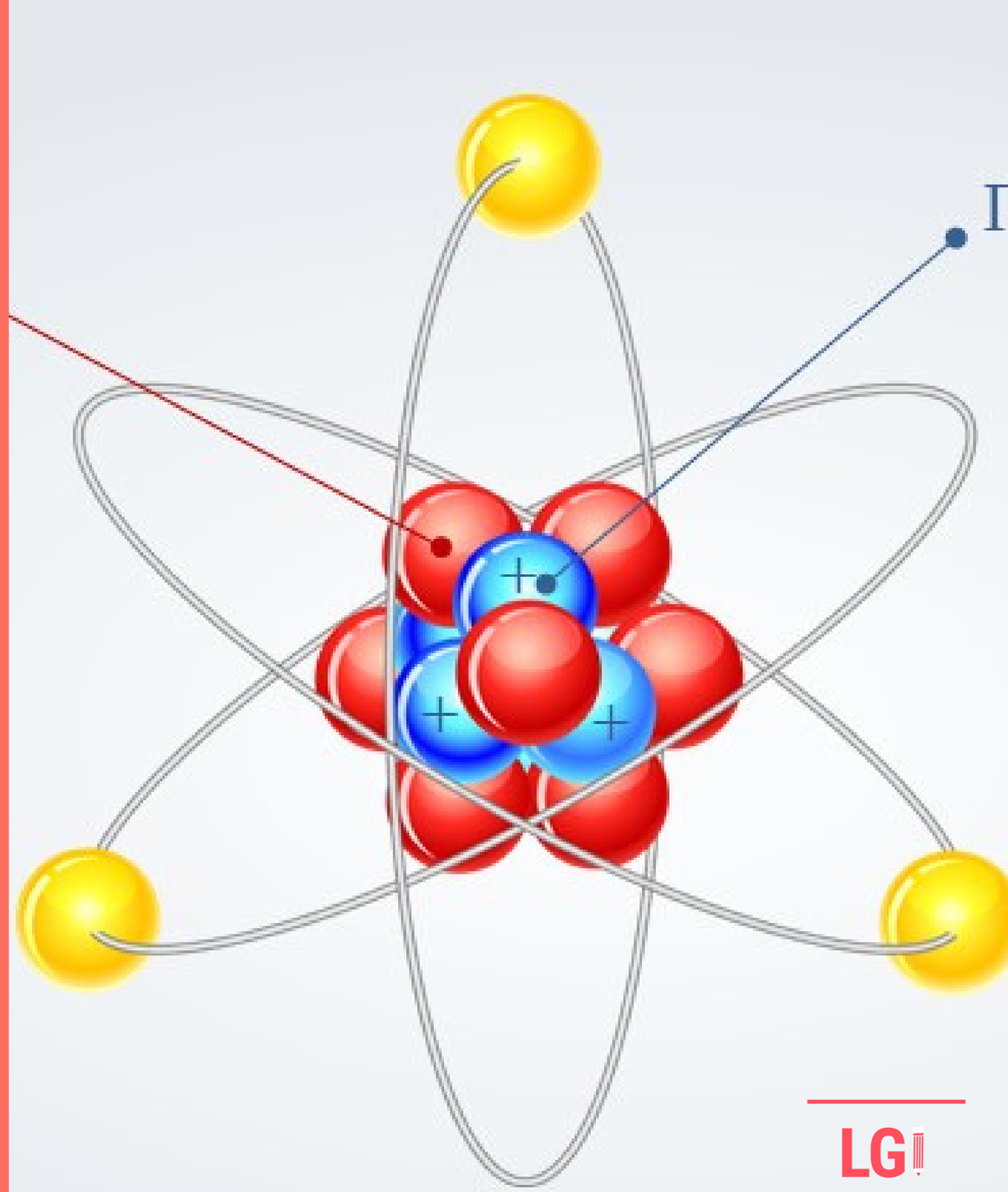
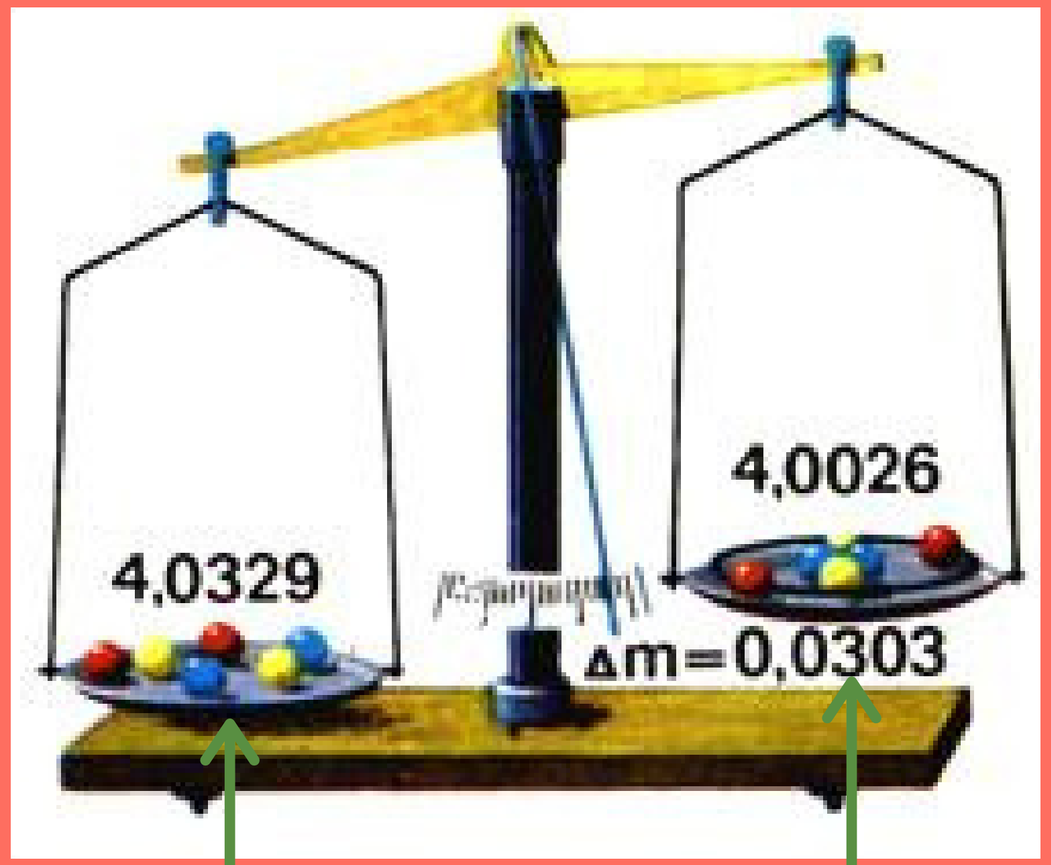
Энергия связи. Дефект массы.

