

# Энергия связи. Дефект масс.

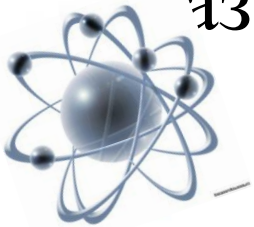
9 класс



Давайте повторим:

## ЗАКОНЧИ ФРАЗУ:

1. В результате альфа – распада порядковый номер элемента в таблице Менделеева....., массовое число.....  
**уменьшается**
2. В результате бета – распада порядковый номер элемента в таблице Менделеева ....., массовое число....  
**уменьшается**
3. Частицу, появляющуюся вместе с электроном, в результате бета – распада звали .....  
**не изменяется**  
**увеличивается**



**антинейтрино**

Давайте повторим:  
запишите ответы в тетрадь

1

1. В результате какого радиоактивного распада плутоний  $\text{Pu}^{239}_{94}$  превращается в уран  $\text{U}^{235}_{92}$ ?
2. Какой изотоп образуется из урана  $\text{U}^{239}_{92}$  после двух бета – распадов?



2

1. В результате какого радиоактивного распада натрий  $\text{Na}^{22}_{11}$  превращается в магний  $\text{Mg}^{22}_{12}$ ?
2. Радиоактивный изотоп нептуния  $\text{Np}^{237}_{93}$  испытал один альфа – распад. Определите какой изотоп образуется

# Проверка

1

1. альфа распад

2.



2

1. бета распад

2.



# АТОМ

ЯДРО

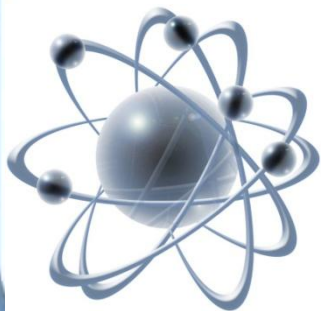
ОБОЛОЧКА

НУКЛОНЫ

ПРОТОНЫ

НЕЙТРОНЫ

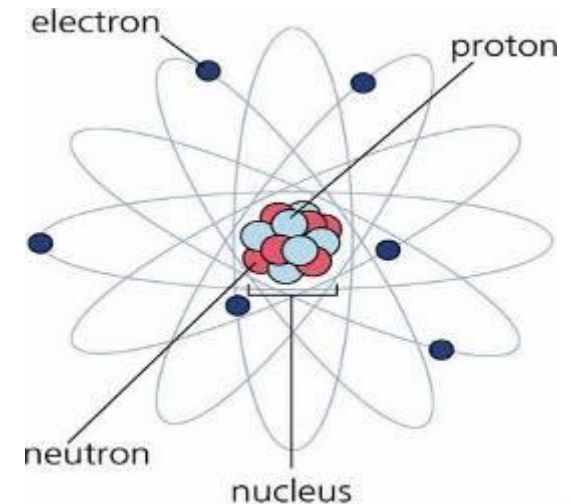
ЭЛЕКТРОНЫ



# Ядерные силы ( сильное взаимодействие) - силы, действующие

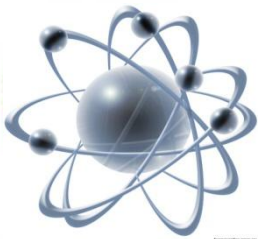
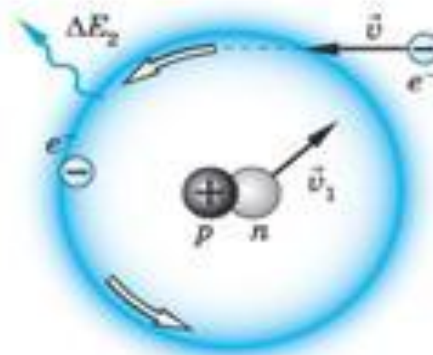
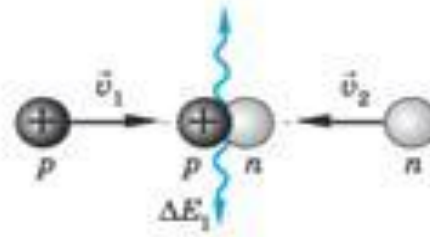
между нуклонами в ядре и обеспечивающие существование устойчивых ядер  
Свойства

- Являются силами притяжения
- Короткодействующие ( $\sim 2 \cdot 10^{-15}$  м)
- Действуют одинаково между p-p p-n n-n



# ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ

- минимальная энергия, необходимая для расщепления ядра на свободные нуклоны; **или** энергия, выделяющаяся при слиянии свободных нуклонов в ядро.



# ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ

Расчетная формула для энергии связи:

$$E_0 = \Delta m c^2$$

(с - скорость света в вакууме)

$$\Delta E_0 = \Delta m c^2$$

$$\Delta m = \frac{\Delta E_0}{c^2}$$



Данная формула выведена 1905 г.

Как закон взаимосвязи массы и энергии А.

