

Условие

11-5. В длинной цилиндрической трубке происходит тлеющий разряд в неоне. Считая стенки трубки полностью поглощающими, оцените отношение светового давления к давлению газа. Для численных оценок принять: – радиус трубки $r = 1,0$ см; – температура газа $T = 400$ К; – в среднем через время $\tau = 1,0 \cdot 10^{-3}$ с каждый атом неона испускает квант света с длиной волны $\lambda = 680$ нм.

Решение

11-5. Давление газа найдем с помощью уравнения состояния

$$P_0 = nkT = \frac{N}{\pi r^2 l} kT,$$

где N – число молекул, l – длина трубки.

Давление света может быть оценено, как суммарный импульс фотонов, попадающих на единичную площадку стенки трубки в единицу времени

$$P_c = \frac{1}{2} P_0 \nu,$$

где $P_0 = \frac{h}{\lambda}$ – импульс фотона; ν – число фотонов, падающих на единицу площади внутренней поверхности в единицу времени

$$\nu = \frac{N}{\tau} \frac{1}{2\pi r l},$$

$\frac{N}{\tau}$ – число фотонов, испущенных газом в единицу времени. Множитель $1/2$ учитывает тот факт, что фотоны падают под произвольными углами.

Итого отношение давлений

$$\eta = \frac{P_c}{P_0} = \frac{1}{2} \frac{h}{\lambda} \frac{N}{\tau} \frac{1}{2\pi r l} \frac{\pi r^2 l}{NkT} = \frac{hr}{4\lambda\tau kT} \approx 5 \cdot 10^{-7}.$$