

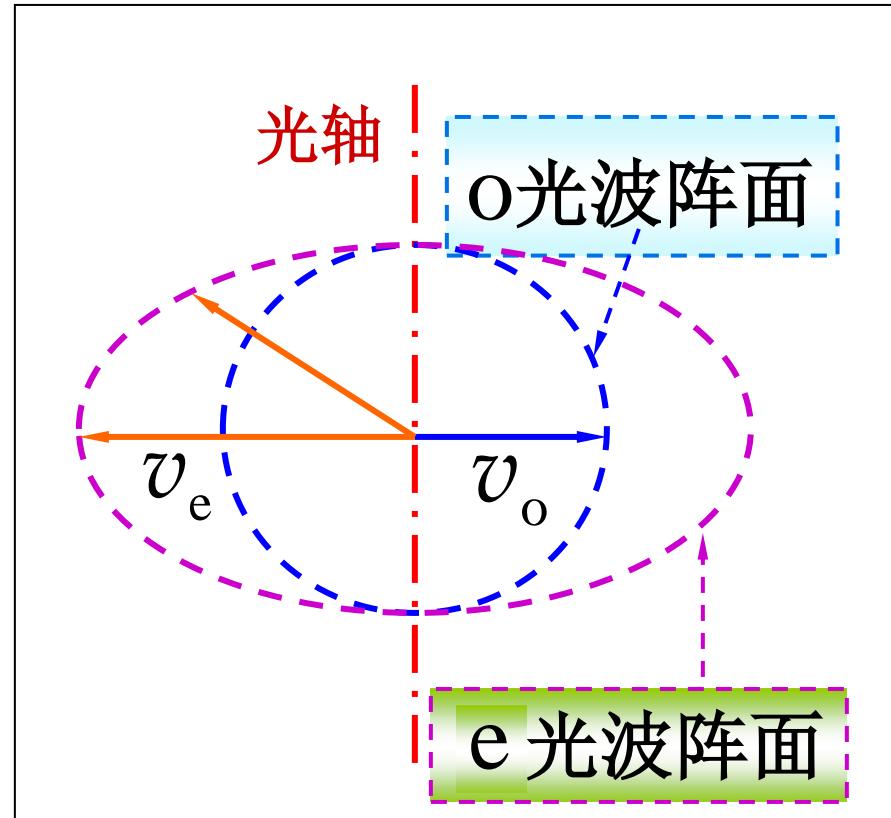
*双折射产生的原因

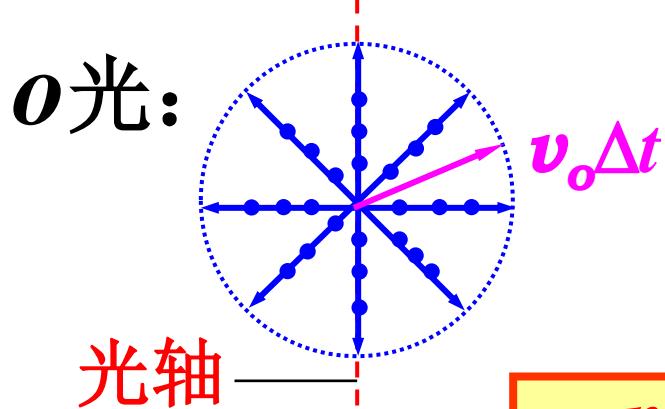
寻常光线 在晶体中各方向上传播速度相同

$$n_o = \frac{c}{v_o} = \text{常量}$$

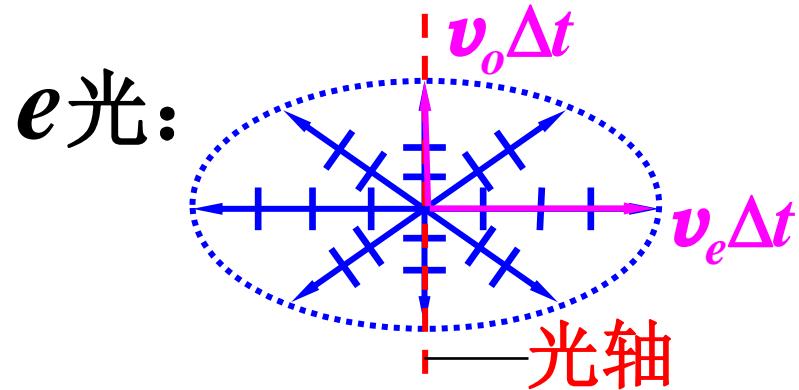
非常光线 晶体中各方向上传播速度不同，随方向改变而改变。

$$n_e = \frac{c}{v_e} \quad n_e \text{ 为主折射率}$$





$$n_o = \frac{c}{v_o}$$

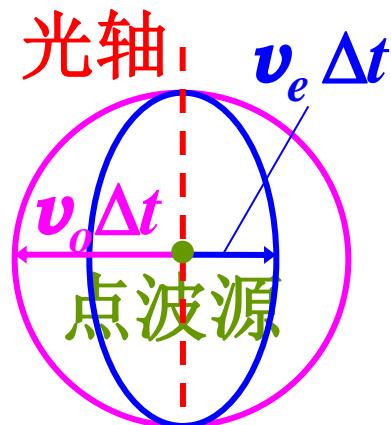


