

Задача № 12.

Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10эВ. Используя соотношение неопределённостей, оцените минимальные линейные размеры атома.

Решение:

Импульс электрона в атоме водорода равен:

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

где $\langle p \rangle$ - среднее значение импульса электрона в атоме водорода, а Δp - неопределённость импульса. Из выражения (1) следует, что минимальное значение импульса электрона в атоме водорода по порядку величины равняется его неопределённости $p_{\min} = \Delta p$ в случае, когда среднее значение импульса равняется нулю $\langle p \rangle = 0$. В этом случае минимальная кинетическая энергия электрона K_{\min} определяется следующим образом:

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

Отсюда найдём неопределённость импульса:

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

где $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ - масса электрона. Воспользуемся первым соотношением неопределённостей Гейзенберга:

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

В нашем случае неопределённость импульса $\Delta p = \sqrt{2mK_{\min}}$, а $\Delta x = l_{\min}$ - минимальные линейные размеры атома. В этом случае выражение (4) примет вид:

$$\sqrt{2mK_{\min}} \cdot l_{\min} \geq \hbar \quad (5)$$

Отсюда найдём минимальные линейные размеры атома водорода l_{\min} :

$$l_{\min} \geq \frac{\hbar}{\sqrt{2mK_{\min}}} = 6.18 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (6)$$

Ответ:

$$l_{\min} = 6.18 \cdot 10^{-11} \text{ м}.$$

