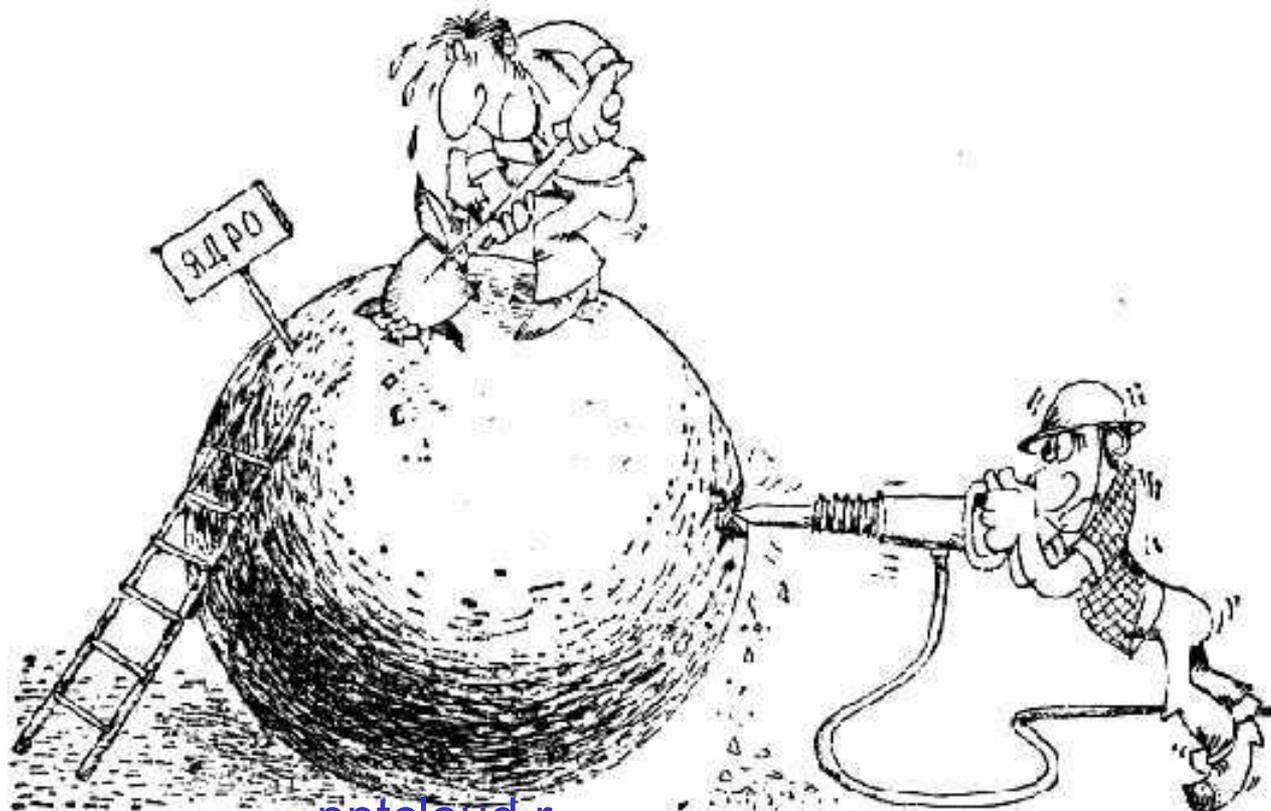


# Урок на тему «Состав ядра атома. Энергия связи атомных ядер. Ядерные силы»



# План урока:

1. Вопросы для повторения.
2. Изучение нового материала.
3. Задачи и вопросы для закрепления пройденного материала.

# Вопросы для повторения

1. Что такое радиоактивность?
2. Из чего состоит атом?
3. Дайте определение понятия «относительная атомная масса».
4. Дайте определение изотопа.
5. Приведите известные вам примеры изотопов.

[назад](#)

# План изучения нового материала

1. Протон и нейтрон. История их открытия.
2. Протонно-нейтронная модель ядра.
3. Состав и размер ядра.
4. Энергия связи нуклонов в ядре.
5. Удельная энергия связи.
6. Ядерные силы и их свойства.

