растворяется в веществе X.

Химические превращения какого металла представлены в схеме? Установите формулы веществ X и Y. Составьте уравнения всех реакций, представленных на схеме.



#### РЕШЕНИЕ:

Металл  $Me$  – Al; вещество X – вода  $H_2O$ ; вещество Y – аммиак  $NH_3$ . В схеме зашифрованы следующие уравнения реакций:



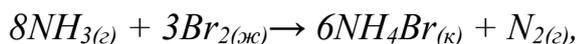
#### Система оценивания:

1. Установление элементов по 1 баллу – **3 балла**
2. Уравнение реакции 1-9 по 3 балла – **27 баллов**

**Итого: 30 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 2

Как следует изменить объем реакционной смеси системы:



чтобы скорость реакции уменьшилась в 60 раз?

### РЕШЕНИЕ:

Чтобы уменьшить скорость реакции необходимо увеличить объем системы, т.е. уменьшить давление и, тем самым, уменьшить концентрацию газообразного компонента —  $\text{NH}_3$ . Концентрация  $\text{Br}_2$  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 – 5 баллов

**Итого: 10 баллов.**

## ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента фосфора по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение атома;
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

### РЕШЕНИЕ:

Характеристика Р (фосфор)

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

Атомная масса=31.Заряд ядра атома  $\text{P}^{+15}$ , 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 H (водорода), с основными оксидами, основаниями.

**Система оценивания:**

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 2 балла **16 баллов**

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

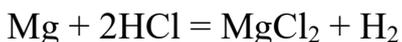
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов.**

**ЗАДАНИЕ 4**

При взаимодействии 12 г технического магния, содержащего 5% примесей, с избытком соляной кислоты, выделилось 10 л водорода (н. у.). Вычислите объемную долю выхода продукта реакции.

**РЕШЕНИЕ:**



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

$$n(H_2) \text{ (теор.)} = n(Mg) = 0,475 \text{ моль}$$

$$n(H_2) = 10 / 22,4 = 0,44 \text{ моль (пр.)}$$

$$\eta = V(H_2) \text{ (пр.)} / V(H_2) \text{ (теор.)} = n(H_2) \text{ (пр.)} / n(H_2) \text{ (теор.)} = 0,44 / 0,475 = 0,92 = 92\%$$

**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 5**

Дана схема превращений:

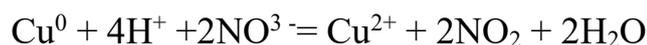
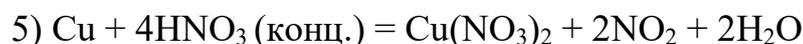
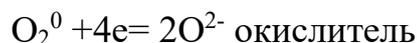
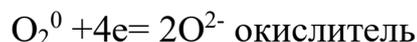
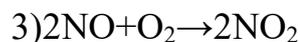
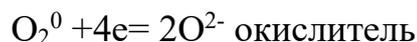
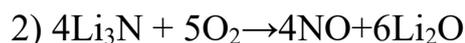


Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

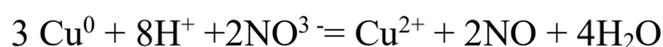
Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Уравнение 5 рассмотрите свете теории электролитической диссоциации

**РЕШЕНИЕ:**





или



**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции - 2 балла

**10 баллов**

2. Составление схемы окислительно – восстановительных реакций – по 1 баллу,

всего **5 баллов**

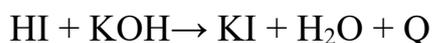
**Итого: 15 баллов.**

### **ЗАДАНИЕ 6**

При сливании 80 мл 2 М раствора HI и 6,47 мл 10%-ного раствора KOH (пл. 1,082 г/см<sup>3</sup>) выделилось 0,7 кДж теплоты. Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации (в кДж/моль).

### **РЕШЕНИЕ:**

Реакция нейтрализации:



$$\nu \text{HI} = (2 \cdot 80) / 1000 = 0,16 \text{ моль}$$

$$v_{\text{KOH}} = (6,47 \cdot 1,082 \cdot 0,1) / 56 = 0,0125 \text{ моль};$$

следовательно, в недостатке находится щёлочь. Теплоту нейтрализации рассчитываем по щёлочи:

$$Q = 0,7 / 0,0125 = 56 \text{ кДж/моль}.$$

Ответ: 56 кДж/моль

**Система оценивания:**

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

**Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 7 ВАРИАНТ

#### ЗАДАНИЕ 1

«...Это первый металл, с которым познакомился человек, еще во времена нового каменного века (около 6 тыс. лет назад на Древнем Востоке и около 4 тыс. лет назад в Европе). Встречается в природе в самородном состоянии в виде пластинок, губчатых и сплошных масс, а также кристаллов. Самородки этого металла гораздо больше распространены в природе, чем самородки других металлов. Самый крупный из найденных самородков имел массу 420 тонн. Человек быстро оценил преимущества этого металла. Возраст предметов, изготовленных из ..., достигает 6 тыс. лет...»

