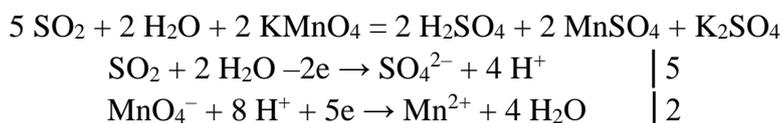


## Решения задач и система оценивания – 11 класс (2022 г)

### Задача № 1

При действии сильных кислот на раствор соли выделение газообразных продуктов происходит, если речь идет о солях угольной, сернистой и сероводородной кислот – здесь выделяются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  или  $\text{H}_2\text{S}$  соответственно. По условию задачи выделяющийся газ обесцвечивает раствор перманганата калия и это могут быть сернистый газ или сероводород. Возьмем, например, сернистый газ (вещество С):



Таким образом, вещества А и В – соли сернистой кислоты, которые могут быть кислыми и средними. С гидроксидом кальция может реагировать только кислая соль, например, гидросульфит натрия – вещество А (реакция нейтрализации):



где осадок сульфита кальция – вещество В.

При действии раствора хлорида кальция на раствор гидросульфита натрия реакции ионного обмена нет, поскольку соль  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  растворима.

Сильные кислоты растворяют  $\text{NaHSO}_3$  (вещество А) с выделением газа  $\text{SO}_2$  (вещество С):



Заметим, что если принять, что газ С – это сероводород, то по аналогии соль А – это гидросульфид натрия  $\text{NaHS}$ , то соли  $\text{CaS}$  не существует!

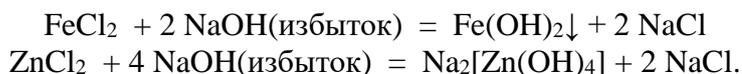
**Система оценивания:** возможные варианты солей – 1 балл; выбор газов, обесцвечивающих раствор марганцовки – 1 балл; выбор веществ А, В и С и комментарии к реакциям нейтрализации и ионного обмена – 2 балла, уравнения реакций – 3 балла; отвод сероводорода – 1 балл.

### Задача № 2

1) Железо и цинк отделяем от меди и золота раствором соляной кислоты, в которой два первых металла растворяются:



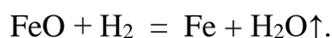
Далее на раствор солей и остаток соляной кислоты подействуем избытком щелочи, при этом образуется осадок гидроксида железа(II), а образовавшийся осадок гидроксида цинка растворится в силу амфотерности этого соединения:



Отделяем осадок  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и прокаливаем его



образовавшийся оксид восстанавливаем при нагревании в токе водорода



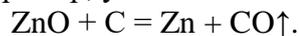
Через раствор, содержащий  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ , пропускаем ток углекислого газа (аккуратное подкисление раствора) и при этом образуется осадок гидроксида цинка



Далее отделяем осадок и прокаливаем его:



оксид цинка восстанавливаем, например, углем:



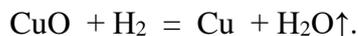
2) Смесь меди и золота обрабатываем концентрированные раствором азотной кислоты, в котором медь растворяется, а золото нет – отделяем золото.



Раствор нитрата меди упариваем и соль прокаливаем:



а образовавшийся оксид меди восстанавливаем при нагревании в токе водорода:



**Система оценивания:** обоснование методики разделения – 2 балла; уравнения реакций –  $0,5 \times 12 = 6$  баллов.

### Задача № 3

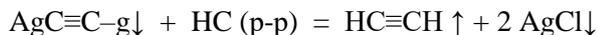
Газообразную смесь этана, этилена и ацетилена пропускаем через аммиачный раствор оксида серебра и отделяем ацетилен в виде белого осадка ацетиленида серебра:



Оставшуюся смесь пропускаем через водный раствор брома и отделяем этилен в виде жидкого дибромэтана, который не смешивается с водой:



Выделение ацетилена: осадок  $\text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow$  обрабатываем соляной кислотой:



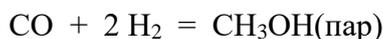
Выделение  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ : на дибромэтан (жидкость) подействуем порошкообразным цинком



**Система оценивания:** методика разделения – 2 балла; уравнения реакций – 4 балла.

### Задача № 4

Реакция синтеза метанола – пусть для синтеза взяли 1 моль угарного газа и 4 моль водорода:



Начало | 1 моль 4 моль –

Пусть к моменту установления химического равновесия образовалось  $x$  моль паров метанола (очевидно, что температура в реакторе выше температуры кипения метанола), тогда в равновесной смеси будет:



Далее воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона  $pV = nRT$ , где  $p$  – давление в реакторе, а  $n$  – суммарное число молей газообразных веществ в реакторе. По условию задачи величины  $V$  (объем реактора) и  $T$  – постоянны.

Начальное состояние: давление  $p_1$  и  $n_1 = 1 + 4 = 5$  моль.

Равновесие:  $p_2 = p_1 - 0,1p_1 = 0,9p_1$  и  $n_2 = (1-x) + (4-2x) + x = 5 - 2x$  моль.

