

# **Физика атомного ядра. Строение атомного ядра**

Занятие №41

# План:

- Период полураспада. Закон радиоактивного распада.
- Изотопы.
- Открытие нейтрона.
- Строение атомного ядра. Ядерные силы.
- Энергия связи атомных ядер.

# Период полураспада

**Активность радиоактивных веществ со временем уменьшается.**

Было установлено:

- 1) Активность пропорциональна массе радиоактивного вещества.
- 2) Скорость снижения активности у разных радиоактивных веществ разная.
- 3) Для одного и того же радиоактивного вещества наблюдается снижение активности в 2 раза через строго определенный промежуток времени, причем это время **не** зависит от состояния вещества, давления, температуры и любых других его параметров.

Для характеристики скорости снижения активности радиоактивного вещества было введено понятие **периода полураспада (T)**.

**Периода полураспада – это время, на протяжении которого распадается половина из имеющегося количества радиоактивных атомов.**

# Закон радиоактивного распада

Выведем закон радиоактивного распада. Обозначим

$N$  - число нераспавшихся атомов спустя интервал времени  $t$

$N_0$  - число атомов в начальный момент времени

при $t=0$	$N=N_0$
$t=T$	$N=N_0/2$
$t=2T$	$N=N_0/2 \cdot 2=N_0/4=N_0/2^2$
$t=3T$	$N=N_0/2^3$
-	-
$t=n \cdot T$	$N=N_0/2^n$