О каком металле говорится в тексте? Какие минералы, содержащие этот металл, вы знаете? Напишите названия и формулы шести важнейших минералов, в состав которых входит этот металл. Рассчитайте, в каком из минералов содержание этого металла наибольшее?

#### РЕШЕНИЕ:

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

Халькопирит -  $\text{CuFeS}_2 = 64:184 = 0,3478$  (34,78%)

Халькозин – «медный блеск»  $\text{Cu}_2\text{S} = 128:160 = 0,8$  (80%)

Ковелин -  $\text{CuS} = 64:96 = 0,6667$  (66,67%)

Малахит -  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 = 128:222 = 0,5766$  (57,66%)

Азурит -  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 = 192:346 = 0,5549$  (55,49%)

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.

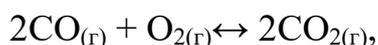
#### Система оценивания:

1. Название металла – **10 баллов**
2. Названия минералов по 2 балла – **12 баллов**
3. Написание формул минералов по 1 баллу – **6 баллов**
4. Расчёт наибольшего содержания металла – **2 балла**

**Всего 30 баллов.**

#### ЗАДАНИЕ 2

Как изменится скорость прямой реакции



если уменьшить давление в 2 раза.

### 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.

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

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

**Ответ:** б) скорость реакции уменьшилась в 8 раз.

#### Система оценивания:

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

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента лития по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

### РЕШЕНИЕ:

Дайте характеристику химического элемента лития по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

#### 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  $\text{Li}^+$

$\text{Li}_2\text{O}$  – оксид лития является основным оксидом и проявляет все характерные свойства оксидов. Литий  $\text{Li}$  образует гидроксид  $\text{Li OH}$  (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 2 балла **16 баллов**

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

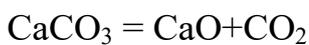
3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**

**Итого: 20 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 4

При термическом разложении 20 г известняка, содержащего 10% некарбонатных примесей, было получено 3,23 л углекислого газа (н. у.). Вычислите объемную долю выхода продукта реакции (в %).

**РЕШЕНИЕ:**



$$n(\text{CaCO}_3) = (20 - 20 \cdot 0,1) / 100 = 18 / 100 = 0,18 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = 3,23 / 22,4 = 0,145 \text{ моль (практ.)}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) \text{ по уравнению (теор.)} = 0,18 \text{ моль}$$

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

**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции - **2 балла**

2. Определение количества вещества карбоната кальция – **2 балла**

3. Определение количества вещества  $\text{CO}_2$  теоретич. – **2 балла**

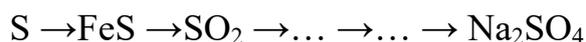
4. Определение количества вещества  $\text{CaCO}_3$  практич. – **2 балла**

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

**Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 5

Дана схема превращений:

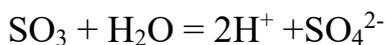
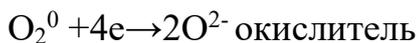
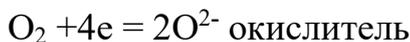
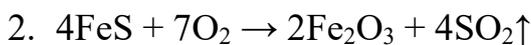
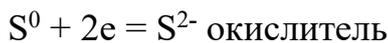


Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте

коэффициенты в уравнении реакции. Остальные уравнение рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

### 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 –

2 балла.

**Итого: 15 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 6

. Определите, возможно ли при  $95^\circ\text{C}$  самопроизвольное протекание процесса  $Na_2O(т) + H_2O(ж) \rightarrow 2NaOH(т)$ , если известны значения  $\Delta H$  ( $-147,2$  кДж) и  $\Delta S$  ( $-17,18$  Дж/К) при нормальных условиях и температуре  $25^\circ\text{C}$ . Ответ обоснуйте, рассчитав величину изменения энергии Гиббса при данной температуре.

### РЕШЕНИЕ:

Переведем температуру в шкалу Кельвина:  $T = 273 + 95 = 368\text{K}$ . Для расчета  $\Delta G^\circ_{368}$  воспользуемся уравнением:

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

При этом величину изменения энтропии необходимо перевести из Дж/К в кДж/К, поскольку значения  $\Delta H$  и  $\Delta G$  обычно измеряют в кДж.  $-17,18$  Дж/К =  $-0,01718$  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  $95^\circ\text{C}$  возможно.

Ответ:  $-140,9$  кДж; возможно.

