

# Энергия связи атомных ядер



**Энергия связи атомных ядер** – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

Закон сохранения энергии  $\rightarrow$  энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.

Уравнение Эйнштейна между массой и энергией:

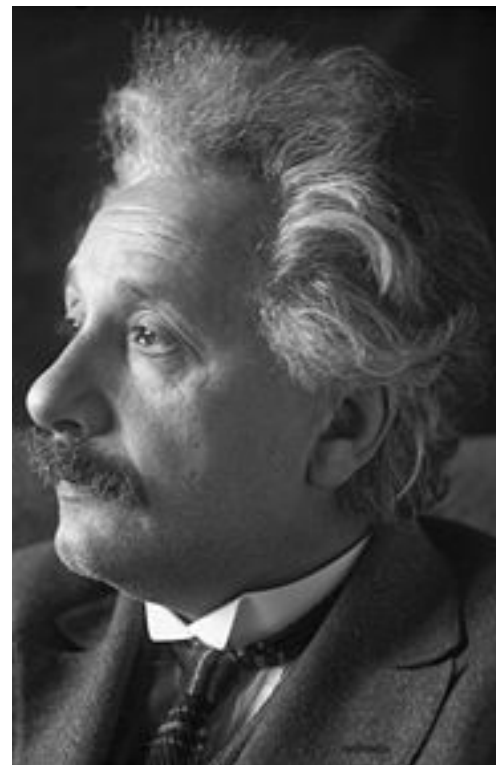
$$E = mc^2$$

Точнейшие измерения масс ядер  $\rightarrow$  масса покоя ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}} \quad \text{- дефект массы.}$$

$$\Delta M > 0$$



Альберт Эйнштейн  
(1879 - 1955)

Уменьшение массы при образовании ядра из частиц уменьшается энергия этой системы частиц на значение энергии связи  $\Delta E_{св}$ :

$$\Delta E_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_я) c^2$$

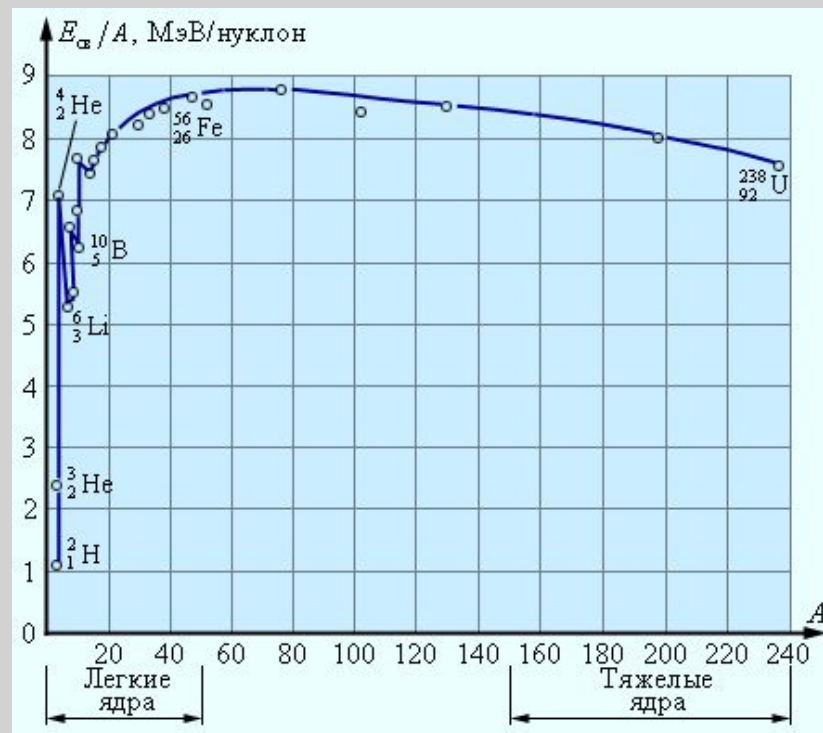
- ядро образуется из частиц;
- частицы за счет действия ядерных сил на малых расстояниях устремляются с огромным ускорением друг к другу;
- излучаются  $\gamma$ - кванты с энергией  $\Delta E_{св}$  и массой  $\Delta M = \frac{\Delta E_{св}}{c^2}$

*Пример:* образование 4 г гелия сопровождается выделением такой же энергии, что и сгорание 1,5 - 2 вагонов каменного угла.

# Удельная энергия связи



- **Удельная энергия связи** – энергия связи, приходящаяся на одну ядерную частицу от массового числа  $A$ .
- Максимальную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.



Уменьшение удельной энергии связи у **легких** элементов объясняется **поверхностными эффектами**.

- Ядерные силы являются короткодействующими.
- Нуклоны, находящиеся на поверхности ядра, взаимодействуют с меньшим числом соседей, чем нуклоны внутри ядра.



- Энергия связи нуклонов на поверхности меньше, чем у нуклонов внутри ядра.
- Чем больше ядро, тем большая часть от общего числа нуклонов оказывается на поверхности. Энергия связи в среднем на один нуклон меньше у легких ядер.

У **тяжелых ядер** удельная энергия связи уменьшается за счет растущей с увеличением  $Z$  кулоновской энергии отталкивания протонов. Кулоновские силы стремятся разорвать ядро.