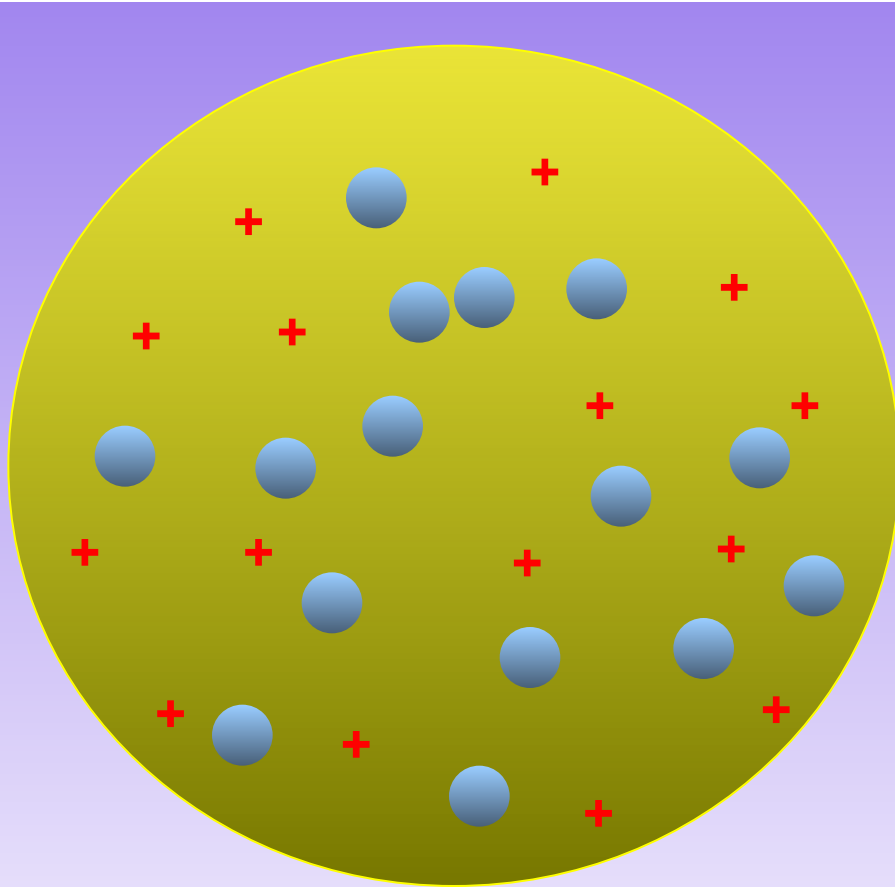


Ядерная модель атома. Квантовые постулаты Бора



Модель Томсона



Дж. Томсон в 1898 году предложил модель атома: положительно заряженный шар радиусом 10^{-10}м , в котором плавают электроны, нейтрализующие положительный заряд.

