

Учимся решать задачи по химии

Алгоритмы решения
основных типов
задач



Подготовил Коровин С.
И.
учитель химии

п. Чёбаково 2009 г.

900igr.net

Какими могут быть задачи по ХИМИИ

Основные типы химических задач:

1. Задачи о веществе

- а) Определение массы чистого вещества в смеси (или растворе) по его известной массовой доле (прямая и обратная задачи).*
- б) Вычисление массовой доли элемента по известной формуле вещества.*
- в) Определение относительной плотности газов.*

2. Расчёты по уравнениям химических реакций

- а) Вычисление массы, объёма или количества вещества продуктов реакции по известной массе, объёму или количеству вещества (исходного)*

□ По известным данным о содержании примесей в исходном веществе или продукте реакции

□ По известным данным о двух исходных веществах

□ Если известен практический выход продукта (прямая и обратная задачи)

3. Нахождение молекулярной формулы газообразного вещества

- а) По известному содержанию его элементов*
- б) По известным массам, объёмам, количеству вещества продуктов реакции*

Задачи о веществе

Определение массы чистого вещества в смеси (или растворе) по его известной массовой доле.

Задача. Какие массы хлорида натрия и воды необходимо взять для приготовления 250 г. физиологического раствора ($\omega(\text{NaCl})=0,9\%$) ?

Решение. Дано: $m_{\text{р-ра}} = 250 \text{ г.}$ Найти: $m(\text{NaCl}) - ?$
 $\omega\%(\text{NaCl}) = 0,9 \%$ $m(\text{воды}) - ?$

Известно, что масса раствора складывается из масс растворителя и растворяемого вещества :

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ля}} + m_{\text{в-ва}} ; (1)$$

известно так же, что массовая доля растворённого вещества (в %) определяется по формуле:

$$\omega\% = (m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}}) \cdot 100\% (2)$$

Отсюда следует, что

$$m_{\text{в-ва}} = \omega\% \cdot m_{\text{р-ра}} / 100\% (3)$$

$$\text{значит: } m_{\text{в-ва}} = 0,9\% \cdot 250 \text{ г.} / 100\% = 2,25 \text{ г.}$$

Исходя из формулы (1) получаем: $m_{\text{р-ля}} = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{в-ва}} (4)$

$$\text{значит: } m_{\text{воды}} = 250 \text{ г.} - 2,25 \text{ г.} = 247,75 \text{ г.}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{NaCl}) = 2,25 \text{ г.} \\ m(\text{воды}) = 247,75 \text{ г.}$$

Задачи о веществе

Расчёт массовой доли химического элемента по формуле вещества

Задача. Рассчитать массовые доли элементов в сульфате меди по формуле CuSO_4

Решение. Дано: CuSO_4 Найти: ω_{Cu} - ?; ω_{S} - ?; ω_{O} - ?.

1. Подсчитываем относительную молекулярную массу сульфата меди.

$$M_r\text{CuSO}_4 = 64 \cdot 1 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4 = 160$$

2. Приняв массу всей молекулы за 100% и составив пропорции, рассчитываем массовые доли всех элементов вещества:

Массовые доли меди, серы и кислорода обозначим соответственно через x , y , и z .

$$160:100\% = 64:x\%$$

$$160:100\% = 32:y\%$$

$$160:100\% = 64:z\%$$

$$x = \frac{100\% \cdot 64}{160} = 40\%$$

$$y = \frac{100\% \cdot 32}{160} = 20\%$$

$$z = \frac{100\% \cdot 64}{160} = 40\%$$

Ответ: $\omega_{\text{Cu}} = 40\%$; $\omega_{\text{S}} = 20\%$; $\omega_{\text{O}} = 40\%$

Определение относительной плотности газов

Под относительной плотностью газов понимают величину, показывающую во сколько раз один газ тяжелее другого.

$$D = M_x/M_y$$

Обычно относительную плотность указывают либо по водороду, либо по воздуху.

$$D_{H_2} = M_x/M_{H_2}; \quad D_{возд.} = M_x/M_{возд.}$$

Задача. Рассчитайте относительную плотность по водороду и по воздуху следующих газов: CO_2 и SO_2 .

