

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по химии
2025-2026 учебный год

9 КЛАСС

(продолжительность – 3.5 астр. часа, общее количество баллов – 100)

Атомные массы округлять до целых, кроме хлора (35.5 г/моль)

Задача 1

В растворе, содержащем азотную и серную кислоты, число атомов водорода равно $1.04 \cdot 10^{25}$, число атомов кислорода $6.16 \cdot 10^{24}$, а масса раствора составляет 196 г.

- 1) Определите массовые доли (в процентах) азотной и серной кислот в этом растворе с точностью до десятых.
- 2) Сколько раствора гидроксида калия в граммах с массовой долей 30.5% нужно добавить к начальному раствору, чтобы полностью нейтрализовать кислоты.
- 3) Определите массовые доли солей калия в полученном растворе.

(12 баллов)

Задача 2

Насыщенный при 100°C раствор нитрата никеля охладили до 75°C. При этом выпало в осадок 137.83 г 4-водного кристаллогидрата нитрата никеля. В случае, если исходный раствор (при 100°C) охладить до 40°C, то в осадок выпадает 107.36 г 2-водного кристаллогидрата нитрата никеля. Определите растворимость нитрата никеля в воде (в расчёте на 100 г H₂O) при 100°C и массу исходного раствора, если растворимость нитрата никеля при 75°C и 40°C составляет 183.3 г и 121.4 г соответственно.

(14 баллов)

Задача 3

Вычислите энергию кристаллической решётки бромида и иодида ртути (II), если известно, что стандартные теплоты их образования соответственно равны 169.9 и 105.4 кДж/моль; энергия химической связи в молекулах Br₂ и I₂ составляет 190.0 кДж/моль и 148.8 кДж/моль; сродство к электрону атомов брома и йода равно 324.6 и 295.2 кДж/моль; теплота испарения брома 29.6 кДж/моль, теплота сублимации йода 62.7 кДж/моль. На испарение жидкой ртути затрачивается 58.5 кДж/моль. Величина энергии, необходимой для

отрыва одного электрона от нейтрального атома ртути (первый потенциал ионизации) составляет 1007.1 кДж/моль, величина энергии, необходимой для отрыва второго электрона (второй потенциал ионизации), составляет 1810 кДж/моль.

Примечание: энергия кристаллической решетки положительная величина.

(19 баллов)

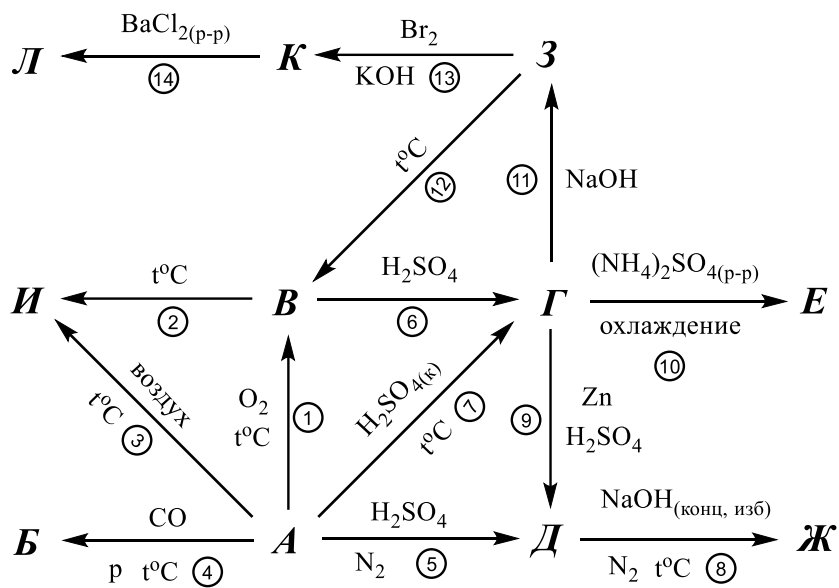
Задача 4

На представленной схеме показаны превращения веществ *A-L*, в состав которых входит металл *X* (на схеме превращений отображены только вещества, содержащие элемент *X*).

