

# Открытие электрона

1874 г. **Дж. Стоуни**. Электричество состоит из элементарных зарядов, связанных с атомами. Ввел термин «**электрон**».

1869-1875 гг. **У. Крукс**. Катодные лучи.

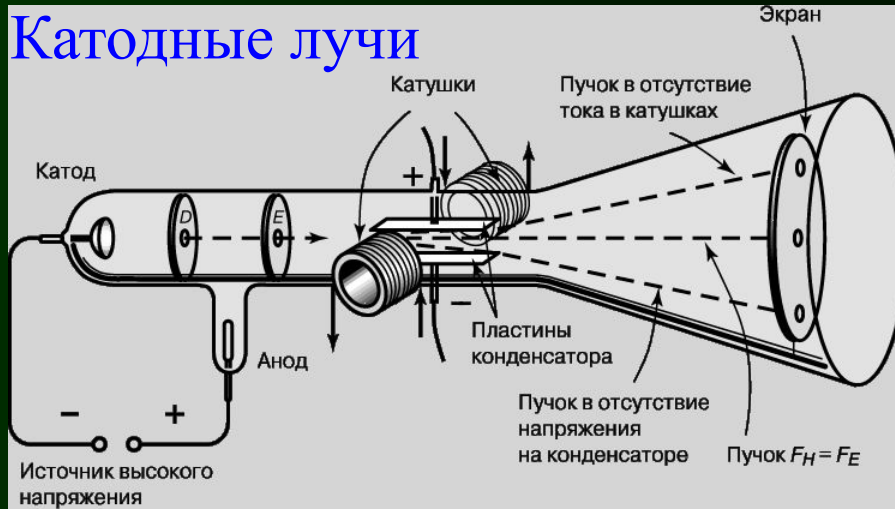


1895 г. **Ж. Перрен**. Отклонение катодных лучей в электрическом поле. Отрицательные частицы.

# Опыты Томсона

1897 г. Дж.Дж.Томсон, Э.Вихерт. Определение  $e/m$ .

## Катодные лучи



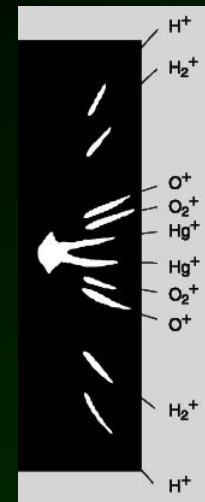
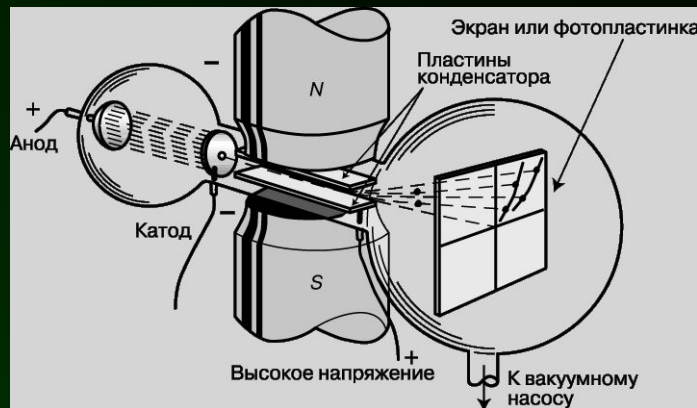
$$F_E = eE; \quad F_B = evB;$$

$$mv^2/2 = eU$$

$$\frac{e}{m} = \frac{1}{2U} \left( \frac{E}{B} \right)^2$$

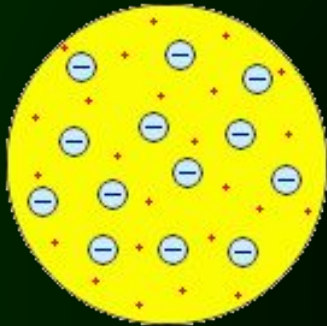
Точное значение заряда электрона – Р.Милликен, 1917г.