Решение: Дано: CO_2 , SO_2 . Найти: D_{CO_2/H_2} - ?; D_{SO_2/H_2} - ?; $D_{CO_2/возд.}$ - ?; $D_{SO_2/возд.}$ - ?.

$$M_{rCO_2} = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44; \quad M_{rSO_2} = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64; \quad M_{rH_2} = 2 \cdot 1 = 2; \quad M_{rвозд.} = 29.$$

$$D_{CO_2/H_2} = 44/2 = 22; \quad D_{SO_2/H_2} = 64/2 = 32;$$

$$D_{CO_2/возд.} = 44/29 = 1,517; \quad D_{SO_2/возд.} = 64/29 = 2,206;$$

Ответ: $D_{CO_2/H_2} = 22$; $D_{CO_2/возд.} = 1,517$; $D_{SO_2/H_2} = 32$; $D_{SO_2/возд.} = 2,206$.

Расчеты по уравнениям химических реакций

Приступая к решению этого типа задач нужно использовать две «линии» данных:

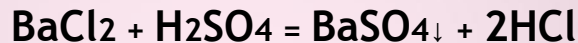
1. Данные «Как есть»
2. Данные «Как должно быть»

Первая линия данных берётся из условия задачи, вторая из уравнения реакции. Рассмотрим операции с этими линиями на следующем примере:

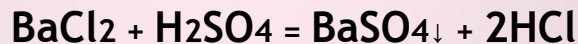
Задача. Какова масса осадка, выпавшего при добавлении к раствору, содержащему 1,04г. хлорида бария избытка серной кислоты?

Решение. Дано: $m_{\text{BaCl}_2} = 1,04 \text{ г.}$ $m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \text{изб.}$ Найти: $m_{\text{осадка}} - ?$

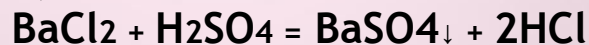
Составляем уравнение реакции:



2. Подписываем над уравнением реакции всё, что нам даёт условие задачи (первая линия)



3. Подписываем под уравнением всё, что даёт нам уравнение реакции (вторая линия)



4. Определим сколько моль составляют 1,04 г. хлорида бария.

$$n = m/M \text{ значит } n_{\text{BaCl}_2} = m_{\text{BaCl}_2} / M_{\text{BaCl}_2}$$

$$n_{\text{BaCl}_2} = 1,04 \text{ г.} / 208 \text{ г./моль} = 0,005 \text{ моль}$$

Из 1 моль хлорида бария получается 1 моль осадка, а из 0,005 моль хлорида бария получится x моль осадка т.е. $1:1 = 0,005:x$; $x = 1 \text{ моль} \cdot 0,005 \text{ моль} / 1 \text{ моль} = 0,005 \text{ моль}$

5. Осталось лишь вычислить массу осадка:

$$m = n \cdot M; \quad m_{\text{BaSO}_4} = 0,005 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г./моль} = 1,165 \text{ г.}$$

Ответ: $m_{\text{осадка}} = 1,165 \text{ г.}$

Расчеты по уравнениям химических реакций если известен процент примесей в исходном веществе.

Не всегда вещества, вступающие в реакцию бывают чистыми, т.е. они содержат примеси, которые в рассматриваемой реакции участия не принимают и, следовательно не образуют интересующих нас продуктов реакции.

Рассмотрим пример: Задача. Вычислите объём водорода, который выделится при взаимодействии с серной кислотой 0,7 грамма цинка, содержащего 7,1% примесей. Условия нормальные.

Дано: $m_{\text{Zn}} = 0,7 \text{ г.}$ $\omega_{\text{прим.}} = 7,1\%$ н.у. **Найти:** $v_{\text{H}_2} - ?$

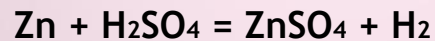
Решение: Из условия задачи видно, что цинк содержит примеси и в реакции участвует лишь чистый цинк. Определим его массу. Содержание цинка : $100\% - 7,1\% = 92,9\%$;

рассуждаем: 0,7г. - это 100% данного нам цинка, а Xг. - это 92,9%

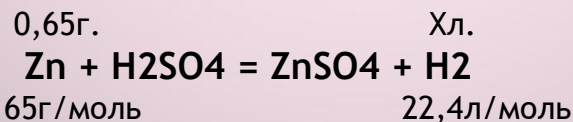
Отсюда вытекает пропорция: $0,7 : 100 = x : 92,9$. решив её находим массу чистого цинка:

$$X = 0,7\text{г.} \cdot 92,9\% / 100\% = 0,65\text{г.}$$

Составим уравнение реакции:



Проверив правильность составления уравнения, надпишем над ним данные условия и наших вычислений, а под ним подпишем данные, полученные из уравнения реакции:



Рассуждаем: Из 65 г/моль цинка получается 22,4 л/моль водорода, а из 0,65 г. Цинка получится Хл. водорода. Отсюда - пропорция, решив которую получаем искомый результат:

$$65 : 22,4 = 0,65 : X; \quad X = 22,4\text{л/моль} \cdot 0,65\text{г.} / 65\text{г.} = 0,224\text{л.}$$

Ответ: $v_{\text{H}_2} = 0,224\text{л.}$

Расчеты по уравнениям химических реакций, если известны данные о двух исходных веществах

Очень часто для химических реакций даются вещества, количества молекул которых находятся в несоответствующих пропорциях. Поэтому одно из веществ оказывается в избытке, а другое в недостатке. В таких случаях в условии задачи указываются данные об обоих исходных веществах.

