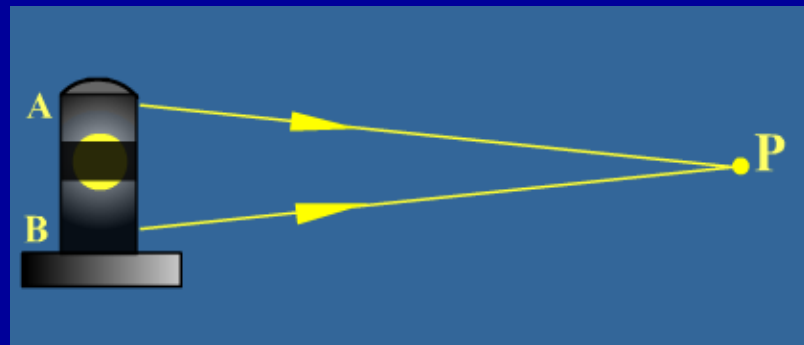
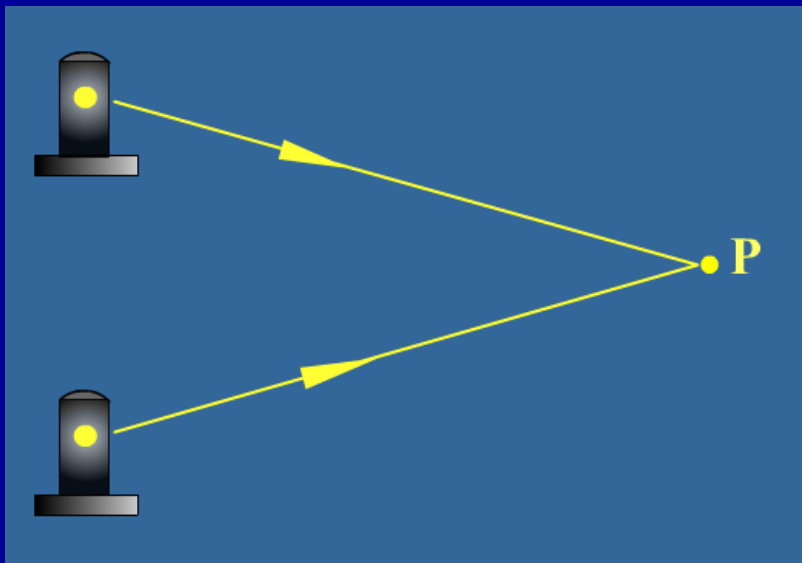
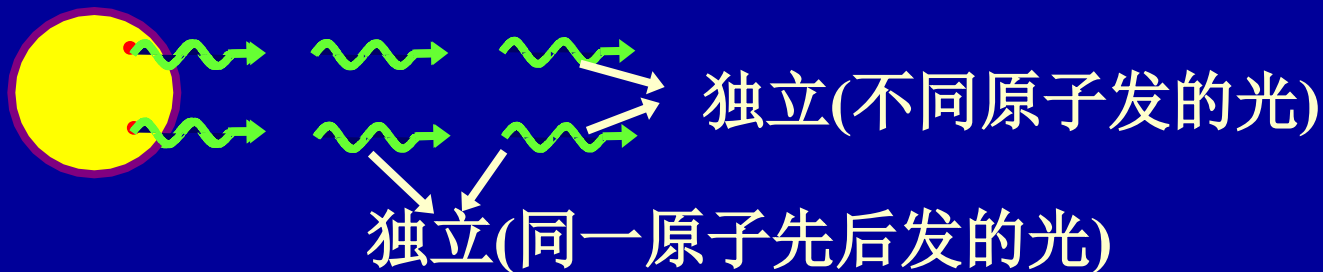


# 关于波动光学光的 干涉



# 普通光源：自发辐射

- 发光的间歇性
- 发光的随机性



## 2、光的颜色和光谱

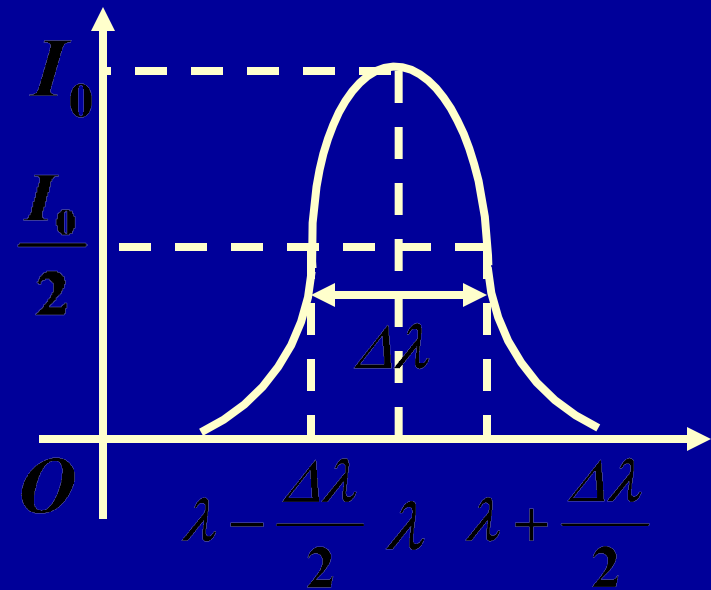
可见光频率范围  $7.7 \times 10^{14} \sim 3.9 \times 10^{14} \text{ Hz}$

