

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Тема: Строение атома. Периодический закон Д.И. Менделеева

Урок: Строение атома

📖 Строение атома

В переводе с греческого языка, слово «*атом*» означает «неделимый». Однако, были открыты явления, которые демонстрируют возможность его деления. Это испускание рентгеновских лучей, испускание катодных лучей, явление фотоэффекта, явление радиоактивности. Электроны, протоны и нейтроны – это частицы, из которых состоит атом. Они называются *субатомными частицами*.

Табл. 1

атом		
ядро	электроны	
протоны	нейтроны	
p^+	n^0	e^-
Масса протона	Масса нейтрона	Масса электрона
1,0073 а.е.м.	1,0087 а.е.м.	0,0005 а.е.м.
Заряд протона	Заряд нейтрона	Заряд электрона
+1	0	-1

Кроме протонов, в состав ядра большинства атомов входят *нейтроны*, не несущие никакого заряда. Как видно из табл. 1, масса нейтрона практически не отличается от массы протона. Протоны и нейтроны составляют ядро атома и называются *нуклонами* (

[Видеурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

nucleus – ядро). Их заряды и массы в атомных единицах массы (а.е.м.) показаны в таблице 1. При расчете массы атома массой электрона можно пренебречь.

Масса атома (**массовое число**) равна сумме масс, составляющих его ядро протонов и нейтронов. Массовое число обозначается буквой **A**. Из названия этой величины видно, что она тесно связана с округленной до целого числа атомной массой элемента. $A = Z + N$

Здесь **A** – массовое число атома (сумма протонов и нейтронов), **Z** – заряд ядра (число протонов в ядре), **N** – число нейтронов в ядре. Согласно учению об изотопах, понятию «химический элемент» можно дать такое определение:

Химическим элементом называется совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Некоторые элементы существуют в виде нескольких **изотопов**. «Изотопы» означает «занимающий одно и тоже место». Изотопы имеют одинаковое число протонов, но отличаются массой, т. е. числом нейтронов в ядре (числом N). Поскольку нейтроны практически не влияют на химические свойства элементов, все изотопы одного и того же элемента химически неотличимы.

Изотопы

Изотопами называются разновидности атомов одного и того же химического элемента с одинаковым зарядом ядра (то есть с одинаковым числом протонов), но с разным числом нейтронов в ядре.

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Изотопы отличаются друг от друга только массовым числом. Это обозначается либо верхним индексом в правом углу, либо в строчку: ^{12}C или C-12. Если элемент содержит несколько природных изотопов, то в периодической таблице Д.И. Менделеева указывается, его средняя атомная масса с учетом распространённости. Например, хлор содержит 2 природных изотопа ^{35}Cl и ^{37}Cl , содержание которых составляет соответственно 75% и 25%. Таким образом, атомная масса хлора будет равна:

$$A_r(\text{Cl}) = 0,75 \cdot 35 + 0,25 \cdot 37 = 35,5$$

Для тяжёлых искусственно-синтезированных атомов приводится одно значение атомной массы в квадратных скобках. Это атомная масса наиболее устойчивого изотопа данного элемента.

Основные модели строения атома

Основные модели строения атома

Исторически первой в 1897 году была модель атома Томсона.

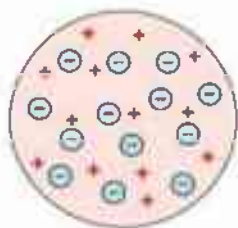


Рис. 1. Модель строения атома Дж. Томсона

Английский физик Дж. Дж. Томсон предположил, что

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Английский физик Дж. Дж. Томсон предположил, что атомы состоят из положительно заряженной сферы, в которую вкраплены электроны (рис. 1). Эту модель образно называют «сливовый пудинг», булочка с изюмом (где «изюминки» – это электроны), или «арбуз» с «семечками» – электронами. Однако от этой модели отказались, т. к. были получены экспериментальные данные, противоречащие ей.

