

# 分振幅干涉

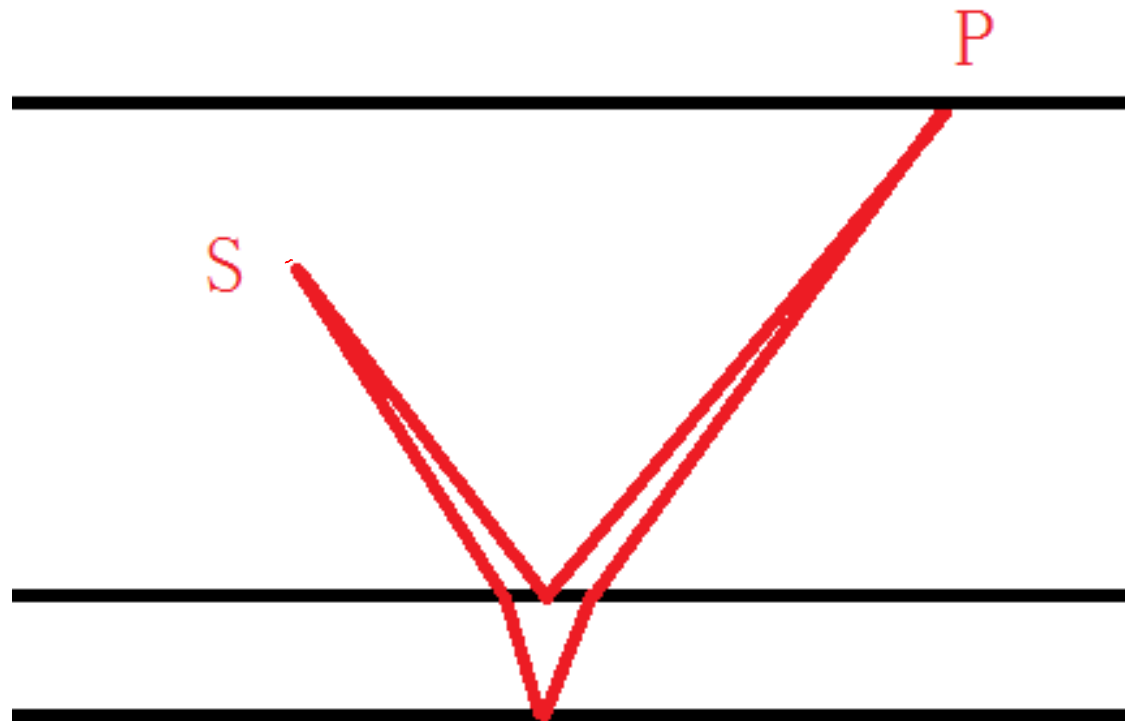
入射光束被薄膜分解为两束光, 在空间交叠而形成干涉场

▲ 薄膜干涉→分振幅干涉

# 点光源的薄膜干涉

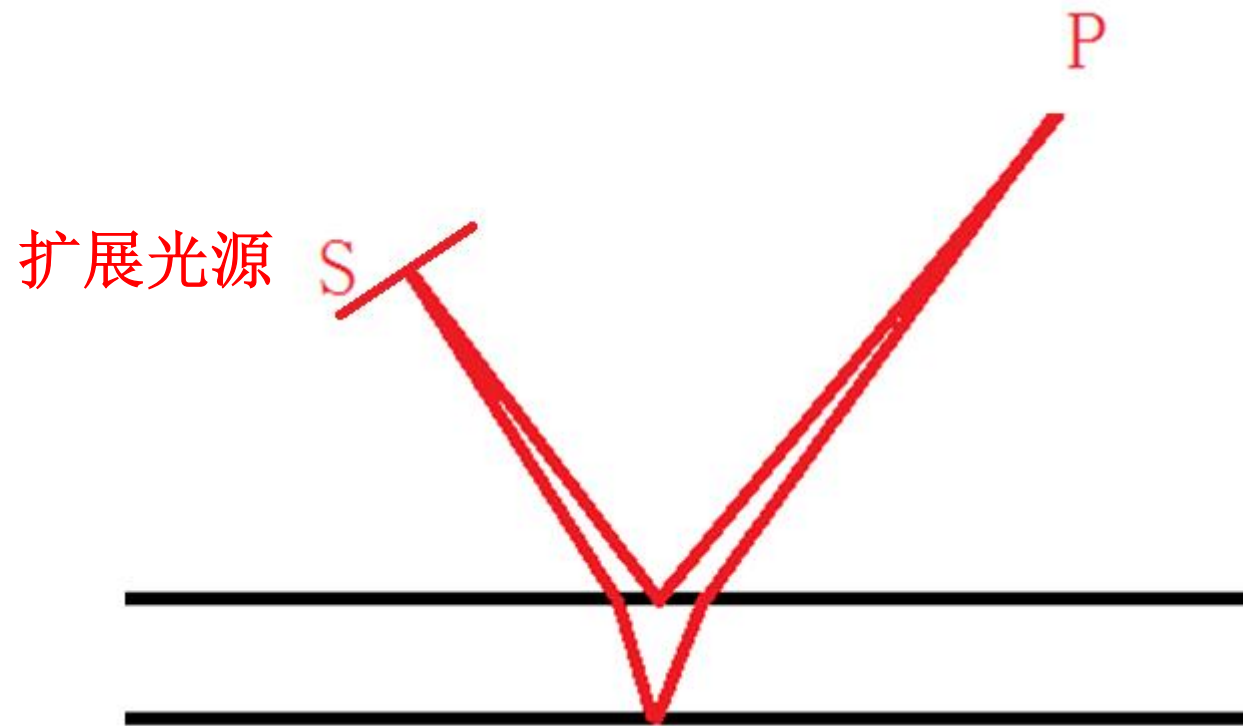
干涉条纹-同心圆

薄膜两面不平行仍然是非定域的



非定域干涉：整个交叠空间均可观察到干涉条纹

光源有一定的宽度？ ？ ？



不同点光源强度代数相加

# 薄膜干涉的定域问题

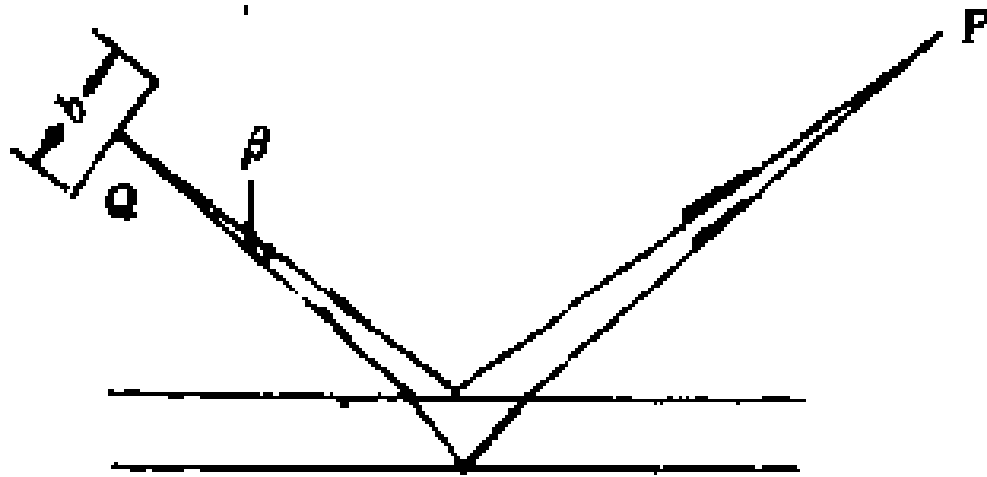
光源宽度的变化，空间不同区域干涉场的衬比度也变化，但存在一个特定区域，这里的衬比度下降最慢或始终不下降，衬比度不因光源扩展而降低的特定区域（曲面），为定域中心

