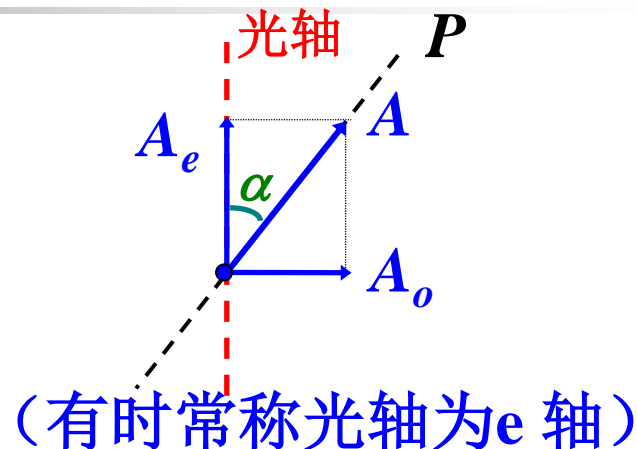
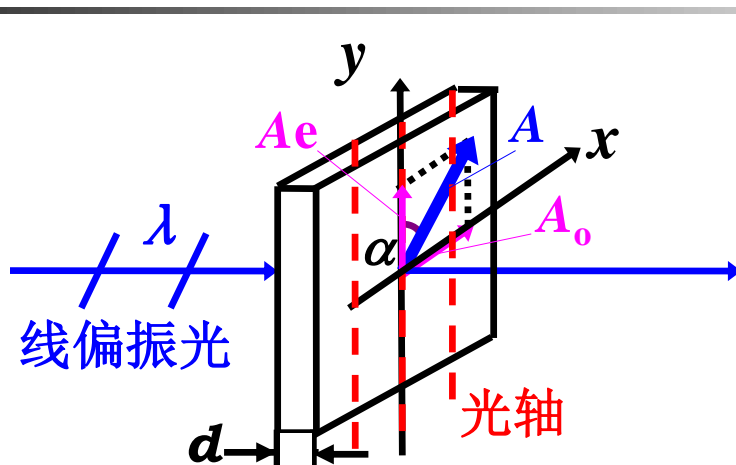


## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光



o、e光振幅关系：

$$\begin{cases} A_o = A \sin \alpha \\ A_e = A \cos \alpha \end{cases}$$

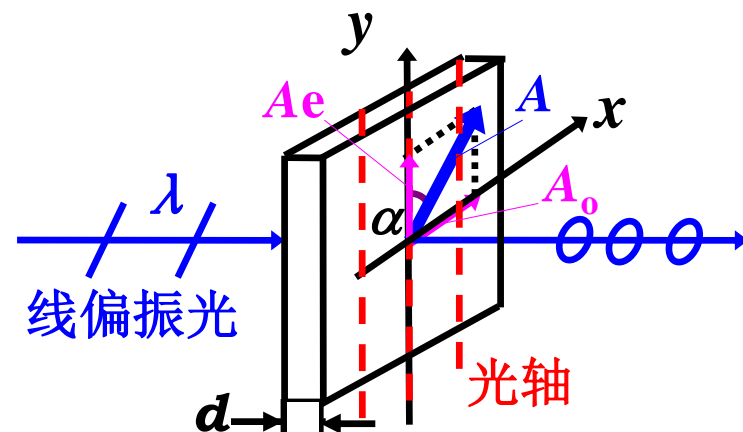
通过厚度为  $d$  的晶片，  
o、e光产生相位差：

$$|\Delta\varphi| = |n_e - n_o| \cdot d \cdot \frac{2\pi}{\lambda}$$

（所以晶片也称为相位延迟器）

## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

从晶片出射的是两束传播方向相同、振动方向相互垂直、频率相等、有恒定相位差 $\Delta\varphi$ 的线偏振光。



它们一般可以合成为  
椭圆偏振光，  
特殊情况下可以合成为  
圆偏振光， 线偏振光。

$$|\Delta\varphi| = |n_e - n_o| \cdot d \cdot \frac{2\pi}{\lambda}$$

所以，椭圆(圆)偏振光可用适当的 晶片来获得。

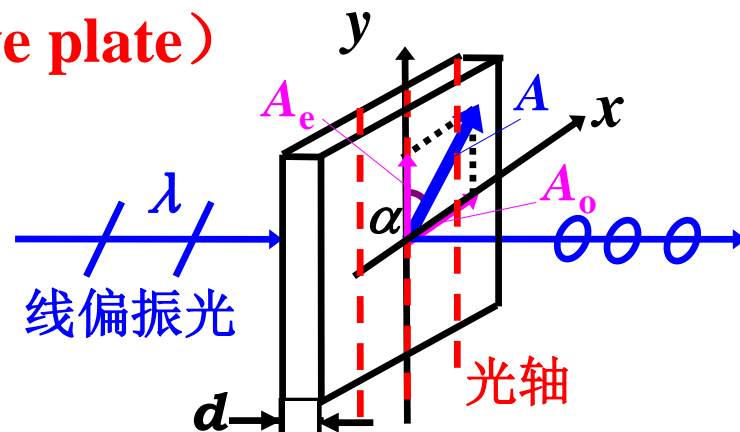
## 2. 波（晶）片

对某个波长 $\lambda$ 而言，当 o、e 光在晶片中的光程差为 $\lambda$  的某个特定倍数时，这样的晶片叫波晶片，简称波片。

### ① 四分之一波片 (quarter-wave plate)

$$\text{光程差 } |n_e - n_o| \cdot d = \frac{\lambda}{4}$$

→ 产生相位差  $|\Delta \varphi| = \frac{\pi}{2}$



## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

$\alpha = \frac{\pi}{4}$  ——得圆偏振光(o光,e光分量的振幅相等)

$\alpha = 0$  线偏振光(只有平行于光轴的分量,不分解)

$\alpha = \frac{\pi}{2}$  线偏振光(只有垂直于光轴的分量,不分解)

$\alpha \neq 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}$  ——正椭圆

作用：从线偏振光可获得正椭圆或圆偏振光。

反过来，用四分之一波片，也可以从正椭圆或圆偏振光获得线偏振光。

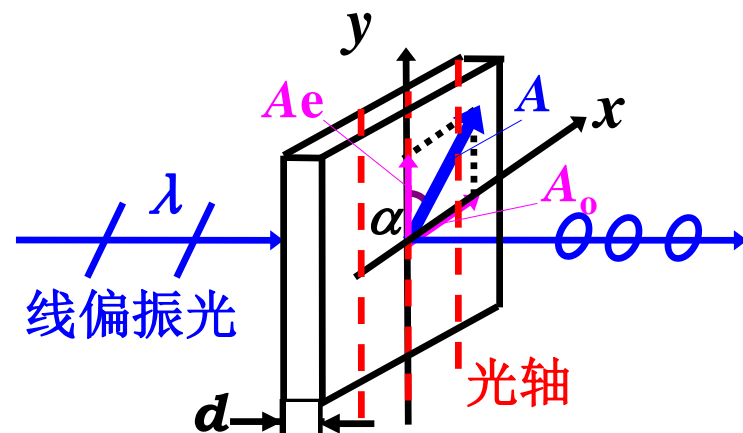
因为合成正椭圆或圆偏振光的两个垂直分量已经有了相位差 $\pi/2$ ，经 $1/4$ 波片以后，又有 $\pm \pi/2$ 的相位差，所以出来的就是 $0$ 或 $\pi$ 的相位差，是线偏振光。

## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

### ② 二分之一波片

光程差  $|n_e - n_o| \cdot d = \frac{\lambda}{2}$

→ 产生相位差  $|\Delta \varphi| = \pi$

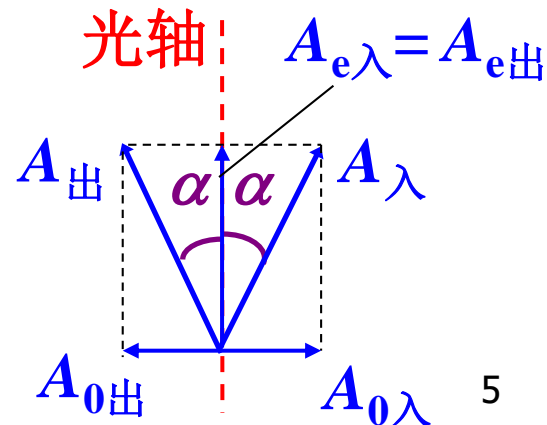


作用：可使线偏振光的振动面转过一个角度：

- ◆ 若入射点处线偏振光分解的 $o$ 、 $e$ 光同相，则出射点处 $o$ 、 $e$ 光反相，仍是线偏振光。

只是振动方向转过 $2\alpha$ 角。

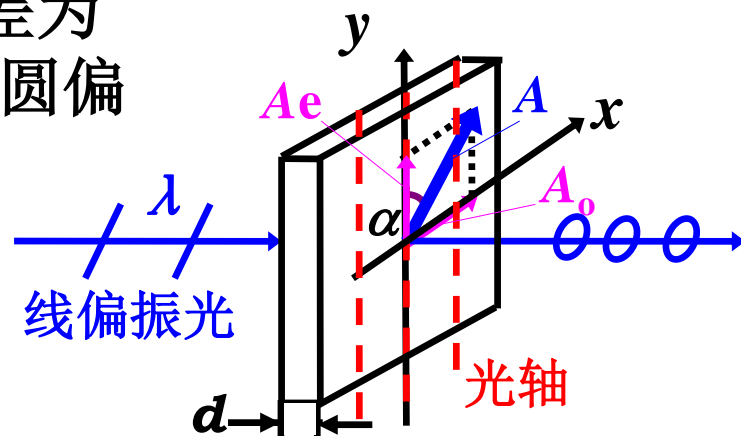
当  $\alpha = \frac{\pi}{4}$  时，转过 $\frac{\pi}{2}$



## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

- ◆ 若入射的是圆偏振光(已有  $\pi/2$  相差),  
经  $1/2$  波片(又有  $\pm \pi$ ), 出来相位差为  
 $\pi/2 \pm \pi = 3\pi/2, -\pi/2$ , 仍是圆偏  
振光, 但是

左旋  $\Leftrightarrow$  右旋



- ◆ 若入射的是椭圆偏振光, 经  $1/2$  波片,  
出来 仍是椭圆偏振光,

左旋  $\Leftrightarrow$  右旋

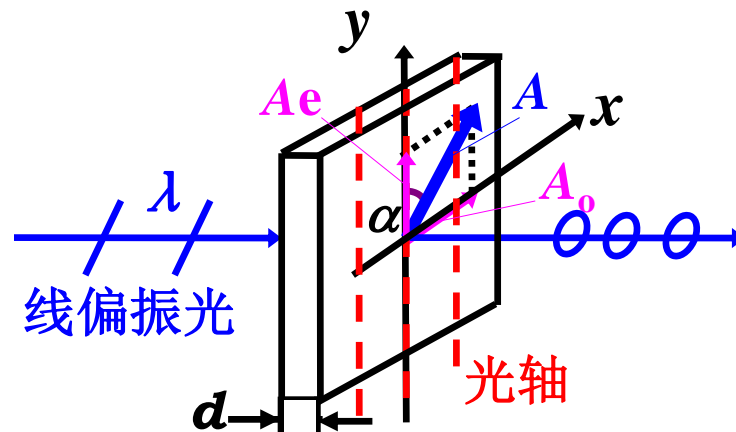
而且椭圆的长轴转过  $2\alpha$  角。(想想为什么?)

## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

### ③ 全波片:

光程差  $|n_e - n_o| \cdot d = \lambda,$

→  $|\Delta\varphi| = 2\pi$



它对波长为 $\lambda$  的光并没有影响（相位延迟了 $2\pi$ ），  
可以用它对别的波长的光产生影响。

总之，用 $\lambda/4$ 波片可以获得椭圆偏振光或圆偏振光，  
用 $\lambda/2$ 波片可以使它们 **左旋 $\leftrightarrow$ 右旋**，而且椭圆的  
长轴转过  $2\alpha$  角。