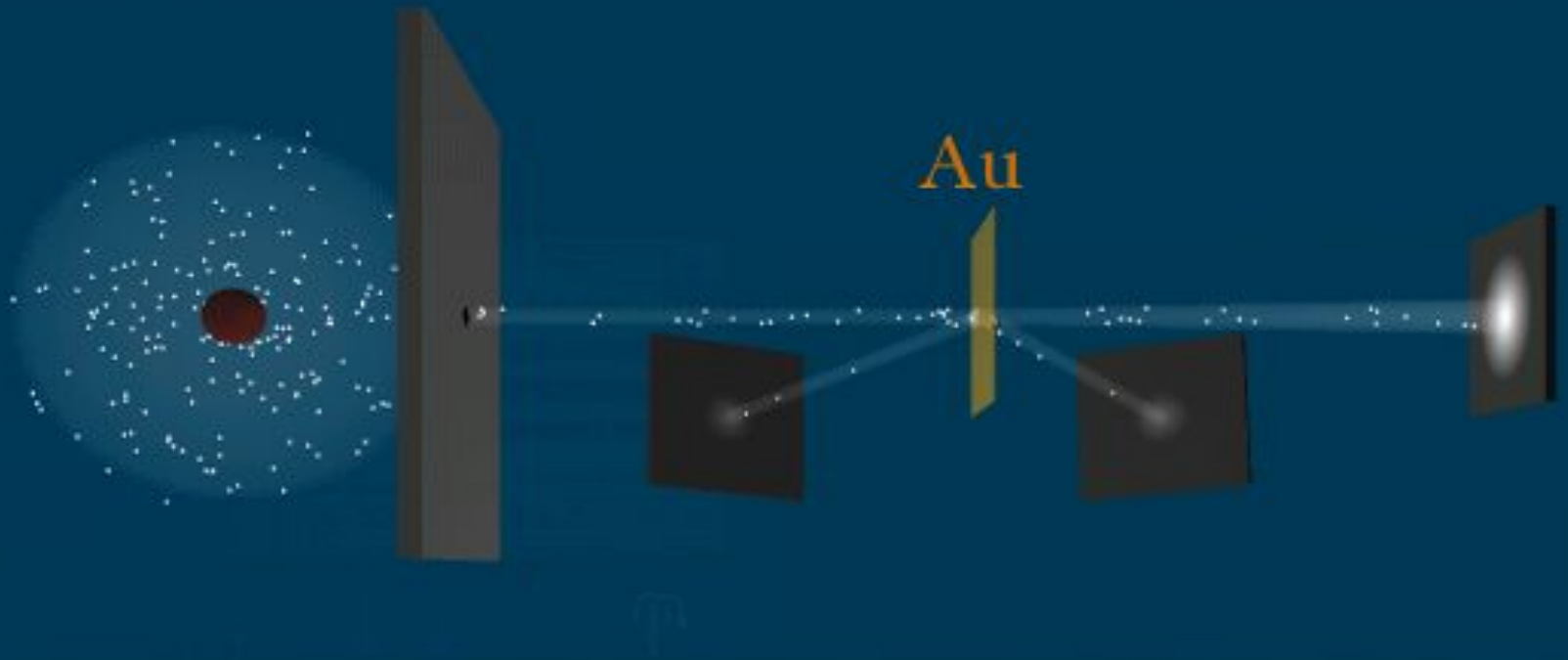
● - электрон

Опыт Резерфорда



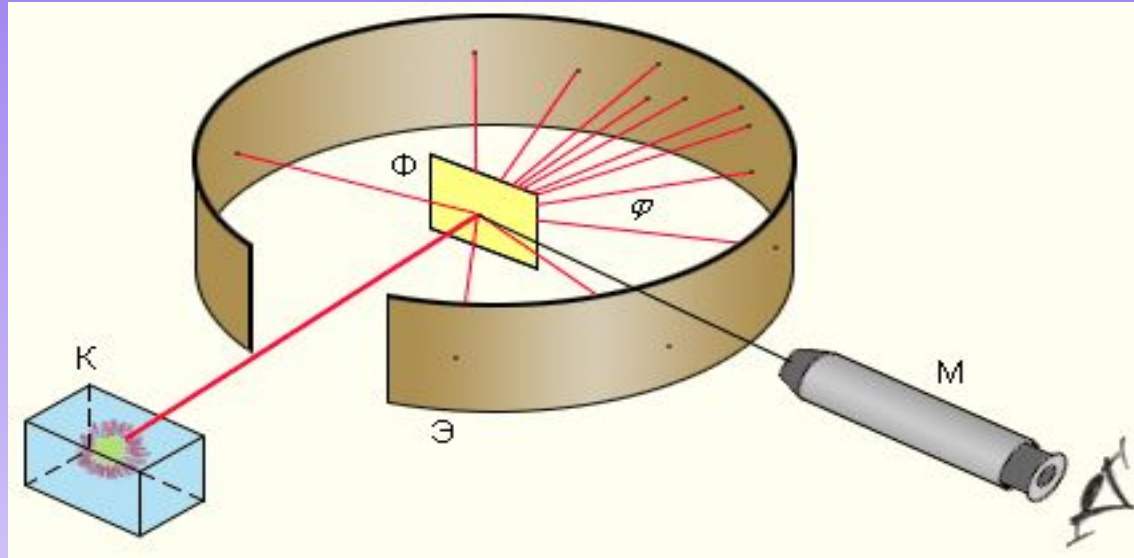
Первой экспериментально обоснованной моделью строения атома была планетарная модель Эрнеста Резерфорда, создать которую ему помог специально проведенный опыт. Поток α -частиц, излучаемых радиоактивным источником через узкую щель направлялся на тонкую золотую фольгу. Регистрация α -частиц проводилась при помощи флюоресцирующего экрана. В отсутствии фольги α -частицы двигались узким пучком, вызывая на экране яркую вспышку.

Рассеивание α - частиц



Когда на их пути помещали фольгу, то происходило в основном их слабое рассеивание. Однако, было обнаружено, что отдельные α -частицы могут отскакивать от фольги, вызывая свечение дополнительных экранов, помещенных в различных участках пространства до основного экрана.

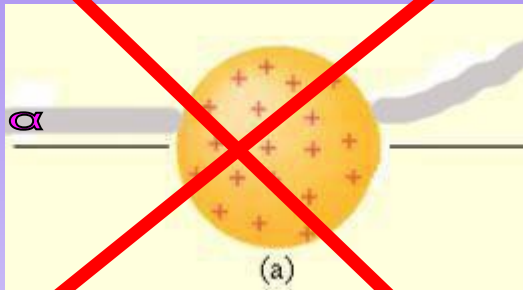
Схема опыта Резерфорда



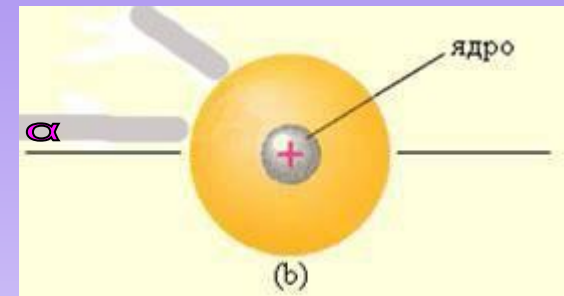
К – свинцовый контейнер с радиоактивным веществом
Ф – золотая фольга
Э – экран, покрытый сернистым цинком
М – микроскоп

Рассеяние α -частицы в атоме Томсона и в атоме Резерфорда

Атом Томсона



Атом Резерфорда



1. Большинство альфа - частиц отклоняются от прямолинейного пути на углы не более $1-2^\circ$
2. Небольшая часть альфа – частиц испытывала отклонение на значительно большие углы
3. В среднем одна из 8000 альфа- частиц рассеивается в направлении, обратном направлению первоначального движения

Планетарная модель атома Резерфорда.