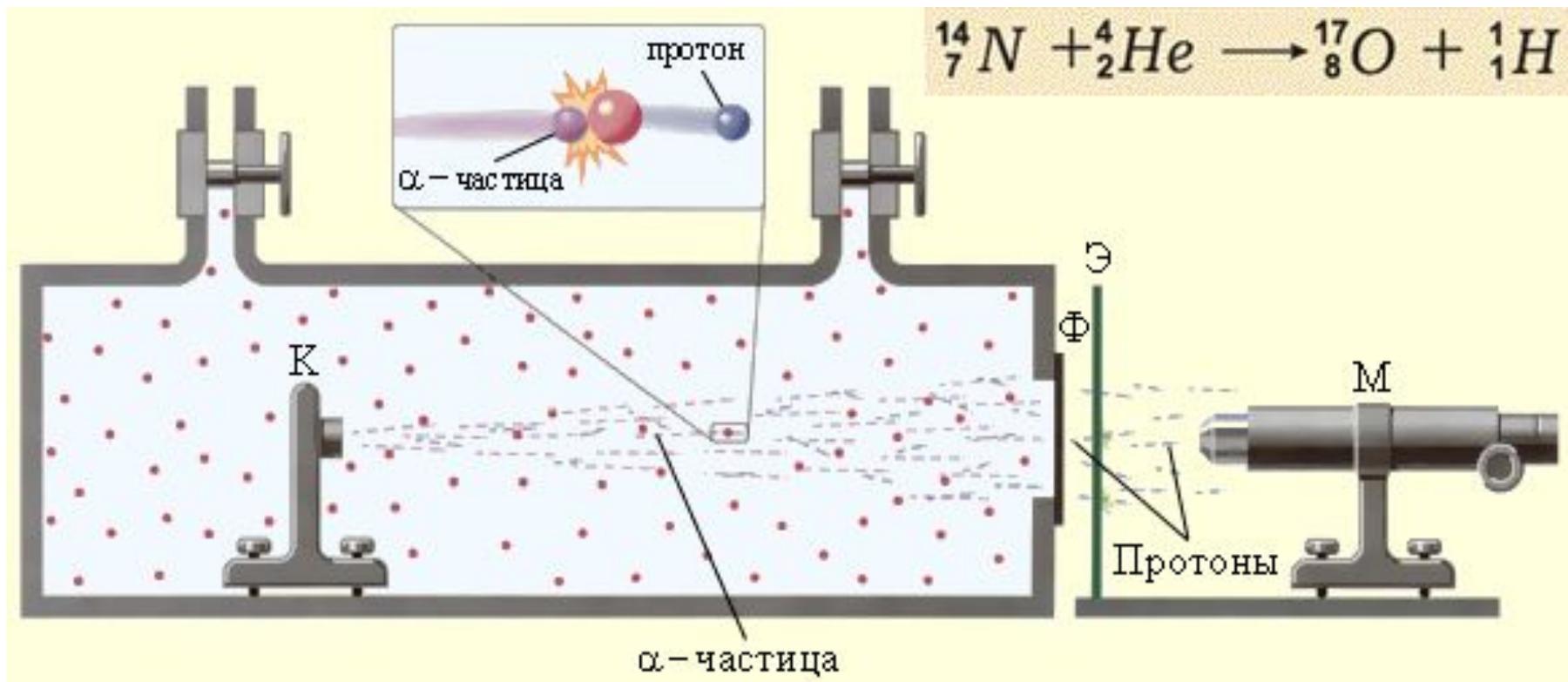
# Открытие протона

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)