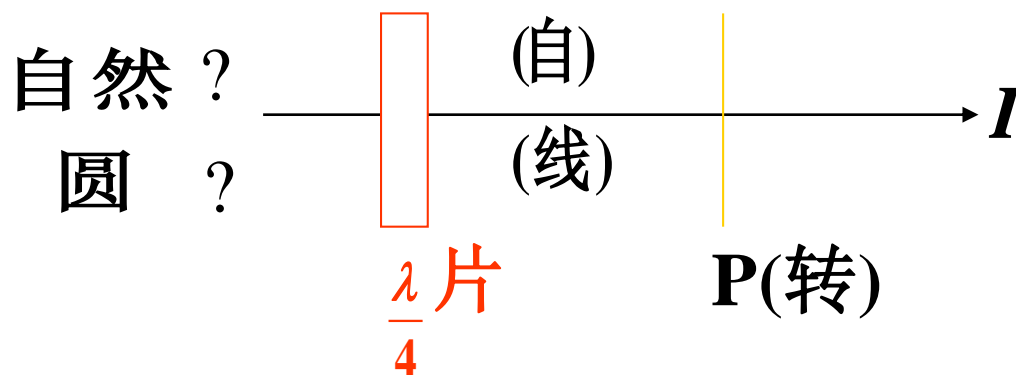
# 线偏光垂直通过波片后的偏振态

$d$	$\alpha$	出射光的偏振态
波长片	任意	与入射光偏振态相同
任意	$0^\circ$ 或 $90^\circ$	与入射光偏振态相同
1/2波片	$\alpha$	出射线偏光振动方向与入射光 振动方向对于光轴对称，两者间夹角 $2\alpha$
1/4波片	$45^\circ$ $0^\circ$ 或 $90^\circ$ $\alpha \quad 90^\circ \quad \alpha \quad 45^\circ$	圆偏振光 线偏光 长短轴之比为 $\tan\alpha$ 或 $\cot\alpha$ 的正椭圆偏光
非波片	$\alpha \quad 0^\circ$ $\alpha \quad 45^\circ$ $\alpha \quad 90^\circ$	椭圆偏振光
非半波片		
非波片		
非半波片	$\alpha=45^\circ$	椭圆偏振光
非1/4波片		



## 二. 椭圆偏振光与圆偏振光的检偏

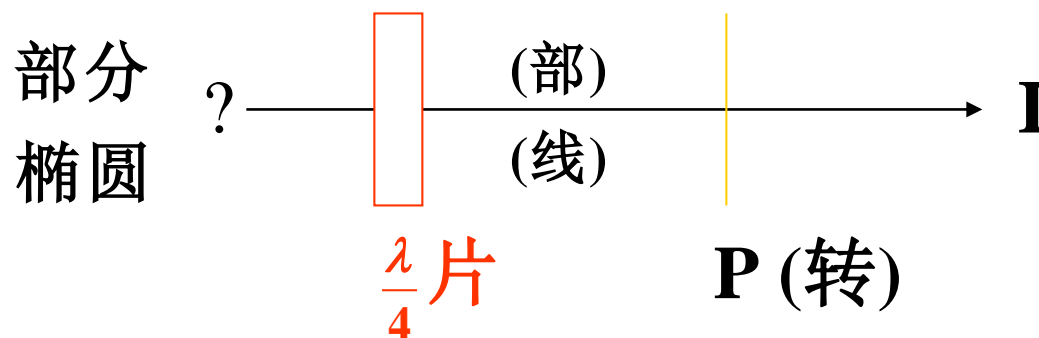
用  $1/4$  波片和偏振片  $P$  可区分出  
自然光和圆偏振光：



$\left\{ \begin{array}{l} I \text{ 不变 — ? 为自然光} \\ I \text{ 变, 有消光 — ? 为圆偏振光} \end{array} \right.$

