

# Интерференция света

Ю. ЧЕШЕВ

**В** ОПРОС о том, что такое свет, волновал человечество еще со времен Аристотеля, Лукреция и Демокрита. По мере накопления фактов, касающихся природы света, возникали различные теории, которые в конечном итоге сводились к двум концепциям: корпускулярной и волновой. Убедительным доказательством волновой природы световых явлений стали экспериментальные работы по интерференции Т. Юнга (начало XIX в.).

Прежде чем перейти к самому опыту Юнга, рассмотрим вопрос о представлении света в виде бегущих волн. Любой волновой процесс характеризуется амплитудой волны  $A$ , частотой  $\omega$ , длиной волны  $\lambda$ , так что волну, бегущую вдоль какого-либо выбранного направления  $r$ , можно представить в виде

$$u = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} r + \varphi\right).$$

Здесь  $u$  — колеблющаяся величина, частота  $\omega$  определяет ее изменение во времени в заданной точке пространства, величина  $2\pi/\lambda$  отвечает за изменение величины  $u$  вдоль направления распространения волны в фиксированные моменты времени,  $\varphi$  — некая постоянная величина, называемая начальной фазой колебаний.

При наложении двух (или нескольких) бегущих волн одинаковых частот может наблюдаться явление интерференции — усиление колебаний в одних точках пространства и ослабление в других. При этом интерференционная картина будет устойчивой, если за время наблюдения разность фаз колебаний от разных источников остается

неизменной. Такие колебания называются когерентными. Именно в связи с требованием когерентности все интерференционные опыты со светом, как правило, проводятся не с двумя разными источниками, а с одним, свет от которого каким-либо образом разделяется на два потока.

Рассмотрим несколько конкретных задач на интерференцию света.

**Задача 1 (Опыт Юнга).** Свет от точечного монохроматического источника  $S$  с длиной волны  $\lambda$  падает на экран  $M$ , в котором просверлены маленькие отверстия  $S_1$  и  $S_2$  (рис. 1). На расстоянии  $L$  от экрана  $M$  перпендикулярно оси симметрии  $OO'$  расположен экран  $\mathcal{E}$ , на котором наблюдается интерференционная картина. Расстояние между отверстиями  $S_1$  и  $S_2$  равно  $d$ . Считая  $d \leq L$ , определите положение максимумов и минимумов интенсивности вдоль экрана  $\mathcal{E}$ , а также ширину интерференционных полос.

Проделав два отверстия в экране  $M$ , мы создали два когерентных источника света  $S_1$  и  $S_2$  (рис. 2). Согласно принципу Гюйгенса, эти отверстия можно рассматривать как вторичные источники, излучающие свет в виде двух монохроматических пучков. Интерференция возникает в той части экрана  $\mathcal{E}$ , где эти пучки перекрываются. В нашем случае этой областью является отрезок  $CD$ . Пусть  $P$  — точка наблюдения интерференции, расположенная на отрезке  $CD$  на расстоянии  $x$  от оси симметрии  $OO'$ , про-

ходящей через середину отрезка  $S_1S_2$  перпендикулярно к нему и экрану  $\mathcal{E}$ , так что  $x = PK$ . Проведем в точку  $P$  из  $S_1$  и  $S_2$  лучи  $S_1P$  и  $S_2P$ . Длины этих отрезков определяют длины оптических путей от вторичных источников:

$$l_1 = S_1P = \sqrt{\left(\frac{d}{2} - x\right)^2 + L^2},$$

$$l_2 = S_2P = \sqrt{\left(\frac{d}{2} + x\right)^2 + L^2}.$$

Запишем уравнение бегущей волны, пришедшей в точку наблюдения  $P$  от каждого из источников:

$$u_1 = A_1 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} l_1 + \varphi_1\right),$$

$$u_2 = A_2 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} l_2 + \varphi_2\right).$$

В силу симметрии задачи относительно оси  $OO'$ , получаем  $A_1 = A_2 = A$  и  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$ . Таким образом, наложение колебаний  $u_1$  и  $u_2$  дает суммарное колебание

$$\begin{aligned} u &= u_1 + u_2 = \\ &= 2A \cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)\right) \times \\ &\quad \times \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(l_1 + l_2) + \varphi\right). \end{aligned}$$

Обозначив

$$B = 2A \cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)\right),$$

для результирующего поля волны в точке  $P$  имеем

$$u = B \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(l_1 + l_2) + \varphi\right).$$

Реально на экране  $\mathcal{E}$  наблюдается интенсивность волнового поля, равная квадрату волнового поля, усредненно-

