

X11.1-1 (10 баллов) Минерал X, обладающий золотисто-желтым блеском и являющийся самым распространенным из класса сульфидов, чье название переводится с греческого как «огонь», подвергли обжигу. Полученный твердый продукт Y восстановили в избытке газа A при температуре 700°C до состояния элементарного металла B. Образующийся в этом же процессе газ D пропустили над раскаленным коксом, в результате чего он превратился в A, и вернули в реакционную систему.

Затем температуру снизили до 200°C , а давление повысили до 150 атм — в этих условиях металл B прореагировал с избытком газа A. Продуктом взаимодействия явилась светло-желтая жидкость K, молекула которой по форме представляет собой тригональную бипирамиду и в которой присутствуют химические связи, образованные по донорно-акцепторному механизму.

При стандартном давлении и той же температуре жидкость K разлагается с образованием B, при 500°C горит в кислороде, образуя Y.

1. Определите вещества X, Y, A, B, D, K.
2. Напишите уравнения описанных реакций.
3. Составьте структурную формулу вещества K.
4. Укажите область применения вещества K.

X11.2-1 (8 баллов) Газовую смесь, состоящую из неона и кислорода, массы которых равны, пропустили через озонатор. В результате плотность полученной газовой смеси возросла на 8,29%. Когда весь образовавшийся озон подвергли разложению, выделилось 28 кДж теплоты. Теплота образования озона равна -140 кДж/моль.

1. Определите объем исходной газовой смеси (н. у.).
2. Определите состав полученной газовой смеси в объемных процентах (н. у.).

X11.3-1 (6 баллов) Раствор соли X, образовавшейся при взаимодействии фосфорного ангидрида с раствором NaOH, выпарили и получили вещество Y, которое прокалили при 300°C и получили вещество D.

Определите формулы веществ, если известно, что массовая доля фосфора в X составляет 25,83%, в Y — 19,87%, а в D — 30,39%. Напишите уравнения реакций получения X и D.

X11.4-1 (6 баллов) Навеску органического вещества с брутто-формулой $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ сожгли в атмосфере кислорода. Полученные газы пропустили через 1M раствор гидроксида калия, при этом не поглотилось 2,24 л газа. Определите массу навески органического вещества. Напишите структурную формулу органического вещества, если известно, что оно вступает в реакции электрофильного замещения, а с соляной кислотой образует соль.

Приведите уравнение реакции взаимодействия органического вещества с соляной кислотой, а также рассмотрите реакции электрофильного замещения на примере бромирования и сульфирования, указав условия проведения реакций.

X11.5-1 (4 балла) Органическое вещество A массой 9,2 г, представляющее собой бесцветную жидкость, смешали с раствором перманганата калия в серной кислоте (концентрация кислоты 0,18M), в котором масса перманганата калия равна 17,08 г, и нагрели до полного обесцвечивания смеси. Смесь упарили в колбе досуха без нагревания, получив среди продуктов реакции органическое вещество B. Далее к содержимому колбы добавили несколько капель сильной неорганической кислоты, 4,6 г этилового спирта и кипятили до тех пор, пока не образовался продукт C с молярной массой 150 г/моль и вместе с ним 1,8 мл воды. Вычислите массу продукта C, если выход по всем стадиям 100%. Приведите структурные формулы A, B, C.

X11.1-2 (10 баллов) Сульфидную полиметаллическую руду, основным компонентом которой является минерал миллерит, подвергли обжигу, получив твердый продукт В грязно-зеленой окраски, содержащий в виде примесей оксиды меди и железа.

При температуре 900°C его восстановили водяным газом, который образуется при продувании водяного пара через слой раскаленного кокса. Получился реакционно способный губчатый металл А, а также восстановились примесные металлы.

Температуру снизили до 70°C и обработали А газом D, в результате чего в газовую фазу перешло соединение К. Медь с газом D не реагирует, а аналогичное соединение железа в данных условиях является жидкостью. По форме молекула К представляет собой тетраэдр, в ней присутствуют ковалентные связи, образованные по донорно-акцепторному механизму.

Соединение К отделили и нагрели до 180°C . При данной температуре К разлагается с образованием А, в присутствии кислорода сгорает, образуя В, при обработке концентрированной азотной кислотой реакция происходит бурно с выделением двух газов и образованием раствора изумрудной окраски.

