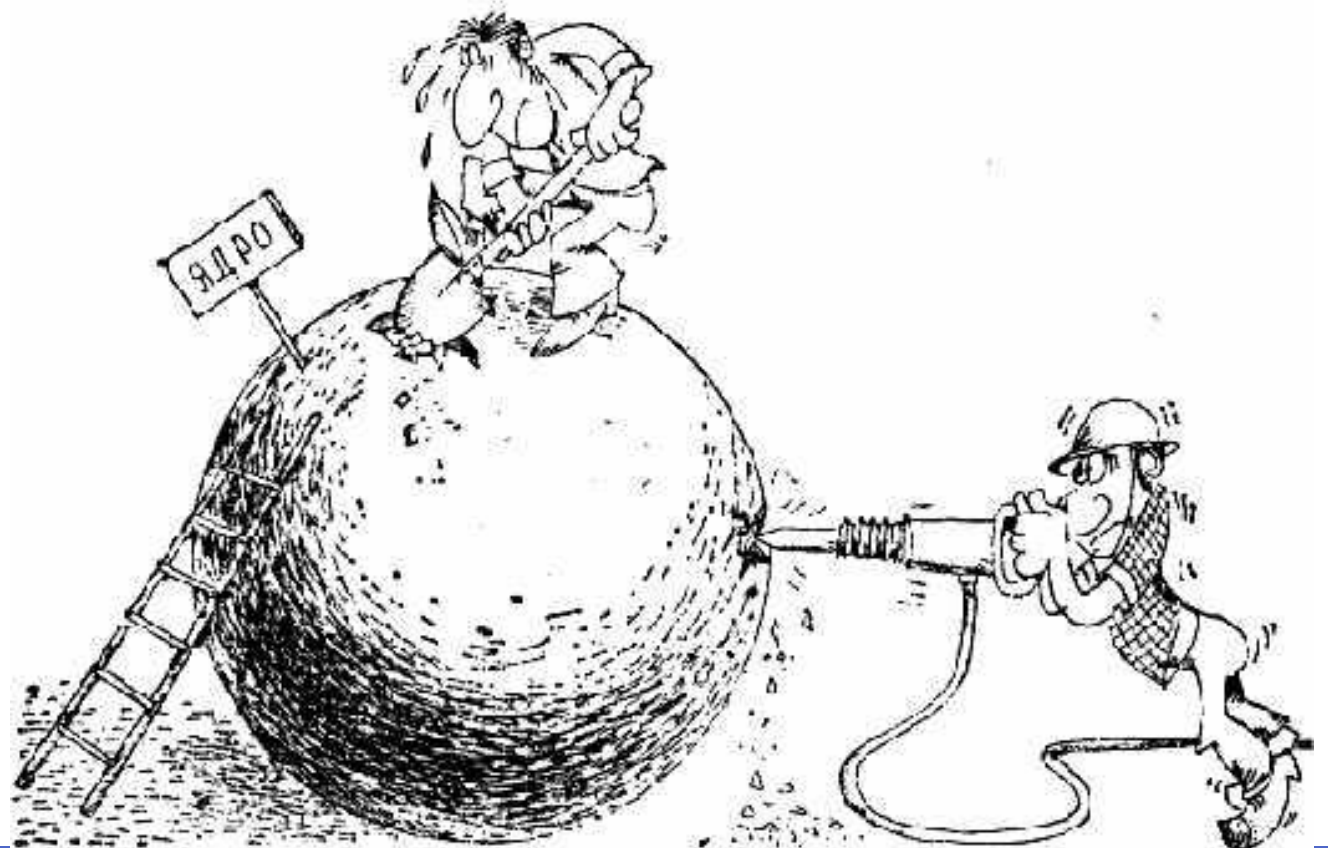


# Урок на тему «Состав ядра атома. Энергия связи атомных ядер. Ядерные силы»



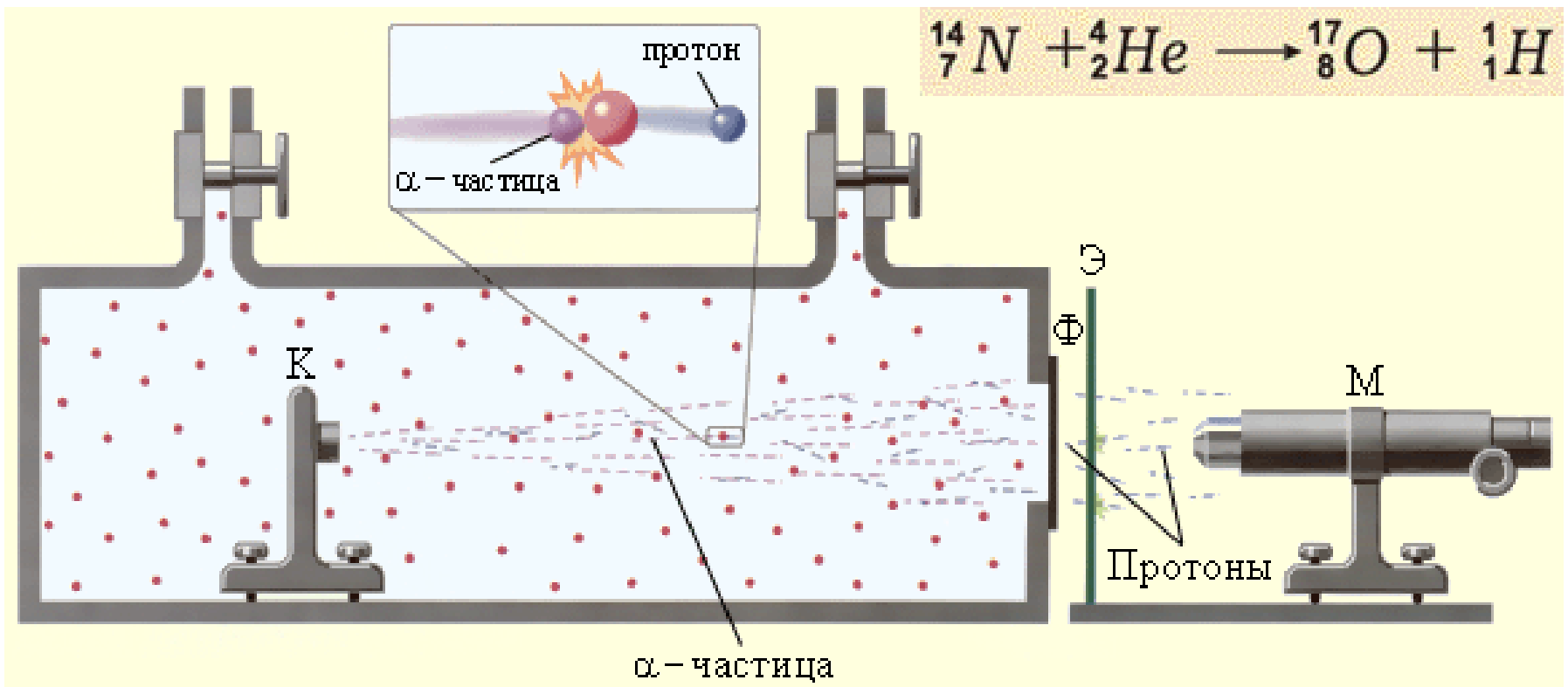
# Открытие протона

В 1913 г. Э. Резерфорд выдвинул гипотезу, что одной из частиц, входящих в ядро атома любого химического элемента должно быть ядро атома водорода, т.к. было известно, что массы атомов химических элементов превышают массу атома водорода в целое число раз.



Э. Резерфорд

# Схема опытов Резерфорда по обнаружению протонов в продуктах расщепления ядер



# Открытие нейтрона.

Английский ученый Дж. Чедвик выдвинул гипотезу о существовании нейтральных частиц, близких по размерам и массе к протонам.

**Эти частицы он назвал нейтронами.**

При прохождении через вещество нейтроны не теряют энергию на ионизацию атомов вещества, поэтому имеют огромную проникающую способность.