可见光波长范围  $3900 \sim 7600 \text{ \AA}$

单色光——只含单一波长的光。

复色光——含多种波长的光。

准单色光——光波中包含波长范围很窄的成分的光。



## 3、光强

光波是电磁波。

光波中参与与物质相互作用（感光作用、生理作用）的是  $E$  矢量，称为光矢量。

$E$  矢量的振动称为**光振动**。

在波动光学中，主要讨论的是相对光强，因此在同一介质中直接把**光强**定义为：

$$I = E_0^2$$

## 二、光的相干性

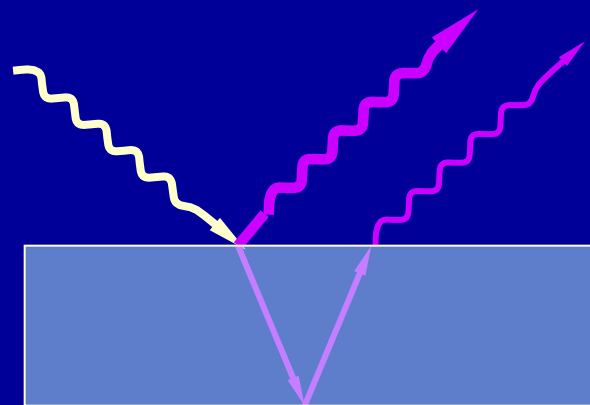
相干波的条件：**同频率，同振动方向，相位差恒定**

干涉现象：在相干区域内，一些点振动始终加强，一些点始终减弱。

# 获得两束相干光的方法

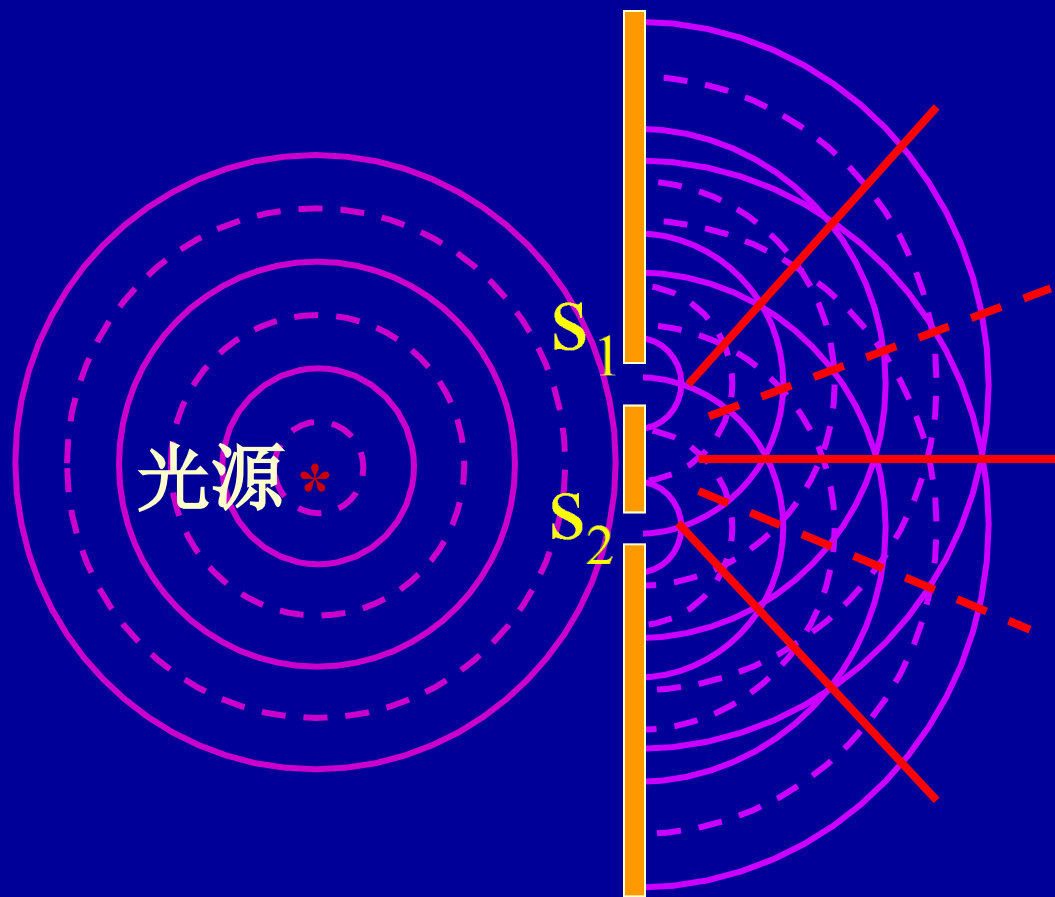
## 分振幅法

其原理是利用反射、折射把波面上某处的振幅分成两部分，再使它们相遇从而产生干涉现象。



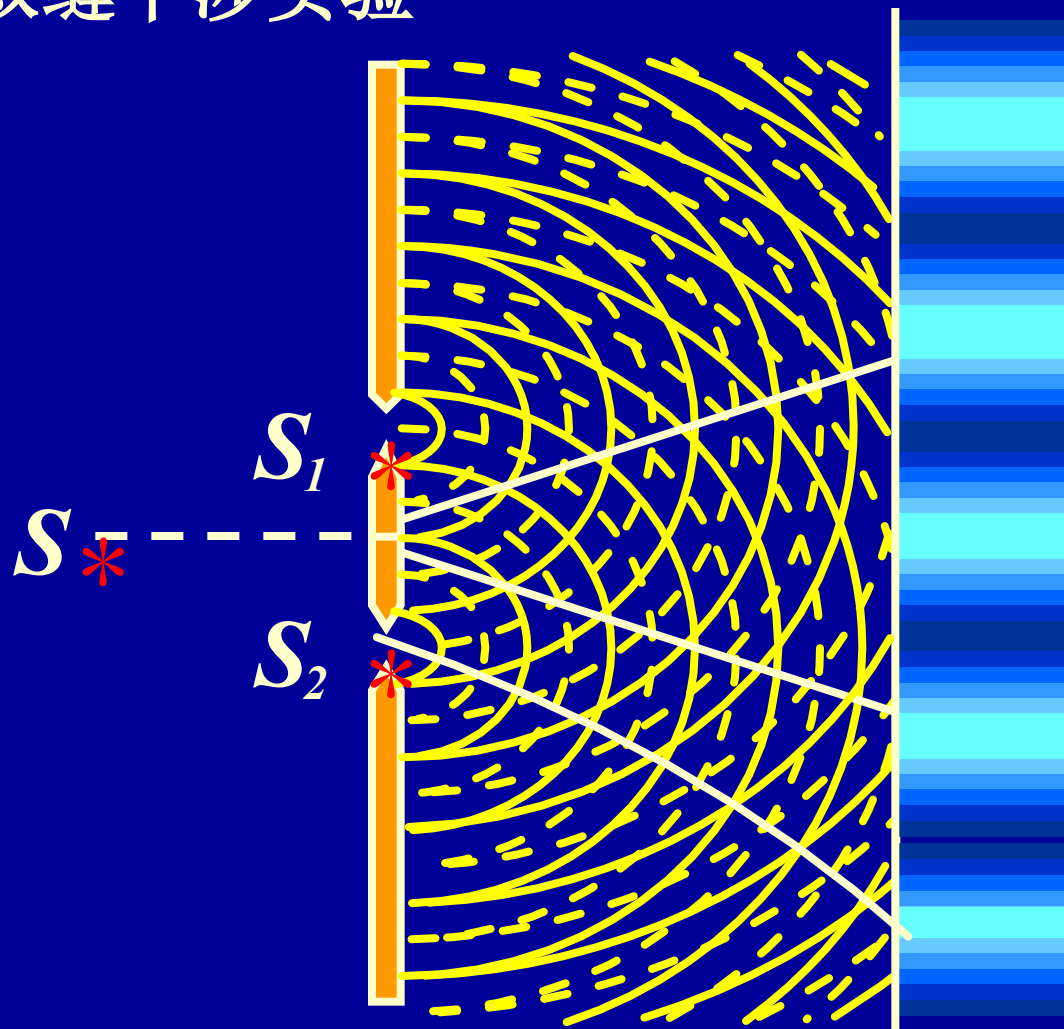
# 分波阵面法

光源发出的  
某一波阵面上，  
取出两部分面元  
作为相干光源



