

**X1.** «Когда в густой крепкой купоросной водке (концентрированная серная кислота), с которой четыре доли воды смешано, влитую в узкогорлую склянку, положены будут железные опилки, тогда выходящий пар от свечного пламени загорается... Иногда случается, что загоревшийся пар склянку с великим треском разрывает»

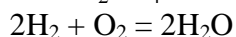
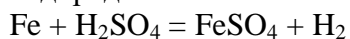
(М.В. Ломоносов, Полное собр. соч., – М.: 1953, т. 1, стр. 474).

1. Определите массовую долю (в %) растворенного вещества в разбавленной «купоросной водке», если исходная массовая доля в «крепкой купоросной водке» составляла 98%, а доли воды при разбавлении были взяты по массе.
2. Напишите уравнения реакций железа с раствором «купоросной водки» и горения «выходящего пара».
3. Напишите 3 уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии железных опилок с раствором «купоросной водки» в зависимости от ее концентрации.
4. Определите соотношение объемов «выходящего пара» и разбавленного раствора «купоросной водки» ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ) при нормальных условиях.

#### **Решение:**

1. Пусть было 100 г концентрированного раствора. (Содержание «купоросной водки» – серной кислоты – 98 г) Тогда масса добавленной воды составит 400 г. Общая масса раствора – 500 г. Массовая доля серной кислоты составит  $98:5 = 19,6$  (%).

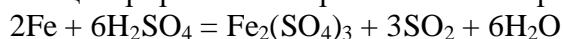
2. При взаимодействии железа с разбавленной серной кислотой образуется сульфат железа (II) и водород:



3. При более высокой концентрации кислоты наряду с водородом могут выделяться сероводород и сера:



Концентрированная серная кислота образует оксид серы (IV) и сульфат железа (III):



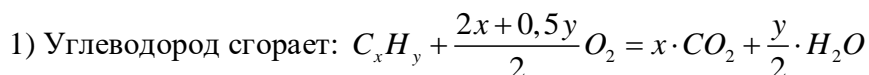
4. Литр разбавленного раствора серной кислоты имеет массу 1200 г и содержит  $0,196 \cdot 1200 = 235,2$  г серной кислоты, что составляет 2,4 моль кислоты. Тогда при полном взаимодействии кислоты с железом выделяется 2,4 моль водорода или  $2,4 \cdot 22,4 = 53,76$  (л). Объем выделяющегося водорода в 53,76 раза больше объема разбавленной серной кислоты (или объем кислоты в 53,76 раз меньше объема водорода).

#### **Система оценивания**

1. Расчет концентрации
2. Реакция с железом
3. Горение водорода
4. Три реакции по 2 балла
5. Соотношение объемов

**X2.** Пары неизвестного углеводорода  $C_xH_y$  объемом 5 мл смешали со 100 мл кислорода и подожгли. После конденсации образовавшихся водяных паров объем газовой смеси составил 95 мл, а после пропускания через избыток раствора щелочи уменьшился до 50 мл, причем оставшийся газ поддерживал горение. Объемы всех газов измерены при одинаковых условиях.

1. Определить структурную формулу углеводорода, если известно, что при его взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра образуется продукт состава  $C_xAg_y$ .
2. Приведите уравнение реакции углеводорода с аммиачным раствором оксида серебра.
3. Назовите углеводород  $C_xH_y$  по номенклатуре ИЮПАК

**Решение:**

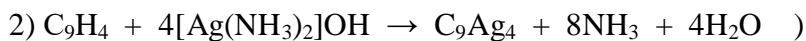
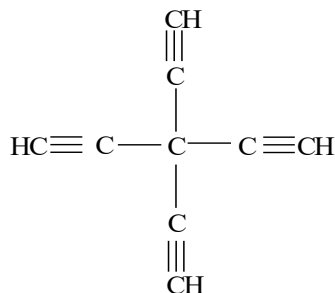
Оставшийся газ, поддерживающий горение – избыточный кислород.

$$V(CO_2) = 95 \text{ мл} - 50 \text{ мл} = 45 \text{ мл}, \text{ отсюда } x = 45/5=9$$

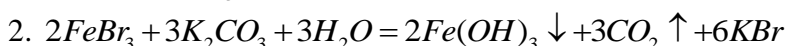
$$V(O_2)_{\text{реакц.}} = 100 \text{ мл} - 50 \text{ мл} = 50 \text{ мл}, \text{ следовательно } (2 \cdot 9 + 0,5y)/2 = 50/5, \text{ и } y = 4.$$

Молекулярная формула углеводорода  $C_9H_4$ . (установление брутто-формулы – 3 балла).