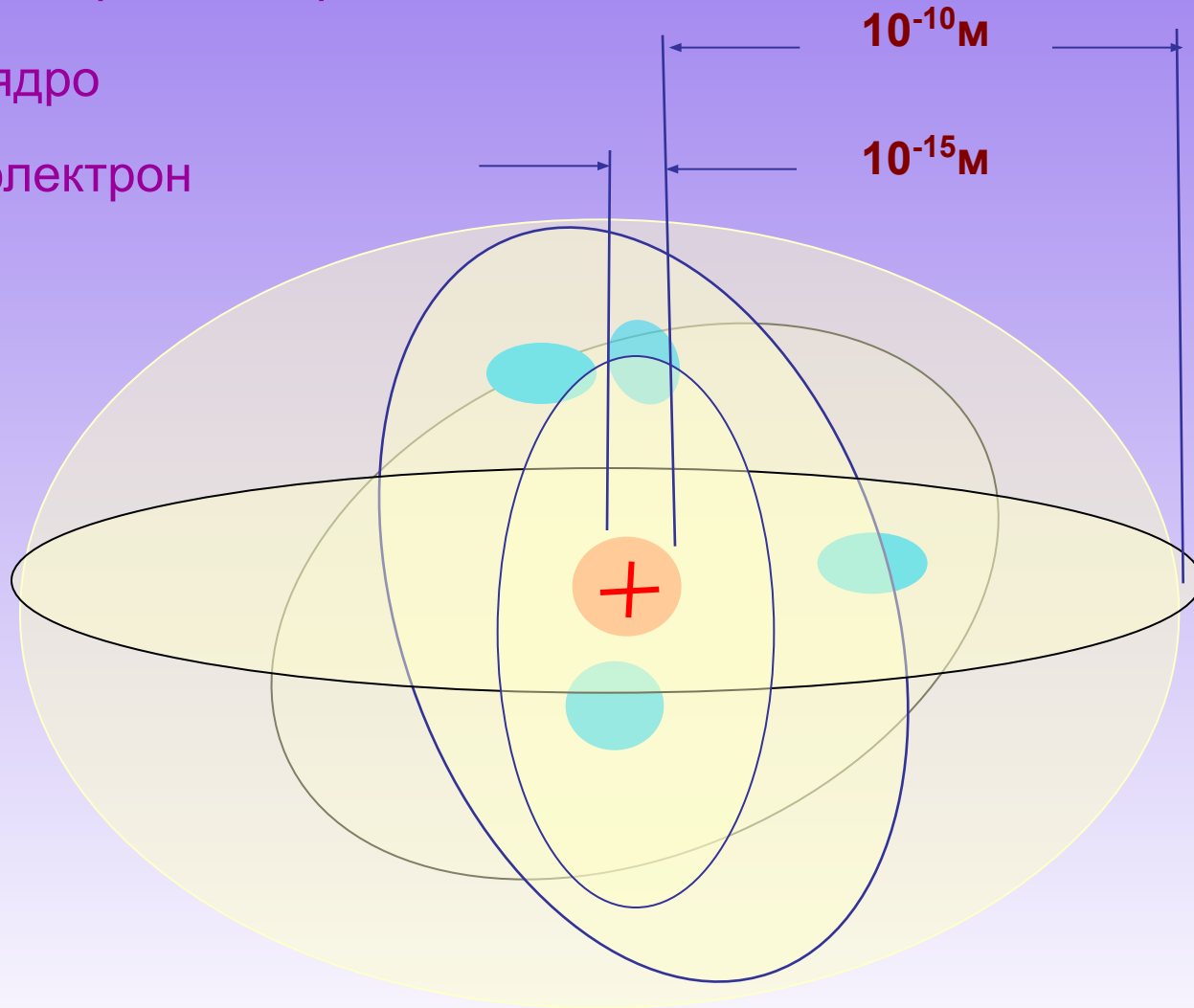
электронные орбиты



ядро

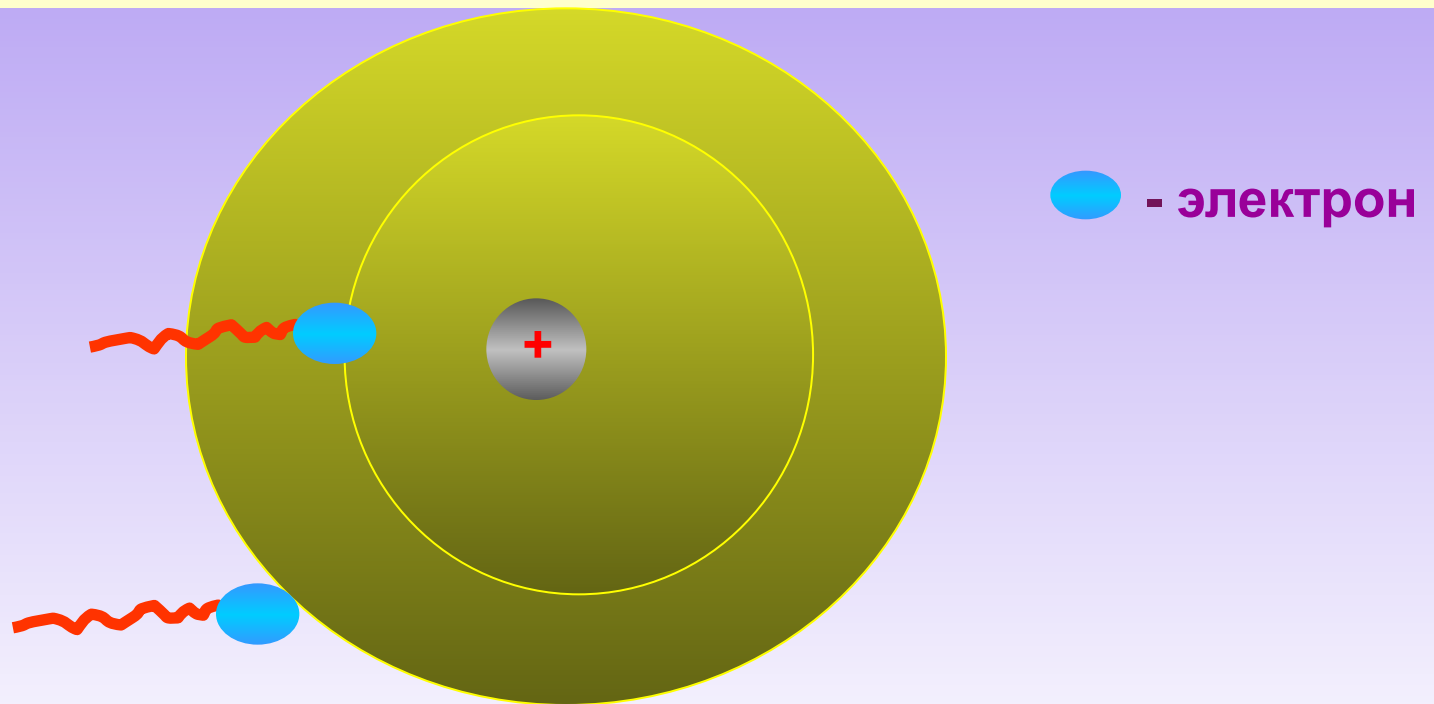


электрон



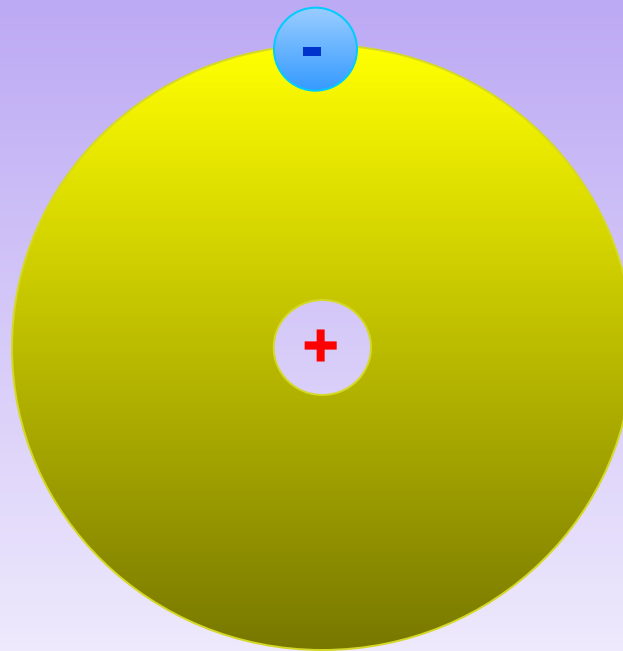
По законам классической электродинамики движущийся с ускорением заряд должен излучать электромагнитные волны, уносящие энергию. За время 10^{-8} с все электроны в атоме Резерфорда должны растратить свою энергию и упасть на ядро.

