

Химические формулы.

Относительная атомная и молекулярная массы

Состав простых и сложных веществ химии всего мира отражают очень красиво и лаконично в виде химических формул. Химические формулы — это аналоги слов, которые записывают с помощью букв — знаков химических элементов.

Выразим с помощью химических символов состав самого распространённого вещества на Земле — воды. В молекулу воды входят два атома водорода и один атом кислорода. Теперь переведём это предложение в химическую формулу, используя химические символы (водорода — H и кислорода — O). Число атомов в формуле запишем с помощью **индексов** — цифр, стоящих внизу справа от химического символа (индекс 1 для кислорода не пишут): H_2O (читают «аш-два-о»).

Формулы простых веществ водорода и кислорода, молекулы которых состоят из двух одинаковых атомов, записывают так: H_2 (читают «аш-два») и O_2 (читают «о-два») (рис. 26).

Чтобы отразить число молекул, используют **коэффициенты**, которые пишут перед химическими формулами: например, запись $2CO_2$ (читают «два-цэ-о-два») означает две молекулы углекислого газа, каждая из которых состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода.

Аналогично записывают коэффициенты, когда указывают число свободных атомов химического элемента. Например, нам нужно записать выражение: пять атомов железа и семь атомов кислорода. Делают это следующим образом: $5Fe$ и $7O$.

Размеры молекул, а тем более атомов настолько малы, что их невозможно рас-

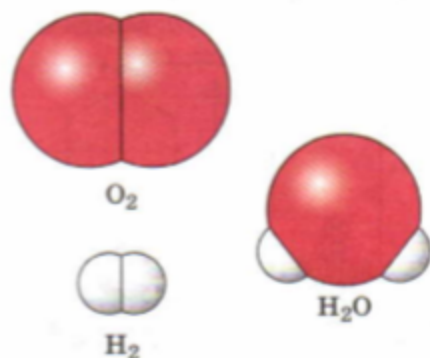


Рис. 26. Модели молекул и формулы кислорода, водорода и воды

смотреть даже в лучшие оптические микроскопы, дающие увеличение в 5—6 тысяч раз. Их невозможно рассмотреть и в электронные микроскопы, дающие увеличение в 40 тысяч раз. Естественно, что ничтожно малому размеру молекул и атомов соответствуют и ничтожно малые их массы. Учёные рассчитали, например, что масса атома водорода равна 0,000 000 000 000 000 000 000 001 674 г, что можно представить как $1,674 \cdot 10^{-24}$ г, масса атома кислорода равна 0,000 000 000 000 000 000 000 026 667 г, или $2,6667 \cdot 10^{-23}$ г, масса атома углерода равна $1,993 \cdot 10^{-23}$ г, а масса молекулы воды равна $3,002 \cdot 10^{-23}$ г.

Рассчитаем, во сколько раз масса атома кислорода больше массы атома водорода, самого лёгкого элемента:

$$\frac{2,6667 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{0,1674 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 16, \text{ т. е. в } 16 \text{ раз.}$$

Аналогично, масса атома углерода больше массы атома водорода в 12 раз:

$$\frac{1,993 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{0,1674 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 12 \text{ (рис. 27).}$$

Масса молекулы воды больше массы атома водорода в 18 раз (рис. 28). Эти величины показывают, во сколько раз масса атома данного химического элемента больше массы атома водорода, т. е. являются относительными.

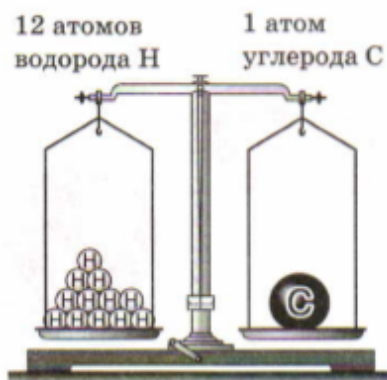


Рис. 27. Масса атома углерода равна массе 12 атомов водорода

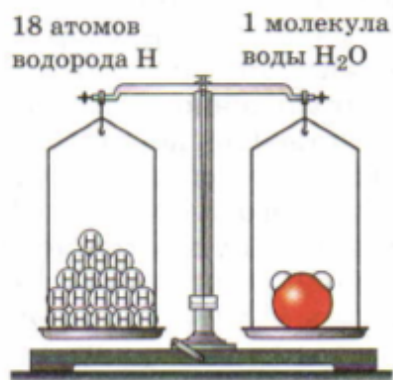


Рис. 28. Масса молекулы воды равна массе 18 атомов водорода

Н	1
	1,00797
Водород	

$$A_r(\text{H}) = 1$$

О	8
	15,9994
Кислород	

$$A_r(\text{O}) \approx 16$$

С	6
	12,01115
Углерод	

$$A_r(\text{C}) \approx 12$$



Рис. 29. Каждый элемент имеет своё значение относительной атомной массы

В настоящее время учёные-физики и учёные-химики придерживаются мнения, что **относительная атомная масса элемента** — это величина, показывающая, во сколько раз масса его атома больше $1/12$ массы атома углерода. Относительную атомную массу обозначают A_r , где r — начальная буква английского слова *relative*, что означает «относительный». Например,

$$A_r(\text{O}) = 16, A_r(\text{C}) = 12, A_r(\text{H}) = 1.$$

Каждый химический элемент имеет своё значение относительной атомной массы (рис. 29). Значения относительных атомных масс химических элементов указаны в соответствующих им клетках таблицы Д. И. Менделеева.