定域中心曲面在空间的位置与膜层几何特征有关

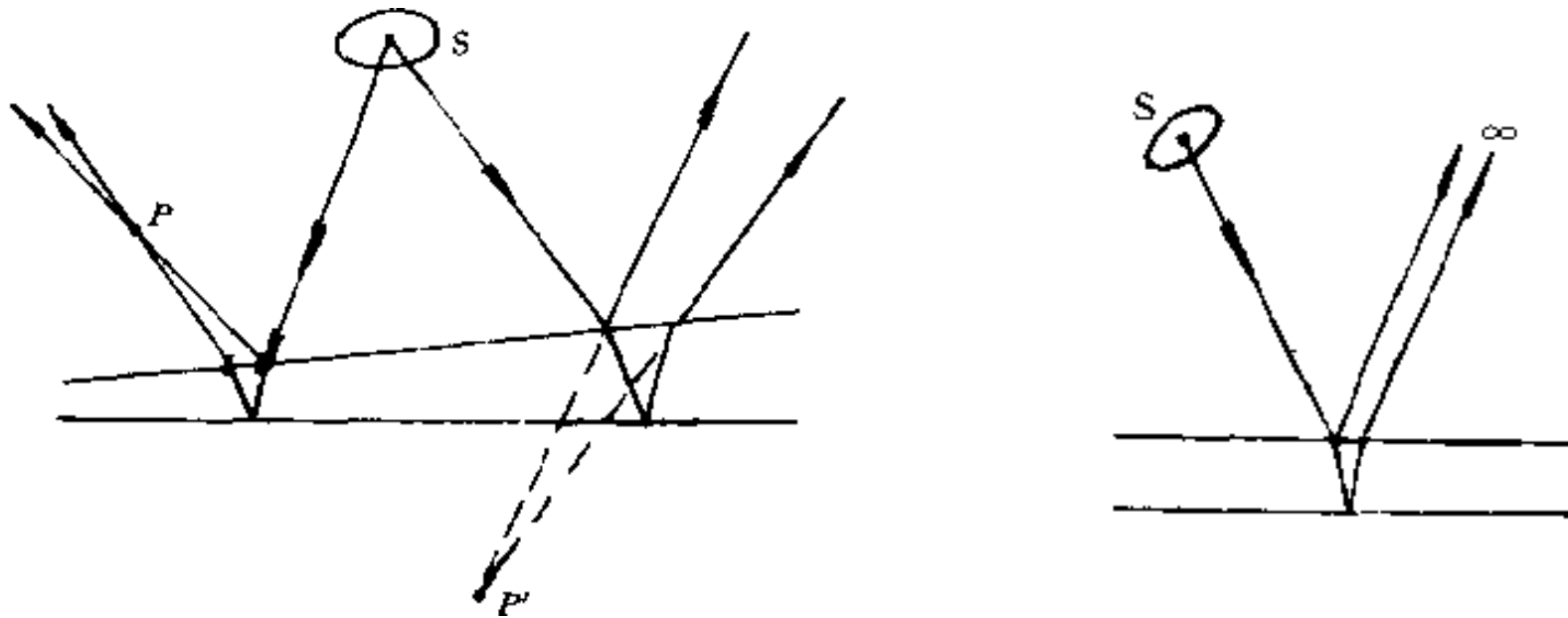
光源有一定的宽度？？？

定域中心

定域深度

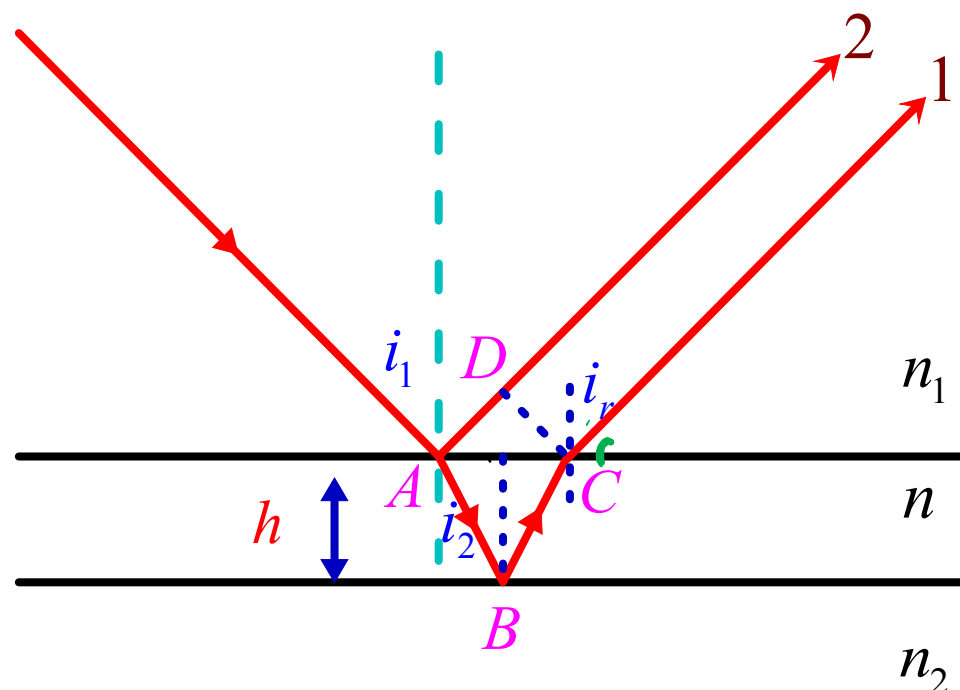


$$\beta = \frac{\lambda}{b} \quad b \rightarrow \infty, \beta \rightarrow 0$$



干涉区域：膜层表面(上方 or 下方)、无穷远

物像等光程原理，利用光具组观测干涉条纹



半波损失

无半波损失

$(n_1 < n < n_2)$   
 $(n_1 > n > n_2)$

有半波损失

$(n_1 < n > n_2)$   
 $(n_1 > n < n_2)$

$$\Delta L = n(AB + BC) - n_1 AD$$

