

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

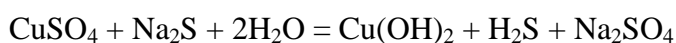
ПО ХИМИИ 2018/19 УЧЕБНЫЙ ГОД

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

РЕШЕНИЕ

11 класс

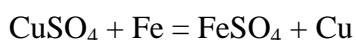
1. Смешали 300 г 16%-ного раствора сульфата меди (II) и 100г раствора с массовой долей сульфида натрия 7,8%. В полученный раствор опустили железную пластинку. Через некоторое время пластинку вынули и взвесили. Ее масса увеличилась на 0,8г. Определите массовые доли растворённых веществ в полученном растворе.



$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{300\text{г} \cdot 0,16}{160 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{100\text{г} \cdot 0,078}{78} = 0,1 \text{ моль. - в недостатке}$$

Значит, после реакции в растворе останется $0,3 - 0,1 = 0,2$ моль сульфата меди и 0,1 моль сульфата натрия



Масса пластины увеличилась, т.к. $M(\text{Cu})$ больше $M(\text{Fe})$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,8\text{г}}{(64-56)\text{г/моль}} = \frac{0,8\text{г}}{8 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

Значит, в растворе останется сульфат меди $0,2 - 0,1 = 0,1$ моль и появится сульфат железа (II) в количестве 0,1 моль.

Масса конечного раствора составит $300 + 100 - m(\text{Cu}(\text{OH})_2) - m(\text{H}_2\text{S}) - 0,8$ (г)

Сероводород и гидроксид меди образовались, согласно уравнению, в количестве 0,1 моль, тогда масса сероводорода 3,4г, гидроксида меди 9,8 г

$$m(\text{р-ра}) = 300 + 100 - 9,8 - 3,4 - 0,8 = 386 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{142 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,1 \text{ моль}}{386 \text{ г}} \times 100\% = 3,67 \%$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{160 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,1 \text{ моль}}{386 \text{ г}} \times 100\% = 4,1 \%$$

$$\omega(\text{FeSO}_4) = \frac{152 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,1 \text{ моль}}{386 \text{ г}} \times 100\% = 3,9 \%$$

Баллы:

Уравнения реакций – $16 \times 2 = 26$

Расчёт количеств сульфита натрия и сульфата меди в исходных растворах - $16 \times 2 = 26$

Расчёт количеств сульфата меди, сульфата железа(II), сульфата натрия в конечном растворе – $26 \times 2 = 46$

Расчёт массы конечного раствора – 26

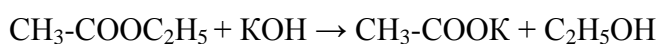
Расчёт массовых долей сульфата меди, сульфата железа(II), сульфата натрия в конечном растворе - $16 \times 3 = 36$

Итого – 13баллов

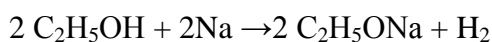
2. Соединения А и Б имеют общую формулу $C_4H_8O_2$. При щелочном гидролизе А получают два органических вещества В и Г. При сплавлении В со щёлочью образуется метан; Г реагирует с металлическим натрием с выделением водорода. Вещество Б вступает в реакцию серебряного зеркала с образованием соединения Д, которое, в свою очередь, может образовывать сложные эфиры как при взаимодействии с кислотами, так и со спиртами. Определите структурные формулы А-Д. Напишите уравнения реакций и возможные изомеры Б

Согласно брутто-формуле, вещество А может быть одноосновной карбоновой кислотой или сложным эфиром. Щелочному гидролизу подвергаются сложные эфиры. Значит, А-сложный эфир. Один из продуктов щелочного гидролиза, соль карбоновой кислоты, вступает в реакцию со щёлочью с образованием алкана. Если алкан - метан, то соль – ацетат, а эфир – этилацетат.

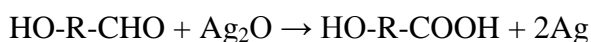
А- $CH_3-COOC_2H_5$ этилацетат



В - CH_3-COOK , Г - C_2H_5OH



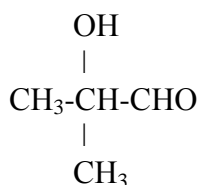
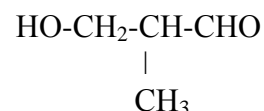
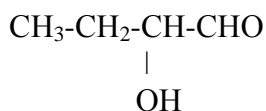
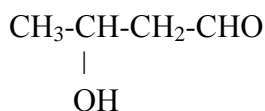
В реакцию серебряного зеркала вступают альдегиды. Значит в составе вещества Б есть группа $-CHO$. При её окислении получится карбоксильная группа, за счёт чего вещество Д может образовать сложный эфир со спиртами. А так как взаимодействует с кислотами, что есть $-OH$ группа. Значит в составе вещества Б есть альдегидная и гидроксо-группы



Б - $HO-R-CHO$, Д - $HO-R-COOH$

Возможные изомеры вещества Б





Баллы:

Формулы веществ А-Д – $16 \times 5 = 56$

Структурные формулы изомеров Б - $16 \times 5 = 56$

Уравнения реакций – $16 \times 4 = 46$

Итого – 14 баллов

3. При сжигании 2,25 г органическое вещество X широко распространенного в природе, образовалось 2,64 г диоксида углерода, 0,42 г азота и 1,35 г воды. Известно, что X реагирует с соляной кислотой и с гидроксидом натрия, образуя соли. Напишите структурную формулу X, напишите уравнения реакций. Приведите изомер вещества X (название, структурная формула).

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{2,64 \text{ г}}{44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \frac{1,35 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}) = 2n(\text{N}_2) = 2 \frac{0,42 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 0,03 \text{ моль}$$

Проверим, есть ли в составе вещества кислород.

$$\Delta m = 2,25 - 0,06 \cdot 12 - 0,15 \cdot 1 - 0,03 \cdot 14 = 0,96 \text{ г}$$

В составе навески есть кислород в количестве $0,96/16 = 0,06$ моль

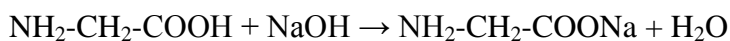
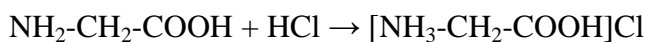


$$x : y : z : m = 0,06 : 0,15 : 0,06 : 0,03 = 2 : 5 : 2 : 1$$



Такая формула может соответствовать или нитросоединению, или аминокислоте. Т.к. вещество X широко распространено в природе, то это скорее всего аминокислота. Именно аминокислота может реагировать и с кислотой, и со щёлочью. Значит X – аминокислота глицин

$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ – глицин, аминоксусная кислота



Изомером вещества X будет нитроэтан:



Баллы:

Определение количеств водорода, азота, углерода – $16 \times 3 = 36$

Доказательство наличия кислорода в составе вещества – 2б

Вывод формулы X – 2б

Структурная формула X – 1б

Уравнения реакций - $16 \times 2 = 26$

Структурная формула изомера X, название - $16 \times 2 = 26$

Итого – 12 баллов

4. При действии избытка соляной кислоты на твёрдую смесь равных по массе навесок карбонатов натрия и бария выделилось 0.448л газа (н.у.). Какова масса осадка, образовавшегося при действии на полученный раствор избытка серной кислоты?



Количество выделившегося углекислого газа равно количеству карбонатов в смеси

$$n(\text{CO}_2) = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{BaCO}_3) = 0,02$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}, M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль}$$

Пусть в смеси x моль карбоната натрия, тогда карбоната бария (0,02-x) моль. По условию задачи массы веществ равны.

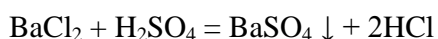
$$106x = 197(0,02-x)$$

$$106x = 3,94 - 197x$$

$$303x = 3,94$$

$$x = 0,013$$

Количество карбоната бария составит $0,02-0,013 = 0,007$ моль. Значит в растворе будет $0,007$ моль хлорида бария



Согласно уравнению, количество осадка сульфата бария также составит $0,007$ моль

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,007 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 1,631 \text{ г}$$

Баллы:

Уравнения реакций - $16 \times 3 = 36$

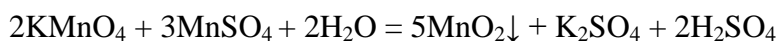
Расчёт количества углекислого газа – 16

Расчёт количества карбоната бария (любым способом) – 3 балла

Расчёт количества и массы осадка - $16 \times 2 = 26$

Итого: 9 баллов

5. Смешали 0,5 л. 0,1М раствора сульфата марганца (II) и 0,5л 0,1М раствора перманганата калия. Вычислите массу образовавшегося осадка



Определим, имеется ли избыток/недостаток реагентов

$$n(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{MnSO}_4) = 0,5 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль}$$

Т.к. по уравнению соотношение молей реагентов 2:3, то сульфат марганца – в недостатке, расчёт ведем по нему

$$n(\text{MnO}_2) = 5/3 n(\text{MnSO}_4) = 5/3 \cdot 0,05 \approx 0,083 \text{ моль}$$

$$m(\text{MnO}_2) = 0,083 \text{ моль} \cdot 87 \text{ г/моль} = 7,221 \text{ г}$$

Баллы:

Уравнение реакции – 26

Определение избытка/недостатка – 3 балла

Расчёт количества и массы осадка - $16 \times 2 = 26$

Итого – 7 баллов

ВСЕГО за полностью выполненную работу максимум – 55 баллов