То, что этого не происходит в устойчивых состояниях атома, показывает, что внутренние процессы в атоме не подчиняются классическим законам.



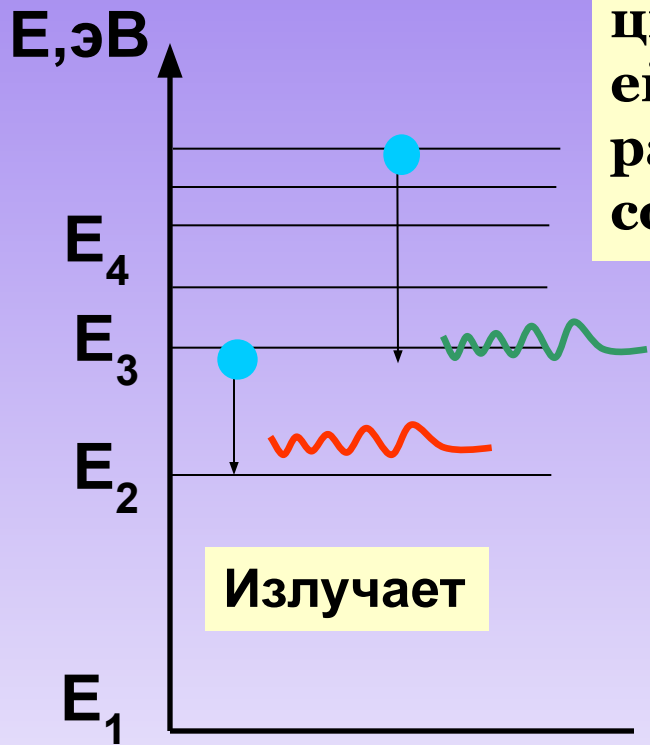
I ПОСТУЛАТ БОРА

Атомная система может находиться только в особых стационарных квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n . В стационарных состояниях атом не излучает.



