

Ядерные силы.

**Энергия связи. Дефект
масс.**

Повторение изученного:

- Что происходит с ядром радиоактивного элемента при α – распаде?
- Приведите примеры реакции для α – распада.
- Как читается правило смещения для α – распада?
- Что происходит в ядре атома, претерпевшего β – распад? Какие частицы при этом излучаются? Что происходит с зарядом ядра и почему?
- Сформулируйте правило смещения для β – распада.
- Изменится ли массовое число ядра при β – распаде? Почему?
- Каким видом излучения часто сопровождается α – и β – распад?
- Объясните протонно – нейтронную модель строения ядра.

Ядерные силы

- 1. Ядерные силы действуют между любыми двумя нуклонами: протоном и протоном, протоном и нейтроном, нейтроном и нейтроном.
- 2. Ядерные силы притяжения протонов внутри ядра примерно в 100 раз превосходят силу электрического отталкивания протонов. Более мощных сил, чем ядерные, в природе не наблюдается
- 3. Ядерные силы притяжения являются короткодействующими : радиус их действия составляет около 10^{-15} м.

ДЕФЕКТ МАСС

- Измерения масс ядер показывают, что масса ядра ($M_{\text{я}}$) всегда меньше суммы масс покоя слагающих его свободных нейтронов и протонов.

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

- Дефект масс равен разности между суммарной массой всех нуклонов ядра в свободном состоянии и массой ядра:

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

- Дефект масс является мерой энергии связи атомного ядра.

Энергия связи

- Энергией связи называют энергию, которую надо затратить, чтобы расщепить ядро на свободные нуклоны.
Или это энергия, которая выделяется при образовании ядра из отдельных свободных нуклонов.

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2$$

- В ядерной физике массу частиц выражают в атомных единицах массы (а.е.м.)

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,660566 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

- Энергию связи можно рассчитать в Джоулях, подставляя в расчетную формулу массу в килограммах.
- Однако, в ядерной физике принято выражать энергию в электронвольтах (эВ):

$$1 \text{ эВ} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

- Просчитаем соответствие 1 а.е.м. электронвольтам:

$$1 \text{ а.е.м.} = \frac{1,660566 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2 / \text{с}^2}{1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} / \text{эВ}} = 931 \text{ МэВ}$$

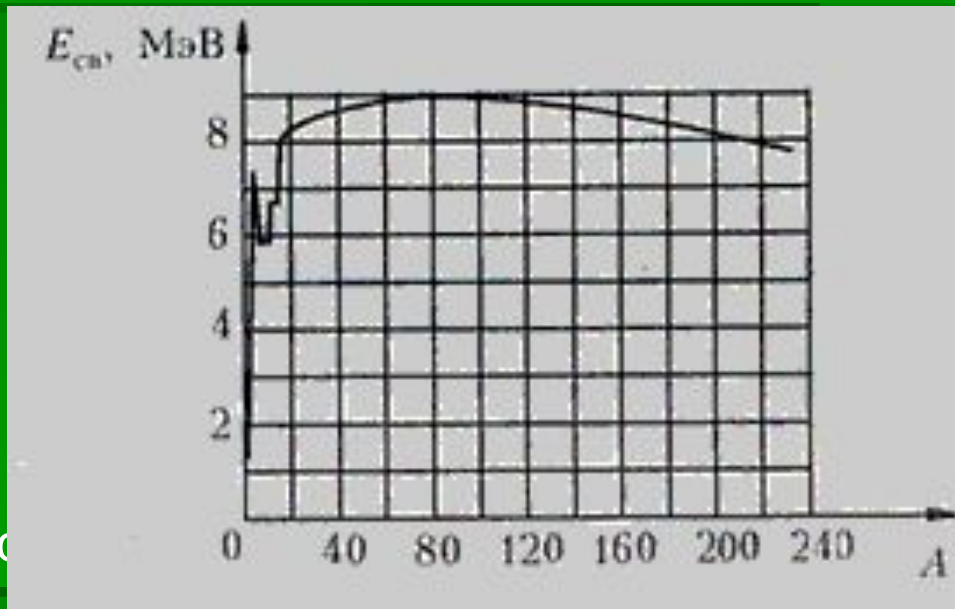
Теперь расчетная формула энергии связи (в электронвольтах) будет выглядеть так:

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ}$$

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. Максимальную удельную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.
- По мере перегрузки ядер нейтронами удельная энергия связи убывает.



Масса и атомный вес некоторых частиц

Частица	Символ	Масса, кг	Масса в физической шкале а.е. м.
Электрон	${}_{-1}^0 e$	$9,1 \cdot 10^{-31}$	$5,486 \cdot 10^{-4}$
Протон	${}_{1}^1 p$	$1,6724 \cdot 10^{-27}$	1,00759
Нейтрон	${}_{0}^1 n$	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00897
Альфа-частица	${}_{2}^4 \alpha$	$6,643 \cdot 10^{-27}$	4,0028

Вычислить дефект масс ${}^4_2\text{He}$,

$M_{\text{я}} = 4.0026$ а.е.м. Какова энергия связи его ядра?

$$\begin{aligned}M_{\text{я}} &= 4,002603 \text{ а.е.м.} \\2m_{\text{n}} &= 2,01730 \text{ а.е.м.} \\2m_{\text{p}} &= 2,015680 \text{ а.е.м.}\end{aligned}$$

$$\Delta m = Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}} - M_{\text{я}}$$

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ}$$

$$\begin{aligned}\Delta m &= 4,032980 - 4,002603 = 0,030377 \text{ а.е.м.} \\E_{\text{св}} &= 0,030377 \text{ а.е.м.} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = 28,2 \text{ МэВ}\end{aligned}$$

$$\frac{E_{\text{св}}}{4} = \frac{28,2 \text{ МэВ}}{4} = 7 \text{ МэВ/нуклон}$$

Задачи:

1. Вычислить дефект масс $^{17}_8\text{O}$,
 $M_{\text{я}} = 15,99491$ а.е.м. Какова энергия
связи его ядра?
2. Вычислить дефект масс ^7_3Li ,
 $M_{\text{я}} = 6.941$ а.е.м. Какова энергия связи
его ядра?

Используемая литература:

- <http://class-fizika.narod.ru/at11.htm>
- А.В. Перышкин., А.Е.М.Гутник,
«Физика» 9 класс: Учебник для
общеобразовательных учебных
заведений. – М., Дрофа, 2014