

Энергия связи. Дефект масс.

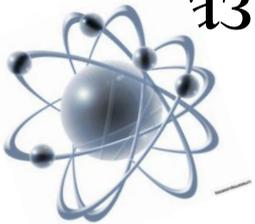
9 класс



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 Pu^{239}_{94} превращается в уран U^{235}_{92} ?
2. Какой изотоп образуется из урана U^{239}_{92} после двух бета – распадов?



2

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

Проверка

1

1. альфа распад

2.



2

1. бета распад

2.



АТОМ

ЯДРО

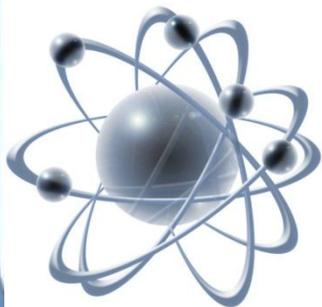
ОБОЛОЧКА

НУКЛОНЫ

ПРОТОНЫ

НЕЙТРОНЫ

ЭЛЕКТРОНЫ

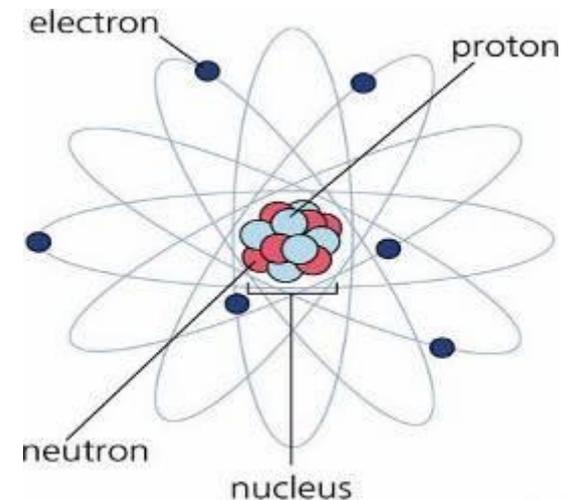


Ядерные силы (сильное взаимодействие)

- силы, действующие между нуклонами в ядре и обеспечивающие существование устойчивых ядер

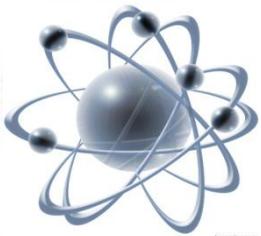
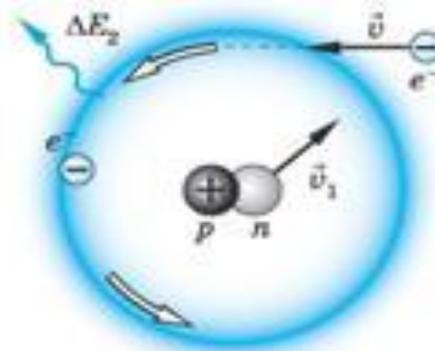
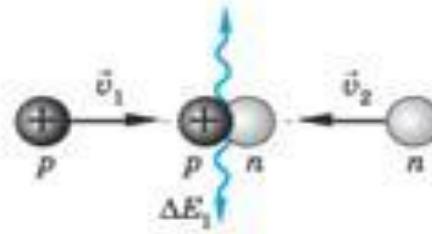
Свойства

- 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:

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

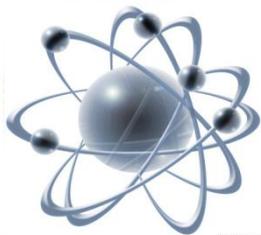
$M_{\text{я}}$ = масса ядра

m_{p} = масса свободного протона

m_{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	α_2^4	$6,643 \cdot 10^{-27}$	4,0028

Решите задачу:

Рассчитаем энергию связи ΔE_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:

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

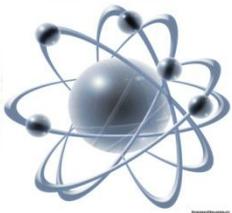
$$12 < 12,096$$

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

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_3Li .

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_1H .

Решение этих задач мы проверим на следующем уроке.

