

Рис. 5

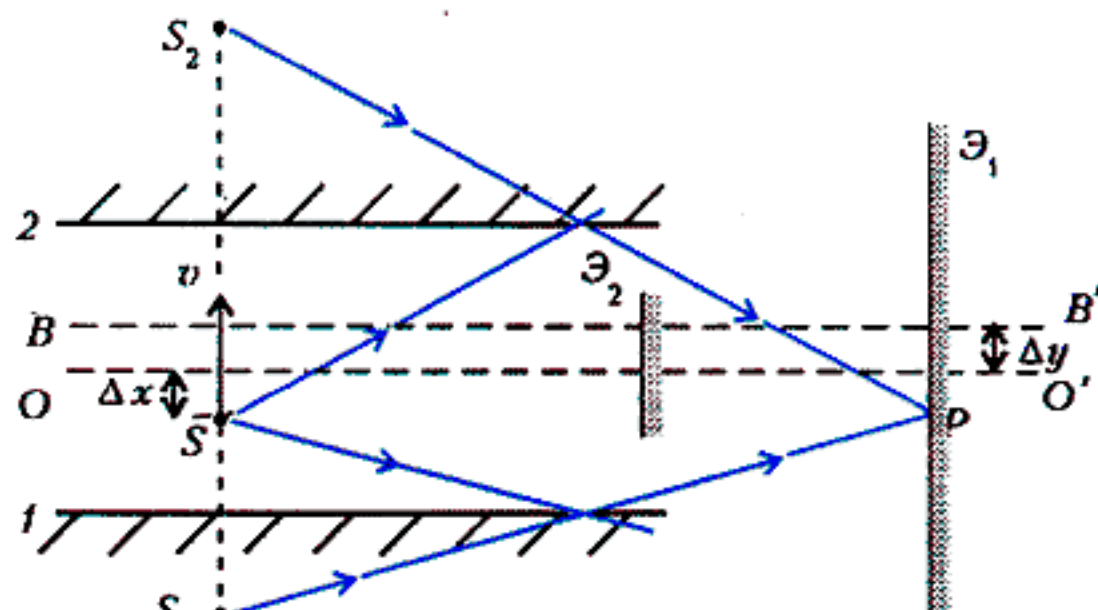


Рис. 6

В этой задаче речь идет об интерференции от двух мнимых источников S_1 и S_2 , даваемых источником S в зеркалах 1 и 2 соответственно (рис. 6). Если OO' — ось симметрии экспериментальной установки, Δx — расстояние от источника S до этой оси, то легко видеть, что расстояние между S_1 и S_2 равно

$$S_1S_2 = 2\left(\frac{b}{2} - \Delta x\right) + 2\left(\frac{b}{2} + \Delta x\right) = 2b.$$

Считая скорость перемещения источника S много меньшей скорости света и воспользовавшись формулой для ширины интерференционных полос, получим

$$\Delta y = \frac{\lambda}{2b/L} = \frac{\lambda L}{2b}.$$

В свою очередь, Δy — это расстояние от оси BB' , проходящей параллельно оси OO' через середину отрезка S_1S_2 , т.е.

$$\begin{aligned} \Delta y &= b - \Delta x - 2\left(\frac{b}{2} - \Delta x\right) = \\ &= b - \Delta x - b + 2\Delta x = \Delta x = v\Delta t. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$v\Delta t = \frac{\lambda L}{2b},$$

где Δt — период колебаний интенсивности в точке P . Частота изменения интенсивности сигнала в точке приема равна

$$f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{2vb}{\lambda L} = 10 \text{ Гц}.$$

Задача 4. В целях борьбы с потерями при отражении света от поверхности оптического прибора (линзы) используется метод просветления оптики, суть которого заключается в том, что на поверхность стекла линзы напыляется слой постороннего вещества с таким показателем преломления и такой толщиной, чтобы минимизировать отраженные от линзы

волны. Оцените толщину нанесенного покрытия, если используется стеклянная линза с показателем преломления $n_1 = 4/3$, а показатель преломления напыляемого вещества $n_2 = 5/4$. Фотографирование объекта ведется на длине волны $\lambda = 600 \text{ нм}$.

Пусть на линзу перпендикулярно ее поверхности падает плоская волна (рис. 7). Толщину l напыленного вещества требуется подобрать так, чтобы лучи, отраженные от верхней и нижней границ этого слоя, благодаря интерференции, взаимно погасились. (При этом показатель преломления выбирается таким, чтобы интенсивности этих лучей были близки между собой.) При учете отражений только первого порядка в произвольной точке, расположенной на некотором расстоянии от линзы, имеет место интерференция двух лучей с разностью хода

$$\Delta = \frac{2\pi}{\lambda/n_2} l + \frac{2\pi}{\lambda/n_2} l = \frac{4\pi l}{\lambda} n_2.$$