Записав уравнение М-К для двух состояний и поделив одно на другое получаем

$$p_1 / p_2 = n_1 / n_2 \text{ или } p_1 / 0,9 p_1 = 5 / (5 - 2x), \text{ откуда } x = 0,25 \text{ моль.}$$

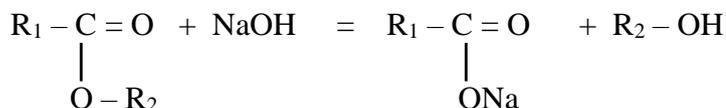
В газовой смеси объемная доля данного газа равна его мольной доле. Общее количество газов в равновесной смеси равно  $n_2 = 5 - 2x = 4,5$  моль, тогда мольная доля паров метанола в смеси равна  $0,25 / 4,5 = 0,056 = 5,6 \%$ .

Степень превращения  $CO = (\text{количество прореагировавшего } CO) / (\text{начальное количество } CO) = 0,25 / 1 = 0,25 = 25 \%$ .

**Система оценивания:** уравнение реакции – 1 балл; расчет равновесного выхода паров метанола – 3 балла; расчет мольной доли и степени превращения – 1 балл.

### Задача № 5

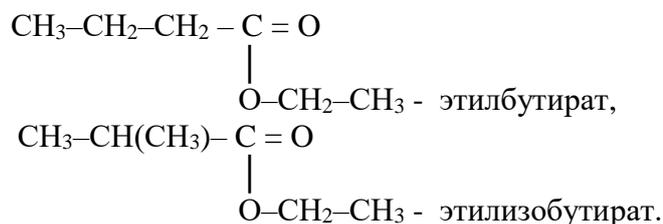
Судя по свойствам соединений В и С, легко предположить, что соединение А с формулой  $C_6H_{12}O_2$  представляет собой сложный эфир, при щелочном гидролизе которого образуется соль карбоновой кислоты (В) и спирт (С):



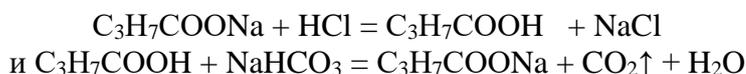
Суммарное число атомов углерода в радикалах  $R_1$  и  $R_2$  равно шести, но по условию задачи в  $R_2$  их в два раза меньше, чем в  $R_1$ . Пусть в  $R_2$  будет  $x$  атомов углерода, тогда в  $R_1$  их будет  $2x$ , и  $x + 2x = 6$ , откуда  $x = 2$ .

Формула соли  $C_3H_7COONa$ , формула спирта  $C_2H_5OH$

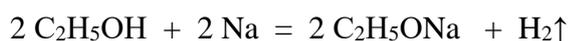
Возможные структуры исходного соединения:



При подкислении раствора соли  $C_3H_7COONa$  сильной кислотой образуется слабая карбоновая кислота, которая, в свою очередь, может взаимодействовать с гидрокарбонатом натрия с образованием углекислого газа:



Этиловый спирт реагирует с натрием с выделением водорода:



**Система оценивания:** определение природы соединений А, В и С – 1,5 балла; определение брутто-формулы соли и спирта – 1 балл; две структуры сложного эфира – 1 балл; уравнения реакций – 1,5 балла.

### Задача № 6

Запишем искомую формулу углеводорода  $C_xH_y$  и вычислим его молярную массу

$$M(C_xH_y) = 34 \cdot 2 = 68 \text{ г/моль.}$$

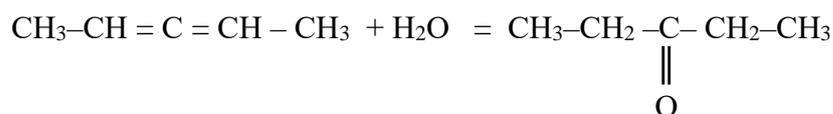
При горении углеводорода  $C_xH_y + (2x + y/2) / 2 O_2 = x CO_2 + y/2 H_2O$  в реакцию вступило (1 г / 68 г/моль) моль углеводорода и образовалось (1,06 г / 18 г/моль) моль воды. Определим индекс  $y$  из закона сохранения количества атомов водорода:

$y \cdot n(C_xH_y) = 2 n(H_2O)$  или  $(1/68) \cdot y = 2 \cdot (1,06 / 18)$ , тогда  $y = 8$ . Число атомов углерода  $x = (68 - 8) / 12 = 5$ . Итак, брутто-формула искомого соединения  $C_5H_8$ .

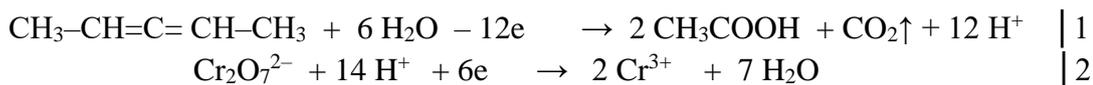
Найденная формула может соответствовать углеводородам с одной тройной связью (алкин), двумя двойными связями (диен) или циклу с одной двойной связью – привести по одному примеру и назвать.

По условию задачи продукты реакций  $C_5H_8$  имеют некие свойства симметрии – диэтилкетон, две молекулы уксусной кислоты, поэтому данное соединение относится к симметричному диену:  $CH_3 - CH = C = CH - CH_3$  – диметилаллен или 2,3-пентадиен.

Реакция гидратации в кислой среде



Окисление дихроматом калия в кислой среде:



**Система оценивания:** определение брутто-формулы углеводорода – 3 балла; примеры и названия изомеров – 3 балла; строение и реакции искомого углеводорода – 2 балла.