

Телепроект «МОЯ ШКОЛА в online»

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

ФИЗИКА

11 класс

Урок № 16

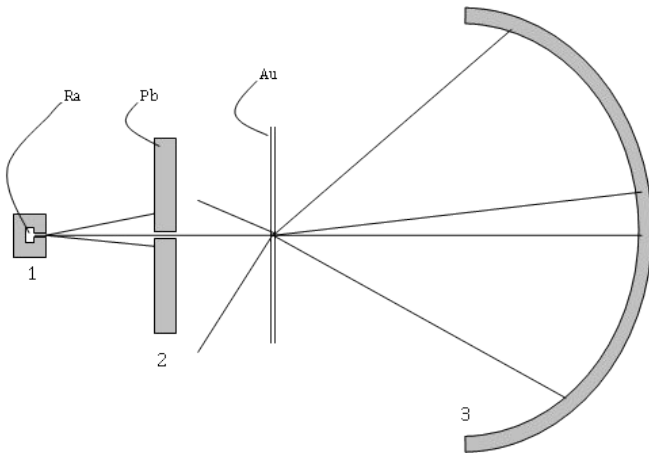
Квантовая физика

Курносков Валерий Михайлович,
учитель физики и астрономии
Физтех-лицея им. П. Л. Капицы

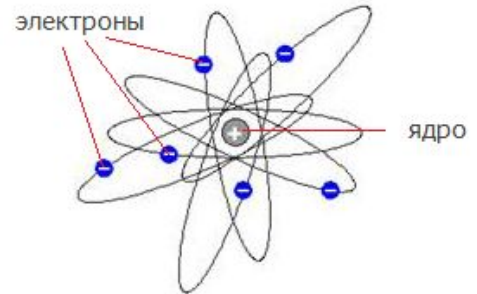
Зарождение квантовой физики

1900 г. Гипотеза М. Планка $E = h\nu$ - энергия излучается порциями.
Частота излучения пропорциональна энергии.

Опыт Резерфорда 1908 г.



Планетарная модель строения атома



Модель Резерфорда- Бора

ПЕРВЫЙ ПОСТУЛАТ БОРА:

Атомная система может находиться только в особых, стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n . В стационарном состоянии атом не излучает. (Заслуга Бора здесь в том, что он "узаконил" то, что увидел в природе, констатировал факт)

ВТОРОЙ ПОСТУЛАТ БОРА:

При переходе атомной системы из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается квант электромагнитной энергии

$$E = E_k - E_n$$

где k и n — номера стационарных состояний

Итак: излучение происходит порциями; частота излучения зависит только от разности энергий атома до и после излучения

(Об этом указывалось М.Планком в 1900 г. и А.Эйнштейном в 1905 году).

$$h\nu = E_k - E_n$$

Модель Резерфорда- Бора

ТРЕТИЙ ПОСТУЛАТ БОРА или правило квантования момента импульса:

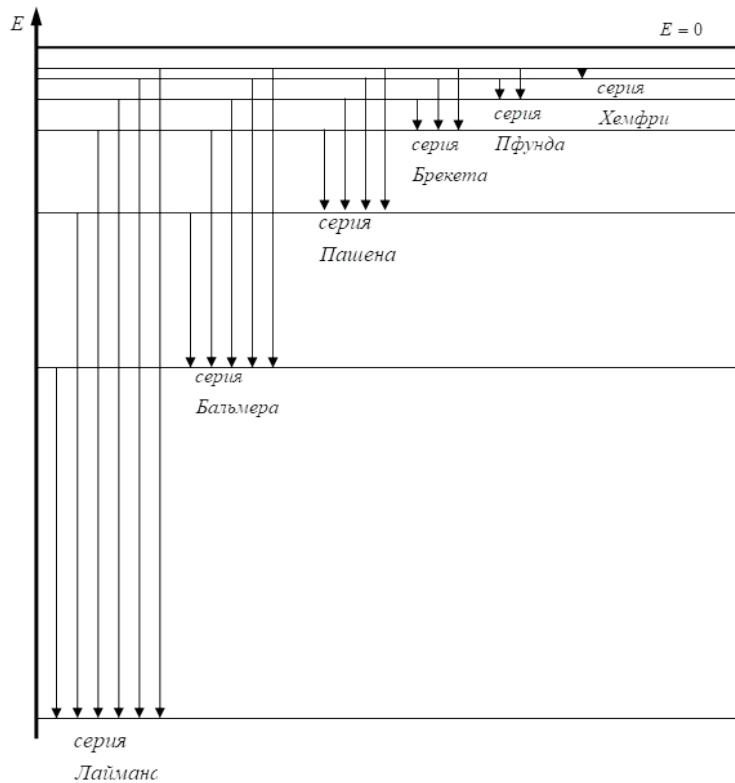
$$m_e V r_n = \frac{h}{2\pi} \cdot n$$

Квантование радиусов орбит и энергий атома водорода:

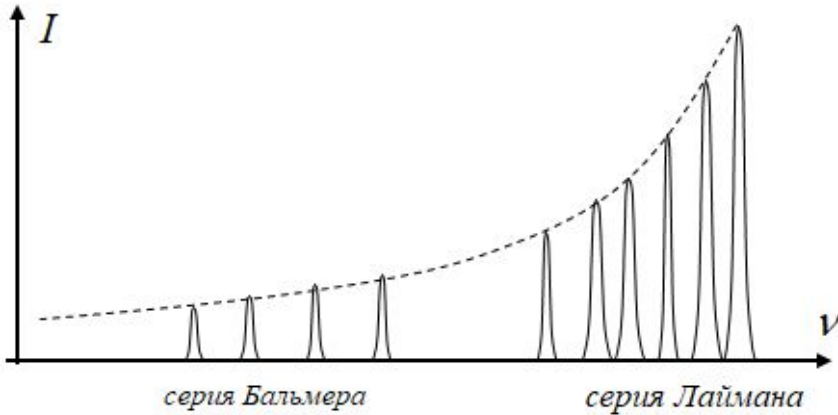
$$r_n = \frac{\varepsilon_0 \hbar^2 n^2 4\pi}{m_e e^2} = (0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}) \cdot n^2$$

$$E_n = - \frac{m_e \cdot e^4}{32\pi^2 \cdot \varepsilon_0^2 \hbar^2 \cdot n^2} = - \frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$$

Спектр водорода



Спектр водорода

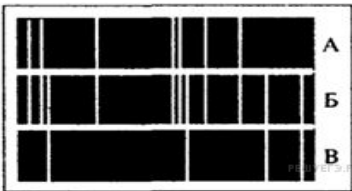


Фотон - частица (локализованная в пространстве электромагнитная волна), обладающая энергией и импульсом:

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c} \quad - \text{импульс фотона}$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad - \text{энергия фотона}$$

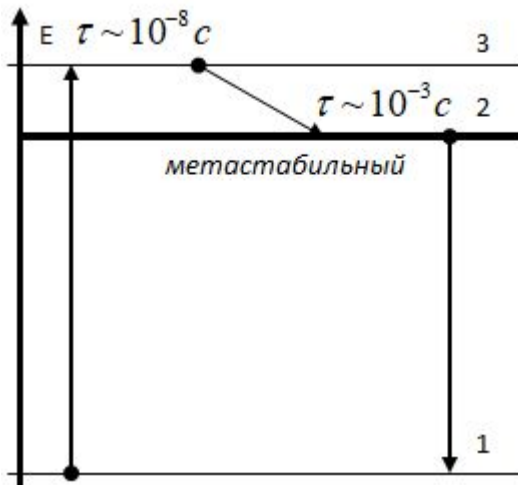
Совпадение линий в двух спектрах говорит о наличии этого вещества в смеси. В смеси Б есть только вещества А и В. Других веществ нет.



Лазеры

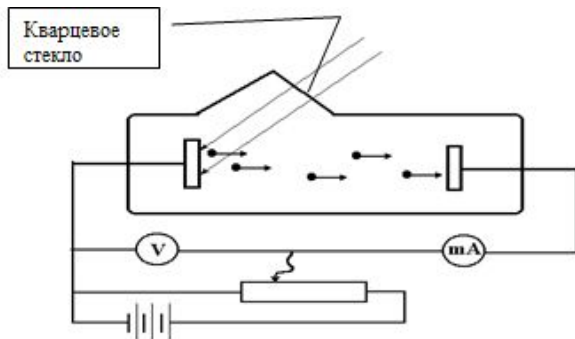
А. Эйнштейн 1916 г. предсказал возможность осуществить вынужденное излучение. Уникальность свойств лазерного излучения: монохроматическое, плоско поляризованное, однонаправленное.