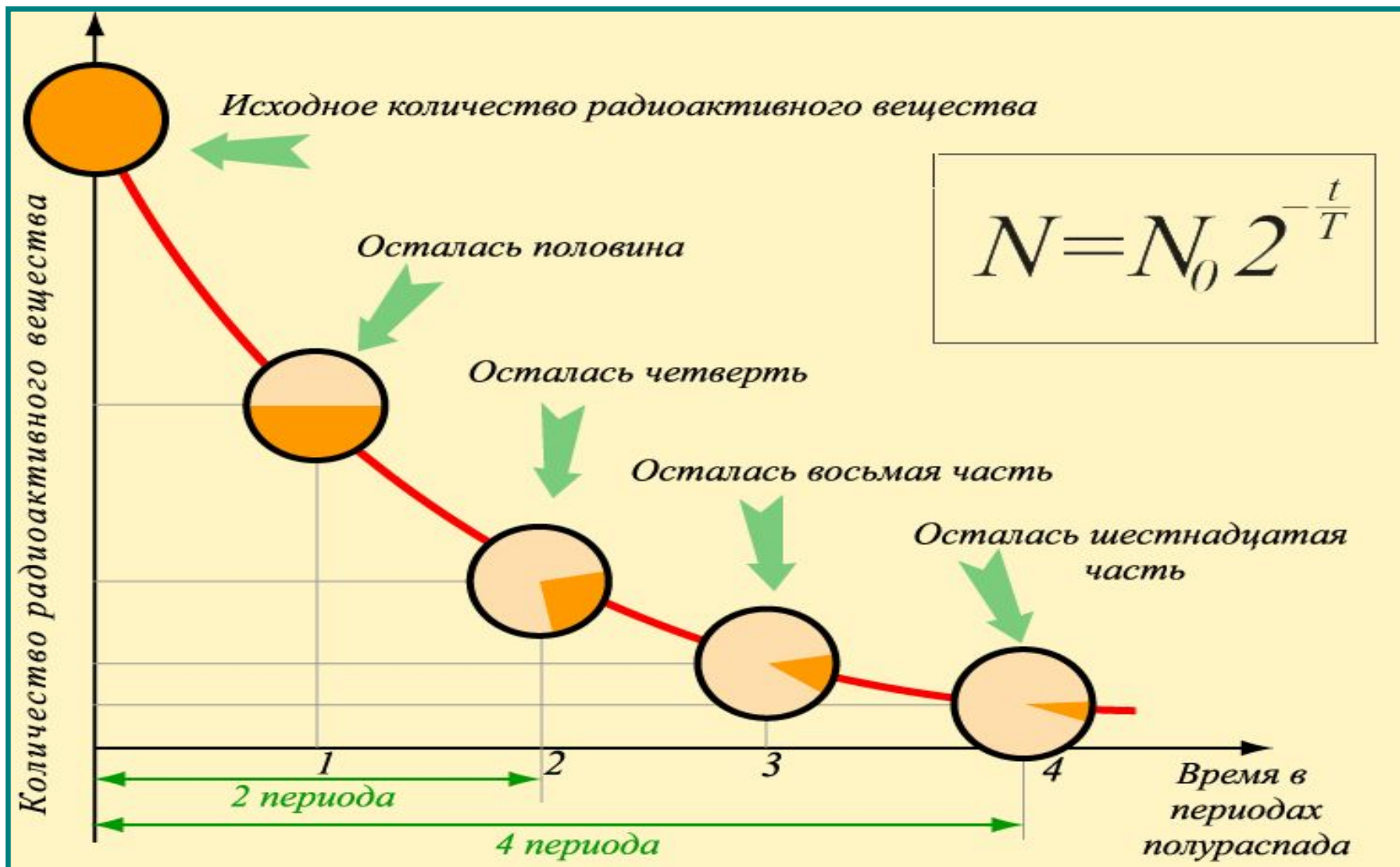
Так как  $n = t / T$ , то

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

**Физический смысл закона радиоактивного распада:**

**За любой интервал времени распадается одна и та же доля имеющихся атомов, то есть скорость распада не меняется.**

# Закон радиоактивного распада



# **ИЗОТОПЫ**

**Изотопы - атомы одного элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа.**

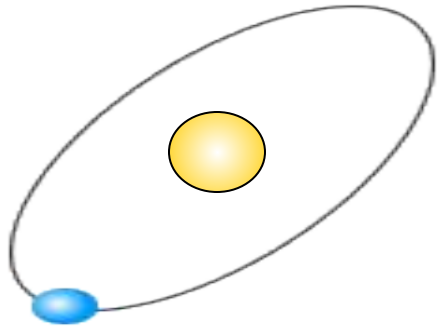
**Изотопы содержат одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.**

**Изотопы имеют одинаковые химические свойства (обусловлены зарядом ядра), но разные физические свойства (обусловлено массой).**

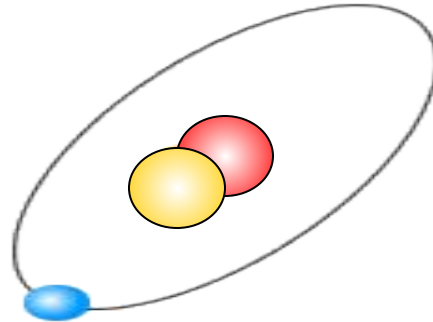
**Все химические вещества имеют изотопы.**

