

8. В порции фосфорной кислоты H_3PO_4 химическое количество ее молекул равно 1,25 моль. Рассчитайте общее химическое количество атомов всех элементов в этой порции кислоты.
9. В некоторой порции серной кислоты H_2SO_4 общее химическое количество всех атомов, содержащихся в ее молекулах, равно 28,7 моль. Чему равно химическое количество атомов кислорода в этой порции?

Готовимся к олимпиадам

1. В неизвестном веществе массовые доли натрия, серы и кислорода равны соответственно 36,5 %, 25,4 % и 38,1 %. Определите химическую формулу этого вещества.

§ 6. Молярная масса. Молярный объем газов

Если химическое количество одного и того же вещества в двух его порциях одинаково, то одинаковым является и число содержащихся в них частиц (атомов или молекул). Из этого следует, что эти порции имеют также и одинаковую массу, поскольку состоят из одинакового числа одних и тех же частиц.

Будет ли это справедливым в том случае, если вещества будут разные, а их химическое количество в каждой порции по-прежнему будет одинаковым?

Молярная масса

Из предыдущего параграфа вам известно, что при увеличении числа частиц в порции вещества, например в 3 раза, его химическое количество увеличивается во столько же раз. А что произойдет с массой порции при таком увеличении? Поскольку число частиц в порции увеличилось в 3 раза, то и ее масса также станет в три раза больше. Отсюда следует, что отношение массы порции вещества к его химическому количеству также есть некоторая постоянная для данного вещества величина. Эта величина получила название **молярная масса** вещества и обозначается символом ***M***.

Молярная масса вещества — это величина, равная отношению массы любой порции этого вещества к его химическому количеству.

Для любой порции вещества **X** массой ***m(X)***, в которой химическое количество вещества равно ***n(X)***, можем записать:

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}.$$

Единицей массы в Международной системе единиц (СИ) является кг, а химического количества — моль. Поэтому основной единицей молярной массы в СИ является $\frac{\text{кг}}{\text{моль}}$. Химики чаще пользуются единицей $\frac{\text{г}}{\text{моль}}$, которая в 1000 раз меньше основной ($1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$).

Числовое значение молярной массы, выраженной в г/моль, совпадает с числовым значением относительной атомной или относительной молекулярной массы. Это справедливо для любых веществ — простых и сложных. Например, для простого вещества углерода: $A_r(\text{C}) = 12$ и $M(\text{C}) = 12 \text{ г/моль}$. Для сложного вещества воды: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ и $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$. Для оксида натрия $M_r(\text{Na}_2\text{O}) = 62$ и $M(\text{Na}_2\text{O}) = 62 \text{ г/моль}$.

Молярный объем газов

Отличие газообразных веществ от твердых и жидких заключается в том, что среднее расстояние между частицами в них гораздо больше размеров самих частиц (рис. 10). Поэтому объем газа при неизменных условиях (давление, температура) определяется только числом частиц в его порции и почти не зависит от размера самих частиц газа. Это значит, что если мы возьмем две порции разных газов, содержащих одинаковое число частиц (а следовательно, и одинаковое их химическое количество в каждой порции), то объемы этих порций будут равными.

Если химическое количество газа увеличить, например, в 5 раз, то во столько же раз возрастет и число его молекул. Объем данного газа (при неизменных температуре и давлении) также увеличится в 5 раз. Получается, что отношение объема порции любого газа к



Рис. 10. Схема газообразного и конденсированного состояния веществ

его химическому количеству в этой же порции всегда будет постоянной величиной. Величина этого отношения будет одинакова для любых порций любых газов, однако она зависит от внешних условий. Эта постоянная (при заданных температуре и давлении) величина получила название **молярный объем газа** и обозначается символом V_m . Если химическую формулу газа обозначить как X , то для любой его порции химическим количеством $n(X)$, занимающей объем $V(X)$, можем записать:

$$V_m = \frac{V(X)}{n(X)}.$$

Эта величина позволяет связать между собой параметры (объем, массу, химическое количество) газов, и мы будем в дальнейшем использовать ее при проведении химических расчетов.

Поскольку объем газа, в отличие от его химического количества, зависит от внешних условий (температуры и давления), величина V_m также зависит от этих внешних условий. Экспериментально установлено, что при нормальных условиях (кратко н. у.) — температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении $101\,325\text{ Па}$ ($101,325\text{ кПа}$) любой газ химическим количеством 1 моль занимает объем, равный $22,4\text{ дм}^3$. Отсюда следует, что при н. у. **молярный объем** любого газа равен **$22,4\text{ дм}^3/\text{моль}$** :

$$V_m = \frac{V(X)}{n(X)} = \frac{22,4\text{ дм}^3}{1\text{ моль}} = 22,4\text{ дм}^3/\text{моль}.$$

Молярная масса вещества (M) — это величина, равная отношению массы любой порции этого вещества к его химическому количеству в ней.

Молярные массы веществ численно равны их относительным молекулярным массам M_r .

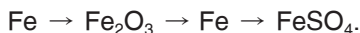
Температура $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давление $101,325\text{ кПа}$ называют нормальными условиями и кратко обозначают н. у.

Для любой порции любого газа при заданных условиях (температуре и давлении) отношение объема к химическому количеству газа есть величина постоянная. Она называется молярным объемом газа и обозначается V_m .

При н. у. величина V_m для любого газа равна $22,4\text{ дм}^3/\text{моль}$.

Вопросы и задания

1. Какой физический смысл имеет молярная масса вещества?
2. Рассчитайте молярную массу:
 - а) озона O_3 ;
 - б) азота N_2 ;
 - в) фосфорной кислоты H_3PO_4 ;
 - г) оксида алюминия Al_2O_3 .
3. Может ли у разных веществ быть одинаковая молярная масса? Приведите примеры таких веществ.
4. Масса порции некоторого вещества равна 144 г, а химическое количество вещества в ней составляет 0,75 моль. Рассчитайте молярную массу этого вещества.
5. Что такое молярный объем газа? Зависит ли эта величина от внешних условий (температуры и давления)?
6. Какой объем при н. у. занимает кислород химическим количеством 10 моль?
7. ОАО «Крион» (г. Минск) является специализированным предприятием по выпуску продуктов разделения воздуха: кислорода, азота, аргона, а также пищевых и технических газовых смесей. Пищевые газовые смеси используются для увеличения срока годности продуктов. В одной из таких смесей объемом 432 дм^3 (н. у.) содержатся азот (пищевая добавка E941) объемом $259,2 \text{ дм}^3$ (н. у.) и углекислый газ (пищевая добавка E290). Во сколько раз в этой смеси объемная доля углекислого газа меньше объемной доли азота?
8. Сера образует два соединения с кислородом — оксид серы(IV) и оксид серы(VI). Рассчитайте, во сколько раз различаются молярные массы указанных веществ.
9. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Готовимся к олимпиадам

1. Рассчитайте массу воды, в которой общее число атомов водорода и кислорода равно общему числу атомов в порции фосфора массой 18,6 г.