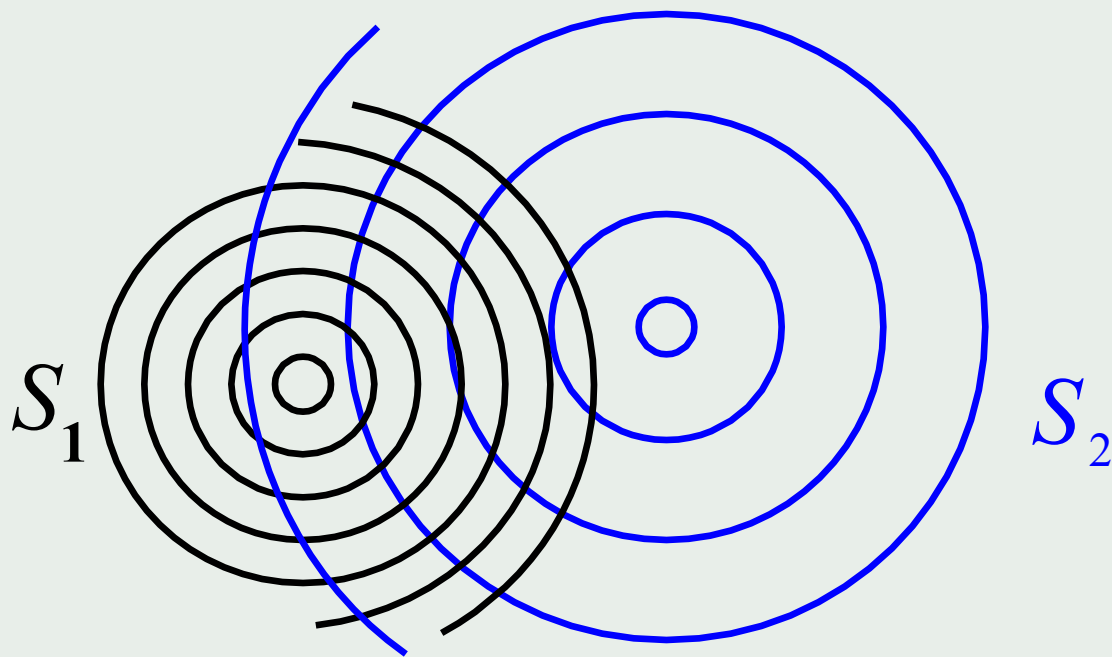


§16-7 波的叠加原理 波的干涉 驻波

1. 波的叠加

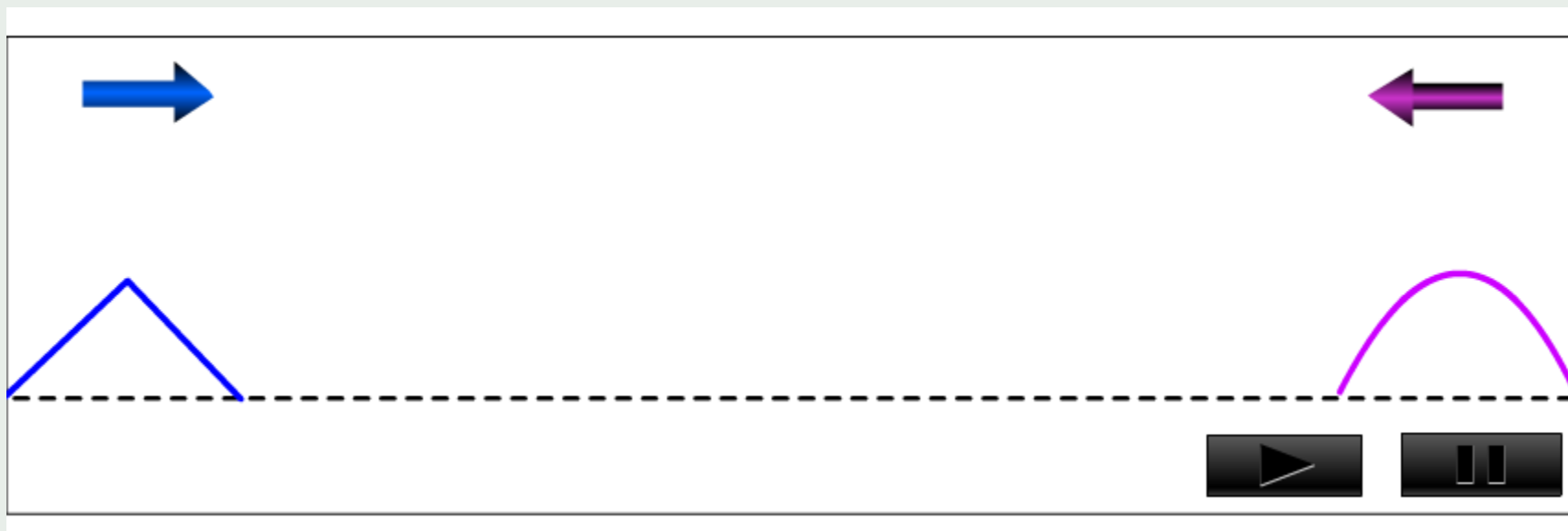
波传播的独立性:几个波源产生的波,同时在一介质中传播,如果这几列波在空间某点处相遇,则相遇叠加,之后,每一列波都将保持自己原有的特性(频率、波长、振动方向等)独立向前传播。