Используя выражение для минимизации отраженных волн (см. задачу 1), имеем

$$\frac{4\pi l}{\lambda} n_2 = (2k - 1)\pi,$$

где k — любое целое число. Тогда для минимальной толщины слоя ($k = 1$) получаем

$$l_{\min} = \frac{\lambda}{4n_2} = 120 \text{ нм}.$$

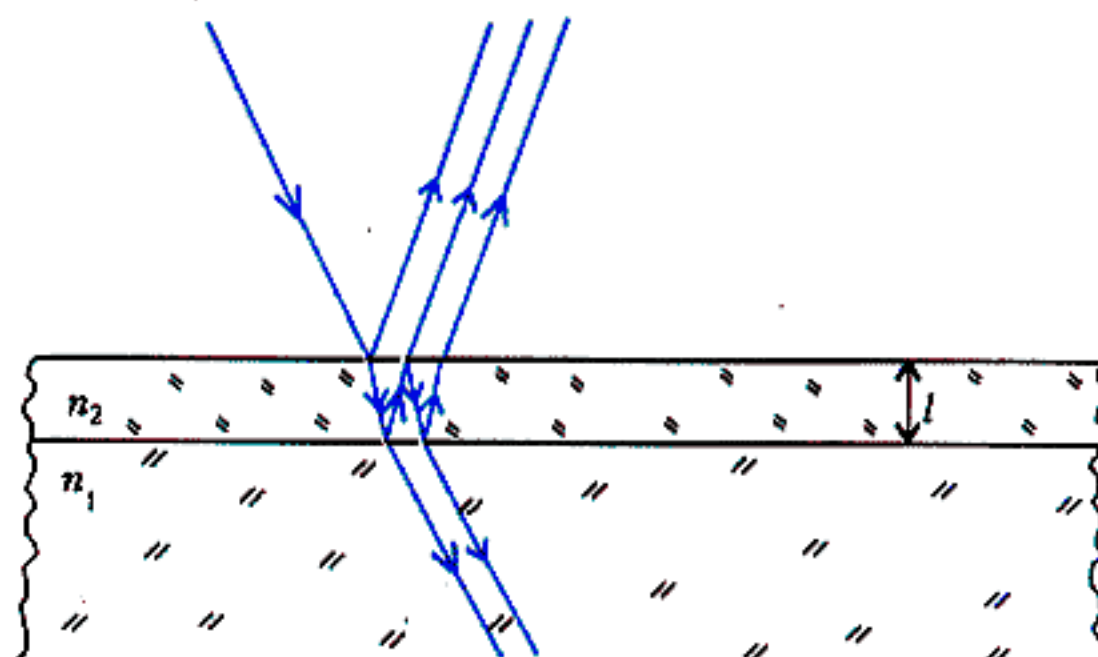


Рис. 7

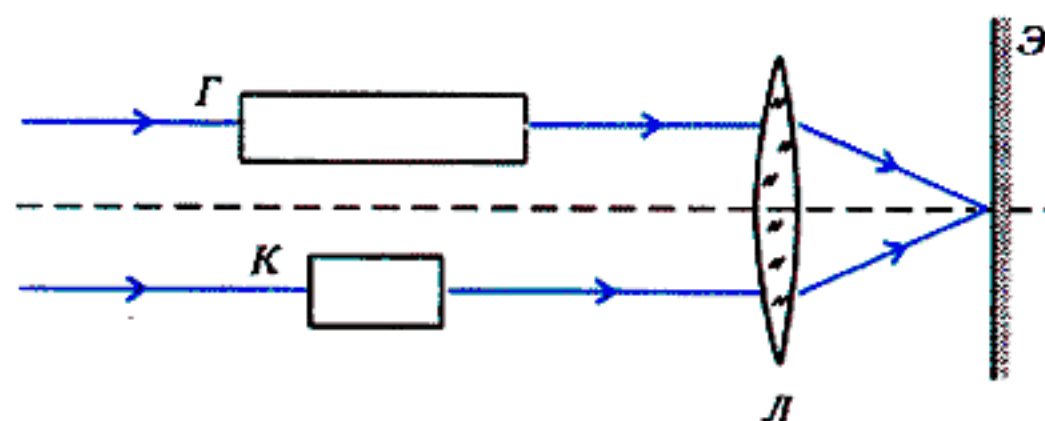


Рис. 8

Упражнения

1. Интерферометр Рэлея (рис. 8) используется для точного измерения показателя преломления газов. Для этого на пути одного из интерферирующих лучей ставится кювета G прямоугольной формы и длиной $L = 10 \text{ см}$ с исследуемым газом, а на пути другого — стеклянный компенсатор K , с помощью которого добиваются, чтобы в центральном максимуме разность хода между интерферирующими лучами равнялась нулю. Чему равен показатель преломления газообразного азота, если после замены в кювете воздуха на азот интерференционная картина в плоскости наблюдения сместилась ровно на одну полосу в сторону, что соответствовало увеличению показателя преломления? Показатель преломления воздуха $n_0 = 1,000292$. Измерения проводились на длине волны света $\lambda = 500 \text{ нм}$.

2. В интерференционной схеме пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ падает под углом $\alpha = 60^\circ$ на