Физика | 9 класс



Дефект массы

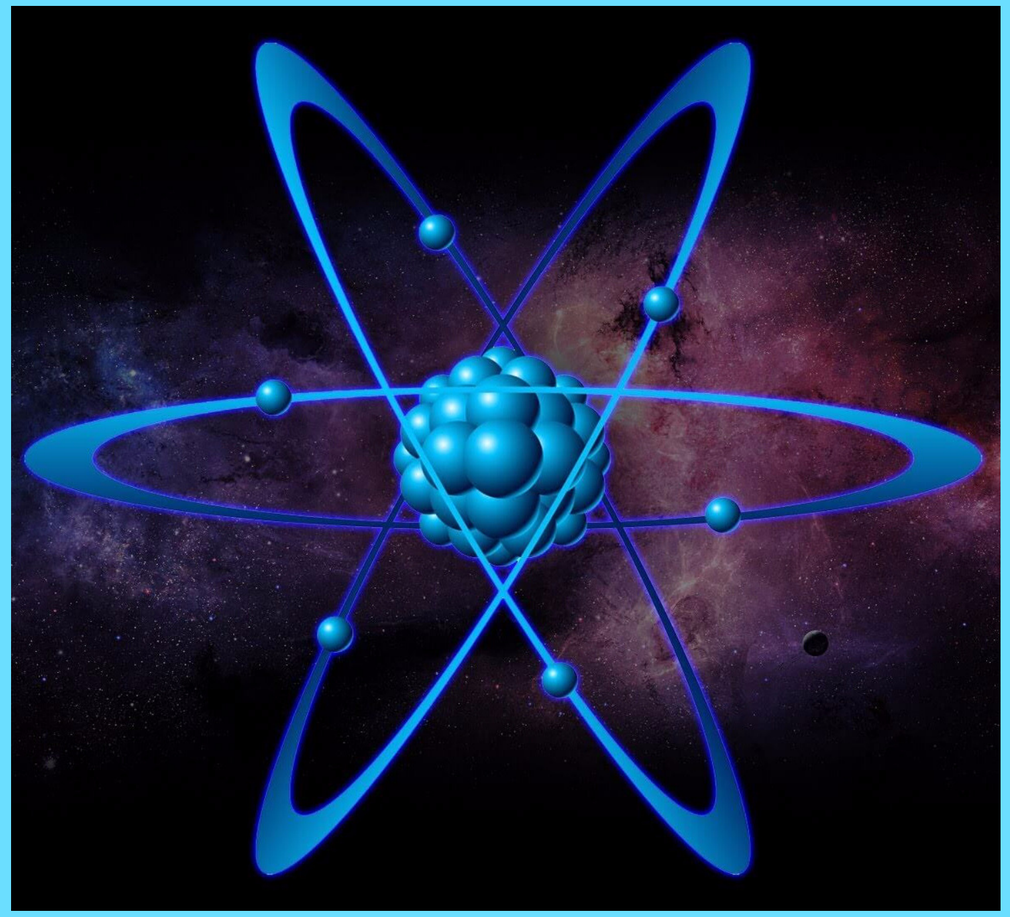


$Zm_p + Nm_n$ $M_я$

Дефектом масс называется разность между суммой масс частиц, образующих связанную систему (ядро), и массой всей этой системы.

$$\Delta m = [Zm_p + Nm_n] - M_я$$

Энергия связи



Энергия связи – это энергия, которую необходимо затратить, чтобы разделить ядро на составляющие его части – отдельные нуклоны, или которая выделится при слиянии нуклонов в ядро.

