

## ЗАДАНИЯ

1. Приведите уравнения реакций, позволяющие осуществить следующие цепочки превращений (каждая стрелка соответствует одной реакции):



Расшифруйте вещества А—Е, укажите условия проведения реакций.

2. При разложении озона, находящегося в смеси с кислородом, объем смеси увеличивается на 17,5 % при том же давлении и той же температуре. Определите максимальную массу йода, которая может образоваться, при быстром пропускании 300 мл исходной смеси через подкисленный раствор иодида калия.

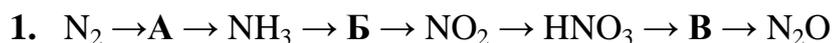
3. В пяти сосудах без этикеток находятся водные растворы гидроксида калия, сульфата алюминия, карбоната натрия, хлорида аммония и соляной кислоты. Предложите план определения содержимого каждого сосуда за счет проведения реакций указанных веществ между собой без использования дополнительных реактивов. В вашем распоряжении имеется любое количество чистых пробирок. Напишите уравнения реакций.

4. При сжигании равных мольных количеств углеводорода А и бензола обнаружено, что объемы продуктов сгорания при 300 °С относятся как 5 : 3. Углеводород А не обесцвечивает бромную воду и реагирует с концентрированной азотной кислотой в присутствии серной кислоты. При окислении углеводорода А перманганатом калия в растворе образуется кислота, содержащая (по массе) 68,85 % углерода, 26,23 % кислорода и 4,92 % водорода. Определите строение углеводорода А. Приведите структуры всех возможных изомеров. Напишите уравнения упомянутых реакций.

5. К некоторому количеству органического вещества А добавили избыток водного раствора щелочи, нагрели до кипения, затем упарили досуха и прокалили. Образовавшиеся паробразные продукты сконденсировали. При этом было получено 11 г эквимолярной смеси органических веществ В и С. Твердый остаток после прокаливания при обработке избытком соляной кислоты выделяет 2,24 л CO<sub>2</sub> (н.у). Определить А, В и С, если известно, что В – углеводород, имеющий плотность паров по водороду 39.

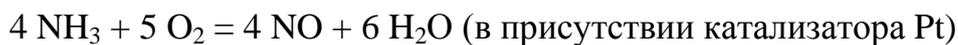
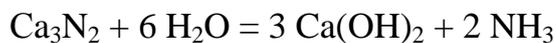
6. Раствор соли X зеленоватого цвета взаимодействует с водным раствором нитрата бария, образуя белый осадок, не растворимый в кислотах. Раствор, приготовленный из 2,78 г указанной соли, разделили на две равные порции. При обработке одной порции избытком гидроксида натрия выпадает зеленоватый осадок, который на воздухе темнеет. После отделения осадка и прокаливания его на воздухе было получено вещество массой 0,4 г, содержащее 30,0 % кислорода по массе. Вторая порция раствора после подкисления серной кислотой вступает в реакцию с 50 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с концентрацией 0,02 моль/л. Определите формулу соли X. Ответ подтвердите расчетами. Напишите уравнения упомянутых реакций.

## РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

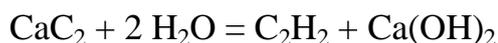
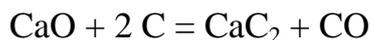


A - нитрид металла, B - NO, B -  $NH_4NO_3$

реакции  $N_2 + 3 Ca = Ca_3N_2$  (это может быть также нитрид магния или лития)



Г -  $CaC_2$ , Д -  $CH_3CHO$ , E -  $(CH_3COO)_2Ca$

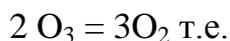


окисление  $CH_3CHO$  до  $CH_3COOH$  (любой приемлемый окислитель)



2.

Рассмотрим 300 мл смеси. При разложении озона ее объем увеличивается на 17,5 %, т.е. на 52,5 мл.

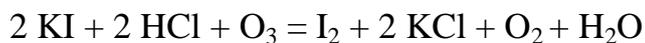


при разложении 2 мл - объем увеличивается на 1 мл

при разложении  $x$  мл - объем увеличивается на 52,5 мл

$x = 105$  мл озона содержится в исходной смеси.

При быстром пропускании смеси через раствор с иодидом калия взаимодействует только озон.