II ПОСТУЛАТ БОРА

При переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_n в стационарное состояние с меньшей энергией E_m излучается квант, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний:



Излучает

$$h\nu_{nm} = E_n - E_m$$

h – постоянная Планка

Частота излучения

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}$$



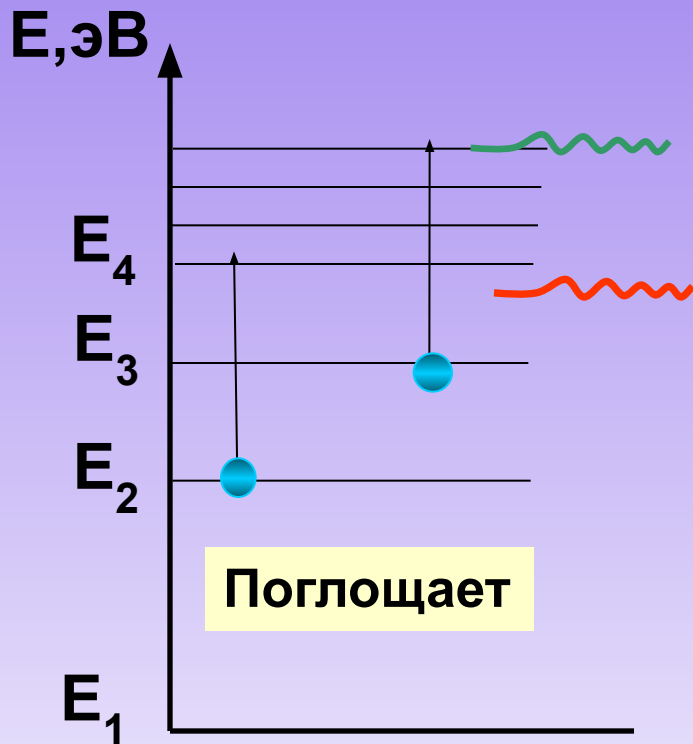
электрон



квант

II ПОСТУЛАТ БОРА

При переходе атома из стационарного состояния с меньшей энергией E_n в стационарное состояние с большей энергией E_m поглощается квант, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний:



$$h\nu_{nm} = E_n - E_m$$

h – постоянная Планка

Частота излучения

$$\nu_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h}$$



электрон



квант

Правило квантования Бора

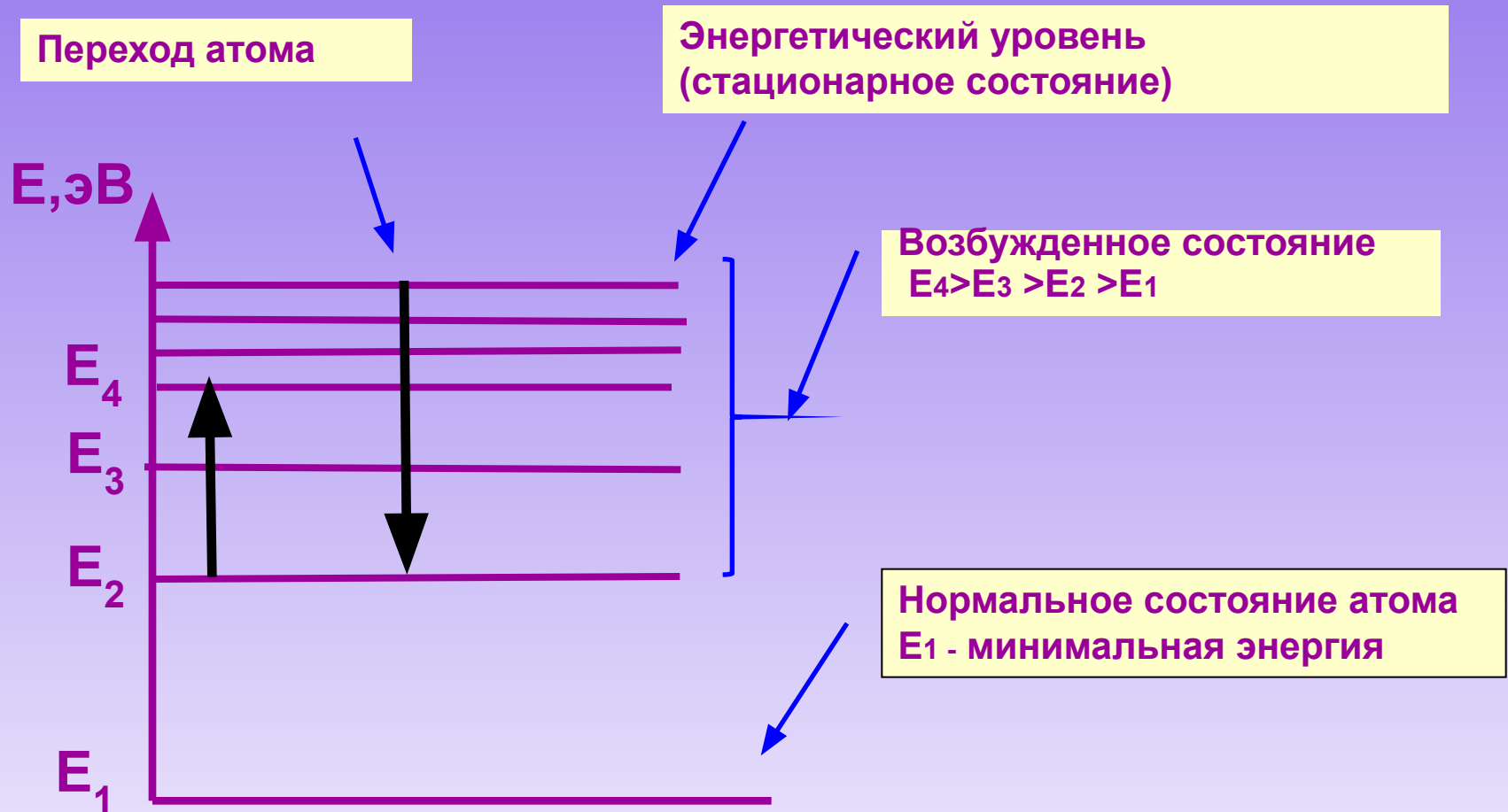
В стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь дискретные, квантованные значения момента импульса

