

# XI Республиканский многопредметный Турнир молодых соотечественников

20 апреля 2019 г.

г. Кишинёв

## Химия

**X1.** Для приготовления раствора сульфата меди с массовой долей 10% юный химик Петя взвесил 10 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и растворил его в 90 мл воды. Затем Петя измерил плотность полученного раствора. Заглянув в справочник, он с удивлением обнаружил, что плотность 10% раствора должна быть выше.

1. Какую ошибку допустил Петя?
2. Какова массовая доля сульфата меди в полученном растворе?
3. Сколько воды он должен был взять на 10 г медного купороса, чтобы получить раствор с массовой долей 10% ?

### Решение

1. Петя не учёл, что медный купорос представляет собой кристаллогидрат. Поэтому, растворяя его в воде, мы вносим в раствор не только сульфат меди, но и некоторое количество воды.

2. Узнаем, сколько же сульфата меди реально содержится в 10 г медного купороса. Формула кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Молярная масса сульфата меди  $64 + 32 + 4 \times 16 = 160$  г/моль. Масса пяти молекул воды  $90$  г/моль. Всего  $160 + 90 = 250$  г/моль.

Составим пропорцию: 250 г медного купороса содержат 160 г сульфата меди, 10 г медного купороса содержат  $x$  г сульфата меди.  $x = 10 \times 160 : 250 = 6,4$  г. Таким образом, 10 г медного купороса содержат 6,4 г сульфата меди. Массу всего раствора удобнее посчитать, сложив массы всех веществ, которые в раствор были внесены. Масса раствора составит  $90 + 10 = 100$  г. Массовая доля сульфата меди в растворе 6,4%.

3. Мы уже знаем, что 10 г медного купороса содержат 6,4 г сульфата меди. Так как требуется 10 %-ный раствор, то масса всего раствора составит 64 г. Мы знаем, что для его приготовления было взято 10 г медного купороса, а значит было взято  $64 - 10 = 54$  г воды.

**X2.** При разложении 8,4 г карбоната двухвалентного металла образовалось 4 г его оксида. Установите формулу карбоната.

### Решение

Уравнение реакции:  $\text{MeCO}_3 = \text{MeO} + \text{CO}_2 \uparrow$

Находим количества веществ:  $n(\text{MeCO}_3) = \frac{8,4}{A_3 + 60}$  моль,  $n(\text{MeO}) = \frac{4,0}{A_3 + 16}$  моль.

Согласно уравнению реакции  $\frac{8,4}{A_3 + 60} = \frac{4,0}{A_3 + 16}$ , откуда  $A_3 = 24$ , металл – магний.

Формула карбоната:  $\text{MgCO}_3$ .

**X3.** В 10 мл воды растворяется при нормальных условиях 46,2 мл сероводорода. Рассчитайте массовую долю сероводорода.

### Решение

Уравнение материального баланса для расчёта массовой доли сероводорода:

$$\omega(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m(\text{H}_2\text{S})}{m(\text{H}_2\text{S}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

Расчёты:

$$m(H_2S) = \frac{M(H_2S) \cdot V(H_2S)}{V_M} = \frac{34 \cdot 0,0462}{22,4} = 0,070125 \text{ г}$$

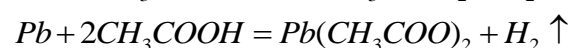
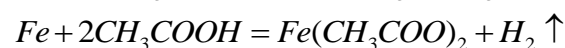
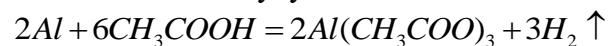
$$m(H_2O) = \rho V = 1 \cdot 10 = 10 \text{ г}$$

$$\omega(H_2S) = \frac{0,070125}{0,070125 + 10} = 0,00696 \text{ или } 0,696\%$$

**X4.** Какие из перечисленных металлов могут быть использованы для получения водорода путём взаимодействия с уксусной кислотой: серебро, алюминий, железо, свинец, ртуть? Какой из металлов, взятых в одинаковом количестве, вытеснит наибольшее количество водорода?

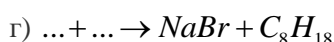
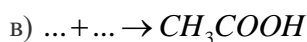
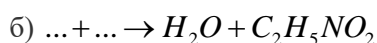
#### Решение

Водород из кислот восстанавливают (вытесняют) металлы, находящиеся в ряду активности левее водорода. Серебро и ртуть в ряду стандартных электродных потенциалов находятся правее водорода и с уксусной кислотой с выделением водорода взаимодействовать не будут. Алюминий, железо и свинец будут взаимодействовать с уксусной кислотой с выделением водорода.