Сферы применения излучения: медицина, промышленность, военная техника, передача и хранение информации, бытовая техника и др.



Фотоэффект. А.Г. Столетов. А. Эйнштейн

1. Сила тока насыщения прямо пропорциональна интенсивности падающего излучения.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов прямо пропорциональна частоте падающего излучения.
3. Фотоэффект начинается при некоторой минимальной частоте (максимальной длине волны), называемой красной границей фотоэффекта. Величина этой частоты зависит только от свойств самого вещества и состояния его поверхности.
4. Иногда выделяют в виде четвертого закона фотоэффекта тот факт, что процесс идет практически безынерционно.
(Этот факт противоречит классической физике. По классическим законам этот процесс требовал некоторого времени на раскачивание электрона)

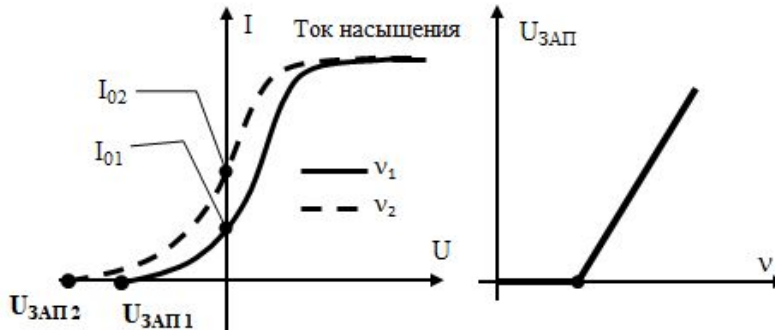


Теория фотоэффекта

А. Эйнштейн 1905 г.

$$h\nu = A + \frac{mV^2}{2} \quad - \quad \text{формула Эйнштейна для фотоэффекта}$$

Энергия фотона расходуется на работу выхода и на сообщение кинетической энергии вырванному электрону.



Фотоэффект бывает внешний и внутренний.
Применяется в современных технологиях.

Световое давление

П.Н. Лебедев 1900 г.

$$P = \omega(1 + R) \text{ — световое давление}$$

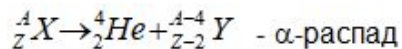
$$P = \frac{n \cdot h \cdot \nu (1 + R)}{c \cdot S \cdot \Delta t} \text{ — световое давление}$$

Эволюция и экология Солнечной системы, строение звезд, динамика космических облаков газа, солнечный парус, УТС.

8. Открытие радиоактивности А. Беккерелем 1897 год.
Опыт Вилларда 1900 г. Неоднородность радиоактивного излучения.

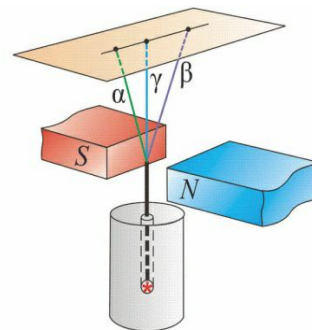
9. Свойства α -частиц. Опыт Резерфорда 1903 г.
Опыт Резерфорда и Ройдса 1909 г.

Правила смещения.



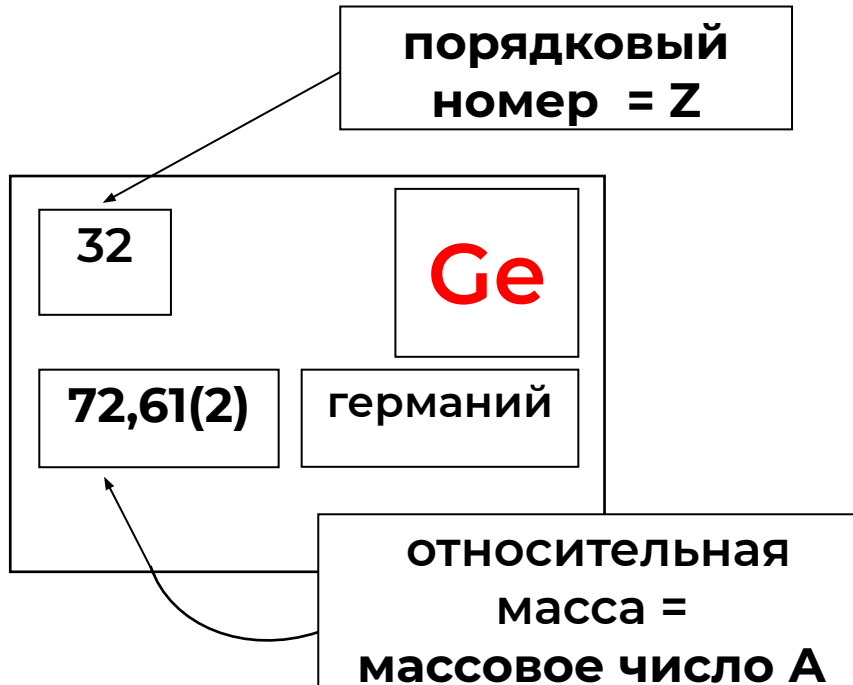
10. Опыт Резерфорда 1919 г. Ядерная реакция. Открытие протона.