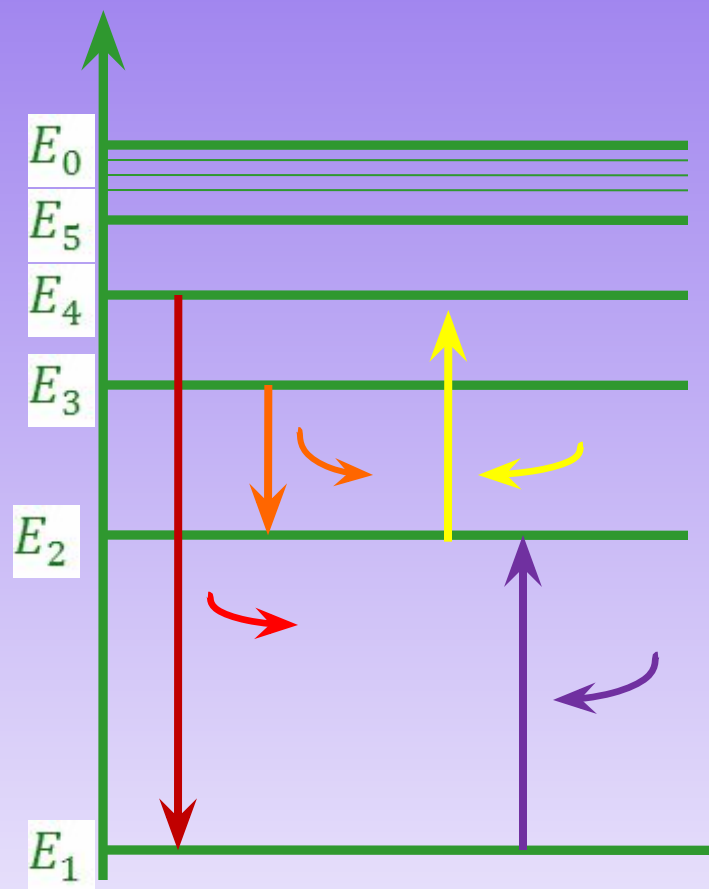
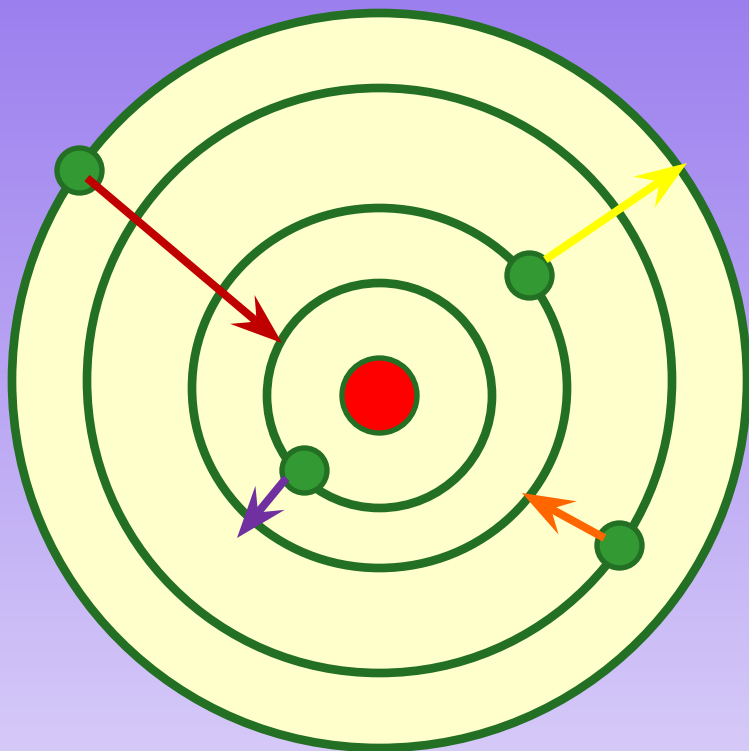
$$m_e v r_n = n \frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

m_e - масса электрона,
 v - скорость электрона
 r_n - радиус стационарной круговой орбиты

