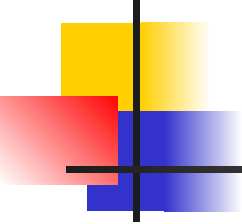




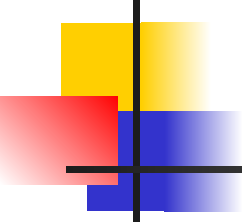
Модели атома

- 
-
- Демокрит (древнегреческий ученый)-
введено понятие атома
 - Душа тоже состоит из атомов



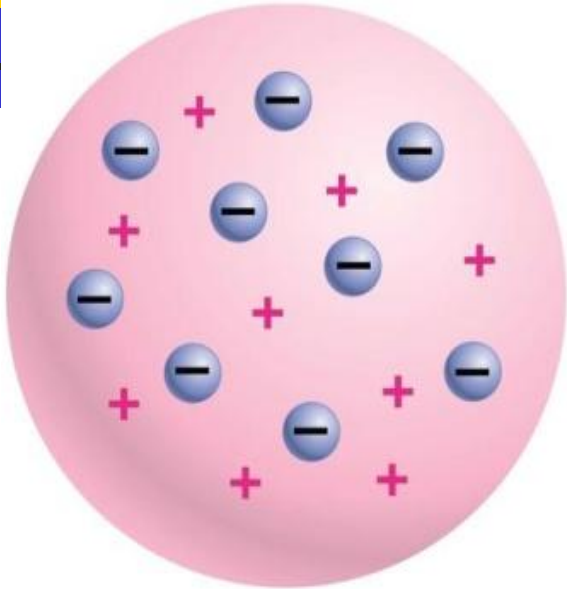
Начало XX века

- 1833 год Фарадеем был определен заряд электрона
- 1869 система элементов Менделеева
- 1885 – спектр излучения атома – линейчатый – формула Бальмера
- 1896- радиоактивность Беккерель
- 1897 – Томсон – удельный заряд электрона

- 
-
- Атомы имеют сложное строение
 - Атомы электрически нейтральны
 - Основная масса атома приходится на его положительный заряд



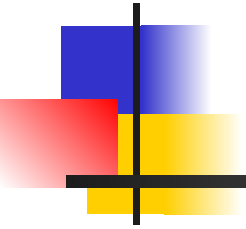
Модель атома Томсона



Положительно
заряженный шар,
внутри отрицательно
заряженные электроны

Атом электрически
нейтрален

Атом Резерфорда - Бора

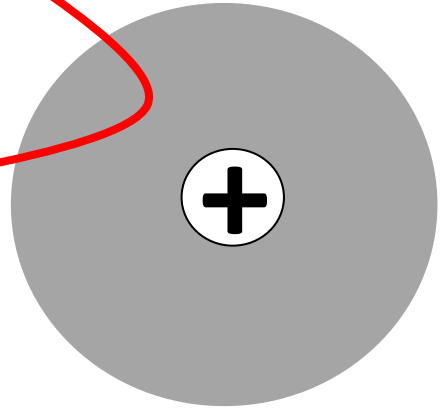
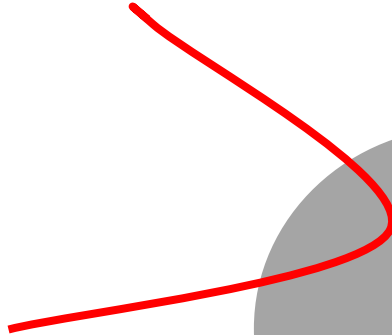
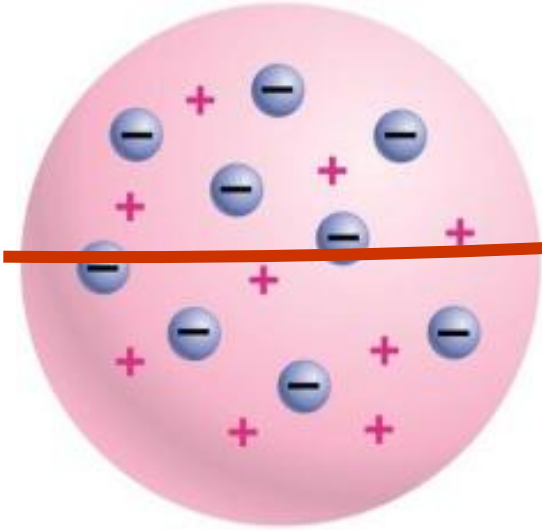
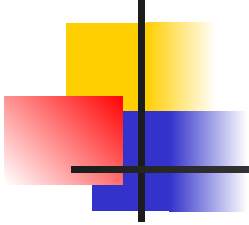


