第15章

光的本性的物理描述

目　录

§ 15.1 光的微粒说对光直线传播现象的理论描述

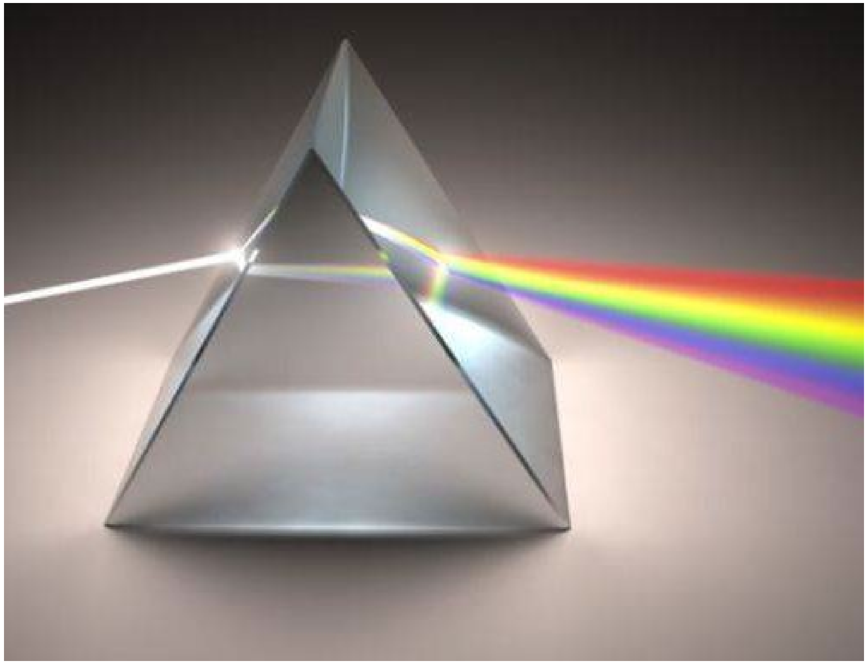
光的本性是什么？

牛顿的微粒说　　VS　　惠更斯的波动说

§ 15.1 光的微粒说对光直线传播现象的理论描述

牛顿的微粒说：光是由光微粒组成的粒子流

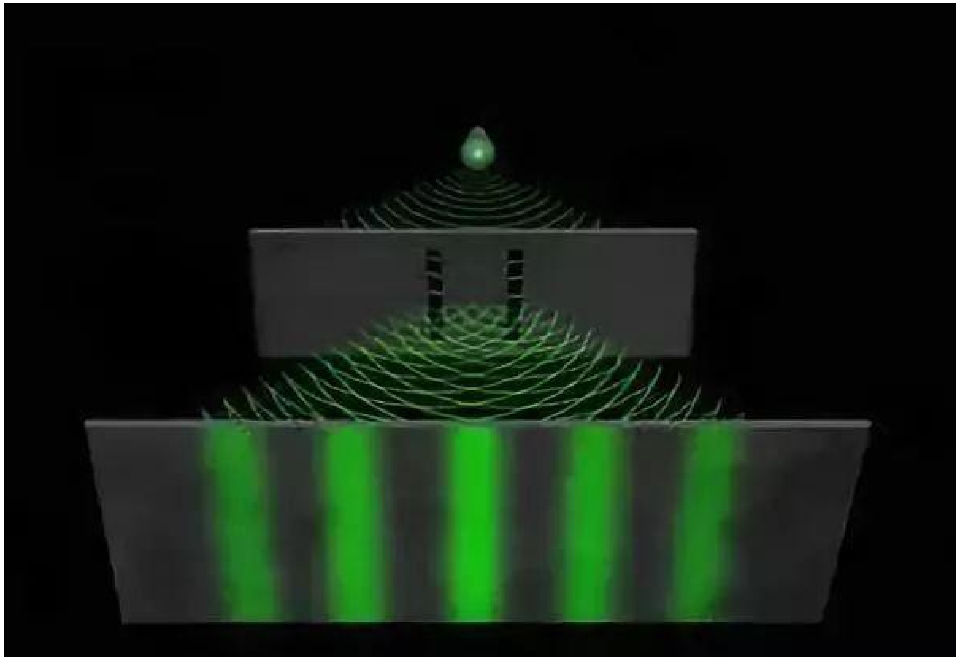
特征：光的直线传播、反射、折射