Аналогично, **относительную молекулярную массу** вещества обозначают M_r , например $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$.

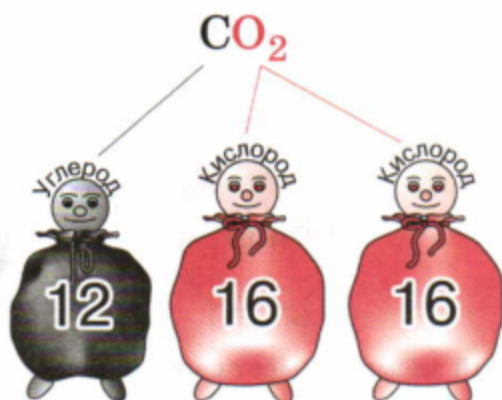
Относительная атомная масса элемента A_r и относительная молекулярная масса вещества M_r — величины, которые не имеют единиц измерения.

Чтобы узнать относительную молекулярную массу вещества, не обязательно делить массу его молекулы на массу атома водорода. Нужно просто сложить относи-

тельные атомные массы элементов, образующих вещество, с учётом числа атомов, например:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{H}) \cdot 2 + A_r(\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18,$$

$$M_r(\text{CO}_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44.$$



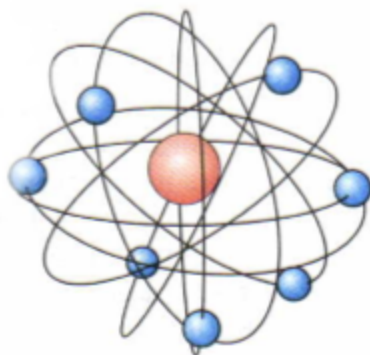
Химическая формула содержит важную информацию о веществе. Например, формула CO_2 показывает следующую информацию:

1. Конкретное вещество — углекислый газ.
2. Качественный состав — состоит из двух элементов: углерода и кислорода.
3. Тип вещества — сложное вещество.
4. Количественный состав вещества — в молекуле содержится 1 атом углерода и 2 атома кислорода.
5. Относительную молекулярную массу — $M_r(\text{CO}_2) = 12 + 16 \cdot 2 = 44$.
6. Соотношение масс элементов в этом веществе: $m(\text{C}) : m(\text{O}) = 12 : 32 = 1 : 2,6$.
7. Массовые доли элементов в этом веществе, которые рассчитывают по формуле:

$$w(\text{Э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{Э})}{M_r(\text{в-ва})},$$

где $w(\text{Э})$ — массовая доля элемента Э в веществе;
 n — число атомов элемента Э в веществе;
 $A_r(\text{Э})$ — относительная атомная масса элемента Э;
 $M_r(\text{в-ва})$ — относительная молекулярная масса вещества.

механизм электронов, взаимодействующих с ядром, то есть с протоном и нейтроном, то электроны движутся по орбитам, как планеты вокруг Солнца. В ядре — протоны и нейтроны. Протоны — положительно заряженные частицы, нейтроны — нейтральные.



Атом любого химического элемента — как бы крохотная Солнечная система (рис. 30). Поэтому такую модель атома, предложенную Э. Резерфордом, называют *планетарной*.

Рис. 30. Планетарная модель строения атома

Но и это не всё. Оказывается, крошечное атомное ядро, в котором сосредоточена вся масса атома, состоит из элементарных частиц двух видов — протонов и нейтронов.

Протоны (табл. 2) имеют заряд, равный заряду электронов, но противоположный по знаку (+1), и массу (она принята в химии за единицу), примерно равную массе атома водорода. Обозначаются протоны знаком 1_1p (или p^+).

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Т а б л и ц а 2

Частица и её обозначение	Масса	Заряд	Примечание
Протон, p^+	1	+1	Число протонов в атоме соответствует порядковому номеру элемента в таблице Д. И. Менделеева
Нейтрон, n^0	1	0	Число нейтронов в атоме находят по формуле: $N = A - Z$
Электрон, e^-	$\frac{1}{1837}$	-1	Число электронов в атоме соответствует порядковому номеру элемента в таблице Д. И. Менделеева