- Опыты по рассеянию α частиц на тонких металлических пластинках

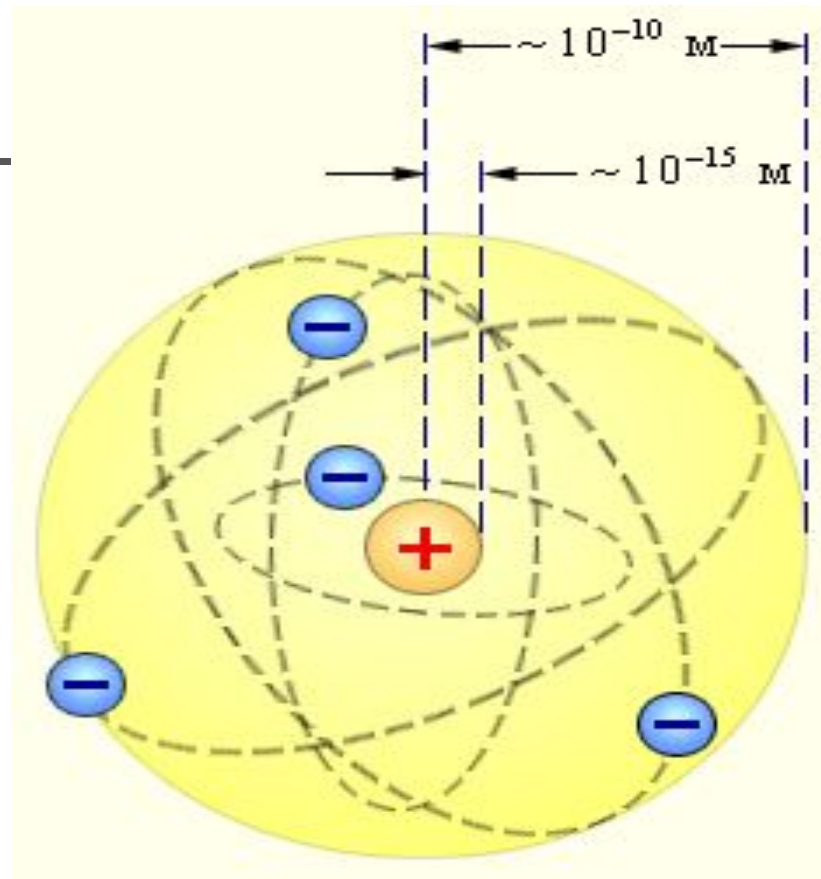


$$m_{\alpha} = 7300m_e \quad q_{\alpha} = +2|e|$$

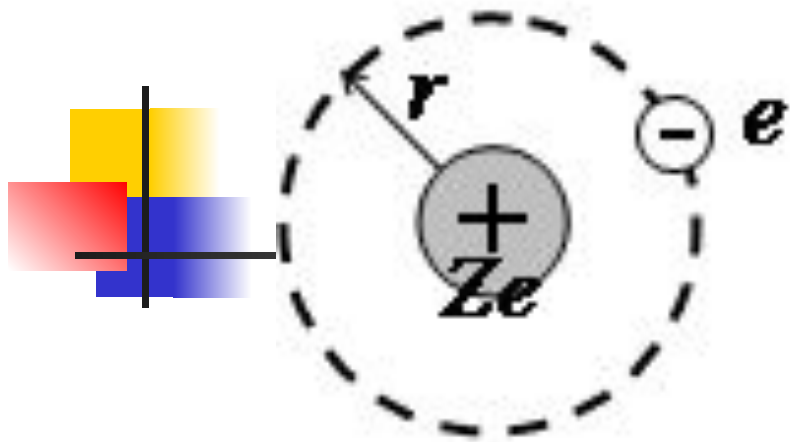
- Рассеянные частицы попадали на экран, покрытый сульфидом цинка
- В месте попадания частицы- свечение
- Обнаружены частицы сильно отклоняющиеся от своего первоначального направления движения



