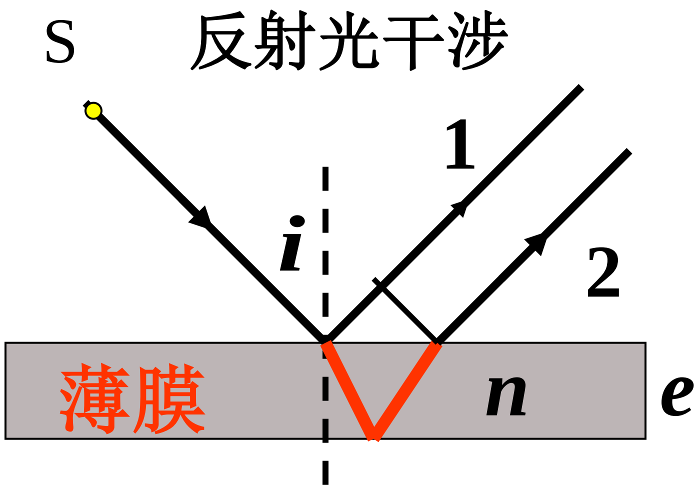
复习

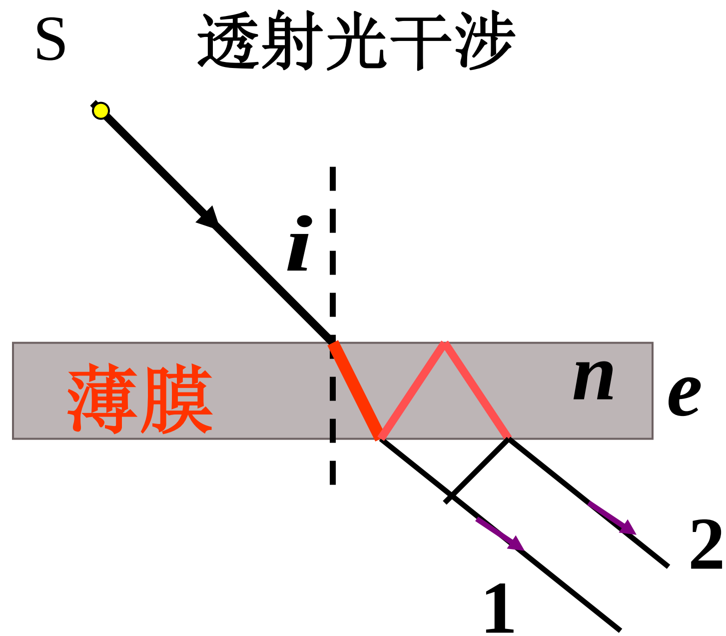
- 蓝光和红光之间能产生干涉吗？
- 请说出获得干涉的两种方法
- 请说出两列光波叠加产生干涉现象的必要条件

§3.3 分振幅干涉 (教材3.3, 3.4)