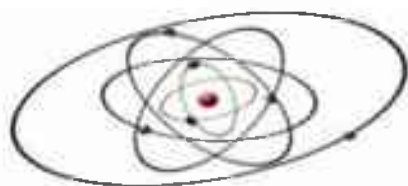


Рис. 2. Модель строения атома Э. Резерфорда

В 1910 году английский физик Эрнст Резерфорд со своими учениками Гейгером и Марсденом провели эксперимент, который дал поразительные результаты, необъяснимые с точки зрения модели Томсона. Эрнст Резерфорд доказал на опыте, что в центре атома имеется положительно заряженное ядро (рис. 2), вокруг которого, подобно планетам вокруг Солнца, вращаются электроны. Атом в целом электронейтрален, а электроны удерживаются в атоме за счет сил электростатического притяжения (кулоновских сил). Эта модель имела много противоречий и главное, не объясняла, почему электроны не падают на ядро, а также возможность поглощения и излучения им энергии.

Датский физик Н. Бор в 1913 году, взяв за основу модель атома Резерфорда, предложил модель атома, в которой электроны-частицы вращаются вокруг ядра атома примерно так же, как планеты обращаются

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

вокруг Солнца.

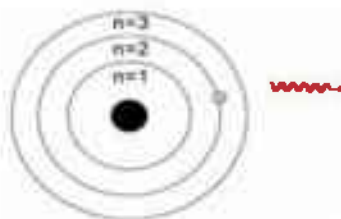


Рис. 3. Планетарная модель Н. Бора

Бор предположил, что электроны в атоме могут устойчиво существовать только на орбитах, удаленных от ядра на строго определенные расстояния. Эти орбиты он назвал стационарными. Вне стационарных орбит электрон существовать не может. Почему это так, Бор в то время объяснить не мог. Но он показал, что такая модель (рис. 3) позволяет объяснить многие экспериментальные факты.

Формы атомных орбиталей

В настоящее время для описания строения атома используется **квантовая механика**. Это наука, главным аспектом в которой является то, что электрон обладает свойствами частицы и волны одновременно, т. е. корпускулярно-волновым дуализмом. Согласно квантовой механике, область пространства, в которой вероятность нахождения электрона наибольшая, называется **орбиталью**. Чем дальше электрон находится от ядра, тем меньше его энергия взаимодействия с ядром. Электроны с близкими энергиями образуют **энергетический уровень**. Число энергетических уровней равно номеру периода, в котором находится данный элемент в таблице Д.И.

[Видеурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Менделеева. Существуют различные формы атомных орбиталей. (Рис. 4). d-орбиталь и f-орбиталь имеют более сложную форму.

s – орбиталь



p – орбиталь



d – орбиталь



Рис. 4. Формы атомных орбиталей

В электронной оболочке любого атома ровно столько электронов, сколько протонов в его ядре, поэтому атом в целом электронейтрален. Электроны в атоме размещаются так, чтобы их энергия была минимальной. Чем дальше электрон находится от ядра, тем больше орбиталей и тем сложнее они по форме. На каждом уровне и подуровне может помещаться только определенное количество электронов. Подуровни, в свою очередь, состоят из одинаковых по энергии орбиталей.

На первом энергетическом уровне, наиболее близком к ядру, может существовать одна сферическая орбиталь (**1s**). На втором энергетическом уровне – сферическая орбиталь, большая по размеру и три p-орбитали: **2s2ppp**. На третьем уровне: **3s3ppp3ddddd**.

Кроме движения вокруг ядра, электроны обладают еще движением, которое можно представить, как их движение вокруг собственной оси. Это вращение называется *спином* (в пер. с англ. «веретено»). **На одной орбитали могут находиться лишь два электрона, обладающих противоположными (антипараллельными) спинами.**

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Максимальное число электронов на **энергетическом уровне** определяется по формуле $N=2n^2$.

Где n – главное квантовое число (номер энергетического уровня). См. табл. 2

Табл. 2

Энергетический уровень	N	Электронная конфигурация
1-ый	2	$1s^2$
2-ой	8	$2s^2 2p^6$
3-ий	18	$3s^2 3p^6 3d^{10}$
4-ый	32	$4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$

В зависимости от того, на какой орбитали находится последний электрон, различают **s , p , d -элементы**. Элементы главных подгрупп относятся к **s , p -элементам**. В побочных подгруппах находятся **d -элементы**

 [Примеры написания электронно-графических формул атомов](#)

Графическая схема строения электронных слоев атомов (электронно-графическая формула).

