

## Задача № 11.

Считая, что минимальная энергия  $E$  нуклона (протона или нейтрона) в ядре равна 10МэВ, оцените, исходя из соотношения неопределённостей, линейные размеры ядра.

*Решение:*

Импульс нуклона в ядре равен:

$$p = \langle p \rangle + \Delta p \quad (1)$$

где  $\langle p \rangle$  - среднее значение импульса нуклона,  $\Delta p$  - неопределённость импульса. Если среднее значение импульса равняется нулю  $\langle p \rangle = 0$ , то минимальное значение импульса имеет порядок его неопределённости, то есть  $p_{\min} = \Delta p$ . Отсюда следует, что минимальная энергия нуклона в ядре равняется:

$$E_{\min} = \frac{\Delta p^2}{2m} \quad (2)$$

Из уравнения (2) найдём неопределённость импульса нуклона в ядре:

$$\Delta p = \sqrt{2mE_{\min}} \quad (3)$$

где  $m = 1.6 \cdot 10^{-27}$  кг - масса нуклона. Воспользуемся первым соотношением неопределённостей Гейзенберга:

$$\Delta p_x \Delta x \approx \hbar \quad (4)$$

В нашем случае неопределённость импульса  $\Delta p = \sqrt{2mE_{\min}}$ , а  $\Delta x = l_{\min}$  - минимальные линейные размеры ядра. Поэтому выражение (4) можно переписать в следующем виде:

$$\sqrt{2mE_{\min}} \cdot l_{\min} \approx \hbar \quad (5)$$

Из выражения (5) можно оценить минимальные линейные размеры ядра  $l_{\min}$ :

$$l_{\min} \approx \frac{\hbar}{\sqrt{2mE_{\min}}} = 1.47 \cdot 10^{-15} \text{ м} \quad (6)$$

**Ответ:**

$$l_{\min} = 1.47 \cdot 10^{-15} \text{ м}.$$