波的叠加

波的叠加原理：有几列波同时在媒质中传播时，它们的传播特性（波长、频率、波速、波形）不会因其它波的存在而发生影响。在相遇区域，合振动是分振动的叠加。

叠加原理表明，可将任何复杂的波分解为一系列简谐波的组合。



2. 波的干涉

相干条件：

- 振动方向相同
- 频率相同
- 相位相同或相位差恒定

相干波： 满足相干条件的几列波称为相干波。

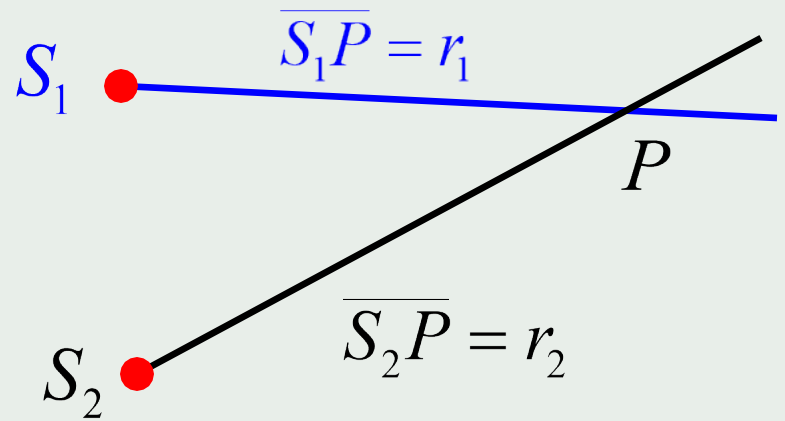
相干波源： 能发出相干波的波源称为相干波源。

波的干涉

强弱分布规律

两个相干波源波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别为:

$$\begin{cases} y_{S_1} = A_{10} \cos(\omega t + \phi_{10}) \\ y_{S_2} = A_{20} \cos(\omega t + \phi_{20}) \end{cases}$$



S_1 和 S_2 单独存在时, 在 P 点引起的振动的方程为:

$$\begin{cases} y_1 = A_1 \cos(\omega t + \phi_{10} - 2\pi r_1 / \lambda) \\ y_2 = A_2 \cos(\omega t + \phi_{20} - 2\pi r_2 / \lambda) \end{cases}$$

波的干涉

P 点的合方程为:

$$y = y_1 + y_2 = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

振幅 A 和相位 ϕ_0

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos[\phi_{20} - \phi_{10} - 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda]}$$

$$\operatorname{tg} \phi_0 = \frac{A_1 \sin\left(\phi_{10} - \frac{2\pi r_1}{\lambda}\right) + A_2 \sin\left(\phi_{20} - \frac{2\pi r_2}{\lambda}\right)}{A_1 \cos\left(\phi_{10} - \frac{2\pi r_1}{\lambda}\right) + A_2 \cos\left(\phi_{20} - \frac{2\pi r_2}{\lambda}\right)}$$