Для описания расположения электронов на атомных орбиталях используют электронную конфигурацию. Для её написания в строчку пишутся орбитали в условных обозначениях (s , p , d , f -орбитали), а перед ними – числа, обозначающие номер энергетического уровня. Чем больше число, тем дальше электрон находится от ядра. В верхнем регистре изд

[Видеурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

Для описания расположения электронов на атомных орбиталях используют электронную конфигурацию. Для её написания в строчку пишутся орбитали в условных обозначениях (s -, p -, d -, f -орбитали), а перед ними – числа, обозначающие номер энергетического уровня. Чем больше число, тем дальше электрон находится от ядра. В верхнем регистре, над обозначением орбитали, пишется количество электронов, находящихся на данной орбитали (Рис. 5).

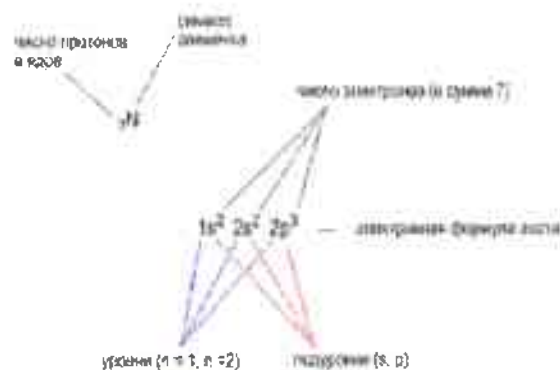


Рис. 5

Графически распределение электронов на атомных орбиталях можно представить в виде ячеек. Каждая ячейка соответствует одной орбитали. Для p -орбитали таких ячеек будет три, для d -орбитали – пять, для f -орбитали – семь. В одной ячейке может находиться 1 или 2 электрона. Согласно *правилу Гунда*, электроны распределяются на одинаковых по энергии орбиталях (например, на трех p -орбиталях) сначала по одному, и лишь когда в каждой такой орбитали уже находится по одному электрону, начинается заполнение этих орбиталей вторыми электронами. Такие электроны называют *спаренными*. Объясняют это тем, что в соседних ячейках электроны меньше отталкиваются

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

называют спаренными. Объясняют это тем, что в соседних ячейках электроны меньше отталкиваются друг от друга, как одноименно заряженные частицы.

См. рис. 6 для атома ${}_7\text{N}$.

правильно

неправильно

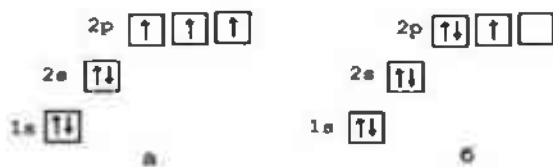
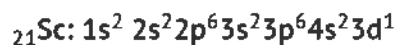


Рис. 6

Электронная конфигурация атома скандия



Электроны внешнего энергетического уровня называются валентными. ${}^{21}\text{Sc}$ относится к *d*-элементам.

Подведение итога урока

На уроке было рассмотрено строение атома, состояние электронов в атоме, введено понятие «атомная орбиталь и электронное облако». Учащиеся узнали, что такое форма орбиталей (*s*, *p*-, *d*-орбитали), каково максимальное число электронов на энергетических уровнях и подуровнях, распределение электронов по энергетическим уровням, что такое *s*-, *p*- и *d*-элементы. Приведена графическая схема строения электронных слоев атомов (электронно-графическая формула).

[Видеоурок](#) — [Текстовый урок](#) — [Тренажеры](#) —
[Тесты](#) — [Вопросы к уроку](#)

общеобразовательных учебных заведений / Г.П.

Попель, Л.С.Кривля. – К.: ИЦ «Академия», 2008. – 240 с.:
ил.

3. А.В. Мануйлов, В.И. Родионов. Основы химии.
Интернет-учебник.

Дополнительные рекомендованные ссылки на ресурсы сети Интернет

1. Internerurok.ru ([Источник](#)).
2. Hemi.nsu.ru ([Источник](#)).
3. Chemport.ru ([Источник](#)).
4. [Химик](#) ([Источник](#)).

Домашнее задание

1. №№5-7 (с. 22) Рудзитис Г.Е. Химия. Основы общей химии. 11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый уровень / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2012.
2. Напишите электронные формулы для следующих элементов: ${}_6\text{C}$, ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{16}\text{S}$, ${}_{21}\text{Sc}$.
3. Элементы имеют следующие электронные формулы:
а) $1s^2 2s^2 2p^4$. б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$. в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$. Какие это элементы?