

Химия Урок № 2

Тема: «Практическая работа № 1 «Решение задач на нахождение массовой доли химических элементов в сложном веществе»».

«Новороссийский колледж строительства и экономики» (ГАПОУ КК «НКСЭ»)
Дисциплины: «Химия» и «Естествознание – Химия»
Тема «Основные понятия и законы химии»
2021 г.
Материал подготовлен кандидатом технических наук Кузьминой Ириной Викторовной

Содержание
Инструкция по использованию интерфейса
Основные понятия химии. Основные законы химии. Закон сохранения массы. Закон кратных отношений. Периодический закон. Газовые законы: Авогадро. Объемных отношений. Бойля – Мариотта. Гей-Люссака. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
Практическая работа № 1 «Решение задач на нахождение массовой доли химических элементов в сложном веществе» (Химия). Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал. Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал. Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал. Проверим, как Вы поняли и запомнили пройденный материал. Вопросы и задачи для подготовки к контрольной работе.
Использованные источники.

на сайте НКСЭ:

Преподавателям → Методическая копилка → ЦМК Математических и естественнонаучных дисциплин → **Кузьмина Ирина Викторовна**

В библиотеке:

«Сетевые ресурсы» → «Справочная информация для студентов» →
→ **Кузьмина Ирина Викторовна** → «Химия» → «Неорганическая химия»

Практическая работа

Цель – научиться решать задачи на нахождение массовой доли химических элементов в сложном веществе и другие законы химии.

Вычисление массовой доли атомов химического элемента

Зная формулу вещества и относительные атомные массы входящих в его состав элементов, можно определить *массовую долю* атомов каждого элемента, т. е. установить, какую долю от общей массы вещества составляет масса атомов этого элемента. Следовательно, задача заключается в нахождении части от числа.

Массовая доля атомов элемента в данном веществе ($\omega(X)$) – это отношение относительной атомной массы этого элемента, умноженной на число его атомов в молекуле (индекс), к относительной молекулярной массе вещества:

$$\omega(X) = \frac{A_r(X) \cdot \nu}{M_r}, \quad (1)$$

где $\omega(X)$ – массовая доля элемента X в долях единицы; $A_r(X)$ – относительная атомная масса элемента X; ν – число атомов элемента X в молекуле вещества (индекс); M_r – относительная молекулярная масса вещества.

Массовую долю можно выразить и в процентах:

$$\omega(X) = \frac{A_r(X) \cdot \nu}{M_r} \cdot 100\%, \quad (2)$$

Задача 1. Определите массовые доли (%) углерода и кислорода в углекислом газе CO_2 .

Дано: Молекула CO_2	Решение
Найти: $\omega(\text{C})$ в % $\omega(\text{O})$ в %	1. Находим относительную молекулярную массу углекислого газа: $M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}); \quad M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

Затем вычисления проводим по формуле (2), так как по условию задачи требуется массовые доли выразить в процентах.

2. Рассчитываем массовую долю углерода:

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{CO}_2)} \cdot 100\%; \quad w(\text{C}) = \frac{12}{44} \cdot 100\% = 27,27\%.$$

3. Рассчитываем массовую долю кислорода:

$$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O}) \cdot 2}{M_r(\text{CO}_2)} \cdot 100\%; \quad w(\text{O}) = \frac{16 \cdot 2}{44} \cdot 100\% = 72,73\%.$$

Ответ: $\omega(\text{C}) = 27,27\%$, $\omega(\text{O}) = 72,73\%$.

Вычисление массовых отношений между химическими элементами в данном веществе

Массовые отношения между элементами вычисляют для характеристики химического состава вещества.

Задача 2. Вычислите массовые отношения между элементами в сероводороде H_2S .

Дано: Молекула H_2S	Решение
Найти: $m(2\text{H}) : m(\text{S})$	1. Так как массы атомов пропорциональны относительным атомным массам, то для сероводорода H_2S с учетом индексов можем записать: $m(2\text{H}) : m(\text{S}) = 2A_r(\text{H}) : A_r(\text{S});$ $m(2\text{H}) : m(\text{S}) = (2 \cdot 1) : 32.$

2. Записанные числа, если это возможно, сокращаем:

$$m(2\text{H}) : m(\text{S}) = 1 : 16.$$

Первое и второе действия можно объединить:

$$m(2\text{H}) : m(\text{S}) = (2 \cdot 1) : 32 = 1 : 16.$$

Ответ: в молекуле сероводорода на 1 массовую часть водорода приходится 16 массовых частей серы.