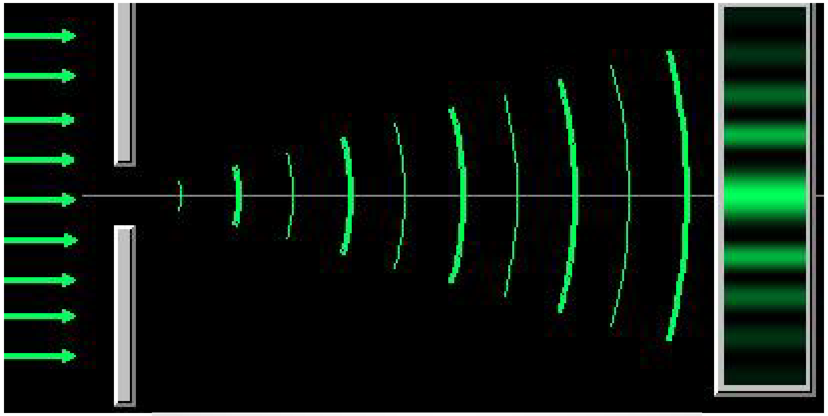


§ 15.1 光的波动说对光的干涉现象的理论描述

惠更斯的波动说：光是一种机械振动在“以太”的介质中传播的机械波。

特征：光的干涉、衍射、偏振

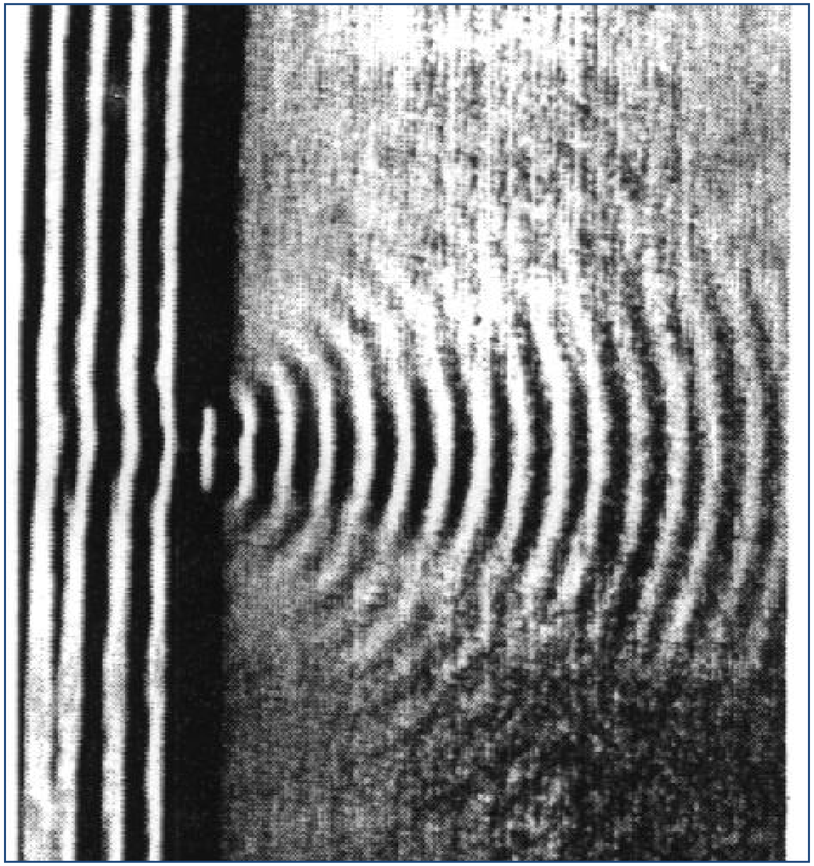




水波的干涉现象

波叠加时在空间出现稳定的振动加强和减弱的分布叫波的干涉。

水波的衍射现象



水波通过窄缝时的衍射

一、惠更斯原理 (1690)