$$AB \approx BC \approx h / \cos i_2 \quad AD \approx AC \sin i_1 \approx 2h \tan i_2 \sin i_1$$

$$\Delta L = 2nh / \cos i_2 - n_1 2h \tan i_2 \sin i_1$$

$$n_1 \sin i_1 = n \sin i_2$$

$$= 2nh / \cos i_2 - 2n h \tan i_2 \sin i_2$$

$$= 2nh \cos i_2 (+ / - \lambda / 2)$$

## 一、等倾干涉（厚度均匀的薄膜干涉）

定域中心： 无穷远处

$$\Delta L = 2nh \cos i_2 + \lambda / 2$$

## 二、等厚干涉（厚度不均匀的薄膜干涉）

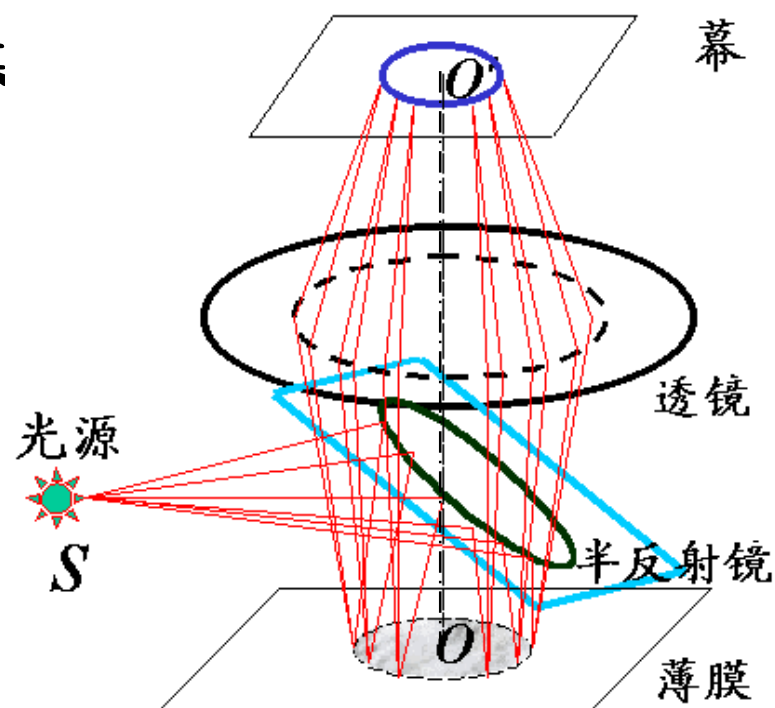
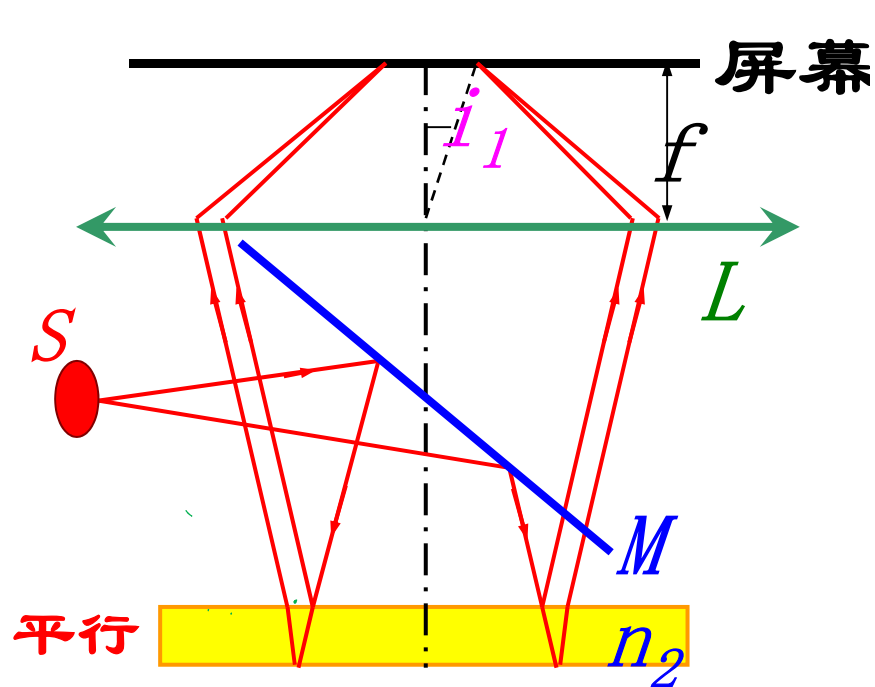
### 1、劈尖干涉

