



Методика обучения решению задач на соотношение атомов в школьном курсе химии

*Беляева Л. В.,
учитель химии
МАОУ «ОЛ «АМТЭК»*

Спецификация

- Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе».
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества.
- (Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.)
- Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси

Необходимая база

- Расчеты по уравнению реакции, если известна масса раствора и массовая доля растворенного вещества (прямая и обратные задачи)
- Расчеты по нескольким последовательным уравнениям реакции
- Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (нахождение массы и массовой доли в растворе продук-та реакции, массы и массовой доли в растворе реагента, оставшегося в избытке)
- Различные типы задач на смеси

Необходимый теоретический минимум

Отношение числа частиц (молекул, атомов, ионов)
равно мольному отношению

$$\nu = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \nu N_A$$

$$\frac{N(A)}{N(B)} = \frac{\nu(A)N_A}{\nu(B)N_A} = \frac{\nu(A)}{\nu(B)}$$

Задачи для отработки (один элемент)

В смеси двух оксидов углерода на 5 атомов углерода приходится 7 атомов кислорода. Вычислите объемную долю более тяжелого оксида в этой смеси.

Пусть ν (смеси) = 1 моль

$$\nu(\text{CO}) = x \text{ моль} \quad \nu(\text{CO}_2) = y \text{ моль} \quad x + y = 1$$



1 моль 1 моль

$$\nu(\text{CO}) = \nu_1(\text{C}) = x \text{ моль}$$



1 моль 1 моль

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu_2(\text{C}) = y \text{ моль}$$



1 моль 1 моль

$$\nu(\text{CO}) = \nu_1(\text{O}) = x \text{ моль}$$



1 моль 2 моль

$$\nu(\text{CO}_2) = 2\nu_2(\text{O}) = 2y \text{ моль}$$

$$\frac{(x+y)}{(x+2y)} = \frac{5}{7}$$

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ \frac{(x+y)}{(x+2y)} = \frac{5}{7} \end{cases}$$

$$y = 0,4 \quad \nu(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ (40\%)}$$

Задачи для отработки (один элемент)

В смеси двух оксидов углерода на 5 атомов углерода приходится 7 атомов кислорода. Вычислите объемную долю более тяжелого оксида в этой смеси.

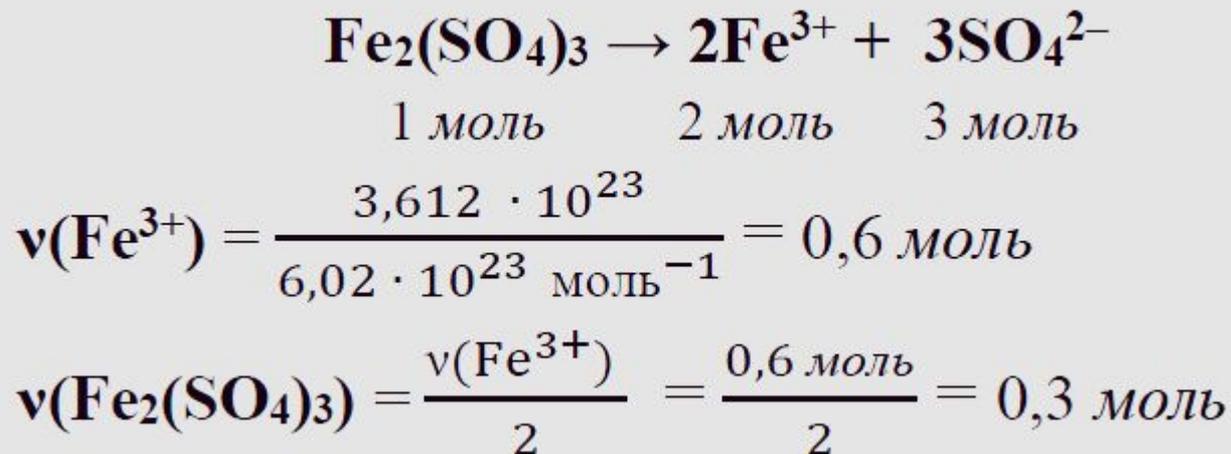
Смесь состоит из CO и CO_2 . Следовательно, на 5 атомов C приходится 2 "лишних" атома O , т. е. 2 молекулы CO_2 .