对于 P 点 $\Delta\phi = \phi_{20} - \phi_{10} - 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda$ 为恒量, 因此 A 也是恒量, 并与 P 点空间位置密切相关。

波的干涉

● 当 $\Delta\phi = \phi_{20} - \phi_{10} - 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda = 2k\pi$ 时, 得

$$A = A_1 + A_2 \quad (\text{合振幅最大})$$

● 当 $\Delta\phi = \phi_{20} - \phi_{10} - 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda = (2k + 1)\pi$ 时, 得

$$A = |A_1 - A_2| \quad (\text{合振幅最小})$$

● 当 $\Delta\phi$ 为其他值时, 合振幅介于

$$A = A_1 + A_2 \text{ 和 } A = |A_1 - A_2| \text{ 之间}$$

若 $\phi_{10} = \phi_{20}$, 上述条件简化为:

$$\delta = r_1 - r_2 = k\lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (\text{合振幅最大})$$

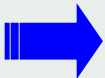
$$\delta = r_1 - r_2 = (k + 1/2)\lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (\text{合振幅最小})$$

波的干涉

波程差 $\delta = r_1 - r_2$

两列相干波源为同相位时，在两列波的叠加的区域内，在波程差于零或等于波长的整数倍的各点，振幅最大；在波程差等于半波长的奇数倍的各点，振幅最小。

因 $I \propto A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\phi$

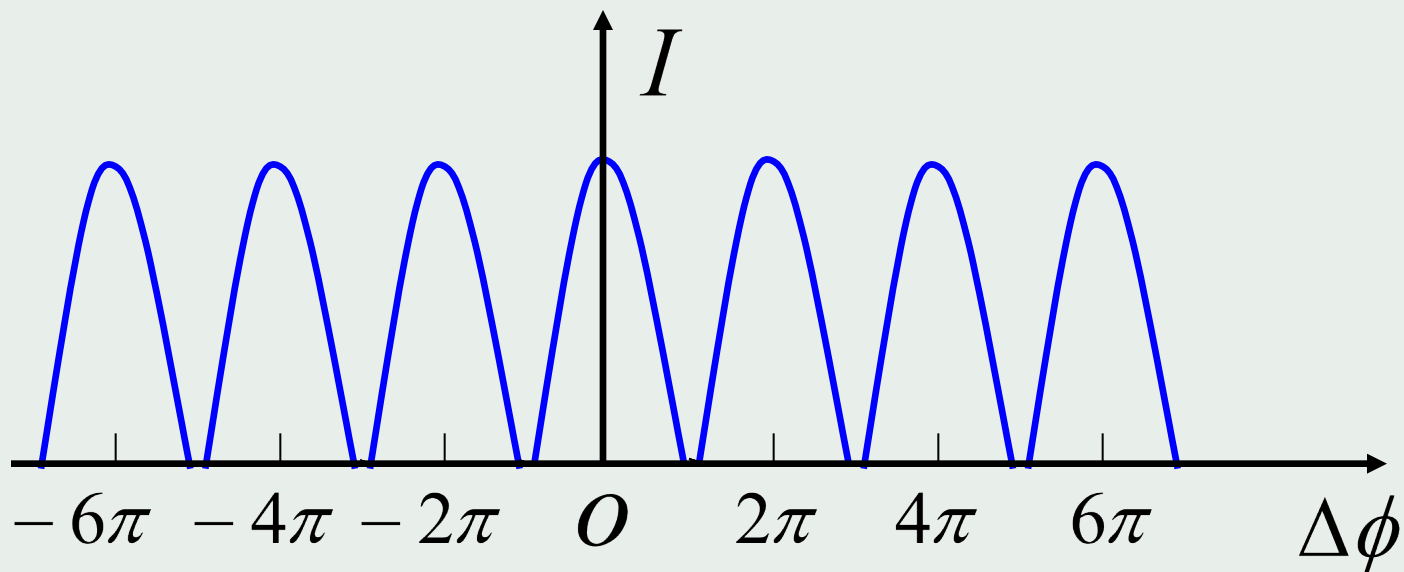
 $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2} \cos \Delta\phi$