на 1 моль озона можно получить 254 г иода

на 0,0047 моль (что соответствует 105 мл) -  $x$  г

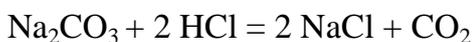
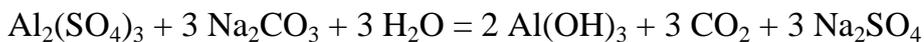
**$x = 1,19$  г.**

3. Для проведения реакций всех веществ друг с другом удобно составить таблицу

	КОН	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	HCl
КОН		осадок (выпадает и растворяется или выпадает не сразу, в зависимости от порядка сливания)	ничего	выделение газа при нагревании (основные свойства - окрашивание влажной индикаторной бумажки)	ничего
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	осадок (выпадает и растворяется или выпадает не сразу, в зависимости от порядка сливания)		осадок + газ	ничего	ничего
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ничего	осадок + газ		газ (при нагревании)	выделение газа - пузырьки
NH <sub>4</sub> Cl	выд. газа при нагревании (основные свойства - окрашивание влажной индикаторной бумажки)	ничего	газ (при нагревании)		ничего
HCl	ничего	ничего	выделение газа - пузырьки	ничего	

Из таблицы видно, что каждое из веществ дает свой уникальный набор реакций, т.е. вещества различаются.

Реакции:



4.

1) Судя по свойствам, углеводород А является ароматическим и не содержит двойных связей (помимо тех, что в бензольном кольце).

2) один моль C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> образует 6 CO<sub>2</sub> + 3 H<sub>2</sub>O т.е. 9 моль продуктов, газообразных при 300 °С один моль А образует таким образом 15 моль (т.к. отношение 5 : 3).

Так как углеводород ароматический и не содержит дополнительных двойных связей, это соответствует C<sub>9</sub>H<sub>12</sub> (9 CO<sub>2</sub> + 6 H<sub>2</sub>O).

3) Такую суммарную формулу может иметь пропилбензол, метилэтилбензол и триметилбензол. Чтобы выбрать правильный вариант, нужно определить формулу кислоты.

Содержание элементов в кислоте соответствует бензойной  $C_6H_5COOH$

4) Так как при окислении А получается бензойная кислота, значит А имеет один заместитель в кольце, т.е. это н-пропилбензол или изопропилбензол.

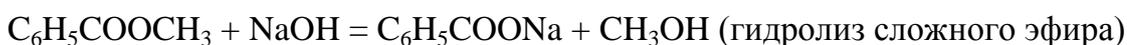
## 5.

Предположим, что углеводород В - бензол (что соответствует его молярной массе).

Вещество С - метанол

Вещество А — метилбензоат

при нагревании:



при прокаливании



Количество  $CO_2$  — 0,1 моль, значит должно быть по 0,1 моль метанола и бензола, что составляет  $7,8 + 3,2 = 11$  г, это соответствует условию

## 6.

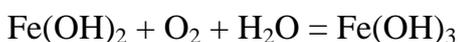
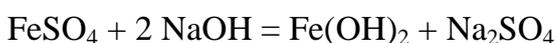
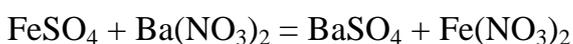
1) Соль представляет собой сульфат, так как с нитратом бария образует осадок, не растворимый в кислотах.

2) При действии щелочи получен гидроксид, который затем окисляется, а при прокаливании образуется оксид. Если оксид  $M_2O_n$  содержит 30% кислорода, то молекулярная масса металла: при  $n = 1$  составляет 18,67 (такого нет), при  $n = 2$  — 37,3 (такого тоже нет) и при  $n = 3$  — 56. Такой есть, это железо.

3) 0,4 г  $Fe_2O_3$  соответствуют 0,0025 моль. Тогда исходного сульфата железа(II) было взято 0,005 моль, т.е. 0,76 г. Однако по условию задачи его взято  $2,78 : 2 = 1,39$  г. Остается предположить, что был взят кристаллогидрат.

4) Определим состав кристаллогидрата  $1,39 - 0,76 = 0,63$ . Так как вещества 0,005 моль, то 1 моль содержит 126 г воды, что соответствует 7 молям воды. Формула кристаллогидрата —  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ .

5) Реакции:



6)  $50 \text{ см}^3$  указанного раствора  $\text{KMnO}_4$  содержат  $0,02 \times 0,05 = 0,001$  моль перманганата. По уравнению реакции он взаимодействует с  $0,005$  моль  $\text{FeSO}_4$ , что соответствует расчету для первой порции соли.