

Семинар 10.10, Алексеев В.А.

1 Постулаты

1. Модель Резерфорда

За основу взята планетарная модель атома Резерфорда, в центре атома сосредоточен весь положительный заряд и имеет пренебрежимо малый объём относительно объёма, в котором могут находиться электроны.

2. Атом находится только в определённых состояниях

Энергия атома в таких состояниях постоянна и момент импульса каждого электрона кратен кванту момента импульса, который равен $\hbar \approx 10^{-27}$ Эрг · с $\approx 7 \cdot 10^{-16}$ Эв · с (постоянной Дирака).

3. Свет излучается квантами

Излучение и поглощение происходит посредством скачкообразного перехода атома в другое состояние (у электрона изменяется момент импульса), для этого перехода верно утверждение, что разница между энергиями E_2 и E_1 состояний атома в точности равна излучённой энергии ε (поглощённой при $E_2 - E_1 < 0$), т.е. $\varepsilon = E_2 - E_1$.

2 Квантование и формула Ридберга

Из вышеупомянутых постулатов можно записать два уравнения для электрона в атоме с зарядовым числом Z :

$$\frac{Ze^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r}, \quad m_e v r = n \cdot \hbar$$

Откуда выводится, что:

$$r_n = \frac{\hbar^2}{m_e Z e^2} n^2, \quad E_n = -\frac{m Z^2 e^4}{2 \hbar^2 n^2} = -R \frac{Z^2}{n^2}$$

где R - постоянная Ридберга. Заметим, что энергия излучения равна с одной стороны разности энергий состояний, с другой стороны $E = \hbar \omega$, отсюда получается формула Ридберга:

$$\omega = \frac{R Z^2}{\hbar} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

3 Квантовые числа

Квантовыми числами называют значения каких-либо квантованных характеристик квантового объекта, их значения характеризуют состояние частицы. Рассмотрим, какие есть квантовые числа.

1. Главное квантовое число n

2. Орбитальное квантовое число l

3. Магнитное квантовое число m

Главное квантовое число - целое число, обозначающее номер энергетического уровня, определяет энергию частицы. Как мы видим, это квантовое число мы уже получили, когда записали один из постулатов Бора в математической форме, принимает любые натуральные значения.

Орбитальное квантовое число определяет форму распределения амплитуды волновой функции электрона в атоме (подуровень энергетического уровня), т.е., грубо говоря, форму электронного облака, принимает значения $l = 0, 1, 2 \dots (n - 1)$.

Магнитное квантовое число характеризует ориентацию в пространстве орбитального момента количества движения электрона или пространственное расположение атомной орбитали, принимает значения от $-l$ до $+l$, описывает все орбитали на выделенном подуровне.

Как мы видим, в текущем состоянии теория Бора способна описать только обциии идеи, не объясняя характер движения электронов и допустив противоречия в уравнениях (электрон не излучает, хотя движется по окружности), однако это дало начальный толчок для построения квантовой механики.