若 $I_1 = I_2$ ，叠加后波的强度：

$$I = 2I_1[1 + \cos(\Delta\phi)] = 4I_1 \cos^2 \frac{\Delta\phi}{2}$$

$$\Delta\phi = 2k\pi, I = 4I; \quad \Delta\phi = (2k + 1)\pi, I = 0$$

波的干涉



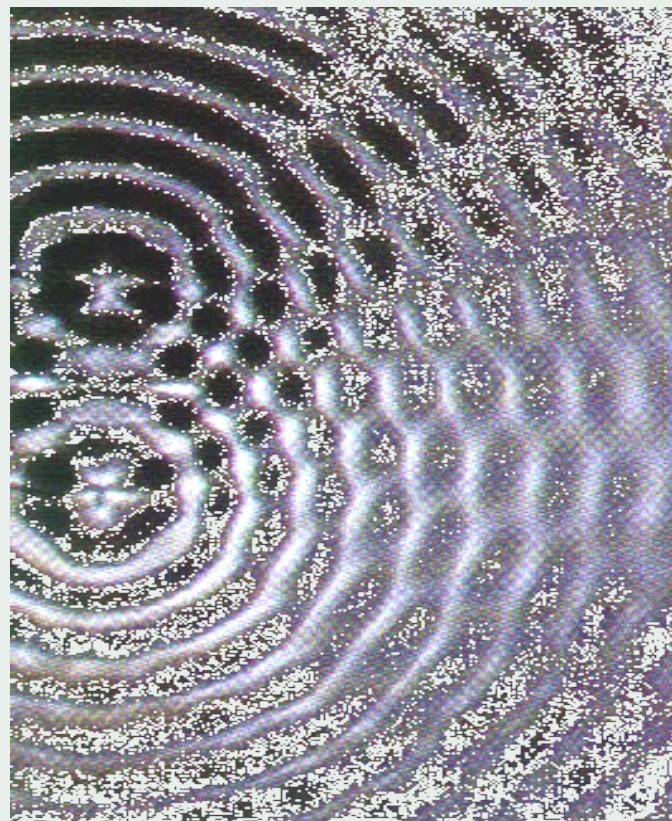
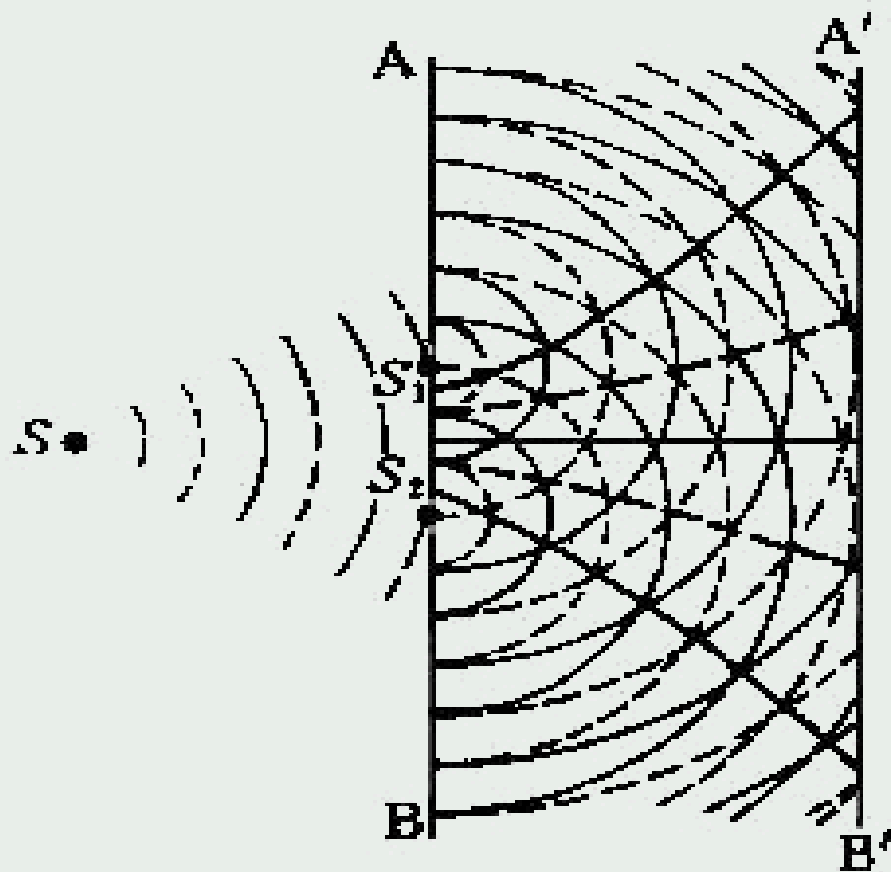
干涉现象的强度分布