1. 原理的叙述

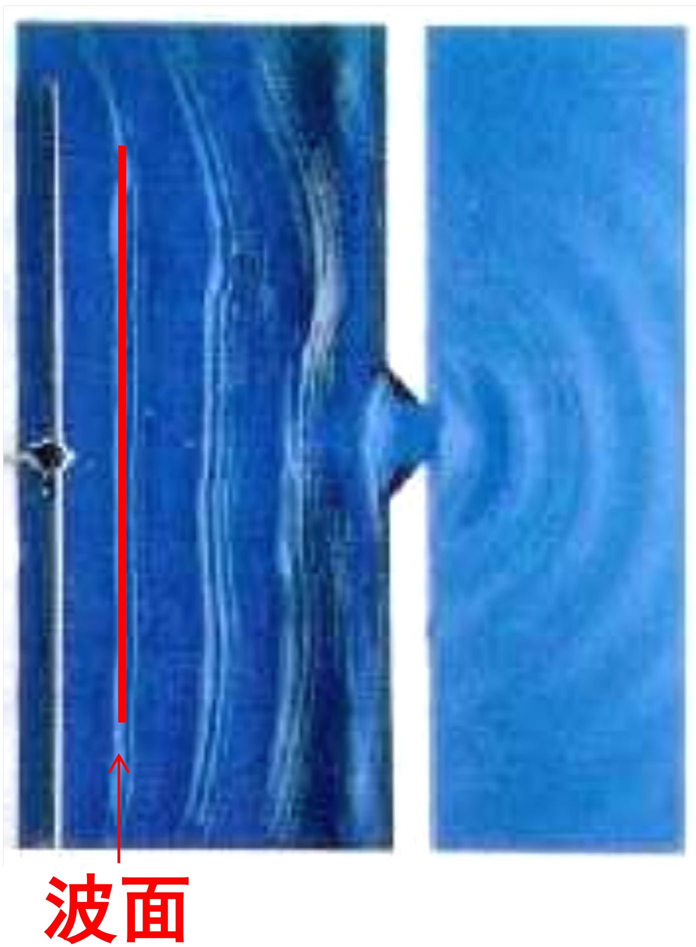
媒质中任意波面上的各点，都可看作是发射子波（次级波）的波源（点源），其后的任一时刻，这些子波面的包络面（包迹）就是波在该时刻的新的波面。

