

Рис. 8

$\psi = 4d/L$. Ширина интерференционных полос равна

$$\Delta x = \frac{\lambda}{\psi} = \frac{\lambda L}{4d} = 10^{-3} \text{ см.}$$

2) Область локализации полос на экране определяется областью пересечения интерферирующих пучков:

$$|z| \leq z_0, \text{ где } z_0 = \frac{2dD}{L+D} = 0,227 \text{ см.}$$

3) Интерференционная картина на экране будет симметричной относительно начала координат ($z = 0$). Непосредственно в начале координат будет находиться максимум нулевого порядка ($m = 0$) – это и будет минимальный порядок интерференции. Максимальный же порядок интерференции будет иметь место при $z = \pm z_0$:

$$m_{\max} = \frac{z_0}{\Delta x} = \frac{8d^2 D}{\lambda L(L+D)} = 227.$$

Полное число наблюдаемых полос будет

$$N = 2m_{\max} + 1 = 454.$$

Задача 4. Параллельный пучок квазимонохроматического света с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$ падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на систему из двух плоскопараллельных зеркал 1 и 2 (рис.8). Часть светового пучка отражается от полупрозрачного зеркала 1, а оставшаяся часть полностью отражается от неподвижного зеркала 2. Система волн, отраженных от обоих зеркал, с помощью собирающей линзы фокусируется на приемник П, который расположен в фокальной плоскости линзы. Сигнал приемника пропорционален интенсивности падающего на него света. Какова будет частота переменного сигнала приемника в случае плоскопараллельного перемещения зеркала 1 со скоростью $u = 0,01 \text{ см/с}$?

Рассмотрим произвольный момент времени. Пусть координата зеркала 1

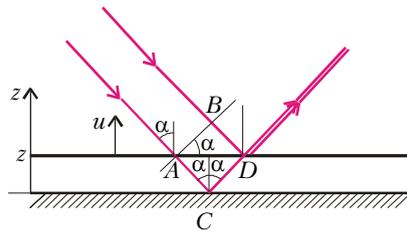


Рис. 9

относительно зеркала 2 равна z (рис.9). Найдем в этот момент оптическую разность хода Δ между двумя волнами, одна из которых – отраженная от зеркала 1, а другая – отраженная от зеркала 2 и прошедшая зеркало 1. Прямая AB является волновым фронтом (линией постоянной фазы) падающей волны в некоторый произвольный момент времени. Расстояние этого фронта до точки D , где произойдет отражение, равно отрезку BD , а расстояние, которое нужно пройти этому фронту до точки D после отражения от зеркала 2, равно сумме длин отрезков AC и CD . Очевидно, что оптическая разность хода между волнами равна

$$\Delta = AC + CD - BD.$$

Из рисунка 9 находим

$$AC = CD = \frac{z}{\cos \alpha},$$

$$BD = AD \sin \alpha = 2z \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha = \frac{2z \sin^2 \alpha}{\cos \alpha},$$

откуда

$$\Delta = \frac{2z}{\cos \alpha} - \frac{2z \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = 2z \cos \alpha.$$

Приемник будет регистрировать максимальный сигнал, когда

$$2z \cos \alpha = m\lambda, \text{ где } m = 0, 1, 2, \dots$$

Между двумя соседними максимумами сигнала зеркало 1 пройдет расстояние

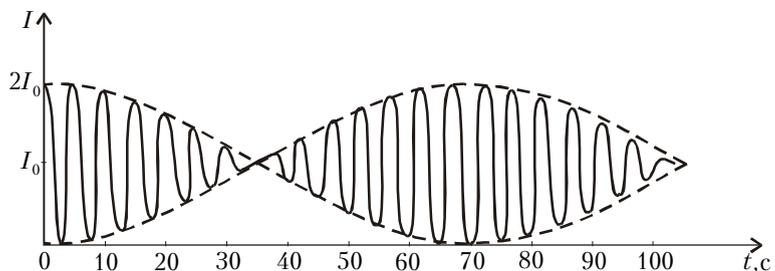


Рис. 11

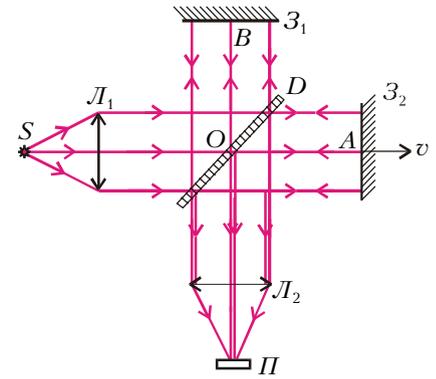


Рис. 10

яние $\delta z = \lambda/(2 \cos \alpha)$. Время прохождения зеркалом 1 этого расстояния, или период переменного сигнала приемника, будет

$$T = \frac{\delta z}{u} = \frac{\lambda}{2u \cos \alpha},$$

а частота сигнала –

$$f = \frac{1}{T} = \frac{2u \cos \alpha}{\lambda} = 346 \text{ Гц.}$$

Задача 5*. Для исследования спектрального состава излучения источника используется интерферометр Майкельсона (рис.10). Точечный источник S расположен в фокальной плоскости линзы L_1 . Слаборасходящийся пучок света разделяется делителем D на два одинаковых по интенсивности пучка. Один из них (отраженный от делителя) направляется на неподвижное зеркало 3_1 , а второй после прохода делителя идет к зеркалу 3_2 , которое перемещается со скоростью $v = 6 \cdot 10^{-5} \text{ мм/с}$. После отражения от зеркал и последующего взаимодействия с делителем образуются два когерентных пучка, которые с помощью линзы L_2 собираются на фотоприемник П. Ток фотоприемника пропорционален интенсивности падающего на него излучения. На рисунке 11 показан график изменения фототока приемника, когда излучение источника содержит две близкие спектральные линии одинаковой интенсивности с длинами волн λ_1 и λ_2 ($\lambda_2 - \lambda_1 \ll \lambda_1$). Определите значения этих длин волн.