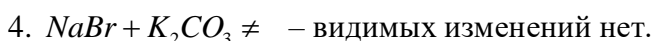
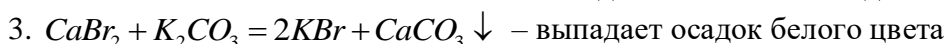
По условию задачи известно, что в молекуле все 4 атома водорода являются “кислыми”, следовательно, в составе молекулы 4 концевых тройных связи. Структурная формула углеводорода:



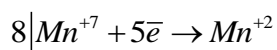
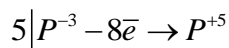
**X3.** В 4-х пробирках находятся растворы  $HBr$ ,  $FeBr_3$ ,  $CaBr_2$  и  $NaBr$ . В каждую пробирку добавили раствор поташа. Опишите, какие изменения произойдут в каждой из пробирок. Приведите уравнения реакций.

**Решение:**

– выделяется газ и выпадает осадок бурого цвета



**X4 (ЕГЭ-С1).** Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции  $PH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + H_3PO_4 + \dots + \dots$ . Определите окислитель и восстановитель.

**Решение**

Фосфор в степени окисления  $-3$  является восстановителем, с марганец  $+7$  (или перманганат калия) – окислителем.

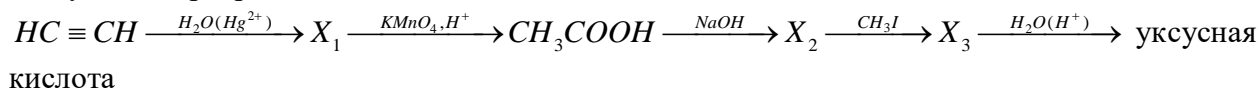


**X5 (ЕГЭ-С2).** Даны водные растворы хлорида железа (III), бихромата калия, йодида калия, серной кислоты и гидроксида лития. Приведите уравнения четырех возможных реакций между этими веществами.

**Решение**

- 1)  $FeCl_3 + 3LiOH = Fe(OH)_3 \downarrow + 3LiCl$
- 2)  $2FeCl_3 + 2KI = 2FeCl_2 + 2KCl + I_2 \downarrow$
- 3)  $K_2Cr_2O_7 + 2LiOH = K_2CrO_4 + Li_2CrO_4 + H_2O$
- 4)  $K_2Cr_2O_7 + 6KI + 7H_2SO_4 = 4K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2 + 7H_2O$

**X6 (ЕГЭ-С3).** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

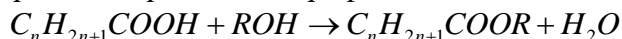
**Решение**

- 1)  $C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3CHO$
- 2)  $5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
- 3)  $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
- 4)  $CH_3COONa + CH_3I \rightarrow CH_3COOCH_3 + NaI$
- 5)  $CH_3COOCH_3 + H_2O \xrightarrow{t^0} CH_3COOH + CH_3OH$

**X7 (ЕГЭ-С5).** Некоторая предельная одноосновная кислота массой 6 г требует для полной этерификации такой же массы спирта. При этом получается 10,2 г сложного эфира. Установите молекулярную формулу кислоты.

**Решение**

- 1) Уравнение реакции этерификации в общем виде:



- 2) Масса и количество вещества воды:

$$m(H_2O) = (6 + 6) - 10,2 = 1,8 \text{ г}$$

$$n(H_2O) = 1,8 / 18 = 0,1 \text{ моль}$$

- 3) Формула кислоты по уравнению реакции:

$$n(C_nH_{2n+1}COOH) = n(H_2O) = 0,1 \text{ моль, тогда}$$

$$M(C_nH_{2n+1}COOH) = m / n = 6 / 0,1 = 60 \text{ г/моль}$$

$$12n + 2n + 1 + 12 + 16 \cdot 2 + 1 = 60$$

$$n = 1$$

Формула кислоты –  $CH_3COOH$