• 薄膜干涉的概念（P115 3.1）

- 入射光射至薄膜表面时，产生反射和折射。反射光和折射光由入射光分振幅（能量）



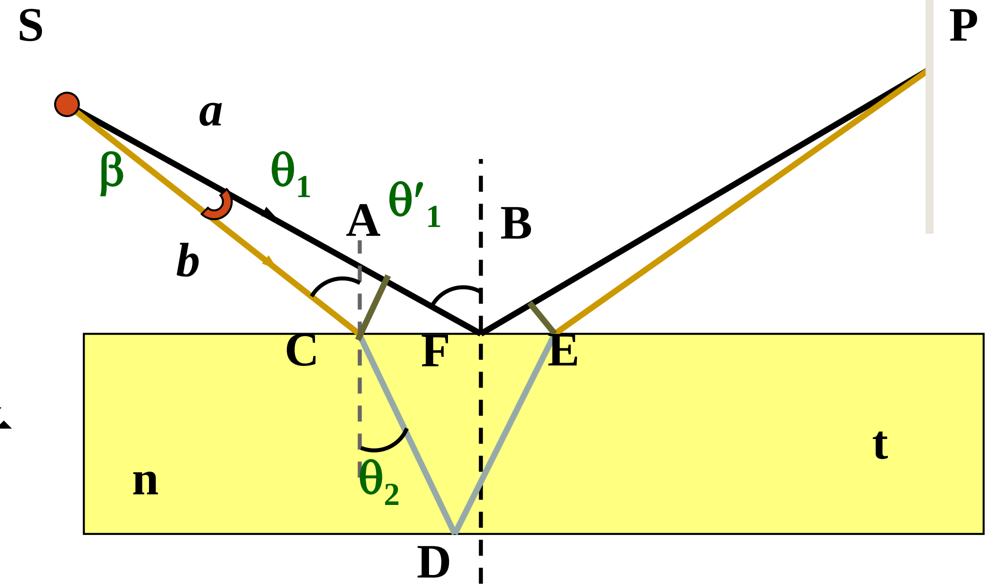


- 反射和折射中的1,2光有固定的相差，是相干的

• 薄膜干涉对光源的要求

- **1.** 点光源

(1) 定性：叠加区任一P点必有反射光a以及与a夹角β的b光的折射光通过。

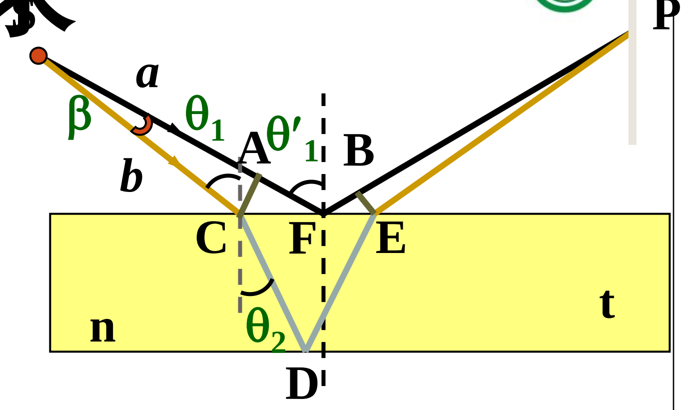


a光与b光为相干光

P点一定，β也就一定，光程差就一定。由于P点选取的任意性，在叠加区任放一观察屏，即能观察到干涉条纹

• 薄膜干涉对光源的要求

(2) 定量：计算ΔL



$$\Delta L = n(CD + DE) - (AF + BF) + \frac{\lambda}{2}$$

$$CD = DE = \frac{t}{\cos\theta_2},\ AF + BF = CE\sin\theta_1' = 2t\tan\theta_2\sin\theta_1'$$

$$\theta_1' = \theta_1 + \beta,\quad \sin\theta_1 = n\sin\theta_2$$

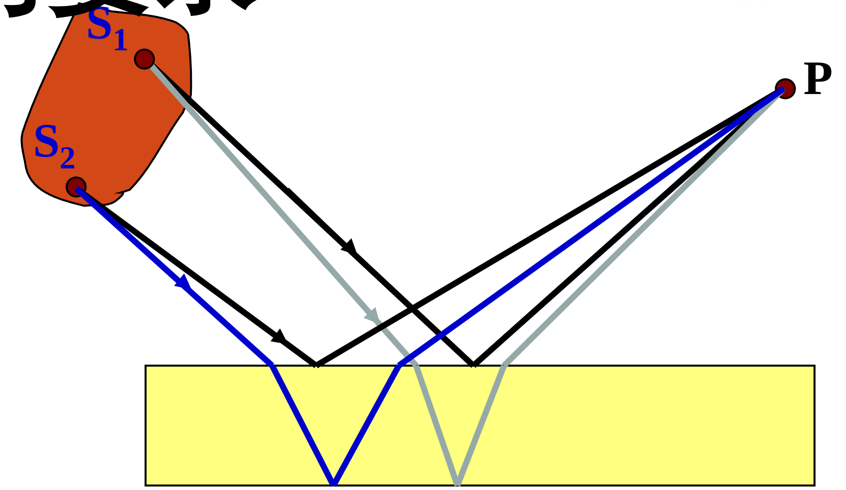
$$\Delta L = \frac{2nt}{\sqrt{1 - \dfrac{\sin^2\theta_1}{n^2}}}\left[1 - \frac{\sin\theta_1}{n^2}\sin(\theta_1 + \beta)\right] + \frac{\lambda}{2}$$

λ/2是入射光在介质表面反射时所带来的光程差（相位差为π）通常发生在光疏至光密的界面。

- ΔL由θ_1、β决定，对不同的P点，有不同但恒定的θ_1、β。即P点的光程差是恒定的，因此有干涉条纹

• 薄膜干涉对光源的要求

- 2. 非点光源

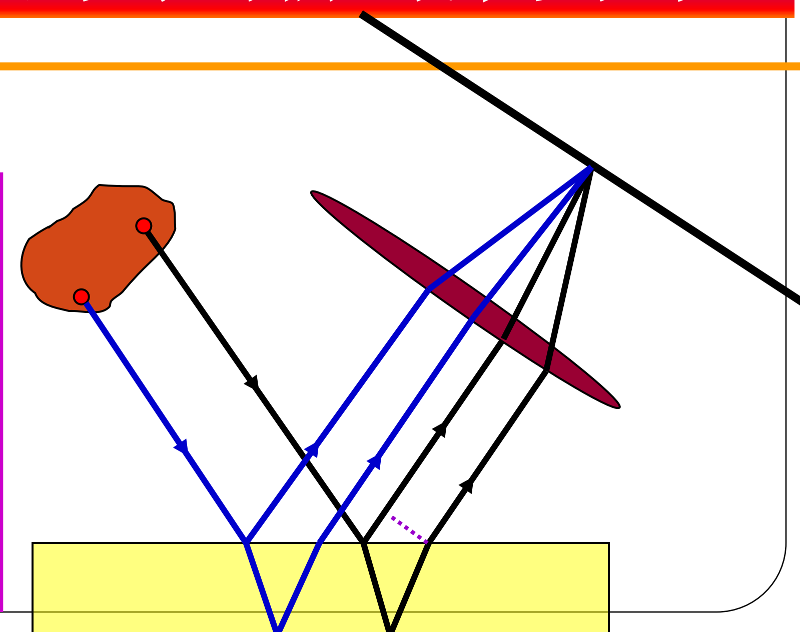


(1) 实际光源由无数点光源组成，每个点光源在P点均有相干叠加，相互独立。

P点的总光强基本上是各点光源进行非相干的干涉条纹叠加。

无法观察到非定域干涉现象

(2) 能否有方法观察干涉



反射光与折射光的光程差为

$$\Delta L=\frac{2nt}{\sqrt{1-\frac{\sin^2\theta_1}{n^2}}}\left[1-\frac{\sin^2\theta_1}{n^2}\right]+\frac{\lambda}{2}$$

$$=2nt\sqrt{1-\frac{\sin^2\theta_1}{n^2}}+\frac{\lambda}{2}$$

结论：ΔL只与入射角θ_1有关，与光源无关。各点光源的相干条纹具有一致性，即各点光源的相干条纹的非相干叠加不会破坏条纹本身。条纹亮度加大。

- 两种薄膜干涉
  - 厚度一定的薄膜，其光程差只由入射角决定。即干涉条纹只随入射角的变化而变化。这种干涉叫等倾干涉。
  - 厚度不等的楔形膜，平行光入射，反射光和折射光将在薄膜表面附近相交而形成干涉条纹，这时的光程差由厚度决定，称为等厚干涉。

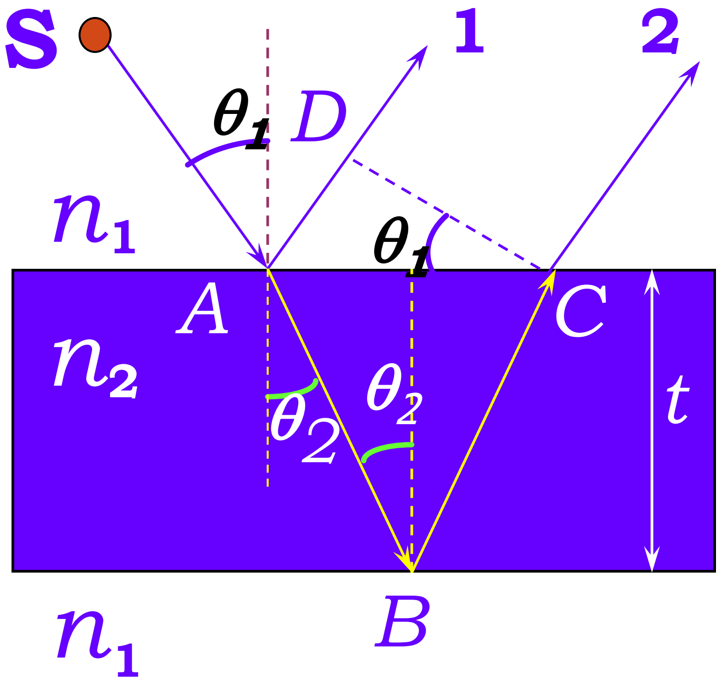
- # 等倾干涉 (教材3.4)