$$E_{св} = [Zm_p + Nm_n - {}^{A}_{Z}M_я]c^2$$

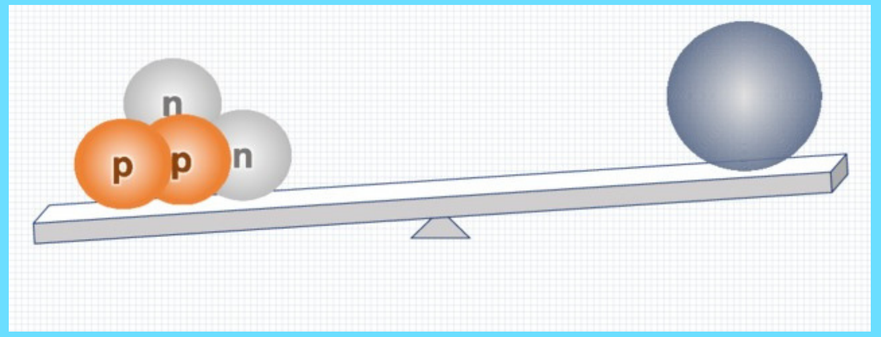
Интересное свойство природы

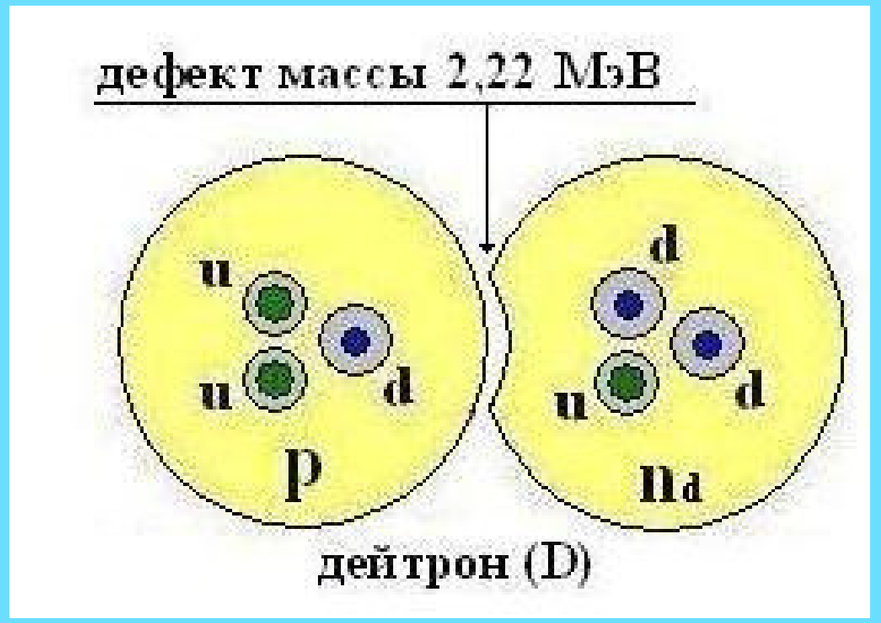
$$M_я < Zm_p + Nm_n$$

$$\Delta m = [Zm_p + Nm_n] - M_я$$

$$\Delta m > 0$$

$$E_{св} = [Zm_p + Nm_n - {}^{A}_{Z}M_я]c^2$$





$1\ \text{а.е.м.} = 1{,}6606 \cdot 10^{-27}\ \text{кг}$ $1\ \text{Дж} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{эВ}$