n_o, n_e 称为
晶体的主折射率

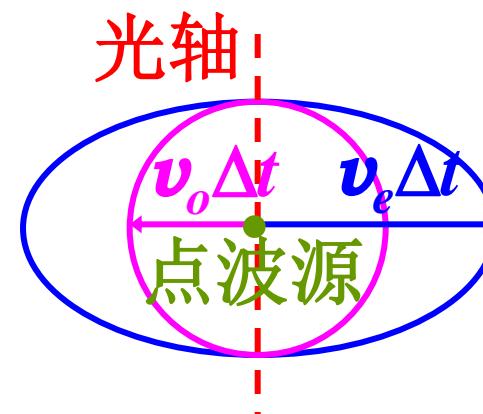
$$\begin{aligned} v_o &\rightarrow n_o \\ v_e &\rightarrow n_e = \frac{c}{v_e} \end{aligned}$$

正晶体: $n_e > n_o$ ($v_e < v_o$)

负晶体: $n_e < n_o$ ($v_e > v_o$)



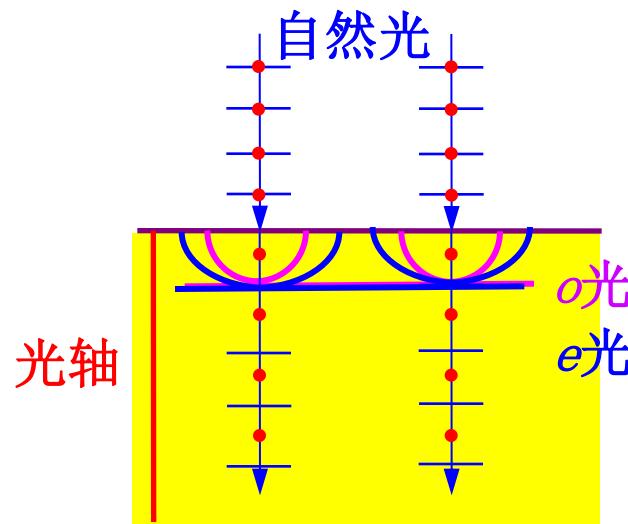
如: 石英、冰



如: 方解石、红宝石

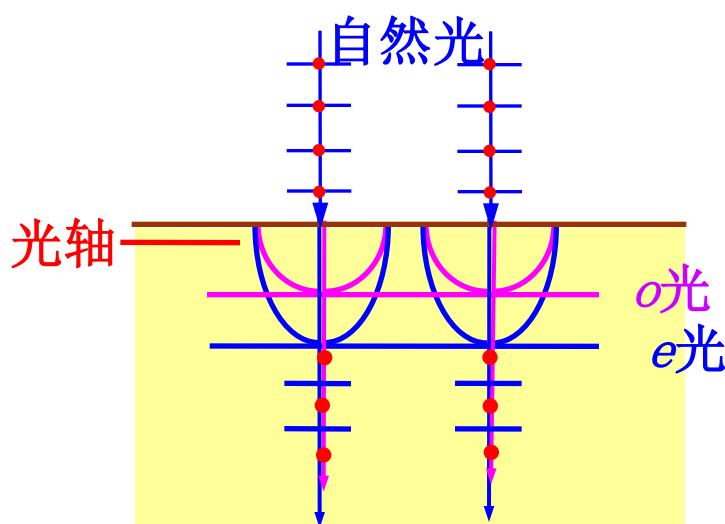
惠更斯作图法(负晶体为例)