定域中心： 薄膜表面

### 2、牛 顿 环



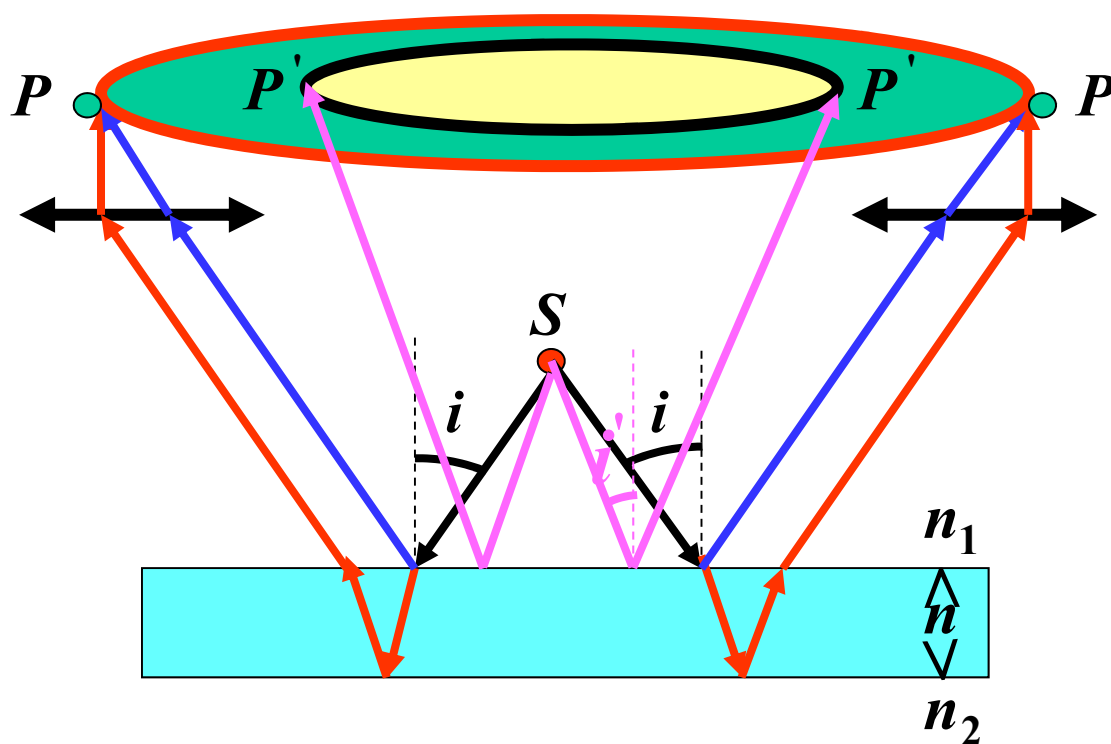
## 等倾条纹



光源的宽度??