Задача 3. Вычислите, какое количество вещества составляют 22,4 г оксида кальция (негашёной извести) CaO .

Дано: $m(\text{CaO}) = 22,4 \text{ г}$	Решение
Найти: $\nu(\text{CaO})$	1. По данным Периодической системы химических элементов вычисляем относительную молекулярную массу оксида кальция:

$$M_r(\text{CaO}) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{O});$$

$$M_r(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56.$$

2. Молярная масса оксида кальция численно равна его относительной молекулярной массе: $M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$.

3. Из формулы (2) находим количество вещества оксида кальция массой 22,4 г:

$$v(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})}; \quad v(\text{CaO}) = \frac{22,4 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}.$$

Ответ: $v(\text{CaO}) = 0,4 \text{ моль}$.

Установление простейшей формулы вещества по массовым долям элементов

Зная массовые доли элементов, можно вывести *простейшую формулу* вещества.

Алгоритм установления простейшей формулы вещества

1. Для расчёта массу вещества принять за 100 г и вычислить массы атомов элементов, входящих в его состав.

2. Рассчитать количество вещества атомов элементов.

3. Найти соотношение между числами молей атомов элементов.

Если это соотношение дробное, то для перехода к целочисленному соотношению надо *разделить* полученные числа на *наименьшее из них*.

4. Найти целочисленное соотношение и записать простейшую формулу вещества.

Задача 4. Массовые доли меди и кислорода в оксиде меди равны соответственно 88,8 и 11,2%. Установите простейшую формулу этого оксида.

<i>Дано:</i>	<i>Решение</i>
$\omega(\text{Cu}) = 88,8 \%$ $\omega(\text{O}) = 11,2 \%$	<p>1. Предположим, что имеется 100 г оксида меди, определим массы меди и кислорода:</p> $m(\text{Cu}) = m(\text{оксида}) \cdot \omega(\text{Cu});$ $m(\text{Cu}) = 100 \text{ г} \cdot 0,888 = 88,8 \text{ г};$ $m(\text{O}) = m(\text{оксида}) \cdot \omega(\text{O});$ $m(\text{O}) = 100 \text{ г} \cdot 0,112 = 11,2 \text{ г}.$
Найти: Cu_xO_y	<p>2. Рассчитываем количество вещества атомов меди и кислорода:</p> $v(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})}; \quad v(\text{Cu}) = \frac{88,8 \text{ г}}{64 \text{ г/моль}} = 1,39 \text{ моль};$ $v(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})}; \quad v(\text{O}) = \frac{11,2 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,7 \text{ моль}.$ <p>3. Находим соотношение между числами молей атомов меди и кислорода:</p> $v(\text{Cu}) : v(\text{O}) = 1,39 : 0,7.$

4. Находим целочисленное соотношение и записываем формулу оксида меди:

$$v(\text{Cu}) : v(\text{O}) = \frac{1,39}{0,7} : \frac{0,7}{0,7} \approx 2 : 1.$$

Следовательно, на 2 атома меди приходится 1 атом кислорода, и формула оксида меди – Cu_2O .

Ответ: простейшая формула оксида меди Cu_2O .

Вычисления на основе знаний законов химии

Закон сохранения массы (Ломоносова-Лавуазье): масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, полученных в результате реакции.

Алгоритм решения расчётных задач по уравнениям химических реакций

1. Составить уравнение химической реакции.

2. В уравнении одной чертой подчеркнуть формулу вещества, масса которого указана в условии задачи, а двумя чертами – формулу того вещества, массу которого требуется вычислить.

3. *Под формулами* этих веществ указать количество вещества (число молей) согласно уравнению реакции (оно соответствует коэффициенту, стоящему перед формулой вещества в уравнении реакции).

4. По массе вещества, заданной в условии задачи, вычислить количество вещества:

$$v(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{M(\text{вещества})}$$

Поставить полученное значение *над формулой* этого вещества.

5. *Над формулой* вещества, масса которого *неизвестна*, поставить x моль.

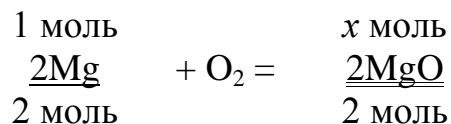
6. По уравнению реакции установить соотношение количеств веществ и найти искомую величину.