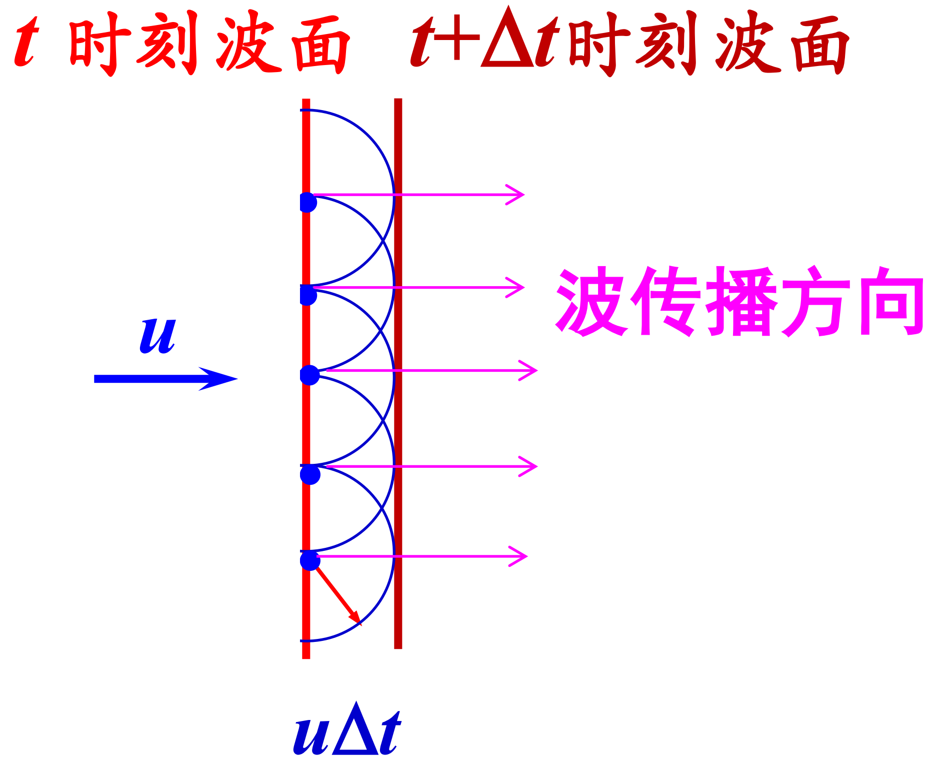
2. 原理的应用

已知 t 时刻的波面$\rightarrow$ $t+\Delta t$ 时刻的波面，从而可进一步给出波的传播方向。

例如，均匀各向同性媒质内波的传播：

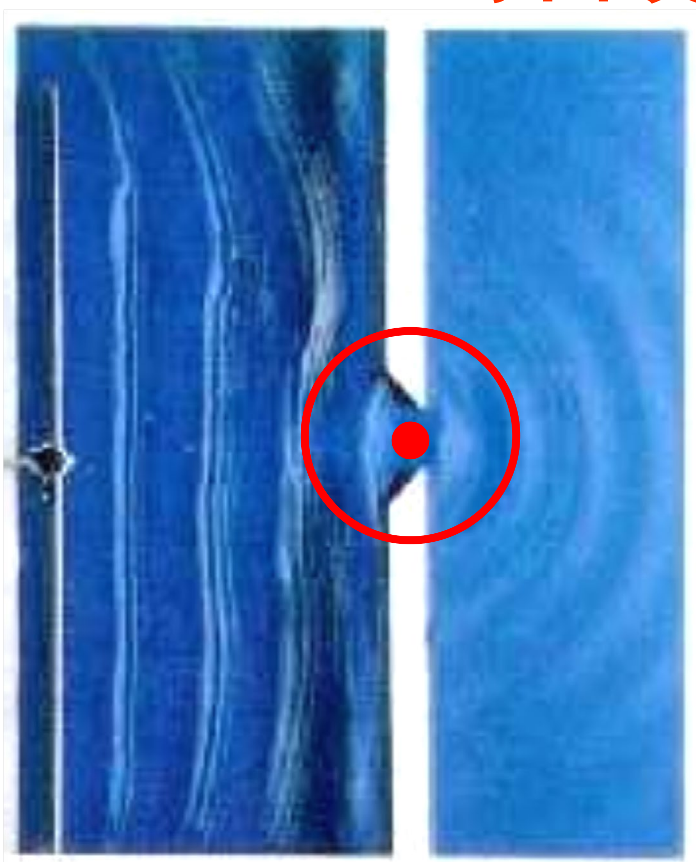
平面波

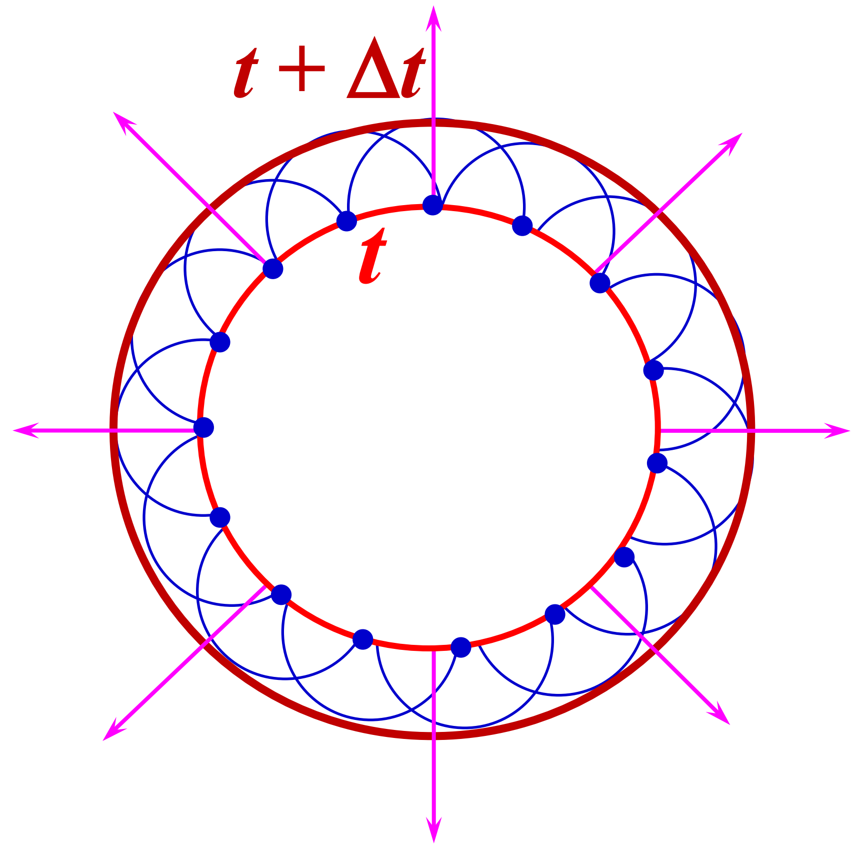




例如，均匀各向同性媒质内波的传播:

球面波





二、杨氏双缝干涉

1、杨氏简介

托马斯·杨（Thomas Young)

英国物理学家、医生和考古学家，光的波动说的奠基人之一。

波动光学：杨氏双缝干涉实验

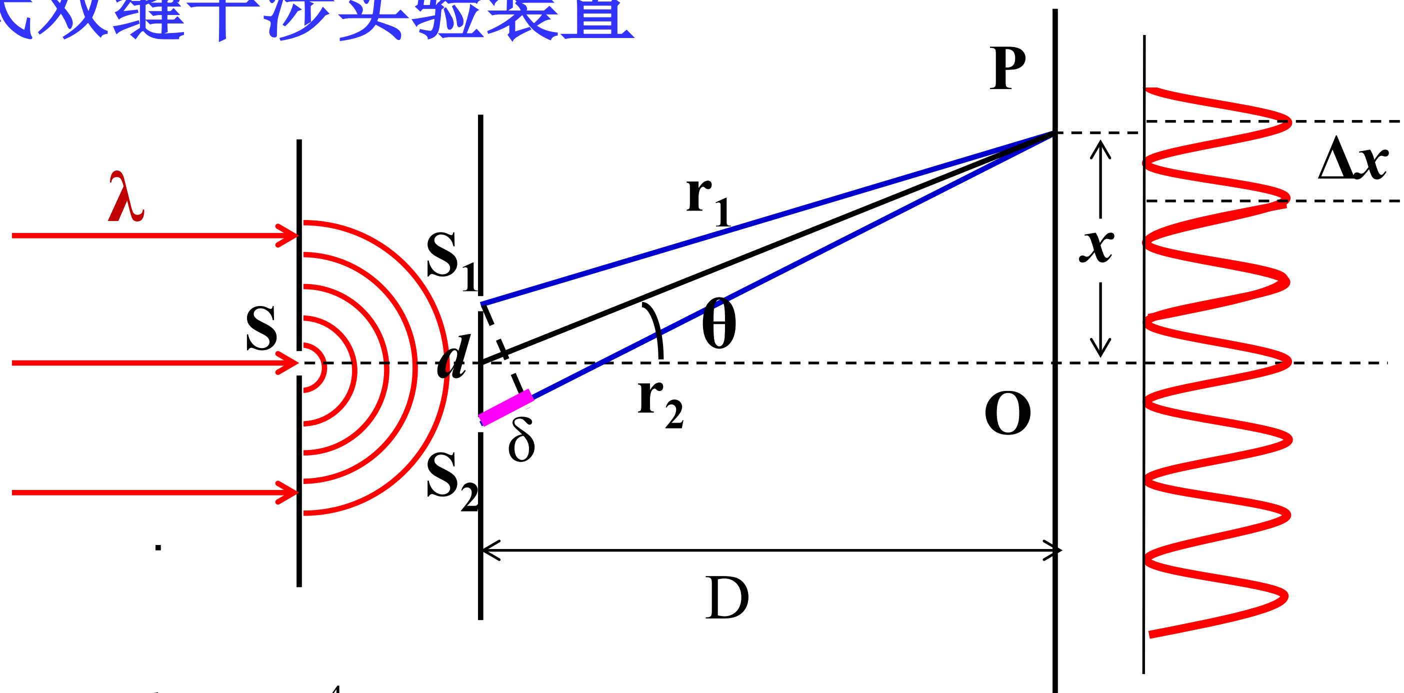
生理光学：三原色原理

材料力学：杨氏弹性模量

考古学　：破译古埃及石碑上的文字

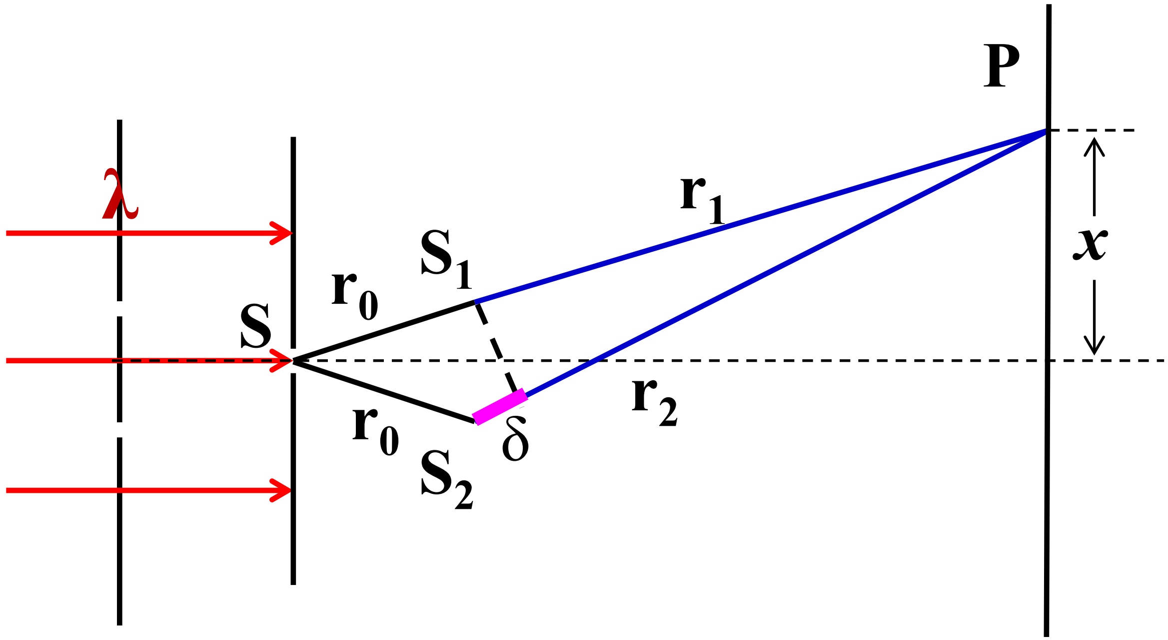
Thomas Young
(1773-1829)

2、杨氏双缝干涉实验装置



$$d \sim 10^{-4}\,m,\ D \sim m$$

1801年，托马斯·杨巧妙地设计了把单个波阵面分解为两个波阵面，以锁定两个光源之间的相位差的方法来研究光的干涉现象。杨氏用叠加原理解释了干涉现象，在历史上第一次测定了光的波长，为光的波动学说的确立奠定了基础。



