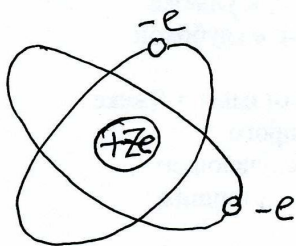


Раздел V. Атомная и ядерная физика.

Глава 1. Строение атома.

1. Ядерная модель атома. Опыты Резерфорда.



Ядро атома имеет размеры $r_{\text{я}} \approx 10^{-12}$ см, в нем сосредоточена почти вся масса атома, состоит из протонов и нейтронов.
 $m_p \approx m_n \approx 1,67 \cdot 10^{-24}$ г
 $q_p = e, q_n = 0$

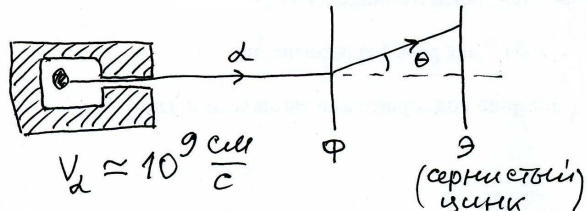
Вокруг ядра вращаются электроны, $m_e = 0,91 \cdot 10^{-27}$ г, $q_e = -e$. Атом электрически нейтрален, число протонов в ядре равно числу электронов. Радиусы орбит электронов $r_e \sim 10^{-8}$ см.

В этом разделе будет использоваться гауссова система единиц: см, г, с, $e = 4,8 \cdot 10^{-10}$ сгсэ_д; закон Кулона

$$F = \frac{|q_1| |q_2|}{\epsilon r^2}; \text{ потенциальная энергия взаимодействия}$$

$$\text{точечных зарядов } U = \frac{q_1 q_2}{\epsilon r}.$$

Основной вклад в развитие ядерной модели атома внесли опыты Резерфорда по рассеянию α - частиц (ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$) на металлических фольгах 1911-1913 гг.



Оказалось, что некоторые α - частицы рассеиваются в обратном направлении $\Theta \approx 180^\circ \Rightarrow$

Это возможно, только если рассеяние происходит на тяжелых, положительных, точечных ядрах.

Экспериментально была проверена формула:

$$\text{ctg} \frac{\Theta}{2} = \frac{m_\alpha V_\alpha^2}{z_\text{я} z_\alpha e^2} b$$

Рассеяние α - частиц позволило получить оценку сверху размеров ядра:

$$\frac{m_\alpha V_\alpha^2}{2} = \frac{z_\text{я} z_\alpha e^2}{r_{\min}} \quad r_\text{я} \leq r_{\min} \approx 10^{-12} \text{ см}$$

С точки зрения классической электродинамики атом Резерфорда нестабилен, так как электрон, вращаясь вокруг ядра, должен излучать электромагнитные волны $\Rightarrow$ терять энергию $\Rightarrow$ упасть на ядро.

2. Атом Бора 1913 г.

Постулаты Бора:

а) Электроны вращаются по дискретным (стационарным) орбитам, для которых выполняется условие квантования момента количества движения:

$$mvr = n\hbar \quad n=1, 2, 3\ldots$$

б) Излучение или поглощение кванта света происходит при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую

$$\hbar\omega = E_n - E_m$$

Если считать движение электрона классическим, то из

II закона Ньютона $\frac{mv^2}{r} = \frac{ze^2}{r^2}$ и условия квантования

момента количества движения радиусы орбит равны:

$$r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{ze^2 m} = \frac{r_B}{z} n^2 \quad r_B = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ см} - \text{радиус Бора}$$

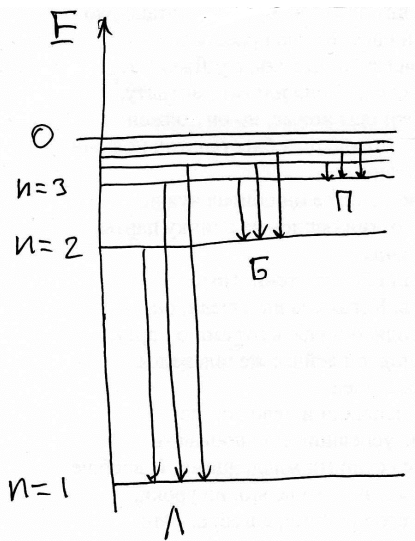
Энергии электронов в стационарных орбитах равны:

$$E_n = -\frac{z^2 e^4 m}{2\hbar^2 n^2} = -Ry \frac{z^2}{n^2} \quad Ry = 13,6 \text{ эВ} - \text{Ридберг}$$

3. Излучение атома водорода.

Огромным успехом теории Бора было объяснение спектра атома водорода

$$\hbar\omega = Ry \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \begin{matrix} m, n = 1, 2, 3\ldots \\ m < n \end{matrix}$$



Серия Лаймана
(ультрафиолет)

Серия Бальмера
(видимый)

Серия Пашена
(инфракрасный)

Вопросы.

1. Ядерная модель атома.
2. Опыты Резерфорда.
3. Постулаты Бора.
4. Спектр излучения водорода.