**Заряды атомных ядер изотопов одинаковы, но массы ядер различны.**

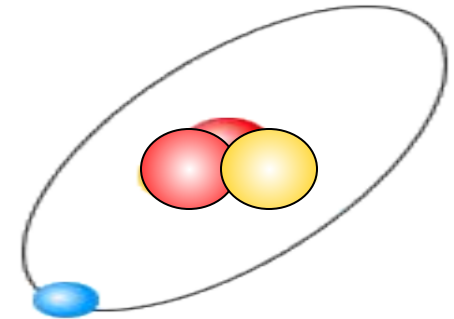
# Изотопы водорода



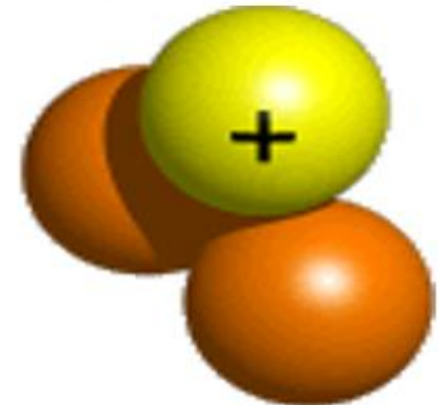
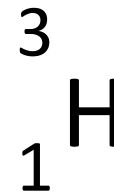
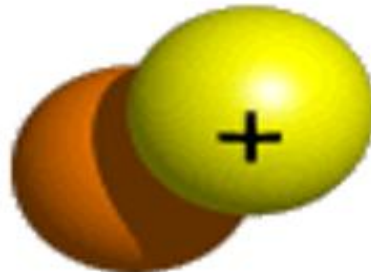
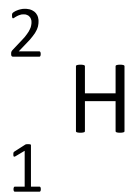
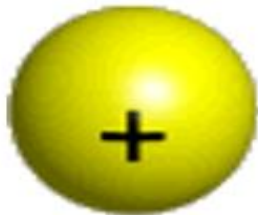
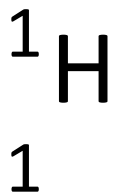
**Протий**



**Дейтерий**



**Тритий**



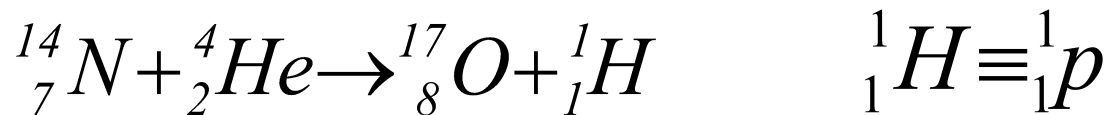
Доля 99,985 %, нерадиоактивен (стабилен) при соединении с кислородом образуется вода.

Доля 0,015 %, стабилен, при соединении с водой образуется тяжелая вода с температурой кипения  $101^{\circ}\text{C}$  и температурой плавления  $3,8^{\circ}\text{C}$ .

В природе не существует, получается только искусственно в ходе ядерной реакции, радиоактивен.

# Искусственное превращение атомных ядер

- Впервые искусственное превращение ядер осуществил Резерфорд в 1919 г.
- Для разрушения или преобразования ядра нужна очень большая энергия. Носителями такой энергии могут быть альфа-частицы, вылетающие из ядер при радиоактивном распаде.

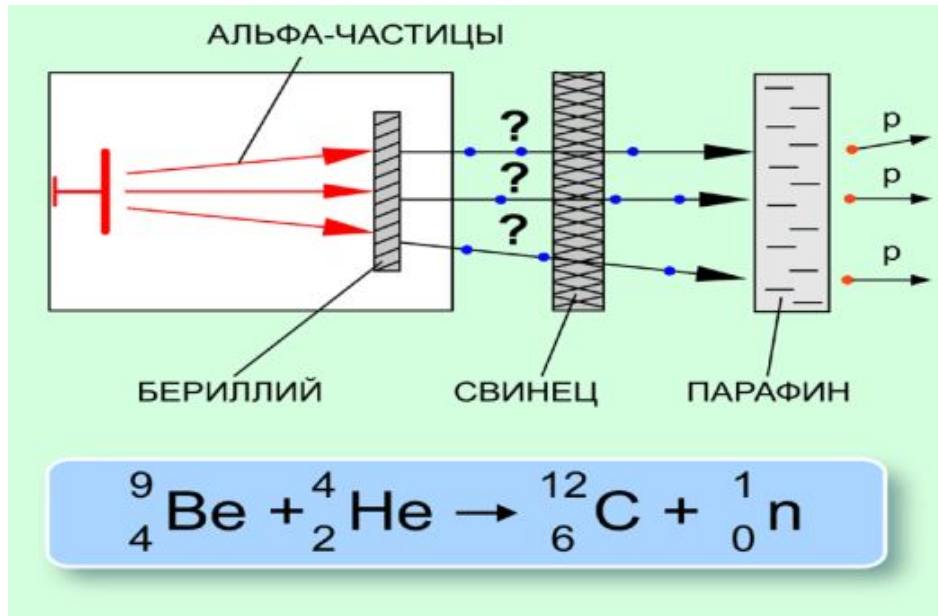


$$m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007276 \text{ а. е. м.} = 1836,1 m_e$$

