

## Единицы измерения энергии

При решении задач в ядерной физике часто применяют непривычные нам единицы измерения. С одной из них вы уже знакомы, это единица измерения массы 1 а.е.м. (атомная единица массы).

Напомню,  $1 \text{ а.е.м} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

В ядерной физике принято измерять энергию в эВ(электронвольт) и в МэВ(мегаэлектронвольт)

**Один эВ(электронвольт) – это энергия ,которую приобретает электрон пролетая в электрическом поле между точками с напряжением между ними в 1В**

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ} \approx 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

Тогда для вычисления энергии связи удобно пользоваться переводным коэффициентом для массы и энергии.

Дефекту массы в 1 а. е. м. соответствует энергия, равная

$$\Delta E = \Delta m c^2 \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \approx 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 931,5 \text{ МэВ.}$$

**Обратите внимание!**

Для выражения изменения энергии системы в мегаэлектронвольтах нужно изменение массы системы в **атомных единицах массы(а.е.м.)** умножить на переводной коэффициент **931,5 МэВ/а. е. м.**

$$1 \text{ а. е. м.} = 931,5 \text{ МэВ.}$$

Тогда формула для расчета энергии связи будет выглядеть следующим образом

$$E_{\text{св}} = \Delta m \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}}$$

Разберем пример решения задачи с учетом новых единиц измерения.

### Задача

Вычислите энергию связи нуклонов в ядре атома изотопа кислорода  ${}^24_8\text{O}$ . Масса ядра изотопа кислорода равна  $M_{\text{я}} = 24,02047$  а. е. м., масса свободного протона равна  $m_p = 1,00728$  а. е. м. Масса свободного нейтрона равна  $m_n = 1,00866$  а. е. м. (Ответ запиши с точностью до десятых).

**Дано:**

$${}^24_8\text{O}$$
$$M_{\text{я}} = 24,02047 \text{ а. е. м.};$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а. е. м.};$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а. е. м.};$$

$$E_{\text{св}} = ?$$

**Решение.**

1. Дефект массы атомного ядра можно вычислить по формуле:

$$\Delta m = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}$$

$Z$  — количество протонов в ядре изотопа. Это число равно зарядовому числу, которое записывается в нижнем индексе изотопа. В нашем случае  $Z = 8$ .

Рассчитаем количество нейтронов в данном изотопе. Количество нейтронов равно разности между массовым и зарядовым числом изотопа атома. Массовое число записывается в верхнем индексе изотопа.

В нашем случае  $A = 24$ .

А значит, количество нейтронов равно:

$$N = A - Z = 16.$$

2. Для расчёта энергии связи, выраженной в мегаэлектронвольтах, необходимо умножить дефект масс на  $\frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}}$  переводной коэффициент 931,5. А значит, энергию связи ядра можно рассчитать по формуле:

$$E_{\text{св}} = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}) \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}}$$

Подставим известные нам значения и рассчитаем дефект масс ядра изотопа кислорода.

$$\Delta E = (8 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м.} + 16 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.} - 24,02047 \text{ а.е.м.}) \cdot 931,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} = 164,3 \text{ а. е. м.}$$

**Ответ:**  $E_{\text{св}} = 164,3 \text{ МэВ.}$