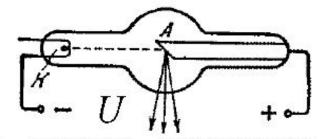
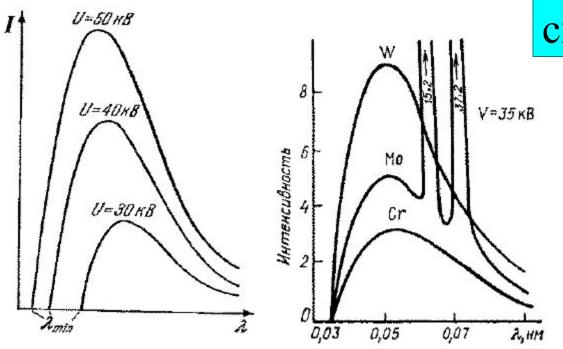
§ . Рентгеновское излучение.

рентгеновская трубка, в которой вылетающие с катода K электроны бомбардируют анод A (антикатод), изготовленный из тяжелых металлов (W, Cu, Pt и т.д.).



состоит из сплошного спектра **тормозного** излучения, возникающего при торможении электронов в аноде, и линейчатого спектра характеристического излучения, определяемого материалом

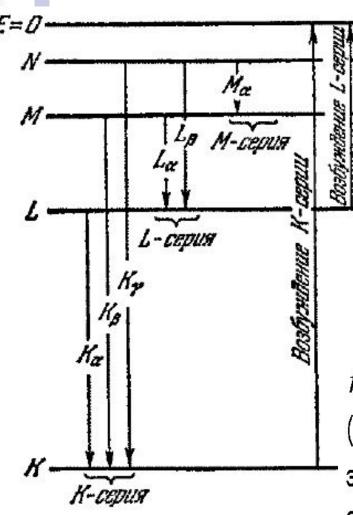




Граница сплошного спектра — λ_{\min} :

$$E_{\text{max}} = h v_{\text{max}} = e U$$
$$\lambda_{\text{min}} = \frac{c}{v_{\text{max}}}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{ch}{eU} = \frac{ch}{E_{\max}}$$



Закон МОЗЛИ:

$$v = R(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

Ридберга, постоянная $m = 1, 2, 3, \dots$ определяет рентгеновскую серию (L,M,N,\ldots) , n принимает целочисленные начиная с m+1 (определяет значения отдельную линию $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ соответствующей серии), σ — постоянная экранирования, учитывающая экранирование данного электрона атомного ядра другими OT электронами атома.

§ Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучение.

то под действием внешнего излучения может осуществиться вынужденный переход в возбужденное состояние 2, приводящий к поглощению излучения.
 Спонтанное излучение. Атом, находясь в возбужденном состоянии 2, может спонтанно (без внешних воздействий) перейти в основное состояние, испуская при этом фотон с энергией hv = E₂ - E₁. Процесс испускания фотона

возбужденным атомом без внешних воздействий называется

Поглощение. Если атом находится в основном состоянии

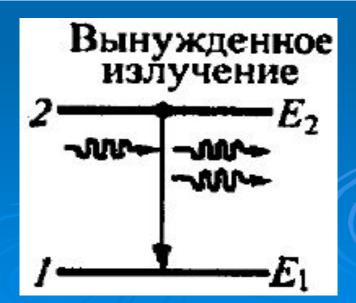
спонтанным излучением.3. <u>Вынужденное излучение</u> атом, находящийся в возбужденном состоянии 2, действует внешнее излучение с частотой, удовлетворяющей условию $hv = E_2 - E_1$, то возникает *вынужденный (индуцированный) переход* в основное состояние 1 с излучением фотона той же энергии $hv = E_2 - E_1$ дополнительно к тому фотону, под действием которого произошел переход.





§ ЛАЗЕРЫ.

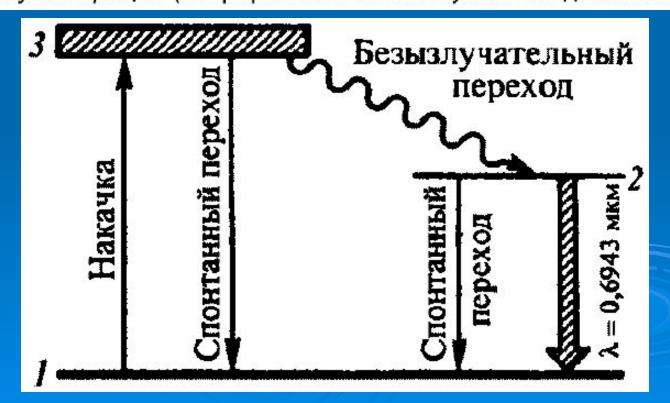
3. Вынужденное излучение. Патом, находящийся в возбужденном состоянии 2, действует внешнее излучение с частотой, удовлетворяющей условию $hv = E_2 - E_1$, то возникает вынужденный (индуцированный) переход в основное состояние 1 с излучением фотона той же энергии $hv = E_2 - E_1$ дополнительно к тому фотону, под действием которого произошел переход.