## Каналовые лучи

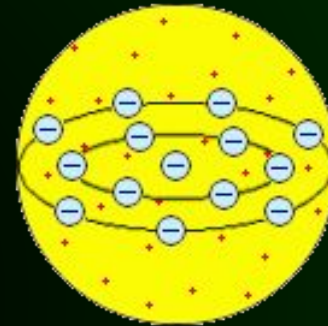


# Классическая модель атома

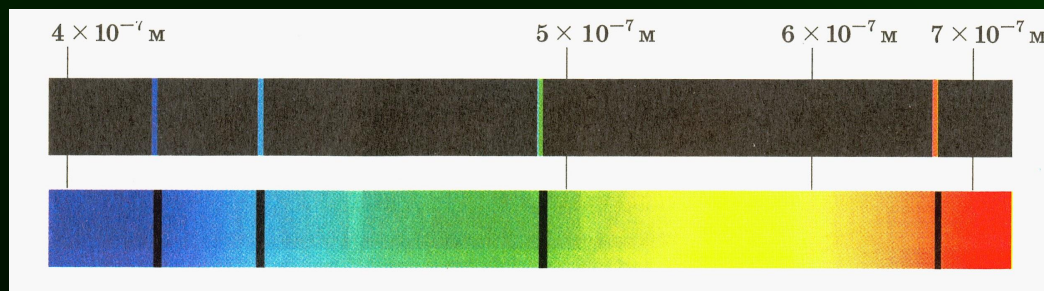
1902 г. У. Томсон



1904 г. Дж.Дж. Томсон



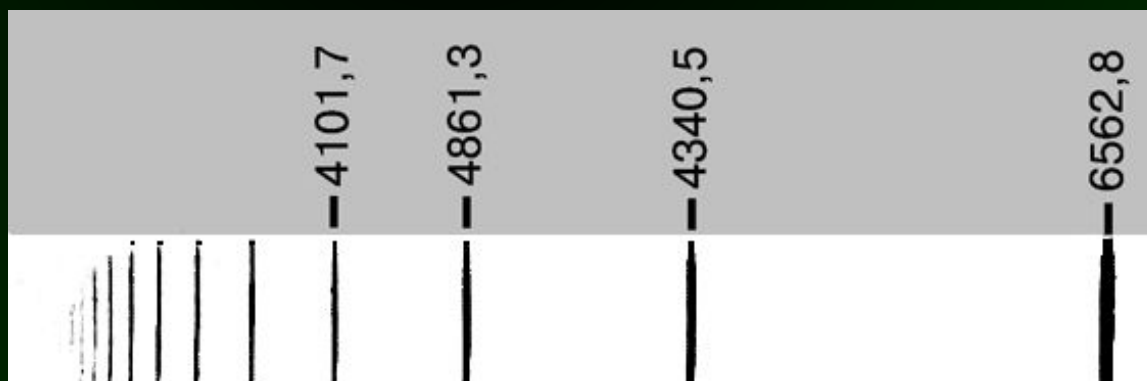
# Спектр атома водорода



1885 г. Формула Бальмера

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = R_H \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right), n = 3, 4, 5 \dots$$

$$\lambda \approx 364,56 \text{ (нм)}$$



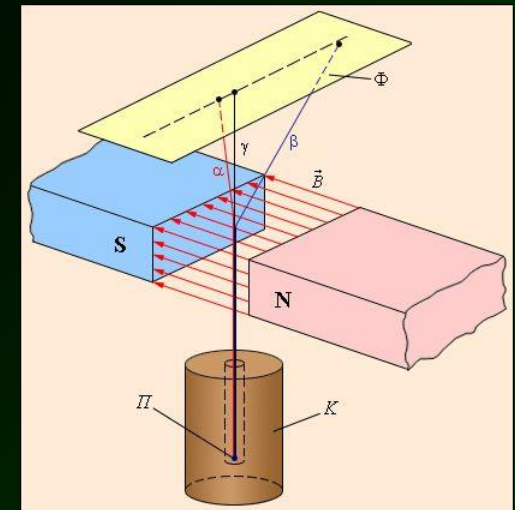
# Радиоактивность

1891 г. **В.Рентген**. Открытие рентгеновских лучей.