光轴 \perp 界面，自然光正入射



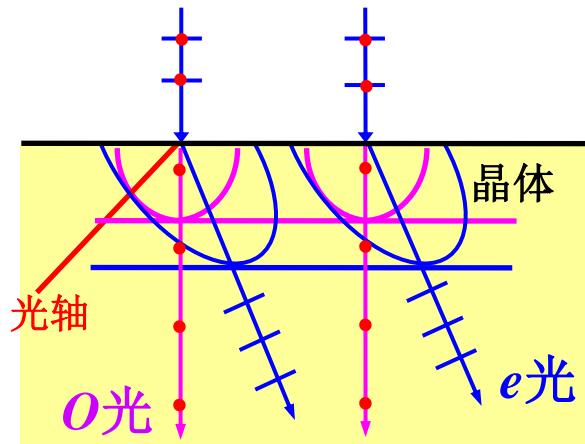
e 光的速度等于 o 光速度

光轴 \parallel 界面，自然光正入射



e 光的速度大于 o 光速度

光轴与界面斜交，自然光正入射



➤ o光、e光的一些性质

1. o光、e光传播速度一般不同，但沿光轴方向传播方向速度相同(此时无双折射现象).
2. o光、e光均为偏振光,但振动面不同.
o光始终在入射面内,在晶体中o光垂直主平面.
e光一般不在入射面内,在晶体中e光平行主平面
3. 入射光线在晶体主截面内时(三者合一), o光垂直e光. 这是实际应用中常见的现象.

二 偏振棱镜(polarizing prism)

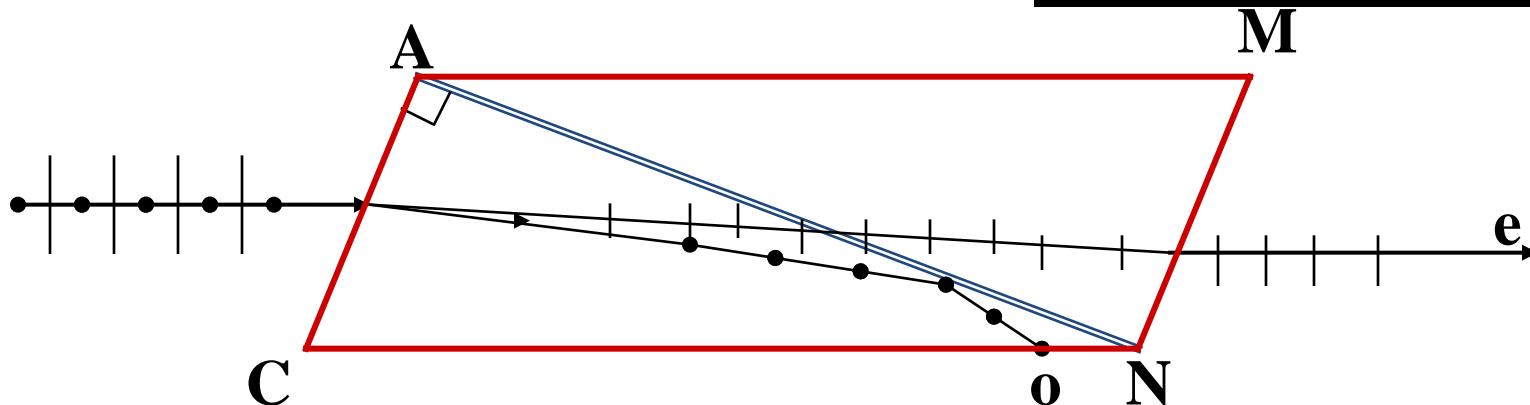
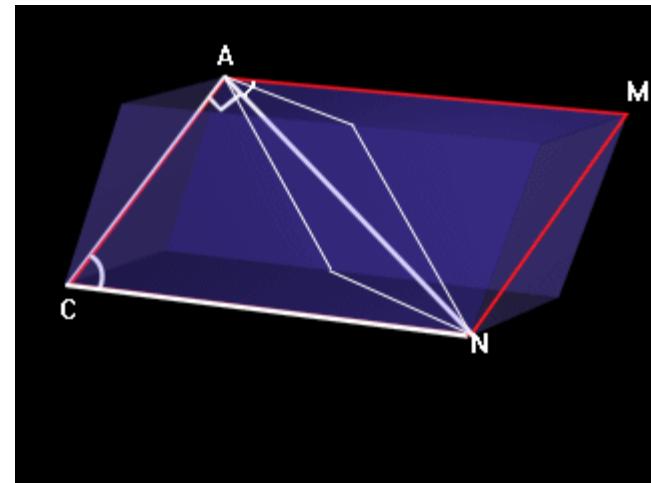
尼科耳棱镜(Nicol prism): 是将天然的方解石晶体按一定的要求加工成两块直角棱镜，然后再用特种树胶把它们粘合起来制成一块斜长方形的光学棱镜.