同频率、同方向、相位差恒定的两列波, 在相遇区域内, 某些点处振动始终加强, 另一些点处的振动始终减弱, 这一现象称为**波的干涉**。

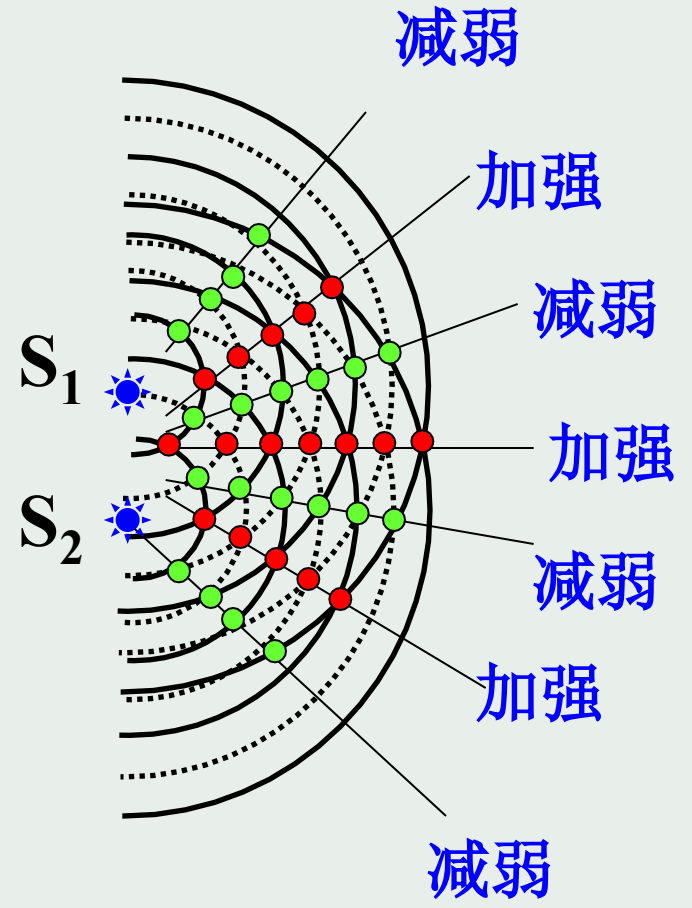
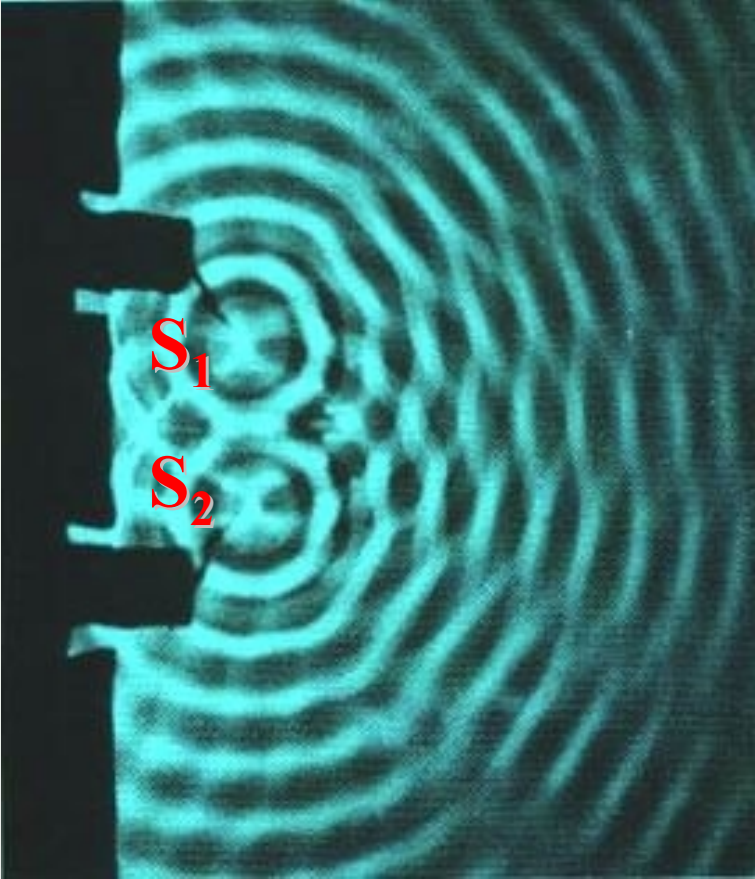
波源