1896 г. **А.Беккерель**. Открытие радиоактивности

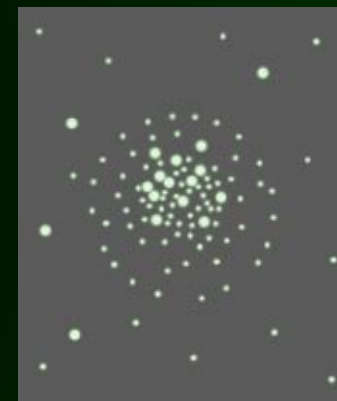
1899 г. **Пьер и Мария Кюри**. Сложный состав радиоактивного излучения.



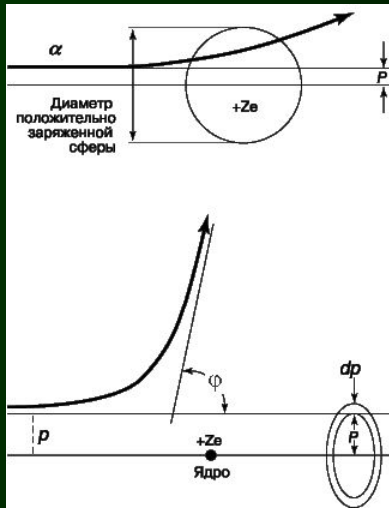
# Опыты Резерфорда

1911 г. Э.Резерфорд, Г.Гейгер, Э.Марсден.

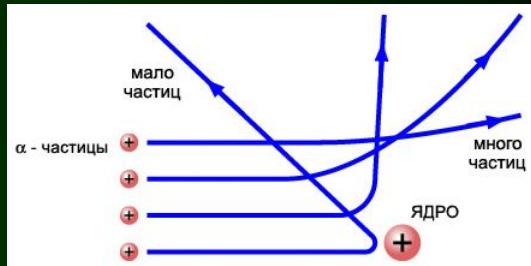
Рассеяние  $\alpha$ -частиц.



# Опыты Резерфорда



$$df = \frac{nd}{4} \left( \frac{2Ze^2}{Mv^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4(\phi/2)} d\Omega$$

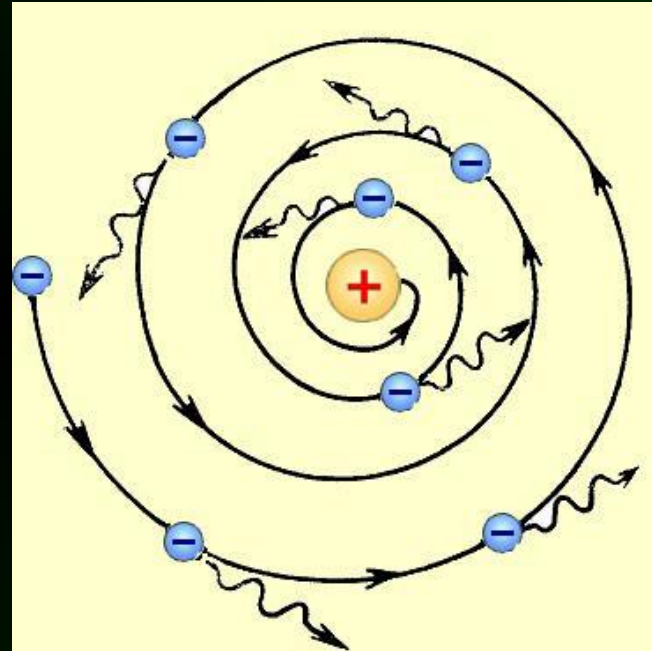
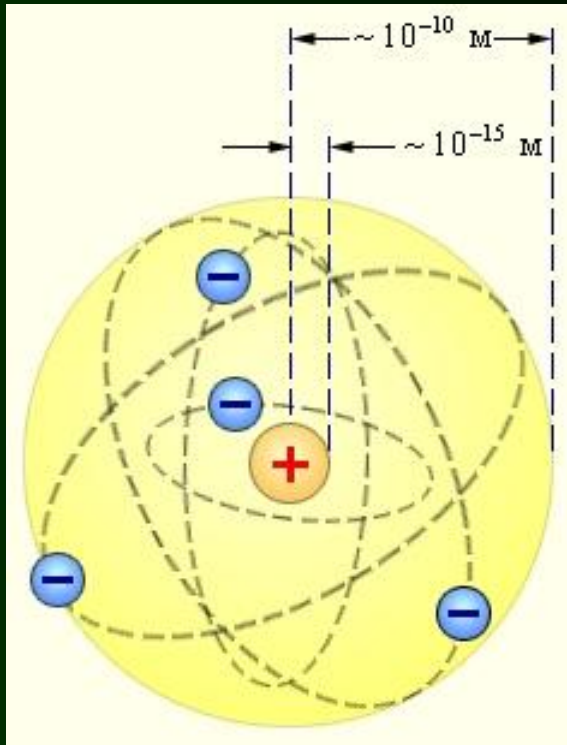


