

10 класс

Задание 1.

Оксид **A** элемента **X** при взаимодействии с гидроксидом калия образует соль **B** (*реакция 1*), а при спекании с супероксидом калия (KO_2) – соль **B** (*реакция 2*). Анионы солей **B** и **B** отличаются только числом атомов кислорода (в анионе соли **B** – на 1 меньше), причем массовая доля калия в одной из солей составляет 38,11%.

Соль **B** может быть использована для получения оксида **Г** по реакции с оксидом серы(VI) (*реакция 3*). **Г** – типичный кислотный оксид и при взаимодействии с водой образует вещество **Д** (*реакция 4*), вступающее в реакцию с гидроксидом алюминия с образованием соли **Е** (*реакция 5*). Смешение концентрированных растворов солей **Е** и **B** приводит к выпадению осадка кристаллогидрата **Ж** (*реакция 6*), принадлежащего к довольно распространенному структурному типу квасцов.

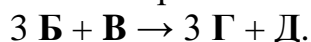
При нагревании **B** в токе водорода масса твердой фазы уменьшается в 1,31 раза (*реакция 7*). Твердый остаток после нагревания, бинарное соединение **З**, легко вступает в реакцию с раствором сульфата кадмия с образованием ярко-красного вещества **И** (*реакция 8*), применяющегося как полупроводник и как краситель.

1. Определите неизвестные вещества **A** – **И**.
2. Запишите уравнения *реакций 1 – 8*.
3. Изобразите структурную формулу аниона соли **B**. Какую форму он имеет?
4. Почему от использования вещества **И** в качестве красителя постепенно отказываются?

Задание 2.

Водород образует соединения с некоторыми элементами, в которых его степень окисления равна -1 . Такие соединения называют гидридами.

Металл **A** является самым легким среди всех металлов. При его нагревании в атмосфере водорода образуется гидрид **B**. При взаимодействии **B** с веществом **B** происходит реакция, уравнение которой имеет следующий вид:



Известно, что **Г** – соединение **A** с хлором, а **Д** – гидрид алюминия.

1. Определите формулы **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д**.

Гидрид другого легкого металла, вещество **Е**, содержит в одной формульной единице 14 протонов. При взаимодействии 1 моль **Е** с водой образуется только гидроксид металла (вещество **Ж**) и 2 моля водорода.

2. Определите формулы веществ **Е** и **Ж**, запишите уравнение реакции **Е** с водой.

С водой легко взаимодействует и гидрид **З**. При помещении некоторого количества **З** в 123,1 мл воды образуется раствор объёмом 109,2 мл, содержащий 11,0 % по массе гидроксида **И** и имеющий плотность 1,20 г/мл, а также газообразный водород объёмом 8,07 л (при н.у.).

3. Рассчитайте массу **З**, прореагировавшую с водой.

4. Определите формулы **З** и **И**.

Некоторые металлы образуют гидриды переменного состава, состав которых записывают в виде MH_x , где x может быть как целым, так и дробным числом. При их образовании атомы водорода размещаются в пустотах кристаллической решетки металла.

Металл **К** образует кристаллическую решетку, в которой на каждый атом металла **К** приходится 1 пустота, вмещающая молекулу водорода, и 1 пустота, вмещающая атом водорода. При выдерживании в атмосфере водорода металла **К** получен образец его гидрида, в котором заполнены 4% пустот большего размера и 62% пустот малого размера. Массовая доля водорода в этом гидриде составляет 0,65%.

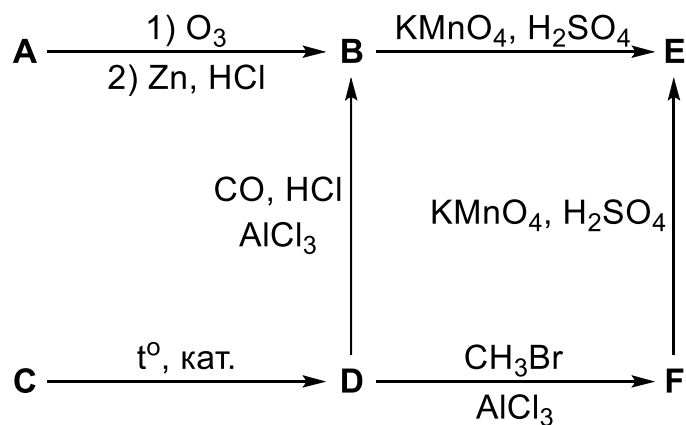
5. Определите металл **К** и формулу его гидрида, полученного в опыте.

6. Считая, что опыт по получению гидрида проводился при нормальных условиях, рассчитайте, сколько объёмов водорода поглотил один объём металла **К**. Плотность металла **К** равна 12020 кг/м³.

Задание 3.

Углеводород **А**, содержащий 93,29% углерода по массе, при озонлизе в мягких условиях с последующим восстановительным разложением озонида цинком в соляной кислоте образует в качестве продукта единственное органическое вещество **В**. Также вещество **В** может быть получено из вещества **Д** при действии на него угарного газа и хлороводорода в присутствии хлорида алюминия. Вещество **Д** можно получить при нагревании газа **С** в присутствии катализатора – активированного угля или никеля. Газ **С** применяется для сварки металлов. При окислении перманганатом калия в сернокислом растворе вещество **В**, как и вещество **Е**, образует вещество **Е**. **Е** можно получить из вещества **Д** по реакции с бромметаном в присутствии хлорида алюминия.

Все вышеописанные превращения продублированы на схеме:



1. Приведите структурные формулы веществ **A** – **F**.
2. Известно, что вещество **A** может существовать в виде двух геометрических изомеров. Изобразите их структурные формулы.
3. Хлорида алюминия в реакциях получения веществ **B** и **F** из вещества **D** является (выберите правильный вариант ответа):
 - а) инициатором
 - б) катализатором
 - в) растворителем
 - г) ингибитором
 - д) промотором
 - е) нуклеофилом

Задание 4.

В таблице приведены температурные зависимости стандартной энергии Гиббса ряда реакций от абсолютной температуры T :

№	Реакция	$\Delta_r G^\circ(T/K) / \text{Дж/моль}$
1	$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	$-393500 - 2,9T$
2	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$	$-566000 + 173,1T$
3	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$-571600 + 326,7T$
4	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	$-483600 + 88,9T$

1. Укажите номера реакций, константа равновесия K которых убывает с ростом температуры.
2. Укажите номера реакций, для которых повышение общего давления в системе приводит к значительному смещению равновесия вправо.
3. Определите на основании приведённых в таблице данных:
 - а) Температурную зависимость энергии Гиббса реакции окисления угарного газа парами воды в соответствии с уравнением $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$;
 - б) Мольную энтальпию испарения воды;
 - в) Стандартные энтальпии образования угарного и углекислого газа;

г) Температуру, при которой в эквимолярной смеси углекислого газа и водорода станет больше угарного газа, чем углекислого.

Необходимые формулы:

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T \Delta_r S^\circ$$

Значения $\Delta_r H^\circ$ и $\Delta_r S^\circ$ принять не зависящими от температуры.