Атом Резерфорда



- Атом состоит из положительного ядра и электронной оболочки



$$F_{\text{К}} = k \frac{Ze \cdot e}{r^2} = k \frac{Ze^2}{r^2}$$

$$F_{\text{Ц}} = \frac{m_e V^2}{r}$$

$$k \frac{Ze^2}{r^2} = \frac{m_e V^2}{r}$$



Противоречие с классической электродинамикой

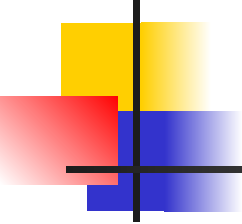
- Электроны двигаются по круговым орбитам
- Радиус орбиты может быть любой – спектр излучения – сплошной (эксперимент линейчатый)
- Должны излучать электромагнитные волны
- Происходит потеря энергии
- Электрон должен упасть на ядро

Спектральные закономерности

- Спектр отдельного атома – линейчатый
- Спектральные линии образуют серии
- Для атомарного водорода

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, \dots$$

Формула Бальмера (видимая часть спектра)

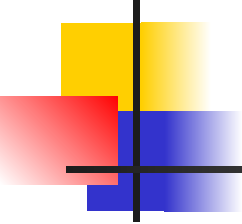


ν —

- частота, соответствующая
- каждой спектральной линии

$$R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$$

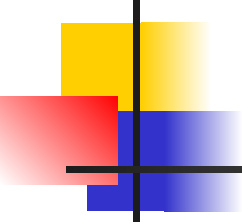
- Постоянная Ридберга


$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 2, 3, \dots$$

Серия Лаймана (ультрафиолетовая часть спектра)

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

Серия Пашена (инфракрасная часть спектра)


$$\nu = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 5, 6, \dots$$

Серия Брекета

$$\nu = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 6, 7, \dots$$

Серия Пфунда



Постулаты Бора

- В атоме существуют стационарные состояния, в которых он не излучает энергии.
- Эти состояния характеризуются дискретными значениями энергии
- При этом электроны двигаются по стационарным орбитам

При переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_2 в состояние с меньшей энергией E_1 излучается фотон с энергией

$$h\nu = E_2 - E_1$$



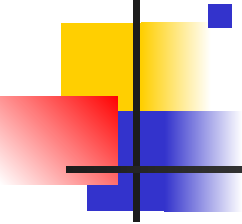
Боровская модель атома водорода

- На длине орбиты должно укладываться целое число длин волн электрона

$$2\pi r_n = n\lambda$$

$$2\pi r_n = n \frac{h}{m_e v}$$

$$m_e v r_n = n \frac{h}{2\pi} = n\hbar$$

- 
- Электрон в атоме движется по орбитам , для которых момент импульса может принимать значения

$$L = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3 \dots)$$

- n - квантовые числа

$$\hbar = 1,054 \times 10^{-34} \text{ Дж } \cdot \text{ с}$$

Рассмотрим водородно

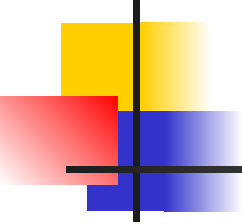
подобные системы (H, ион He,
ион Li)

- Заряд ядра ($Z \cdot e$)
- e – заряд электрона

$$m_e \frac{V^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$L = m_e V r = n \hbar$$

$$V = \frac{n \hbar}{m_e r}$$


$$m_e \left(\frac{n\hbar}{rm_e} \right)^2 = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\frac{(n\hbar)^2}{rm_e} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0} \quad r_n = n^2 \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e Ze^2}$$

$$r_1 = 1^2 \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m_e Ze^2} = 528 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

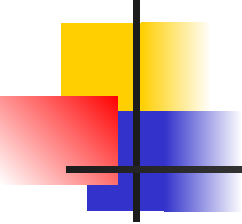
Энергия электрона на стационарной орбите

$$E = T + U$$

$$T = \frac{m_e V^2}{2} = \frac{Ze^2}{2r \cdot 4\pi\epsilon_0}$$

$$U = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$E = -\frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

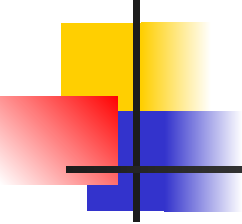

$$E_n = -\frac{Ze^2}{8\pi\epsilon_0 r_n}$$

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}$$

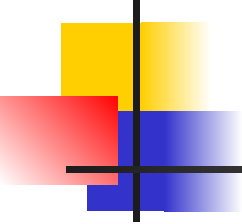
- 
-
- $n = 1$ – основное состояние

$$E_1 = -13,53 \quad \text{эВ}$$

-энергия связи электрона –
необходимо сообщить электрону,
чтобы удалить его из атома