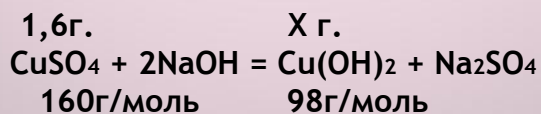
Рассмотрим пример. Задача. Рассчитайте массу осадка, выпадающего при смешивании растворов, содержащих 1,6 г. Сульфата меди и 0,9 г. гидроксида натрия.

Дано: $m_{\text{CuSO}_4} = 1,6 \text{ г.}$ $m_{\text{NaOH}} = 0,9 \text{ г.}$ **Найти:** $m_{\text{осадка}} - ?$

Решение: Первое, что нужно сделать, это выяснить какое из веществ в избытке, а какое в недостатке. Дальнейшие расчёты необходимо вести по веществу, которое в недостатке, т. е. прореагирует полностью. Для этого вычисляем количества вещества исходных реагентов:

Известно, что $n = m/M$; значит $n_{\text{CuSO}_4} = 1,6 \text{ г.}/160\text{г/моль} = 0,06\text{моль}$
 $n_{\text{NaOH}} = 0,9 \text{ г.}/40\text{г/моль} = 0,14\text{моль}$

Составим уравнение реакции: $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ По таблице растворимости определяем, что в осадок выпадет гидроксид меди. Его массу нам и предстоит рассчитать. Из уравнения реакции видно, что на 1 моль сульфата меди приходится 2 моль гидроксида натрия, значит на 0,06 моль CuSO_4 должно приходиться 0,12 моль NaOH . У нас же гидроксида натрия 0,14 моль. Значит он в избытке и вычисления будем вести по сульфату меди.



Исходя из пропорции: $160 : 98 = 1,6 : X$; находим массу гидроксида меди:

$$X = 98\text{г/моль} \cdot 1,6\text{г.} / 160\text{г/моль} = 0,98\text{г.}$$

Ответ: $m_{\text{Cu(OH)}_2} = 0,98\text{г.}$

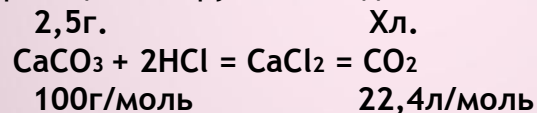
Расчёты по уравнениям химических реакций если известен практический выход продукта реакции

По разным причинам в химическом производстве неизбежны потери и, поэтому практический выход продукта реакции отличается от теоретического. Другими словами мы получаем продукта реакции меньше, чем планируем. Чтобы всё - таки получить планируемый результат необходимо знать на сколько увеличить количества исходных веществ.

Рассмотрим пример: Задача. Вычислите объём углекислого газа, получающийся при взаимодействии с кислотой 2,5 г. карбоната кальция, если известно, что выход CO_2 составляет 93% от теоретически возможного. Условия нормальные.

Дано: $m_{\text{CaCO}_3} = 2,5 \text{ г.}$ $\omega_{\text{вых.}} = 93\%$ **Найти:** $V_{\text{CO}_2} - ?$

Решение: Составим уравнение реакции и окружим его данными из условия задачи:



Рассчитаем теоретически ожидаемый объём углекислого газа: Из 100 г/моль карбоната кальция получается 22,4 л/моль углекислого газа, а из 2,5 г. карбоната кальция получится X л. углекислого газа.

$$100 : 22,4 = 2,5 : X; \quad X = \frac{22,4\text{л/моль} \cdot 2,5\text{г.}}{100\text{г/моль}} = 0,56\text{л.}$$

нас же интересует практический выход, т.е какой объём углекислого газа получится в действительности. Рассчитаем его: 0,56л. это 100-процентный выход, а Xл. это 93-процентный выход.

$$0,56 : 100 = X : 93; \quad X = \frac{0,56\text{л.} \cdot 93\%}{100\%} = 0,5208\text{л.}$$

Ответ: $V_{\text{CO}_2} = 0,52\text{л.}$

Нахождение молекулярной формулы вещества

а. По известному содержанию составляющих его элементов

В задачах данного типа, как правило, приводятся данные о процентном составе химических элементов, входящих в состав искомого вещества и его относительной или абсолютной плотности. Цель: найти молекулярную формулу.