Дж. Чедвик

# Протонно–нейтронная модель ядра

Советский физик  
Д. Д. Иваненко  
и В.Гейзенберг  
предложили **протонно-  
нейтронную модель  
ядра: ядра состоят из  
элементарных частиц  
двух сортов: протонов  
и нейтронов.**



Дмитрий  
Дмитриевич  
Иваненко  
(1904-1994)



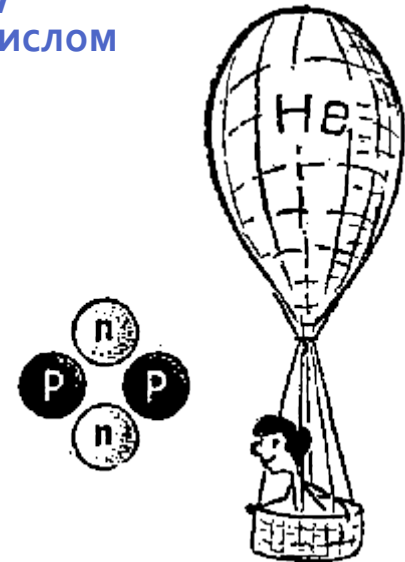
Вернер Карл  
Гейзенберг  
(1901-1976)

# Протонно-нейтронная модель ядра

## Согласно этой модели:

- ядра всех химических элементов состоят из нуклонов: протонов и нейтронов;
- заряд ядра обусловлен только протонами;
- число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента;
- число нейтронов равно разности между атомным числом и числом протонов

( $N=A-Z$ ).



# Ядро атома химического элемента



X – символ химического элемента.

**A – массовое число, которое  
показывает :**

- массу ядра в целых атомных единицах массы (а.е.м.)  
(1а.е.м. = 1/12 массы атома углерода);
- число нуклонов в ядре;

$$A = N + Z$$

где N – число нейтронов в ядре атома.



# Z – зарядовое число, которое показывает:

- заряд ядра в элементарных электрических зарядах (э.э.з.)

(1 э.э.з. = заряду электрона =  $1,6 \times 10^{-19}$  Кл);

- число протонов;

- число электронов в атоме;

- порядковый номер в таблице Менделеева.

# Размеры атомных ядер

- Так как для ядер существенны квантовые законы поведения, то они не имеют четко определенных границ.
- Можно говорить только о некотором среднем радиусе ядра.
- С увеличением массового числа радиус ядра увеличивается:

$$R = 1,2\sqrt[3]{A} * 10^{-13} \text{ см}$$

Плотность ядерного вещества  
постоянна и одинакова для всех ядер

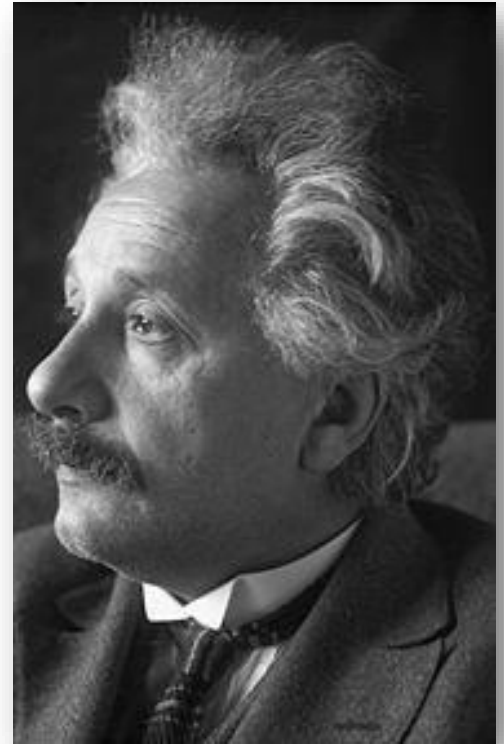
$$\rho = \frac{M_{\text{я}}}{\frac{4}{3} \pi R^3} = 10^{14} \text{ г} / \text{см}^3$$

# Энергия связи нуклонов в ядре

Энергия связи атомных ядер – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

Уравнение Эйнштейна связывающее массу и энергию:

$$E = mc^2$$



Альберт Эйнштейн  
(1879 - 1955)

# Дефект массы

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

Дефект массы:  $M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$

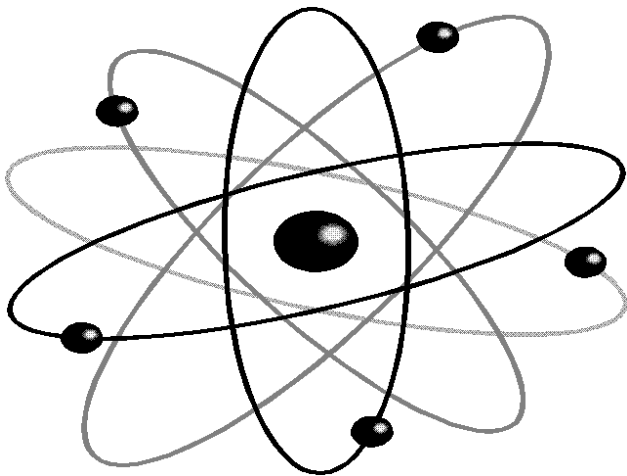
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