Вероятность рассеяния на углы  
больше  $90^\circ$

Теория:  $10^{-3500}$

Эксперимент:  $1/8000$

# Планетарная модель атома





# Постулаты Бора

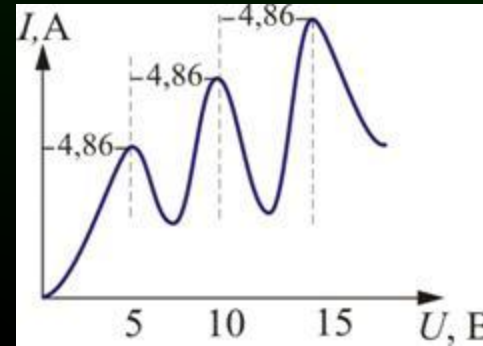
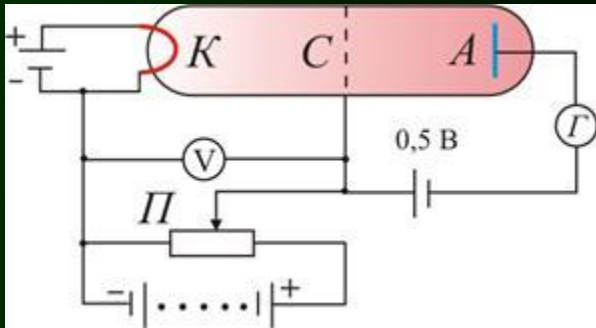
1913 г. Нильс Бор

*1. Разрешены только такие круговые орбиты, для которых момент импульса равен целому числу в единицах постоянной Планка. Двигаясь по таким орбитам электроны не излучают.*

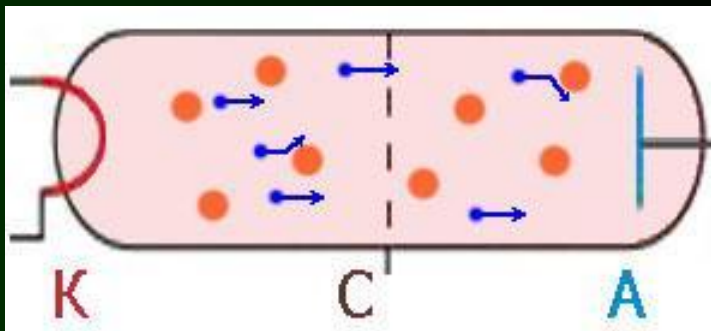
*2. Излучение возникает только при переходе электрона с одной разрешенной орбиты на другую. Частота этого излучения определяется разностью энергий атома в начальном и конечном состояниях.*

