

### Задача № 13.

Покажите, используя соотношение неопределённостей, что электроны не могут входить в состав атомного ядра. Линейные размеры ядра считать равными  $5 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ , а энергию связи нуклонов в ядре равной 10 МэВ.

*Решение:*

Предположим, что электрон входит в состав ядра, то есть его местоположение сосредоточено в области с линейными размерами порядка размеров ядра  $l = 5 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ . Воспользуемся первым соотношением неопределённостей Гейзенберга:

$$\Delta p_x \Delta x \approx \hbar \quad (1)$$

Определим из него неопределённость импульса электрона, учитывая наше предположение:

$$\Delta p \approx \frac{\hbar}{l} \quad (2)$$

Значение импульса электрона равняется:

$$p = \langle p \rangle + \Delta p \quad (3)$$

где  $\langle p \rangle$  - среднее значение импульса электрона, а  $\Delta p$  - его неопределённость. Из выражения (3) можно сделать вывод, что минимальное значение импульса электрона имеет порядок его неопределённости, так как в этом случае нужно положить  $\langle p \rangle = 0$ , то есть  $p_{\min} = \Delta p$ . Тогда минимальное значение кинетической энергии электрона находится следующим образом:

$$K_{\min} = \frac{\Delta p^2}{2m} = \frac{\hbar^2}{2ml^2} = 1.5 \text{ ГэВ} \quad (4)$$

Мы получили значение кинетической энергии электрона в  $\approx 150$  раз превосходящее значение энергии связи нуклонов в ядре, что доказывает, что электрон не может входить в состав атомного ядра.

**Ответ:** Электрон в состав атомного ядра входить не может на основании соотношения неопределённостей Гейзенберга.