$$q_p = 1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$



# Открытие нейтрона



- При бомбардировке бериллия  $\alpha$ -частицами обнаружилось сильно проникающее излучение.
- В 1932г английский ученый Дж.Чедвик установил что это не гамма-кванты, а другие частицы, близкие по размеру и массе к протонам. Эти частицы он назвал нейтронами, так как они были электрически нейтральными.

# Открытие нейтрона

${}^1_0n$  - символ нейтрона

- **Заряд нейтрона равен нулю, а относительная масса – примерно единице.**
- **Нейтрон нестабильная частица: свободный нейтрон за время около 15 мин распадается на протон, электрон и нейтрино – безмассовую нейтральную частицу.**

# Состав атомного ядра

**Ядро атома состоит из элементарных частиц двух видов, протонов и нейтронов.**



$$A = Z + N$$

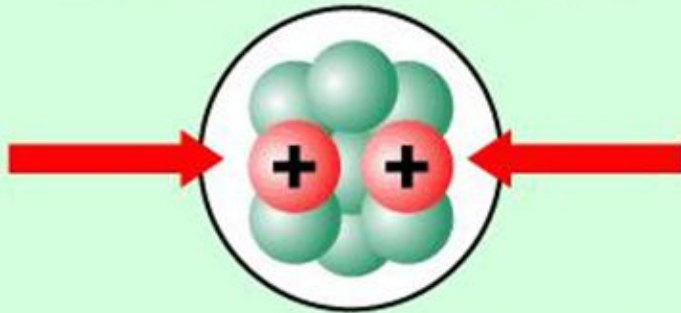
**A-** массовое число, сумма протонов и нейтронов

**Z-** атомный номер элемента = числу протонов (равно числу электронов)

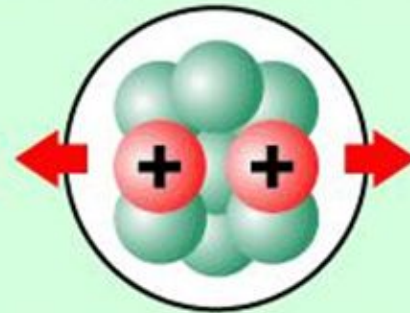
**N-** число нейтронов

# Ядерные силы

МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ, ВХОДЯЩИМИ В ЯДРО, ДЕЙСТВУЮТ ОСОБЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ - ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ



МЕЖДУ ПРОТОНАМИ ЯДРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ОДНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ



ПО СВОЕЙ ВЕЛИЧИНЕ ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ОГРОМНЫ И ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ ПРОТОНОВ

## Свойства ядерных сил:

- примерно в 100 раз превышают электрические (кулоновские).
- действуют между всеми нуклонами в ядре;
- силы взаимного притяжения;
- короткодействующие ( $10^{-12}$ - $10^{-13}$  см)

# Сравнение фундаментальных взаимодействий

	Радиус действия	Относительная интенсивность.
<b>Ядерное</b>	$10^{-15}$ м	1
<b>Электро-магнитное</b>	$\infty$	1/137
<b>Слабое</b>	$10^{-18}$ м	$10^{-10}$
<b>Гравитационное</b>	$\infty$	$10^{-38}$