# 14-2 杨氏双缝干涉实验 光程 劳埃德镜

## 一、杨氏双缝干涉实验



# 杨氏干涉条纹

波程差:

$$\delta = r_2 - r_1 \approx d \sin \theta$$

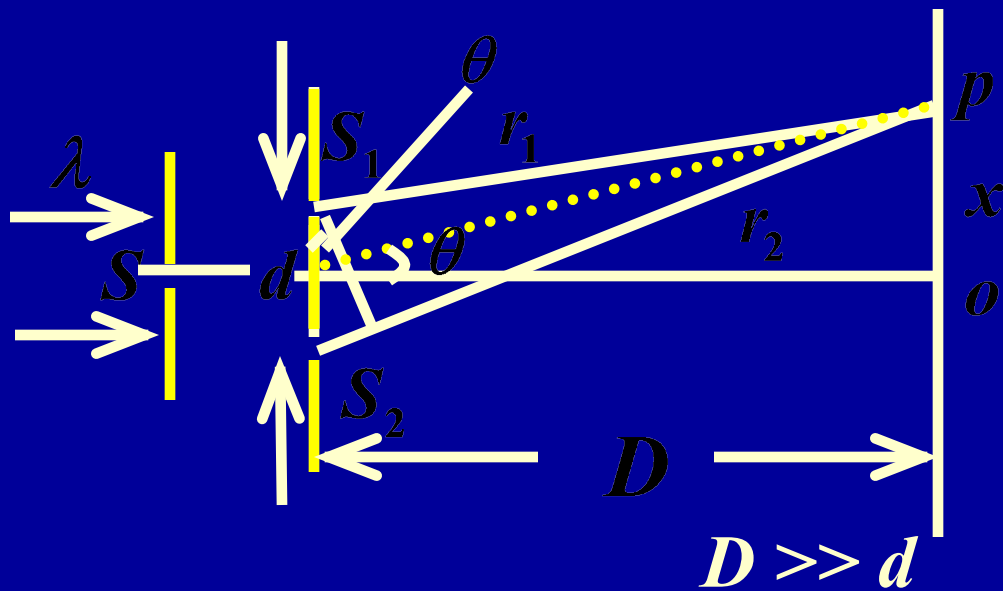
$$\approx d \tan \theta = d \cdot \frac{x}{D}$$

$$\delta = \pm k \lambda,$$

$$x_{\pm k} = \pm k \frac{D}{d} \lambda,$$

干涉级:  $k = 0, 1, 2, \dots$

干涉加强  
明纹位置



$$\delta = \pm(2k+1) \frac{\lambda}{2},$$

$$x_{\pm(2k+1)} = \pm(2k+1) \frac{D}{2d} \lambda$$

干涉减弱  
暗纹位置



两相邻明（或暗）条纹间的距离称为**条纹间距**。

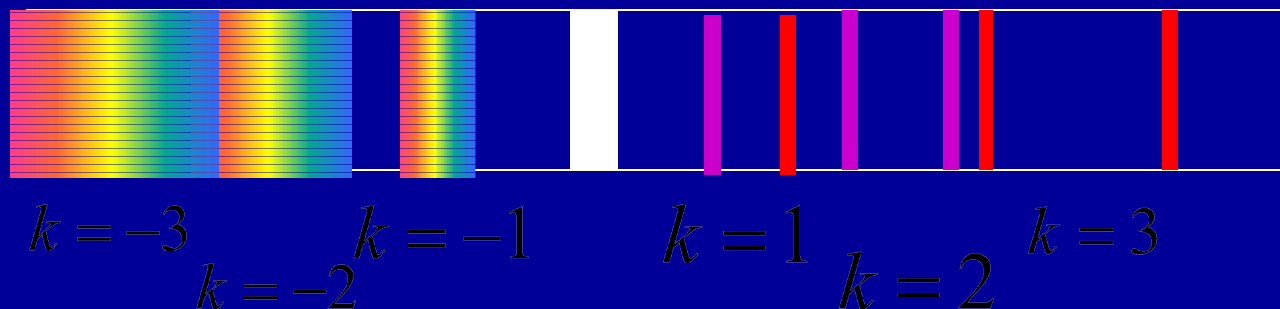
$$\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{D}{d} \lambda$$