# Формула для нахождения энергии связи

$$E_{\text{св}} = \Delta m c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}) c^2$$

где  $\Delta m$  - дефект массы,

$c$  - скорость света в вакууме.



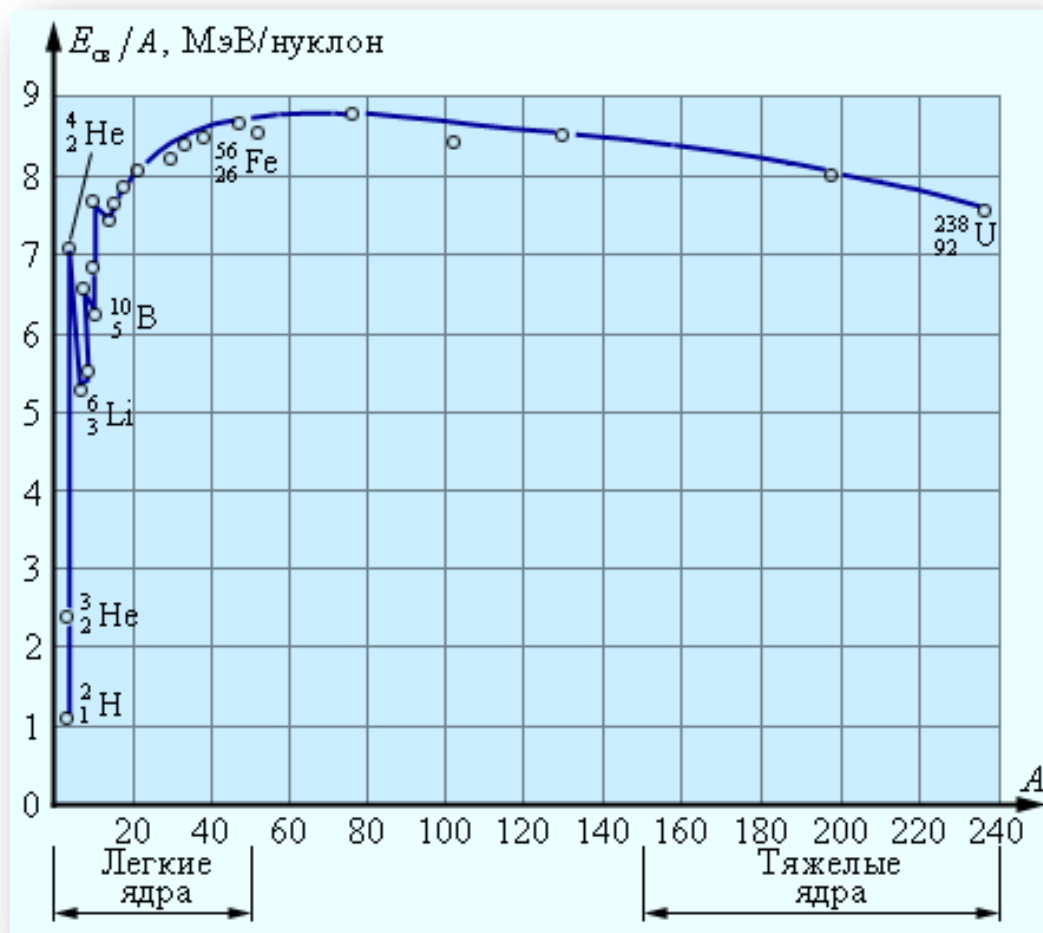
# Удельная энергия связи

- это энергия связи, приходящаяся на один нуклон.
- Если не считать самых легких ядер, удельная энергия связи примерно постоянна и равна 8 МэВ/нуклон.