Таким образом, на 2 молекулы CO_2 приходится 3 молекулы CO .

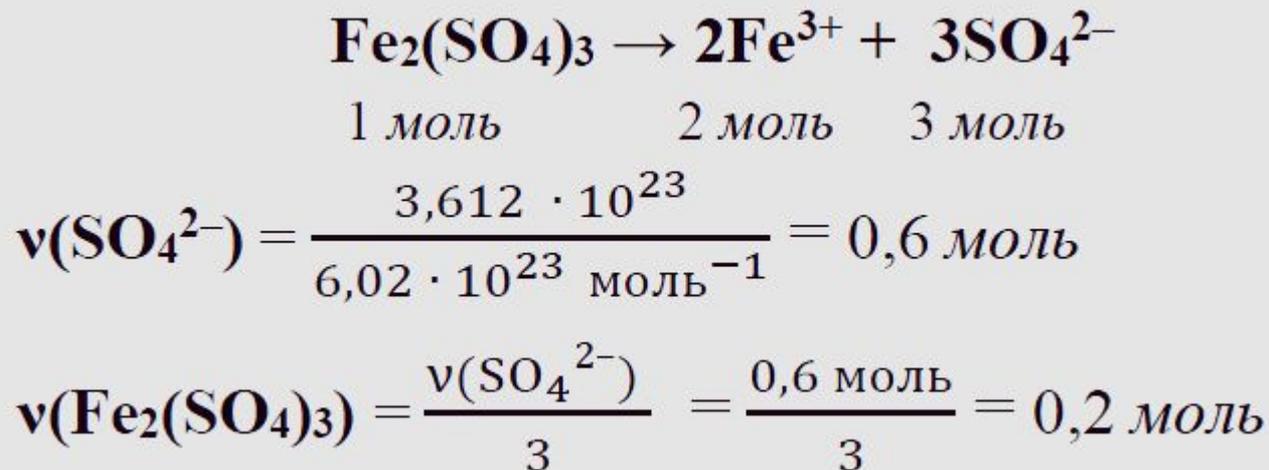
Более тяжелый оксид CO_2 , его объемная доля пропорциональна количеству вещества и составляет $2 / (2+3) = 0,4 = 40 \%$.

Задачи для отработки (один элемент)

Рассчитайте количество вещества сульфата железа(III) в растворе, если
1) раствор содержит $3,612 \cdot 10^{23}$ катионов

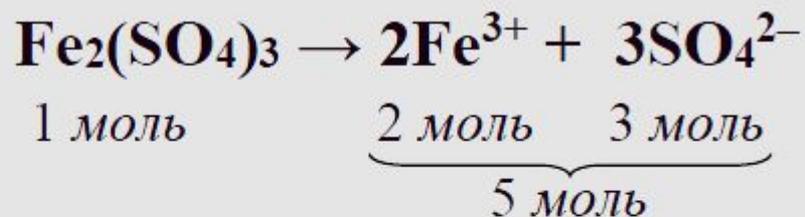


2) раствор содержит $3,612 \cdot 10^{23}$ анионов



Задачи для отработки (один элемент)

3) раствор содержит $3,612 \cdot 10^{23}$ ионов



$$v(\text{ионов}) = \frac{3,612 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,6 \text{ моль}$$

$$v(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{v(\text{ионов})}{5} = \frac{0,6 \text{ моль}}{5} = 0,12 \text{ моль}$$

Задачи для отработки (несколько элементов)

1. Смесь карбида алюминия и карбида кальция, в которой соотношение числа атомов алюминия к числу атомов кальция равно $2 : 1$, полностью растворили в соляной кислоте. В результате реакции образовалось $15,68$ л (н. у.) газовой смеси. Вычислите массовую долю карбида алюминия в исходной смеси. (52,9%)

2. Смесь сульфата железа(II) и сульфата железа(III), в которой соотношение числа атомов железа к числу атомов серы равна $7 : 9$, растворили в 700 мл воды, в результате получили раствор массой $825,6$ г. В полученный раствор погрузили железную пластинку массой 14 г и выдерживали до окончания реакции. Рассчитайте массовые доли солей в растворе после реакции. (16,25%)