$$\Delta = n_2(AB+BC) - n_1 AD + \lambda/2$$

$$AB = BC = t/\cos\theta_2$$

$$AD = AC\sin\theta_1 = 2t\tan\theta_2\sin\theta_1$$

$$= 2t\sin\theta_1\sin\theta_2/\cos\theta_2$$

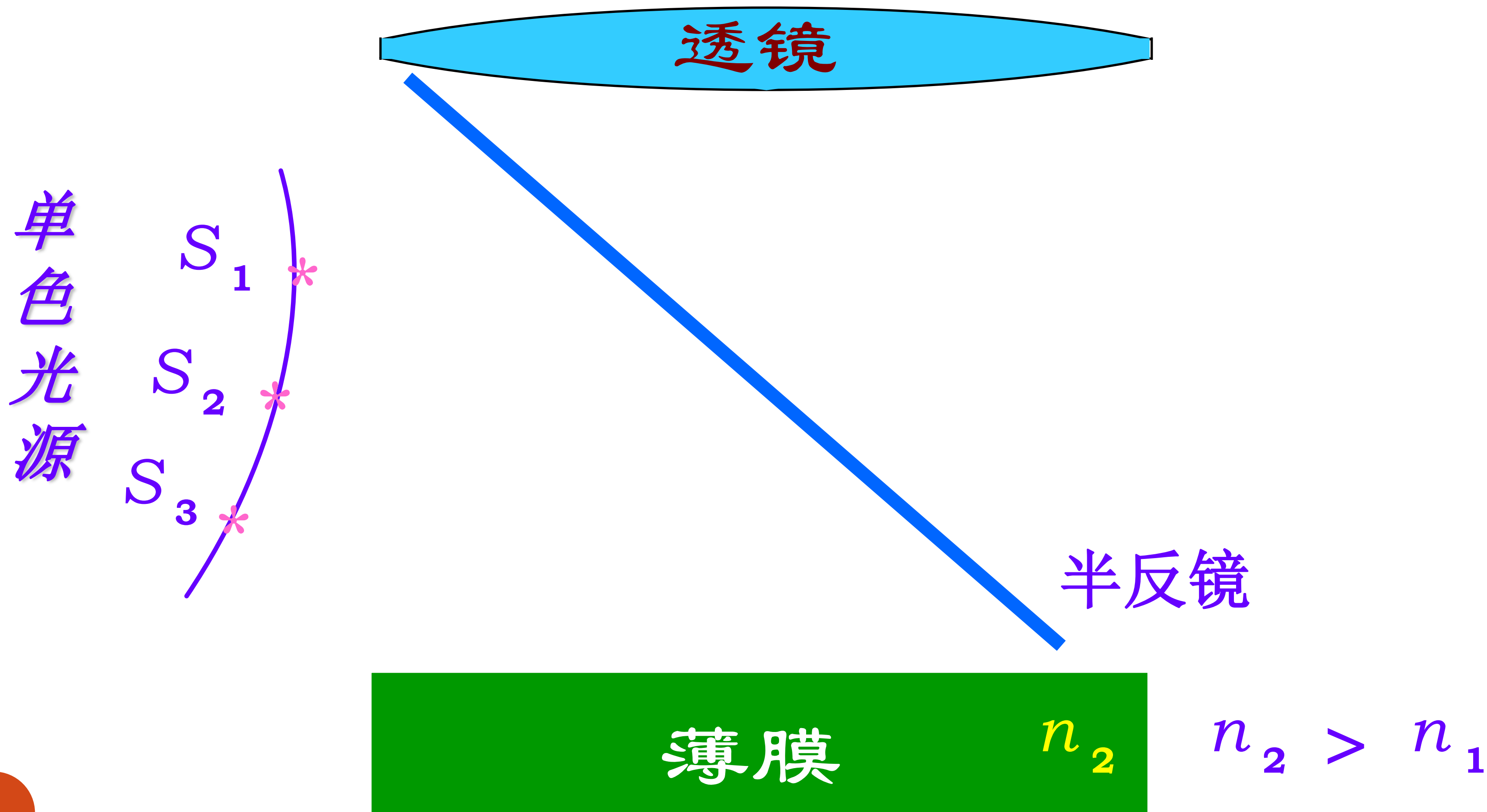


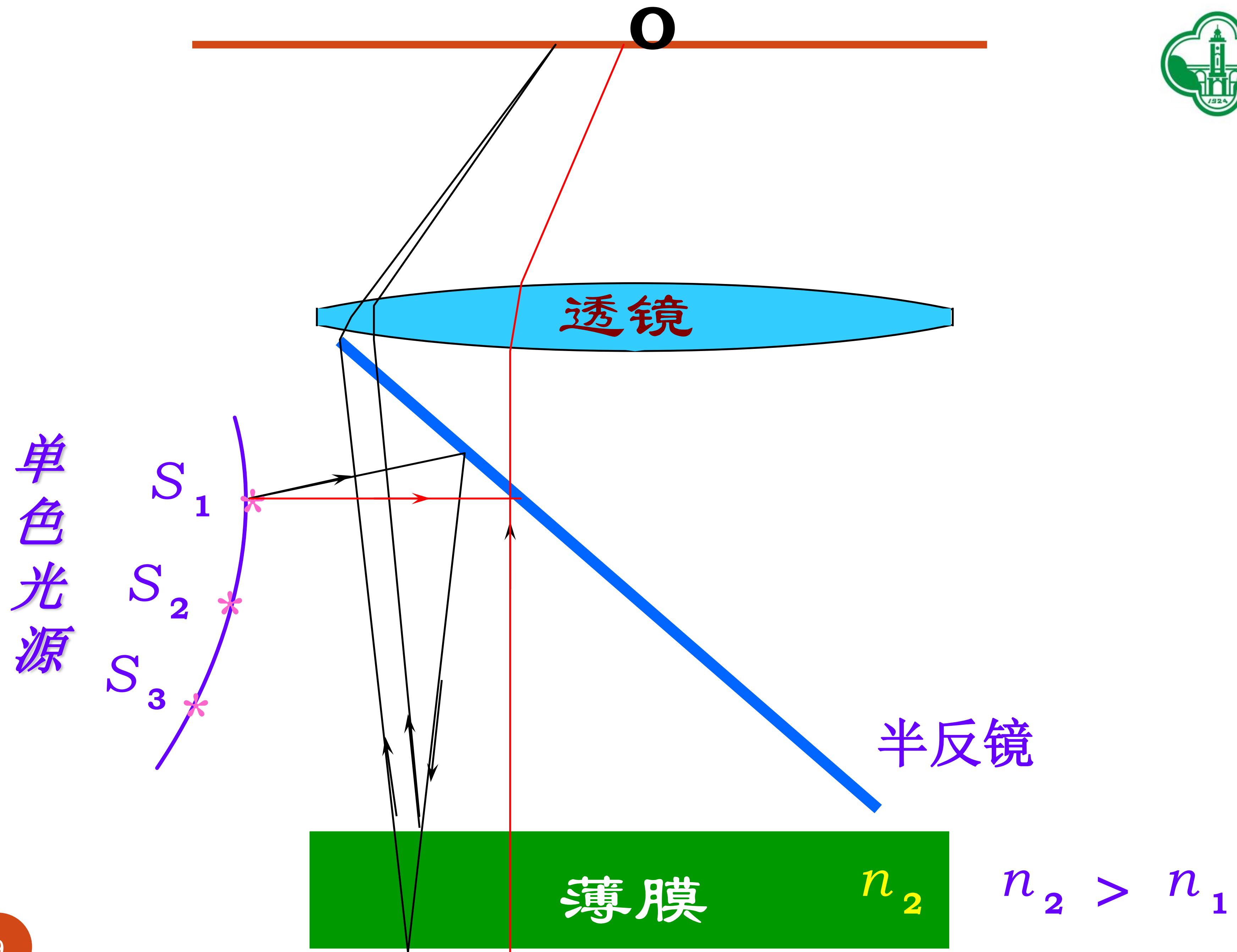
$$\Delta = (2n_2t - 2n_1t\sin\theta_1\sin\theta_2)/\cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$$

$$= \frac{2n_2t}{\cos\theta_2}\left(1-\frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1\sin\theta_2\right) + \frac{\lambda}{2} = \frac{2n_2t}{\cos\theta_2}(1-\sin^2\theta_2) + \frac{\lambda}{2}$$