# Энергия связи

Эксперимент показывает, что для любого ядра



Дефект масс  $\Delta M = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}$

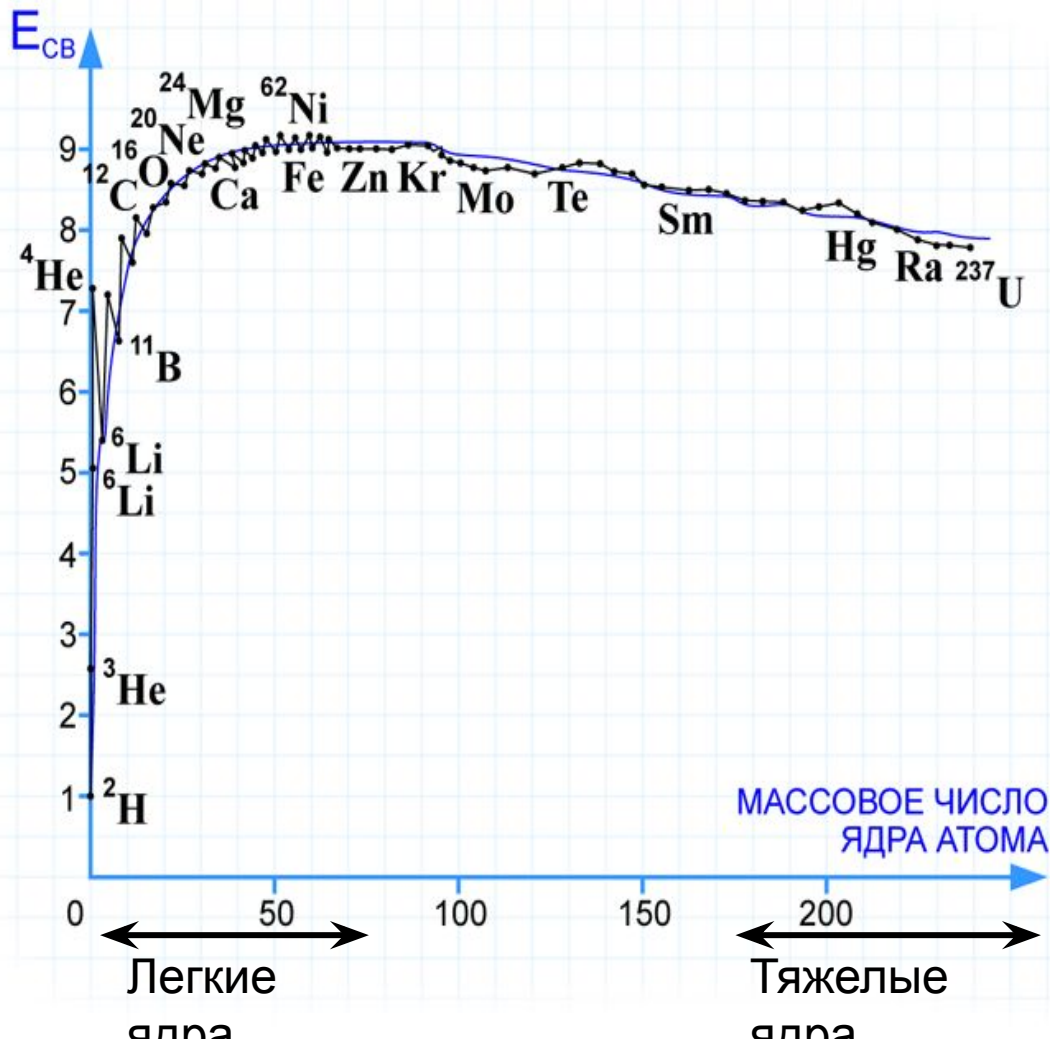
Энергия связи ядра – это энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны.

$$E_{\text{св}} = \Delta M \cdot c^2 = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}) \cdot c^2$$

Энергией связи ядра равна той энергии, которая выделяется при

образовании ядра из отдельных нуклонов

# Удельная энергия связи



Устойчивость ядер характеризуется удельной энергией связи. Это энергия, приходящаяся на один нуклон ядра.