相同倾角的光会聚在一起，相同倾角，相同相位差

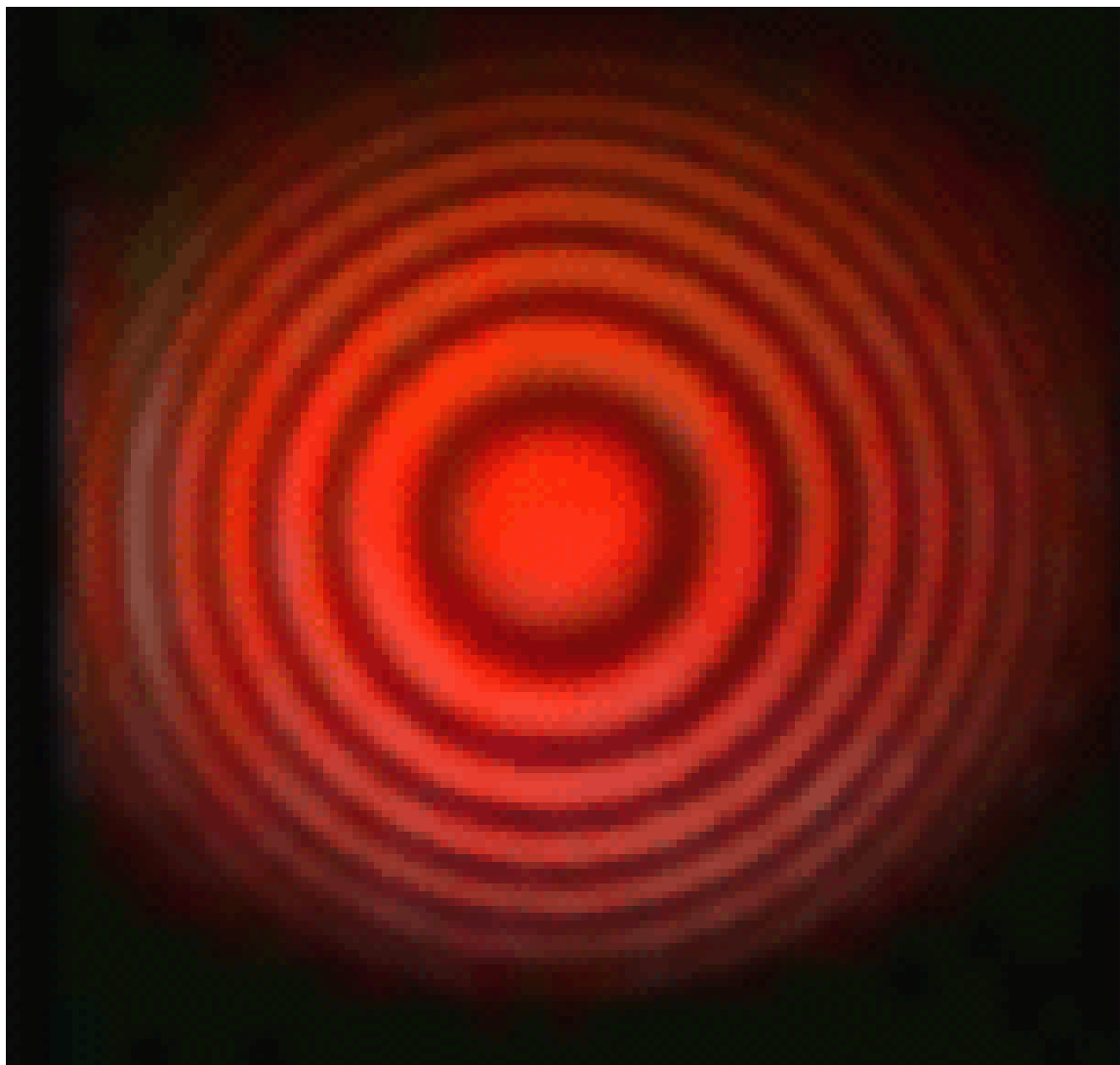
观察等倾条纹的实验装置和光路



明暗条件

$$2h\sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & (m = 1, 2, 3 \dots) \text{ max} \\ (2m + 1)\frac{\lambda}{2} & (m = 0, 1, 2 \dots) \text{ min} \end{cases}$$

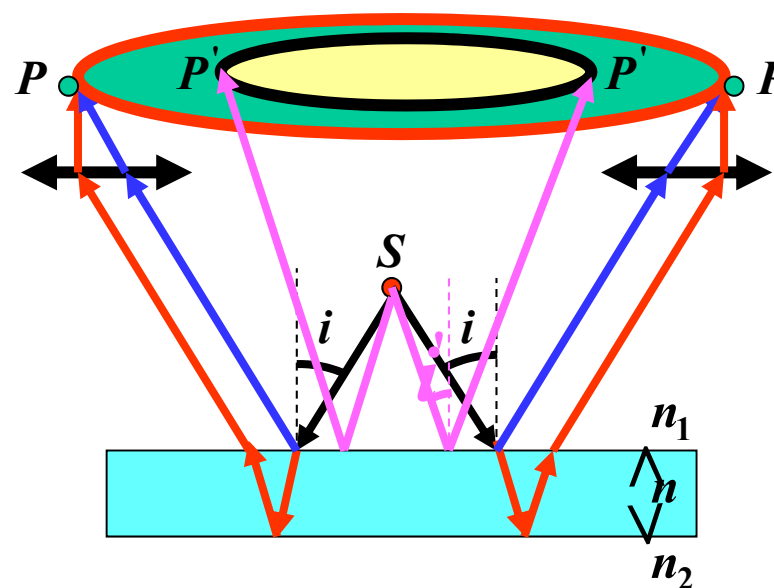
$$\Delta L = 2nh \cos i_2 + \lambda / 2$$



等倾干涉条纹照片

## 条纹特征

- 1、等倾条纹是一组同心圆  
(具有中心对称性)



- 2、愈往中心，条纹级别愈高

$$2h\sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & m = 1, 2, \dots \text{max} \\ (2m + 1)\lambda/2 & m = 0, 1, 2, \dots \text{min} \end{cases}$$

### 3、愈往边缘圆环的间隔愈密（内疏外密）\*

从中心数起来第N个条纹对应的角度

$$2nh + \lambda / 2 = m_0 \lambda$$

$$2nh \cos i_N' + \lambda / 2 = (m_0 - N) \lambda$$

$$2nh(1 - \cos i_N') = N \lambda$$

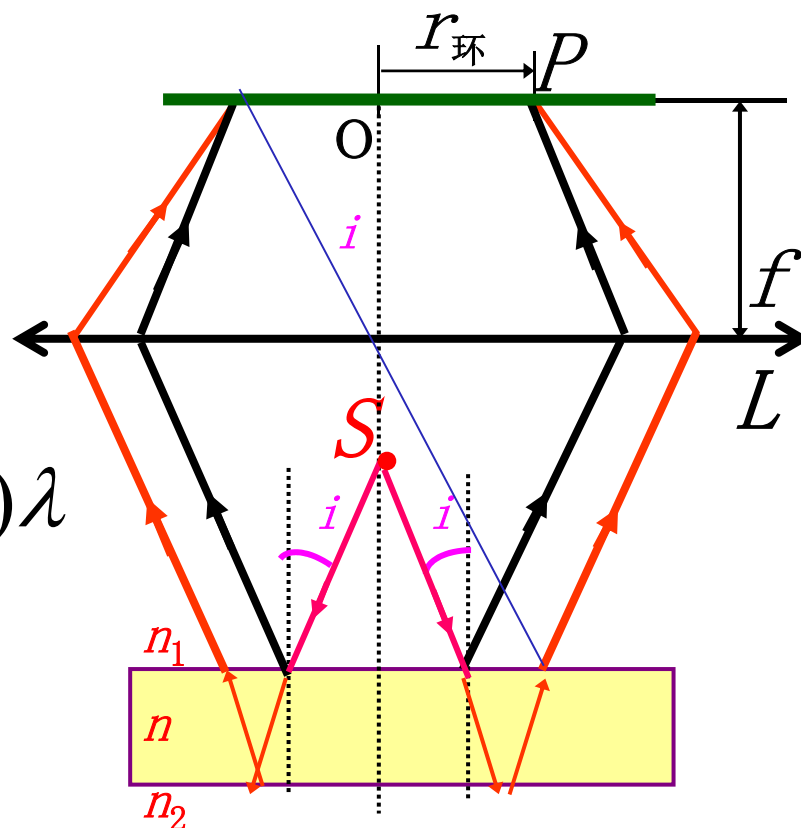
观测范围不大

$$\cos i_N' = 1 - i_N'^2 / 2$$

$$i_N' = \sqrt{\frac{N \lambda}{nh}} \quad i_N = \frac{1}{n_1} \sqrt{\frac{nN \lambda}{h}}$$

观测范围较小时

$$r_N = f i_N$$



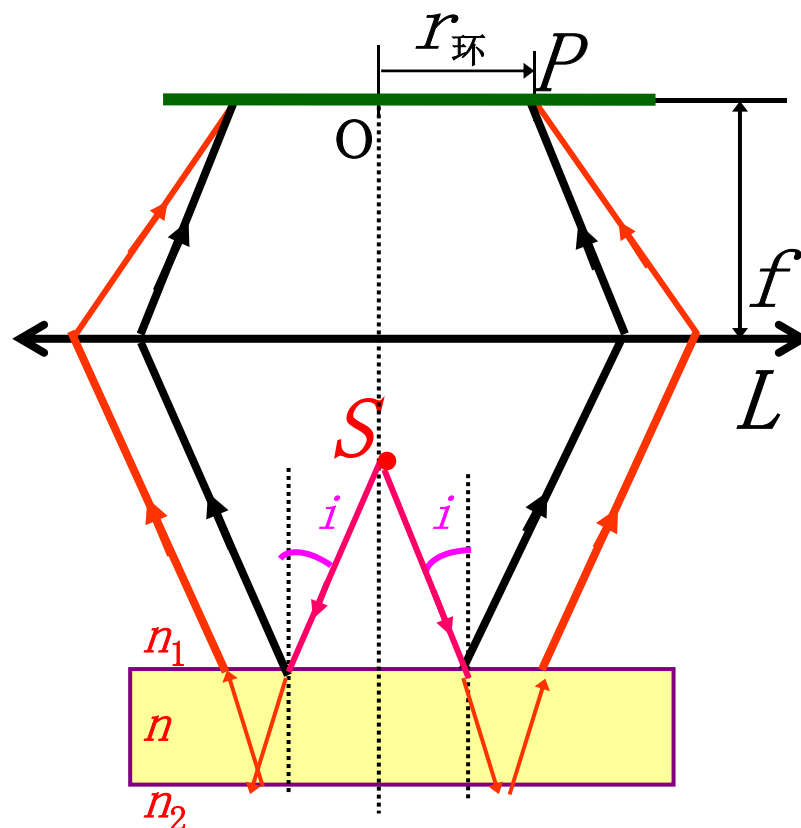
### 3、愈往边缘圆环的间隔愈密（内疏外密）\*

从中心数起来第N个条纹附近相邻  
两圆环间角间距（对透镜中心）

$$\Delta i_N = \frac{n\lambda}{2n_1^2 h i_N} \quad \Delta N = 1$$

$$\Delta r_N = f \Delta i_N = \frac{fn\lambda}{2n_1^2 h i_N}$$

$$\begin{aligned} N \uparrow &\Rightarrow r_N \uparrow \\ &\Rightarrow i_N \uparrow \\ &\Rightarrow \Delta r_N \downarrow \end{aligned}$$



