

Задача № 18.

Оцените относительную ширину $\frac{\Delta\omega}{\omega}$ спектральной линии, если известны время жизни атома в возбуждённом состоянии $\tau = 10^{-8} \text{ с}$ и длина волны излучаемого фотона $\lambda = 500 \text{ нм}$.

Решение:

Воспользуемся соотношением неопределённостей Гейзенберга для энергии и времени:

$$\Delta E \Delta t \approx \hbar \quad (1)$$

В нашем случае $\Delta t = \tau = 10^{-8} \text{ с}$ - среднее время жизни атома в возбуждённом состоянии, а $\Delta E = \hbar \Delta\omega$, поэтому из выражения (1) определим ширину спектральной линии $\Delta\omega$:

$$\hbar \Delta\omega \tau \approx \hbar \Rightarrow \Delta\omega \approx \frac{1}{\tau} \quad (2)$$

Частота и длина волны связаны соотношением:

$$\omega = \frac{2\pi c}{\lambda} \quad (3)$$

Относительная ширина спектральной линии равна:

$$\frac{\Delta\omega}{\omega} = \frac{\lambda}{2\pi c \tau} = 2.65 \cdot 10^{-8} \quad (4)$$

Ответ:

$$\frac{\Delta\omega}{\omega} = 2.65 \cdot 10^{-8}.$$