7. Записать ответ.

Задача 5. Вычислите массу и количество вещества оксида магния, образовавшегося при полном сгорании 24 г магния.

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$m(\text{Mg}) = 24 \text{ г}$	1. Прежде всего определяем, какое количество вещества составляют 24 г магния: $v(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})}; \quad v(\text{Mg}) = \frac{24 \text{ г}}{24 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль.}$
<i>Найти:</i>	
$v(\text{MgO}) = ?$ $m(\text{MgO}) = ?$	

2. Составляем уравнение реакции горения магния (взаимодействия его с кислородом воздуха) и подчёркиваем формулу магния одной чертой, а оксида магния – двумя. Над формулами этих веществ указываем данные задачи: количество вещества магния ($v(\text{Mg}) = 1$ моль) поставим над формулой магния, а x моль – над формулой оксида магния:



3. На основании уравнения реакции определяем соотношение количеств веществ Mg и MgO и находим количество вещества оксида магния ($\nu(\text{MgO})$). Для этого составляем пропорцию и решаем её:

$$\frac{1 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = \frac{x \text{ моль}}{2 \text{ моль}}$$

отсюда

$$x = \frac{1 \text{ моль} \cdot 2 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$x = \frac{1 \text{ моль} \times 2 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 1 \text{ моль}$$

4. Находим массу оксида магния:

$$m(\text{MgO}) = \nu(\text{MgO}) \cdot M(\text{MgO});$$

$$m(\text{MgO}) = 1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г.}$$

Ответ: $\nu(\text{MgO}) = 1 \text{ моль}$; $m(\text{MgO}) = 40 \text{ г.}$

Задача 6. Вычислите массу алюминия, который вступил в реакцию с серой, если при этом образовалось 0,2 моль сульфида алюминия.

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$\nu(\text{Al}_2\text{S}_3) = 0,2 \text{ моль}$ Найти: $m(\text{Al}) = ?$	1. Составляем уравнение реакции, подчёркиваем необходимые формулы веществ, указываем данные над и под формулами: $\begin{array}{ccc} x \text{ моль} & & 0,2 \text{ моль} \\ \underline{2\text{Al}} & + 3\text{S} = & \underline{\text{Al}_2\text{S}_3} \\ 2 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \end{array}$

2. На основании уравнения реакции находим соотношение количеств веществ Al и Al₂S₃ и определяем количество вещества алюминия. Для этого составляем пропорцию и решаем её:

$$\frac{x \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = \frac{0,2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}}$$

отсюда

$$x = \frac{2 \text{ моль} \cdot 0,2 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

3. Рассчитываем массу алюминия:

$$m(\text{Al}) = \nu(\text{Al}) \cdot M(\text{Al});$$

$$m(\text{Al}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 10,8 \text{ г.}$$

Ответ: $m(\text{Al}) = 10,8 \text{ г.}$

Закон Авогадро: в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул.

Из закона Авогадро следует:

а) одинаковое число молекул разных газов при одинаковых условиях занимают один и тот же объем;

б) один моль любого газа (молярный объем V_m) при нормальных условиях (н. у.) составляет 22,4 л/моль.

Н. у. – $T_0 = 273 \text{ К}$ ($T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C} + 273 = 273 \text{ К}$),

$P_0 = 101,3 \text{ кПа.}$

Задача 7. Вычислите объем 3 моль диоксида углерода.

Дано:	Решение
$\nu(\text{CO}_2) = 3 \text{ моль}$	$V = V_m \cdot \nu = 22,4 \cdot 3 = 67,2 \text{ л}$
$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$	Ответ: $V(\text{CO}_2) = 67,2 \text{ л.}$
$V(\text{CO}_2) = ?$	

Задача 8. Вычислите массу кислорода, занимающего при н.у. объем 28 л.

Дано:	Решение
$V(\text{O}_2) = 28 \text{ л}$	$M(\text{O}_2) = 16 \cdot 2 = 32 \text{ г/моль}$
$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$	$\nu = \frac{m}{M}; \quad \nu = \frac{V}{V_m}; \quad m = \frac{M \cdot V}{V_m} = \frac{32 \cdot 28}{22,4} = 40 \text{ г.}$
$m(\text{O}_2) = ?$	Ответ: $m(\text{O}_2) = 40 \text{ г.}$

1 моль любого вещества содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул, атомов или других частиц. Например:

- 1 моль воды H_2O содержит $6 \cdot 10^{23}$ молекул H_2O ;
- 1 моль железа Fe содержит $6 \cdot 10^{23}$ атомов Fe ;
- 1 моль хлора Cl_2 содержит $6 \cdot 10^{23}$ молекул Cl_2 .