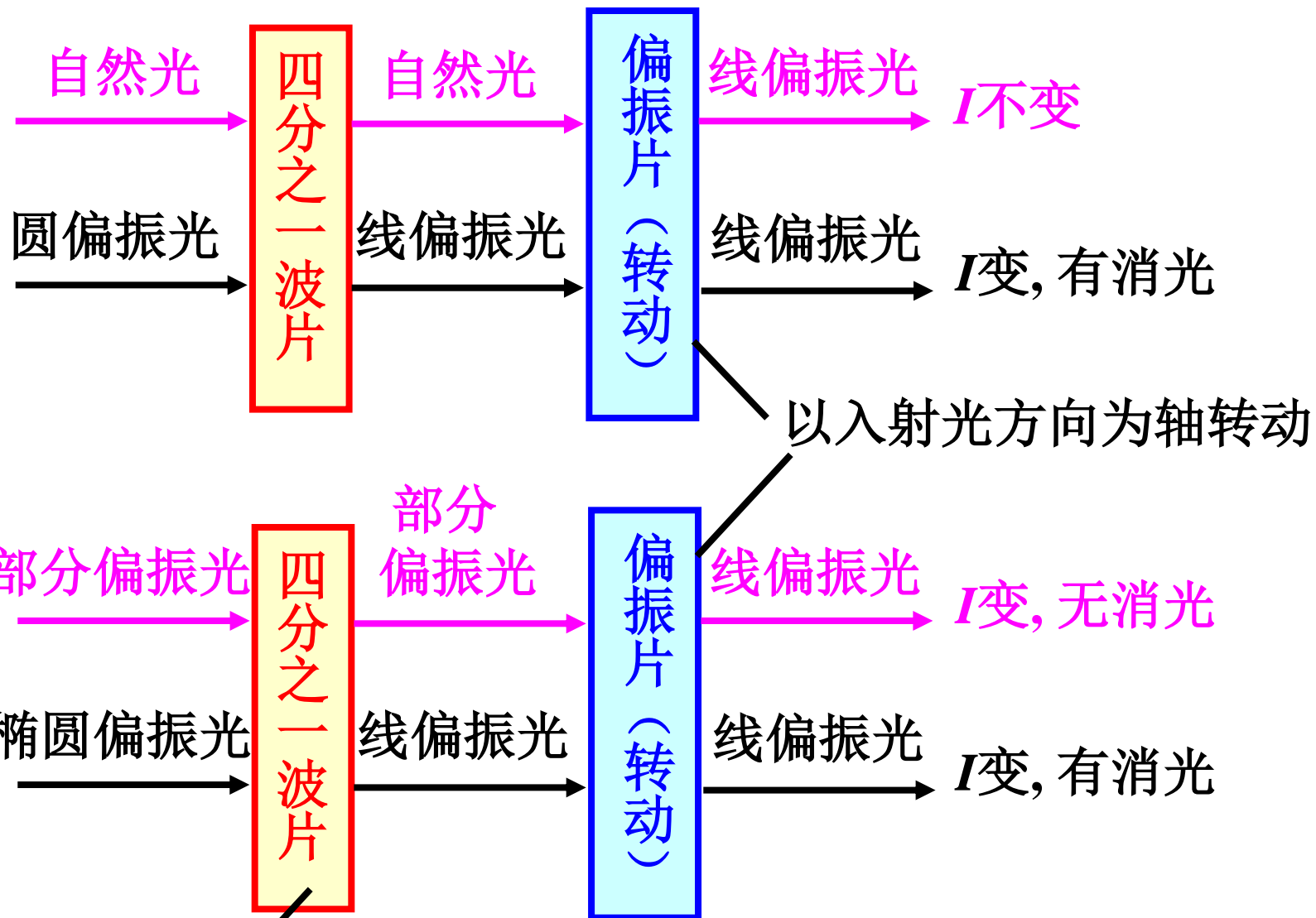
## § 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光

用 $1/4$  波片和偏振片 **P** 也可区分出  
部分偏振光和椭圆偏振光：



(光轴平行于最大光强或最小光强的方向放置，  
若是椭圆则就是正椭圆)

$\left\{ \begin{array}{l} I \text{ 变, 无消光—? 为部分偏振光} \\ I \text{ 变, 有消光—? 为椭圆偏振光} \end{array} \right.$