1. Определите вещества В, А, D, К. Укажите формулу минерала миллерит.
2. Напишите уравнения описанных реакций.
3. Составьте структурную формулу вещества К.
4. Укажите область применения вещества К.

X11.2-2 (8 баллов) Газовую смесь, состоящую из аргона и кислорода, массы которых равны, пропустили через озонатор. В результате плотность исходной газовой смеси увеличилась на 12,5%. Когда весь образовавшийся озон подвергли разложению, выделилось 70 кДж теплоты. Теплота образования озона равна -140 кДж/моль.

1. Определите объем исходной газовой смеси (н. у.).
2. Определите состав полученной газовой смеси в объемных процентах (н. у.).

X11.3-2 (6 баллов) Раствор соли X, образовавшейся при взаимодействии фосфорного ангидрида с раствором NaOH, выпарили и получили вещество Y, которое прокалили при 300°C и получили вещество D. Определите формулы веществ, если известно, что массовая доля фосфора в X составляет 21,83%, в Y — 11,56%, а в D — 23,3%. Напишите уравнения реакций получения X и D.

X11.4-2 (6 баллов) Навеску органического вещества с брутто-формулой $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$ сожгли в атмосфере кислорода. Полученные газы пропустили через 1M раствор гидроксида калия, при этом не поглотилось 2,24 л газа. Определите массу навески органического вещества.

Напишите структурную формулу органического вещества, если известно, что оно вступает в реакции электрофильного замещения, а с металлическим калием образует соль.

Приведите уравнение реакции взаимодействия органического вещества с металлическим калием, а также рассмотрите реакции электрофильного замещения на примере сульфирования и ацилирования, указав условия проведения реакций.

X11.5-2 (4 балла) Бесцветное кристаллическое органическое вещество А массой 12,2 г растворили в двукратном мольном избытке водного гидроксида натрия. Полученную смесь упарили досуха и сильно нагрели без доступа кислорода. Выделившийся жидкий продукт В сконденсировали в отдельный стальной сосуд. В этот же сосуд под давлением пропускали хлор до тех пор, пока он не перестал активно поглощаться. Содержимое сосуда по окончании реакции с хлором вылили в емкость с водой и получили в нижнем слое сосуда продукт С в виде бесцветной маслянистой жидкости с молярной массой 112,5 г/моль. Вычислите массу продукта С, если выход продукта по всем стадиям 100%. Приведите структурные формулы веществ А, В, С.

X10.1-1 (10 баллов) Вещество Ц хорошо растворяющееся в воде, разлагается кислотами и щелочами. Окисляется концентрированной азотистой кислотой с образованием трех веществ, присутствующих в составе атмосферы, и гипохлоритом натрия при кипячении, с образованием тех же веществ и еще одного, наиболее распространенного среди растворенных веществ Мирового океана.

Известно, что при небольшом нагревании кристаллов Ц до 60°C оно изомеризуется в карбамид (мочевину).

1. Определите формулу вещества Ц.
2. Напишите уравнения реакций его изомеризации, окисления азотистой кислотой и гипохлоритом натрия.
3. Определите массу соли Б, оставшейся в растворе после взаимодействия 6 г вещества Ц с избытком концентрированного горячего раствора гидроксида натрия, если при этом выделилось 4,48 л (н. у.) аммиака, а когда оставшийся раствор, содержащий только одну соль Б, обработали избытком хлорида кальция, выпал белый кристаллический осадок.

X10.2-1 (8 баллов) Органическое вещество А, имеющее молярную массу 84 г/моль, не обладающее геометрической изомерией, смешали в эквимольном соотношении в закрытом сосуде с бесцветным неорганическим газом В, имеющим резкий запах. Полученное в результате реакции жидкое вещество С сожгли в атмосфере кислорода. Продукты сгорания, среди которых было вещество В, собрали без потерь в закрытый сосуд, охладили до комнатной температуры и добавили в него небольшое количество перекиси водорода и такое же, как в начале опыта, количество вещества А. В результате реакции в сосуде образовалось вещество D. Известно, что в реакциях веществ С и D с гидроксидом калия, растворенным в этиловом спирте, при нагревании образуется одно и то же вещество А.