## 4、动态反应

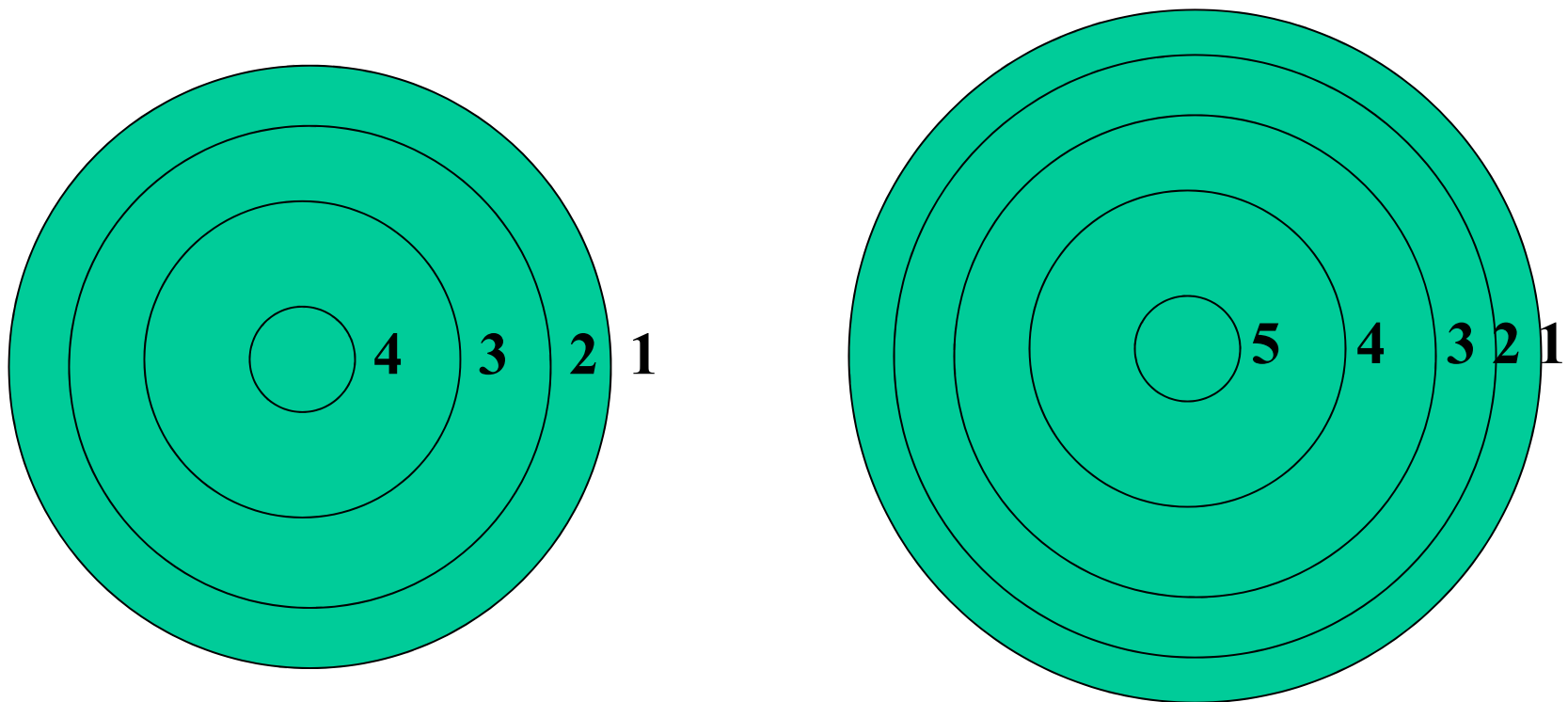
考察中心点

$$\Delta L_0 = 2nh = m\lambda$$

若  $h \uparrow$  则  $m \uparrow$

$$h \xrightarrow{\Delta} \frac{\lambda}{2n} \quad \text{中心级次} \rightarrow m + 1$$

原来是第4级条纹的位置现在是第5级，4、3、2、1级分别向外移动一条，故看到 条纹自内向外冒出



连续增加薄膜的厚度，视场中条纹自里向外冒出，  
反之，缩入

根据冒出的条纹数 $N$ ，可测定微小厚度的变化  $N \frac{\lambda}{2n}$



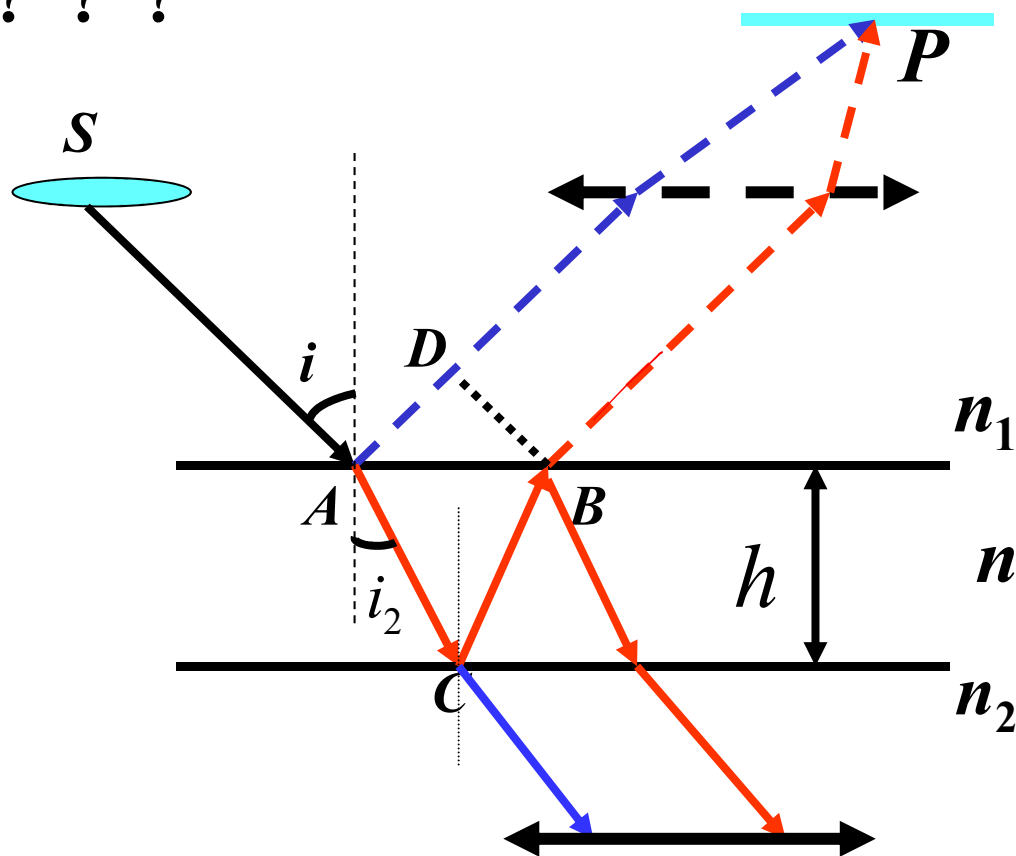
## 波长对条纹分布的影响

$$2hn \cos i_2 + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & m = 1, 2, \dots \text{max} \\ (2m+1)\lambda/2 & m = 0, 1, 2, \dots \text{min} \end{cases}$$

$$m, h \text{一定}, \lambda^{\uparrow} \rightarrow i \downarrow \rightarrow r_m \downarrow$$

复色光照明，长波长在里，短波长在外

透射光也有干涉现象???



$$\Delta L' = 2h\sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} = \begin{cases} m\lambda & (m = 1, 2, 3 \dots) \text{ max} \\ (2m + 1)\frac{\lambda}{2} & (m = 0, 1, 2 \dots) \text{ min} \end{cases}$$