3. Смесь магния и оксида магния в которой соотношение числа атомов кислорода к числу атомов магния составляет $1 : 3$ поместили в 5%-ный раствор соляной кислоты массой 438 г, вещества прореагировали полностью. Из полученного раствора отобрали порцию массой $149,4$ г. Вычислите массу 10%-ного раствора гидроксида натрия, который потребуется для полного осаждения ионов магния из отобранной порции раствора. (80 г)

Задачи для отработки (несколько элементов)

2. Железную пластинку массой 5 г некоторое время выдерживали в растворе сульфата меди(II) массой 480 г с массовой долей соли 10%. В растворе после удаления пластинки соотношение числа ионов меди к числу ионов железа составило 2 : 1. Рассчитайте массу пластинки после реакции и массовые доли солей в растворе после реакции. (5,8 г; 6,7%; 3,2%)

2. При нагревании образца нитрата железа(III) часть вещества разложилась. В результате разложения образовался твердый остаток, в котором соотношение числа атомов железа к числу атомов азота равно 5 : 9. Этот остаток может прореагировать с 225 г 16%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массу исходного образца нитрата железа (III). (121 г)

2. Электрический ток пропускали через 117 г раствора хлорида натрия, содержащего $1,204 \cdot 10^{23}$ ионов. При этом на электродах выделилось 3,36 л газов (н. у.). Определите массовую долю вещества в растворе после электролиза (3,64%)

Задачи для отработки (несколько элементов)

2. Смесь хлорида бария и нитрата железа (III) растворили в 500 г воды. В полученном растворе соотношение числа хлорид-ионов к числу нитрат-ионов составило 4 : 9. Раствор разлили в три колбы. В первую колбу добавили 170 г 16%-ного раствора нитрата серебра, при этом выпал осадок, а вещества прореагировали полностью. Во вторую колбу добавили избыток раствора гидроксида натрия и выпало 51,36 г осадка. Рассчитайте массовые доли солей в третьей колбе. (19,9%; 11,4%)

2. Смешали 600 г раствора нитрата серебра и 650 г раствора хлорида железа (III). В результате получили раствор, в котором количество катионов железа стало равно количеству нитрат-анионов. В полученный раствор добавили 200 г 40%-ного раствора гидроксида натрия, при этом массовая доля щелочи снизилась до 0,62%. Рассчитайте массовые доли солей в растворах до смешивания.

(17%; 15%)

Задачи для отработки (комбинированные)

1. При нагревании образца нитрата алюминия часть вещества разложилась. При этом образовался твёрдый остаток массой 37,98 г. В этом остатке число атомов алюминия в 5 раз меньше числа атомов кислорода. Остаток полностью растворили в необходимом для реакции минимальном объёме 24%-ного раствора гидроксида натрия. При этом образовался тетрагидроксоалюминат натрия. Определите массовую долю нитрата натрия в полученном растворе. Автор И. Ермолаев (вариант 16 от 05.04.2021 года)

2. Смесь оксида меди(II) и меди общей массой 70,4 г с молярным соотношением 2:3 добавили к 392 г 10%-ного раствора серной кислоты. После завершения реакции к полученной смеси прибавили 28 г железа. Всю смесь железа и меди общей массой 68,8 г отделили и добавили к 365 г 15%-ного раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе. Автор И. Ермолаев (вариант 15 от 22.03.2021 года)

3. Смесь малахита ($(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$) и карбоната цинка, в которой соотношение числа атомов углерода к числу атомов кислорода равно 5 : 19, растворили в 580,1 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью, и выделилось 11,2 л газа (н.у.). К полученному раствору добавили 52 г цинка. После того как массовая доля сульфата меди(II) уменьшилась до 2,5%, всю смесь цинка и меди отделили. Вычислите массовую долю сульфата цинка в конечном растворе.

