

**X1.** Раствор хлорида двухвалентного металла разделили на две равные части. К одной из них добавили раствор кальцинированной соды, в результате выделилось 1,48 г осадка. При добавлении ко второй порции раствора сульфата калия образуется осадок массой 1,84 г. Определите, какая соль находилась в растворе.

**Решение.**

Формула неизвестной соли  $MCl_2$ . Составляем уравнения реакций:



Устанавливаем соотношение количеств реагирующих веществ

по уравнению (0.1):  $\nu(MCl_2) = \nu(MCO_3)$

по уравнению (0.2):  $\nu(MCl_2) = \nu(MSO_4)$

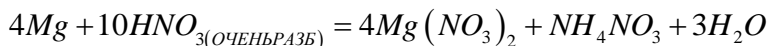
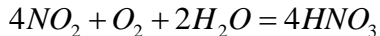
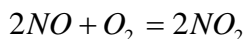
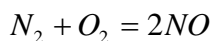
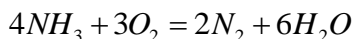
следовательно:  $\nu(MCO_3) = \nu(MSO_4)$

$$\frac{1.48}{(x + 60)} = \frac{1.84}{(x + 96)} \quad x = 88.$$

**Ответ:** Металл – стронций, соль  $SrCl_2$ .

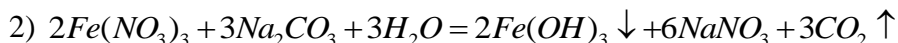
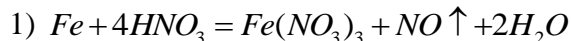
**X2.** Осуществите превращения:  $N^{-3} \rightarrow N^0 \rightarrow N^{+2} \rightarrow N^{+5} \rightarrow N^{-3}$

**Решение.**

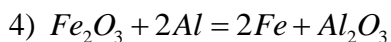
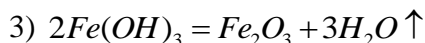
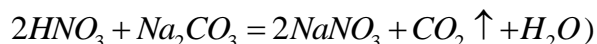


**X3.** Железо растворили в разбавленной азотной кислоте. К полученному раствору добавили избыток раствора карбоната натрия. Выделившийся осадок отфильтровали и прокалили. Полученное вещество растёрли в мелкий порошок вместе с алюминием и смесь подожгли. Она сгорела с выделением большого количества теплоты. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

**Решение.**



(если  $HNO_3$  была в избытке, то сначала идет реакция



**X4.** До конца 19 века в Германии и Чехии производилась так называемая нордгаузенская или дымящая серная кислота. Процесс производства осуществлялся в несколько стадий, первой из которых было окисление на воздухе в течении как минимум 3 лет купоросного сланца, содержащего легко окисляемую форму серного колчедана, до так называемого купоросного камня, состоящего минимум на 50 % из сульфата трёхвалентного железа. Затем, купоросный камень подвергали пиролизу в металлических ретортах с очень длинными отводами, где он разлагался с образованием серного ангидрида. Серный ангидрид поглощался в надеваемых на отводы приёмниках с раствором серной кислоты. Получающийся продукт имеет плотность до  $1,97 \text{ г/см}^3$ , дымит на воздухе, легко обугливает многие органические вещества, активно поглощает воду из воздуха, представляет собой тёмно-бурую вязкую пахнущую окислами серы маслянистую жидкость.

1) Как сейчас называется нордгаузенская серная кислота? Запишите её формулу.

2) Напишите уравнения происходящих реакций, начиная с пиролиза сульфата трёхвалентного железа.

3) Какой процесс приводил к понижению выхода кислоты и загрязнению её диоксидом серы? Запишите уравнение реакции.

**Ответы:**

1) Олеум.  $H_2SO_4 \cdot xSO_3$

2)  $Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3SO_3$

$H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$

$H_2SO_4 + SO_3 \rightarrow H_2S_2O_7$  (не полностью)

3) Разложение серного ангидрида при нагревании:  $2SO_3 \rightarrow 2SO_2 + O_2$

**X5 (ЕГЭ-С1).** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:

$FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + \dots \rightarrow \dots + Cr_2(SO_4)_3 + \dots + H_2O$

Определите окислитель и восстановитель.

