

## Решения задач домашнего задания к лекции №6.

### Задача 1.

Считая электрон классической частицей, движущейся вокруг ядра водорода по круговой орбите, определите для первой орбиты его скорость из классических соображений и точность определения этой скорости из соотношения неопределённостей. Радиус первой орбиты электрона считать равным  $0.5 \text{ \AA}$ .

*Указание:* Считать, что точность определения координаты электрона в атоме примерно равна диаметру его классической орбиты.

**Решение:**

Из классических законов динамики  $m \frac{V^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}$ , откуда  $V = \sqrt{k \frac{e^2}{m r}} = c \sqrt{k \frac{e^2}{r} \times \frac{1}{m c^2}}$ . Под корнем стоит отношение кулоновской энергии в атоме водорода (примерно 26 эВ) к энергии покоя (примерно 500,000 эВ). Поэтому  $V = c \sqrt{\frac{26}{500000}} \approx 0.007 c \approx 2 \times 10^6 \text{ м/с}$ .

Неопределённость скорости из соотношения неопределённостей  $\delta V = \frac{\delta p}{m} \simeq \frac{\hbar}{m r} = 2 \times 10^6 \text{ м/с}$ . Эта неопределённость совпадает с классической скоростью, что говорит о невозможности представления о движении электрона по орбите для нижних энергетических уровней.

### Задача 2.

Оцените точность определения положения электрона, при наблюдении его в оптический микроскоп (предположим, что это возможно), опыт проводится на длине волны  $\lambda$ . Какую погрешность в импульс электрона внесёт такое измерение? Проверьте, что полученные результаты соответствуют соотношению неопределённостей.

**Решение:**

Точность определения координаты порядка длины волны  $\delta x \simeq \lambda$ .

При рассеянии фотона на электроны электрон может получить случайный импульс порядка импульса фотона  $\delta p \simeq \frac{h}{\lambda}$ .

Произведение  $\delta x \times \delta p \simeq h$  не противоречит соотношению неопределённостей.