

## ЗАДАНИЕ 1

### Примеры решения задач

#### Пример 1.

Колба с 250 г хлорной воды выставлена на солнечный свет. Выделившийся газ собран, его объем оказался равным 0,112 л (н. у.). Какова концентрация исходного раствора хлора (в % по массе)? Какой газ выделился из хлорной воды?

Дано:

$$m(\text{хл. в.}) = 250 \text{ г}$$

$$V(\text{газ}) = 0,112 \text{ л (н. у.)}$$

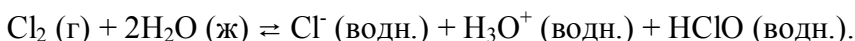
$$M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль}$$

Найти:

$$\omega(\text{Cl}_2)$$

Решение:

При растворении хлора в воде происходит образование хлорноватистой кислоты:



На свету хлорноватистая кислота разлагается с образованием газообразного кислорода:



Суммарное уравнение процесса имеет вид:



Рассчитаем количество выделившегося кислорода:

$$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{0,112}{22,4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (моль)}.$$

По уравнению реакции 1 моль кислорода соответствует 2 молям хлора, следовательно, количество прореагировавшего хлора равно 0,01 моль ( $5 \cdot 10^{-3} \cdot 2$ ). Тогда масса хлора составляет:

$$m = M \cdot n = 35,5 \cdot 0,01 = 0,71 \text{ (г)}.$$

Если принять, что весь хлор, содержащийся в хлорной воде, прореагировал, то массовая доля хлора равна:

$$\omega = \frac{m(\text{Cl}_2)}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 = \frac{0,71}{250} \cdot 100 = 0,28 \text{ (\%)}.$$

Ответ:  $\omega(\text{Cl}_2) = 0,28 \text{ \%,}$  выделившийся газ – кислород.

#### Пример 2.

Твердое кристаллическое соединение, состоящее из одновалентного металла и одновалентного неметалла, энергично реагирует с водой и водными растворами кислот с выделением водорода. При взаимодействии с водой этого вещества массой 2,4 г выделился водород объемом 2630 мл, измеренный при 37 °С и давлении  $9,8 \cdot 10^4$  Па, а раствор приобрел щелочную реакцию. Определите состав вещества и напишите уравнения реакций его взаимодействия с водой и соляной кислотой.

Дано:

$$m(\text{МЭ}) = 2,4 \text{ г (М – металл, Э – неметалл)}$$

$$V(\text{H}_2) = 2630 \text{ мл} = 2,63 \text{ л}$$

$$t = 37 \text{ }^\circ\text{C (} T = 310 \text{ К)}$$

$$p = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Найти:

МЭ

Решение:

Э – водород, поскольку только гидриды металлов реагируют с водой и кислотами с выделением водорода. Для определения металла необходимо вычислить молярную массу гидрида.

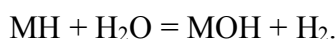
Определим количество выделившегося водорода. Сначала приведем объем газа к нормальным условиям:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}, \text{ следовательно, } V_0 = \frac{T_0 p V}{p_0 T} = \frac{273 \cdot 9,8 \cdot 10^4 \cdot 2,63}{1,013 \cdot 10^5 \cdot 310} = 2,24 \text{ (л)}.$$

Рассчитаем количество выделившегося газа:

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

Запишем уравнение реакции взаимодействия гидрида одновалентного металла с водой:



По уравнению реакции 1 моль водорода соответствует 1 молю гидрида, следовательно, в реакцию вступил 1 моль MH.

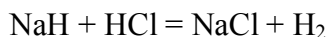
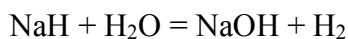
Вычислим молярную массу гидрида:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{2,4}{0,1} = 24 \text{ (г/моль)}.$$

Атомная масса водорода равна 1 г/моль, поэтому атомная масса металла равна 23 г/моль (24 – 1). Этот металл – натрий.

Искомое вещество гидрид натрия – NaH.

Уравнения взаимодействия:



### Пример 3.

Какой объем раствора с массовой долей серной кислоты 9,3 % (плотность 1,05 г/мл) потребуется для приготовления раствора 0,35 моль/л серной кислоты объемом 40 мл?