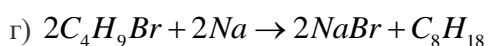
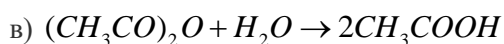
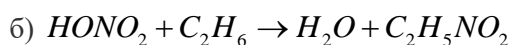


Таким образом, мы видим, что 1 моль железа и свинца могут восстановить 1 моль водорода, может выделиться 22,4 л газа при н.у.. Наибольшее количество водорода может вытеснить 1 моль алюминия – 1,5 моля водорода (33,6 л).

**X5.** Какие два вещества вступили во взаимодействие, если образовались приведённые ниже продукты реакции (коэффициенты не приведены)?



#### Решение

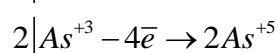
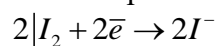


**X6.** Имеются следующие вещества: хлорид бария, оксид мышьяка (III), сульфат натрия и йод. Из предложенного перечня выберите те вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция (допустимо использование водных растворов веществ). Запишите уравнение этой реакции. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

#### Решение

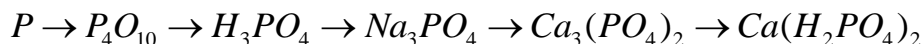
Запишем уравнение реакции:  $As_2O_3 + 2I_2 + 5H_2O = 2H_3AsO_4 + 4HI$

Составим электронный баланс:

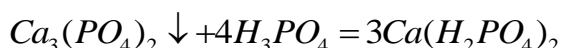
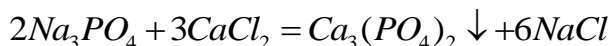
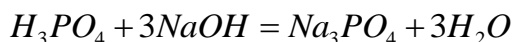
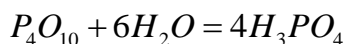
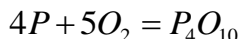


Мышьяк в степени окисления «+3» является восстановителем. Йод в степени окисления «0» – окислителем.

**X7.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



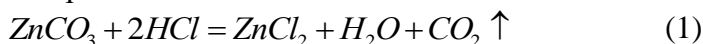
**Решение**



**X8.** Смесь цинка и карбоната цинка обработали избытком раствора соляной кислоты, при этом выделилось 13,44 л газа (при н.у.). Газ сожгли, продукты горения охладили до прежней температуры, при этом объём газа уменьшился до 8,96 л. Какой процентный состав имела исходная смесь веществ?

**Решение**

Уравнения реакций:



Количества выделившихся газов:  $n(CO_2) = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моль}$ ,  $n(H_2) = \frac{13,44 - 8,96}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$ .

По уравнению (1) –  $n(ZnCO_3) = 0,4 \text{ моль}$ ;  $m(ZnCO_3) = 0,4 \cdot 125 = 50 \text{ г}$ .

По уравнению (2) –  $n(Zn) = 0,2 \text{ моль}$ ;  $m(Zn) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г}$ .

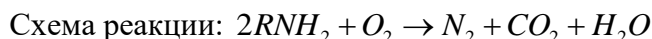
Вычисляем массовые доли веществ в смеси: масса смеси –  $13 + 50 = 63 \text{ г}$ .

$$\omega(ZnCO_3) = \frac{50}{63} = 0,7937, \text{ или } 79,37\%$$

$$\omega(Zn) = \frac{13}{63} = 0,2063, \text{ или } 20,63\%$$

**X9.** При сгорании 0,9 г некоторого предельного первичного амина (при н.у.) выделилось 0,224 л азота. Определите молекулярную формулу этого амина.

**Решение**



Найдём количество вещества азота:  $n(N_2) = 0,224 / 22,4 = 0,01 \text{ моль}$ .

Рассчитаем молекулярную массу амина:  $n(RNH_2) = 2n(N_2) = 0,02$ ,  $M = m / n = 0,9 / 0,02 = 45 \text{ г/моль}$ .

Определим формулу амина: на радикал  $R$  приходится  $45 - (14 + 2) = 29$ , таким радикалом может быть только этил –  $C_2H_5$ .

Молекулярная формула амина:  $C_2H_5NH_2$