



# 普通物理学

山东大学  
余丰人

# 第11章 光的偏振

§ 1 自然光与偏振光

§ 2 起偏和检偏

§ 3 反射和折射光的偏振

§ 4 光的双折射

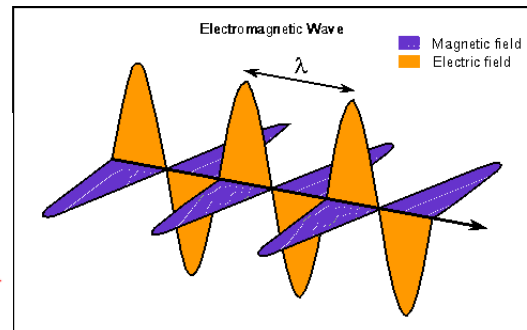
§ 5 晶体的二向色性和偏振片

§ 6 偏振光及其干涉

§ 7 人工双折射及其应用

## § 1 自然光和偏振光

●光是电磁波在人眼视觉范围内的波400nm —760nm，对应红、橙、黄、绿、青、蓝、紫光。



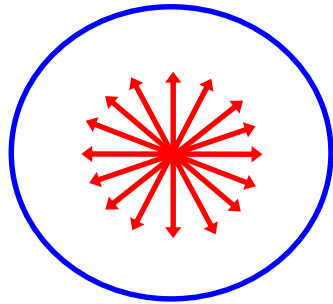
●光的干涉和衍射现象显示了光的波动特性，但还不能完全断定光是纵波还是横波。光的偏振现象证明了光的横波性。

●光的偏振现象从实验上清楚地显示出光的横波性，它进一步证明了光的波动性，这一点与光的电磁理论的预言一致。

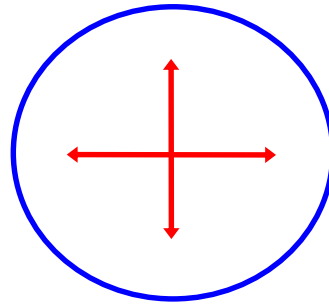
●光的生理作用、感光现象，实际是电矢量（电场强度 $E$ 矢量）在起作用。通常把电矢量 $E$  称为光矢量, 把电矢量 $E$ 的振动称为光振动。

●研究光的振动方向的特性即光的偏振性。

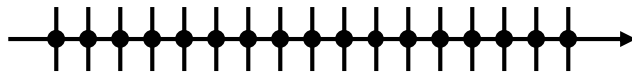
- 光的振动面，它是光矢量的振动方向与光的传播方向组成的平面。
- 偏振光，它是光的振动方向在振动面内不具有对称性的光。
- 非偏振光，它是光的振动方向在振动面内具有对称性的光。
- 线偏振光，它是光矢量始终沿某一个方向振动的偏振光，它的振动面是一个平面，所以线偏振光也叫平面偏振光。
- 一个波列的光，它是线偏振光。
- 自然光，它由大量波列组成，各个波列的偏振方向是随机的，各个方向光的振动是均等的，幅度也是均等的，所以它是非偏振光。
- 自然光可以分解为，两个相互垂直的，相互独立的，幅度（光强）相等的线偏振光。



自然光E 没有优势方向

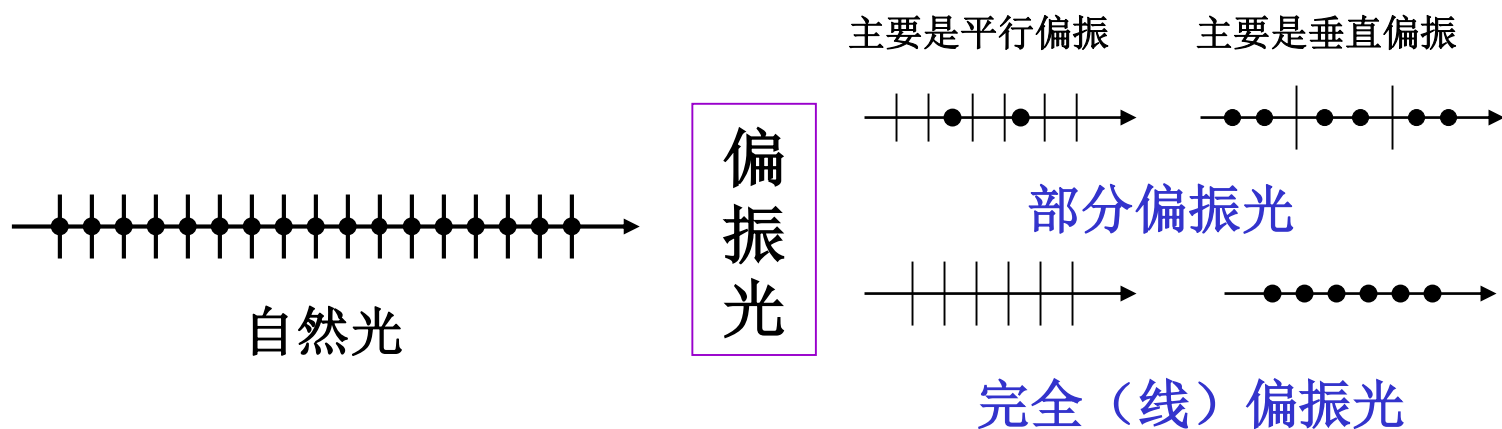


自然光的分解



自然光表示

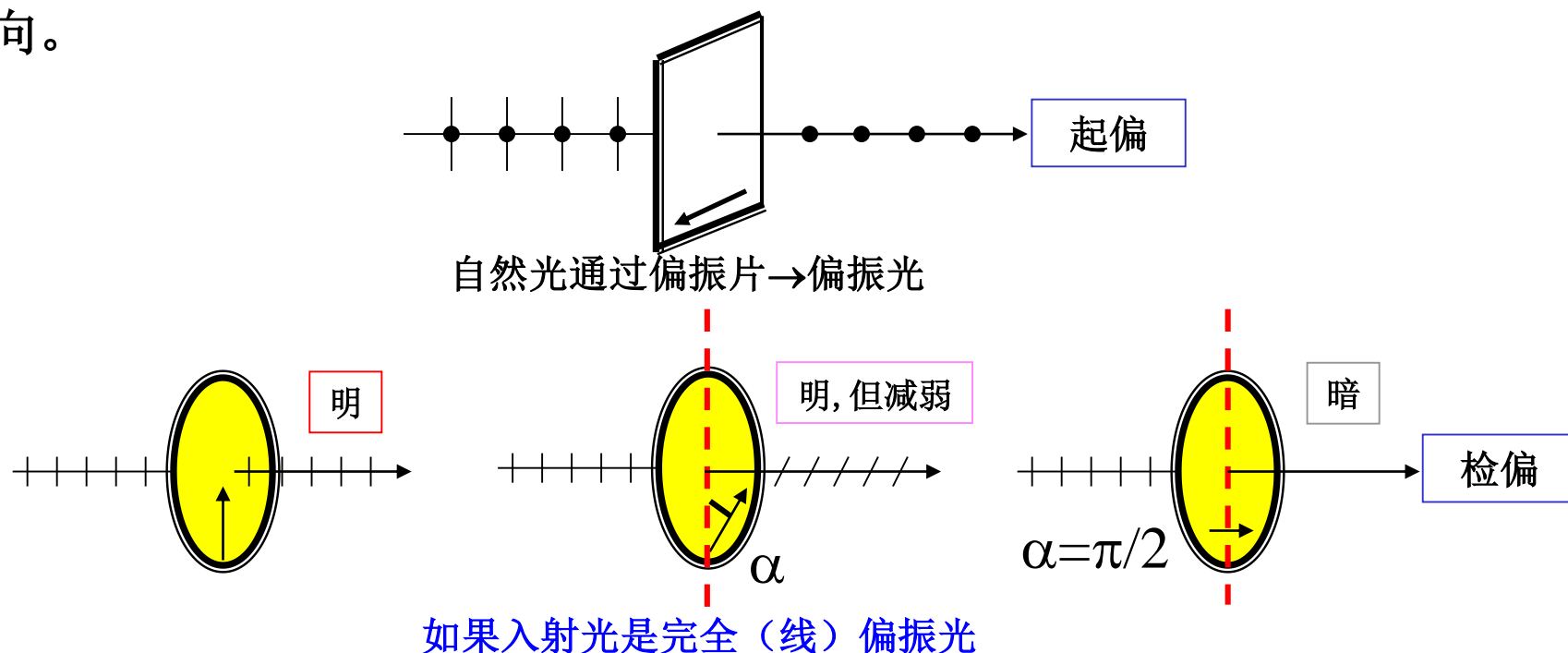
- 部分偏振光，它是把自然光两个相互垂直的独立分量中的一个分量移走一部分的偏振光。如果将自然光两个相互垂直的独立分量中的一个分量全部移走，就成了线偏振光。
- 自然光是非偏振光，线偏振光(圆偏振光，椭圆偏振光)是完全偏正光，部分偏振光是介于自然光和完全偏振光之间的偏振光。