Расшифруйте все вещества (11 веществ) и напишите все химические реакции (14 реакций), если дополнительно известно:

1. *A* – простое вещество;
2. Трехэлементное вещество *B* является светло-желтой жидкостью при н.у., при этом атомная доля *X* в веществе *B* равна 9.09%;
3. Вещества *И* и *В* бинарные соединения и содержат в своем составе 72.41% и 70.00% металла по массе;
4. Вещество *E* относится к классу квасцов и содержит в своем составе 11.618% металла *X* по массе;
5. Вещество *Ж* представляет комплексную соль, в которой КЧ (координационное число) металла равно четырем, а массовая доля *X* равна 32.94%;
6. Вещество *K* содержит в своем составе тетраэдрический анион, раствор вещества *K* устойчив в щелочной среде и имеет фиолетово-красную окраску, при этом массовая доля калия в веществе *K* равна 39.39%;
7. Реакцию 14 проводят, добавляя к щелочному раствору вещества *K* раствор хлорида бария. Вещество *Л* содержит в своем составе 29.1% кислорода по массе и является кристаллогидратом.

(25 баллов)



Задача 5

Вещество $X1$ в прокаленном виде крайне плохо реагирует с растворами кислот, однако в растворимое состояние его можно перевести, прокалив с углем в токе хлора (*реакция 1*). Полученное в результате реакции вещество $X2$ растворили в воде, к полученному раствору добавили раствор каустической соды (*реакция 2*), при этом образовался белый осадок вещества $X3$. Вещество $X3$ ступенчато разлагается при нагревании: при температуре 100-120°C потеря массы составляет 6.92% (*реакция 3*, образуется вещество $X4$), повышение температуры до 600°C приводит к дополнительной потере 3.46% массы от начальной массы $X3$ (*реакция 4*, образуется вещество $X1$). Пропускание избытка хлора через суспензию $X3$ в концентрированном растворе каустической соды приводит к образованию желто-коричневого осадка соединения $X5$ (*реакция 5*). Добавление к соли $X5$ холодной концентрированной соляной кислоты приводит к выделению желто-зеленого газа и образованию соли $X6$ в эквимольных количествах (*реакция 6*).

Дополнительно известно:

- 1) Из 1.7 г вещества $X2$ можно получить не более 1.4 г вещества $X3$;
- 2) Из 1.4 г вещества $X5$ можно получить не более 1.87 г соли $X6$ (состоит из трех элементов);
- 3) Взаимодействие подкисленного серной кислотой раствора сульфата марганца (II) с солью $X5$ приводит к окрашиванию раствора и образованию вещества $X7$ (*реакция 7*).
- 4) Из 1.0 г $X7$ можно получить не более 0.66 г вещества $X1$.

Определите вещества $X1-X7$ (все вещества содержат элемент X), напишите уравнения *реакций 1-7*. Ответ подтвердите расчетами (где это возможно).

(20 баллов)

Задача 6

В домашней лаборатории химика Колбочкина произошло загадочное событие – этикетки на нескольких склянках с растворами пропали. Прежде всего Колбочкин решил выяснить содержимое каждой склянки. Он знает, что этикетки пропали у 7 склянок: хлорид калия, иодид калия, нитрат серебра, нитрат свинца (II), иодид бария, гидроксид натрия, серная кислота. Колбочкин попарно смешал все растворы, но так торопился, что записал лишь цвета осадков и их количества, которые образуются в избытке и недостатке раствора вещества из каждой склянки:

1. В шести реакциях с избытком *раствора 1* образуется три белых, два желтых и один коричневый осадки;

2. В шести реакциях с избытком *раствора 2* образуется два желтых осадка;
3. В шести реакциях с избытком *раствора 3* образуется два белых осадка;
4. В шести реакциях с избытком *раствора 4* два образуется желтых и три белых осадка, при этом, если брать *раствор 4* в недостатке, то образуется два желтых и два белых осадка;
5. В шести реакциях с *раствором 5* образуется один коричневый осадок, при этом, если брать *раствор 5* в недостатке, то образуется один коричневый и один белый осадок;
6. В шести реакциях с избытком *раствора 6* образуется один белый и два желтых осадка;
7. В реакции с избытком *раствора 7* образуется три белых осадка.

Помогите Колбочкину определить вещества в склянках.

- 1) Определите какое вещество находится в каждой из склянок.
Подсказка: составьте «матрицу» взаимодействий веществ;
- 2) Запишите уравнения реакций (*13 реакций*), которые наблюдал Колбочкин.

(10 баллов)