

Пояснительная записка

Региональный этап Олимпиады по химии проводится в 2 тура. Для каждой из трёх возрастных параллелей: 9-го, 10-го и 11-го классов подготовлен отдельный комплект заданий теоретического и практического туров. В задание теоретического тура входит 5 задач из различных разделов химии для каждой возрастной параллели участников, причём в каждом комплекте заданий есть поощрительные и дифференцирующие задачи. Задание экспериментального тура построено как небольшое исследование. В нём содержится подробная инструкция для выполнения работы и описаны правила оформления полученных результатов.

Длительность каждого тура составляет 5 (пять) астрономических часов.

Распределение тематики задач по классам представлено в таблице:

Задача	1	2	3	4	5
Класс					
9	Неорганическая химия				Физическая химия
10	Неорганическая химия			Органическая химия	Физическая химия
11	Неорганическая химия		Органическая химия		Физическая химия

Теоретический тур

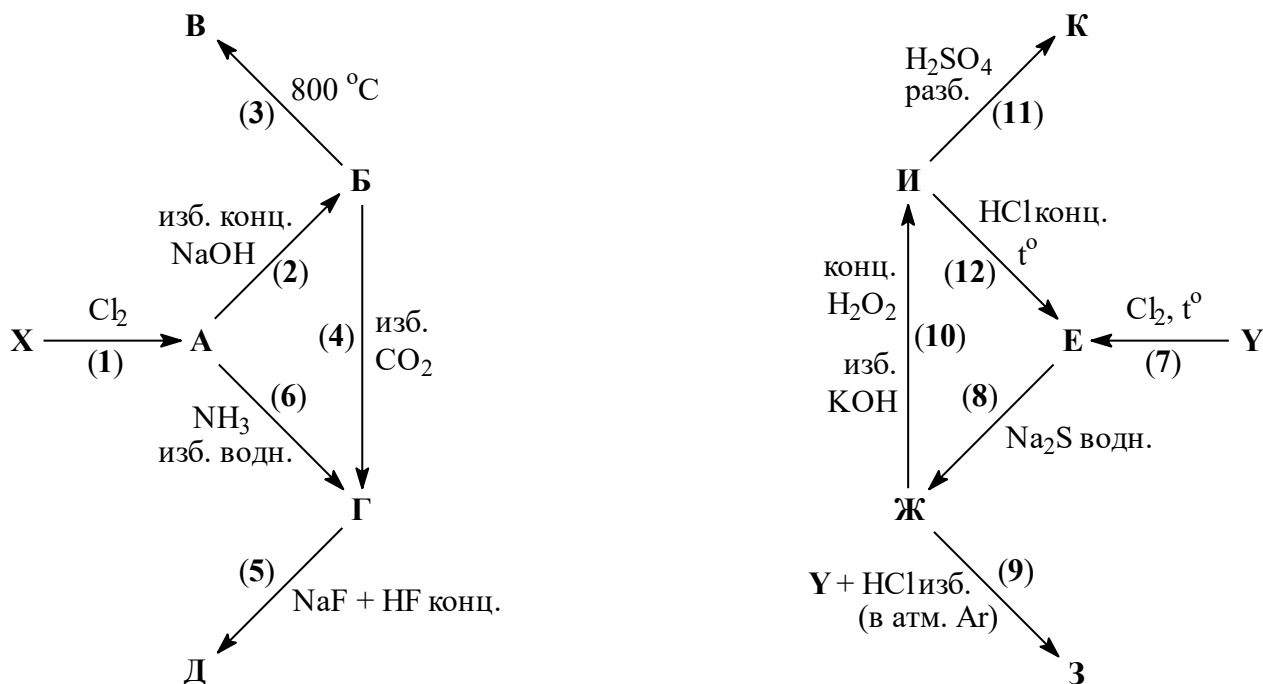
Девятый класс

Задача 9-1

При хлорировании металлов X и Y образуются соответствующие хлориды A и E, имеющие одинаковый стехиометрический состав. Известно, что молярная масса хлорида A в 1,187 раза меньше, чем E, а массовое содержание хлора в A составляет 79,75 %.

1. Определите металлы X и Y. Подтвердите свой ответ расчётами.

Ниже приведены схемы превращений соединений A–Д, содержащих X, и соединений E–К, содержащих Y.



2. Приведите формулы соединений A–К и напишите уравнения реакций (1–12).

В уравнении 12 укажите агрегатное состояние соединения И.

3. Для получения металла **X** в промышленности применяют электролиз расплава смеси, содержащей оксид этого металла и соединение **D** (которое редко встречается в природе в виде соответствующего минерала). Напишите тривиальное название соединения **D** и поясните, для чего добавляют **D** при электрохимическом получении **X**.