## § 2 起偏和检偏

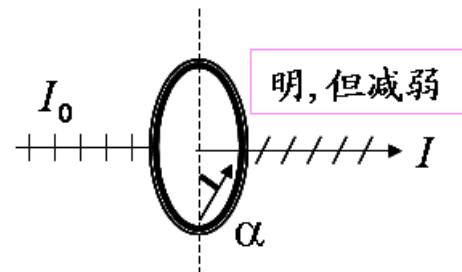
- 起偏，它是从自然光获得偏振光的过程。
- 起偏器，它是产生起偏作用的光学元件。
- 起偏片，它是常用的起偏器，它对某一个方向振动的光产生强烈的吸收，而对与该方向垂直的方向振动的光吸收很小。
- 起偏片的偏振化方向（透振方向），它是容许光振动矢量通过的方向。



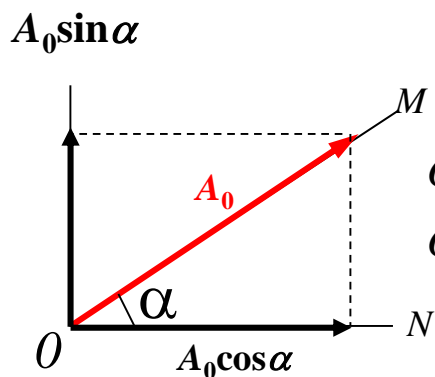
●如果入射光是部分偏振光，旋转偏振片，透射光有明暗变化，但不会出现全暗；入射光是自然光，透射光无明显暗变化——检偏。

## ●马吕斯定律

强度为 $I_0$ 线偏振光，透射光强  $I = I_0 \cos^2 \alpha$ .



证:



$OM \rightarrow$  入射光振动方向,  $A_0$ 是其振幅。

$ON \rightarrow$  偏振片的偏振化方向。

将 $A_0$ 分解成  $\begin{cases} A_0 \cos \alpha \\ A_0 \sin \alpha \end{cases}$

只有平行于  $ON$  的光矢量分量能通过  
 $\rightarrow A_0 \cos \alpha \rightarrow A$  (透射光振幅)

设: 透射光强 $I$ , 入射光强 $I_0$

$$I \propto A^2 \Rightarrow \frac{I}{I_0} = \frac{A^2}{A_0^2} = \frac{A_0^2 \cos^2 \alpha}{A_0^2} = \cos^2 \alpha$$

$$\therefore I = I_0 \cos^2 \alpha$$

例：有两块偏振片A和B,偏振化方向的夹角为 $60^\circ$ 。(1)入射光是自然光,设偏振片无吸收,求穿过A和B后的透射光与入射光的光强比;(2)入射光是线偏振光,振动方向与第一块偏振片的偏振化方向的夹角为 $30^\circ$ ,求穿过A,B后透射光与入射光的光强比;(3)如果偏振片的吸收系数为0.1,再求(2)的结果。

解：(1) 自然光通过偏振片A, 光强被吸收一半, 有:  $I_1 = \frac{1}{2} I_0$ .

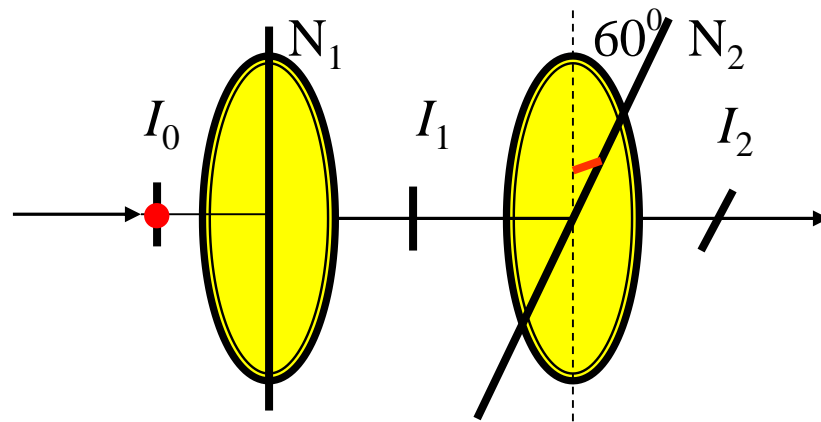
$$I_2 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 60^\circ = \frac{1}{8} I_0, \quad \therefore \frac{I_2}{I_0} = \frac{1}{8}.$$

$$(2) \quad I_1 = I_0 \cos^2 30^\circ$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ = I_0 \cos^2 30^\circ \cos^2 60^\circ$$

$$(3) \text{ 考虑吸收, } I_1 = I_0 \cos^2 30^\circ (1 - 0.1)$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ (1 - 0.1)$$



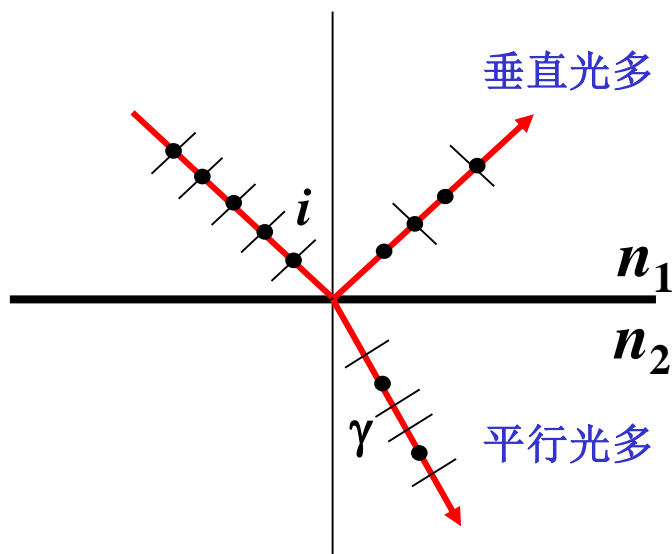
$$\therefore \frac{I_2}{I_0} = \frac{3}{16}$$

$$\frac{I_2}{I_0} = 15.2\%$$



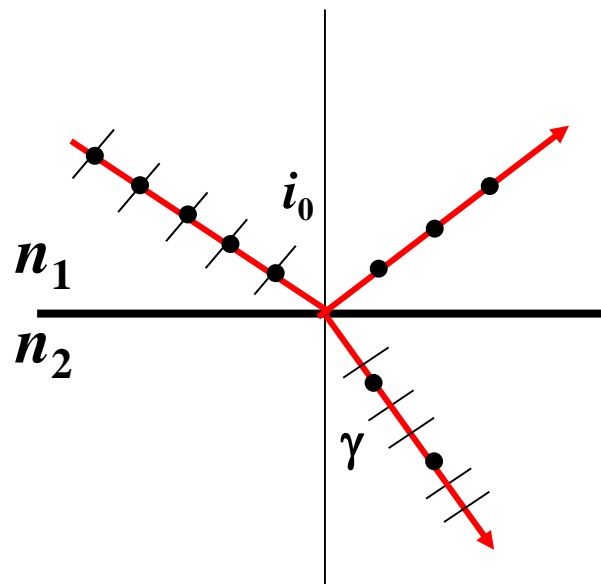
## § 3 反射和折射光的偏振

### ● 反射和折射光的偏振



实验发现：

反射光和折射光一般都是部分偏振光，反射光中垂直于入射面的光振动占优。折射光中平行于入射面的光振动占优。



当 $i$ 为某一入射角 $i_0$ 时，反射光成为完全偏振光。

布儒斯特定律  $\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$

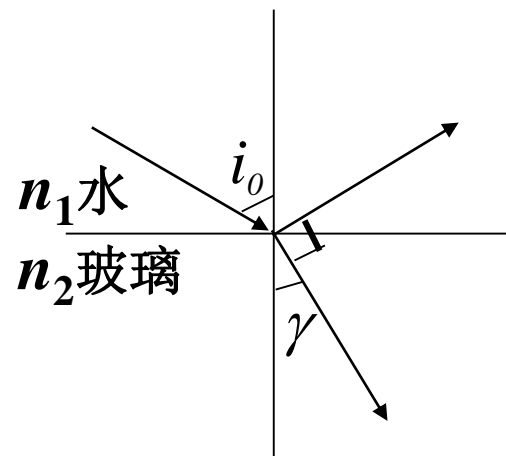
## ●两个相关结论

1.入射角为 $i_0$ 时，折射光与反射光垂直。

$$\text{证: } n_1 \sin i_0 = n_2 \sin \gamma \rightarrow \sin i_0 = \frac{n_2}{n_1} \sin \gamma \quad \text{--- (1)}$$

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{联立 (1), (2) 有: } \sin \gamma = \cos i_0 \quad \therefore i_0 + \gamma = \frac{\pi}{2}$$