无半波损

若光垂直入射

$$2nh + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & (m = 1, 2, 3 \cdots) \text{ max} \\ (2m + 1)\frac{\lambda}{2} & (m = 0, 1, 2 \cdots) \text{ min} \end{cases}$$

单色光垂直入射，在薄膜表面上：  
或全亮或全暗、或一片均匀的光亮

复色光垂直入射，在薄膜表面上：

有的颜色亮，有的消失

## 随堂练习：

在白光下，观察一层折射率为  $1.30$  的薄油膜，若观察方向与油膜表面法线成  $30^\circ$  角时，可看到油膜呈蓝色（波长为  $4800\text{\AA}$ ），试求油膜的最小厚度，如果从法向观察，反射光呈什么颜色？

解：需考虑额外程差。根据明纹条件

$$\Delta L = 2h\sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$$
$$\therefore h = \frac{(2m-1)\lambda}{4\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = \frac{(2m-1) \times 4.8 \times 10^{-7}}{4\sqrt{1.3^2 - 0.5^2}}$$
$$= (2m-1) \times 1.0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$m=1$ 时有  $h_{\min} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ m}$

从法向观察,  $i=0$ :  $2nh + \lambda/2 = m\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{4nh}{2m-1} = \frac{4 \times 1.30 \times 1.0 \times 10^{-7}}{2m-1} = \frac{5.20 \times 10^{-7}}{2m-1}$$

$m=1$ 时:  $\lambda = 5.20 \times 10^{-7} \text{ m}$  -----绿色光

$m=2$ 时:  $\lambda = 1.733 \times 10^{-7} \text{ m}$

-----紫外光, 不可见

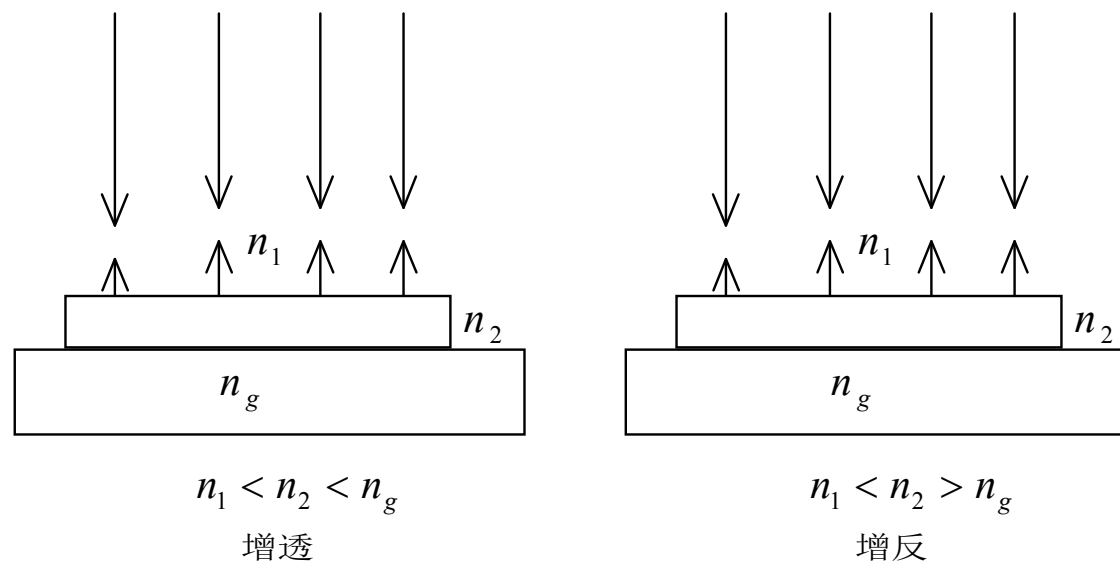
可见光 3800---7800埃

应用：

增透膜（消反射膜）（低膜） 或增反射膜（高膜）

对特定波长 $\lambda$

照相机镜头表面、太阳能电池表面镀有增透膜、激光谐振腔反射镜增反膜，隐形飞机.....

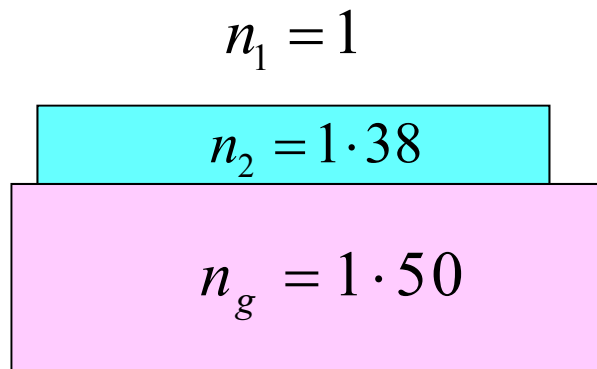


	增透膜	增反膜
原理	如图 (a)	如图 (b)
膜的选择	低膜 (L) $n_1 < n_2 < n_g$	高膜 (H) $n_1 < n_2 > n_g$
光学厚度	$n_2 h = \lambda/4$	$n_2 h = \lambda/4$
半波损	无	有
两反光程差	$\Delta L = \Delta L_0 = \lambda/2$	$\Delta L = \Delta L_0 + \lambda/2 = \lambda$
效果	相干相消 消反射增透射	相干相长 增反射



## 镜头颜色呈蓝紫色→黄绿光增透

在折射率为 1.50 的照相机玻璃镜头表面涂一层  $\text{MgF}_2$  ( $n=1.38$ ) 这层膜应多厚? (黄绿光波长为 $5500\text{\AA}$ )



$$h = \frac{\lambda}{4n} = \frac{5500}{4 \times 1.38} \approx 1000 \text{\AA}$$