树胶的折射率: $n=1.55$

o光的折射率: $n_o=1.658$

e光的主折射率: $n_e=1.486$

$$n_e < n < n_o$$

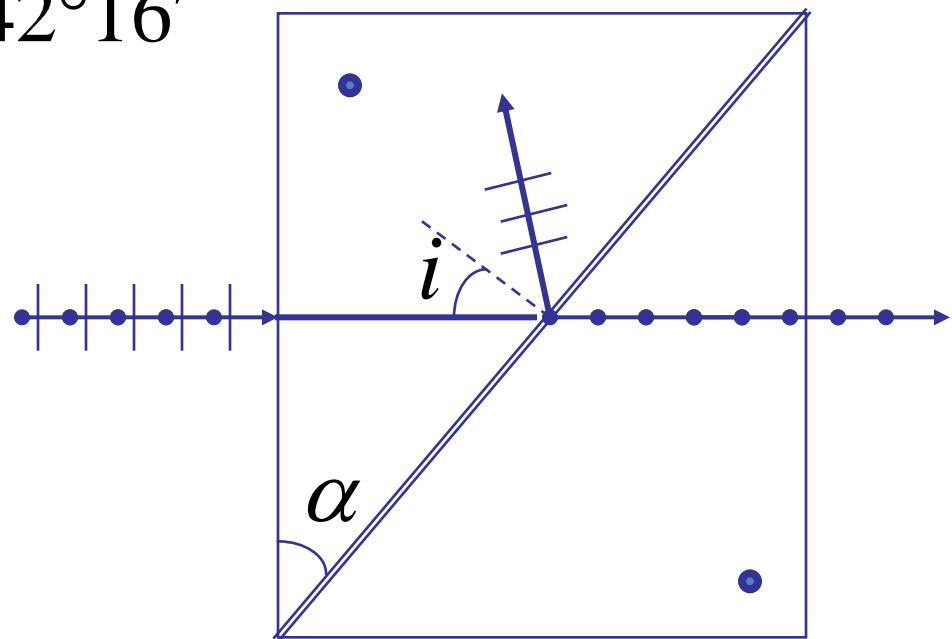


格兰-傅科棱镜(Glan-Foucault prism): 是尼科耳棱镜的改进型. 将一块方解石晶体加工成直角长方体, 再切成两个楔型, 切开的两部分不用树胶粘合, 而代以空气层.

