

Задача 1.

(12 баллов)

Очевидно, что вещество, выпавшее из раствора, содержит еще один элемент, так как сумма процентных содержаний элементов не равна 100%. Так как в раствор была добавлена сера, а вещество в растворе одно, то этот элемент — сера.

По разности массовая доля серы составляет 25,83%.

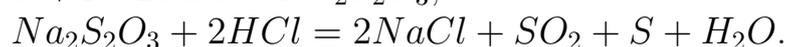
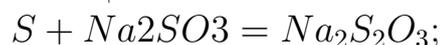
Расчет мольного соотношения элементов дает $n(S) : n(Na) : n(O) : n(H) = 1 : 1 : 4 : 5$, что соответствует эмпирической формуле $NaSO_4H_5$. Наличие водорода указывает на кристаллогидрат.

При умножении на два получаем формулу $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$.

Тиосульфат натрия получается при растворении серы в растворе сульфита натрия. Таким образом,

W = сульфит натрия, X = тиосульфат натрия, кристаллогидрат, $Y = SO_2$, $Z = NaCl$.

Реакции:

Критерии оценки:

Вещества:

сульфит натрия — 2 балла;

тиосульфат натрия, кристаллогидрат — 2 балла;

Расчет — 4 балла;

(если получена брутто- или простейшая формула, но вещество не определено, расчет — 2 балла);

SO_2 и $NaCl$ по 1 баллу (суммарно 2);

Реакции по 1 баллу (суммарно 2).

Задача 2.

(15 баллов) Железо, из которого изготовлен сосуд, вступило в реакцию с CO , т.е. масса пустого сосуда уменьшилась. Образовался карбонил железа $Fe(CO)_5$.

По уравнению Клапейрона $PV = nRT$ определим количество газа в сосуде до и после реакции:

$$n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{197,35 \cdot 62,77}{8,314 \cdot 298} = 5 \text{ моль,}$$

$$n_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{156 \cdot 62,77}{8,314 \cdot 453} = 2,6 \text{ моль.}$$

При $180^\circ C$ карбонил железа находится в газовой фазе. Определим состав газа в сосуде.

Пусть моль прореагировало с железом, тогда:

$$x/5 + (5 - x) = 2,6$$

$$0,8x = 2,4$$

$x = 3$ моль (CO вступило в реакцию). Образовалось $3/5 = 0,6$ моль $Fe(CO)_5$.

Масса железа в карбониле = $56 \times 0,6 = 33,6$ г.

Если при решении предположить, что карбонил железа находится в жидкой фазе, то количество CO , которое вступило в реакцию, равно $5,0 - 2,6 = 2,4$ моль. В этом случае получено 0,48 г карбонила железа, и масса железа составит 26,88.

Критерии оценки:

Масса сосуда изменилась, так как железо взаимодействует с — 2 балла;

Продукт реакции, формула — 3 балла;

Расчет кол-ва молей до реакции — 2 балла;

Расчет кол-ва молей после реакции — 2 балла;

Уравнение для вычисления количества карбонила Fe в газовой фазе — 3 балла;

Решение уравнения — 2 балла;

Масса железа, ответ — 1 балл;

(вариант получения карбонила Fe в виде жидкости при наличии расчета и ответа — 13 баллов).

Задача 3.

(16 баллов)

A = формальдегид (брутто формула CH_2O).

Реакция серебряного зеркала указывает на наличие карбонильной группы, а объем продуктов сгорания указывает на то, что в молекуле один атом .

B = уксусная кислота.

В молекуле должно быть два атома C , так как по условию их больше одного, но меньше трех. Эмпирическая формула должна быть такой же, как у формальдегида, то есть брутто формула $C_2H_4O_2$.

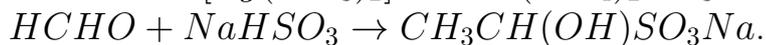
Кислая реакция означает, что это уксусная кислота.

Вещество **C** по условию содержит три атома углерода и имеет ту же эмпирическую формулу, значит его брутто-формула $C_3H_6O_3$.

Так как все варианты, содержащие группы, а также триоксан растворимы в воде, то это $(CH_3O)_2CO$ — диметилкарбонат.

Реакции (возможные варианты):

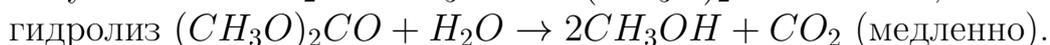
1) формальдегид



2) уксусная кислота



3) диметилкарбонат



Критерии оценки:

Вещество **A** — 2 балла (при наличии пояснения);

(без пояснения 1 балл, только брутто формула — тоже 1 балл);

Вещество **B** — 2 балла (при наличии пояснения);

(без пояснения — 1 балл, только брутто формула — тоже 1 балл);

Брутто-формула **C** — 2 балла;

Структурная формула или название — 2 балла.

Реакции:

формальдегид: по 1 баллу за реакцию (суммарно 2);

уксусная кислота: по 1 баллу за реакцию (суммарно 2);

диметилкарбонат: по 2 балла за реакцию (суммарно 4). *Растворимые в воде вещества C рассматриваются, но оценка в этом случае ниже.*

Задача 4.

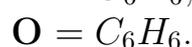
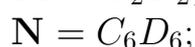
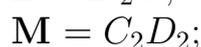
(18 баллов)

K = карбид кальция (по содержанию кальция рассчитывается молярная масса 62).

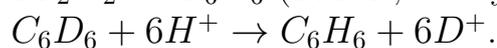
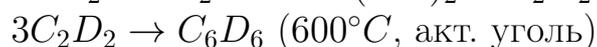
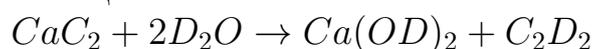
В тексте очевидно описана реакция карбида кальция с водой, которая, как известно, дает ацетилен, а затем тримеризация ацетилена.

Однако при тримеризации ацетилена образуется бензол, а в данном случае некое вещество с молярной массой 84, а бензол (с молярной массой 78) образуется только на следующей стадии. Условия этой стадии наводят на мысль, что речь идет о веществах, содержащих тяжелый изотоп водорода — дейтерий, а в серной кислоте происходит изотопный обмен H/D.

Таким образом



Реакции:

Критерии оценки:

карбид кальция (расчет) — 3 балла (без расчета — 1 балл);

D_2O — 2 балла;

C_2D_2 — 2 балла;

C_6D_6 — 2 балла;

C_6H_6 — 2 балла.

Реакции: $CaC_2 + D_2O$ — 2 балла;

C_2D_2 -тримеризация — 2 балла;

Изотопный обмен — 3 балла.