- 
- При переходе атома из одного состояния в другое излучается энергия
-

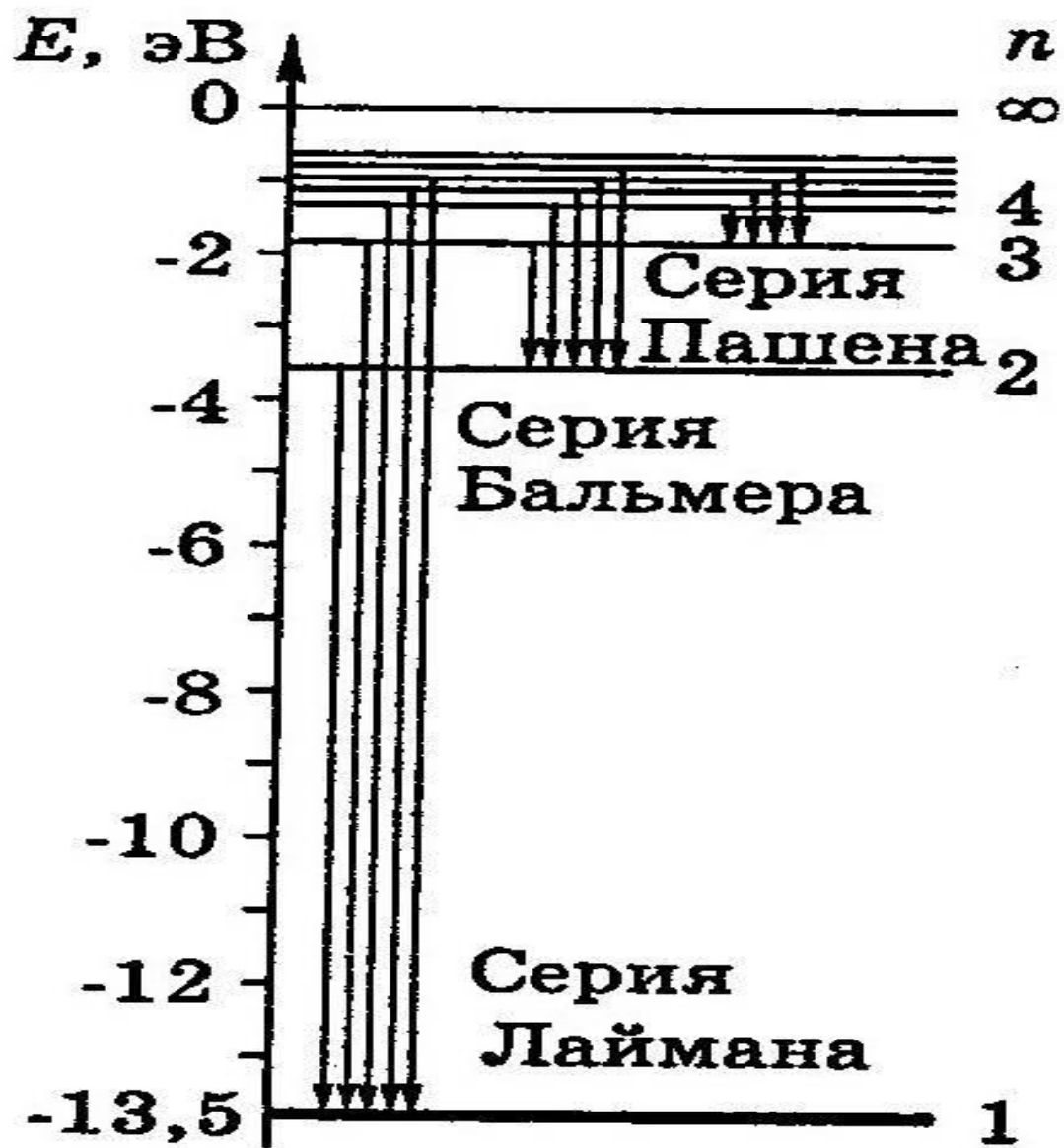
$$\begin{aligned} E_n - E_m &= h\nu = \\ &= -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} - \left(-\frac{1}{m^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} \right) \\ &= -\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2} = -Rh \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \end{aligned}$$


$$\nu = R \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

- - частота излучения при переходе с орбиты с номером n на орбиту с номером m

$$R = \frac{m_e e^4}{8h^3 \varepsilon_0} = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ c}^{-1}$$