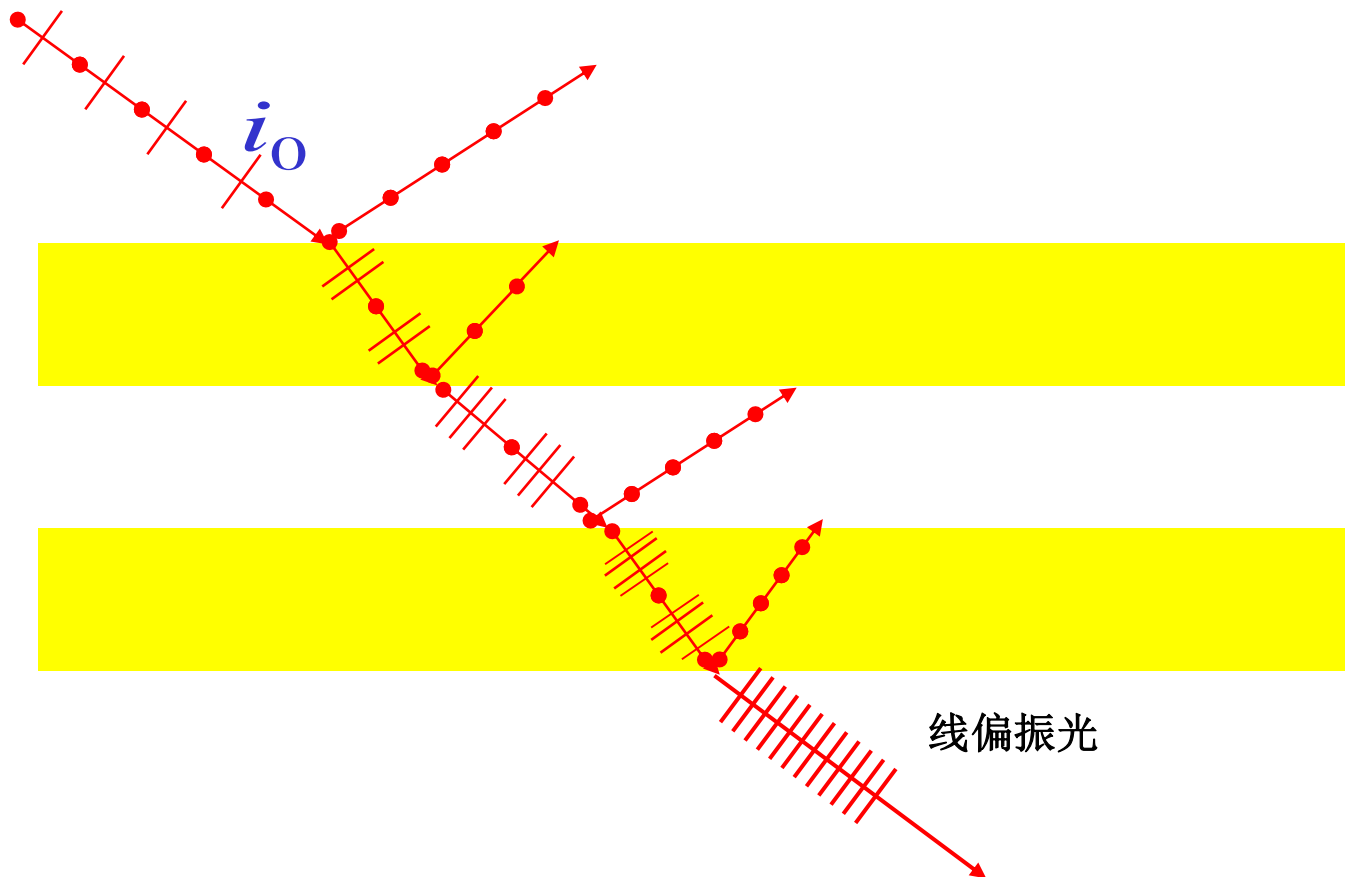
2.光从水向玻璃界面入射时的布儒斯特角为 $i_0$ ，  
问光从玻璃向水界面入射时的布儒斯特角为多少？

$$\tan \gamma = \tan\left(\frac{\pi}{2} - i_0\right) = \cot i_0 = \frac{1}{\tan i_0} = \frac{n_1}{n_2}$$

所以，光从玻璃向水界面入射时的布儒斯特角就是光从水向玻璃界面入射时的图中所示的折射角。

## ●玻璃堆

光从空气射向玻璃  $i_0 = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \arctan\left(\frac{1.5}{1}\right) \approx 57^\circ$



## § 4 光的双折射

### 1.物理史话 — 双折射

巴托林 (Erasmus Bartholin) (1625—1698) 出生在丹麦罗斯基勒的一个医生世家。他也像他的父亲和兄弟一样都是医生，同时他在数学和物理学上也有贡献。从1657年到去世，他在丹麦的哥本哈根大学任医学教授。但使巴托林闻名于科学史的事迹却与医学无关，而是在物理学上的研究工作。

1669年，巴托林得到了一块冰洲石。这是出产于冰岛的方解石。他发现，用冰洲石看到的像都是双像。巴托林注意到，光线经过冰洲石变成了两条光线，他称这种折射现象为双折射。巴托林还发现，当固定一个像时，另一个像围绕着它旋转。巴托林将这两条光线中固定像和“旋转像”对应的光线分别称为寻常光线和非寻常光线。

看上去，双折射现象没有什么神奇的地方，但巴托林自己不能解释它，他认为这与牛顿的光学理论是矛盾的。其实当时光的波动说也不能解释，直到半个世纪之后，新的波动说才解释了这种现象。



## 2.双折射的寻常光和非常光

- 一束入射光经某些晶体折射后可分成两束光线的现象称为双折射。



- 寻常光和非常光

实验表明，双折射现象中的两束折射光线都是线偏振光，分别称为寻常光和非常光。

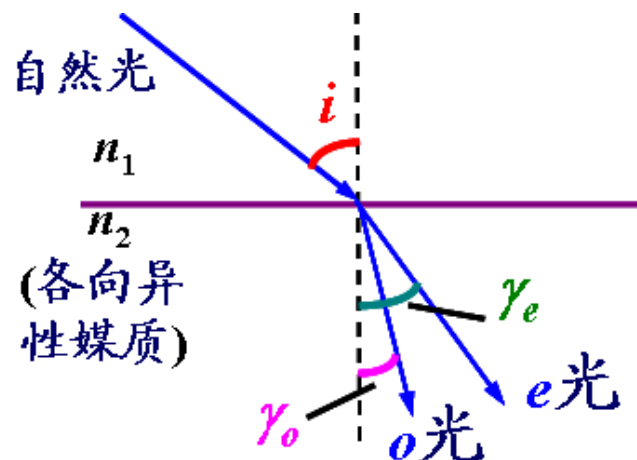
**寻常光（o光）：** 遵从折射定律

$$n_1 \sin i = n_2 \sin \gamma_o$$

**非常光（e光）：**一般不遵从折射定律，  
折射面与入射面不一定重合。

$$\sin i / \sin \gamma_e \neq \text{常数}$$

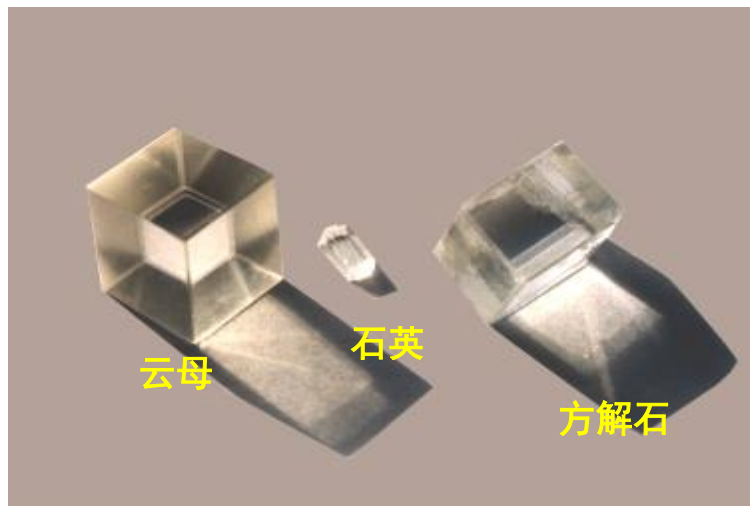
当垂直入射，并使晶体绕入射光旋转时，  
o光不动，而e光则跟随晶体旋转。



### 3.寻常光和非常光的传播速度

- o光，在晶体中各方向上速度相同, 折射率相同:  $n_o = \frac{c}{v_o}$
- e光各向速度不同, 折射率不同:  $n_e = \frac{c}{v_e}$
- 双折射的实质是o光和e光在晶体中的传播速度不同。
- 光轴，它是晶体中，o光和e光传播速度相等, 折射率相等的方向。光沿光轴方向传播时，没有双折射现象。晶体中，与某光轴平行的直线都是光轴。所以光轴是一个方向，不是特定的直线。
- 在光轴方向, e光的速度 $v_e$ 等于o光速度 $v_o$ ，在垂直光轴方向, o光与e光两个速度差别最大。
- e光的主折射率，是e光在垂直于光轴方向的折射率:  $n_e = \frac{c}{v_e}$
- 负晶与正晶
  - 凡属 $v_o < v_e$ ，（即 $n_o > n_e$ ）晶体称为负晶。
  - 凡属 $v_o > v_e$ ，（即 $n_o < n_e$ ）晶体称为正晶。
- 单轴晶体，它是只有一个光轴方向的晶体。
- 双轴晶体，它是具有两个光轴方向的晶体。