11. Открытие нейтрона 1932 г. Д. Чедвик.



Состав атомного ядра. Иваненко Д.Д. и Гейзенберг В. 1932 г.

$A = Z + N$ - массовое число складывается из числа протонов и числа нейтронов.



Энергия связи. Дефект масс.

Масса покоя ядра $M_{\text{Я}}$ всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов

$$M_{\text{Я}} < Zm_p + Nm_n$$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{Я}} - \text{дефект массы}$$

$$\Delta M > 0$$

$M_{\text{Я}}$ = масса ядра

m_p = масса свободного протона

m_n = масса свободного нейтрона

Z = число протонов в ядре

N = число нейтронов в ядре

$$\Delta E_0 = \Delta mc^2$$

$$\Delta E_0 = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{Я}})c^2 - \text{энергия связи}$$

Закон радиоактивного распада

Период полураспада – это промежуток времени, в течении которого распадается половина первоначального количества ядер

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

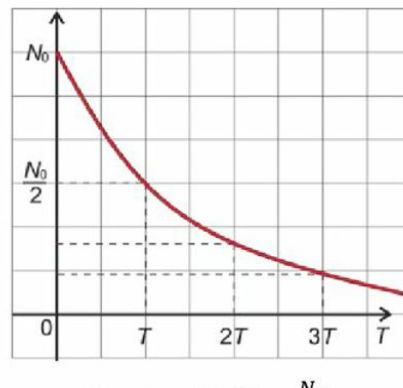
N – количество не распавшихся ядер

N_0 – первоначальное количество ядер

t – промежуток времени

T – период полураспада

$$\Delta N = N_0 - N$$



При $t = T, N = \frac{N_0}{2}$

При $t = 2T, N = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}$

При $t = nT, N = \frac{N_0}{2^n}$

Задачи:

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0=290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U=1,5$ В. Определите длину волны λ .{215 нм}

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов U . Работа выхода электронов из металла $A_{\text{вых}}=2$ эВ. Определите ускоряющую разность потенциалов U , если максимальная энергия ускоренных электронов E равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла.{ $U= 5\text{В}$ }

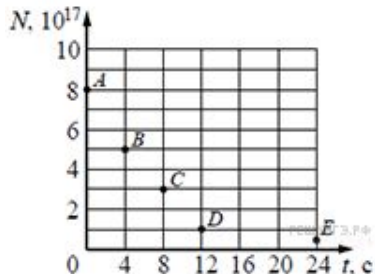
При исследовании вакуумного фотоэлемента оказалось, что при освещении катода светом частоты 10^{15} Гц фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $V= 2$ В между катодом и анодом. Определите работу выхода материала катода.
{ $A= h \nu - eV = 2,1 \text{ эВ}$ }

Задачи:

Для измерения постоянной Планка катод вакуумного фотоэлемента освещается монохроматическим светом. При длине волны излучения $\lambda = 620$ нм фототок прекращается, если в цепь между катодом и анодом включить задерживающий потенциал V_2 не меньше определенного значения. При увеличении длины волны на 25% задерживающий потенциал оказывается на 0,4 В меньше. Определить по этим данным постоянную Планка.
{ $h = 5 \lambda e \phi V / c = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж с }

Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 83$ нм. На какое максимальное расстояние L от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженности $E = 7,5$ В/см? Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны $\lambda_0 = 332$ нм. { $L = hc/eE(1/\lambda - 1/\lambda_0) = 1,5$ см }

Ядра радона $^{219}_{86}\text{Rn}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 4 с. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{17}$ ядер радона. Через какую из точек, кроме точки А, пройдет график зависимости от времени числа ядер радиоактивного радона в образце?



1. C
2. B
3. D
4. E