**Решение.**

1) Составим электронный баланс:

$1 | 2Cr^{+6} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3}$

$3 | 2Fe^{+2} - 2e^- \rightarrow 2Fe^{+3}$

2) Здесь  $K_2Cr_2O_7 (Cr^{+6})$  окислитель, а  $FeSO_4 (Fe^{+2})$  восстановитель:

3) Расставим коэффициенты в уравнении реакции:

$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$

**X6 (ЕГЭ-С3).** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  $CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_4Cl_2$ .

В уравнениях укажите структурные формулы органических веществ.

**Решение.**

1)  $2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} CH \equiv CH + 3H_2$

2)  $CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{кат.} H_2C = CH_2$

3)  $H_2C = CH_2 + HCl \longrightarrow H_3C - CH_2 - Cl$

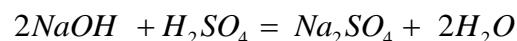
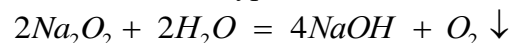
4)  $H_3C - CH_2 - Cl + KOH (спирт.) \longrightarrow H_2C = CH_2 + KCl + H_2O$

5)  $H_2C = CH_2 + Cl_2 \longrightarrow Cl - H_2C - CH_2 - Cl$

**X7 (ЕГЭ-С4).** Пероксид натрия обработали избытком горячей воды. Выделившийся газ собрали, а образовавшийся раствор щелочи полностью нейтрализовали 10%-ным раствором серной кислоты объёмом 300 мл и плотностью 1,08 г/мл. Определите массу взятого для реакции пероксида натрия и объём собранного газа.

**Решение.**

1) Составим уравнения химических реакций:



2) Определим количества вещества серной кислоты и щёлочи:

$$n(H_2SO_4) = \frac{300 \cdot 1,08 \cdot 0,1}{98} = 0,33 \text{ моль}$$

$$n(NaOH) = 2n(H_2SO_4) = 0,66 \text{ моль}$$

3) Рассчитаем количество вещества и масса пероксида натрия:

$$n(Na_2O_2) = \frac{n(NaOH)}{2} = 0,33 \text{ моль}$$

$$m(Na_2O_2) = 0,33 \cdot 78 = 25,74 \text{ г}$$

4) Определим количество вещества и объём кислорода:

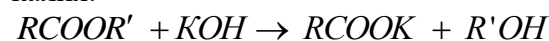
$$n(O_2) = \frac{n(NaOH)}{4} = \frac{0,66}{4} = 0,165 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = n \cdot V_m = 0,165 \cdot 22,4 = 3,696 \text{ л} \approx 3,7 \text{ л}$$

**X8 (ЕГЭ-С5).** Некоторый сложный эфир массой 7,4 г подвергнут щелочному гидролизу. При этом получено 9,8 г калиевой соли предельной одноосновной кислоты и 3,2 г спирта. Установите молекулярную формулу этого эфира.

**Решение.**

1) Составим уравнение гидролиза эфира в общем виде и определим количество гидроксида калия:



$$m(KOH) = (9,8 + 3,2) - 7,4 = 5,6 \text{ г}$$

$$n(KOH) = \frac{5,6}{56} = 0,1 \text{ моль}$$

2) определим молярную массу эфира:  $n(RCOOR') = n(KOH) = 0,1 \text{ моль}$ ,

$$\text{тогда } M(RCOOR') = \frac{m}{n} = \frac{7,4}{0,1} = 74 \text{ г/моль}$$

3) Установим формулу эфира:

$$M(R'OH) = \frac{3,2}{0,1} = 32 \text{ г/моль}, \text{ отсюда } M(R') = 32 - 17 = 15 \text{ г/моль}$$

радикал  $R'$  это  $-CH_3$

$$M(RCOOK) = \frac{9,8}{0,1} = 98 \text{ г/моль}, \text{ отсюда } M(R) = 98 - 83 = 15 \text{ г/моль}$$

радикал  $R$  это  $-CH_3$

Следовательно, эфир  $CH_3COOCH_3$ . Молекулярная формула эфира  $C_3H_6O_2$ .