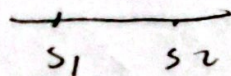


71066001-陈伟杰

物理作业12

11-23 S_1 和 S_2 为两相干波源相距 $\lambda/4$, S_1 的相位比 S_2 的相位超前 π , 若两波在 S_1 的连线方向上的强度相同均为 I_0 , 且不随距离变化, 问 S_1, S_2 连线上在 S_1 外侧各点的合成波的强度如何? 又在 S_2 外侧各点的强度如何?



解 $\phi = \omega t - \frac{2\pi}{\lambda}r + \phi_0$

两相干波在 r 处振动的相位差

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2) + (\phi_{02} - \phi_{01})$$

$\Delta\phi = 0, 2k\pi$ 合振动加强

$\Delta\phi = (2k+1)\pi$ 合振动减弱

令波程差为 Δr , 两相干波的初相差为 $\Delta\phi_0$, 在 r 处振动的相位差

$$\Delta\phi = \Delta\phi_1 + \Delta\phi_2$$

$$\Delta\phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2), |r_1 - r_2| = \frac{\lambda}{4}$$

$$\Delta\phi_2 = \phi_{02} - \phi_{01} = \pi$$

对 S_1 外侧各点, 有 $\Delta\phi' = -\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = -\pi$

对 S_2 外侧各点, 有 $\Delta\phi'' = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = 0$

所以, S_1 外侧各点的振动反相, 合振幅 $A_1 = 0$, 合成波的强度 $I_1 = 0$, S_2 外侧各点的振动同相, 合振幅 $A_2 = 2A_0$, 合成波的强度 $I_2 = 4I_0$.



扫描全能王 创建

北京航空航天大学

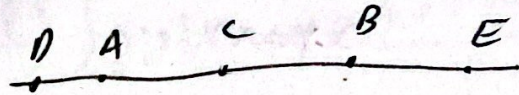
BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

11-24 同一介质中的两个波源位于A, B两点, 其振幅相等, 频率都是100 Hz, 相位差为 π 。若A, B两点相距为30 m, 波在介质传播速度为400 m/s, 试求AB连线上因干涉而静止的各点位置

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = 4 \text{ m}$$

$$\omega = 2\pi\nu = 400\pi \text{ rad/s}$$

$$L = 30 \text{ m}$$



解 $\phi_A = \omega(t - \frac{x}{v})$ $\phi_B = \omega(t + \frac{x-L}{v}) \pm \pi$

使C点因干涉而静止的点距为A点(1, 3, 5, ..., 29) m 共15个。
在A, B连线上, 两波在A, B两点外侧的传播方向相同, 各点(如D, E点)因共振而振动加强。



11-28

$$y_1 = 0.06 \cos \frac{\pi}{2} (0.020x - 8.0t) \quad (\text{SI 单位})$$

$$y_2 = 0.06 \cos \frac{\pi}{2} (0.020x + 8.0t)$$

解：(1) 合成波的表达式

两波表达式与 $y = A \cos(\omega t \mp \frac{2\pi}{\lambda} x)$ 比较可得

$$\omega = 4\pi \text{ rad/s} \quad \lambda = 200 \text{ m}$$

同相叠加 $y = y_1 + y_2 = (2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x) \cos \omega t$
 $= 0.12 \cos 0.01\pi x \cos 4\pi t$

合成波是驻波

(2) 驻波在这题的波节和波腹的位置由 $|0.12 \cos 0.01\pi x|$ 确定

在波节处, 有 $\cos 0.01\pi x = 0, 0.01\pi x = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

波节的位置为 $x = 50(2k+1) \text{ m}$ $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

在波腹处, 有 $|\cos 0.01\pi x| = 1, 0.01\pi x = k\pi$

波腹位置为 $x = 100k \text{ m}, k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$



北京航空航天大学

BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

11-29 驻波表达式为 (求形成该驻波的两行波的表达式)

$$y = 0.2 \sin 2\pi x \cos 20\pi t$$

解

$$y_1 = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x + \phi_{10} \right)$$

$$y_2 = A \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x + \phi_{20} \right)$$

合成波

$$2A \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \frac{\phi_{20} - \phi_{10}}{2} \right) \cos \left(\omega t + \frac{\phi_{20} + \phi_{10}}{2} \right)$$

将上式与已知驻波做比较, 有

$$\cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x + \frac{\phi_{20} - \phi_{10}}{2} \right) = \sin 2\pi x$$

$$\cos \left(\omega t + \frac{\phi_{20} + \phi_{10}}{2} \right) = \cos 20\pi t, \quad 2A = 0.2 \text{ m}$$

解得 $A = 0.1 \text{ m}$, $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$, $\lambda = 1 \text{ m}$, 并 $\frac{\phi_{20} - \phi_{10}}{2} = -\frac{\pi}{2}$, $\frac{\phi_{20} + \phi_{10}}{2} = 0$

因此

$$\phi_{10} = \frac{\pi}{2}, \quad \phi_{20} = -\frac{\pi}{2}$$

所以两行波表达式分别为

$$y_1 = 0.1 \cos \left(20\pi t - 2\pi x + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$y_2 = 0.1 \cos \left(20\pi t + 2\pi x - \frac{\pi}{2} \right)$$