Рассмотрим пример: Задача. Органическое вещество содержит углерод 84,21% и водород 15,79%. Плотность паров по воздуху составляет 3,93. Определите формулу вещества.

Дано: $\omega_C = 84,21\%$; $\omega_H = 15,79\%$; $D_{\text{возд}} = 3,93$; **Найти:** $C_x H_y$.

Решение: Что такое массовая доля? Это - доля от целой массы. В нашем случае - это

$$\omega_C = X \cdot Ar_C : Mr(C_x H_y); \quad \omega_H = Y \cdot Ar_H : Mr(C_x H_y)$$

Выразим из этих уравнений X и Y и возьмём их соотношение:

$$x = \omega_C \cdot M(C_x H_y) : Ar_C \quad y = \omega_H \cdot M(C_x H_y) : Ar_H$$

$$X : Y = \frac{\omega_C}{Ar_C} \cdot \frac{\omega_H}{Ar_H} = \frac{84,21}{12} \cdot \frac{15,79}{1} = 7,0175 : 15,79 = 1 : 2,25 = 4 : 9 \quad \text{Простейшая формула: } C_4 H_9$$

Поскольку вещества с такой формулой не существует, обратимся к данной в условии относительной плотности по воздуху:

$$D_{\text{возд}} = M(C_x H_y) : M_{\text{возд}}$$

$$M(C_x H_y) = D_{\text{возд}} \cdot M_{\text{возд}} = 3,93 \cdot 29 \text{ г/моль} = 114 \text{ г/моль}$$

$M(C_4 H_9) = 57$, что в 2 раза меньше $M(C_x H_y)$ / Значит истинная формула искомого вещества содержит атомов углерода и атомов водорода в 2 раза больше, чем простейшая

$$C_4 H_9 \cdot 2 = C_8 H_{18} \quad \text{Это - октан.}$$

Ответ: Формула вещества $C_8 H_{18}$

Нахождение молекулярной формулы вещества

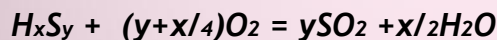
б. По известным массам, объёмам, количеству вещества продуктов реакции.

Задачи данного типа отличает то, что в условии приводятся сведения дающие количественные характеристики продуктов реакции и требуется вывести на основе этих данных молекулярную формулу исходного вещества.

По традиции рассмотрим пример: Задача. При сжигании 0,68г. Вещества образовалось 1,28г. Оксида серы(IV) и 0,36г. H₂O. Определите формулу вещества.

Дано: $m(\text{в-ва}) = 0,68\text{г.}; m(\text{SO}_2) = 1,28\text{г.}; m(\text{H}_2\text{O}) = 0,36\text{г.};$ Найти: C_xH_y

Решение: Из анализа продуктов реакции видно, что в состав исходного вещества входили атомы водорода и серы. Поэтому запишем условную формулу H_xS_y. И уравнение реакции будет:



1. Определим количество вещества каждого продукта реакции.

$$\nu(\text{SO}_2) = \frac{1,28\text{г.}}{64\text{г/моль}} = 0,02\text{моль}; \quad \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,36\text{г.}}{18\text{г/моль}} = 0,02\text{моль}$$

Поскольку вся сера перешла в оксид серы, а весь водород в воду:

$$\nu(\text{SO}_2) = \nu(\text{S}); \quad \nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}), \text{ т.к. в молекуле воды 2 атома водорода.}$$

2. Отношение числа атомов элементов одно и то же в любом количестве вещества и равно отношению числа молей этих элементов, поскольку 1 моль любого элемента содержит одно и то же число атомов.

$$x:y = \nu(\text{H}) : \nu(\text{S}) = 0,04 : 0,02 = 2 : 1 \quad \rightarrow \quad \text{H}_2\text{S}$$

Ответ: Формула вещества - H₂S

Решение любых задач (в том числе и по химии) - дело не простое. И успех в этом деле сразу не приходит. Для того, что бы научиться решать химические задачи необходима длительная практическая деятельность.

Проще говоря нужно самостоятельно прорешать большое количество задач разной степени сложности и, пройдя три шага: 1 - решение с использованием алгоритма, 2 - осознанное решение, 3 - свободное владение методами решения задач при котором решающий может предложить различные способы решения, можно считать, что Вы научились решать расчётные задачи.

Успехов Вам на этом пути!