方解石晶体（负晶）

石英（正晶）

	$n_e$	$n_o$
方解石	1.4864	1.6584
石英	1.5534	1.5443

（对波长为 $589.3nm$ 的钠黄光）

## 4.寻常光和非常光的偏振

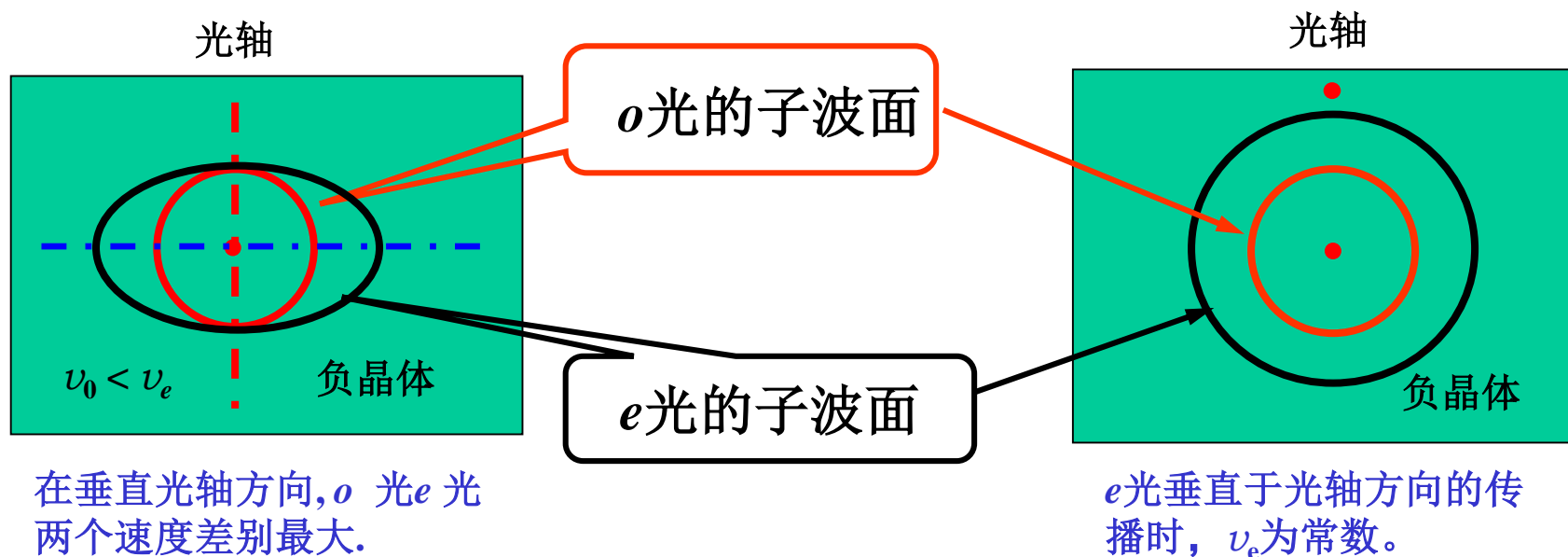
- 主平面，它是晶体中某一光线与光轴构成的平面，o光与光轴构成的平面称为o光主平面，e光与光轴构成的平面称为e光主平面。
- o光和e光都是线偏振光，但它们的偏振方向不同。
- o光的偏振方向垂直于o光主平面。
- e光的偏振方向平行于e光的主平面。
- 当光轴在入射面（入射方向与界面法线方向构成的平面）内时，o光主平面与e光主平面将重合，这时，o光的偏振方向与e光的偏振方向垂直。
- 一般情况，o光主平面与e光主平面不重合，但其夹角很小，所以可以近似认为o光的偏振方向与e光的偏振方向还是垂直。

## 5.寻常光和非常光的子波波阵面

●o光在晶体中各方向上速度相同, e光各向速度不同, 因此有:

*o*光的子波面 一定是球面

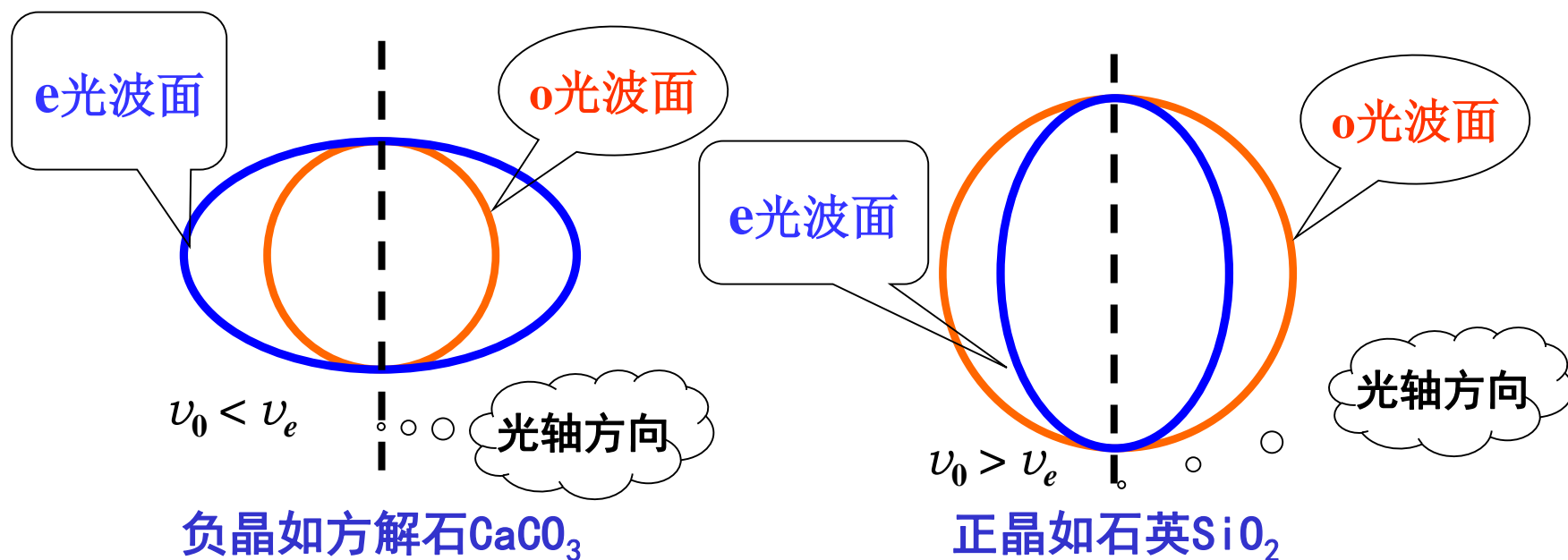
*e*光的子波面 一定是椭球面



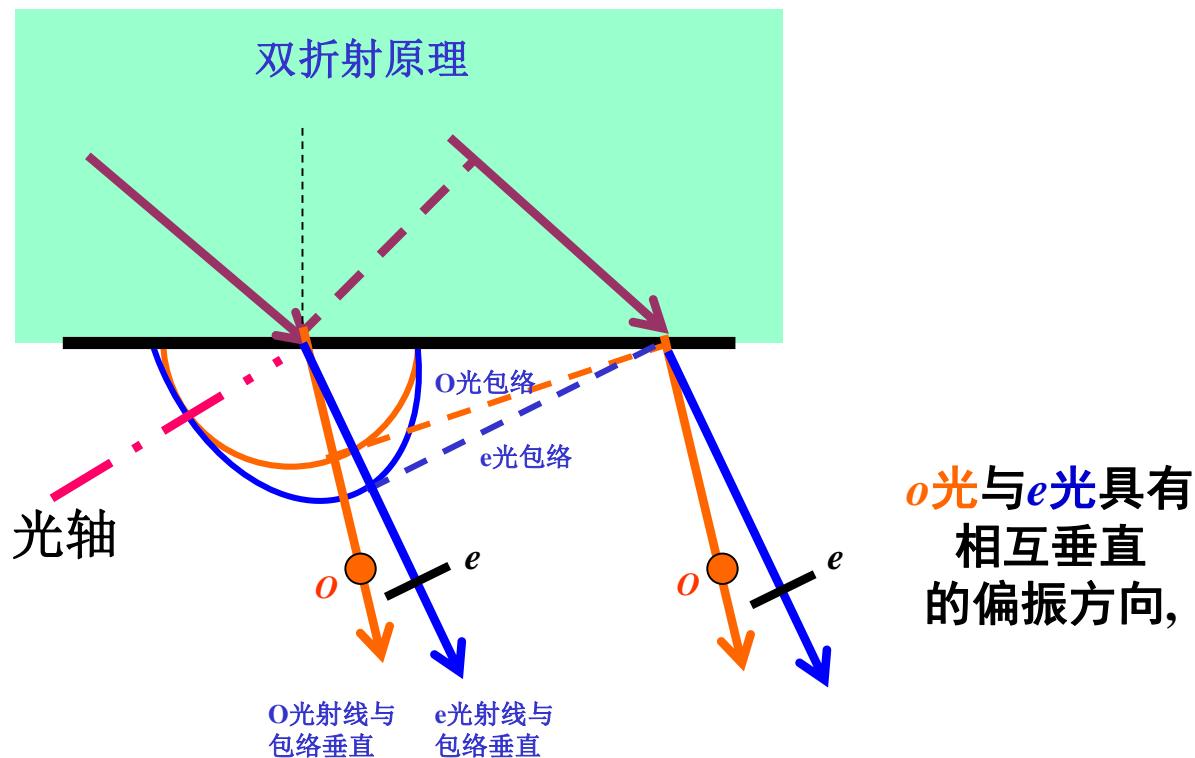
*e*光的子波面是以光轴为轴的旋转椭球面

## 6. 惠更斯原理在双折射现象中的应用—确定波阵面的作图法

- o光在晶体内任意点所引起的波阵面是球面。即具有各向同性的传播速率。
- e光在晶体内任意点所引起的波阵面是椭球面。沿光轴方向与o光具有相同的速率。



- 平行光倾斜入射，光轴在入射面内，光轴与晶体表面斜交

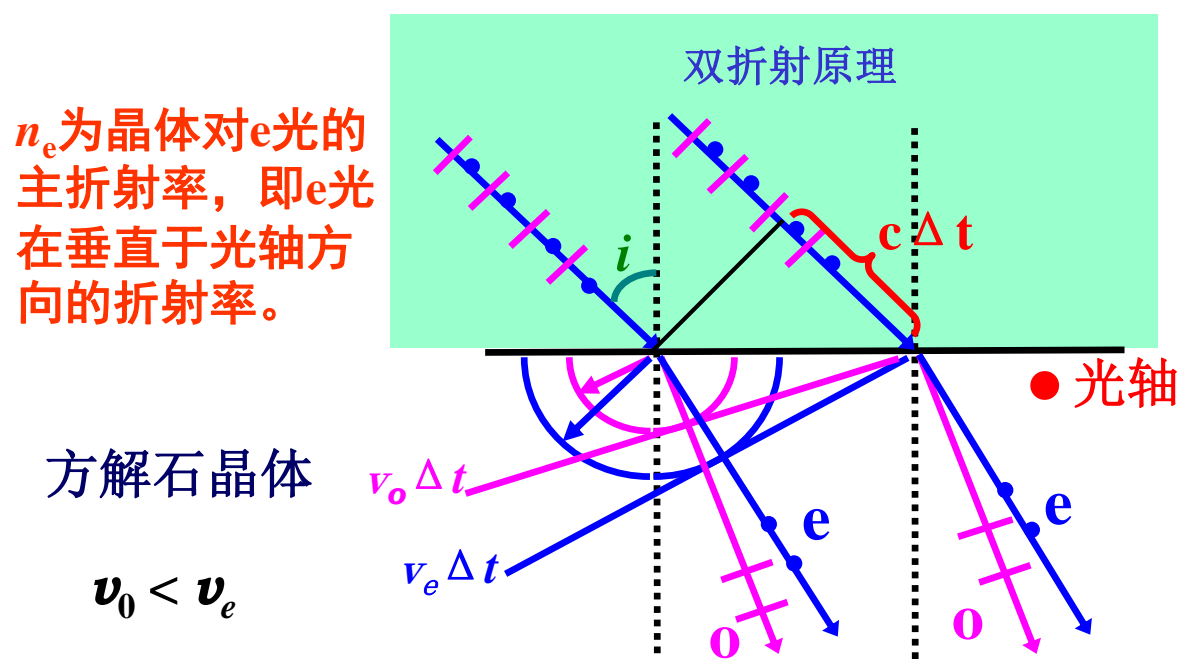


o光可用折射定律计算，e光不服从折射定律

$$n_1 \sin i = n_o \sin \gamma_o \quad n_1 \sin i \neq n_e \sin \gamma_e$$

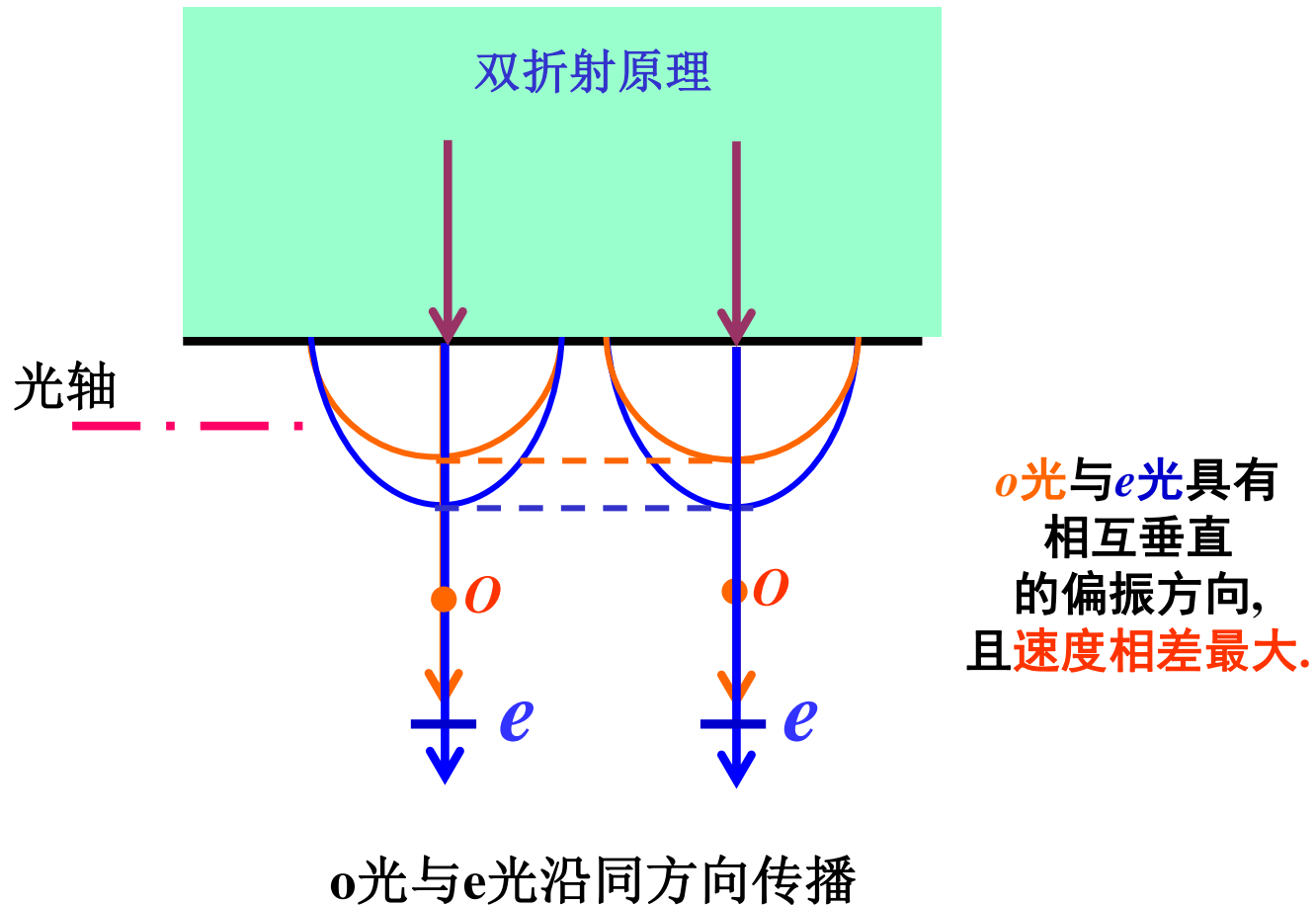
●平行光斜入射，光轴平行于晶体表面，且垂直于入射面，

$$\frac{\sin i}{\sin \gamma_0} = \frac{c}{v_0} = n_0 \quad \frac{\sin i}{\sin \gamma_e} = \frac{c}{v_e} = n_e \quad \text{方解石是负轴晶体 ( } n_o > n_e \text{ )} \quad \gamma_0 < \gamma_e$$

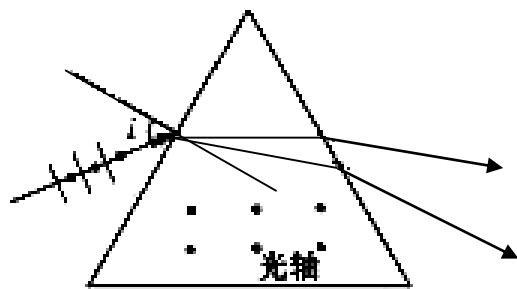




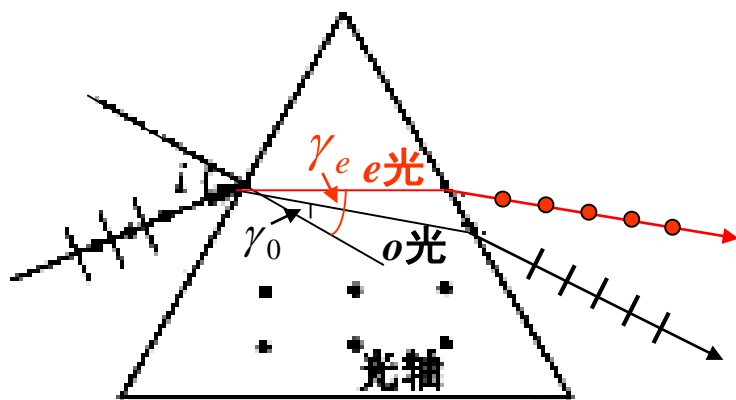
- 平行光垂直入射，光轴在入射面内，光轴平行晶体表面



例：用方解石晶体（负晶体）切成一个截面为正三角形的棱镜，光轴方向如图所示。若自然光以入射角 $i$ 入射并产生双折射，试定性地分别画出o光与e光的光路与振动方向。