Масса покоя электрона $= 9{,}1095 \cdot 10^{-31}\ \text{кг} = 0{,}0005486\ \text{а.е.м.}$

Масса покоя протона $= 1{,}6726 \cdot 10^{-27}\ \text{кг} = 1{,}00728\ \text{а.е.м.}$

Масса покоя нейтрона $= 1{,}6749 \cdot 10^{-27}\ \text{кг} = 1{,}00867\ \text{а.е.м.}$

$$E_{св} = \Delta m \cdot c^2$$

$$E_{св} = \Delta m\ \text{а.е.м.} \cdot 1{,}6606 \cdot 10^{-27}\ \text{кг} \cdot (3\ 108\ \text{м/с})^2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{эВ}$$

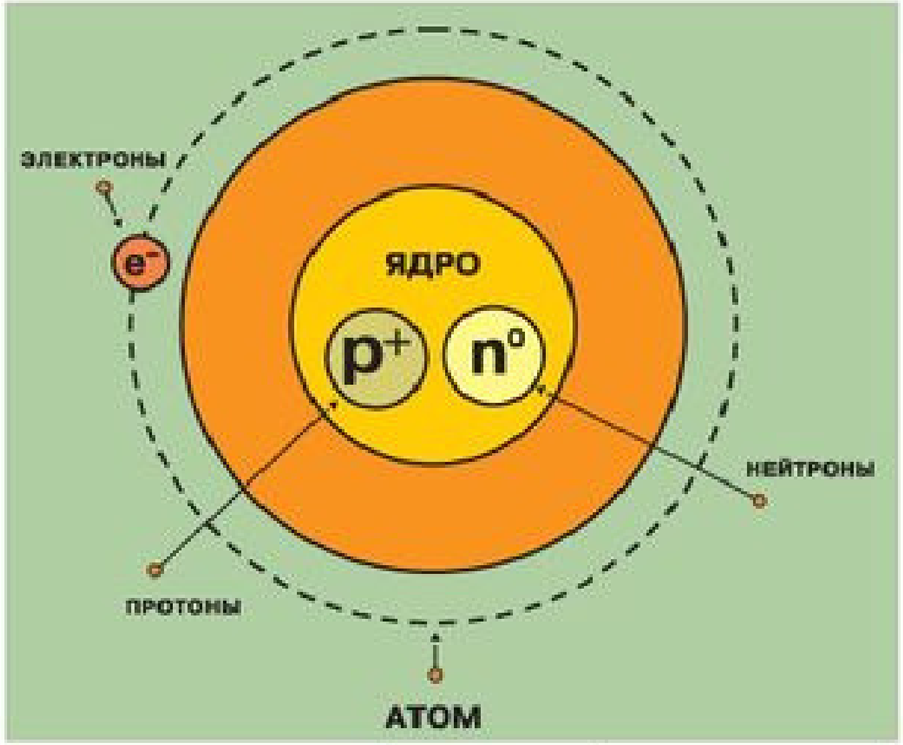
$$E_{св} = \Delta m \cdot 931{,}5\ \text{МэВ}$$

$$E_{уд} = E_{св} / (Z + N)$$

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	$^{1}_{1}H$	$1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	$^{2}_{1}H$	$3{,}3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	$^{3}_{1}H$	$5{,}0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	$^{3}_{2}He$	$5{,}0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а.е.м.
2	гелий	$^{4}_{2}He$	$6{,}6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюминий	$^{27}_{13}Al$	$44{,}7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	$^{13}_{15}P$	$49{,}7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

Элементарная частица	Масса покоя			Электрический заряд	
	кг	m_e	*а.е.м.*	элементарных зарядов	*Кл*
Электрон (*e*)	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$	1	0,00055	1(-)	$1{,}6 \cdot 10^{-19}$
Протон ($^{1}_{1}p$)	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$	1837	1,00758	1(+)	$1{,}6 \cdot 10^{-19}$
Нейтрон ($^{1}_{0}n$)	$1{,}672 \cdot 10^{-27}$	1839	1,00893	—	—



Частица	Заряд	Масса
Электрон e^-	-1	0
Протон p^+	+1	1
Нейтрон n^0	0	1

Задача № 1

Вычислите дефект масс ядра кислорода $^{17}_{8}O$.