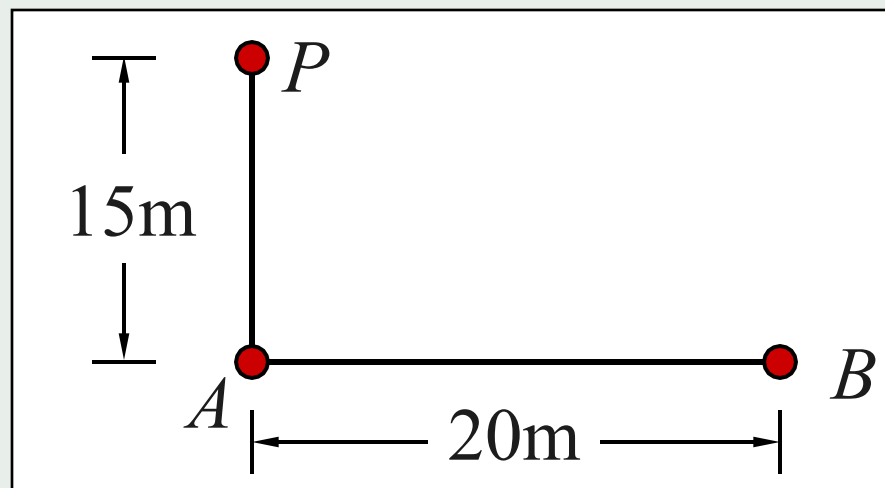
波的干涉



干涉现象的强度分布



例 如图所示, A 、 B 两点为同一介质中两相干波源. 其振幅皆为 5cm , 频率皆为 100Hz , 但当点 A 为波峰时, 点 B 适为波谷. 设波速为 10m/s , 试写出由 A 、 B 发出的两列波传到点 P 时干涉的结果.



解 $BP = \sqrt{15^2 + 20^2} \text{m} = 25 \text{m}$

$$\lambda = \frac{u}{\nu} = \frac{10}{100} \text{m} = 0.10 \text{m}$$

设 A 的相位较 B 超前, 则 $\varphi_A - \varphi_B = \pi$.