光强度

$$I = 2I_0 + 2\underline{I_0 \cos \Delta\varphi}$$

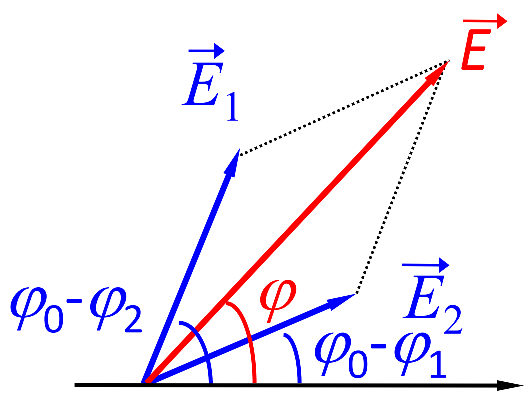
干涉项

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\left(r_2 - r_1\right)$$

$$E_{0x} = E_a \cos(\omega t + \varphi)$$

$$E_{1x} = E_a \cos(\omega t + \varphi_0 - \varphi_1)$$

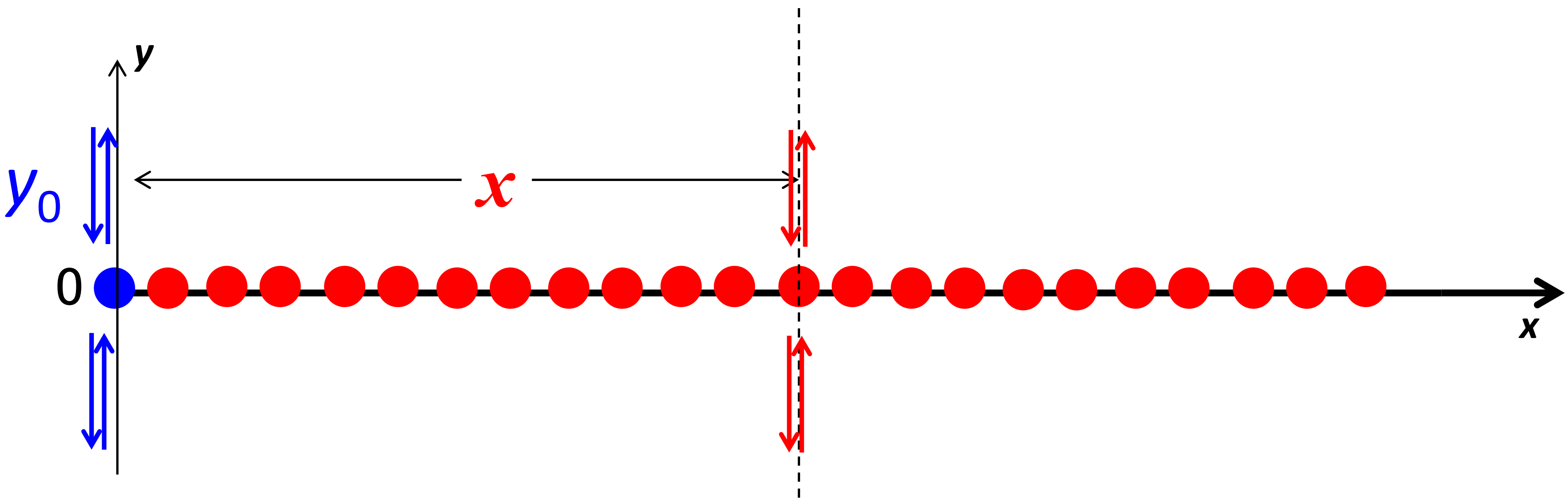
$$E_{2x} = E_a \cos(\omega t + \varphi_0 - \varphi_2)$$



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\left|\vec{E}\right|^2 = \left|\vec{E}_1\right|^2 + \left|\vec{E}_2\right|^2 + 2\sqrt{\left|\vec{E}_1\right|\left|\vec{E}_2\right|} \cos \Delta\varphi$$