4. Водный раствор соединения **Z** неустойчив на воздухе, поэтому реакцию (9) необходимо проводить в атмосфере **Ar**. Напишите уравнение реакции, которая будет протекать с раствором **Z** на воздухе.

Задача 9-2

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 **B**, содержащего в структуре цепочки X_4 , массовая доля **X** в **B** составляет 87,3 %.

Задача 9-3

Для определения состава смеси простых веществ **A**, **B** и **B**, образованных элементами одной группы периодической системы Д. И. Менделеева, проделали следующие опыты:

Опыт 1

Навеску смеси тонких порошков **A**, **B** и **B** массой 4,6915 г высыпали в 30%-ный раствор азотной кислоты. В результате выделился бесцветный газ **Г** с плотностью по водороду 14,88, образовался *раствор 1* (реакция 1) и остались не растворившиеся вещества **A** и **B**.

Опыт 2

Осадок веществ **A** и **B** отфильтровали, отмыли от кислоты и высушили, после чего их всыпали в концентрированный раствор гидроксида натрия. При этом выделился лёгкий газ **D**, образовался *раствор 2* (реакция 2) и в осадке осталось вещество **A** массой 0,6005 г.

Опыт 3

Осадок вещества **A** отфильтровали и отмыли от щёлочи, высушили и сожгли в кислороде (реакция 3). Единственным продуктом реакции является газ **E**, объём которого составил 1,12 л (н. у.). Газ **E** полностью растворили в избытке раствора гидроксида натрия, полученный раствор охладили, при этом

образовались бесцветные кристаллы вещества **Ж** массой 8,5637 г (массовая доля кислорода в веществе **Ж** равна 72,68 %) (*реакция 4*).

Опыт 4

Раствор 1 упарили почти досуха и твёрдый остаток растворили в воде. К полученному раствору добавили раствор сульфида калия. Из раствора выпал чёрный осадок вещества **З** (*реакция 5*) массой 3,5890 г.

Опыт 5

Раствор 2 обработали соляной кислотой, в результате чего выпал осадок (*реакция 6*). Его отделили от раствора и прокалили (*реакция 7*). Масса полученного вещества **И** составила 2,1030 г.

Вопросы

- 1) Определите вещества **А–И**. **Ответ обоснуйте**. Состав веществ **Г**, **Е**, **Ж**, **З**, **И** подтвердите расчётом.
- 2) Напишите уравнения реакций **1–7**.
- 3) Определите массовые доли **А**, **Б** и **В** в исходной навеске, и выход вещества **Ж** при кристаллизации.

ВНИМАНИЕ: при расчётах относительные атомные массы необходимо брать с точностью до третьего знака после запятой!

Задача 9-4

Неизвестный порошок вещества X_1 жёлтого цвета состоит из двух химических элементов. При растворении X_1 в **большом** избытке концентрированной азотной кислоты выделяется бурый газ X_2 и образуется бесцветный раствор (*реакция 1*). При действии на этот раствор небольшого избытка водного раствора хлорида бария выпадает белый кристаллический осадок X_3 (*реакция 2*). К фильтрату, полученному при отделении осадка X_3 , добавляют избыток раствора нитрата серебра. При этом наблюдается выпадение белого творожистого осадка X_4 (*реакция 3*). К раствору, оставшемуся после отделения осадка X_4 , по каплям осторожно добавляют водный раствор гидроксида натрия до полного осаждения жёлтого осадка X_5 (*реакции 4 и 5*). Определите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций (пять уравнений), предполагая, что все реакции протекают количественно, причём масса X_5 в 1,39 раз меньше, чем масса X_3 .

Задача 9-5

Окрашенный газ

В сосуде при температуре 15 °С и давлении 30 кПа находится интенсивно окрашенный газ, состоящий из двух веществ; плотность газа составляет 0.968 г/л. В составе газа – атомы только двух элементов, причём мольные доли элементов равны.

Газ подвергли освещению при постоянной температуре до тех пор, пока давление в сосуде не перестало увеличиваться и достигло 45 кПа. После этого окраска стала менее интенсивной. При добавлении в сосуд раствора щёлочи окраска исчезла, а давление уменьшилось в 2 раза.

Если исходный газ выдержать при температуре 30 °С, то давление в сосуде возрастёт до 39.5 кПа, а после добавления щёлочи оно уменьшится в 5 раз.

1. Установите качественный и количественный состав исходного газа, если известно, что он полностью поглощается раствором щёлочи.
2. Объясните результаты обоих экспериментов. Напишите уравнения реакций и подтвердите ответ расчётами. Учтите, что все описанные реакции протекают до конца.