# Опыты Франка и Герца

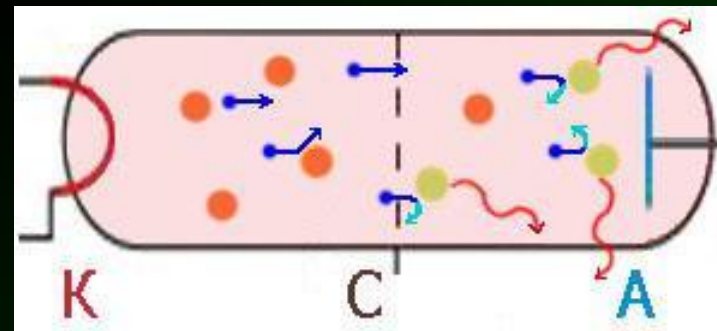
1914 г. Дж. Франк, Г. Герц



$$\lambda = 253,7 \text{ (нм)}$$



$$U < 4,9 \text{ В}$$



$$U > 4,9 \text{ В}$$

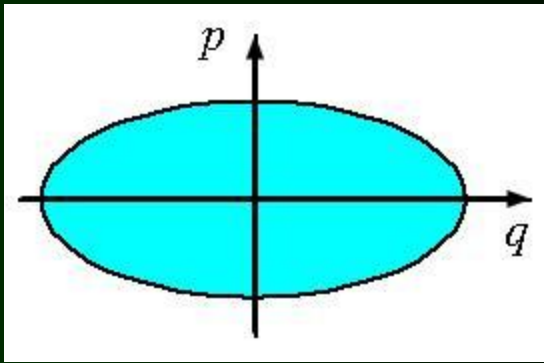
Нобелевская премия 1925 г.