Определите структурные формулы веществ А, С, D. Приведите уравнения соответствующих реакций.

X10.3-1 (6 баллов) Фосфорный ангидрид массой 35,5 г добавили к 250 мл раствора едкого кали с концентрацией 2,8 моль/л и плотностью 1,12 г/мл. Определите количественный и качественный состав полученного раствора и рассчитайте массовые доли веществ в нем.

X10.4-1 (4 балла) В стальной сосуд, содержащий 7,8 г жидкого органического вещества А, пропускали ток хлора до тех пор, пока он не перестал поглощаться. Образовавшийся органический продукт В отделили и добавили к нему небольшими порциями смесь, состоящую из 6,3 г азотной и 9,8 г серной концентрированных кислот. В результате реакции получили продукт С с молярной массой 157,5 г/моль. Вычислите массу продукта С, если выход по первой стадии составляет 90%, а по второй — 85%. Приведите структурные формулы веществ А, В, С.

X10.5-1 (6 баллов) Уксусная кислота CH_3COOH является слабым электролитом и в водном растворе диссоциирует на ионы не полностью, а частично.

Определите, на сколько процентов продиссоциировала уксусная кислота в растворе (т. е. определите степень диссоциации), если её исходная концентрация $C_M = 0,056$ моль/л, а равновесная концентрация катионов водорода $[\text{H}^+] = 0,001$ моль/л.

Как и во сколько раз изменится степень диссоциации уксусной кислоты, если данный раствор разбавить в 10 раз? Температура остается постоянной.

X10.1-2 (10 баллов) Белое кристаллическое вещество Ц, массовая доля калия в котором 48,1%, образуется при окислении цианида калия 30%-ным раствором пероксида водорода, хорошо растворяется в холодной воде и разлагается в горячей с выделением газа с резким запахом и образованием соли, массовая доля калия в которой равна 39%.

При прокаливании 8,1 г вещества Ц при 800°C оно разлагается с образованием двух солей Б и В и двух газов общим объемом 1,12 л (н. у.), смесь которых является эквимольной и имеет относительную плотность по водороду, равную 14.

При обработке оставшегося после удаления газов раствора стехиометрическим количеством хлорида кальция выпал осадок массой 2,5 г и в растворе осталась только одна соль Б.

1. Определите формулу вещества Ц и напишите уравнение реакции его получения.
2. Напишите уравнение реакции разложения вещества Ц в горячей воде.
3. Составьте уравнение термического разложения вещества Ц. Определите формулы всех продуктов.

X10.2-2 (8 баллов) Органическое вещество А, имеющее молекулярную массу 86 г/моль, смешали в кварцевом герметичном сосуде с эквимольным количеством неорганического газа желто-зеленого цвета В и выставили в солнечный теплый день на улицу. После того, как содержимое сосуда, содержащее только один изомер вещества С, изменило окраску, в него добавили эквимольное количество спиртового раствора гидроксида калия и нагрели. Выделившееся в результате реакции вещество Д отделили и вновь смешали в герметичном сосуде с тем же количеством неорганического газа В, что и в первой реакции. В результате этого взаимодействия мгновенно образовалось вещество Е, которое отделили, добавили в него эквимольное количество цинковой пыли и нагрели, при этом образовалось вещество Д.

Определите структурные формулы веществ А, С, Д, Е. Приведите уравнения соответствующих реакций.

X10.3-2 (6 баллов) Фосфорный ангидрид массой 21,3 г добавили к 500 мл раствора едкого натра с концентрацией 1,5 моль/л и плотностью 1,06 г/мл. Определите количественный и качественный состав полученного раствора и рассчитайте массовые доли веществ в нем.

X10.4-2 (4 балла) К 9,2 г жидкого органического вещества А добавили небольшими порциями смесь, состоящую из 6,3 г азотной и 9,8 г серной кислот. Полученное в результате реакции жидкое органическое вещество В поместили в стальной сосуд и добавляли к нему бром до тех пор, пока он не перестал вступать во взаимодействие с органическим веществом. В результате реакции получили продукт С с молярной массой 216 г/моль. Вычислите массу продукта С, если выход по первой стадии составляет 95%, а по второй стадии — 90%. Приведите структурные формулы веществ А, В, С.

