

Семинар для учителей химии

Практикумы по решению задач высокого
уровня сложности в КИМах ЕГЭ

«Решение задачи №34 с использованием в
условии условия на атомистику».

Подготовила: Яшина Ю.А.

Учитель химии МБОУ Вольгинская СОШ
им.академика Бакулова И.А.

18 февраля 2021 год





Задачи на атомистику - это задачи на соотношения частиц (атомов, молекул, ионов и т.д.) в гомогенных и гетерогенных системах (растворах, твердых и газообразных смесях). Это могут быть массовые соотношения (например, массовая доля элемента в смеси), мольные соотношения (например, соотношение числа атомов водорода и кислорода или мольная доля), объемные соотношения (объемная доля и др.).

*Для решения задач на атомистику используются **довольно простые идеи**. Во-первых, понятие массовой доли. Во-вторых, умение выразить число атомов через число молекул или других структурных единиц.*

Например, в молекуле триоксида серы SO_3 на 1 молекулу приходится один атом серы и три атома кислорода:

1 молекула SO_3 - 1 атом серы, 3 атома кислорода

Несложно пропорцией определить, что на две молекулы триоксида серы будет приходиться два атома серы и шесть атомов кислорода:

2 молекулы SO_3 - 2 атома S, 6 атомов O

На 20 молекул триоксида:

20 молекул SO_3 - 20 атомов S, 60 атомов O

А вот сколько атомов приходится на x молекуле триоксида? Это также легко определить через пропорцию:

x молекул SO_3 - x атомов S, $3x$ атомов O

Иначе говоря, **количество атомов кислорода в молекуле SO_3 в три раза больше, чем количество молекул. А количество атомов серы равно количеству молекул триоксида серы.** Это простая, но не всегда очевидная идея. То есть индексы в формуле вещества показывают не только, как соотносится количество атомов между собой, но и какое число атомов приходится на 1 молекулу или другую структурную единицу вещества.

Если так соотносится число атомов и молекул, то также будет соотноситься и количество вещества атомов и молекул, выраженное в молях. Потому что 1 моль - это не что иное, как порция, состоящая из одинакового числа данных частиц.

То есть на x моль триоксида серы приходится:

x моль SO_3 - x моль атомов S, $3x$ моль атомов O

Представьте себе, что атомы - это элементы изделия, а молекула состоит из некоторого числа таких деталей. Таким образом, число деталей разного типа всегда больше или равно числу изделий. Получается, **в молекуле число атомов всегда больше или равно количества молекул.**



И, наоборот, число молекул триоксида серы в 3 раза меньше, чем число атомов кислорода в составе SO_3 . И число молекул равно количеству атомов серы.

Рассмотрим решение от простой к более сложным вариантам задач:

1. В порции нитрата бария содержится $1,0836 \cdot 10^{24}$ ионов. Вычислите массу этой порции.

Решение: 1 формульная единица $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ — $\text{Ba}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$
3 иона

$n(\text{ионов}) = 1,0836 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,8$ моль (ионов)

количество вещества нитрата бария равно $1,8 / 3 = 0,6$ моль

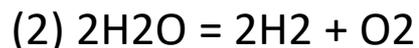
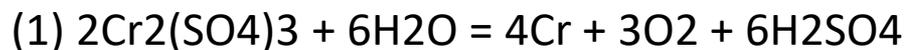
$m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,6 \text{ моль} \cdot 261 \text{ г/моль} = 156,6 \text{ г.}$

Ответ: 156,6 г.

2. Через 21%-ный раствор сульфата хрома (III) массой 280 г пропускали электрический ток до тех пор, пока его масса не стала равна 267 г. Газообразные продукты, выделившиеся на катоде и аноде, смешали. В полученной смеси на 4 атома водорода приходится 3 атома кислорода. Вычислите массовые доли веществ в растворе, образовавшемся после электролиза

Решение:

Запишем уравнения реакций:



2. Вычислим количество исходного сульфата хрома

$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega = 280 \cdot 0,21 = 58,8 \text{ г}$$

$$n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = m : M = 58,8 : 392 = 0,15 \text{ моль}$$

3. Вычислим количества веществ в полученном растворе

$$n(\text{O}) : n(\text{H}) = n(\text{O}_2) : n(\text{H}_2) = 3 : 4$$

Пусть $n_1(\text{Cr}) = x$ моль, $n_2(\text{H}_2) = y$ моль

$$(1) (1,5x + 0,5y) : y = 3 : 4$$

Масса раствора изменилась на $280 - 267 = 13 \text{ г}$

$$(2) 52 \cdot 2x + 32 \cdot 1,5x + 18y = 13$$

Уравнения (1) и (2) объединим в систему и решим ее

$$x = 0,05 \text{ моль}, y = 0,3 \text{ моль} \quad n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\text{пост.}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль}$$

4. Вычислим массовые доли веществ

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,15 \cdot 98 = 14,7 \text{ г}$$

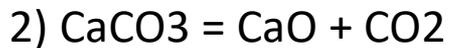
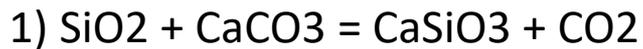
$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = n \cdot M = 0,1 \cdot 392 = 39,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14,7 : 267 \cdot 100\% = 5,51\%$$

$$\omega(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 39,2 : 267 \cdot 100\% = \mathbf{14,68\%} \quad \text{Ответ: } \mathbf{14,68\%}$$

3. Смесь оксида кремния(IV) и карбоната кальция общей массой 94 г с молярным соотношением 4 : 7 прокалили до постоянной массы. Получившийся при этом газ пропустили через 100 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю соли в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Решение: Записаны уравнения реакций:



Приведены необходимые вычисления:

Пусть в исходной смеси было $4x$ моль SiO_2

$$n(\text{CaCO}_3) = 7/4n(\text{SiO}_2) = 7x \text{ моль}$$

$$m(\text{SiO}_2) = 240x \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 700x \text{ г} \quad 240x + 700x = 94$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$


$$n(\text{SiO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 0,7 \text{ моль}$$

CaCO₃ в избытке по 1

$$n(\text{CaCO}_3 \text{ прореаг.})$$

$$1 = n(\text{SiO}_2 \text{ исх.})(1) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCO}_3 \text{ ост.})(1) = 0,7 - 0,4 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2 \text{ полученного})(1) = n(\text{SiO}_2 \text{ исх.})[1] = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2 \text{ полученного})(2) = n(\text{CaCO}_3 \text{ ост.})[1] = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2 \text{ исх.})(3) = n(\text{CO}_2 \text{ полученного})(1) \text{ и } (2) = 0,4 + 0,3 = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH исх.})(3) = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH исх.})(3) = 10 / 40 = 0,25 \text{ моль}$$

CO₂ в избытке по (3)

$$n(\text{NaHCO}_3 \text{ полученного})(3) = n(\text{NaOH исх.})(3) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3 \text{ полученного})(3) = 0,25 \cdot 84 = 21 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2 \text{ прореаг.})(3) = n(\text{NaOH исх.})(3) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2 \text{ прореаг.})(3) = 0,25 \cdot 44 = 11 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 11 + 100 = 111 \text{ г}$$

$$W\%(\text{NaHCO}_3) = 21 / 111 = 0,189, \text{ или } \mathbf{18,9\%}$$

Ответ: 18,9%