o 光对空气层的临界角: $37^\circ 6'$

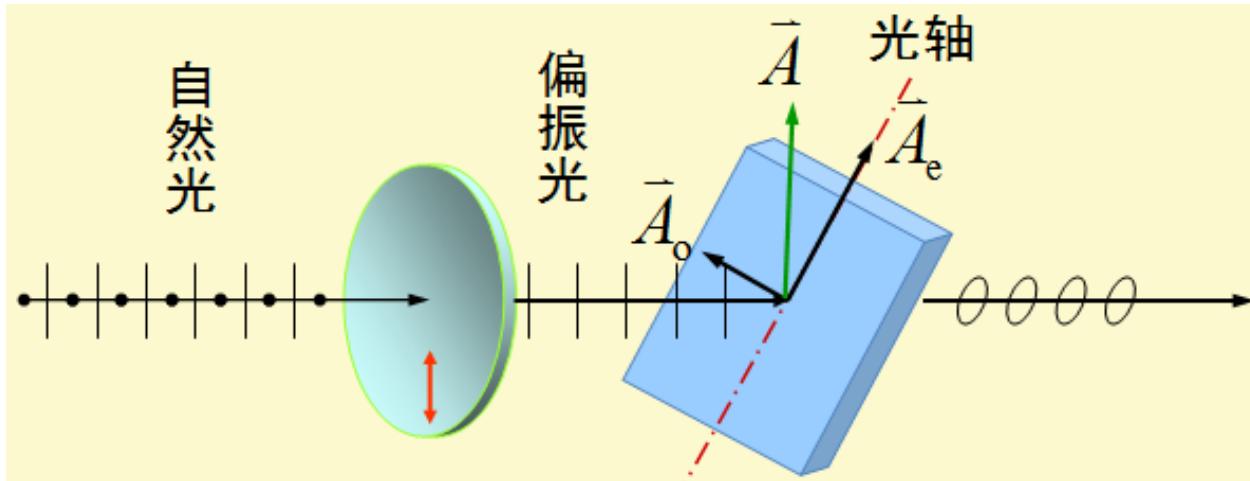
e 光对空气层的临界角: $42^\circ 16'$

$$37^\circ 6' < \alpha < 42^\circ 16'$$



三 波片

双折射晶体除了制做各种偏振棱镜外,另一重要用途是制做**波片(波晶片)**.



说明: 波片是光轴平行与表面的单轴晶片, 偏振光垂直入射进入波片后, 分解为o光和e光, e光振动平行光轴方向, o光振动方向垂直于光轴. o光、e光传播速度不同, 射出波片时使两个垂直的振动分量间产生一个附加的相位差.

➤ 四分之一波片

$$\delta = d(n_o - n_e) = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \quad \text{正椭圆偏振光}$$

四分之一波片(quarter-wave plate): 偏振光通过波片后, o光和e光的光程差等于 $\lambda/4$ 的奇数倍.

四分之一波片的最小厚度: $d = \frac{\lambda}{4(n_o - n_e)}$

偏振光通过四分之一波片后出射的是正椭圆偏振光.

➤ 半波片

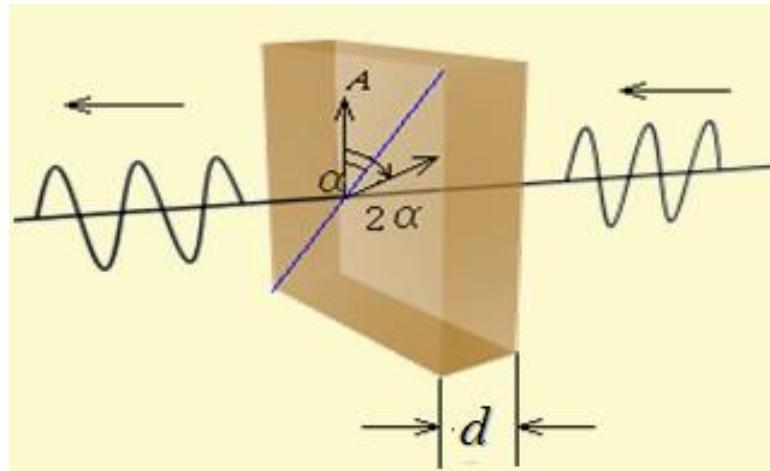
$$\delta = d(n_o - n_e) = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

线偏振光

半波片(half-wave plate): 偏振光通过波片后, o光和e 光的光程差等于 $\lambda/2$ 的奇数倍.

半波片的最小厚度:

$$d = \frac{\lambda}{2(n_o - n_e)}$$



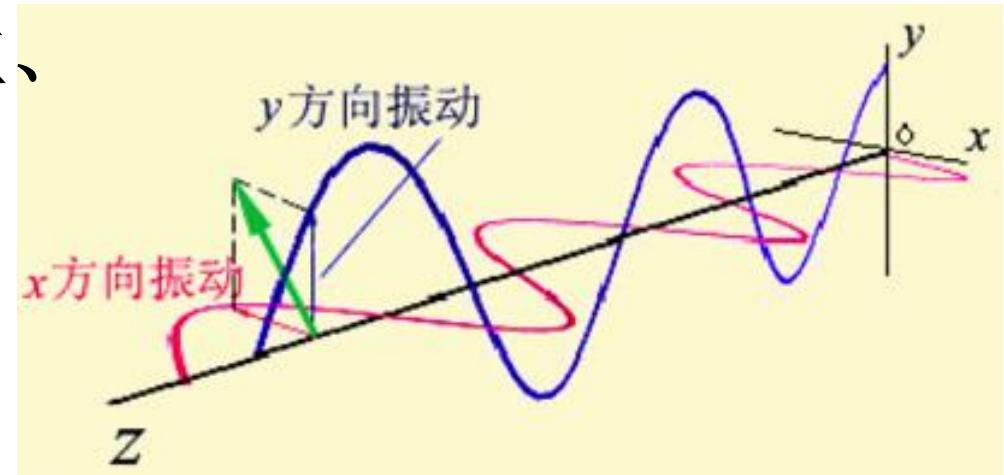
偏振光通过半波片后出射的o光和e光有 π 的相位延迟, 合成后仍是线偏振光, 只是振动方向转过了 2α .

