

Первоначальные сведения о строении атомов.

Все вещества образованы мельчайшими частицами, которые называются **атомами**.

Атомы имеют сложное строение.

В центре любого атома находится **ядро**. Ядро атома состоит из **протонов** и **нейтронов**, которые имеют общее название — **нуклоны** (от англ. *nucleus* — ядро).

Протон — это частица, которая имеет положительный заряд. Заряд протона в условных единицах равен $+1$. Символ протона — ${}_1\text{p}$.

Нейтрон — нейтральная частица, заряд нейтрона равен 0 . Символ нейтрона — ${}_0\text{n}$.

Ядра атомов имеют **положительный заряд**, так как состоят из протонов с положительным зарядом и нейтральных нейтронов.

Вокруг ядра движутся **электроны**, которые имеют **отрицательный заряд**. Заряд электрона в условных единицах равен -1 . Символ электрона — \bar{e} .

● Протоны, нейтроны и электроны называются **элементарными частицами**.

Любой атом содержит равное число протонов и электронов, поэтому сумма положительных зарядов в атоме равна сумме отрицательных зарядов. Следовательно, **атомы являются электронейтральными частицами**.

Ядра различных атомов содержат разное число протонов и нейтронов.

● Главной характеристикой любого атома является **заряд ядра**, который обозначается буквой Z и равен числу протонов.

● Вид атомов с одинаковым зарядом ядер называется **химическим элементом**.

Массы атомов, которые выражены в обычных единицах массы (кг или г), называются **абсолютными атомными массами** и обозначаются символом m_a .

Абсолютные массы атомов углерода и кислорода имеют следующие значения:

$$m_a(\text{C}) = 19,93 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; \quad m_a(\text{O}) = 26,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Использовать такие малые величины очень неудобно. Поэтому в химии вместо абсолютных атомных масс обычно используются **относительные атомные массы**.

За единицу атомных масс принимается $1/12$ часть абсолютной массы атома углерода С. Если представить атом углерода в виде шарика и мысленно разделить его на 12 равных частей, то масса одной части и есть атомная единица массы (рис. 1).

● Атомная единица массы (а. е. м.) — это $1/12$ часть абсолютной массы атома углерода.

Зная абсолютную массу атома углерода, можно выразить а. е. м. в кг или в г:

$$\begin{aligned} 1 \text{ а. е. м.} &= \frac{m_a(\text{C})}{12} = \frac{19,93 \cdot 10^{-27}}{12} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = \\ &= 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} \end{aligned}$$

● Относительная атомная масса элемента — это число, которое показывает, во сколько раз абсолютная масса атома данного элемента больше $1/12$ части абсолютной массы атома углерода, т. е. атомной единицы массы*.

Относительная атомная масса обозначается символом A_r (индекс «г» — первая буква английского слова «relative» — относительный).

Относительная атомная масса элемента X равна:

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{1/12 m_a(C)} = \frac{m_a(X)}{1 \text{ а.е.м.}}$$

Рассчитаем, например, относительные атомные массы водорода и кислорода:

$$A_r(H) = \frac{m_a(H)}{1 \text{ а.е.м.}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 1$$

$$A_r(O) = \frac{m_a(O)}{1 \text{ а.е.м.}} = \frac{26,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 16.$$

Таким образом, масса атома водорода приблизительно равна массе $1/12$ части атома углерода, а масса атома кислорода приблизительно в 16 раз больше массы $1/12$ части атома углерода.

Обратите внимание, что относительные атомные массы элементов, как и любые относительные величины, являются безразмерными.

В 1913 г. английский физик Г. Мозли установил, что положительный заряд ядра атома (в условных единицах) равен порядковому номеру элемента в периодической системе Д. И. Менделеева.

Каждый протон имеет заряд $+1$ (см. § 1.2), поэтому заряд ядра равен числу протонов. Атом является электронейтральной частицей, поэтому число протонов равно числу электронов. Следовательно:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Порядковый} & & \text{Заряд} & & \text{Число} & & \text{Число} \\ \text{номер} & = & \text{ядра} & = & \text{протонов} & = & \text{электронов} \\ \text{элемента} & & \text{атома} & & \text{в ядре} & & \text{в атоме} \end{array}$$

Частица	Обозначение	Абсолютная масса, кг	Относительная масса, а.е.м.
Электрон	e	$9,11 \cdot 10^{-31}$	$\approx 1/1840$
Протон	${}_1^1p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	$1,007 \approx 1$
Нейтрон	${}_0^1n$	$1,6750 \cdot 10^{-27}$	$1,009 \approx 1$

Данные этой таблицы показывают, что масса протона, как и масса нейтрона, приблизительно в 1840 раз больше массы электрона. Протоны и нейтроны находятся в ядре, поэтому масса атома почти равна массе ядра.

Масса ядра, как и масса атома, определяется суммой числа протонов и числа нейтронов. Эта сумма называется **массовым числом атома**.

$$\begin{array}{ccccc} \text{Массовое} & & \text{Число} & & \text{Число} \\ \text{число} & = & \text{протонов} & + & \text{нейтронов} \\ \text{атома (A)} & & (Z) & & \text{атома (N)} \end{array}$$

$$A = Z + N$$

● **Атомы одного элемента, которые имеют разные массовые числа, называются изотопами.**

Атомы изотопов одного элемента имеют одинаковое число протонов (Z) и отличаются друг от друга числом нейтронов (N).

Изотопы обозначаются символами соответствующих элементов, слева от которых вверху записывают массовое число изотопа, а внизу — порядковый номер (заряд ядра атома) элемента. Например:

${}_{6}^{12}\text{C}$ — изотоп углерода с массовым числом 12;

${}_{8}^{18}\text{O}$ — изотоп кислорода с массовым числом 18.

Элемент *водород* имеет три изотопа, каждый из которых имеет свое название:

${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H(D)}$	${}^3_1\text{H(T)}$
протий	дейтерий	тритий
1 протон, нейтронов нет	1 протон, 1 нейтрон	1 протон, 2 нейтрона

В природе различные элементы имеют разное число изотопов с разным процентным содержанием каждого из них.

Относительная атомная масса элемента A_r , которая приводится в периодической системе, — это средняя величина массовых чисел природных изотопов этого элемента с учетом процентного содержания каждого изотопа.

Например, в природе все атомы хлора представляют собой два вида изотопов: ${}^{35}\text{Cl}$ (процентное содержание 75,5%) и ${}^{37}\text{Cl}$ (24,5%). Относительная атомная масса хлора

$$A_r(\text{Cl}) = \frac{35 \cdot 75,5 + 37 \cdot 24,5}{100} = 35,453 \approx 35,5$$

Химические свойства всех изотопов одного элемента одинаковы. Следовательно, химические свойства элемента зависят не от атомной массы, а от заряда ядра.

Поэтому современная формулировка периодического закона читается так:

● Свойства элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра атома, или порядкового номера элемента.

Законспектируйте, выписав: термины, символы, формулы, таблицы.

Устно ответьте на вопросы:

1. Строение атомов. Заряд атома.
2. Абсолютная и относительная атомная масса. Массовое число и изотопы.