Дано:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,3 \%$$

$$\rho = 1,05 \text{ г/мл}$$

$$C_M = 0,35 \text{ моль/л}$$

$$V = 40 \text{ мл}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

Найти:

$$V(\text{р-ра})$$

Решение:

Вычислим количество вещества серной кислоты, необходимое для приготовления 40 мл 0,35 моль/л раствора. По определению молярной концентрации в 1 л (1000 мл) раствора содержится 0,35 моль серной кислоты, тогда:

$$0,35 \text{ моль} - 1000 \text{ мл}$$

$$n \text{ моль} - 40 \text{ мл},$$

$$n = \frac{40 \cdot 0,35}{1000} = 0,014 \text{ (моль)},$$

то есть для приготовления раствора нужно взять 0,014 моль кислоты.

Вычислим массу 0,014 моль серной кислоты:

$$m = n \cdot M = 0,014 \cdot 98 = 1,37 \text{ (г)}$$

Определим массу 9,3 %-ного раствора, содержащего 1,37 г серной кислоты:

$$\omega = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ра})} \cdot 100, \text{ тогда}$$

$$m(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 100}{\omega} = \frac{1,37 \cdot 100}{9,3} = 14,75 \text{ (г)}.$$

Вычислим объем раствора:

$$V = \frac{m(\text{р-ра})}{\rho} = \frac{14,75}{1,05} = 14,05 \text{ (мл)}.$$

Ответ:  $V(\text{р-ра}) = 14,05 \text{ мл}$ .

#### Пример 4.

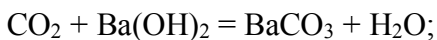
Составьте уравнения реакций, протекающих с участием водных растворов электролитов, в молекулярной, ионной и сокращенной ионной формах:

- между оксидом углерода (IV) и гидроксидом бария;
- между оксидом кальция и хлороводородной кислотой;
- между силикатом натрия и хлороводородной кислотой;
- между иодидом калия и нитратом свинца (II);
- между сульфидом железа (II) и серной кислотой.

Решение:

а) взаимодействие между оксидом углерода (IV) и гидроксидом бария:

молекулярная форма:



ионная форма:

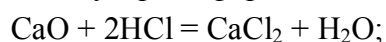


сокращенная ионная форма:

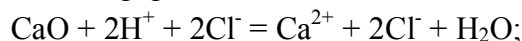


б) взаимодействие между оксидом кальция и хлороводородной кислотой:

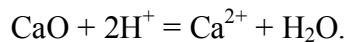
молекулярная форма:



ионная форма:

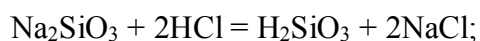


сокращенная ионная форма:



в) взаимодействие между силикатом натрия и хлороводородной кислотой:

молекулярная форма:



ионная форма:

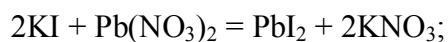


сокращенная ионная форма:

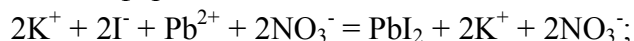


г) взаимодействие между иодидом калия и нитратом свинца (II):

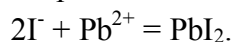
молекулярная форма:



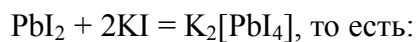
ионная форма:



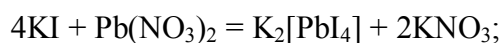
сокращенная ионная форма:



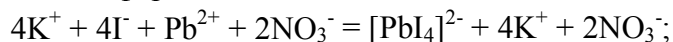
возможно:



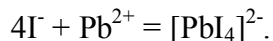
молекулярная форма:



ионная форма:

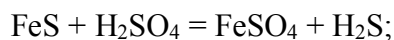


сокращенная ионная форма:

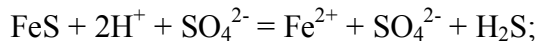


д) взаимодействие между сульфидом железа (II) и серной кислотой:

молекулярная форма:



ионная форма:



сокращенная ионная форма:

