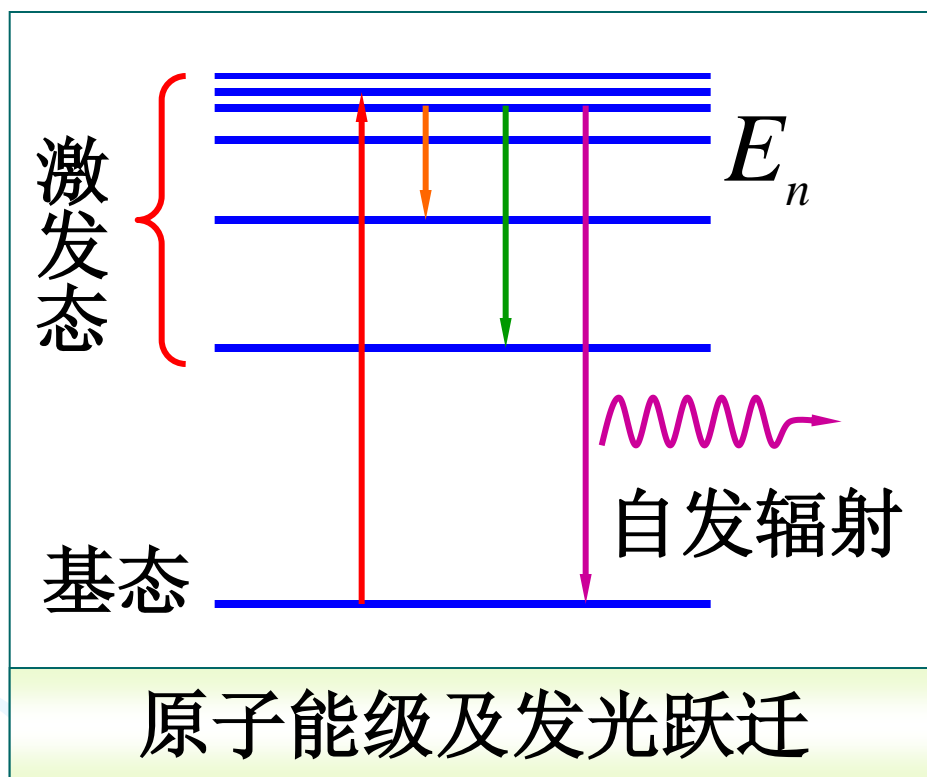


光的相干性 光程

1 普通光源的发光机制

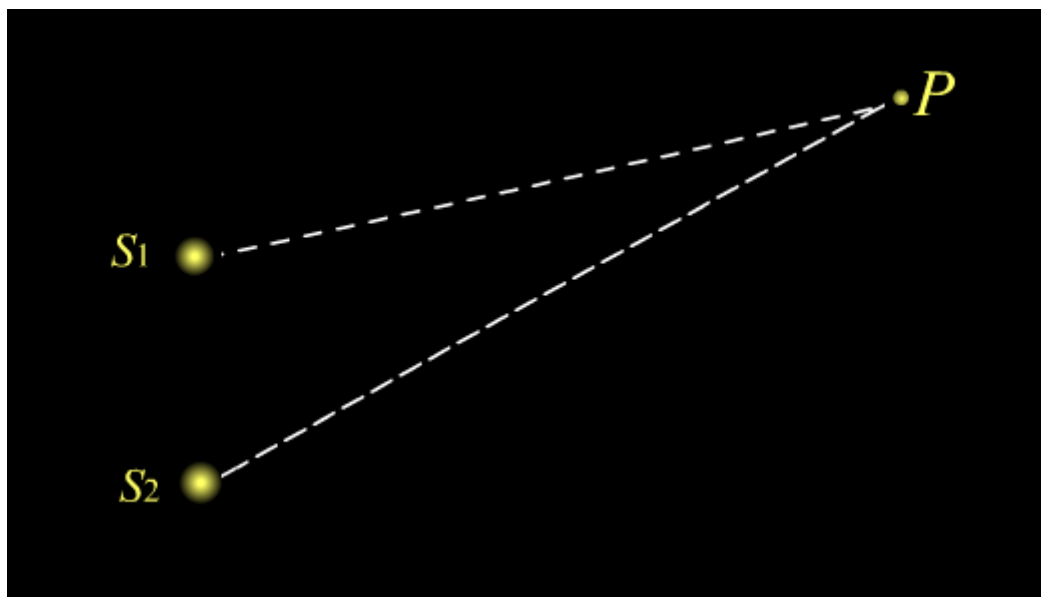
$$\Delta t: 10^{-8} \sim 10^{-10} \text{ s}$$



一个原子一次发光只能发出一段长度有限、频率一定、振动方向一定的光波——波列。

普通光源发光：大量原子自发辐射的结果

特点：间歇性；独立性；无规则性



2 相干光的获得

基本原理：

把同一点发出的光设法分成两部分（两束），再让它们相遇。

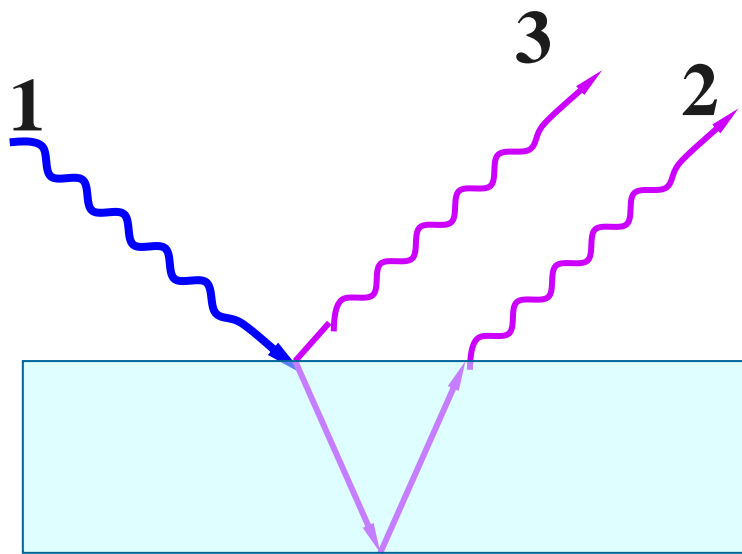
方法

分振幅法

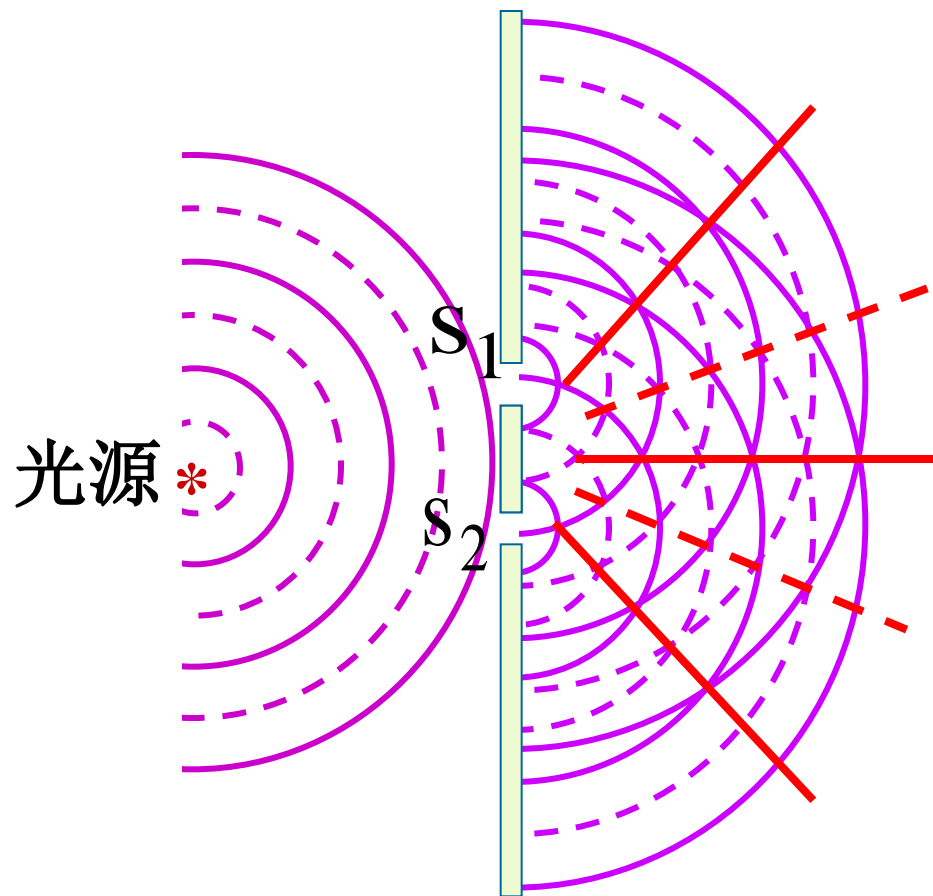
分波阵面法



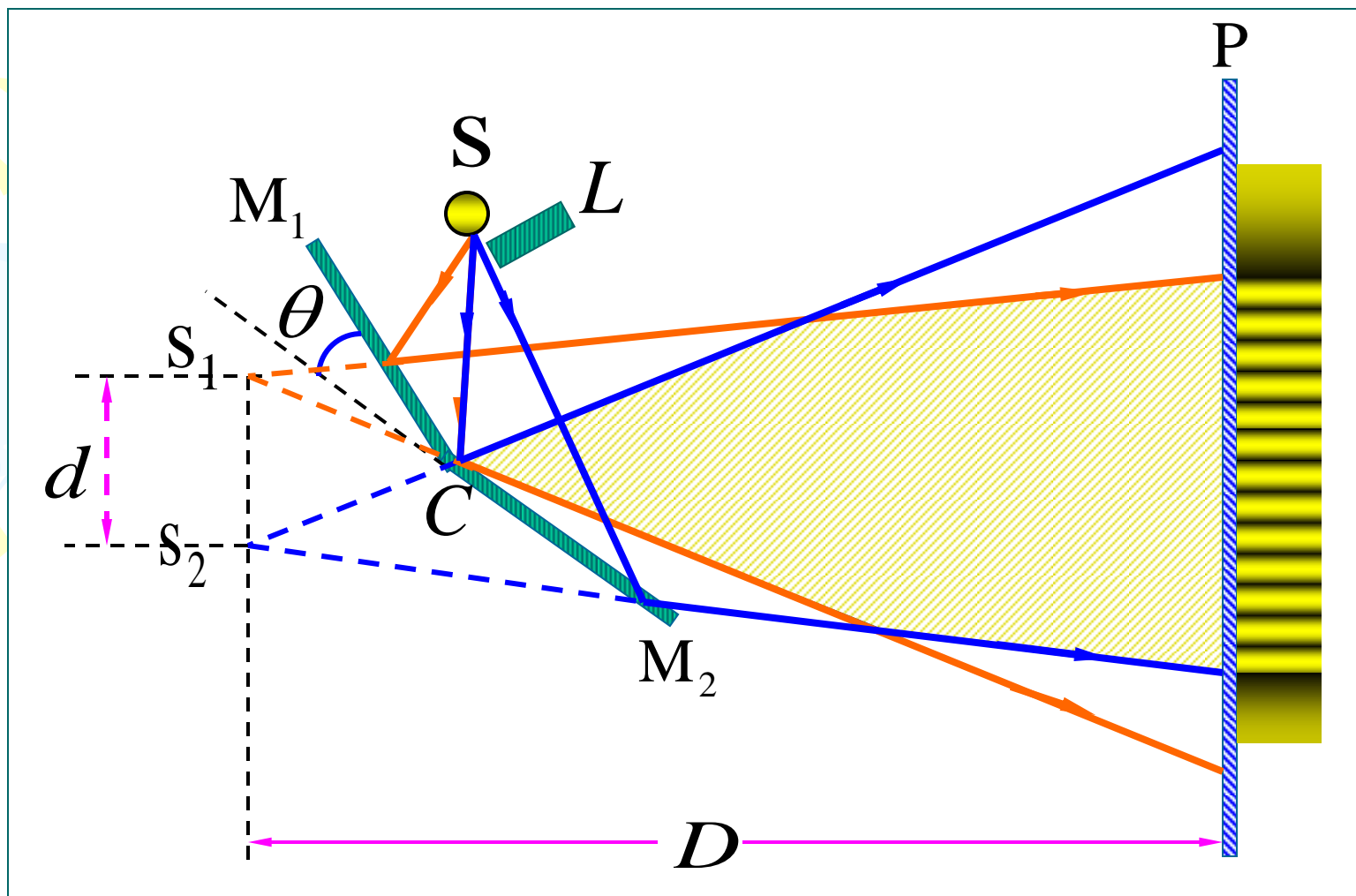
分振幅法



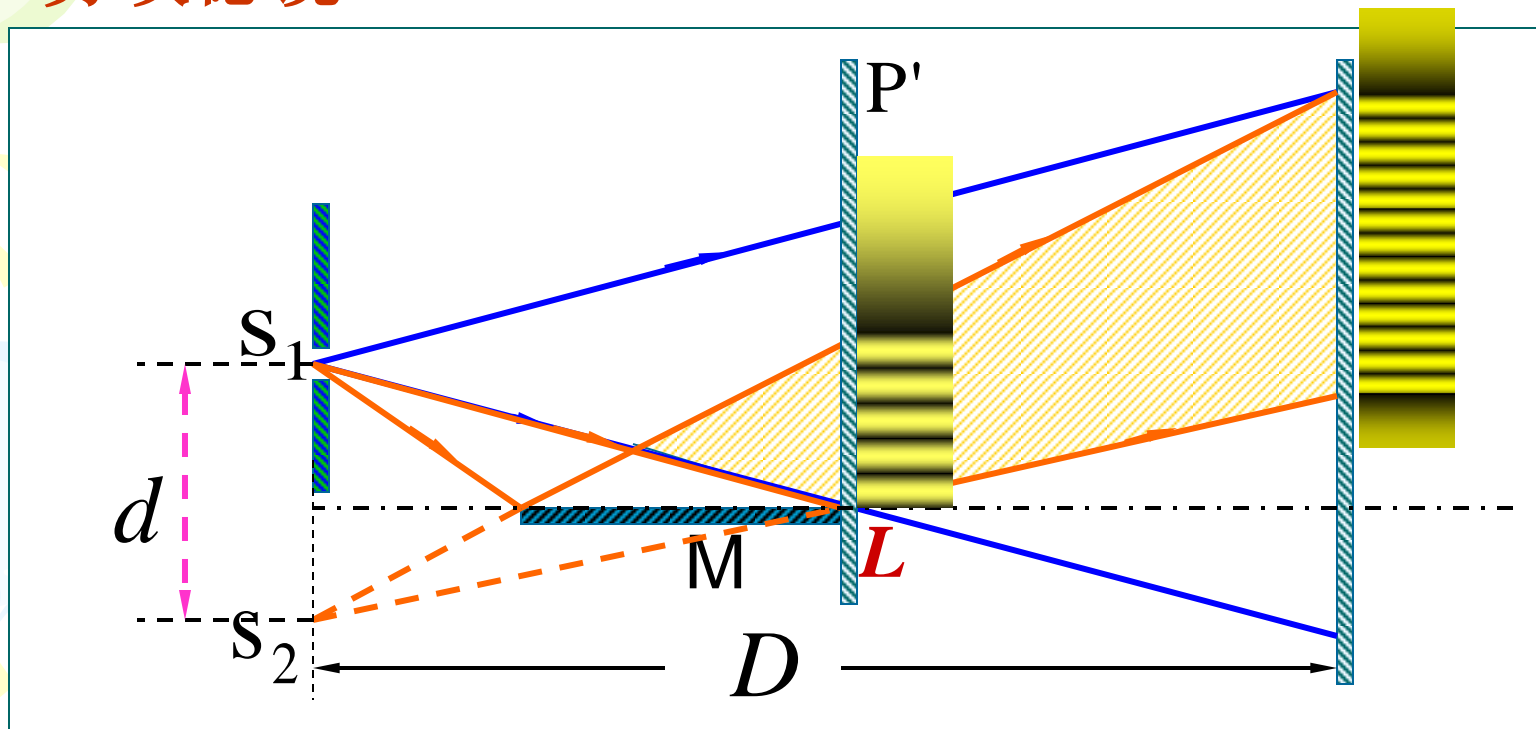
波阵面分割法



菲涅耳双镜



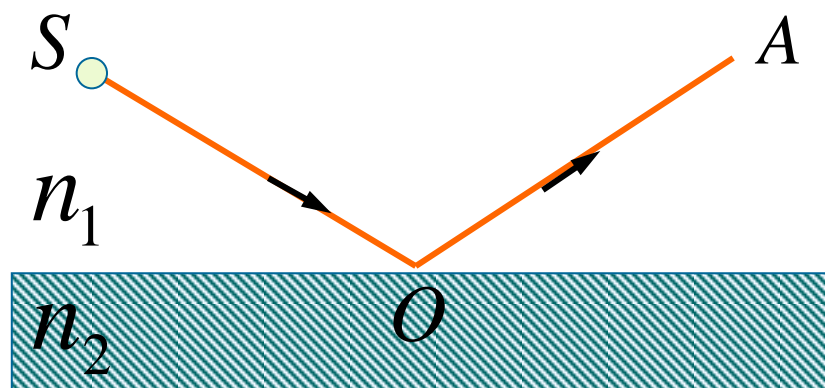
劳埃德镜



半波损失：光从**光速较大的介质**射向**光速较小**的介质时反射光的相位较之入射光的相位跃变了 π ，称为半波损失。

（相当于反射光与入射光之间附加了半个波长的波程）

半波损失：



当 $n_1 < n_2$

反射光线 OA 相对于入射光线 SO 有 π 的相位跃变

S到A的波程

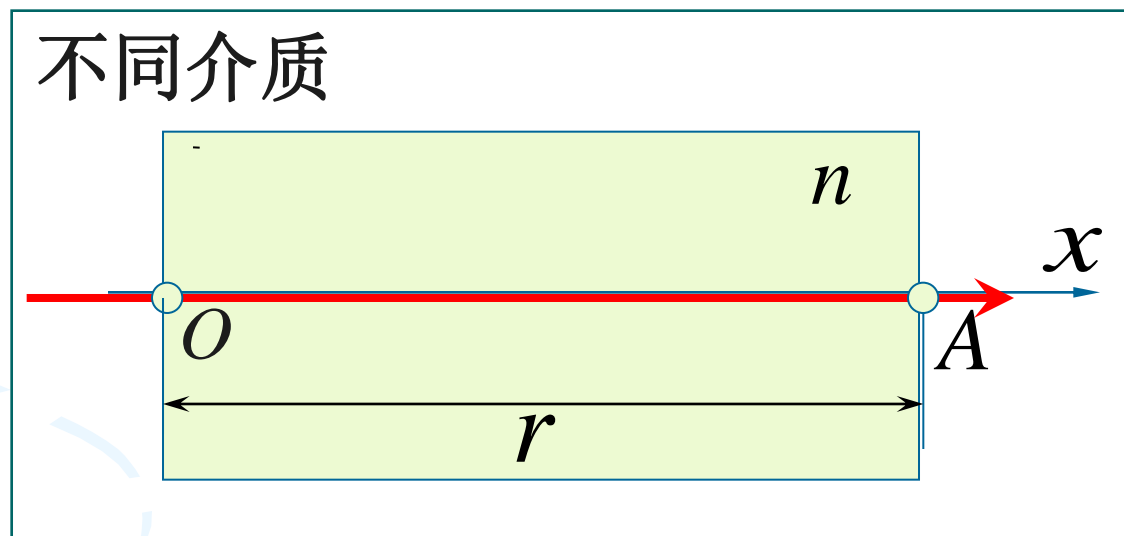
$$r = |SO| + |OA| + \frac{\lambda_{n1}}{2}$$

附加半个波长

光程

1. 定义

➤ 光程：介质折射率 n 与光的几何路程 r 之积 nr



➤ 波程：波所走过的几何路程 r

光程

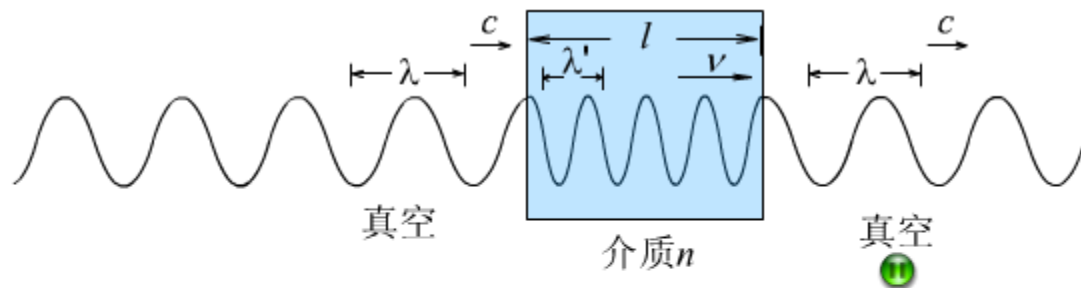
$$nr$$

2.物理意义:

光程就是：光在**介质**中通过的几何**路程** 按相位变化相等折合到**真空**中的路程.

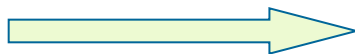
问题1:

光从真空进入介质，光**波的物理性质**有哪些变化？



真空中

波长为 λ
速度为 c

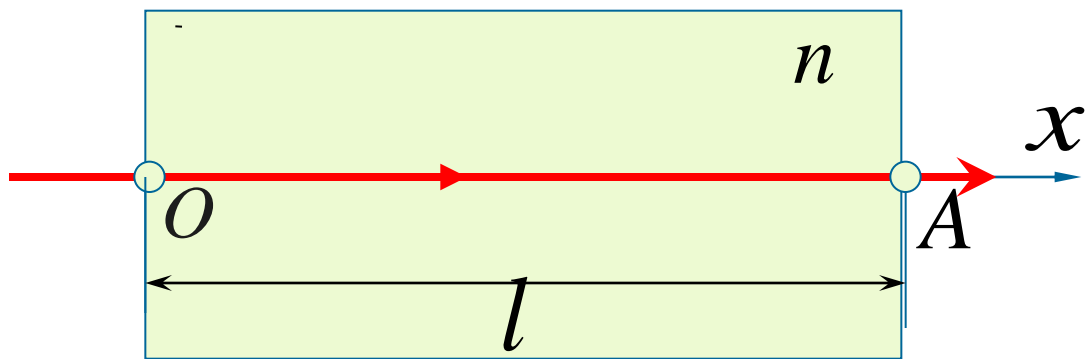


折射率为 n 介质中

波长为 $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$
速度为 $u = \frac{c}{n}$



单色光波长 λ (真空)

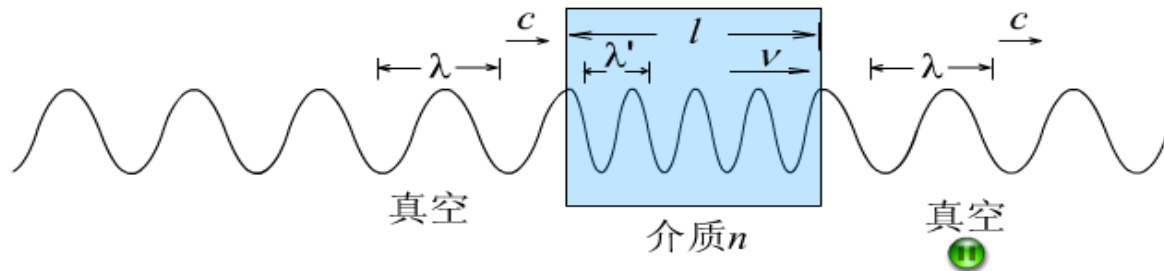


问题2:

如何计算光波在 OA 两点的相位差?

可以用公式 $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} l$ 吗?





波程

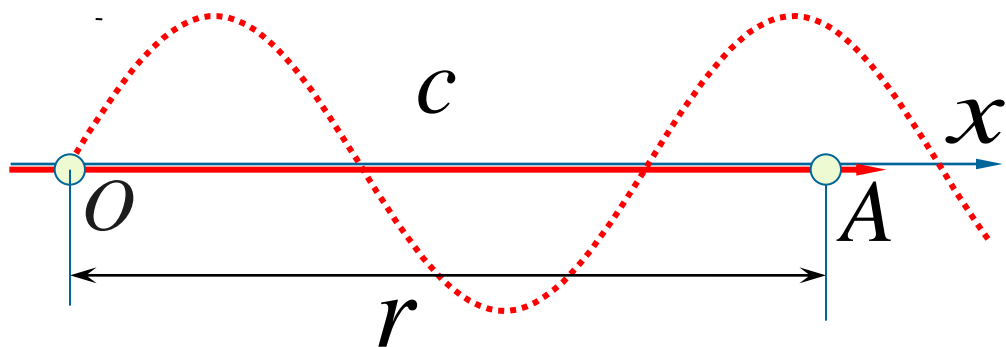
光程

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{l}{\lambda_n} = 2\pi \frac{nl}{\lambda}$$

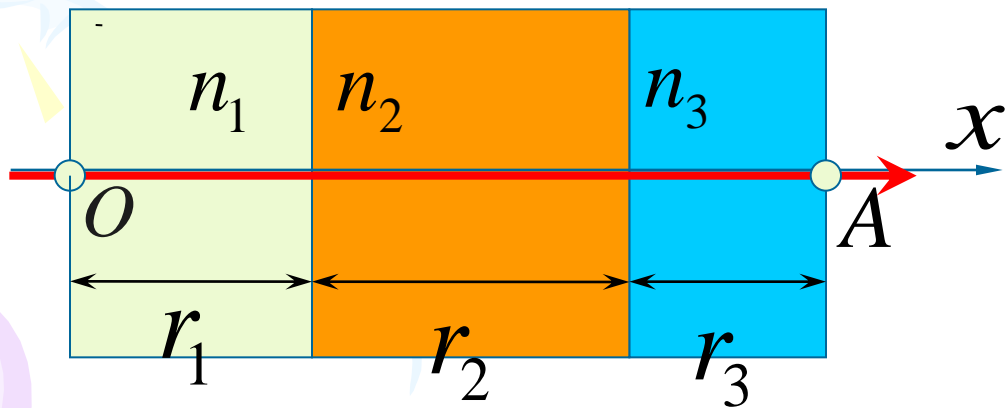
可见：光在介质 n 中传播路程 l 时引起的相位变化，相当于光在真空中通过 nl 的路程所引起的相位变化。



真空 λ



不同介质



$$L = n_1 r_1 + n_2 r_2 + n_3 r_3$$

3. 应用公式 (一)

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x$$

波程

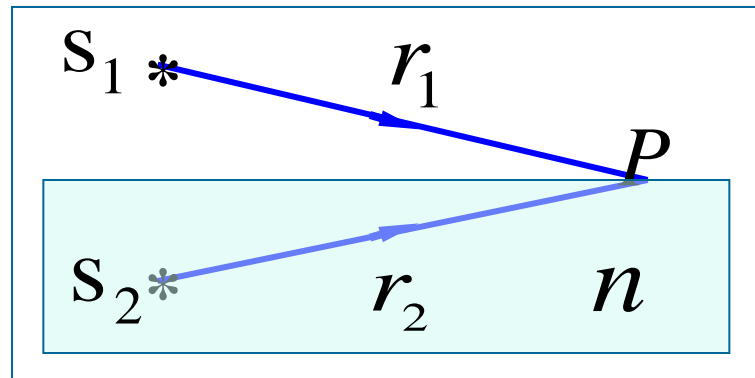
$$= \frac{2\pi}{\lambda} r$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} L$$

光程

3. 应用公式（二）

已知：两相干光源相位差为零
发出的单色光在真空中波长
为 λ



计算：两光源在P点分振动的相位差

问题：当光在**不同介质**中传播时，如何计算相位差 $\Delta\varphi$ ？

光的相干性 光程

波动光学

计算P点相位差

波程差 $\Delta r = r_2 - r_1$

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

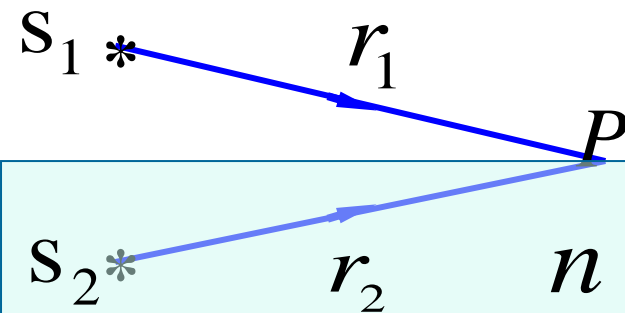
介质中光的
波长

真空中光的
波长

$$= -2\pi\left(\frac{nr_2 - r_1}{\lambda}\right)$$

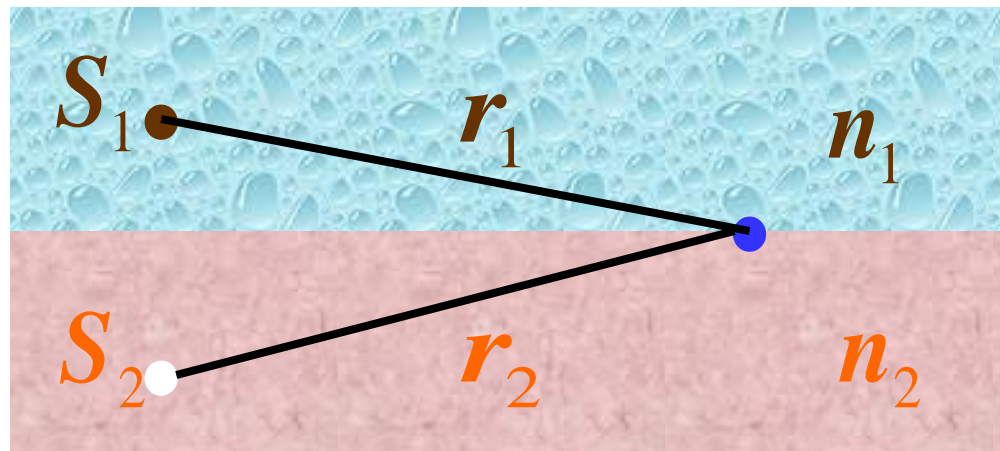
光程差

➤ 相干光在同一种介质中传播时，可直接用波程差计算相位差，若在不同介质中，则公式失效。



光程差

相干光通过不同的介质
相遇时相位差的问题



光程差 Δ

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - \frac{2\pi}{\lambda} (n_2 r_2 - n_1 r_1)$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 0$$

光在真空（空气）中

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta r}{\lambda}$$

$$\Delta r = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{加强} \\ \pm (2k-1)\frac{\lambda}{2} & \text{减弱} \end{cases}$$

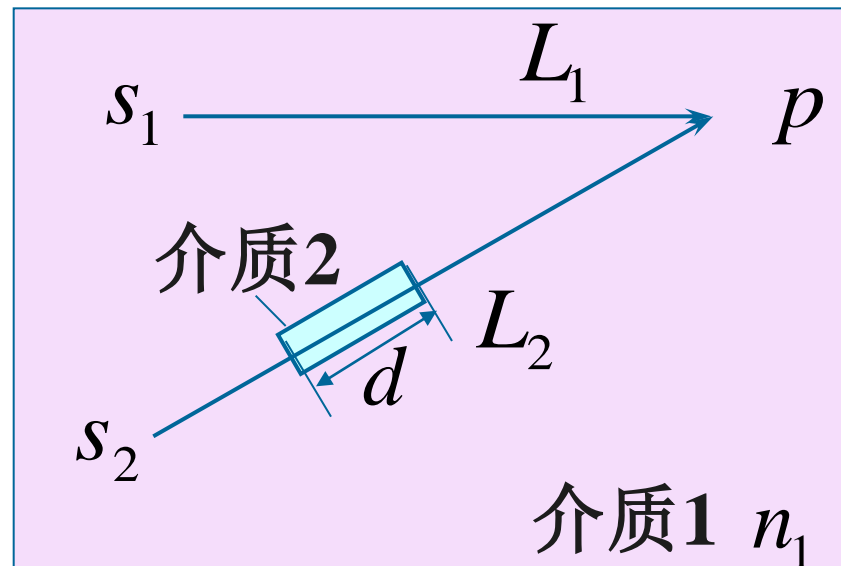
$$\varphi_2 - \varphi_1 = 0$$

光在不同介质中传播

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda}$$

$$\Delta = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{加强} \\ \pm (2k-1)\frac{\lambda}{2} & \text{减弱} \end{cases}$$

两光源相位差为零，出射光在真空中波长为 λ ，如图所示，两介质折射率分别为 n_1 、 n_2 介质2厚度为 d ，求P点干涉条件



光程差

$$\Delta = n_2 d + n_1 (L_2 - d) - n_1 L_1$$

相位差 $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda}$

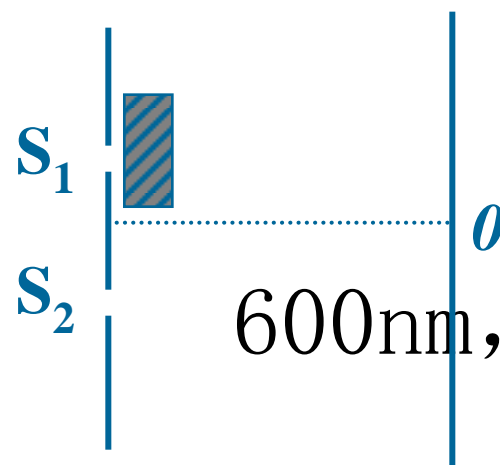
$$\Delta = \pm k\lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad \text{干涉加强}$$

$$\Delta = \pm (2k - 1) \frac{\lambda}{2}, \quad k = 1, 2, \dots \quad \text{干涉减弱}$$



例题 杨氏双缝干涉实验中，如果将一薄云母片 ($n=1.58$) 覆盖在条缝 S_1 上，发现原屏幕中央明纹移到第五级明条中心位置处，求：

- (1) 条纹移动方向
- (2) 若已知入射光波长为
求云母片厚度。



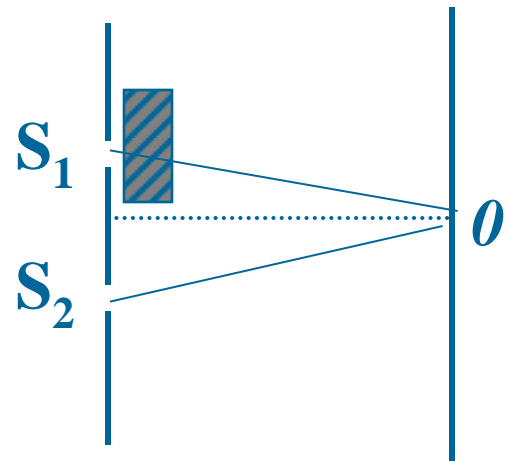
此时对应光程差为零的位置
将在屏幕上方。

所以现在中心点 o 处的光程
差为 $\Delta = nt - t = (n - 1)t$

$$\text{且 } \Delta = k\lambda \quad k = 5$$

$$\therefore \text{得 } (n - 1)t = 5\lambda$$

$$t = \frac{5\lambda}{n - 1} = 5.17 \times 10^{-6} m$$



Note:

重要概念： 光程 nr 光程差 Δ

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{r}{\lambda_n} = 2\pi \frac{nr}{\lambda}$$

$\Delta = \pm k\lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots$ 干涉加强

$\Delta = \pm(2k-1)\frac{\lambda}{2}, \quad k = 1, 2, \dots$ 干涉减弱



说明：透镜不引起附加的光程差