# 七种偏振态的检验

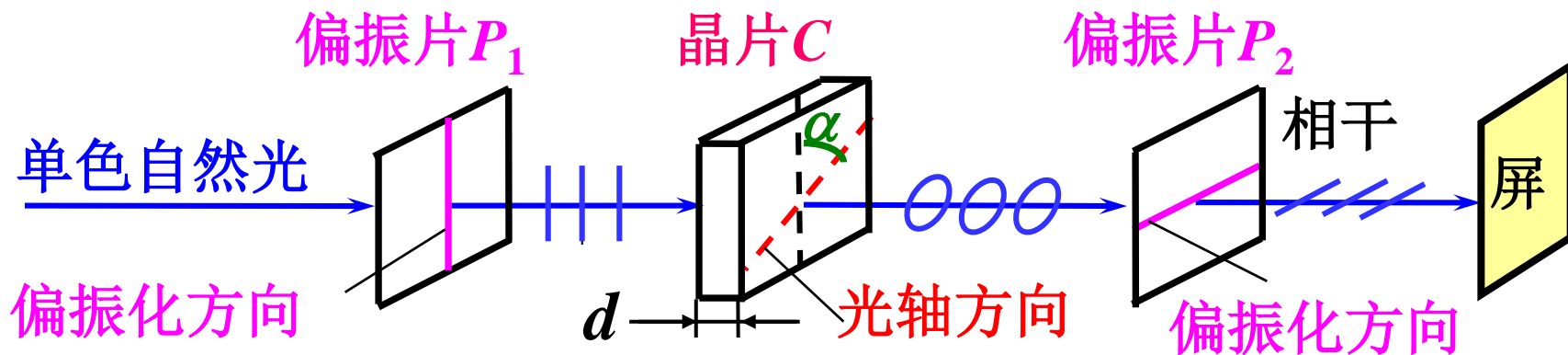


把检偏器对着被检光旋转一周，若得到

两明两零		光强不变		两明两暗		
线偏振光		在光路中插入1/4波片，再旋转检偏器，若得		在光路中插入1/4波片，并使光轴与检得的暗方位相重合，再旋转检偏器，若		
		两明两零则为	光强不变则为	两明两暗则为	两明两零则为	两明两暗但暗方位与未插入1/4波片时相同则为
		圆偏光	自然光	自然圆偏光	椭圆偏光	自然圆偏光
					自然线偏光	椭圆偏光
						自然圆偏光

## § 5.6 偏振光的干涉

- 干涉的条件：频率相同，位相差恒定，振动方向相同
- 一. 偏振光干涉装置



**偏振片1：** 用于起偏。其透光方向如图。

**双折射晶片：** 用于“分光”。

**偏振片2：** 用于满足相干条件。

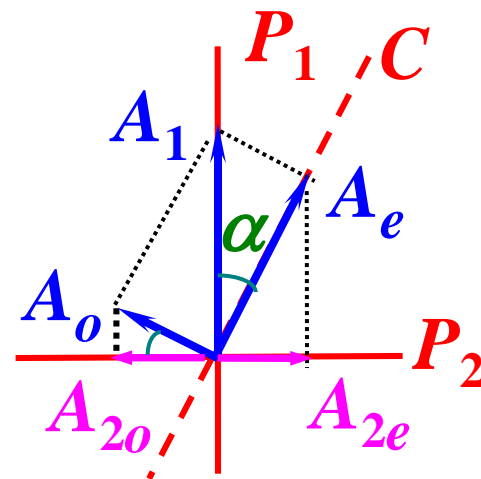
偏振片1和偏振片2的透光轴方向的相对位置可以是任意的。在最简单的情形下，可使两光轴相互垂直或平行。

## 二. 偏振光干涉的分析

## 1. 振幅关系

在  $P_1$  后:  $A_o = A_1 \sin \alpha$   
 $A_e = A_1 \cos \alpha$

在  $P_2$  后:  $A_{2o} = A_o \cos \alpha = A_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$   
 $A_{2e} = A_e \sin \alpha = A_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = A_{2o}$



由振幅矢量图的投影关系知,  $A_{2o}$  和  $A_{2e}$  的方向相反, 所以有投影引起的附加相位差  $\pi$

**注意:** 若  $P_2$  与  $P_1$  的夹角小于  $\alpha$ , 则无附加相位差。

## 2. 相位关系

通过晶体  $C$  后:  $|\Delta\varphi_c| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o|$

$\therefore$  通过  $P_2$  后两束偏振光的总的相位差为

$$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o| + \pi$$

光强  $I_{\perp} = A^2 = A_{2e}^2 + A_{2o}^2 + 2A_{2e}A_{2o} \cos(\Delta\varphi)$

$$= I_1 \cdot \sin^2(2\alpha) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi_c}{2}\right)$$

讨论:

$$I_{\perp} = I_1 \cdot \sin^2(2\alpha) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi_c}{2}\right)$$

$I_{\perp}$ 和 $\alpha$ 及 $\Delta\varphi_c$ 有关。其中 $\alpha$ 反映波片光轴的方位； $\Delta\varphi_c$ 反映晶片的厚度及材料特性。

若 $d$ 一定（即 $\Delta\varphi_c$ 一定），改变 $\alpha$

i) 当  $\alpha = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}, 2\pi, \dots$  时，有

$$I_{\perp} = 0 \quad (\text{消光})$$

ii) 当  $\alpha = \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}, \dots$  时，有

$$I_{\perp} = A_1^2 \sin^2 \frac{\Delta\varphi_c}{2} \quad (\text{最亮})$$