$$\boldsymbol{\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1}$$



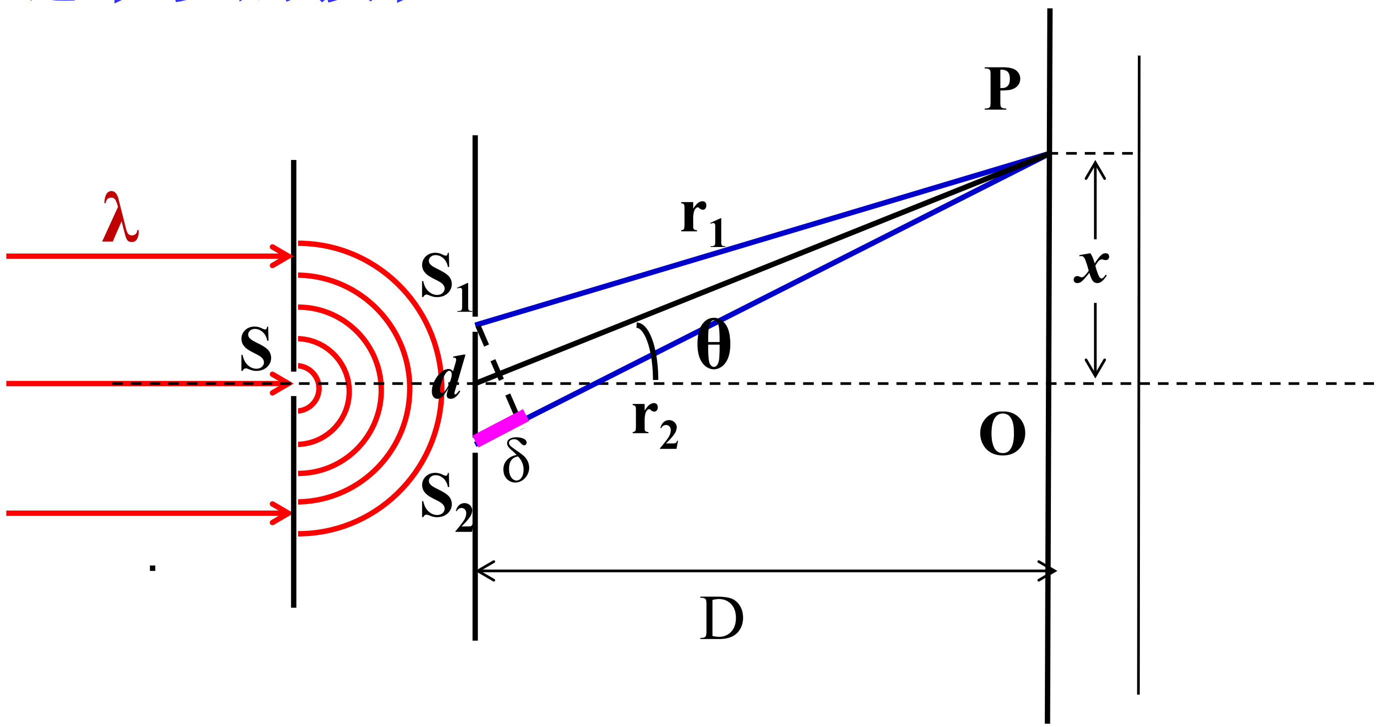
波源处0质元作简谐振动

$$y_0 = A\cos\left(\omega t + \varphi_0\right)$$

距离波源x处的质元

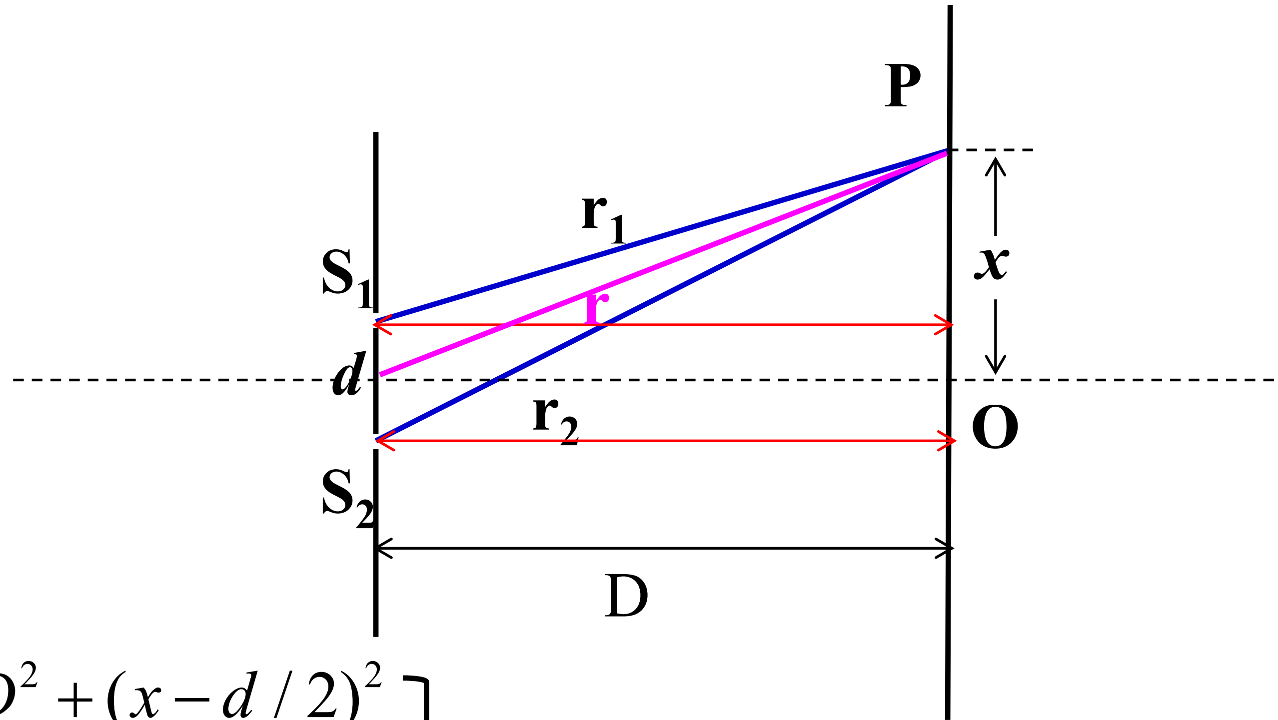
$$y_x = A\cos\left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

3、双缝干涉的波程差



两光波在P点的波程差:

$$\delta = r_2 - r_1 \approx xd / D$$



$$\left.\begin{aligned} r_1^2 &= D^2 + (x - d/2)^2 \\ r_2^2 &= D^2 + (x + d/2)^2 \end{aligned}\right\} r_2^2 - r_1^2 = 2xd$$

$$\left.\begin{aligned} (r_2 - r_1)(r_2 + r_1) &= 2xd \\ r_2 + r_1 \approx 2r &\approx 2D \end{aligned}\right\} \delta = r_2 - r_1 = xd/D$$

$$r = \sqrt{x^2 + D^2} \approx D$$