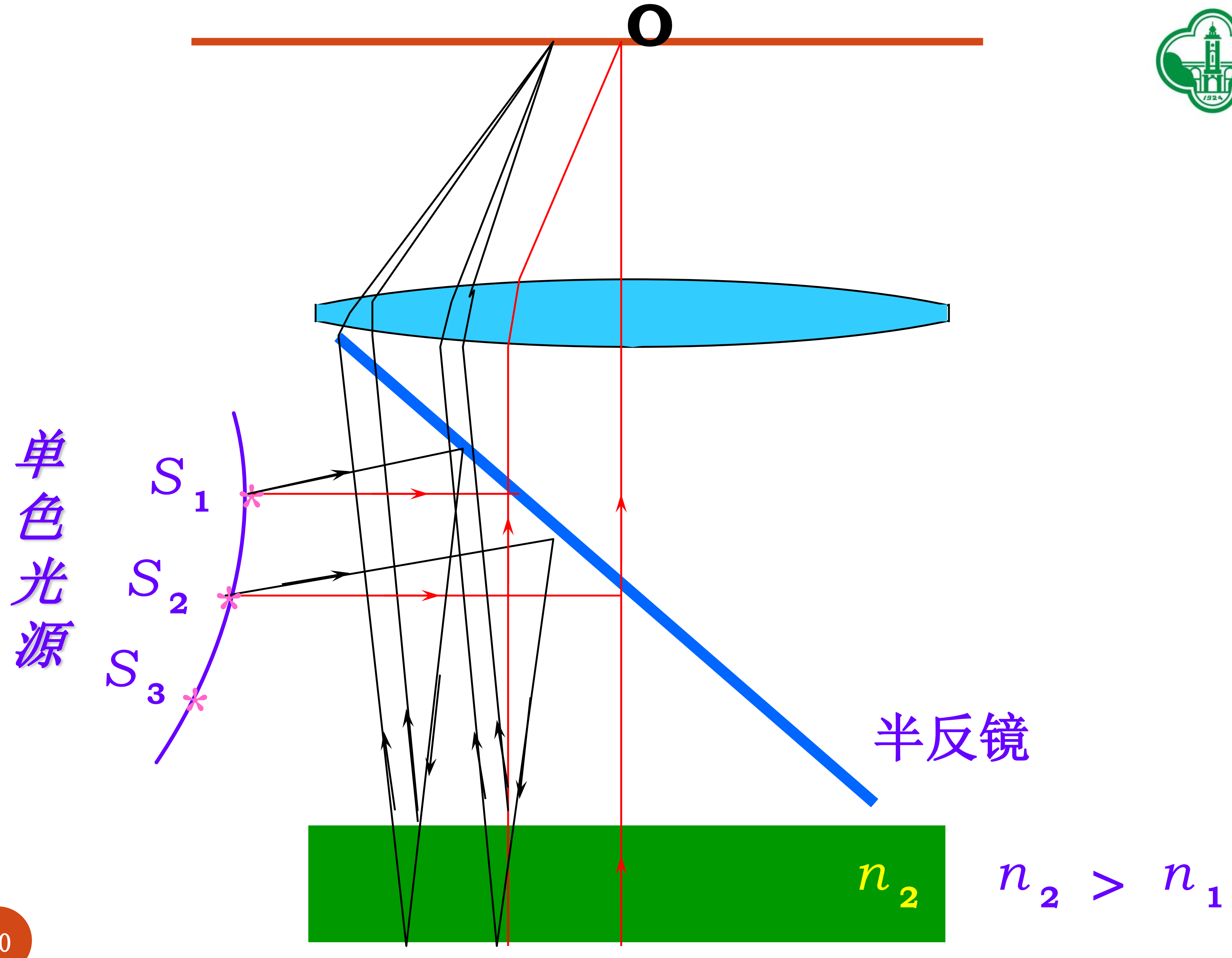
$$= 2n_2t\cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$$