解 对负晶体，( $n_o > n_e$ ) 则根据折射定律，e光的折射角大于o光的折射角；



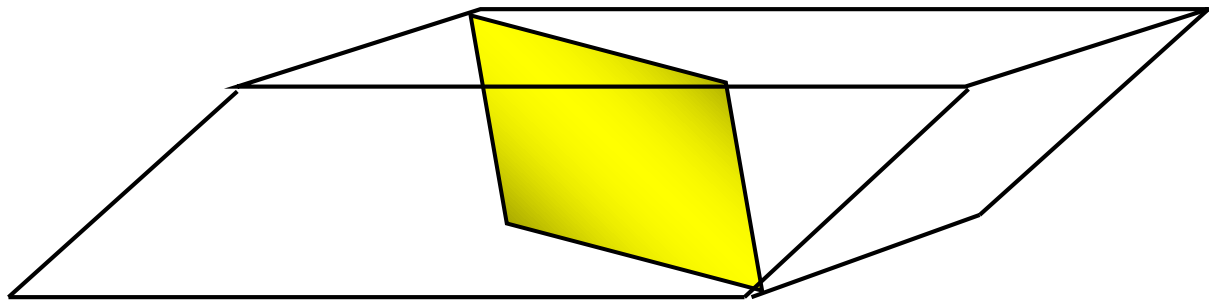
e光的主平面现垂直图面，  
e光振动方向在主平面内，  
所以e光振动方向以点表示。

o光的振动方向垂直主平面，  
o光的主平面现也垂直图面，  
所以o光振动方向以线表示。

## 7. 晶体偏振器件

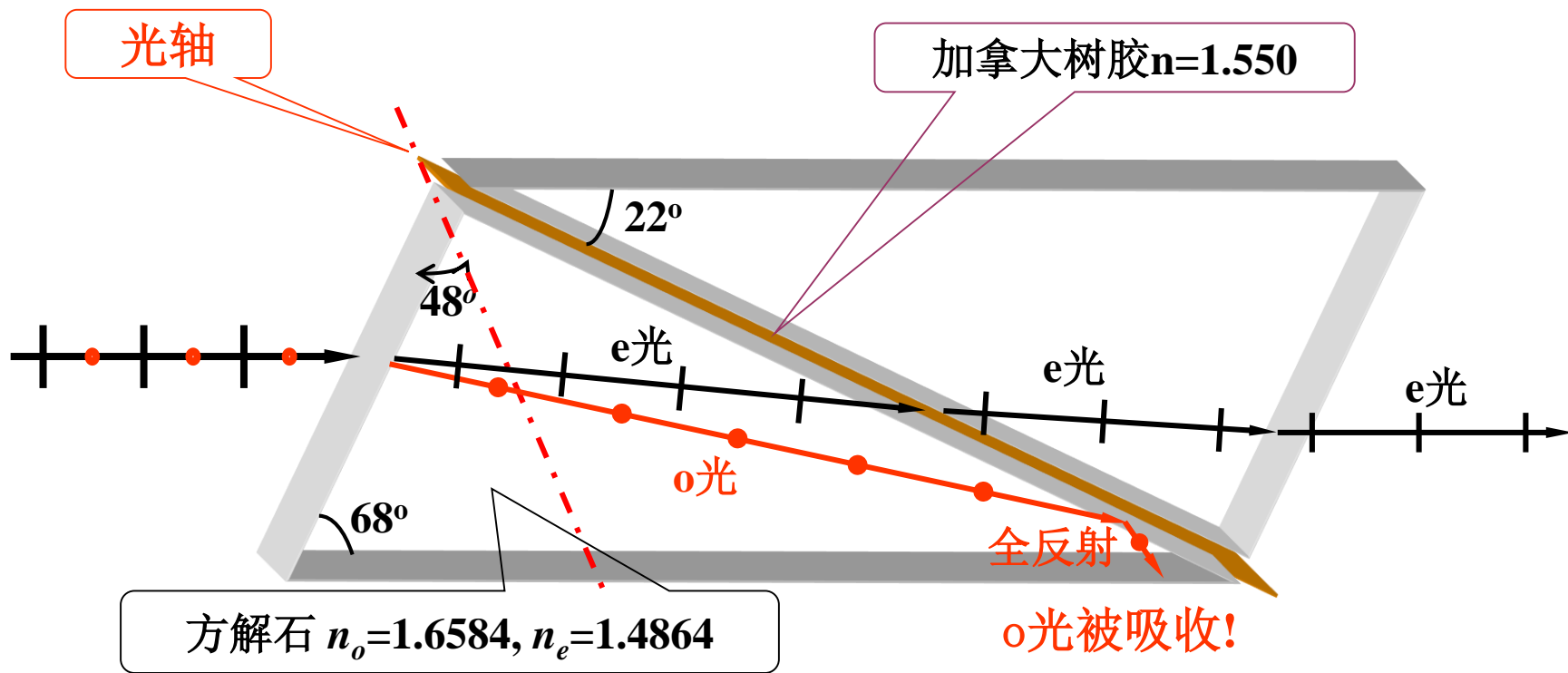
### 1) 尼科尔棱镜的构造

如图取长度适当的方解石晶体, 将其两端的天然晶面加以适当研磨, 将晶体剖开, 再用加拿大树胶将剖面粘合构成一长方形棱镜。



### 2) 尼科尔棱镜原理

利用棱镜的双折射现象, 将一束自然光分成寻常光和非常光, 然后利用全反射原理把寻常光反射到棱镜侧壁上, 只让非常光通过棱镜, 从而获得一束振动方向固定的线偏振光。

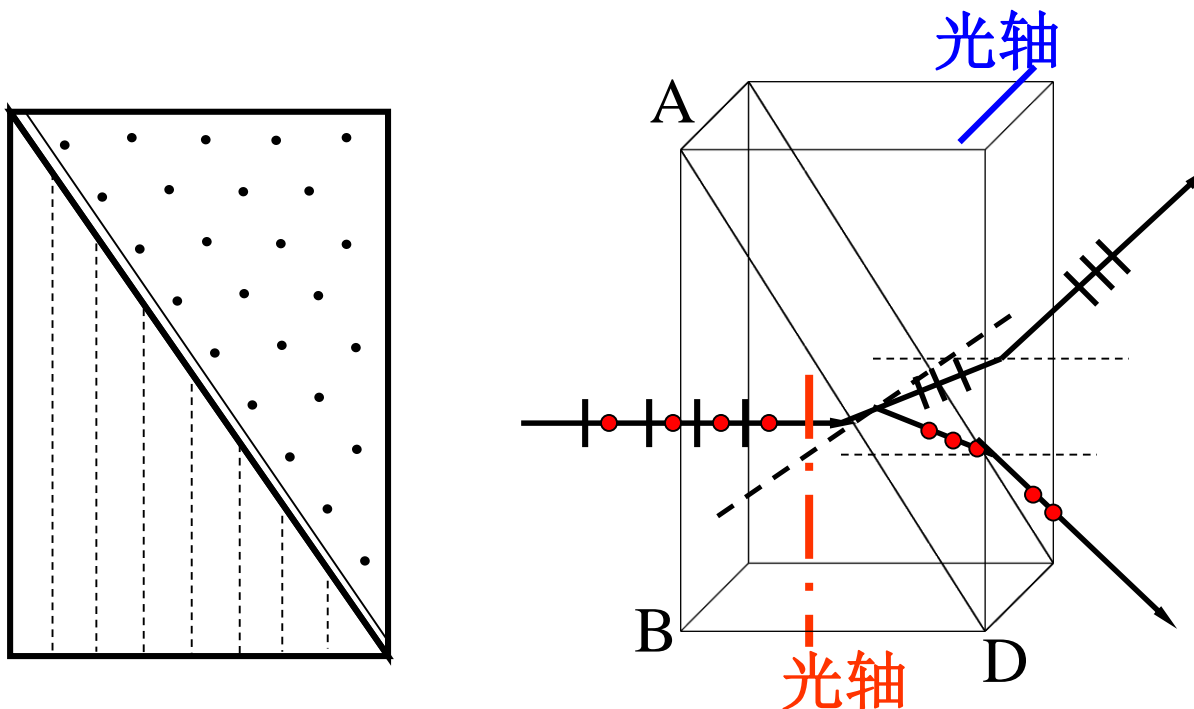


- 全反射**
1. 当光线由光密介质进入光疏介质，而角度大于临界角  $C$ 。
  2. 折射率  $n$  的介质的临界角  $C$  公式：

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

### 3) 渥拉斯顿 (Wollaston) 棱镜的构造:

由两块光轴互相垂直的方解石直角棱镜组成。

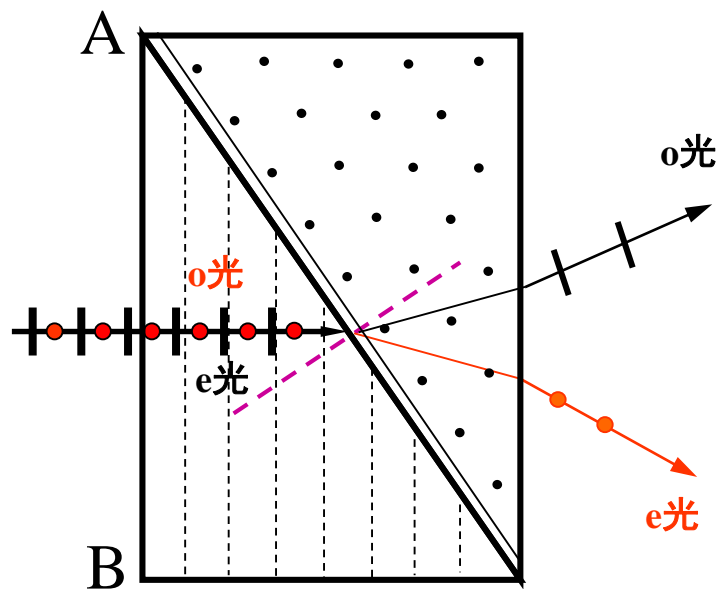


### 4) 渥氏棱镜的作用:

方解石是负轴晶体 ( $n_o > n_e$ )