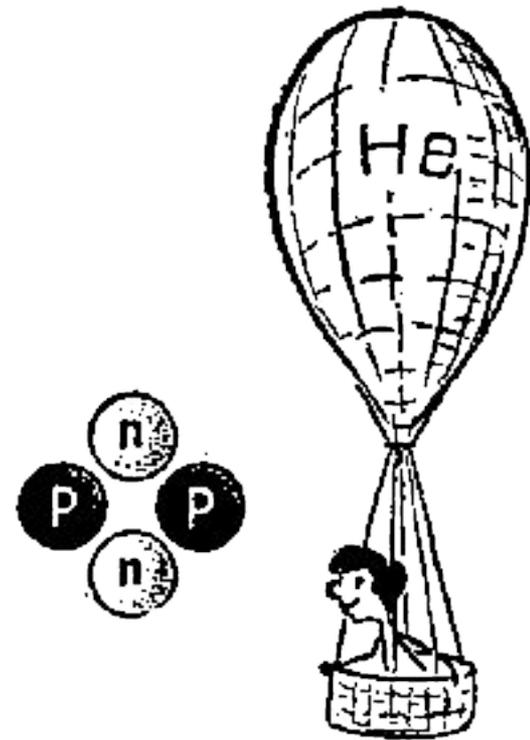


Вернер Карл  
Гейзенберг  
(1901-1976)

# 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.

назад

# Z – зарядовое число, которое показывает:

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

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

- число протонов;

- число электронов в атоме;

- порядковый номер в таблице Менделеева.

[назад](#)

# 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

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

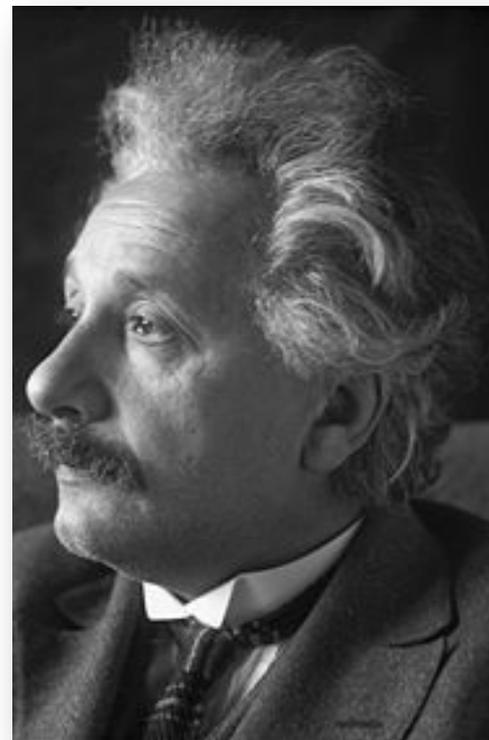
# Энергия связи нуклонов в ядре

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:

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

Дефект массы:

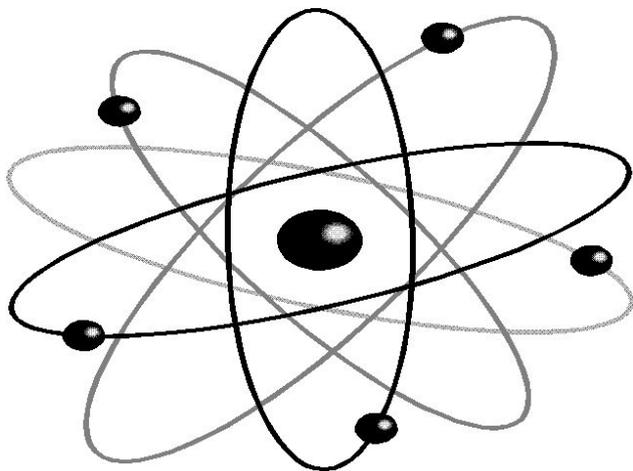
$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$$

# 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

$m$  - массы,  
 $c$  - скорость света в вакууме.