X10.5-2 (6 баллов) Азотистая кислота HNO_2 является слабым электролитом и в водном растворе диссоциирует на ионы не полностью, а частично.

Определите, на сколько процентов продиссоциировала азотистая кислота в растворе (т. е. определите степень диссоциации), если её исходная концентрация $C_M = 0,8$ моль/л, а равновесная концентрация катионов водорода $[\text{H}^+] = 0,02$ моль/л.

Как и во сколько раз изменится степень диссоциации уксусной кислоты, если данный раствор разбавить в 10 раз? Температура остается постоянной.

X9.1-1 (4 балла) При термическом разложении соли двухвалентного металла, в которой массовая доля самого металла составляет 12,9%, образовался оксид, выделился газ с резким запахом и плотностью 2,857 г/л (н. у.) и вода.

Определите формулу соли. Напишите уравнение термического разложения соли.

X9.2-1 (4 балла) Алюминий растворили в избытке щелочи. К полученному раствору медленно, по каплям, добавляли азотную кислоту до выпадения белого студенистого осадка. Осадок отделили и растворили в избытке азотной кислоты. Полученный раствор выпарили, а сухой остаток прокалили. Полученное твердое вещество сплавляли с карбонатом натрия и продукт растворили в воде.

Напишите уравнения описанных реакций, расставьте коэффициенты.

X9.3-1 (6 баллов) Дан ряд химических превращений:

- 1) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{A} + \text{B}$;
- 2) $\text{A} + \text{HCl} \rightarrow \text{X} + \text{D}$;
- 3) $\text{X} + \text{Zn} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{E}$;
- 4) $\text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{L} \rightarrow \text{X} + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{D}$;
- 5) $\text{E} + \text{KOH}_{\text{изб}} \rightarrow \text{M} + \text{KCl}$.

1. Укажите формулы веществ А, В, Х, D, E, L, M.

2. Напишите полные уравнения химических реакций 1) — 5). Для реакций обмена приведите сокращенные ионные уравнения, для окислительно-восстановительных реакций — электронный баланс.

X9.4-1 (6 баллов) Смесь карбонатов лития, натрия и кальция массой 58,6 г обработали избытком соляной кислоты. В результате выделился углекислый газ и образовалась смесь хлоридов массой 65,2 г. Определите объем выделившегося CO_2 (н. у.).

X9.5-1 (7 баллов) Через горячий раствор едкого натра массой 86,8 г, массовая доля щелочи в котором составляет 27,7%, пропустили 6,72 л (н. у.) углекислого газа. Когда в результате охлаждения температура раствора достигла 40°C , он стал насыщенным. При дальнейшем охлаждении до 20°C из раствора выделились кристаллы, представлявшие собой десятиводный кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Определите массу этих кристаллов, если растворимость Na_2CO_3 при 40°C составляет 46,7 г на 100 г воды, а при 20°C — 21,8 г на 100 г воды.

X9.1-2 (4 балла) При термическом разложении соли двухвалентного металла, в которой массовая доля самого металла составляет 19,8%, образовался оксид, выделился газ с резким запахом и плотностью по кислороду, равной 2, и вода.

Определите формулу соли.

X9.2-2 (4 балла) Бериллий растворили в избытке щелочи. К полученному раствору медленно, по каплям, добавляли соляную кислоту до выпадения белого студенистого осадка. Осадок отделили и растворили в избытке азотной кислоты. Полученный раствор выпарили, а сухой остаток прокалили. Полученное твердое вещество сплавляли с сульфитом калия и продукт растворили в воде.

Напишите уравнения описанных реакций, расставьте коэффициенты.

X9.3-2 (6 баллов) Дан ряд химических превращений:

- 1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} \text{A} + \text{B} \uparrow + \text{M} \uparrow$;
- 2) $\text{A} + \text{HCl} \rightarrow \text{D} + \text{E}$;
- 3) $\text{B} + \text{M} + \text{E} \rightarrow \text{Y}$;
- 4) $\text{D} + \text{KI} \rightarrow \text{X} \downarrow + \text{I}_2 \downarrow + \text{KCl}$;
- 5) $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{I}_2 \downarrow + \text{B} \uparrow + \text{E}$.

1. Укажите формулы веществ А, В, М, D, E, Y, X.

