

АТОМНОЕ ЯДРО

Введение

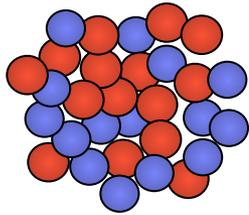
Состав и характеристики атомного ядра

Изотопы

Взаимодействие нуклонов. Ядерные силы

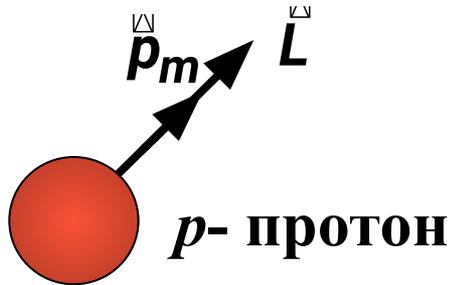
Энергия связи ядра. Дефект массы

Состав и характеристики атомного ядра



$$M_{\text{я}} \sim A \cdot m_1 \quad 1 \text{ а.е.м.} = \frac{1}{12} m_{\text{с}} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$m_e = 0,511 \text{ МэВ}$$

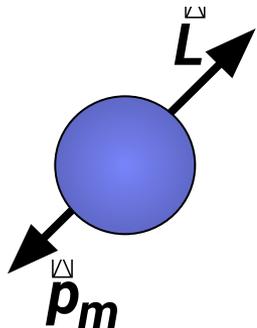


p- протон

$$m_p = 1836,2 m_e \approx 1,627 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 938,3 \text{ МэВ}$$

заряд +1 (в единицах заряда электрона)

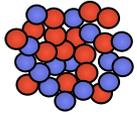
$$\text{спин } \frac{1}{2} \hbar$$



n- нейтрон $m_n = 1838,7 m_e \approx 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 939,6 \text{ МэВ}$

заряд 0 (в единицах заряда электрона)

$$\text{спин } \frac{1}{2} \hbar$$



Z - зарядовое число (число протонов)

Заряд ядра $+Ze$

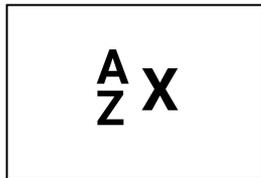
Z - порядковый номер в таблице Менделеева (атомное число)

A - число нуклонов (массовое число)

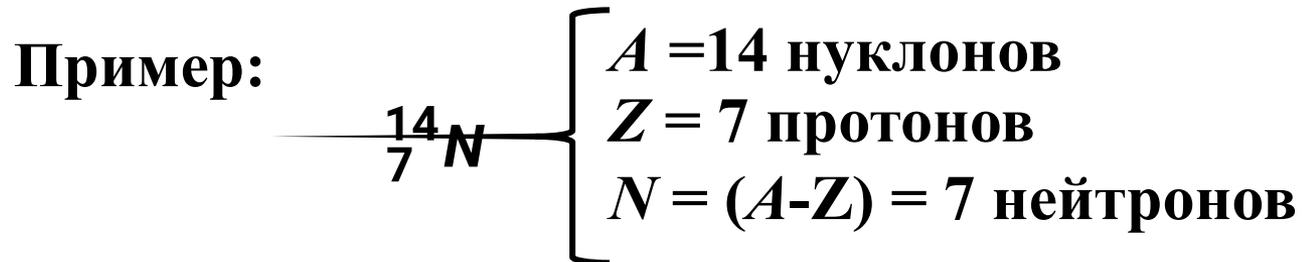
N - число нейтронов

$$N = A - Z$$

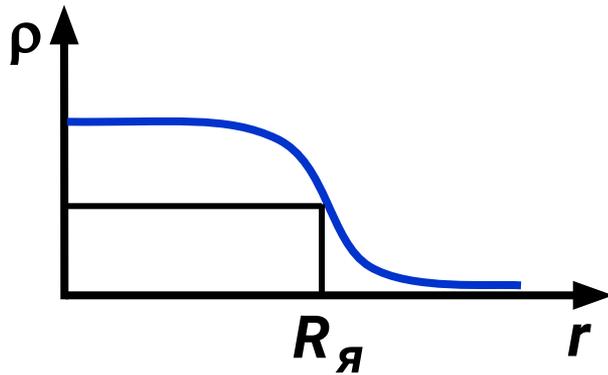
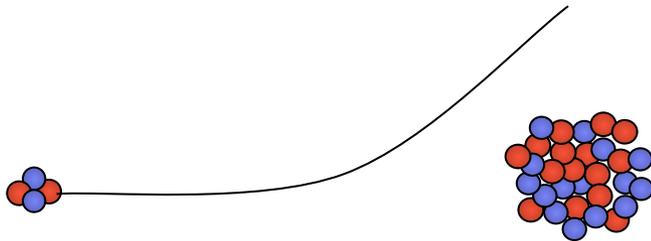
Обозначение ядер:



X - символ химического элемента



Размер ядер



$$R_{\text{я}} \approx (1,2 \cdot 10^{-15}) A^{1/3}$$

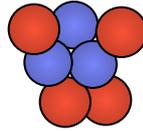
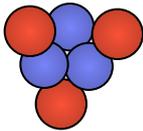
$$1 \text{ фм} = 10^{-15} \text{ м}$$

$$R_{\text{я}} < 10^{-13} \text{ м}$$

$$\rho = \frac{M_{\text{я}}}{4/3\pi R_{\text{я}}^3} = \frac{A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{4/3\pi (1,2 \cdot 10^{-15})^3 A} = 2,3 \cdot 10^{17} \text{ кг / м}^3$$

Изотопы

Химические свойства \longrightarrow Z 



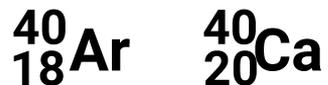
- ИЗОТОПЫ



Большинство элементов имеет несколько изотопов

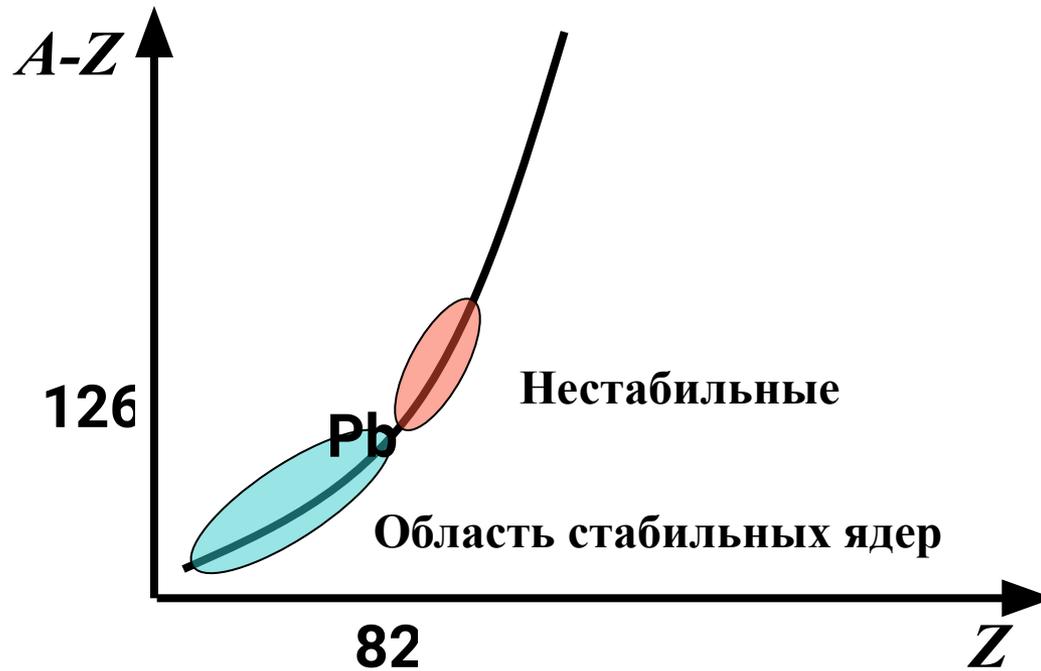


Часть изотопов радиоактивны



- изобары

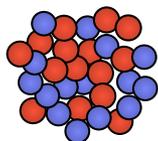
Известно около 1500 ядер, различающихся либо Z , либо A .



Тяжелые ядра перегружены нейтронами.

Тяжелые ядра неустойчивы.

Взаимодействие нуклонов. Ядерные силы



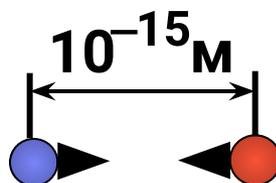
Какие силы?

Почему неустойчивы тяжелые ядра?

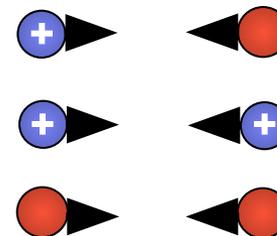
Электроны?