- - постоянная Ридберга





ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Корпускулярно-волновой дуализм

- С каждым объектом связаны корпускулярные характеристики (E, P) и волновые (λ, ω)

$$E = h\nu = \hbar\omega$$

$$P = \frac{h}{\lambda} = \hbar k$$

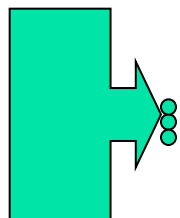


Опыт Фабриканта

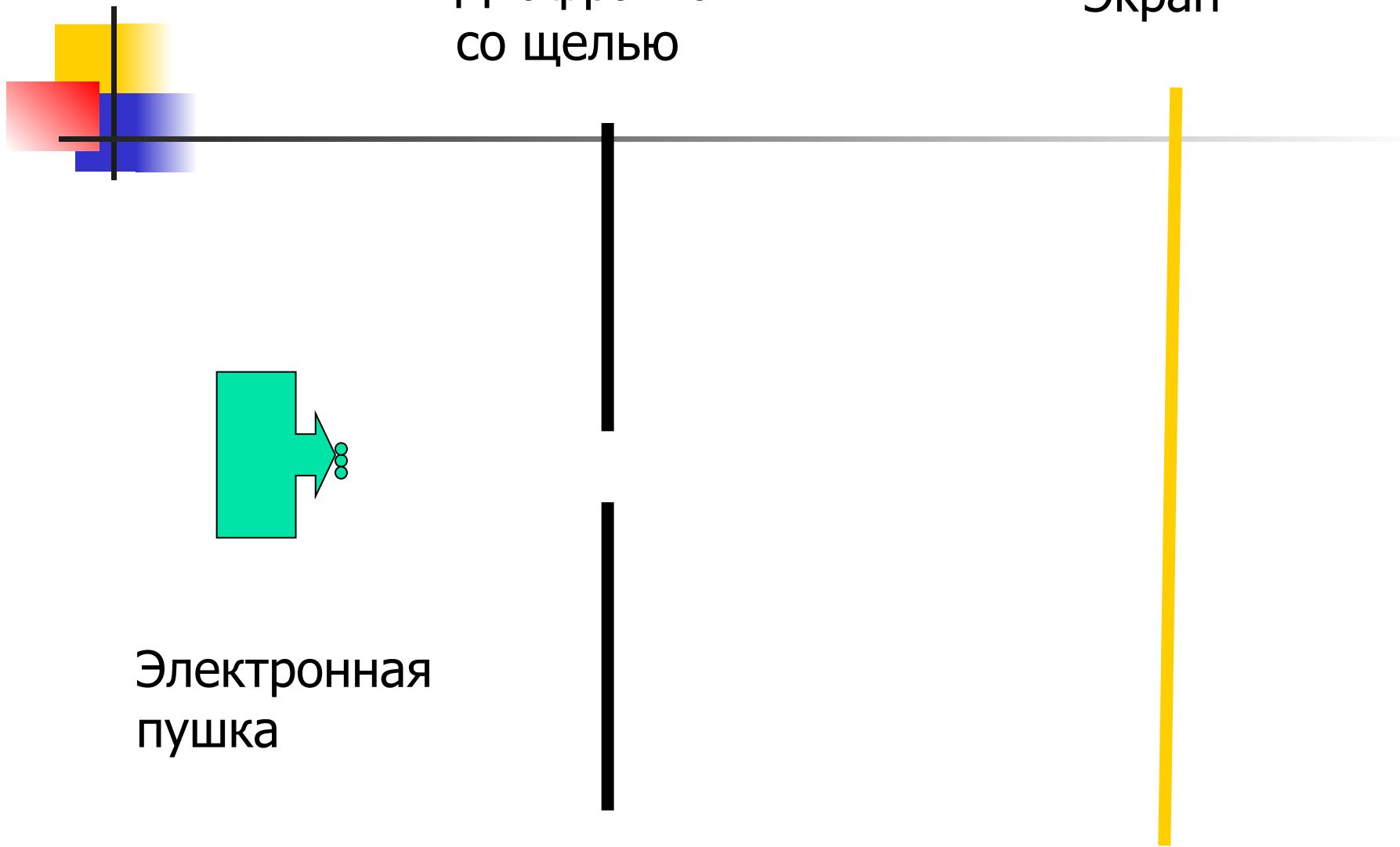
- Электронная пушка стреляет по одному электрону, а на экране наблюдается дифракционная картина