2. Напишите полные уравнения химических реакций 1) — 5). Для реакций обмена приведите сокращенные ионные уравнения, для окислительно-восстановительных реакций — электронный баланс.

X9.4-2 (6 баллов) Смесь гидрокарбонатов калия, магния и кальция массой 40,8 г обработали избытком соляной кислоты. В результате выделился углекислый газ и образовалась смесь хлоридов массой 28,05 г. Определите объем выделившегося CO_2 (н. у.).

X9.5-2 (7 баллов) Смешали растворы серной кислоты массой 24 г и массовой долей кислоты, равной 41%, и гидроксида натрия массой 25 г и массовой долей щелочи 32%. Взаимодействие растворов сопровождалось выделением теплоты. Когда в результате охлаждения температура полученного раствора достигла 30°C , он стал насыщенным. При дальнейшем охлаждении до 20°C из раствора выделились кристаллы, представлявшие собой десятиводный кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Определите массу этих кристаллов, если растворимость сульфата натрия при 30°C составляет 40,8 г на 100 г воды, а при 20°C — 19,2 г на 100 г воды.

X8.1-1 (2 балла) Рассчитайте, сколько молекул воды находится в одной чайной ложке воды.

В чайную ложку помещается 5 г воды. Какова масса одной молекулы воды в граммах?

X8.2-1 (3 балла) Относительная плотность смеси газов по другому газу обозначается D и показывает, во сколько раз исходная смесь газов тяжелее заданного газа. При этом объемы смеси и заданного газа должны быть равны.

Имеется смесь оксидов углерода, находящаяся при нормальных условиях. Известно, что в ней объемная доля оксида углерода (II) в 3 раза больше объемной доли оксида углерода (IV). Определите относительную плотность этой смеси по воздуху.

X8.3-1 (3 балла) Есть исходный раствор ортофосфорной кислоты массой 100 г, в котором массовая доля кислоты составляет 10%. Какую массу оксида фосфора (V) нужно добавить к данному раствору, чтобы массовая доля ортофосфорной кислоты стала равна 15%?

X8.4-1 (6 баллов) В смеси оксида и карбоната некоторого двухвалентного металла массовая доля углерода составляет 2,89%, а кислорода — 14,12%. Определите, что это за металл.

X8.5-1 (9 баллов) Приведите примеры взаимодействия:

- 1) двух неметаллов;
- 2) металла с неметаллом;
- 3) оксида металла с неметаллом;
- 4) оксида неметалла с неметаллом;
- 5) оксида металла с металлом;
- 6) оксида неметалла с металлом;
- 7) оксида металла с оксидом неметалла;
- 8) оксида металла с оксидом металла;
- 9) оксида неметалла с оксидом неметалла.

X8.1-2 (2 балла) Плотность железа равна $7,87 \text{ г/см}^3$. Сколько атомов железа находится в железном кубике, ребро которого имеет длину 1 см? Какова масса одного атома железа?

X8.2-2 (3 балла) Относительная плотность смеси газов по другому газу обозначается D и показывает, во сколько раз исходная смесь газов тяжелее заданного газа. При этом объемы смеси и заданного газа должны быть равны.

Имеется смесь оксида углерода (IV) и азота, находящаяся при нормальных условиях. Известно, что в ней объемная доля оксида углерода (IV) в 4 раза больше объемной доли азота. Определите относительную плотность этой смеси по воздуху.

X8.3-2 (3 балла) Определите массу металлического натрия, которую нужно добавить к 100 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи, равной 4%, чтобы массовая доля щелочи стала равна 10%?

X8.4-2 (6 баллов) В смеси оксида и сульфата некоторого трехвалентного металла массовая доля серы составляет 15,48%, а кислорода — 42,58%. Определите, что это за металл.

X8.5-2 (9 баллов) Приведите примеры взаимодействия:

- 1) двух неметаллов;
- 2) металла с неметаллом;
- 3) оксида металла с неметаллом;
- 4) оксида неметалла с неметаллом;
- 5) оксида металла с металлом;
- 6) оксида неметалла с металлом;
- 7) оксида металла с оксидом неметалла;
- 8) оксида металла с оксидом металла;
- 9) оксида неметалла с оксидом неметалла.