**干涉条纹特点：**

- (1) 明暗相间的条纹对称分布于中心O点两侧。
- (2) 相邻明条纹和相邻暗条纹等间距，与干涉级k无关。

$$\Delta x \propto \lambda \quad \Delta x \propto D \quad \Delta x \propto 1/d$$

**若用复色光源，则干涉条纹是彩色的。**



(3)  $D, d$ 一定时，由条纹间距可算出单色光的波长。

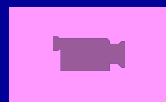
方法一： $\lambda = xd / (kD)$

方法二： $\lambda = \Delta xd / D$

(4)中央条纹由波程差  $\delta = 0$  确定。其位置不一定在坐标原点处。

## 二、其它分波阵面干涉装置

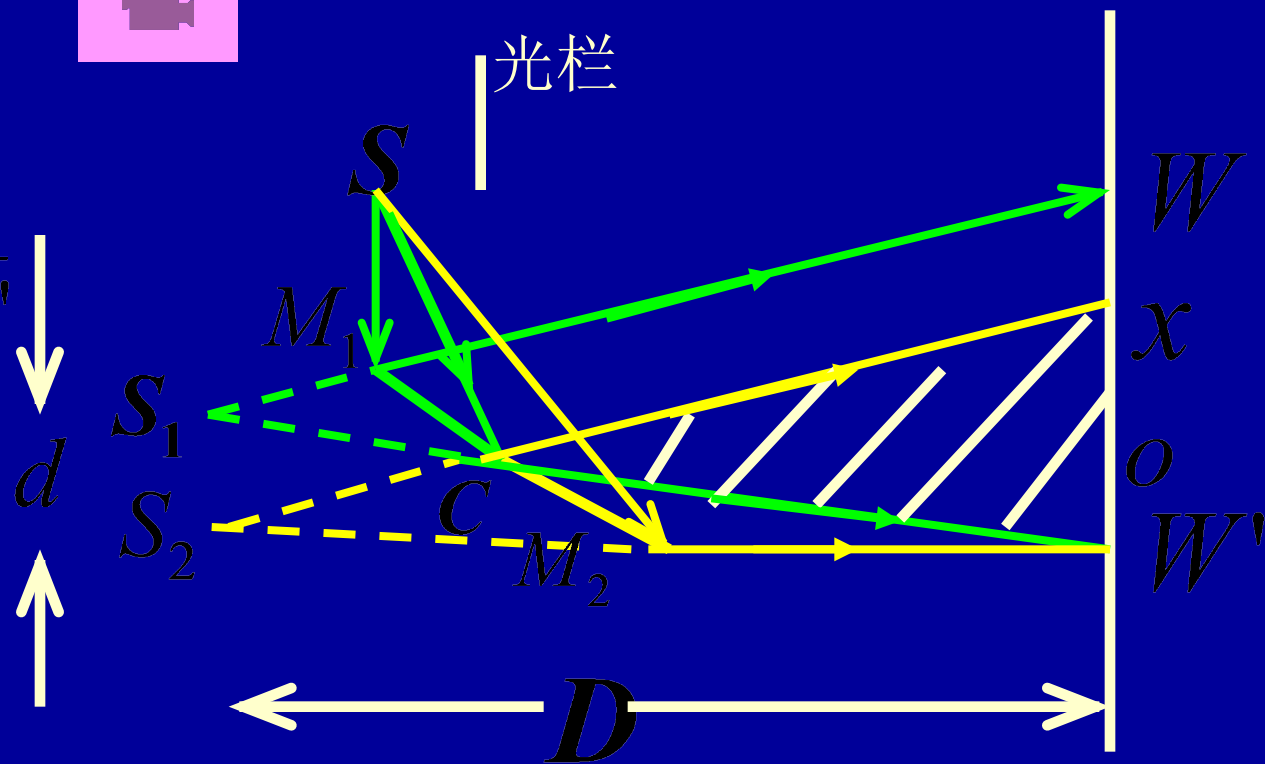
### 1、菲涅耳双面镜



虚光源  $S_1$ 、 $S_2$

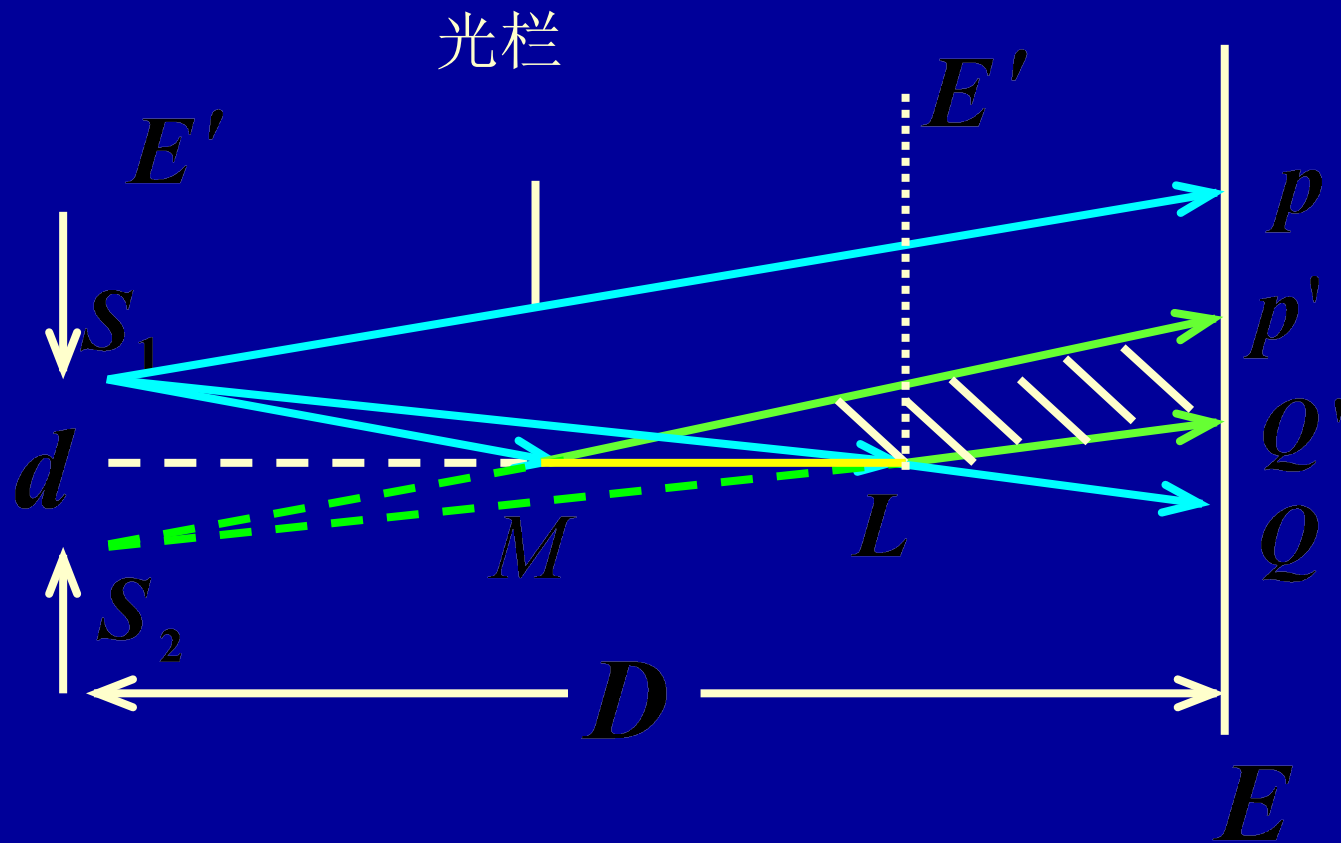
$\overline{S_1 S_2}$  平行于  $\overline{WW'}$

$$d \ll D$$



屏幕上 $O$ 点在两个虚光源连线的垂直平分线上，屏幕上明暗条纹中心对 $O$ 点的偏离  $x$ 为：

## 2 洛埃镜




当屏幕  $E$  移至  $E'$  处，从  $S_1$  和  $S_2$  到  $L$  点的光程差为零，但是观察到的是暗条纹，表明两光波在此干涉相消。相位差应为  $\pi$ 。说明反射时有相位突变或半波损失存在。

