

Римонов Степан РЛБ-41

Домашнее задание № 1

Вариант: 12

№ 5.1.12

Исходя из предположения, что заряд атомного ядра равномерно распределен по его объему, покажите, используя соотношение неопределенностей, что электроны не могут входить в состав ядра. Линейные размеры ядра считать равными $5 \cdot 10^{-15} \text{ м}$

Дано: Решение:

$l = 5 \cdot 10^{-15} \text{ м}$ Будем считать, что электрон входит в состав ядра размера l . По 1-му соотношению Гейзенберга:

$$\Delta p \cdot \Delta x \sim \hbar \Rightarrow \Delta p \sim \frac{\hbar}{l}$$

Тогда значение импульса электрона:

$$p = \langle p \rangle + \Delta p,$$

где $\langle p \rangle$ - среднее значение импульса электрона $\langle p \rangle = 0$. Тогда

$$p = \Delta p$$

Найдем кинетическую энергию электрона:

$$E_k = \frac{p^2}{2m_e} = \frac{\Delta p^2}{2m_e} = \frac{\hbar^2}{2m_e L^2} \approx 1,5 \cdot 10^9 \text{ эВ}$$

Полученное значение $\gg 100$ раз больше энергии связи нуклонов в ядре. Это доказывает, что электрон не может входить в состав атомного ядра.

Ответ: не может.

№ 5.2.12

Электрон с энергией $E = 4,9 \text{ эВ}$ налетает на прямоугольный потенциальный барьер высотой $U = 5 \text{ эВ}$. Определите, при какой ширине барьера L коэффициент прохождения электрона через барьер D будет равен $\eta = 0,2$?

Дано:

$$U = 4,9 \text{ В}$$

$$E = 5 \text{ эВ}$$

$$\eta = 0,2$$

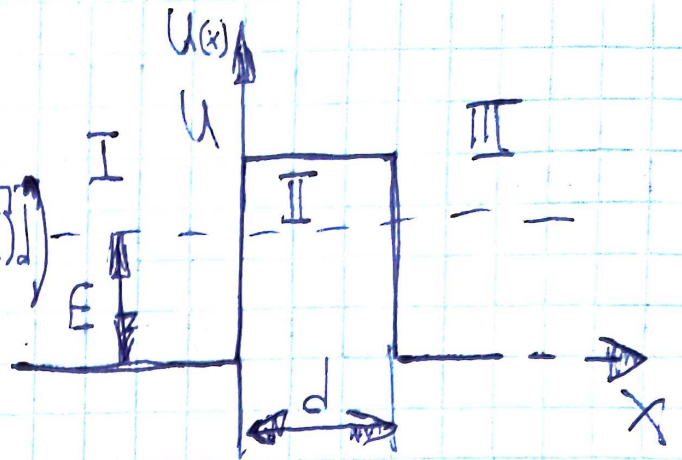
$d = ?$

Решение:

$$D = \exp\left(-\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)} d\right)$$



m — масса электрона



$$\ln D = -\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)} d$$



$$d = \frac{\hbar \ln\left(\frac{1}{D}\right)}{2\sqrt{2m(U-E)}}$$

$$d \approx 5 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 0,5 \text{ нм}$$

Ответ: $d \approx 0,5 \text{ нм}$