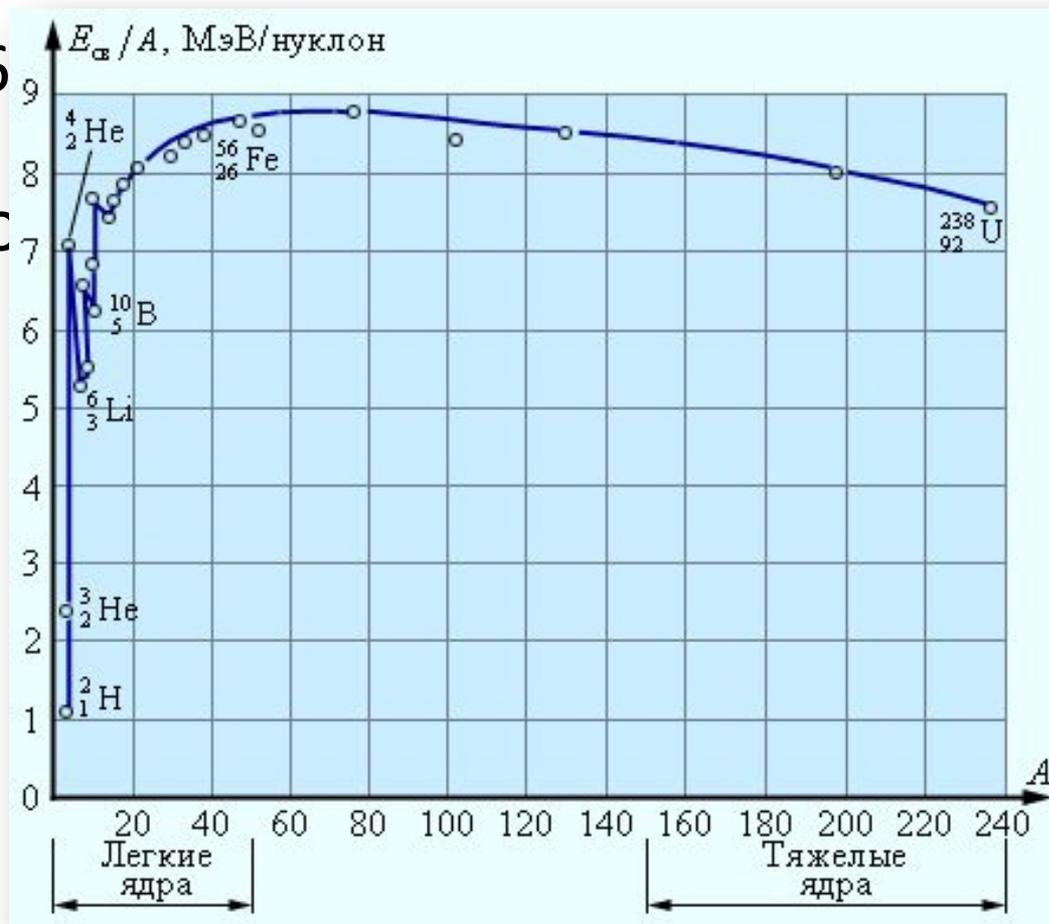
# Удельная энергия связи

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

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

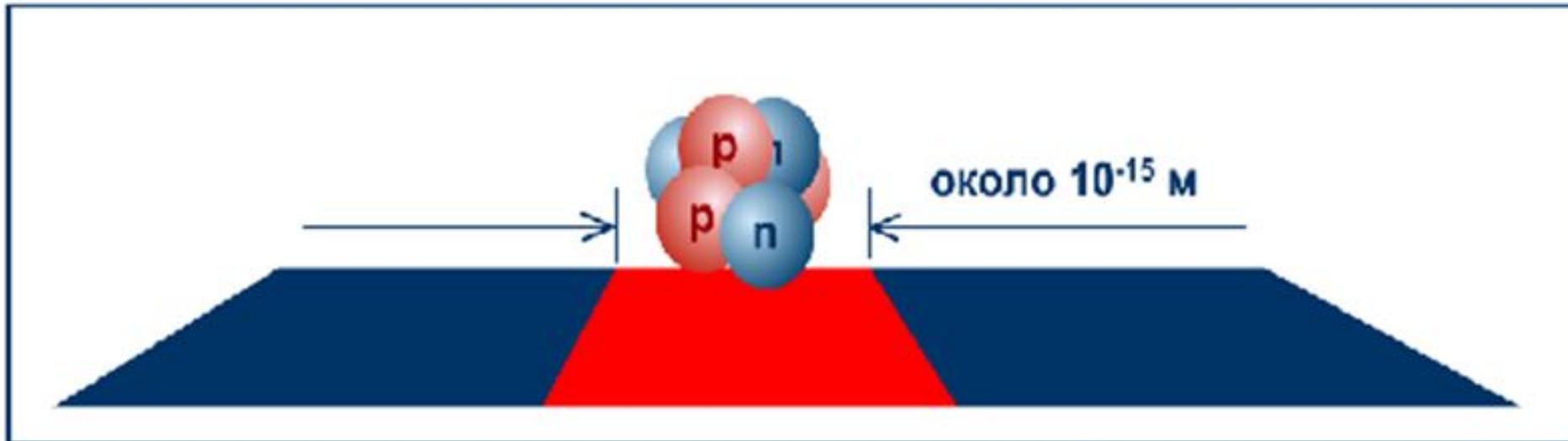
# График удельной связи нуклонов в ядре

- 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 ( $r < 0,5 \text{ Ф}$

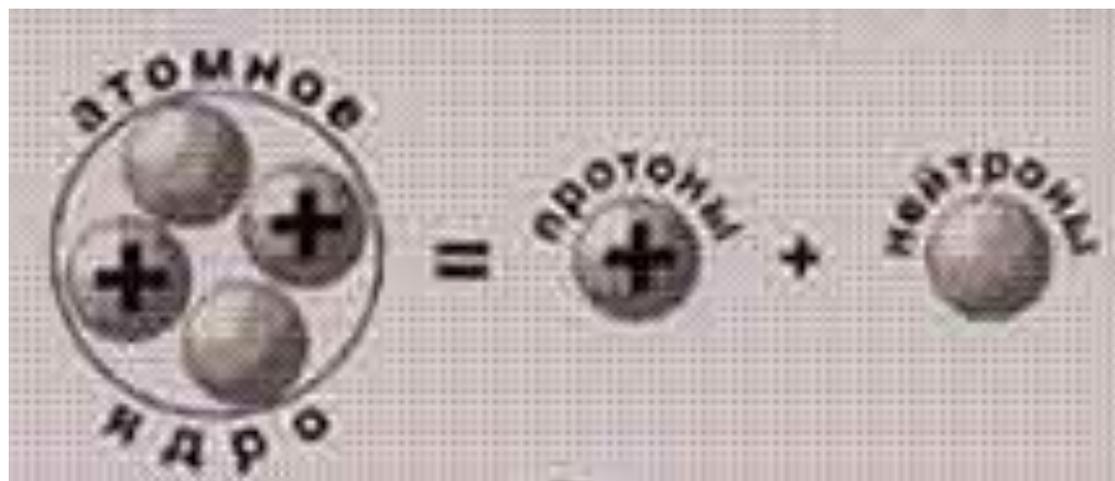
Назад

# Вопросы для закрепления материала:

1. Из каких частиц состоит ядро атома любого элемента? [Ответ.](#)
2. Сколько нуклонов и электронов содержит атом калия? [Ответ.](#)
3. Какому условию удовлетворяют масса покоя ядра и масса образующих его частиц при образовании ядра? [Ответ.](#)
4. Определите энергию связи ядра лития.  
[Ответ.](#)

назад

Ядро атома любого элемента состоит из протонов и нейтронов.



назад



$$A = 39$$

назад



Масса ядра всегда меньше суммы масс нуклонов, из которых оно состоит.

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

назад

**Выразим дефект масс ядра лития  
в килограммах:**

$$\begin{aligned}\Delta m &= 0,0407 \text{ а.е.м.} = 1,6605 * 10^{-27} \text{ кг} * 0,0407 = \\ &= 0,6758 * 10^{-27} \text{ кг}\end{aligned}$$

**Вычислим энергию связи:**

$$\begin{aligned}\Delta E = \Delta mc^2 &= 0,6758 * 10^{-27} \text{ кг} * \left(2,9979 * 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 = \\ &= 6,0737 * 10^{-11} \text{ Дж.}\end{aligned}$$

[назад](#)