

**1. (30 баллов)** 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 образовать 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 Б, содержащего в структуре цепочки  $X_4$ , массовая доля X в Б составляет 87,3 %.

**2. (10 баллов)** Начальная концентрация сероводорода в сосуде для сжигания газов была равна 3,5 моль/л. В сосуд ввели избыток кислорода и смесь взорвали. Через 15с. концентрация сероводорода составила 1,5 моль/л. Найдите скорость данной химической реакции.

**3. (20 баллов)** Дайте характеристику химического элемента азота по плану:

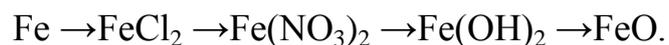
1. положение элемента в ПСХЭ;

2. строение электронной оболочки атома (электронную формулу);

3. формулы оксида и гидроксида, их характер.

**4. (10 баллов)** 10 кг оксида магния обработали избытком раствора азотной кислоты. Какая масса соли образовалась, если выход соли составил 80% от теоретически возможного?

**5. (15 баллов)** 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.

**6. (15 баллов)** 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).

**1. (30 баллов)** Порошок вещества А изумрудно – зеленого цвета прокалили. Образовалось вещество В черного цвета, выделился газ С, стенки нагреваемой пробирки покрылись капельками вещества Х. Выделяющийся при нагревании вещества А газ С пропустили через баритовую воду, которая сначала помутнела, а при длительном пропускании газа С вновь стала прозрачной. Над твердым веществом В, оставшемся после прокаливания изумрудно – зеленого порошка, пропустили при нагревании избыток газа D, который в 14,5 раз легче воздуха. Образовалось вещество Е 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 В вещество Е другими способами.

**2. (10 баллов)** Температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2,1. Во сколько раз возрастет скорость этой реакции при увеличении температуры с 15 до 38°C?

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** Цинк массой 6,5 кг обработали избытком раствора разбавленной серной кислоты. Определите объем выделившегося газа, если выход продукта реакции составил 80% от теоретически возможного.

**5. (15 баллов)** 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

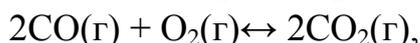
коэффициенты в уравнении реакции. Остальные уравнение рассмотрите в свете теории электролитической диссоциации.

**6. (15 баллов)** 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.

**1. (30 баллов)** Простое вещество желтого 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.

**2. (10 баллов)** Как изменится скорость прямой реакции



если уменьшить реакционный объем в 3 раза

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** При взаимодействии 60 г кальция с водой выделилось 30 л водорода (н.у.). Найдите объемную долю выхода продукта реакции (в %).

**5. (15 баллов)** 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.

**6. (15 баллов)** 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.

**1. (30 баллов)** 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.

**2. (10 баллов)** 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 объём сосуда равен 50 л.

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** При взаимодействии 24,15 г технического натрия, содержащего 5% примесей, было получено 8,96 л водорода (н.у.). Вычислите объёмную долю выхода продукта реакции (в %).

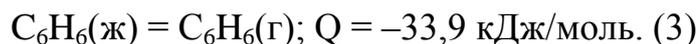
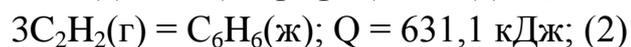
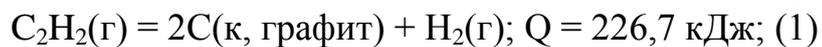
**5. (15 баллов)** Дана схема превращений:



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.

**6. (15 баллов)** Известны тепловые эффекты следующих реакций:



Рассчитайте теплоту образования газообразного бензола из графита и водорода.

**1. (30 баллов)** 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.

**2. (10 баллов)** 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.

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** Какой объем водорода выделится при взаимодействии 13 г цинка с избытком раствора разбавленной серной кислоты? Объемная доля выхода водорода составляет 90% от теоретически возможного.

**5. (15 баллов)** Дана схема превращений:



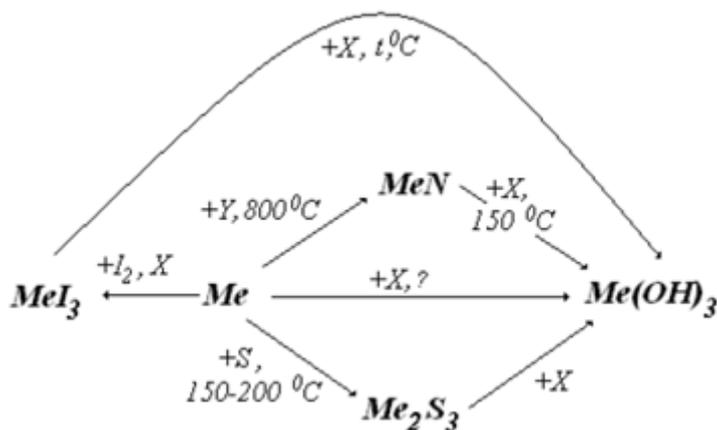
Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

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.

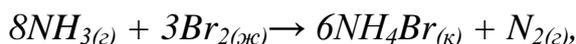
**6. (15 баллов)** При сливании 50 мл 0,6 М раствора КОН и 32,39 мл 6%-ного раствора HBr (пл. 1,042 г/см<sup>3</sup>) выделилось 1,4 кДж теплоты. Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации (в кДж/моль).

1. (30 баллов) 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.



2. (10 баллов) Как следует изменить объем реакционной смеси системы:



чтобы скорость реакции уменьшилась в 60 раз?

3. (20 баллов) Дайте характеристику химического элемента фосфора по плану:

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

4. (10 баллов) 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.

5. (15 баллов) 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 в свете теории электролитической диссоциации

**6. (15 баллов)** 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).

**1. (30 баллов)** «...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?

**2. (10 баллов)** Как изменится скорость прямой реакции



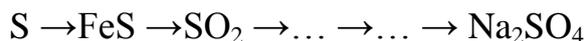
если уменьшить давление в 2 раза.

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** 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 %).

**5. (15 баллов)** 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.

**6. (15 баллов)** Определите, возможно ли при  $95^{\circ}\text{C}$  самопроизвольное протекание процесса  $\text{Na}_2\text{O}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow 2\text{NaOH}(\text{т})$ , 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.

**1. (30 баллов)** Смесь фосфорита, кокса и песка нагревали в электрической печи. Один из продуктов этой реакции А может самопроизвольно воспламеняться на воздухе, образуя твердое белое вещество В, способное растворяться при нагревании в жидкости С. Образуется раствор D, окрашивающий лакмус в красный цвет.

Вещество А может растворяться в растворе едкого кали с выделением газа Е с чесночным запахом, который также самопроизвольно воспламеняется на воздухе. При пропускании газа Е 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.

**2. (10 баллов)** 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.

**3. (20 баллов)** 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.

**4. (10 баллов)** 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?

**5. (15 баллов)** 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 в свете теории электролитической диссоциации.

**6. (15 баллов)** По термохимическому уравнению реакции  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - 178 \text{ кДж}$  рассчитайте, сколько теплоты потребуется для разложения 10 кг карбоната кальция.