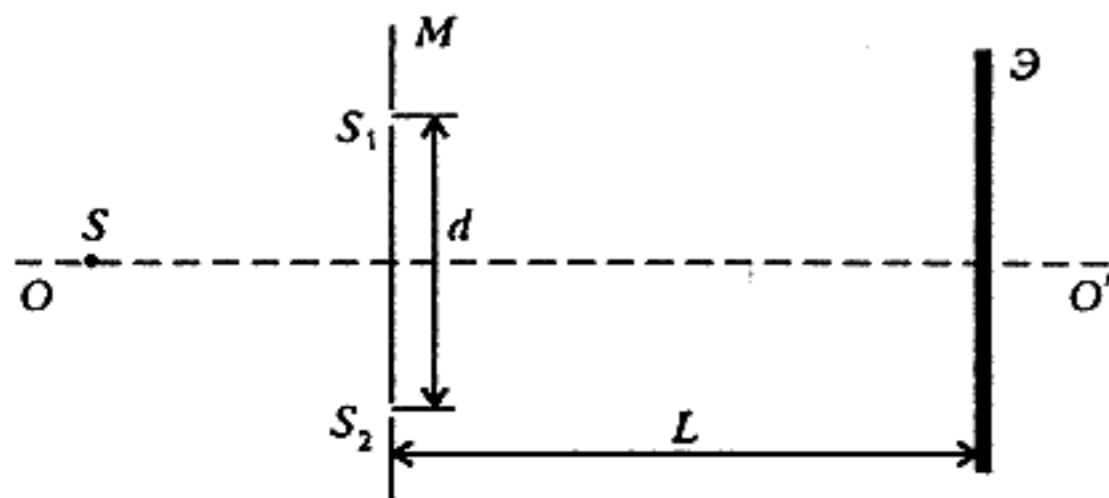


Рис. 1

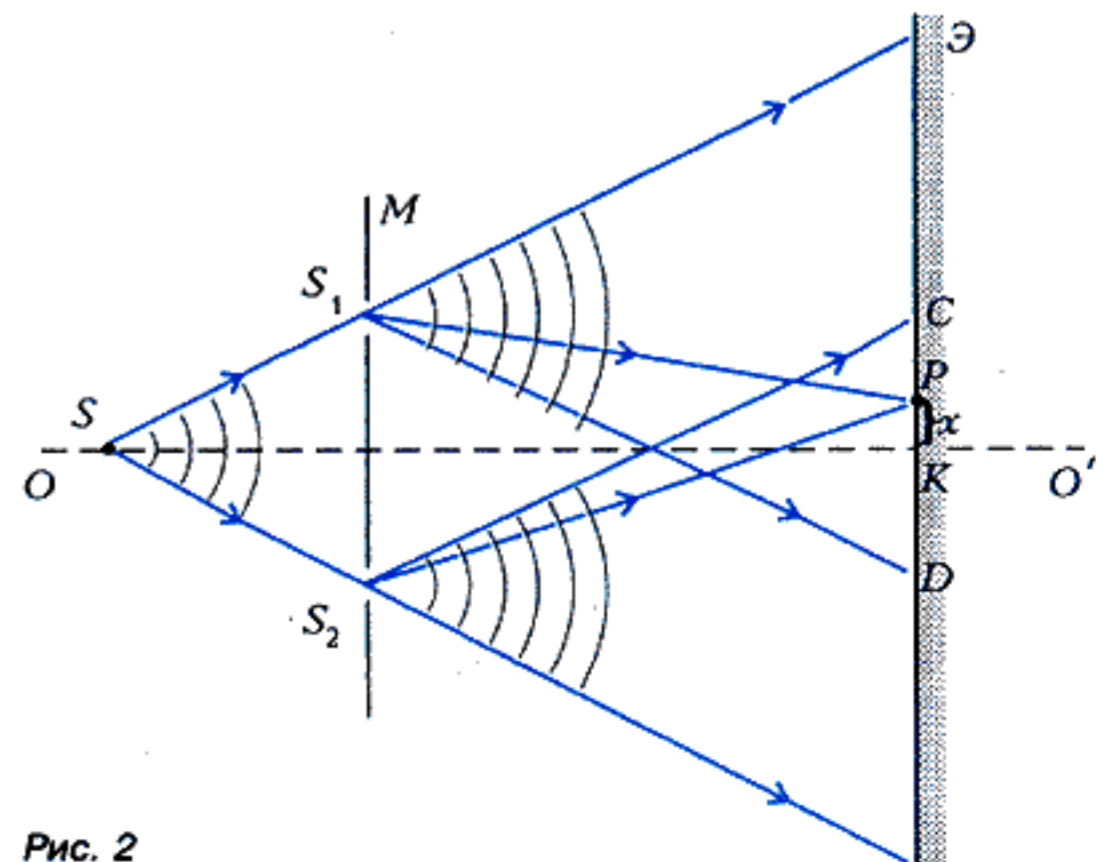


Рис. 2