

Энергия связи атомных ядер

Ядерные реакции

Внутри ядер между нуклонами действуют силы, которые называют ядерными силами.

Это короткодействующие силы, на расстоянии 10^{-15} м. они примерно в 100 раз больше сил электростатического взаимодействия., но на расстоянии 10^{-14} м. они ничтожно малы.

Энергия связи

Для удаления из ядра нуклона, что необходимо сделать?

В следствии чего энергия системы «оставшееся ядро – удаленный нуклон» увеличивается на ΔE , = A внешних сил.

=>, E необходимую для полного расщепления ядра на отдельные протоны и нейтроны - E связи ядра.

По закону взаимосвязи массы и E : $E = mc^2$,

идет увеличение массы частиц на

$$\underline{\Delta m = E/c^2}$$

=>, масса ядра всегда меньше сумм масс составляющих его частиц, взятых в отдельности, т.е.

существует дефект масс, т.е.

$$M_{\text{я}} < Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{п}},$$

разность масс, т.е.

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

В ядерной физике массу частиц выражают в атомных единицах массы. Атомная единица массы = $\frac{1}{12}$ массы атома изотопа углерода - 12

1 а.е.м. = $1,6605655 \cdot 10^{-27}$ кг.

Подсчитаем энергию связи ядра атома гелия:

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

Масс ядра гелия ${}^2\text{He}_4 - 4,002603 \text{ а.е.м}$

Масса отдельных нуклонов

$2 * 0n1 - 2,017330 \text{ а.е.м.}$

$2 * 1H1 - 2,015650 \text{ а.е.м.}$

$4,032980 \text{ а.е.м.}$

Разность масс: $\Delta m = (4,032980 - 4,002603) \text{ а.е.м.},$

а энергия связи: $E = \Delta m c^2,$ т.к.

$1 \text{ а.е.м.} = 1,660566 * 10^{-27} \text{ кг},$ а $c = 3 * 10^8 \text{ м/с},$ то

$\Delta E = 0,030377 * 1,660566 * 10^{-27} \text{ кг} * 9 * 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2,$

или $\Delta E = 0,030377 * 1,660566 * 10^{-11} \text{ Дж.}$

**В ядерной физике энергию принято
выражать в электрон-вольтах.**

$$1\text{эВ} = 1,60219 * 10^{-19} \text{ Дж, то}$$

$$\Delta E = 0,030377 * \frac{1,660566 * 9 * 10^{-11}}{1,60219 * 10^{-19}} \text{ эВ}$$

$$\begin{aligned} & \text{дробь } \frac{1,66056 * 10^{-27} * 9 * 10^{16} \text{ Дж}}{1,60219 * 10^{-19} \text{ Дж/эВ}} \\ & = 931 * 10^9 \text{ эВ} = 931 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