Дано:

$^{17}_{8}O$

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_я = 28{,}2282 \cdot 10^{-27}$ кг

$\Delta m = ?$

Решение:

Дефект массы ядра равен:

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_я$.

Из символической записи элемента $^{17}_{8}O$ следуст, что $A = 17$ и $Z = 8$, т.е. в состав ядра кислорода входит 8 протонов и 9 нейтронов: $N = A - Z = 17 - 8 = 9$.

Тогда выражение для дефекта масс можно записать:

$\Delta m = 8 \cdot 1{,}6724 \cdot 10^{-27} + 9 \cdot 1{,}6748 \cdot 10^{-27} - 28{,}2282 \cdot 10^{-27} = 0{,}1656 \cdot 10^{-27} =$

$= 1{,}656 \cdot 10^{-28}$ кг

Ответ: $\Delta m \approx 1{,}6 \cdot 10^{-28}$ кг.

Задача № 2

Найти энергию связи ядра изотопа лития $^{7}_{3}Li$.

Дано:

$^{7}_{3}Li$

$m_p = 1{,}6724 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}6748 \cdot 10^{-27}$ кг

$M_Я = 11{,}6475 \cdot 10^{-27}$ кг

$c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с

$E_{СВ} - ?$

Решение:

Энергия связи ядра $E_{СВ} = \Delta m \cdot c^2$, где

Δm – дефект массы ядра:

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_Я$.

Отсюда $E_{СВ} = [Z \cdot m_n + (A - 2)\, m_n - M_Я] \cdot c^2$.

Из символической записи изотопа лития $^{7}_{3}Li$ видим, что $A = 7$ и $Z = 3$, т.е. в ядре изотопа лития 7 нуклонов, из них 3 протона и 4 нейтрона ($N = A - Z$).

Подставив значения A и Z в выражение энергии связи, получим:

$E_{СВ} = [3 \cdot m_p + 4\, m_n - M_Я] \cdot c^2$

$E_{СВ} = [3 \cdot 1{,}6724 \cdot 10^{-27} + 4 \cdot 1{,}6748 \cdot 10^{-27} - 11{,}6475 \cdot 10^{-27}] \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 0{,}6201 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 5{,}58 \cdot 10^{-13}$ Дж

Ответ: $E_{СВ} = 5{,}58 \cdot 10^{-13}$ Дж.

1 вариант

Определите дефект масс, энергию связи и удельную энергию связи атома

Международный союз чистой и прикладной химии (ИЮПАК) назвал 112-й элемент периодической системы химических элементов в честь Николая Коперника - Коперниций (Copernicium).

112
Cn
285

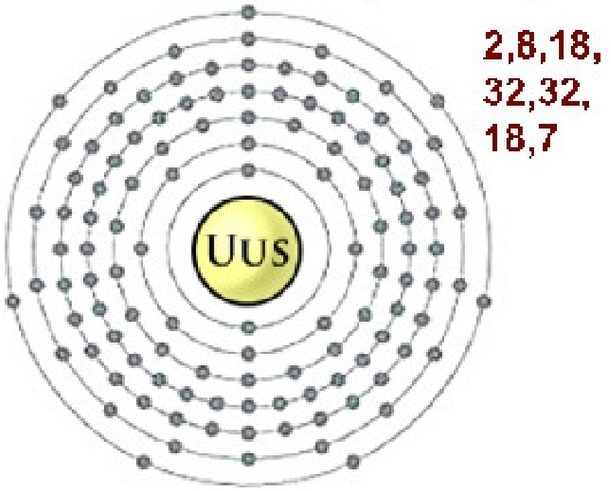
2 вариант

Определите дефект масс, энергию связи и удельную энергию связи атома

7 апреля 2010 года российские ученые из Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне вместе с коллегами из США синтезировали 117-й элемент таблицы Менделеева.

117
Uus
293

117 Унунсептий (Ununseptium)



2,8,18,
32,32,
18,7