Ядерные силы

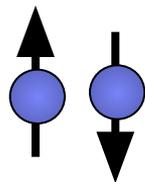
1. Короткодействие



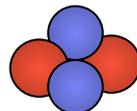
2. Зарядовая независимость



3. Нецентральные



4. Насыщение



α частица

Ядерные силы имеют **обменный** характер

Электромагнитное взаимодействие

$$e \leftrightarrow e + \hbar \omega \quad \Delta E \Delta t \approx \hbar \quad \Delta E \approx \frac{\hbar \omega}{\Delta t} = \frac{\hbar c}{R}$$

$$R \rightarrow \infty$$

$$\Delta E \rightarrow 0$$

$$m \rightarrow 0$$

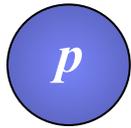


Сильное взаимодействие

$$\bullet \blacktriangleleft ? \blacktriangleright \bullet \quad \Delta t = \frac{R_{\text{я}}}{c} \approx 10^{-23} \text{ с}$$

$$\Delta t \approx \frac{\hbar}{\Delta E} = \frac{\hbar}{mc^2} \quad m = \frac{\hbar}{\Delta t c^2} \approx 250 m_e$$

$$\pi \text{ мезонь} \left[\begin{array}{l} \pi^0 \\ \pi^+ \\ \pi^- \end{array} \right. \quad m_{\pi^+} = 273 m_e$$



$$p \leftrightarrow n + \pi^+$$



$$n \leftrightarrow p + \pi^-$$

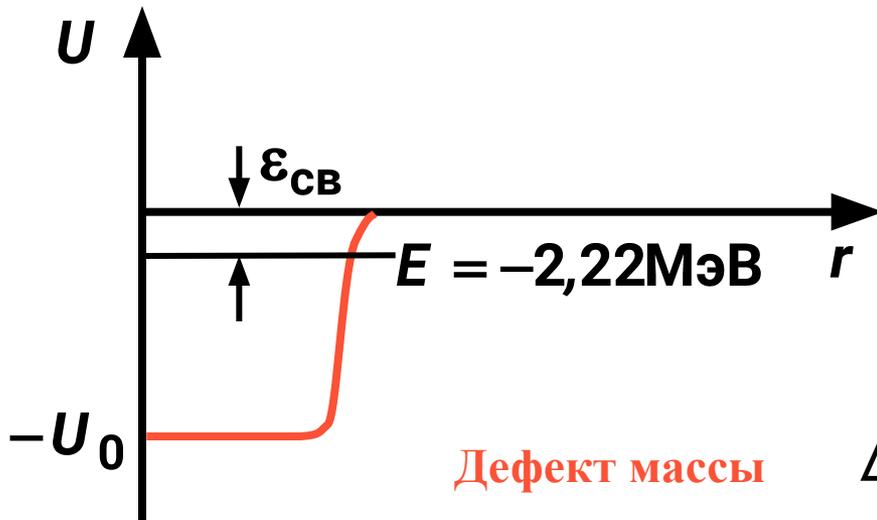
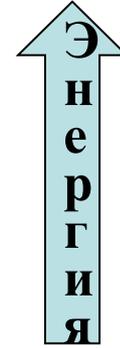
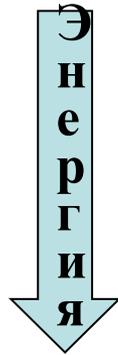


$$p + n \leftrightarrow n + \pi^+ + n$$

$$n + \pi^+ + n \leftrightarrow n + p$$

$$p + n \leftrightarrow n + \pi^+ + n \leftrightarrow n + p$$

Энергия связи ядра. Дефект массы



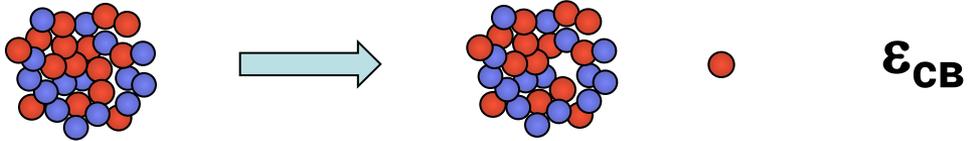
$$\epsilon_{св} = 0 - E = 2,22 \text{ МэВ}$$

$$n + p = n^1 + H_1^1 = D_1^2 + \epsilon_{св}$$

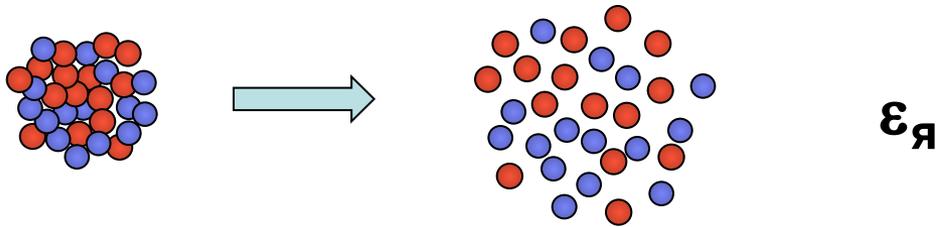
$$\Delta m = (m_n + m_p) - m_D > 0$$

$$\epsilon_{св} = c^2 \Delta m$$

Энергия связи нуклона в ядре



Энергия связи ядра



Удельная энергия связи

$$\epsilon = \frac{\epsilon_{я}}{A}$$

Удельная энергия связи

