

Лекция 2 Строение атома и ядра

Модель атома предложена датским физиком Н. Бором в 1913 г

Ядро состоит из протонов и нейтронов, которые объединяются общим названием нуклоны и обозначаются как **массовое число A** .

Протон представляет собой ядро простейшего атома – водорода, имеет положительный заряд, равный заряду электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл и массу покоя $1,6 \cdot 10^{-27}$ Кг. Число протонов в ядре совпадает с порядковым номером химического элемента, обозначается буквой **Z** и называется **зарядовым числом**.

Нейтрон электрически нейтрален, а его масса совпадает с массой покоя протона.

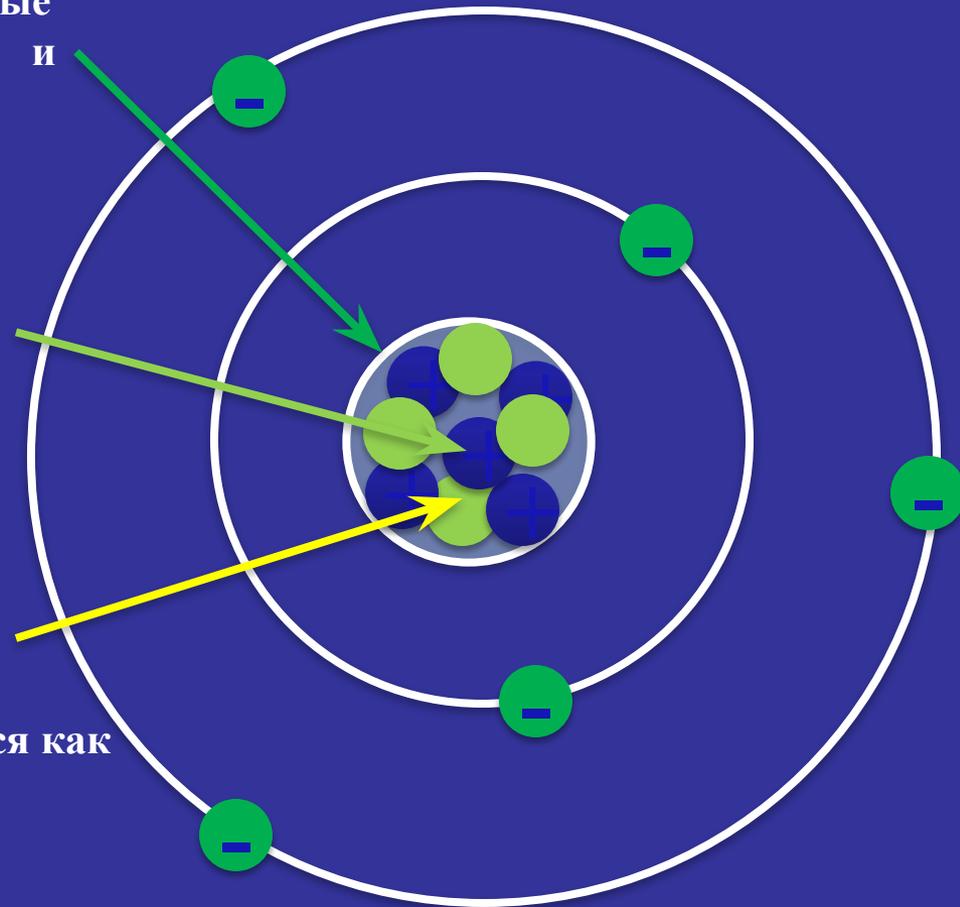
Химический элемент в общем виде записывается как



Изотопы – ядра, содержащие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов называются .

Изобары – ядра, имеющие одинаковое массовое число, но разное число протонов.

В устойчивом состоянии атом электрически нейтрален, т.е. его суммарный положительный заряд ядра равен суммарному заряду электронов. Основная масса атома сосредоточена в ядре.



Располагаясь на определённых расстояниях от атомного ядра **электроны** образуют **орбиты**.

Количество электронов на орбите равно

$$N=2n^2$$

Количество орбит **n** (слоёв) достигает 7.