**结论：**光由光疏介质（垂直或掠）入射到光密介质界面上时，反射光相对入射光产生  $\pi$  相位突变或称半波损失

# 三、光程与光程差

## 光程

干涉现象决定于两束相干光的相位差。两束相干光通过不同的介质时，相位差不能单纯由几何路程差决定。

真空中光的波长  $\lambda = \frac{c}{\nu}$   波源的振动频率

介质中光的波长  $\lambda_n = \frac{u}{\nu}$       $u = \frac{c}{n}$       $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$

光在折射率为 $n$ 的介质中传播几何路程为 $r$ ，相应的相位变化为

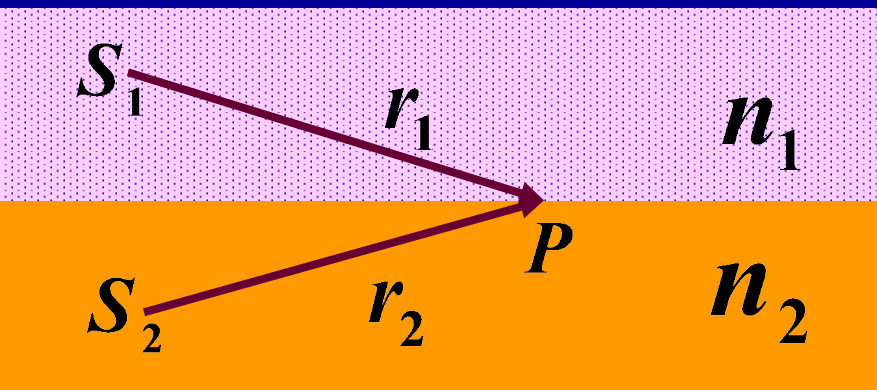
$$2\pi \frac{r}{\lambda_n} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot nr$$

定义  $nr$  为光程

$$nr = \frac{c}{u} r = ct$$

光程表示在相同的时间内光在真空中通过的路程，它避免了介质中波长的概念，因为通常已知的波长都是真空中的波长。

$$\text{光程} = \sum_i n_i r_i; \quad \int n dr$$



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

$S_1, S_2$  初相位相同的  
相干光源

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

$$\Delta = (n_1 r_1 - n_2 r_2)$$

光程差

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

光在真空中的波长

若两相干光源不是同相位的

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_0 + \frac{2\pi}{\lambda} \Delta$$

两相干光源同相位，干涉条件

$$\Delta = \pm k\lambda,$$

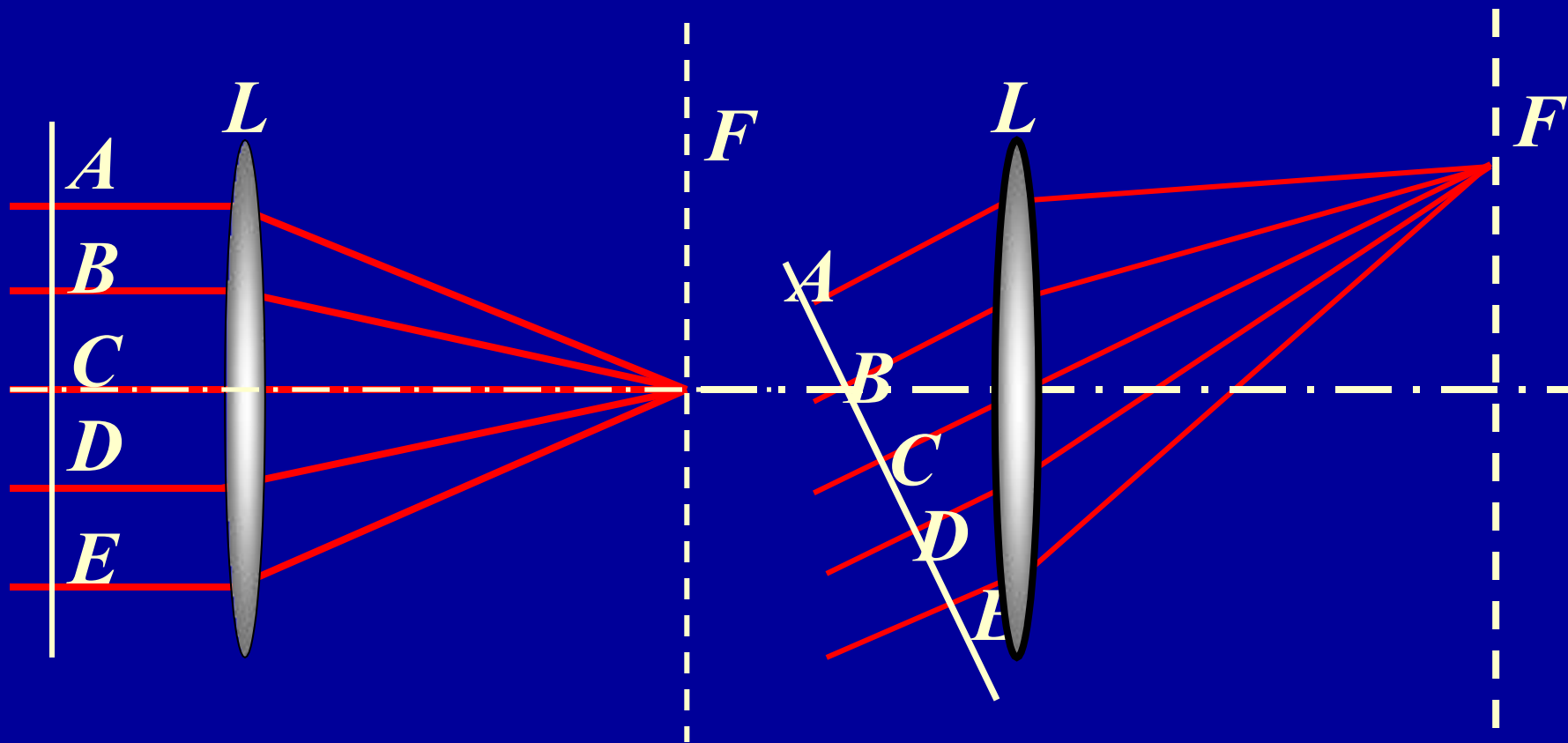
$k = 0, 1, 2, \dots$  加强（明）

$$\Delta = \pm(2k + 1)\frac{\lambda}{2}$$

$k = 0, 1, 2, \dots$  减弱（暗）



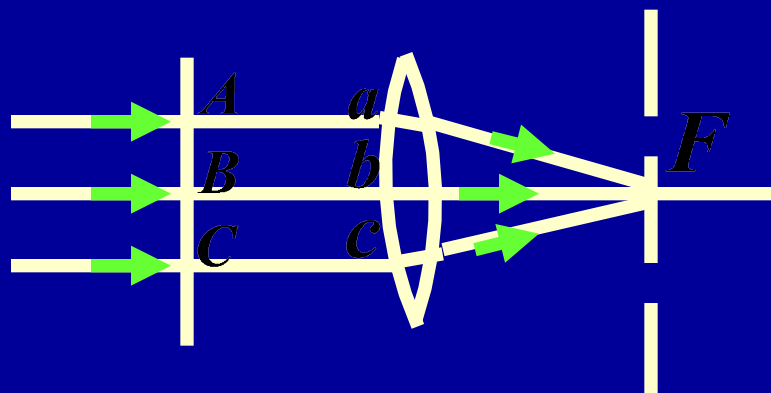
# 透镜的等光程性



 透镜不会引起附加的光程差

透镜的等光程性

不同光线通过透镜要改变传播方向，但不会引起附加光程差



$A$ 、 $B$ 、 $C$  的位相  
相同，在  $F$  点会聚，  
互相加强

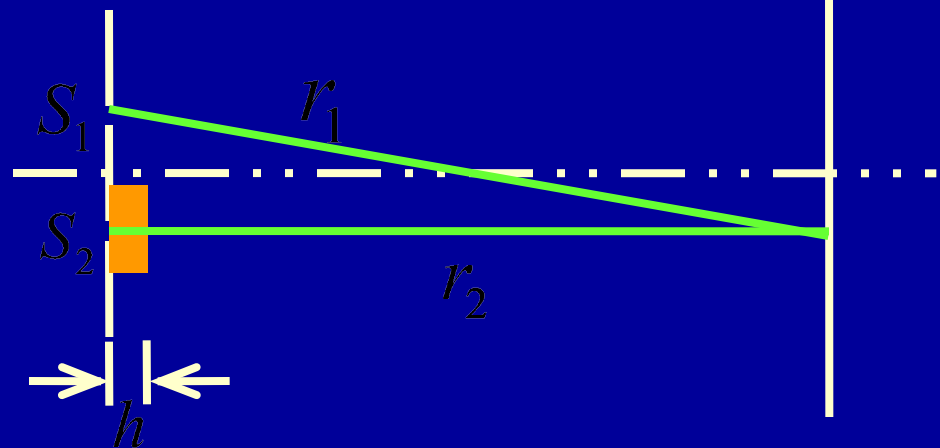
$A$ 、 $B$ 、 $C$  各点到  $F$  点的光程都相等。

解  
释

$AaF$  比  $BbF$  经过的几何路程长，但  $BbF$  在透镜中经过的路程比  $AaF$  长，透镜折射率大于 1，折算成光程， $AaF$  的光程与  $BbF$  的光程相等。

使用透镜不会引起各相干光之间的附加光程差。

**例**：已知： $S_2$  缝上覆盖的介质厚度为  $h$ ，折射率为  $n$ ，设入射光的波长为  $\lambda$ 。



**问**：原来的零级条纹移至何处？若移至原来的第  $k$  级明条纹处，其厚度  $h$  为多少？

**解**：从  $S_1$  和  $S_2$  发出的相干光所对应的光程差

$$\Delta = (r_2 - h + nh) - r_1$$

当光程差为零时，对应  $r_2 - r_1 = -(n-1)h < 0$

所以零级明条纹下移

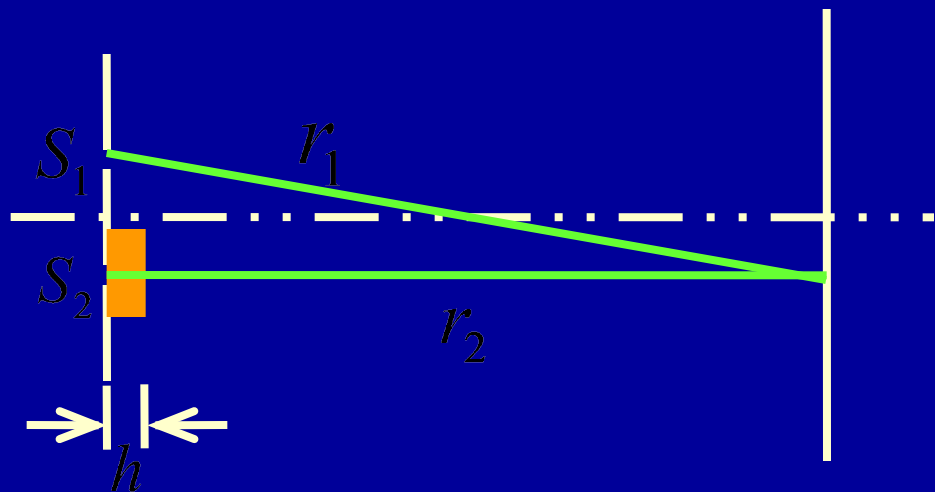
原来  $k$  级明条纹位置满足:

$$r_2 - r_1 = -k\lambda, k > 0$$

设有介质时零级明条纹移到原来第  $k$  级处, 它必须同时满足:

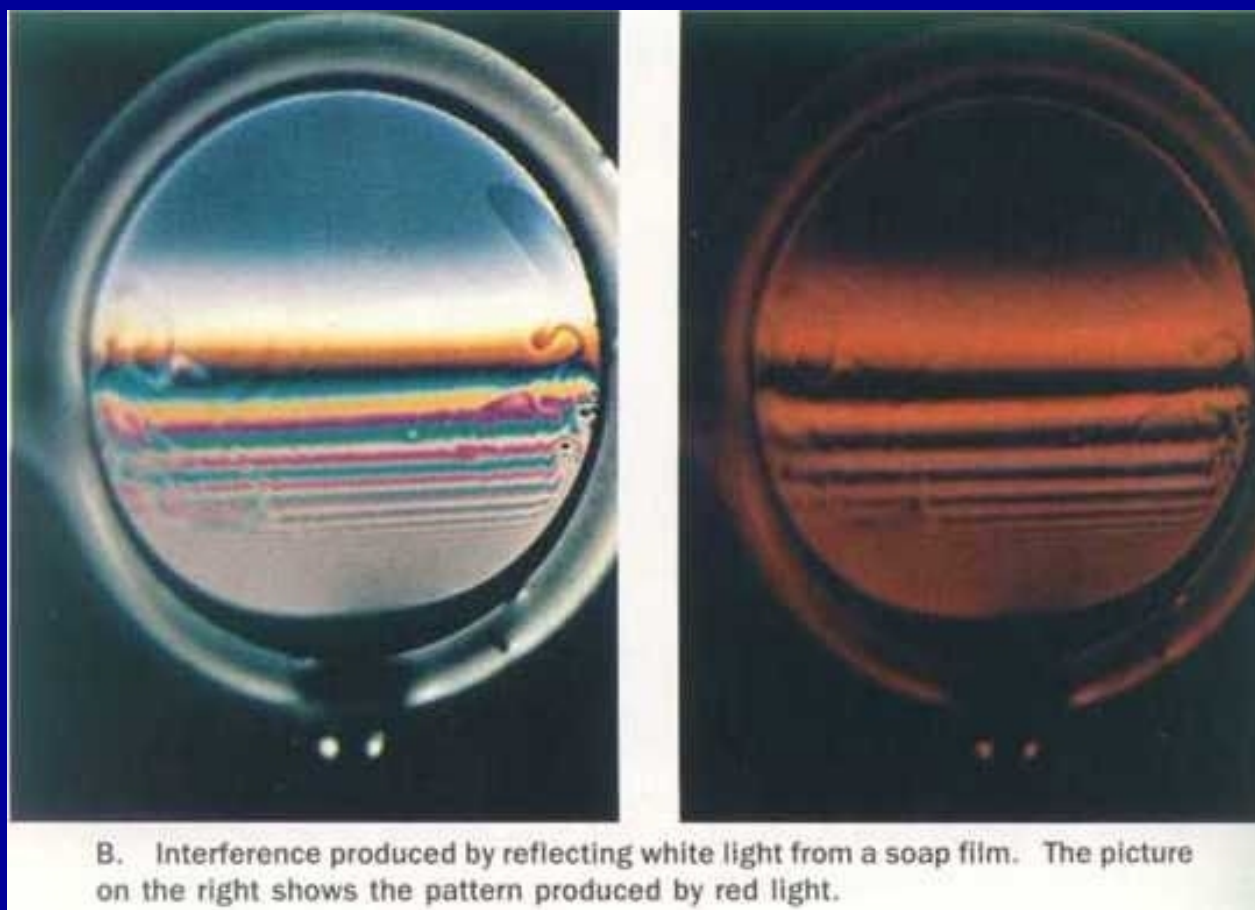
$$r_2 - r_1 = -(n-1)h = -k\lambda$$

$$h = \frac{k\lambda}{n-1}$$



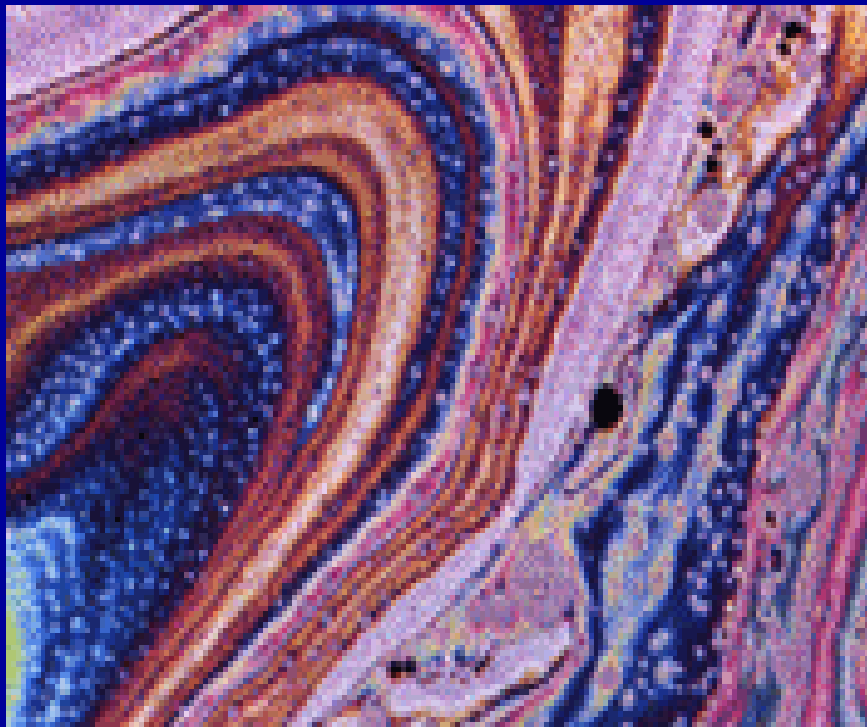
## 14-3 薄膜干涉

利用薄膜上、下两个表面对入射光的反射和折射，可在反射方向（或透射方向）获得相干光束。

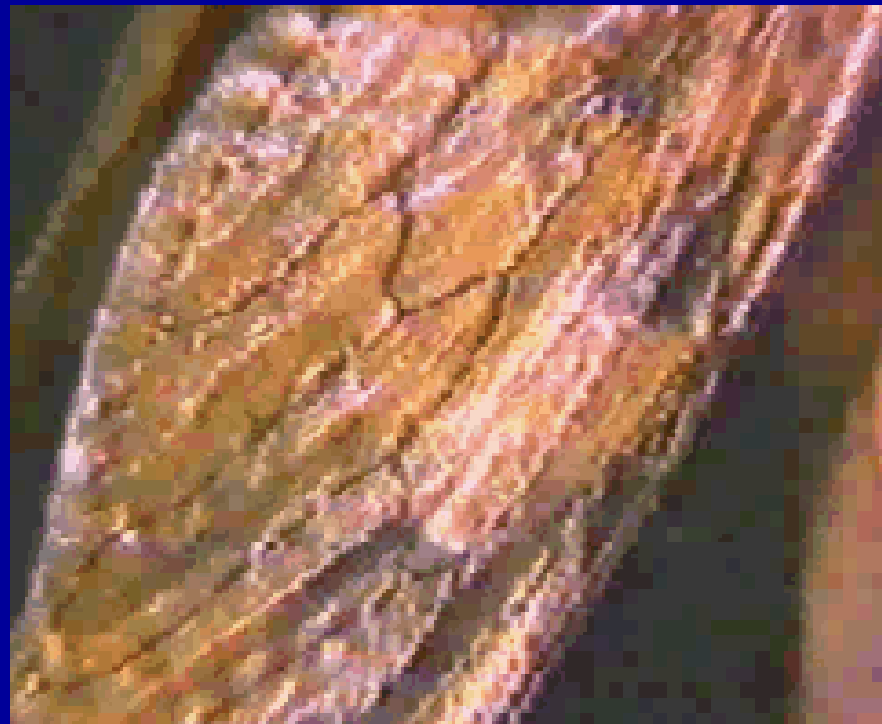


肥皂泡的干涉条纹