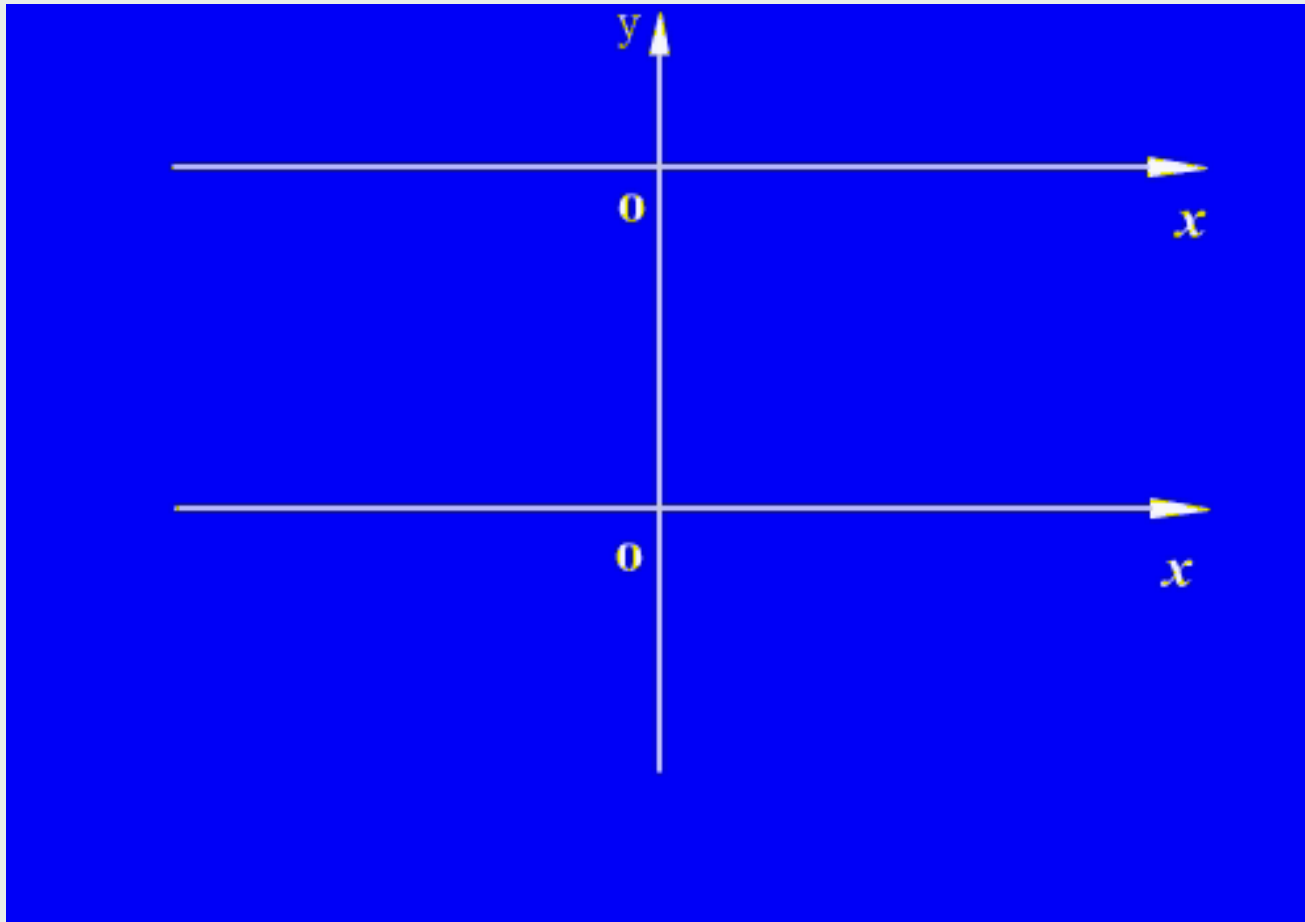
$$\Delta\varphi = \varphi_B - \varphi_A - 2\pi \frac{BP - AP}{\lambda} = -\pi - 2\pi \frac{25 - 15}{0.1} = -201\pi$$

点 P 合振幅 $A = |A_1 - A_2| = 0$

3. 驻波

驻波是两列振幅相同的相干波在同一条直线上沿相反方向传播时叠加而成的。

驻波的形成



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/658063046133006121>