Автор И. Ермолаев (вариант 9 от 28.12.2020 года)

Задачи для отработки (комбинированные)

1. Раствор соляной кислоты, содержащий 2% хлорида меди(II) по массе, подвергли электролизу с инертными электродами. Процесс остановили, когда на аноде начал выделяться бесцветный газ. В ходе электролиза через цепь прошло 0,14 моль электронов. Вычислите массовую долю соляной кислоты в исходном растворе, если известно, что отношение объемов газов, выделившихся на катоде и аноде, равно 5:7. Растворимостью газов в воде пренебречь. Автор С. Широкопояс (вариант 33)

2. Порцию натрия массой 13,8 г осторожно растворили в воде. К полученному раствору, в котором число атомов водорода оказалось в 1,9 раза больше числа атомов кислорода, добавили 20 мл воды и 38 г тригидрата хлорида цинка. Вычислите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе. Авторы Е. Дацук, А. Степенин (вариант № 6 от 10.11.2021)

3. 210 г раствора гидрокарбоната бария упарили, остаток некоторое время выдерживали при высокой температуре. В полученной твердой смеси на три атома бария приходится пять атомов кислорода. Для поглощения выделившегося в ходе эксперимента газа минимально необходимо 20 г 6%-го раствора гидроксида лития. Вычислите массовую долю гидрокарбоната бария в исходном растворе. Авторы Е. Дацук, А. Степенин (вариант № 4 от 13.10.2021)

Необходимый теоретический минимум

Массовая доля элемента в смеси

$$\omega (x. \text{эл.}) = \frac{m(x.\text{эл.})}{m(\text{смеси})}$$

Задачи для отработки (один элемент)

В смеси сульфида алюминия и оксида алюминия массой 86,4 г массовая доля алюминия как элемента составляет 50%. Рассчитайте массы каждого компонента смеси.

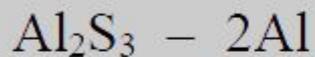
Пусть $\nu(\text{Al}_2\text{S}_3) = x$ моль,

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 150x \text{ г},$$

$\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = y$ моль

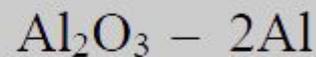
$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102y \text{ г}$$

$$150x + 102y = 86,4$$



1 моль 2 моль

$$\nu_1(\text{Al}) = 2\nu(\text{Al}_2\text{S}_3) = 2x \text{ моль}$$



1 моль 2 моль

$$\nu_2(\text{Al}) = 2\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2y \text{ моль}$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{Al}_2\text{S}_3) + m(\text{Al}_2\text{O}_3)}$$

$$0,5 = \frac{27(2x+2y)}{150x+102y} \quad y = 7x$$

$$\begin{cases} 150x + 102y = 86,4 \\ y = 7x \end{cases}$$

$$x = 0,1 \quad y = 0,7$$

$$m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 150 \cdot 0,1 = 15 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 \cdot 0,7 = 71,4 \text{ г}$$

Задачи для отработки (комбинированные)

2. Аммиак, образовавшийся при гидролизе смеси нитрида кальция и нитрида лития, в которой массовая доля азота равнялась 30%, пропустили через 80 мл бромоводородной кислоты. В результате реакции молярная концентрация кислоты уменьшилась с 2,8 до 1,2 моль/л (изменением объема раствора за счет поглощения газа пренебречь). Вычислите массу исходного образца смеси нитридов. (5,97 г) С.А. Пузаков, В.А. Попков «Пособие по химии. Вопросы. Упражнения. Задачи».

2. Сухая смесь сульфата аммония и гидроксида бария содержит 27% кислорода по массе. В результате нагревания 47,4 г этой смеси выделился аммиак, который полностью поглотили 97,5 г раствора хлорида железа(III) с массовой долей соли 10%. Определите массовую долю соли в образовавшемся растворе.

Автор И. Ермолаев (вариант 14 от 08.03.2021 года)

Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3:2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г хлорида железа (III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нем – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

Смесь, содержащую оксид фосфора(V) и оксид калия, в которой соотношение числа атомов кислорода к числу атомов фосфора равно $14,5 : 4$, сплавляли, а затем растворяли в горячей воде. В результате получили $447,4$ г раствора, в котором массовая доля атомов водорода составляет $7,6\%$. Вычислите массу фосфата калия в полученном растворе.



Спасибо за внимание!