## ✎其它干涉条纹



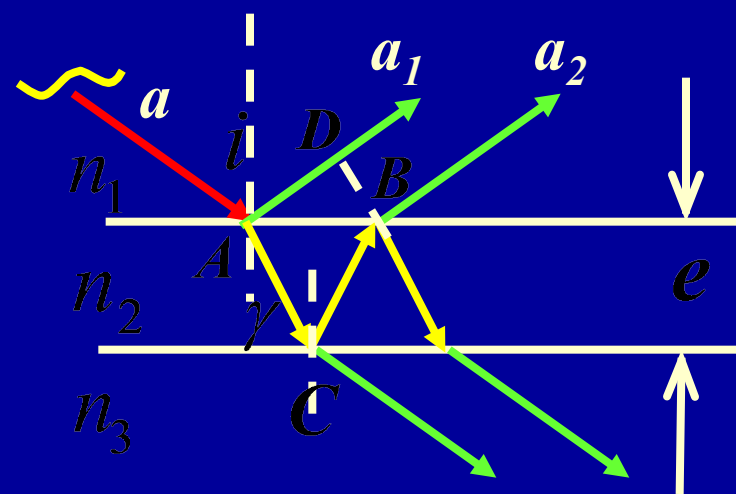
油膜上的干涉条纹



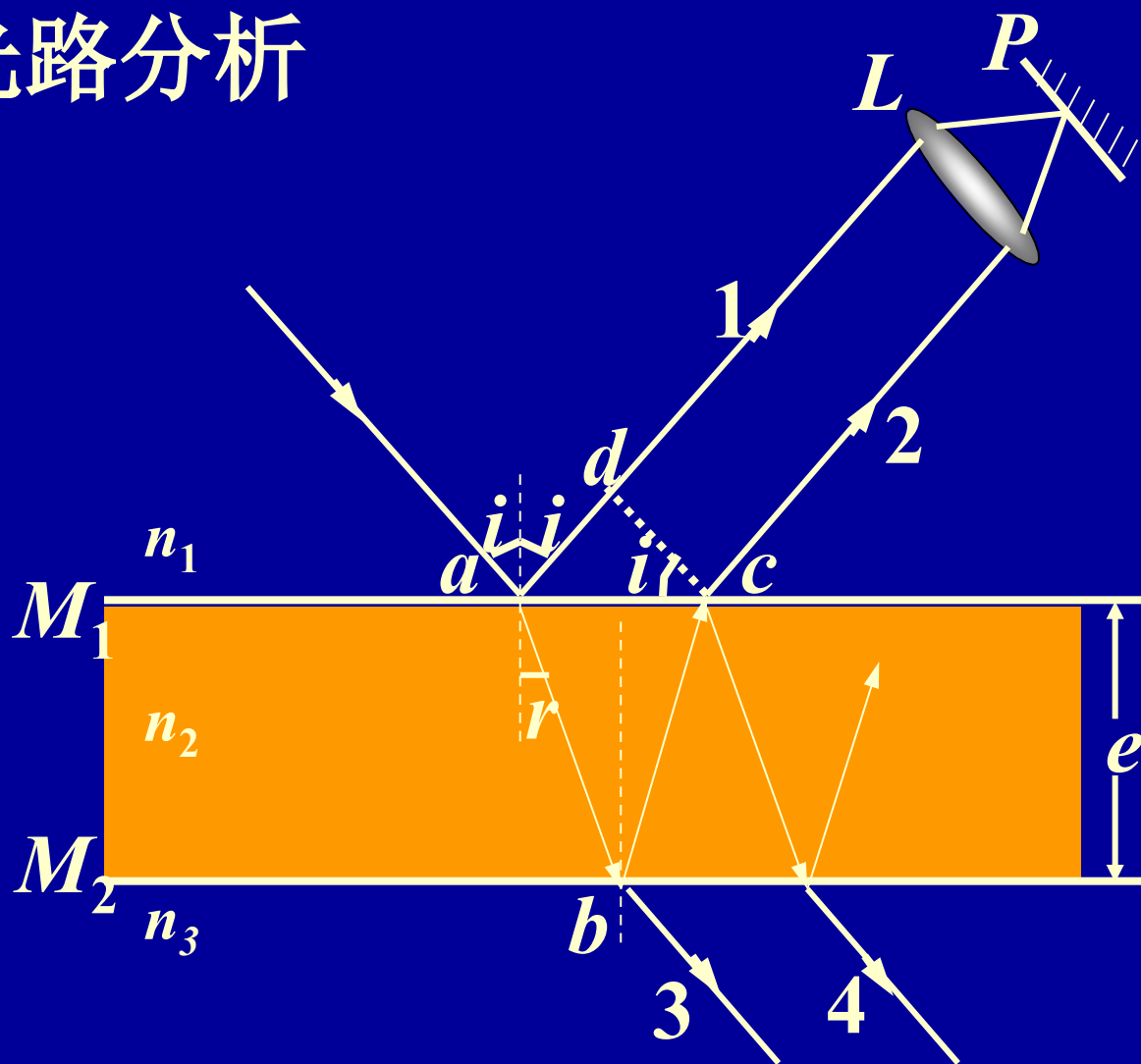
蝉翼上的干涉条纹

# 扩展光源照射下的薄膜干涉

在一均匀透明介质 $n_1$ 中放入上下表面平行, 厚度为 $e$ 的均匀介质 $n_2(>n_1)$ , 用扩展光源照射薄膜, 其反射和透射光如图所示



# 1. 光路分析



光在界面处的相位跃变



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/918056063045007007>