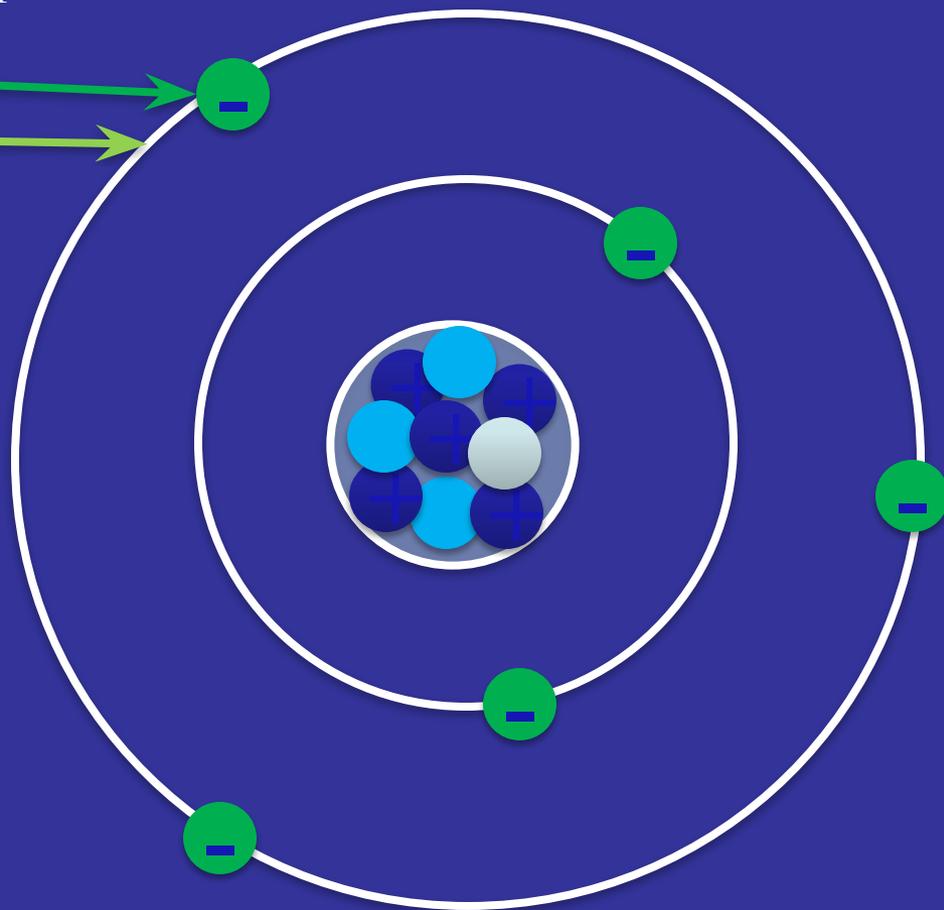
Чем дальше от ядра находится электрон, тем слабее он взаимодействует с ядром и тем легче вступает в различные реакции.

Электроны, расположенные на самой наружной орбите определяют химические свойства атома. Если электрон получает энергию, не превышающую энергию его связи с ядром, то он переходит на соседнюю орбиту и атом становится возбуждённым. Стремясь к равновесию через некоторое время электрон возвращается на свою орбиту и выделяет электромагнитную энергию в виде кванта, равную:

$$E=y*h$$

Где **y** – частота излучения кванта энергии;

h – постоянная Планка



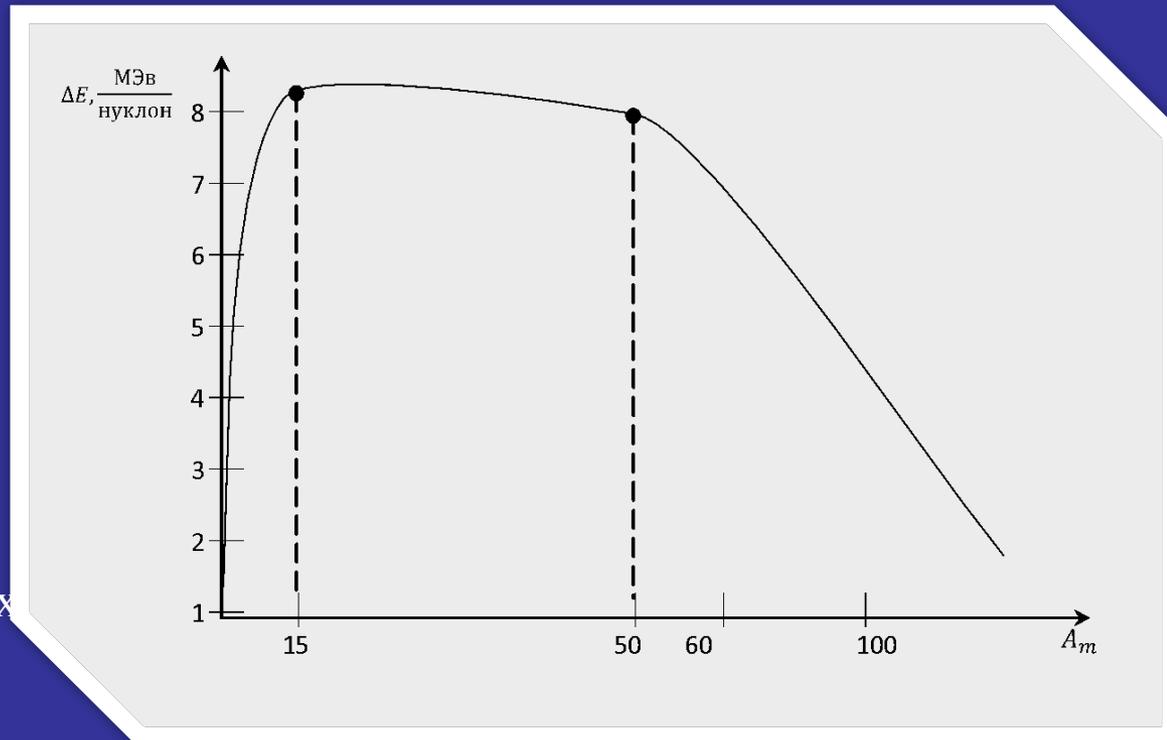
Если электрон получает энергию, превышающую энергию связи его с ядром, то электрон покидает атом, превращая его в положительно заряженный ион.