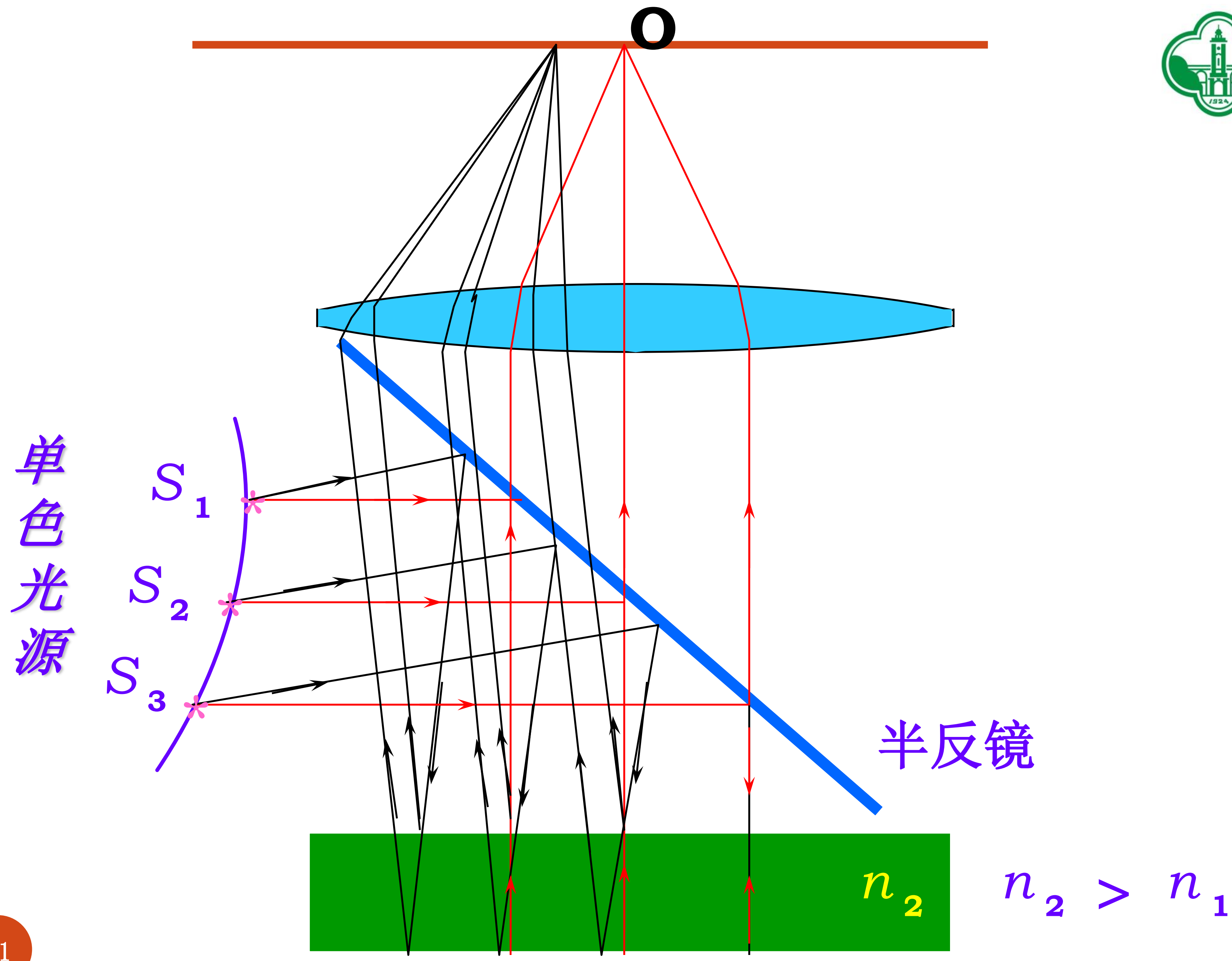
说明：具有相同倾角的光线具有相同的光程差

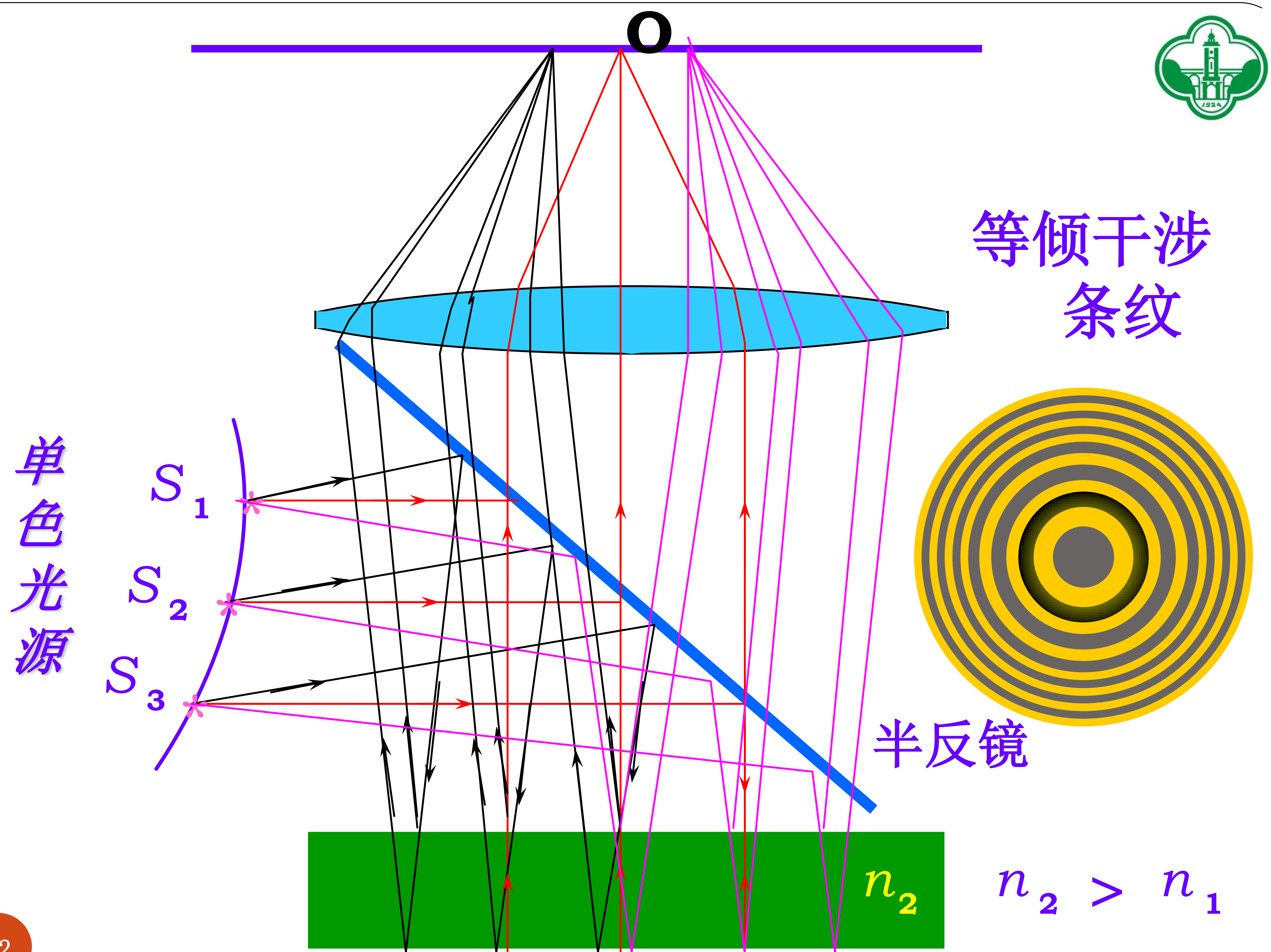

透镜
单色光源
S_1
S_2
S_3
半反镜
薄膜
n_2
$n_2 > n_1$

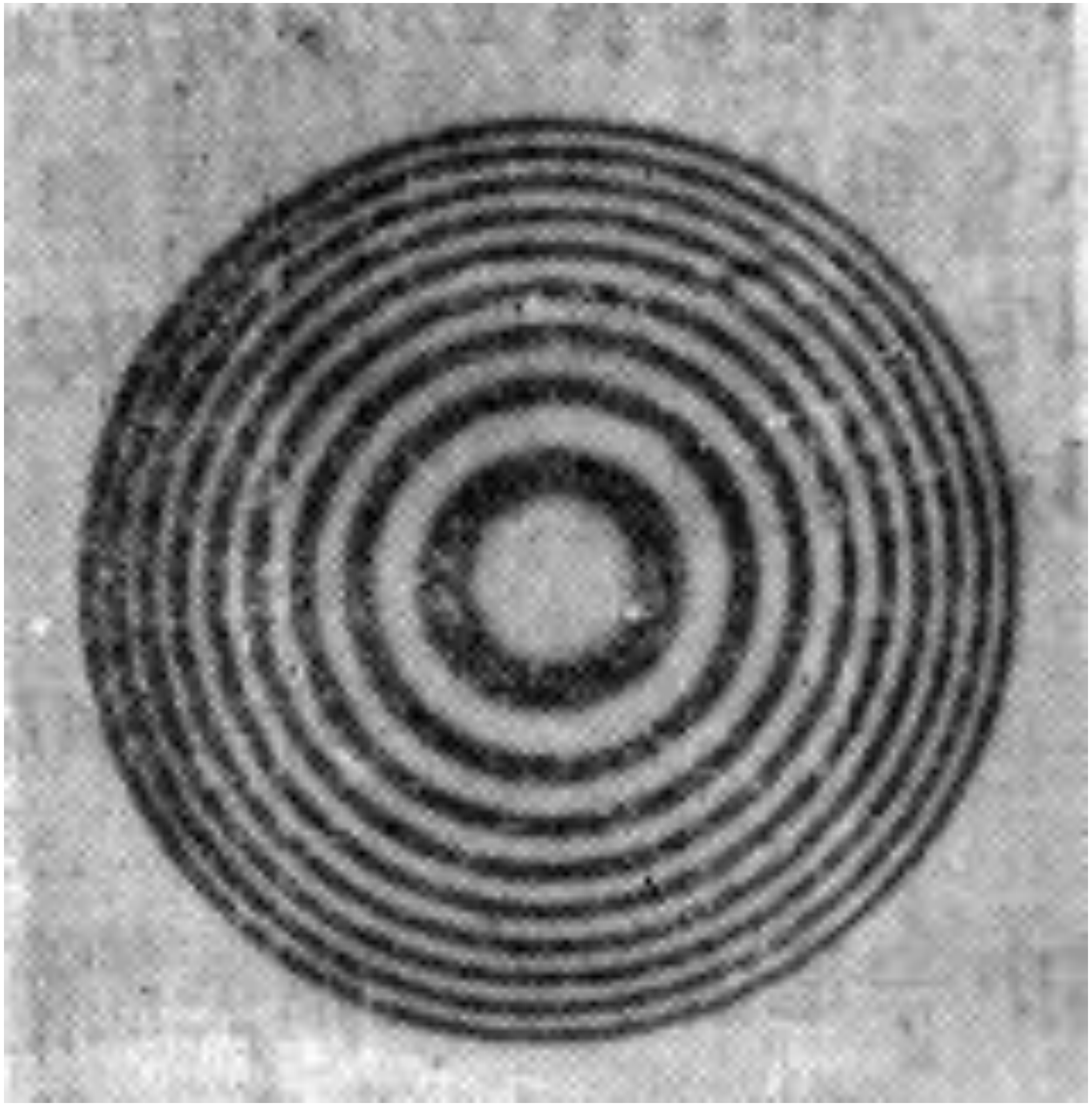


O
透镜
单色光源
S_1
S_2
S_3
半反镜
薄膜
n_2
$n_2 > n_1$


O
单色光源
S 1
S 2
S 3
半反镜
n 2
n 2 > n 1

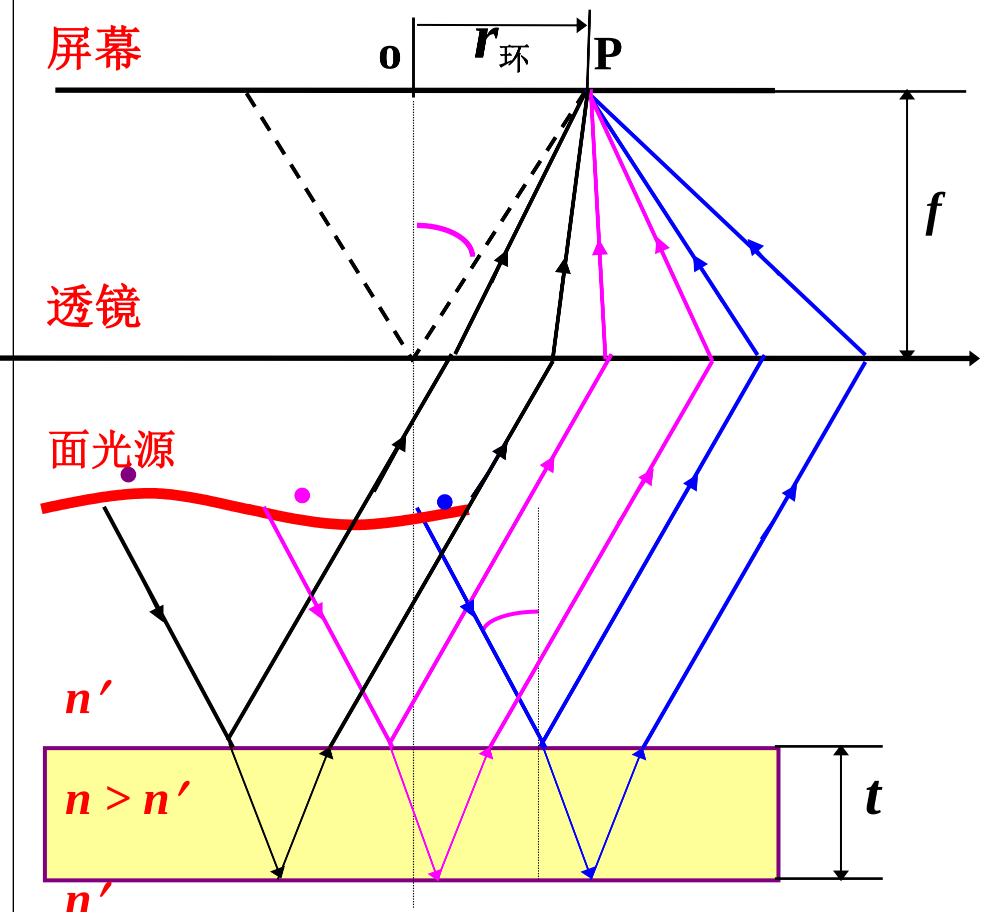

O
单色光源
S_1
S_2
S_3
半反镜
n_2
$n_2 > n_1$


O
等倾干涉
条纹
单色光源
S_1
S_2
S_3
半反镜
n_2
$n_2 > n_1$



等倾条纹照相

• 等倾干涉



- 面光源

只要入射角θ_1相同，都将汇聚在同一个干涉环上（非相干叠加）

对于中点O，有$\theta_1 = \theta_2 = 0$

$\Delta L = 2nt + \lambda/2$

当$\Delta L = m\lambda$，亮点；

当$\Delta L = (2m+1)\lambda/2$，暗点。

只取决于厚度t

• 等倾干涉

- **条纹的间距** （以亮条纹为例，ΔL＝mλ ）

$$m\lambda = 2nt\cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$$

