

**СТРОЕНИЕ АТОМА**

—————

—————

**ПЛАН**

1. *История открытия строения атома. Основы квантовой механики.*
2. *Квантовые числа.*
3. *Периодическая система элементов и электронная структура атома.*
4. *Строение атомных ядер.*
5. *Радиоактивность. Основные виды радиоактивного распада.*



## 1. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ СТРОЕНИЯ АТОМА. ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ.

**V век до н.э.** Демокрит – выдвинул идею о том, что все вещества состоят из мельчайших неделимых частиц – атомов. Взгляды Демокрита не получили признания.

**IV век до н.э.** Аристотель – предложил теорию строения материи, согласно которой все вещества состоят из 4-х основных элементов природы – Земли, Воды, Огня и Воздуха, смешанных в различных соотношениях. Теория Аристотеля господствовала в науке до 16 века нашей эры.

**XVI век** Джордано Бруно – отстаивал атомную теорию строения материи. Теория не была признана.

**XIX век** Джон Дальтон – создал трактат об атомном строении вещества, который получил всеобщее признание. Но до конца 19 века атом рассматривался как неделимая частица.

**1897 г.** Джозеф Томсон – открыл электрон.

**1904 г.** Предложена (Томсоном) первая модель строения атома – «капельная модель».

«Капельная» модель атома – положительный заряд распределен равномерно по всему объему атома. Он нейтрализуется электронами, плавающими, подобно каплям, в море положительного электричества.

**1909 г.** Роберт Милликен – определил заряд электрона:  $q_e \approx 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

Затем была определена масса электрона:  $m_e \approx 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг.

**1910 г.** Эрнст Резерфорд – опроверг модель атома Томсона. Резерфорд и его сотрудники проводили опыты по рассеянию  $\alpha$  - частиц на золотой фольге. Почти все частицы пролетали сквозь фольгу не меняя направления, и только некоторые (примерно 1 из 8000) отклонялись на большой угол. На основании опытных данных Резерфорд сделал вывод о

том, что большую часть атомного пространства занимает пустота. Предложил новую модель атома – «планетарную».

**«Планетарная» модель атома** – в центре атома находится тяжелое положительно заряженное ядро, вокруг которого вращаются электроны, подобно планетам вокруг Солнца.

Вскоре были определены средние размеры атомного ядра и атома в целом. Оказалось, что диаметр атомного ядра приблизительно равен  $10^{-13}$  см, а диаметр атома –  $10^{-8}$  см, **т.е. ядро меньше атома в 100 000 раз!** При этом основная часть массы атома и его заряд сосредоточены в ничтожно малом объеме.

Модель Резерфорда имела существенный недостаток. Она противоречила классической электродинамике, согласно которой заряженная частица, двигаясь по круговой орбите, должна излучать энергию. А значит электрон в конце концов неизбежно должен упасть на ядро!

*При этом электрон упал бы на атомное ядро очень быстро – примерно через одну триллионную долю секунды. Понятно, что в таком случае атомы просто не смогли бы существовать, т.к. все их электроны мгновенно попадали бы на ядра.*

## **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

**1900 г. Макс Планк** – предположил, что атомы испускают и поглощают энергию не непрерывно, а дискретными порциями – **квантами**. Энергия кванта пропорциональна частоте излучения:

$$E = h\nu \quad , \quad \text{где}$$

$E$  – энергия кванта (Дж)

$h$  – постоянная Планка ( $6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж · с)

$\nu$  - частота излучения

$$\nu = c / \lambda \quad , \quad \text{где}$$

$c$  – скорость света в вакууме ( $3 \cdot 10^8$  м / с)

$\lambda$  – длина волны фотона ( м ).

**1910 г. Нильс Бор** – используя модель Резерфорда и квантовую механику Планка, предложил **квантовую теорию строения атома**.

Теория Бора основана на двух постулатах (постулат – утверждение, принимаемое без доказательства).

**1-й постулат Бора** – электрон движется вокруг ядра только по определенным «стационарным» орбитам. При этом атом находится в устойчивом состоянии – не излучает и не поглощает энергию. Такое состояние атома называется **основным** или **невозбужденным**.

**2-й постулат Бора** – при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую происходит выделение или поглощение энергии в виде электромагнитных волн. Если электрон переходит на более высокие орбиты, состояние атома становится неустойчивым – **возбужденным**.

✓ *Обозначение:*

$Mg$  – основное состояние атома;

$Mg^*$  – возбужденное состояние атома.

Теория Бора получила экспериментальное подтверждение при расчете спектра электромагнитного излучения атома водорода. Однако, она оказалась непригодной для описания многоэлектронных атомов. Даже для атома гелия, имеющего всего два электрона, она не давала правильных результатов.

**1924 г. Луи де Бройль** высказал гипотезу о том, что все микрочастицы обладают волновыми свойствами, и каждой движущейся частице соответствует электромагнитная волна. Длина волны частицы связана с ее импульсом следующим соотношением:

$$\lambda = h / mv, \quad \text{где } \lambda - \text{длина волны частицы,} \\ h - \text{постоянная Планка,} \\ mv - \text{импульс частицы.}$$

Это уравнение можно использовать для расчета длины волны любого тела, движущегося с определенной скоростью. Однако для тел массой 1 грамм и более (макрообъектов), движущихся с обычными скоростями (порядка м/с), длины волн настолько малы, что их нельзя измерить. Таким образом, волновые свойства характерны только для микрочастиц (электронов, фотонов, нейтронов и т.д.), движущихся со скоростями порядка скорости света.

**1926 г. Эрвин Шрёдингер** вывел математическое уравнение, описывающее поведение электрона в атоме.

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial^2 x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial^2 y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial^2 z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0 \quad - \text{уравнение Шрёдингера,}$$

где  $\psi$  – волновая функция,

$m$  – масса электрона,

$h$  – постоянная Планка,

$E$  – полная энергия электрона в атоме,

$V$  – потенциальная энергия электрона в атоме.

Волновая функция ( $\psi$ ) является трехмерным аналогом амплитуды плоской волны. Физический смысл имеет не сама волновая функция, а ее квадрат. **Квадрат волновой функции определяет вероятность нахождения электрона в данном объеме пространства.**

**Объем пространства, в котором с большей или меньшей вероятностью может находиться электрон, называется ЭЛЕКТРОННЫМ ОБЛАКОМ или АТОМНОЙ ОРБИТАЛЬЮ. Плотность электронного облака пропорциональна квадрату волновой функции.**

1927 г. Вернер Гейзенберг сформулировал гипотезу о неопределенности поведения микрочастицы в пространстве.

*Принцип неопределенности Гейзенберга* – невозможно одновременно точно определить импульс микрочастицы и ее положение в пространстве в тот или иной момент времени.

Теории Планка и Бора, гипотеза де Бройля и принцип неопределенности Гейзенберга, а также уравнение Шрёдингера являются **основными положениями квантовой механики**. Согласно современной **квантово-механической модели**, электрон в атоме не имеет определенной траектории движения. Он вообще мало похож на частицу в классическом ее понимании (маленький движущийся шарик). Электрон представляет собой **облако электрического заряда, окружающее атомное ядро и «размытое» по всему объему атома с большей или меньшей плотностью**.