Характеристика ядер

Известно, что одноименные заряды, которыми в ядре являются протоны, отталкиваются. Поэтому наличие в ядре нескольких положительных заряженных протонов свидетельствует о существовании специфических **ядерных сил** притяжения, которые преобладают над силами отталкивания протонов. Эти силы обеспечивают стабильность ядра и называются **ядерные силы**, которые связывают протоны и нейтроны в ядре.

Энергия связи ядра – работа, которую необходимо затратить на расщепление ядра на составляющие его нуклоны (нейтроны и протоны). **Удельная энергия связи** – энергия, приходящаяся на 1 нуклон.

Согласно теории относительности, наличие ядерных сил приводит к тому, что масса ядра **M** всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов. Это соотношение называется **дефектом масс**.



Зависимость удельной энергии связи от массового числа

$M < Z * m_p + (A - Z) * m_n$; где m_p - масса протона; m_n – масса нейтрона;

Z - количество протонов; $(A - Z)$ – количество нейтронов;

Закон радиоактивного распада

Радиоактивность вещества - процесс самопроизвольного спонтанного превращения неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотопы другого элемента, сопровождающийся излучением элементарных частиц.

Количество радионуклидов в любой момент времени определяется выражением:

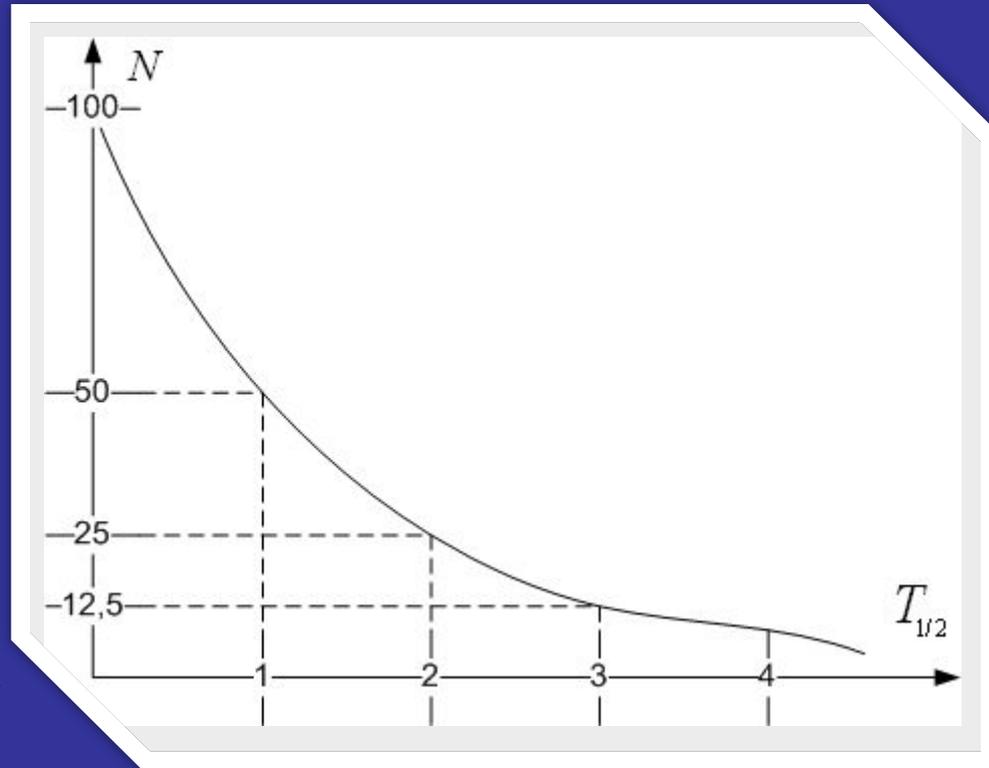
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Где N_0 - количество радионуклидов в начальный момент времени