椭圆偏振光和圆偏振光

质元参与两个相互垂直、频率相同的简谐振动.

$$x = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$y = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$



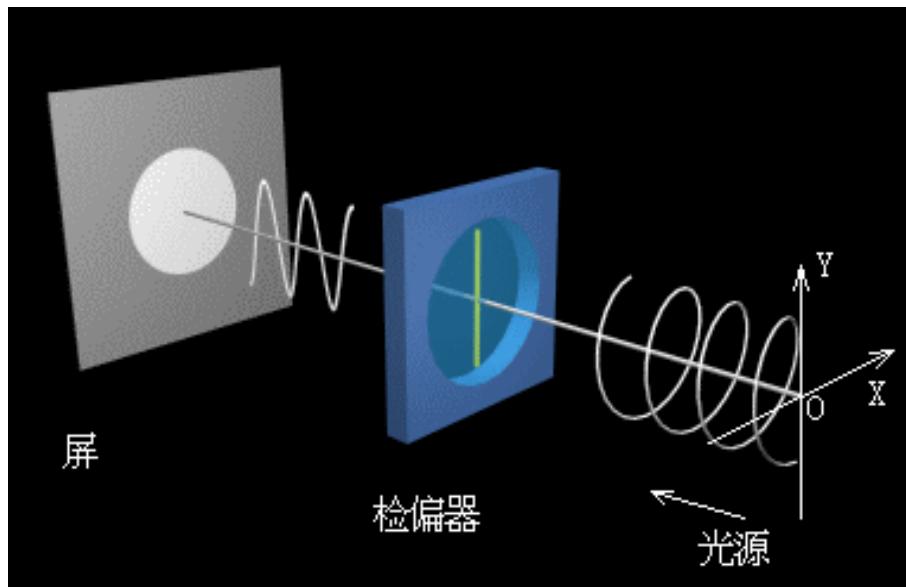
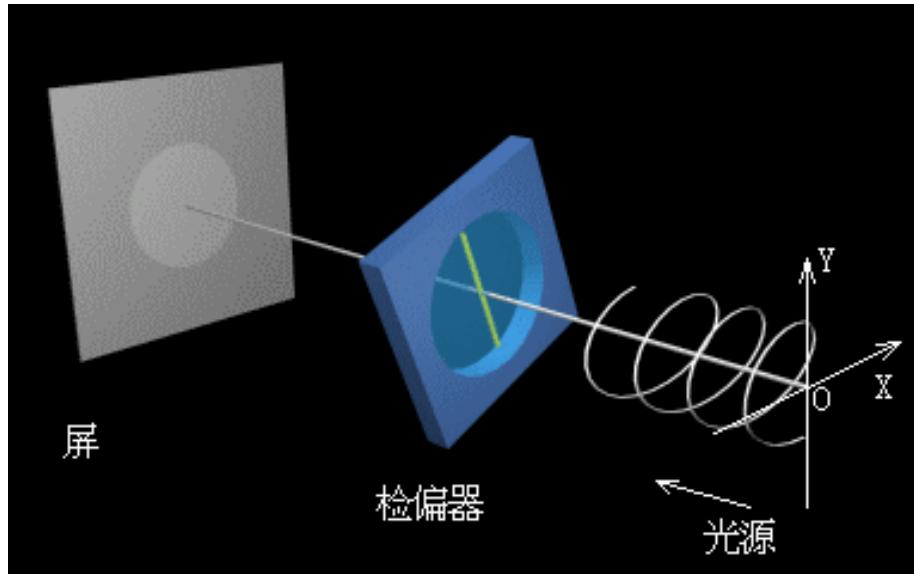
合成后为椭圆轨迹方程.