Диафрагма
со щелью

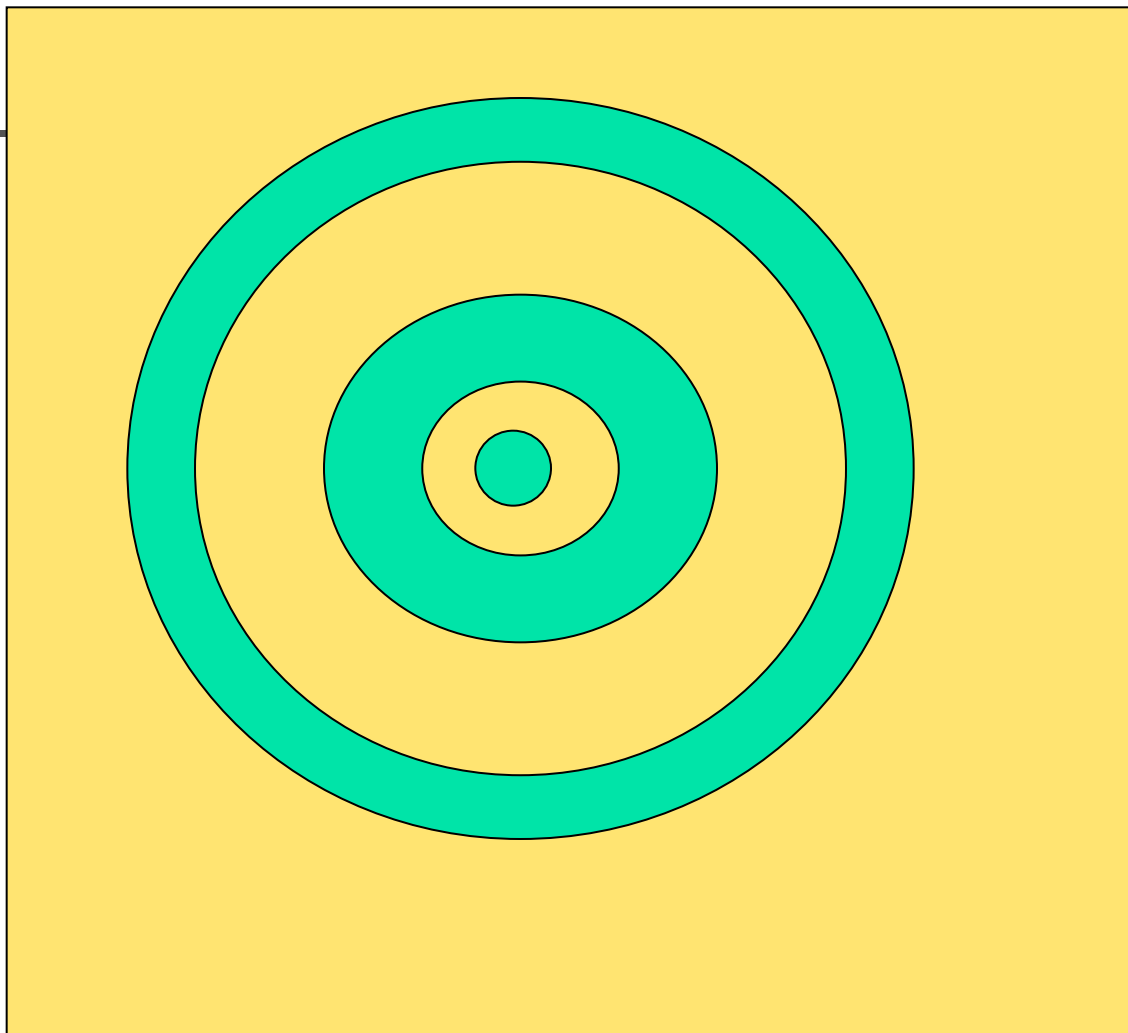
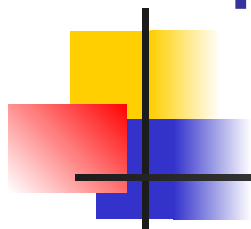
Экран



Электронная
пушка



Дифракционная картина





Пример

- Длина волны человека

$$m = 60 \text{ кг} \quad V = 1 \text{ м/с}$$

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{60 \cdot 1} = 1,1 \cdot 10^{-33} \text{ м}$$