#### Система оценивания:

1. Составление химического уравнения реакции - 5 баллов

2. Составление термохимического уравнения реакции - 5 баллов

3. Количественное определение – 5 баллов

**Итого: 15 баллов.**

## 9 КЛАСС

### 8 ВАРИАНТ

#### ЗАДАНИЕ 1

Смесь фосфорита, кокса и песка нагревали в электрической печи. Один из продуктов этой реакции **A** может самопроизвольно воспламеняться на воздухе, образуя твердое белое вещество **B**, способное растворяться при нагревании в жидкости **C**. Образуется раствор **D**, окрашивающий лакмус в красный цвет.

Вещество **A** может растворяться в растворе едкого кали с выделением газа **E** с чесночным запахом, который также самопроизвольно воспламеняется на воздухе. При пропускании газа **E** через водный раствор ляписа образуется серебристый металл **F**, используемый при производстве ювелирных изделий, и смесь двух кислот (**D** и **H**).

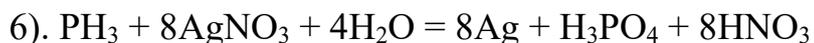
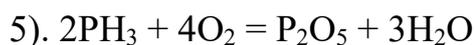
Определите упомянутые неизвестные вещества. Напишите уравнения проведенных реакций. Приведите уравнения реакций растворения металла **F** в концентрированной и разбавленной кислоте **H**.

#### РЕШЕНИЕ:

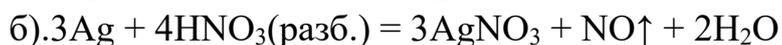
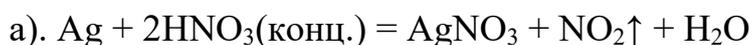
##### Неизвестные вещества:

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

##### Уравнения реакций



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



**Система оценивания:**

1. Установление элементов по 3 балла – **21 балл**
  2. Уравнение реакции 1-6 по 1 баллу – **6 баллов**
  3. Уравнения реакций растворения металла F в концентрированной и разбавленной кислоте H по 1,5 балла – **3 балла**
- Итого: 30 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 2

В системе  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$  равновесные концентрации веществ:  $C_{\text{NO}}=0,2$  моль/л;  $C_{\text{O}_2}=0,3$  моль/л;  $C_{\text{NO}_2}=0,4$  моль/л. Вычислите константу равновесия и оцените положение равновесия.

#### РЕШЕНИЕ:

По закону действующих масс выражение константы равновесия реакции:

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

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 и ее смещение – 5 баллов
- Итого: 10 баллов.**

### ЗАДАНИЕ 3

Дайте характеристику химического элемента углерода по плану:

1. положение элемента в ПСХЭ;
2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);
3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

#### 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.

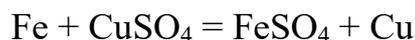
$\text{CO}_2$  кислотный оксид,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  кислота.

**Система оценивания:**

1. Определение порядкового номера, массового числа, заряда ядра, числа протонов, нейтронов, электронов, периода, энергетических уровней – по 2 балла **16 баллов**
  2. Строение электронной оболочки – **2 балла**
  3. Формулы оксида и гидроксида, их характер – **2 балла**
- Итого: 20 баллов.**

**ЗАДАНИЕ 4**

К 160 кг 10%-го раствора сульфата меди (II) прибавили избыток железных опилок. Какая масса меди выделилась, если выход продукта составил 90% от теоретически возможного?

**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  $\text{CuSO}_4$  – 2 балла
3. Определение количества вещества  $\text{CuSO}_4$  – 2 балла
4. Определение количества вещества  $\text{Cu}$  теоретич. – 2 балла
5. Определение количества вещества  $\text{Cu}$  практич. – 2 балла
6. Определение массы  $\text{Cu}$  – 1 балл.

**Итого: 10 баллов.**

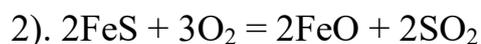
**ЗАДАНИЕ 5**

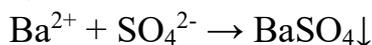
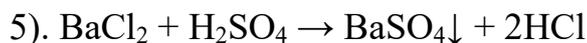
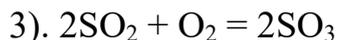
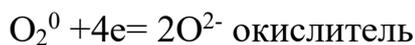
Дана схема превращений:



Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

Для окислительно-восстановительных реакций составьте схему изменения степеней окисления элементов, укажите окислитель и восстановитель, используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции. Уравнение 5 рассмотрите свете теории электролитической диссоциации.

**РЕШЕНИЕ:**



**Система оценивания:**

1. Уравнение реакции - 2 балла, всего **10 баллов**

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

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

**3 балла.**

**Итого: 15 баллов.**

### **ЗАДАНИЕ 6**

По термохимическому уравнению реакции  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 178$  кДж рассчитайте, сколько теплоты потребуется для разложения 10 кг карбоната кальция.

### **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. Составление химического уравнения реакции - **5 баллов**

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

3. Количественное определение – **5 баллов**

**Итого: 15 баллов.**