Правило квантования Бора позволяет вычислить радиусы стационарных орбит электрона в атоме водорода и определить значения энергий

Энергетические диаграммы





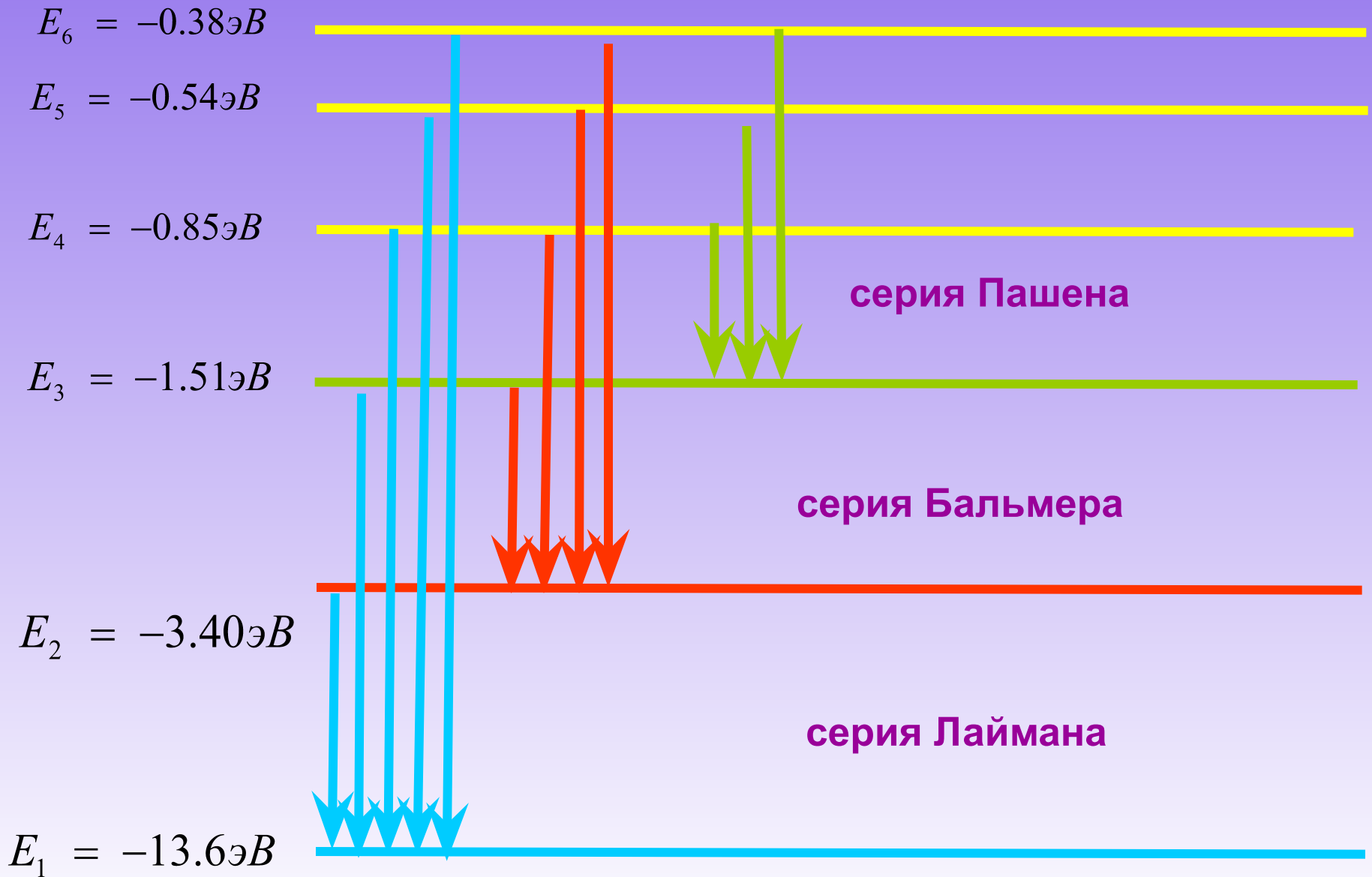
$$E_{41} = E_4 - E_1$$

$$E_{12} = E_1 - E_2$$

$$E_{32} = E_3 - E_2$$

$$E_{24} = E_2 - E_4$$

Серии излучения атома водорода



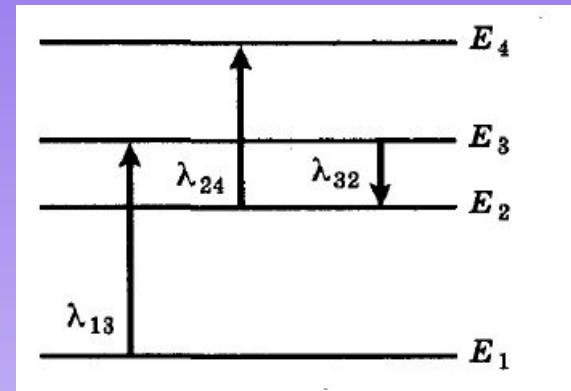
4. Уровни энергии электрона в атоме задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6\text{эВ}}{n^2}.$$

При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попадая на поверхность фотокатода фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода $\lambda = 300\text{нм}$. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектронов ?