*Не зависит от условия задачи. Поэтому при решении
задач будем записывать так:*

$$\Delta E = \Delta m \text{ а.е.м.} * 931 \text{ МэВ/а.е.м.}$$

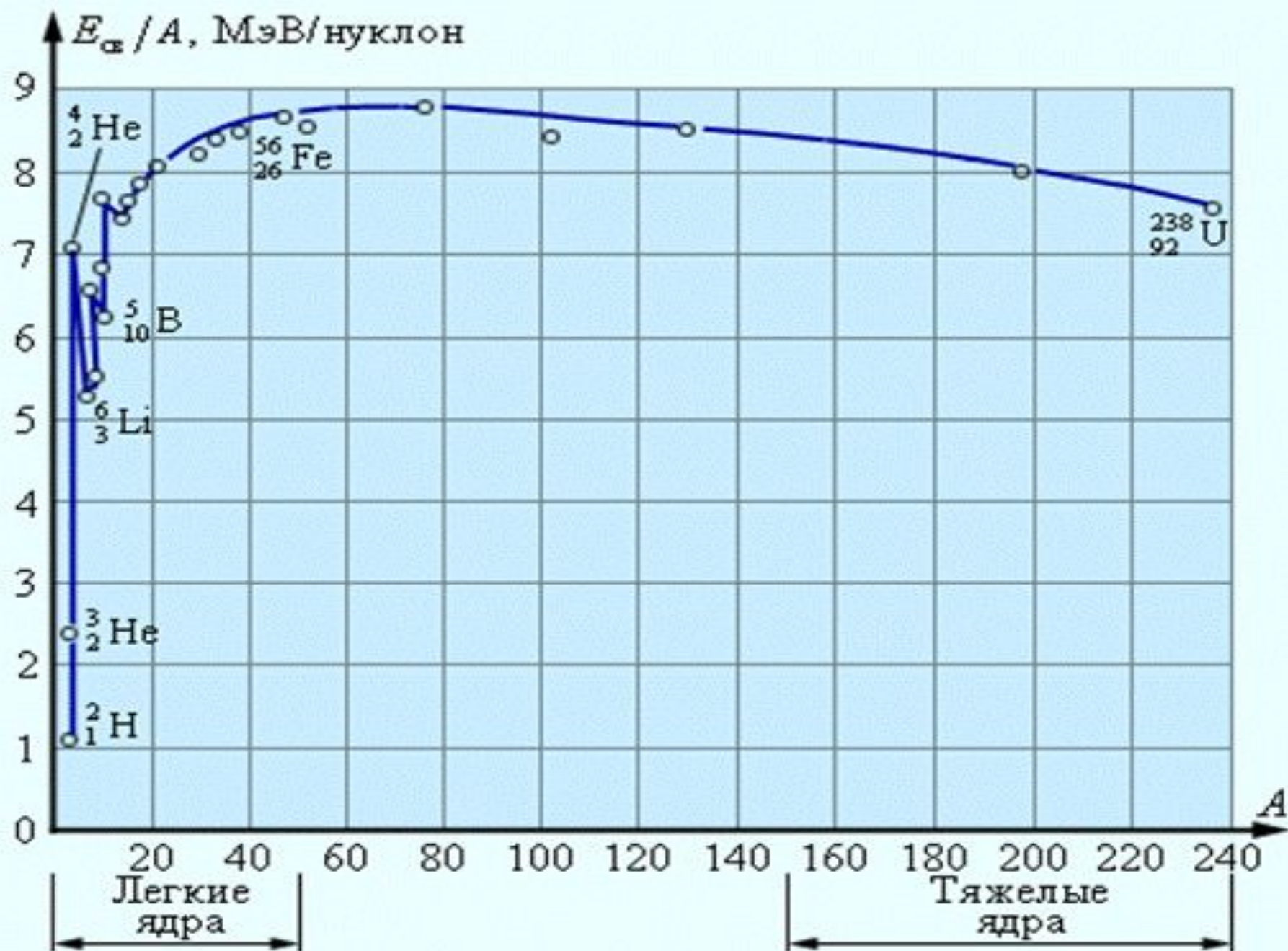
=>, энергия связи ядра атома гелия:

$$\Delta E = 0,030377 * \text{а.е.м.} * 931 \text{ МэВ/а.е.м.} \approx 28,2 \text{ МэВ.}$$

Разделив полную энергию связи ядра атома на число нуклонов в нем, получим удельную энергию связи.

Для ядра атома гелия удельная энергия связи = $28,2 \text{ МэВ} / 4 \approx 7 \text{ МэВ}$ на нуклон.

**На рис приведен график зависимости энергии связи,
приходящейся на один нуклон(удельная энергия связи),
от массового числа А.**



Анализируя график, можно сделать ВЫВОДЫ:

- 1. Удельная энергия связи различна для ядер разных элементов;**
- 2. Наибольшая удельная энергия приходится на ядра с массовыми числами от 40 до 100;**
- 3. В легких ядрах удельная энергия связи уменьшается с уменьшением числа нуклонов в ядре, а в тяжелых она уменьшается с увеличением массового числа.**

Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций.

Ядерными реакциями называют процессы, результатом которых является перестройка атомных ядер.

Ядерные реакции протекают в точном соответствии с законами сохранения (сохранная электрического заряда, импульса, энергии и числа нуклонов).

Например: первая искусственная ядерная реакция



Осуществленную в 1919 году Э Резерфордом.

Массовое число до реакции = 18, после = 18.

Заряд = 9e и до и после реакции.

Энергетический выход ядерной реакции.

Для этого необходимо определить:

1. Массу ядер и частиц до реакции – m_1 ;
2. Массу ядер и частиц после реакции – m_2 ;
3. Изменение массы $\Delta m = m_1 - m_2$;
4. Рассчитать изменение энергии

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