Эйнштейном



# ДЕФЕКТ МАСС

Масса покоя ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс свободных нуклонов.

$$M_{\text{я}} < Z \cdot m_{\text{p}} + N \cdot m_{\text{n}}$$
$$M_{\text{я}} < Z \cdot m_{\text{p}} + (A - Z) \cdot m_{\text{n}}$$

Дефект масс - недостаток массы ядра по сравнению с суммой масс свободных нуклонов

Расчетная формула для дефекта масс:

$$\Delta m = (Z \cdot m_{\text{p}} + (A - Z) \cdot m_{\text{n}}) - M_{\text{я}}$$

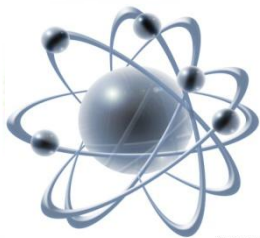
$M_{\text{я}}$  = масса ядра

$m_{\text{p}}$  = масса свободного протона

$m_{\text{n}}$  = масса свободного нейтрона

$Z$  = число протонов в ядре

$N$  = число нейтронов в ядре



# Масса и атомный вес некоторых частиц

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Частица	Символ	Масса, кг	Масса в физической шкале а.е.м.
Электрон	${}^0_{-1}e$	$9,1 \cdot 10^{-31}$	$5,486 \cdot 10^{-4}$
Протон	$p_1^1$	$1,6724 \cdot 10^{-27}$	1,0073
Нейтрон	$n_0^1$	$1,6748 \cdot 10^{-27}$	1,0087
Альфа-частица	$\alpha_2^4$	$6,643 \cdot 10^{-27}$	4,0028

# Решите задачу:

Рассчитаем энергию связи  $\Delta E_0$  ядра атома дейтерия  ${}^2_1\text{H}$ , (т.е энергию необходимую для расщепления ядра в p и n)

Если

масса ядра дейтерия – 2,0141 а.е.м.

масса протона – 1,0073 а.е.м.

масса нейтрона – 1,0087 а.е.м.



# Проверка

Дано:

$$M_{\text{я}} = 2,01410 \text{ а.е.м}$$

$$m_{\text{p}} = 1,0073 \text{ а.е.м}$$

$$m_{\text{n}} = 1,0087 \text{ а.е.м}$$

---

$E_{\text{св}}$  - ?

Решение:

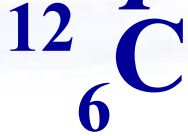
$$E_{\text{св}} = (Z \cdot m_{\text{p}} + N \cdot m_{\text{n}} - M_{\text{я}}) \cdot c^2$$

$$\begin{aligned} E_{\text{св}} &= (1 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м} + \\ &+ 1 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} - \\ &- 2,01410 \text{ а.е.м.}) \cdot 931,5 \text{ МэВ/а.е.м.} \\ &= 1,7 \text{ МэВ} \end{aligned}$$



# Образец

*Определите дефект массы:*



$$M_{\text{я}} = 12 \text{ а.е.м.}$$

$$m_{\text{p}} = 1,0073 \text{ а.е.м.}$$

$$m_{\text{n}} = 1,0087 \text{ а.е.м.}$$

$$\text{ФОРМУЛА: } \Delta m = Z \cdot m_{\text{p}} + N \cdot m_{\text{n}} - M_{\text{я}}$$

Вычисление суммарной массы протонов и нейтронов:

$$6 \cdot m_{\text{p}} + 6 \cdot m_{\text{n}} = 6 \cdot (1,0073 \text{ а.е.м.} + 1,0087 \text{ а.е.м.}) = 12,096 \text{ а.е.м.}$$

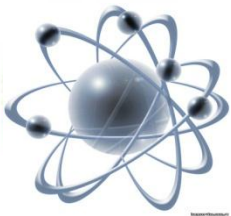
$$12 < 12,096$$

$$12,096 - 12 = 0,096$$

0,096 а.е.м. – **дефект масс**

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$96 \text{ а.е.м.} \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 0,159 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



# Задачи

1. Вычислите дефект масс ядра кислорода  $^{17}_8\text{O}$ .

2. Найти энергию связи ядра изотопа лития  $^7_3\text{Li}$ .

3. В результате захвата альфа-частицы ядром изотопа азота  $^{14}_7\text{N}$  образуется неизвестный элемент и протон.



Написать реакцию и определить неизвестный элемент.

4. При бомбардировке изотопа азота  $^{14}_7\text{N}$  нейтронами получается изотоп углерода  $^{14}_6\text{C}$ , который оказался бета-радиоактивным. Напишите уравнение ядерных реакций.

5. Допишите реакция  $^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} = ? + ^7_3\text{Li}$ .

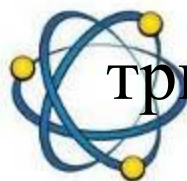
Определите энергию связи ядра гелия.

6. Вычислите энергию связи ядра алюминия  $^{27}_{13}\text{Al}$ , если  $m_p = 1,00728$  а.е.м,

$m_n = 1,00866$  а.е.м.,  $M_{\text{я}} = 26,98146$  а.е.м.

7. Опишите состав атомов  $^{15}_8\text{O}$  и  $^{16}_8\text{O}$ .

8. Найдите дефект масс и энергию связи



третия  $^3_1\text{H}$ .

Решение этих задач мы проверим на  
следующем уроке.