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

椭圆偏振光

(elliptically polarized light)

检偏器旋转一周，光强两强两弱。

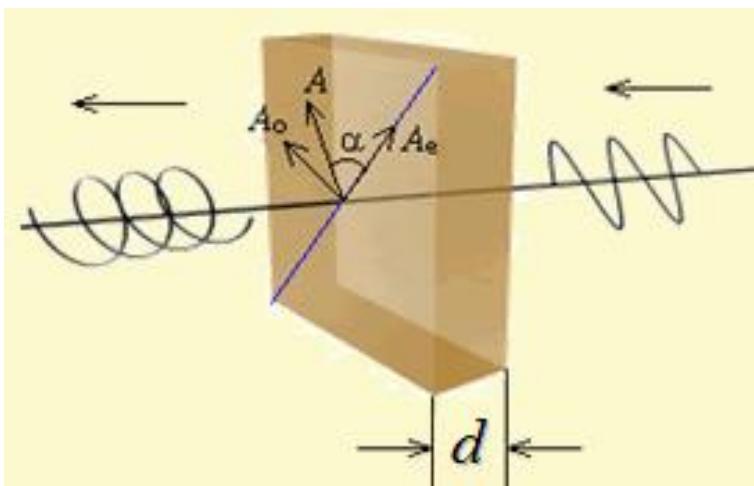
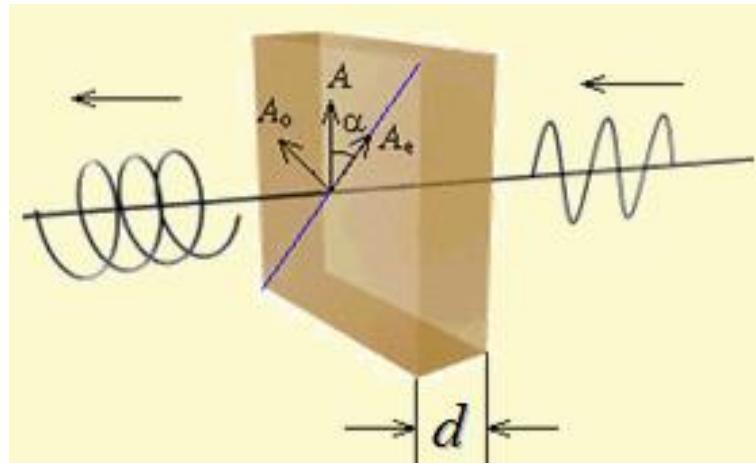


圆偏振光

(circularly polarized light))

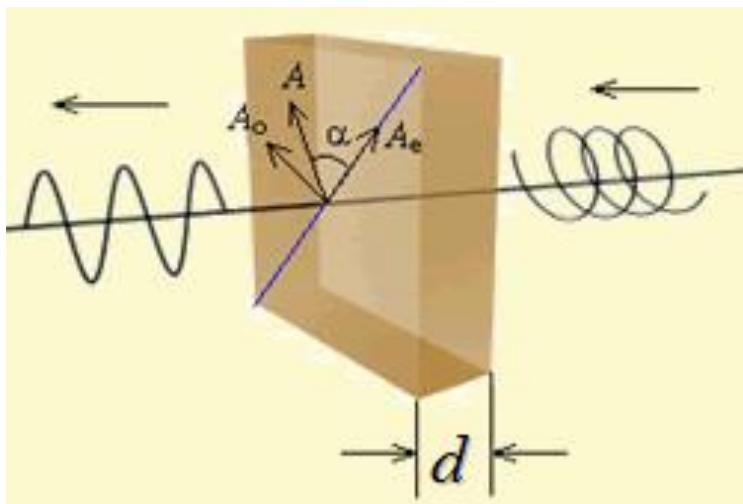
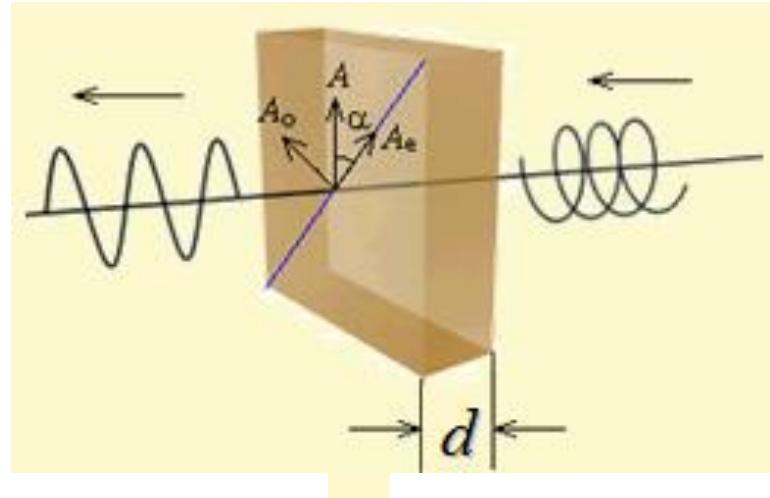
检偏器旋转一周，光强无变化。