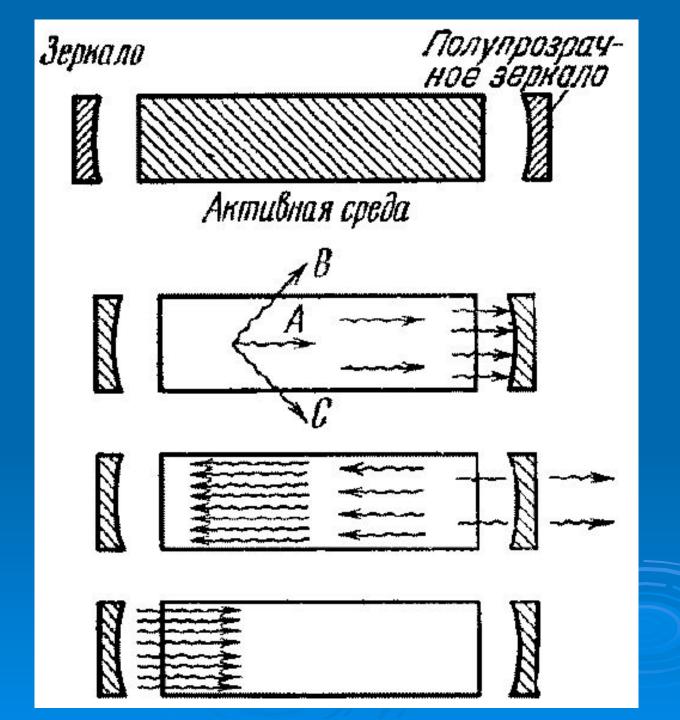


Эффект усиления излучения в активных средах используется в оптических квантовых генераторах, или лазерах (Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation).

Лазеры подразделяются:

- по типу активной среды (твердотельные, газовые, полупроводниковые и жидкостные);
- по методам накачки (оптические, тепловые, химические, электроионизационные и др.);
- по режиму генерации (непрерывного или импульсного действия).





Свойства лазерного излучения

1. временная и пространственная когерентность

$$\tau \sim 10^{-3} \text{ c}$$
, $l = c \cdot \tau \sim 10^{5} \text{ m}$.

2. строгая монохроматичность

$$\Delta \lambda < 10^{-11} \text{ M}$$

3. большая плотность энергии

$$\sim 10^{10} \, \mathrm{BT/m^2}$$

4. малое угловое расхождение пучка

(в 10⁴ раз меньше у прожектора)

Глава 10. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА.

§ 10.1. Состав и характеристики атомного ядра.

- **Ядром** называется центральная часть атома, в которой сосредоточена практически вся масса атома и его положительный электрический заряд.
- В экспериментах Резерфорда по прохождению α -частиц через металлическую фольгу было обнаружено, что атомные ядра имеют размеры порядка $10^{-14} \div 10^{-15}$ м, в то время как линейные размеры атомов примерно 10^{-10} м.

Атомное ядро состоит из элементарных частиц — протонов (р) и нейтронов (п), которые называются нуклонами (от лат. nucleus — ядро).

- Протон имеет положительный электрический заряд, равный по абсолютной величине заряду электрона.
- Нейтрон не имеет электрического заряда.
- Массы нуклонов:

$$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1836 \text{ m}_e$$

 $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1839 \text{ m}_e$

Общее число нуклонов в атомном ядре А называется массовым числом : A=Z+N Z – число электронов, N – число нейтронов

- Заряд ядра равен величине Že, где е заряд протона, Z зарядовое число ядра (или порядковый номер химического элемента в периодической системе элементов) равное числу протонов в ядре.
- Известны 107 элементов.

Ядро химического элемента X с атомным номером Z и массовым числом A обозначается:

Поскольку атом нейтрален, то заряд ядра определяет число электронов в атоме, от которого зависит их распределение по состояниям в атоме, а следовательно, зависят химические свойства атома.

Изотопами называются ядра с одинаковым атомным номером Z (зарядом или числом протонов), но разными A (т.е. разным числом нейтронов). Химические свойства изотопов одинаковы. Изобарами называются ядра с одинаковым массовым числом A, но разными Z.