对上式两边微分，得：

$$\Delta m\lambda = -2nt\sin\theta_k\Delta\theta$$

则对相邻明环有

$$\Delta\theta = \theta_{m+1} - \theta_m = -\frac{\lambda}{2nt\sin\theta_m}$$

- 讨论
  - **负号表明：$\theta_{m+1}<\theta_m$**
    (级次m越高的环的角半径越小。)
  - **θ_m越大，Δθ的绝对值越小**
    (离中心越远的地方，环越密。)
  - **t越大，Δθ的绝对值越小**
    (越厚的膜产生的环越密。)

- 膜厚改变时，条纹环的移动

定性分析

由 $\Delta L = 2nt\cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$ 看，当t增加时，要保持ΔL不变，$\cos\theta_2$ 应减小，即 θ_2需增大。因此，具有原来的光程差的点则向外移动。

定量分析

计算一特定(m)明环角半径θ_2随厚度t的变化规律

$m\lambda = 2nt\cos\theta_2 + \frac{\lambda}{2}$ 两边微分，得

$$\Delta t = t_m \tan\theta_m \Delta\theta$$

Δt 增大 $\Rightarrow$ $\Delta\theta$ 增大

- 结论：
  - 当膜加厚（减薄）时，各级干涉条纹半径增大（减小），即从中心不断冒出（陷入）新条纹。