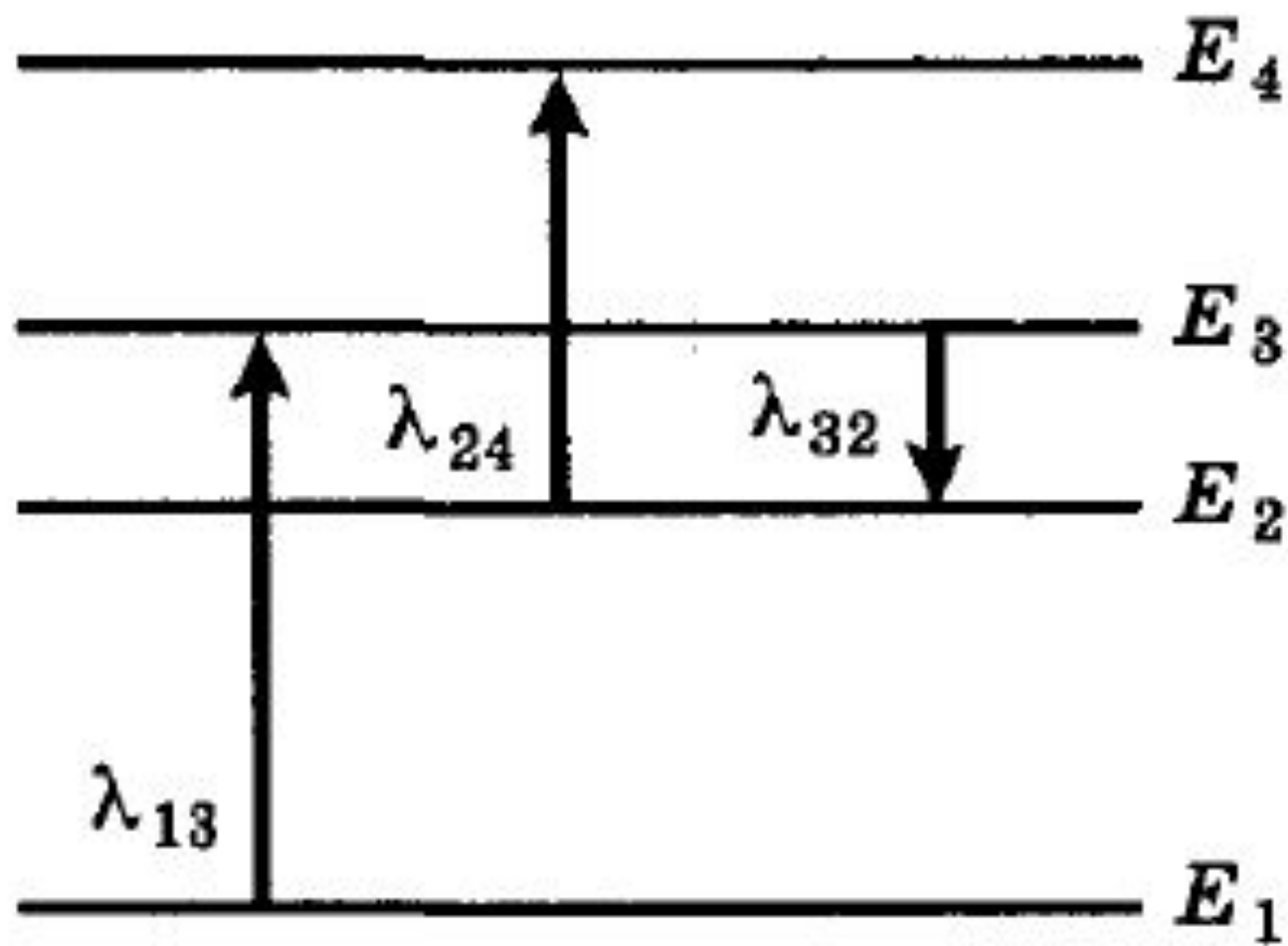
Излучение атомов

1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой.
 $\lambda_{13} = 400 \text{ нм}$, $\lambda_{24} = 500 \text{ нм}$, $\lambda_{32} = 600 \text{ нм}$.

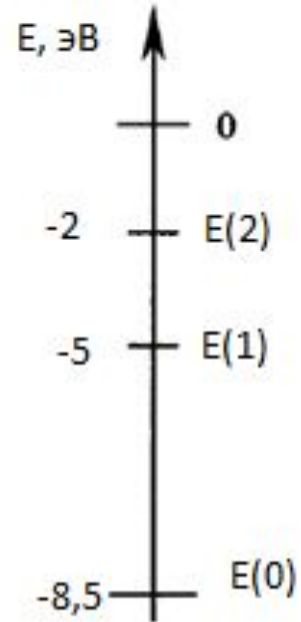


Чему равна:

1. длина волны для фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 ?
2. Максимальную (минимальную) длину волны фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями?
3. Максимальную (минимальную) частоту волны фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями?



Излучение атомов



Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке. И атомы находятся в состоянии с энергией E_1 . Электрон, движущийся с кинетической энергией 1,5 эВ, столкнулся с одним из таких атомов и отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Определите импульс электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном

Решение:

При столкновении атом перешел в состояние E_0 , передав электрону энергию $\Delta E = E_1 - E_0 = 3,5$ эВ

1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой.
 $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм.
1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой.
1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при

Ответ: $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с