$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A}$$

# График удельной связи нуклонов в ядре

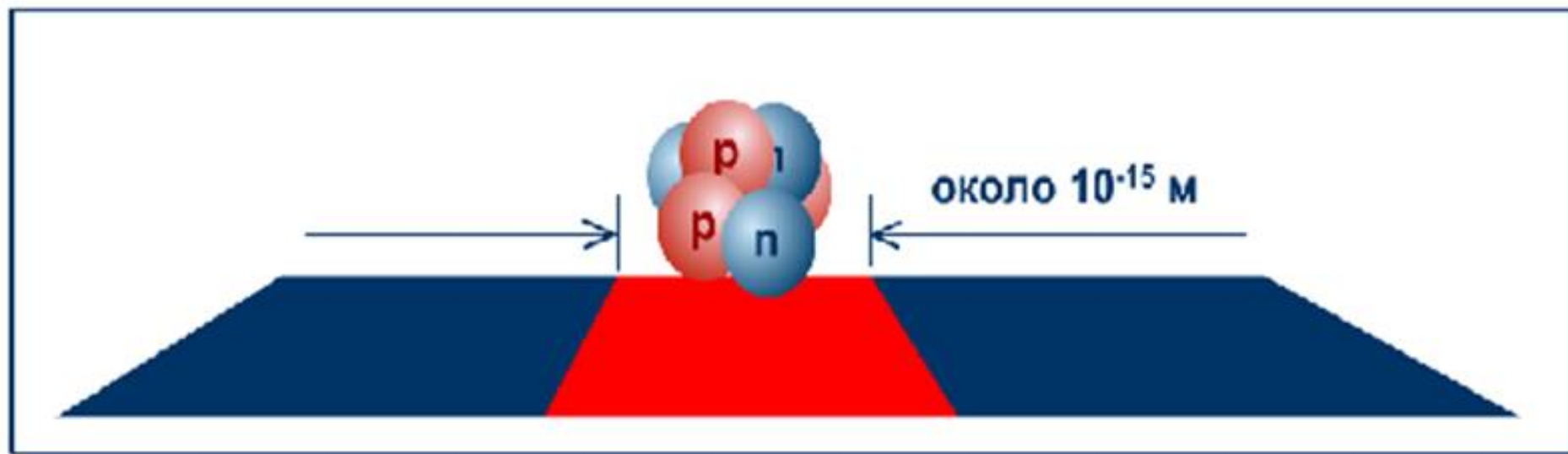
- Максимальную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60.
- Ядра этих элементов наиболее устойчивы.





# Ядерные силы

Силы, которые скрепляют отдельные протоны и нейтроны в ядре, называются **ядерными**, а соответствующее взаимодействие – **сильным**.



# Свойства ядерных сил

- малый радиус действия ядерных сил ( $R \sim 1 \text{ Фм}$ );
- ядерное взаимодействие обладает свойством насыщения;
- зарядовая независимость ядерных сил;
- обменный характер ядерного взаимодействия;
- притяжение между нуклонами на больших расстояниях ( $r > 1 \text{ Фм}$ ), сменяется отталкиванием на малых ( $r < 0,5 \text{ Фм}$ ).

# Решение задач:

**6. В 1 № 3117.** Установите соответствие между определением физической величины и названием величины, к которому оно относится.

К каждому элементу левого столбца подберите соответствующий элемент из правого и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия частиц (тел) с другими частицами (телами).

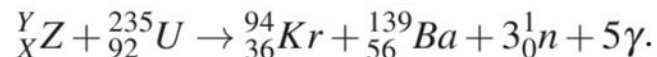
Б) Величина, определяющая скорость радиоактивного распада.

## НАЗВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия связи
- 2) электрический заряд
- 3) коэффициент размножения нейтронов
- 4) период полураспада

А	Б
?	?

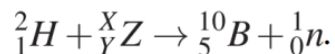
**1. А 19 № 2103.** В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением  $\gamma$ -квантов в соответствии с уравнением



Ядро урана столкнулось с

- 1) протоном
- 2) электроном
- 3) нейтроном
- 4)  $\alpha$ -частицей

**2. А 19 № 2104.** В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром  ${}^X_Y Z$  образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией:



Каковы массовое число  $X$  и заряд  $Y$  (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

- 1)  $X = 11, Y = 5$
- 2)  $X = 10, Y = 5$
- 3)  $X = 9, Y = 4$
- 4)  $X = 10, Y = 4$