线偏振光振动方向与四分之一波片的光轴方向成 45° 角时($A_e = A_o$)，通过后线偏振光变为圆偏振光。



线偏振光振动方向与四分之一波片的光轴方向的夹角不为 45° 角时，则通过后线偏振光变为椭圆偏振光。

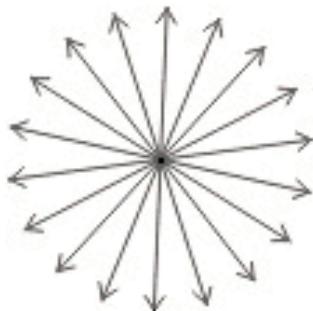
圆偏振光通过四分之一波片后，变为线偏振光，其振动方向与光轴方向成 45° 角



椭圆偏振光长轴或短轴与四分之一波片的光轴平行时，通过后椭圆偏振光变为线偏振光，其振动方向与光轴方向的夹角不等于 45° 角。

偏振光的检验

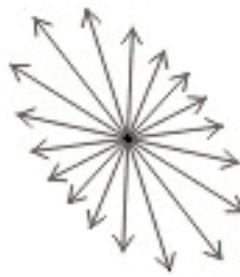
光的五种偏振态



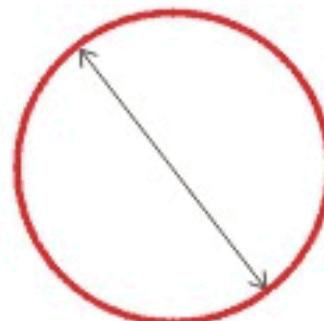
自然光



线偏振光



部分偏振光

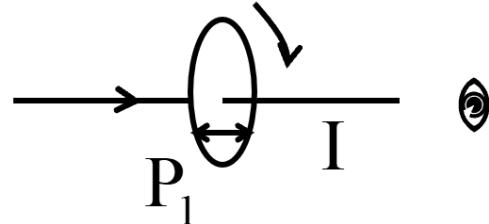
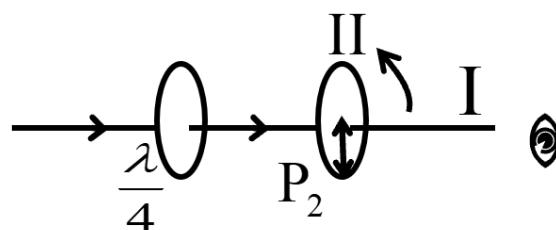
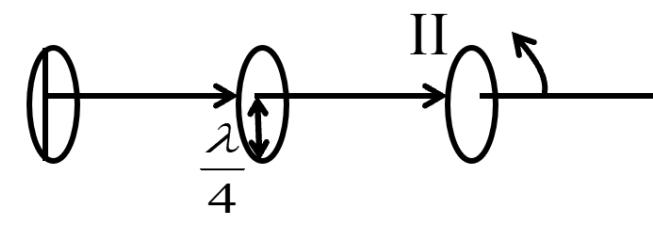


圆偏振光



椭园偏振光

怎样辨别？

第一步	令入射光通过偏振片I，改变 I 的透振方向，观察透射光强变化。			
	有消失	强度无变化	强度有变化，但无消光	
结论	线偏振光	自然光或圆偏振光	部分偏振光或椭圆偏振光	
第二步	a. 令入射光依次通过四分之一波片和偏振片II，改变 II的透振方向P ₂ ，观察透光强度变化。			b. 四分之一波片的光轴方向必须与椭圆主轴重合。
				
观察现象	有消失	无消失	有消失	无消失
结论	圆偏振光	自然光	椭圆偏振光	部分偏振光