  - 当干涉图样<u>每冒出一个环时，</u>中心处的光程差则改变一个波长，而<u>薄膜厚度则改变1/2n个波长</u>。因此, 由干涉条纹冒出的数目即可知膜厚的变化。

中心明环随t的变化规律：$\Delta t = \frac{\lambda}{2n}$

□等倾干涉的应用

在空气中垂直入射的白光从薄膜上反射，在可见光谱中**630nm**处有一干涉极大，在**525nm**处有一干涉极小，在这极大与极小间没有另外的极小。假定膜的厚度是均匀的，薄膜的折射率为**1.33**，试问这膜的厚度是多少***nm***？

解： 薄膜干涉的极大和极小条件分别为：

$$\begin{cases} 2nt+\dfrac{\lambda_1}{2}=m\lambda_1 \\ 2nt+\dfrac{\lambda_2}{2}=(2m+1)\dfrac{\lambda_2}{2} \end{cases}$$

（因为极大与极小尖没有另外的极小，∴两式中**m**为同一值）**.**

解之可得：

$$m=\frac{\lambda_1}{2(\lambda_1-\lambda_2)}=\frac{630}{2(630-525)}=3$$

$$\therefore \quad \mathrm{t}=\frac{\mathrm{m}\lambda_2}{2\mathrm{n}}=592.1nm.$$

Homework wk 7(submit on April 13)

- **教材 P158 习题3-4，3-6，3-10**