# Теория Бора

## Гармонический осциллятор

$$E_n = \frac{p^2}{2m} + \frac{m\omega^2 q^2}{2} = n\hbar\omega$$

$$\frac{q^2}{2n\hbar/m\omega} + \frac{p^2}{2mn\hbar\omega} = 1$$



Фазовая траектория

$$S = \oint p dq = 2\pi n\hbar = \oint p dq$$

$$\oint L d\varphi = 2\pi n\hbar$$

## Квантование момента импульса

$$L = mvr = n\hbar$$

# Теория Бора

Движение электрона по круговой орбите

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad L = mvr = n\hbar$$

$$r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{mZe^2} n^2$$

Боровский радиус

$$a_0 = 4\pi\epsilon_0 \hbar^2 / me^2 = 0,529 \text{ \AA}$$

$$r_n = \frac{a_0 n^2}{Z}$$

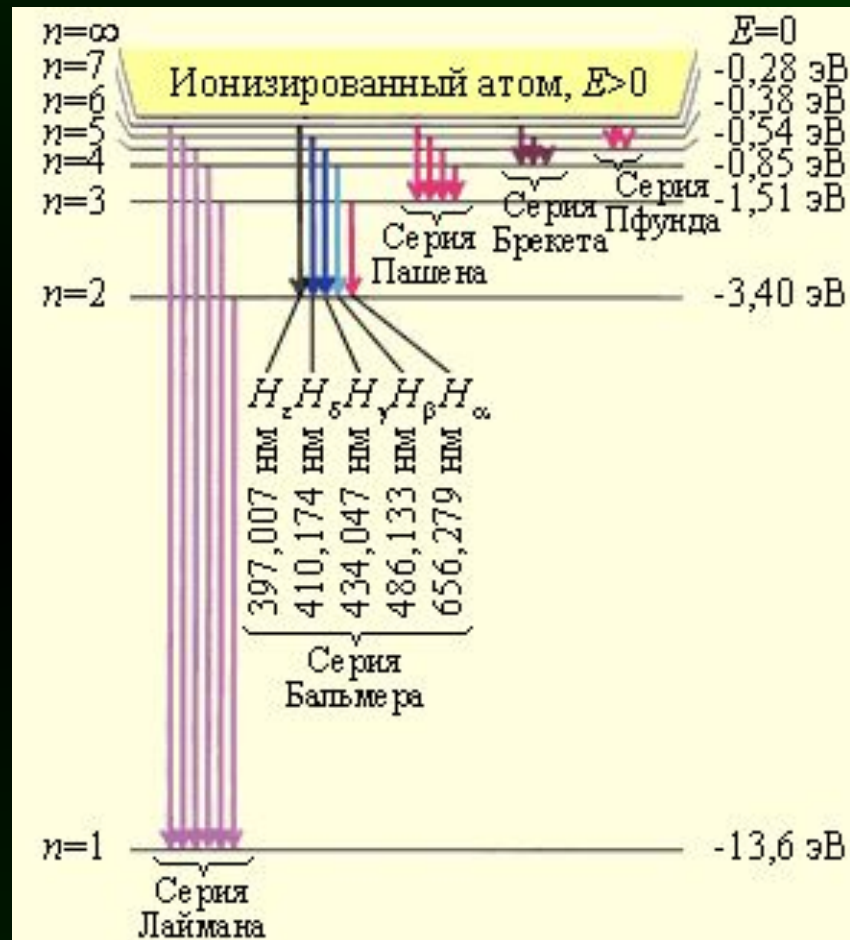
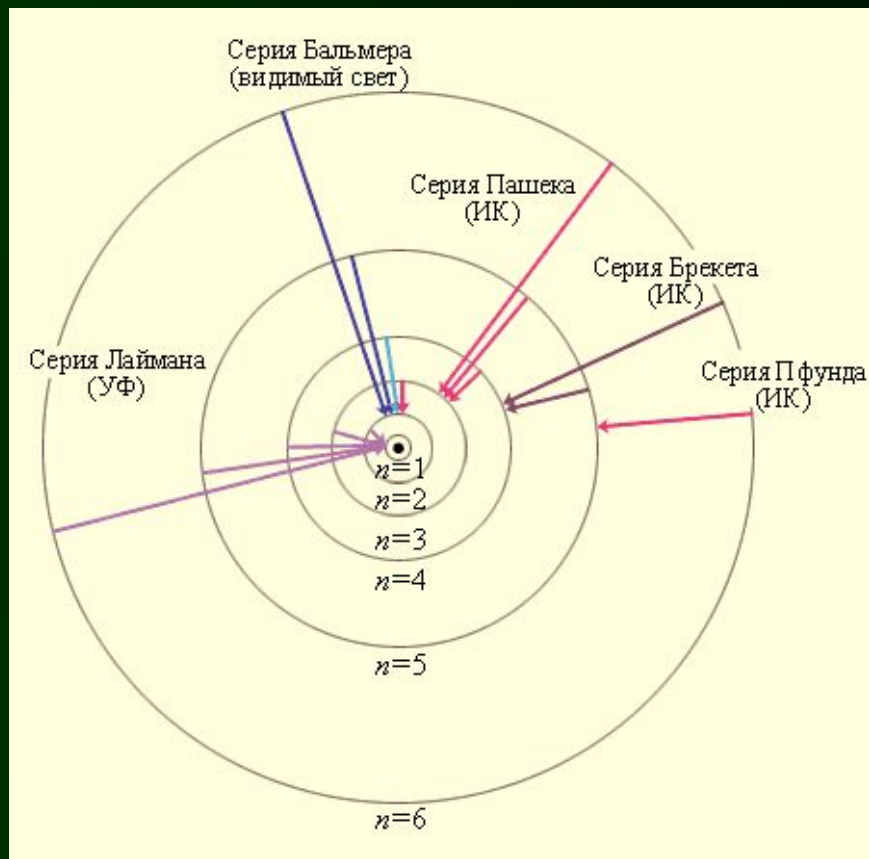
# Энергия атома водорода

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad E = \frac{mv^2}{2} + \left( -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) = -\frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

$$E_n = -\frac{me^4 Z^2}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \frac{1}{n^2}$$

$n = 1, 2, \dots$  – главное квантовое число

# Спектральные серии



# Спектральные серии

Комбинационный  
принцип Ритца

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{\tilde{h}} = T_m - T_n; \quad m < n$$

Термы

$$T_n = \frac{R}{n^2}$$

Постоянная Ридберга

$$R_\infty = \frac{me^4}{(4\pi)^3 \varepsilon_0^2 c \hbar^3} = 109737 \text{ нм}^{-1}; \quad R_\infty c = 3,288 \cdot 10^{15} \text{ нс}^{-1}$$

Для водорода  $R_H = 109678 \text{ см}^{-1}$