Для измерения массы в атомной физике вводится единица – атомная единица массы (а.е.м.)

1 а.е.м. = 1 гр /
$$N_A$$
=1,66·10⁻²⁷ кг
1 а.е.м. = 931,5 МэВ.

• $m_p = 1,6726 • 10^{-27} \text{ кг} = 1,00814 \text{ а.е.м.}$

Размер ядра характеризуется радиусом ядра, имеющим условный смысл ввиду размытости границ ядра.

Эмпирическая формула для радиуса ядра $R=R_0\sqrt[3]{A}$

где $R_0 = (1,3 \div 1,7) 10^{-15}$ м, может быть истолкована как пропорциональность объема ядра числу нуклонов в нем. Следовательно, плотность ядерного вещества примерно одинакова для всех ядер ($\approx 10^{17}\,\mathrm{kr/m}^3$).

§ 10.2. Дефект массы и энергия связи ядра.

Энергия связи ядра Е_{св} — физическая величина, равная работе, которую надо совершить, чтобы расщепить ядро на отдельные нуклоны из которых оно состоит.

$$E_{cB} = [Zm_{p} + (A-Z)m_{n} - m_{g}] c^{2}$$

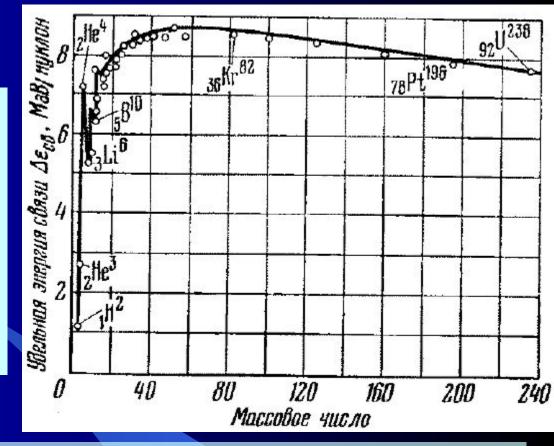
$$E_{cB} = [Zm_{H} + (A-Z)m_{n} - m_{g}] c^{2}$$

дефект массы ядра $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m_g$

 Энергия связи, приходящаяся на один нуклон, называется удельной энергией :

$$E_{VA} = E_{CB}/A$$

Наиболее устойчивы ядра средней части периодической таблицы (28<A<138). В этих ядрах E_{yz} \sim 8,7 Мэв/нуклон.



Из графика следует, что энергетически выгодны следующие процессы:

- 1. Деление тяжелых ядер на более легкие.
- 2. Слияние легких ядер (термоядерный синтез).
- В ходе этих процессов выделяется огромное количество энергии.

§ 10.3. Ядерные силы. Модели ядра.

Ядерные силы - это сильное взаимодействие. Оно намного превышают гравитационные, электрические и магнитные взаимодействия.

Свойства ядерных сил:

- 1) ядерные силы являются силами притяжения;
- 2) ядерные силы являются короткодействующими их действие проявляется на расстояниях < 10⁻¹⁵ м;

- 3) ядерным силам свойственна зарядовая независимость: притяжение между любыми двумя нуклонами одинаково; силы имеют неэлектрическую природу;
- 4) ядерным силам свойственно насыщение: каждый нуклон в ядре взаимодействует только с ограниченным числом ближайших к нему нуклонов;
- 5) ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинов взаимодействующих нуклонов;
- 6) ядерные силы не являются центральными, т.е. действующими по линии, соединяющей центры взаимодействующих нуклонов.

Modenu nopa

1. Капельная модель.

Эта модель основана на аналогии между поведением молекул в капле жидкости и нуклонов в ядре — короткодействие ядерных взаимодействий, одинаковая плотность ядерного вещества в разных ядрах (несжимаемость), свойство насыщения ядерных сил.

Modenu nopa

2. Оболочечная модель.

В этой модели нуклоны считаются движущимися независимо друг от друга в усредненном центрально-симметричном поле, В соответствии с этим имеются дискретные энергетические уровни, заполняемые нуклонами с учетом принципа Паули.

Эти уровни группируются в оболочки, в каждой из которых может находиться определенное число нуклонов.

Ядра с полностью заполненными оболочками являются наиболее устойчивыми:

- **■магические ядра**, у которых число протонов Z или нейтронов N равно одному из магических чисел: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126.
- •Дважды *магические ядра*, у которых *магическими* являются и Z и N. Дважды *магических ядер* известно всего пять:

⁴₂He ¹⁶₈O ⁴⁰₂₀Ca ⁴⁸₂₀Ca ²⁰⁸₈₂Pb