В то же время 1 моль хлора Cl_2 содержит 2 моль атомов хлора Cl :

$$N(\text{Cl}) = 2 \cdot N(\text{Cl}_2); \quad N(\text{Cl}) = 2 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 12 \cdot 10^{23}.$$

Величину $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ называют **постоянной Авогадро** (в честь итальянского учёного XIX в. А. Авогадро) и обозначают латинской буквой N с индексом A (N_A):

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$$

Запомним: число молекул или атомов $N(X)$, содержащихся в определённом количестве вещества $\nu(X)$, можно вычислить по формуле:

$$N(X) = N_A \cdot \nu(X) \quad (1)$$

Например, определим число молекул, содержащихся в воде количеством вещества 0,5 моль:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = N_A \cdot \nu(\text{H}_2\text{O});$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 0,5 \text{ моль} = 3 \cdot 10^{23}.$$

Задача 9. Определите, сколько атомов содержится в двух молях железа Fe .

Дано:	Решение
$\nu(\text{Fe}) = 2 \text{ моль}$	Для решения используем формулу (1):
Найти:	$N(\text{Fe}) = N_A \cdot \nu(\text{Fe});$
$N(\text{Fe})$	$N(\text{Fe}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 2 \text{ моль} = 1,2 \cdot 10^{24}.$
Ответ: $N(\text{Fe}) = 1,2 \cdot 10^{24}$ атомов.	

Задача 10. Относительная атомная масса серебра равна 108. Определите массу одного атома серебра в граммах.

Дано:	Решение
$A_r(\text{Ag}) = 108$	Молекулярная масса атома серебра численно равна
$N(\text{Ag}) = 1 \text{ атом}$	относительной атомной массе, т. е. $M(\text{Ag}) = A_r(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль}$
$m(\text{Ag}) = ?$	1 моль серебра содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов, следовательно
	$m(\text{атома}) = M(\text{Ag})/N_A = 108/6,02 \cdot 10^{23} = 1,79 \cdot 10^{-22} \text{ г}$

Задача 11. Сколько молекул содержится в 6,8 г сероводорода? Вычислите массу одной молекулы H_2S .

<i>Дано:</i>	<i>Решение</i>
$m(H_2S) = 6,8 \text{ г}$	$M(H_2S) = 1 \cdot 2 + 32 = 34 \text{ г/моль}$
$N(H_2S) = ?$	1) Определяем количество вещества сероводорода в 6,8 г. $\nu(H_2S) = m(H_2S)/M(H_2S) = 6,8/34 = 0,2 \text{ моль}$
$m(\text{молекулы}) = ?$	2) Определяем число молекул в 0,2 моль H_2S $N(H_2S) = \nu(H_2S) \cdot N_A = 0,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$
	3) Определяем массу одной молекулы H_2S $m(\text{молекулы}) = M(H_2S)/N_A = 34 / 6,02 \cdot 10^{23} = 5,65 \cdot 10^{-23} \text{ г}$

Задача 12. Вычислите массу $3 \cdot 10^{25}$ молекул воды.

<i>Дано:</i>	<i>Решение</i>
$N(H_2O) = 3 \cdot 10^{25}$	1. Вычисляем количество вещества, содержащее $3 \cdot 10^{25}$ молекул воды:
<i>Найти:</i> $m(H_2O)$	

$$\nu(H_2O) = \frac{N(H_2O)}{N_A}$$

$$\nu(H_2O) = \frac{3 \cdot 10^{25}}{6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 50 \text{ моль.}$$

2. Вычисляем молярную массу воды: $M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$.

3. Определяем массу 50 моль воды по формуле (2):

$$m(H_2O) = M(H_2O) \cdot \nu(H_2O);$$

$$m(H_2O) = 18 \text{ г/моль} \cdot 50 \text{ моль} = 900 \text{ г.}$$

Ответ: $m(H_2O) = 900 \text{ г}$.

Примечание: более полно с материалом можно познакомиться по презентации. По вопросам, приведенным в презентации, проверьте себя, насколько хорошо вы поняли материал.

Все возникшие вопросы можете задать на следующем уроке.