λ - постоянная распада характеризует вероятность распада радионуклида за единицу времени.

Период полураспада - время, в течение которого количество радионуклидов уменьшается вдвое.

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$



Зависимость количества радионуклидов от периода полураспада

Активность вещества

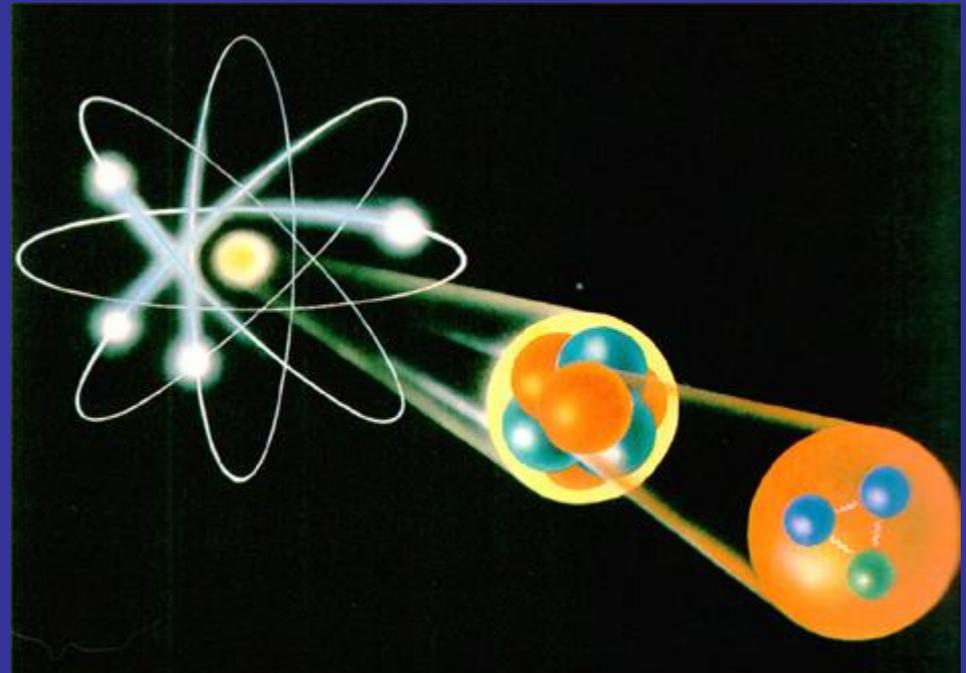
Радиоактивное вещество - если оно содержит радионуклиды и в нём идёт процесс радиоактивного распада.

Активность вещества - определяется скоростью радиоактивного распада.

$$\begin{aligned} A &= \frac{dN}{dt} \\ &= \left[\frac{1 \text{ распад}}{\text{за 1 секунду}} \right] \\ &= [1 \text{ Бк (Беккерель)}] \end{aligned}$$

Внесистемная единица активности – Кюри (Ки).

$$1 \text{ Ки} = 3,7 * 10^{10} \text{ Бк}$$



Если радионуклиды распределены по объёму вещества, то оно характеризуется удельной объёмной радиоактивностью, а если по поверхности, то удельной поверхностной радиоактивностью.

Виды радиоактивного излучения

Альфа-излучение – поток положительно заряженных ядер гелия, распространяющийся со скоростью 10^7 м/с, имеющий малую проникающую способность (поглощается алюминиевой пластиной толщиной 0,05 мм). Альфа распад наблюдается только у тяжёлых ядер ($A > 200$; $Z > 82$).



Бета-излучение бывает электронное и позитронное:

Электронное бета-излучение



$\tilde{\nu}$ - электронное антинейтрино

Позитронное бета-излучение



ν - электронное нейтрино



Гамма-излучение ядер состоит из самопроизвольного испускания гамма-квантов. Этот процесс происходит без изменения A и Z и поэтому гамма-излучение не является самостоятельным типом радиоактивности.