产生两束互相分开的、振动互相垂直的平面偏振光。

## 5) 渥氏棱镜的原理



方解石是负晶  $n_o > n_{\text{树胶}} > n_e$

$$\gamma_o < \gamma_e$$

(1) 光在两块方解石中都是垂直光轴传播。

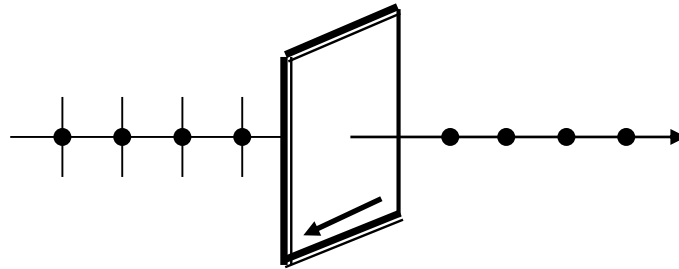
(2) 当自然光垂直入射AB表面后，在第一块棱镜中o光和e光以不同速度沿同一方向传播。

(3) 当它们先后进入第二块棱镜时，第一块棱镜中的o光在第二块棱镜中变成e光；第一块棱镜中的e光在第二块棱镜中变成o光。



## § 5 晶体的二向色性和偏振片

- 二向色性，它是晶体对相互垂直的两个光矢量分量具有不同吸收的特性。
- 偏振片，是利用晶体的二向色性，将非偏振光变成偏振光的光学器件。



## § 6 偏振光及其干涉

### 1. 圆偏振光和椭圆偏振光

●两个同频率相互垂直的线偏振光合成，根据它们的相位差和振幅决定了其合成结果为圆偏振，或为椭圆偏振光。

两个同频率的相互垂直的分运动位移表达式

$$x = A_1 \cos(\omega t + \phi_{10}) \quad y = A_2 \cos(\omega t + \phi_{20})$$

消时间参数，得

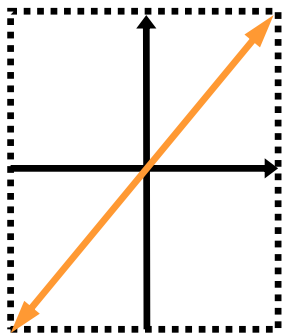
$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - 2 \frac{x}{A_1} \frac{y}{A_2} \cos(\phi_{20} - \phi_{10}) = \sin^2(\phi_{20} - \phi_{10})$$

合运动一般是在 $2A_1$  ( $x$  向)、 $2A_2$  ( $y$  向)范围内的一个椭圆。

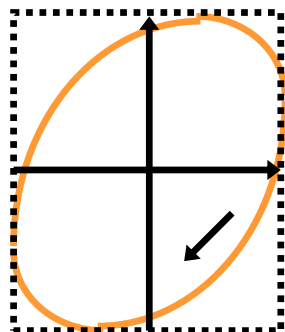
椭圆的性质(方位、长短轴、左右旋)在  $A_1$ 、 $A_2$  确定之后, 主要决定于  $\Delta\phi = \phi_{20} - \phi_{10}$  。

●几种特殊情况:

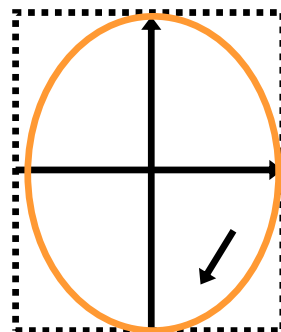
$$\Delta\phi = 0$$



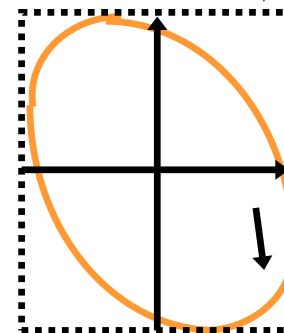
$$\Delta\phi = \pi/4$$



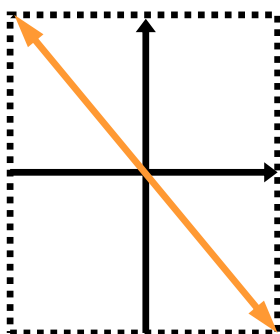
$$\Delta\phi = \pi/2$$



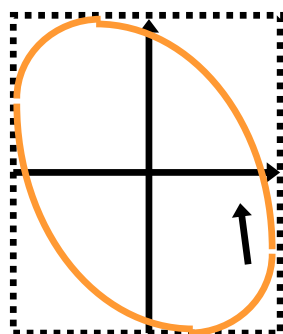
$$\Delta\phi = 3\pi/4$$



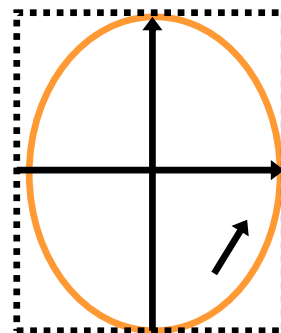
$$\Delta\phi = \pi$$



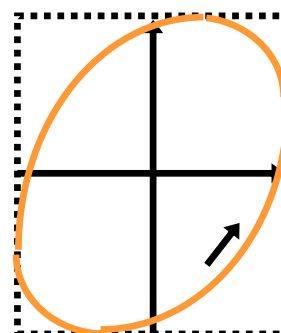
$$\Delta\phi = 5\pi/4$$



$$\Delta\phi = 3\pi/2$$

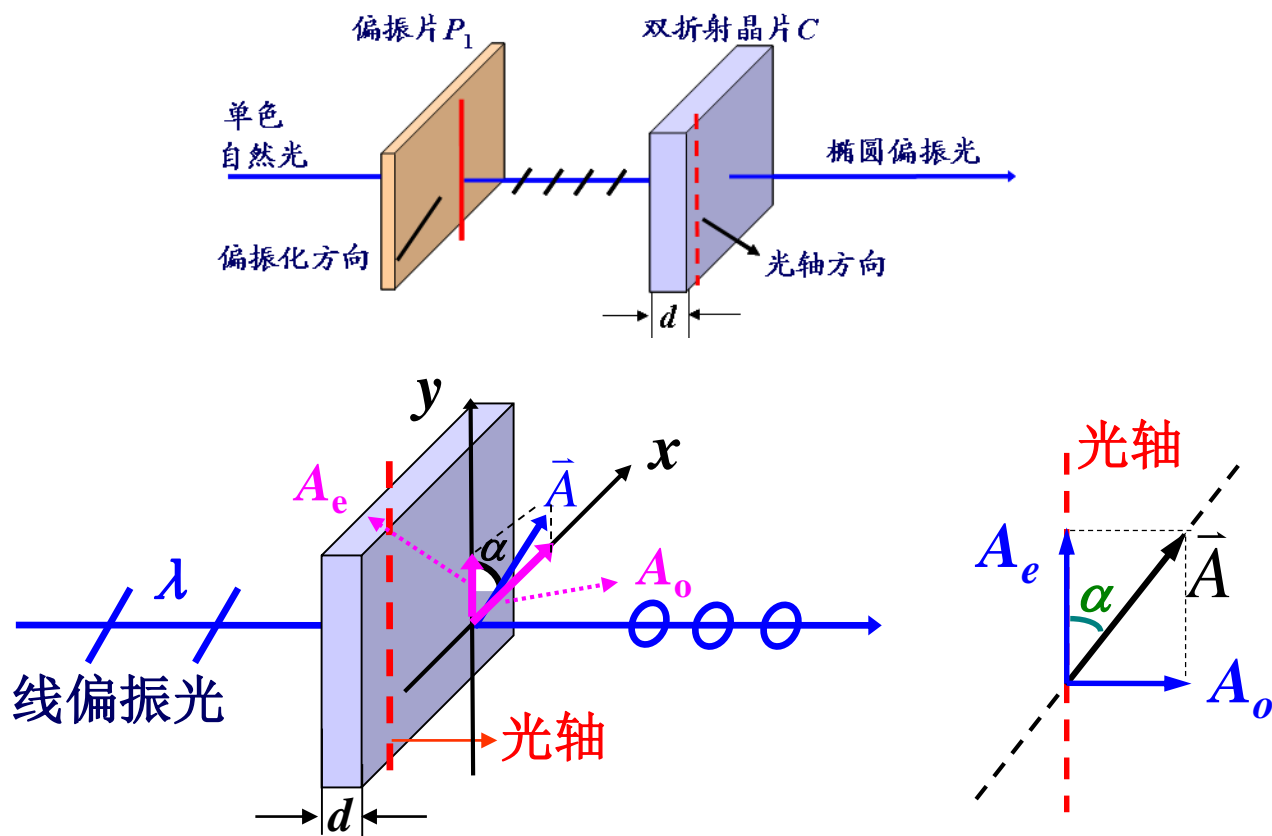


$$\Delta\phi = 7\pi/4$$



$$\Delta\phi = \phi_{20} - \phi_{10}$$

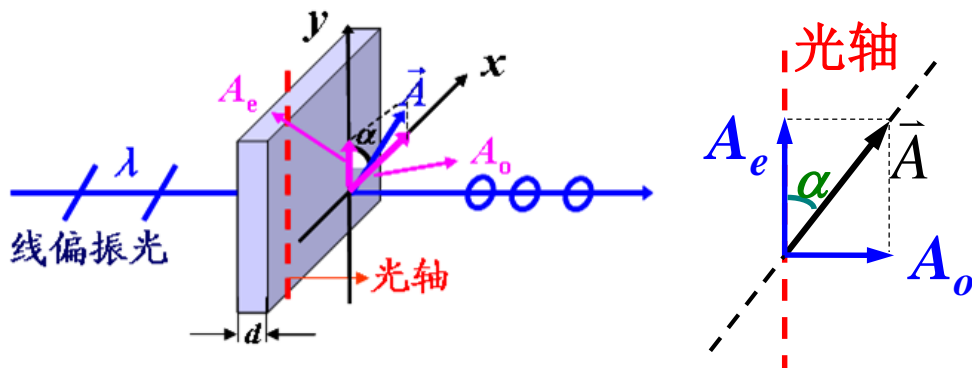
## 2. 椭圆偏振光和圆偏振光的获得方法



线偏振光透过双折射晶片后形成o光和e光（两个同频率相互垂直的线偏振光），它们的相位差和振幅决定了其合成结果为圆偏振，或为椭圆偏振光。

### 3. 波片(又称相位延迟片)

- 波片是按一定要求切割(例如光轴平行于表面)的晶体薄片。



线偏振光透过双折射晶片后形成o光和e光  
(两个同频率相互垂直的线偏振光)，

它们的相位差和振幅决定了其合成结果为圆偏振，或为椭圆偏振光。

- 通过厚为d 的晶片，o， e光产生相位差：

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

- o光和e光的振幅，与晶片光轴和入射的线偏振光振动方向的夹角 $\alpha$  有关：

$$A_o = A \sin \alpha$$

$$A_e = A \cos \alpha$$

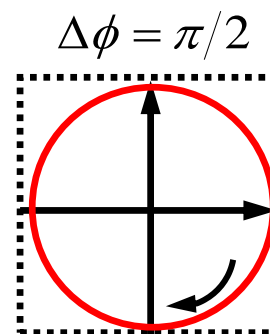
- 从晶片出射的是两束传播方向相同、振动方向相互垂直、频率相等、相位差为  $\Delta\phi$  的线偏振光。

- 四分之一波片

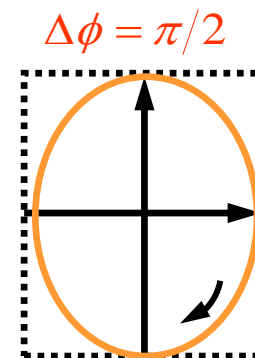
$$|n_e - n_o| \cdot d = \frac{\lambda}{4} \rightarrow |\Delta\phi| = \frac{\pi}{2}$$

利用四分之一波片，可以从线偏振光获得椭圆或圆偏振光，或将椭圆或圆偏振光变换成线偏振光

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \quad A_o = A_e \quad \text{线偏振光} \leftrightarrow \text{圆偏振光}$$



$$\alpha \neq 0, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2} \quad \text{线偏振光} \leftrightarrow \text{椭圆偏振光}$$





## ●二分之一波片

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

在  $\lambda/2$  片前

过  $\lambda/2$  片后

$$\Delta\phi = 0$$

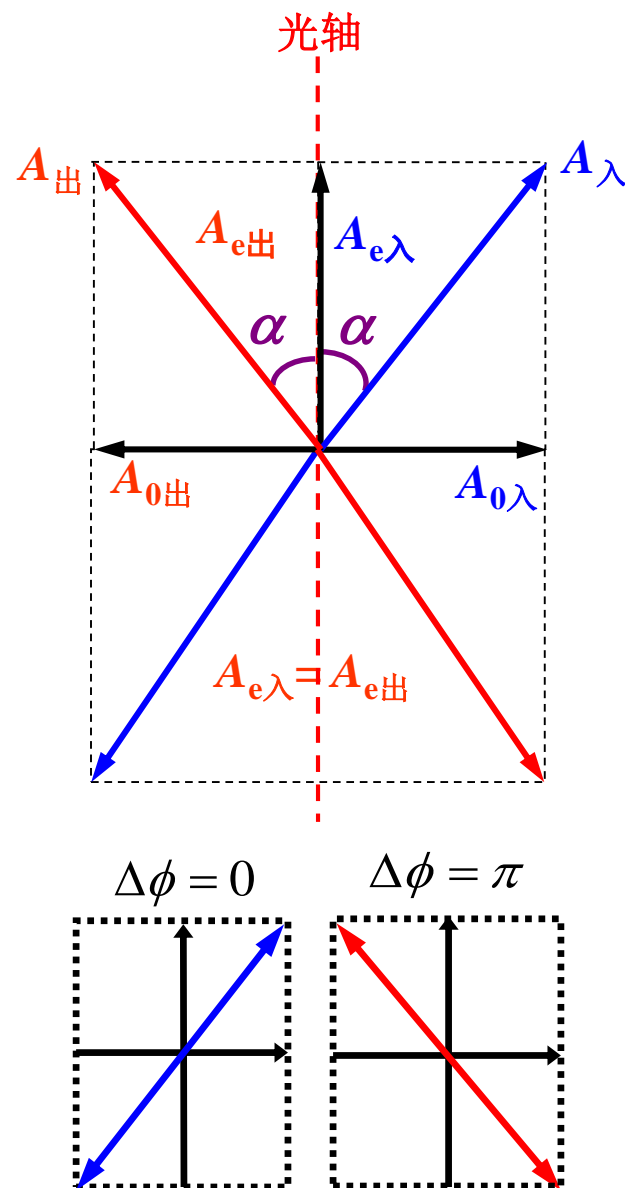
$$\Delta\phi = \pi$$

1,3象限的振动

2,4象限的振动

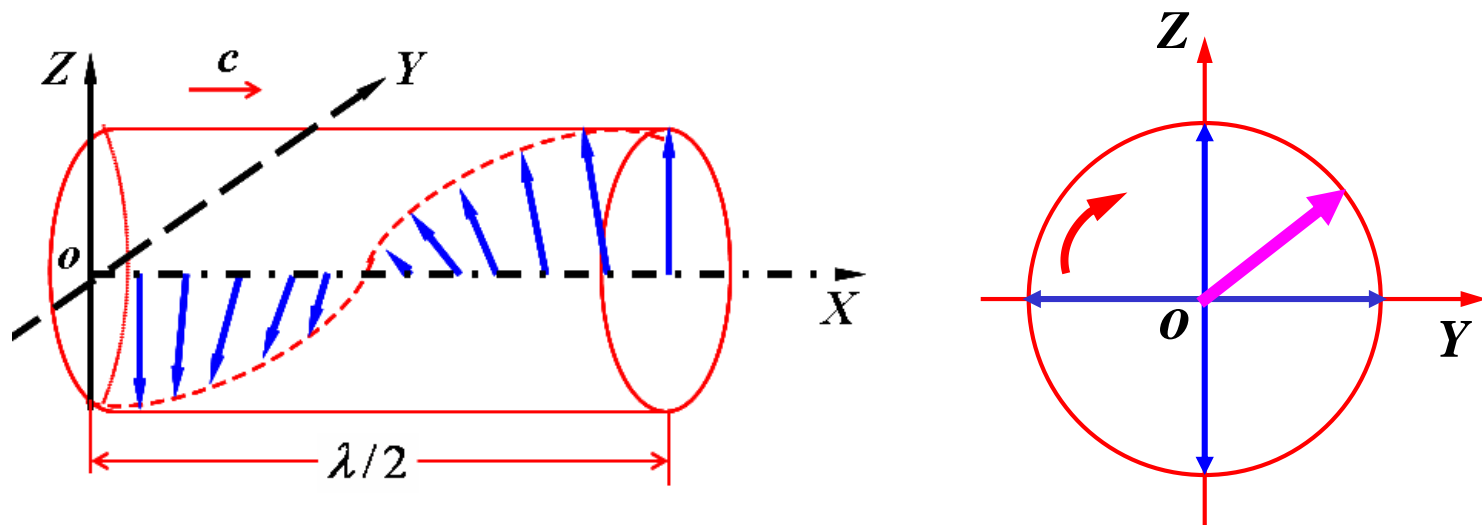
经二分之一波片后，o光e光相位差为  $\pi$ ，合成为线偏振光，它使线偏振光振动面转过  $2\alpha$  角度

注意： $\lambda/2$ 波片  $\lambda/4$  波片 必须指明波长



## 4. 椭圆偏振光和圆偏振光传播特性

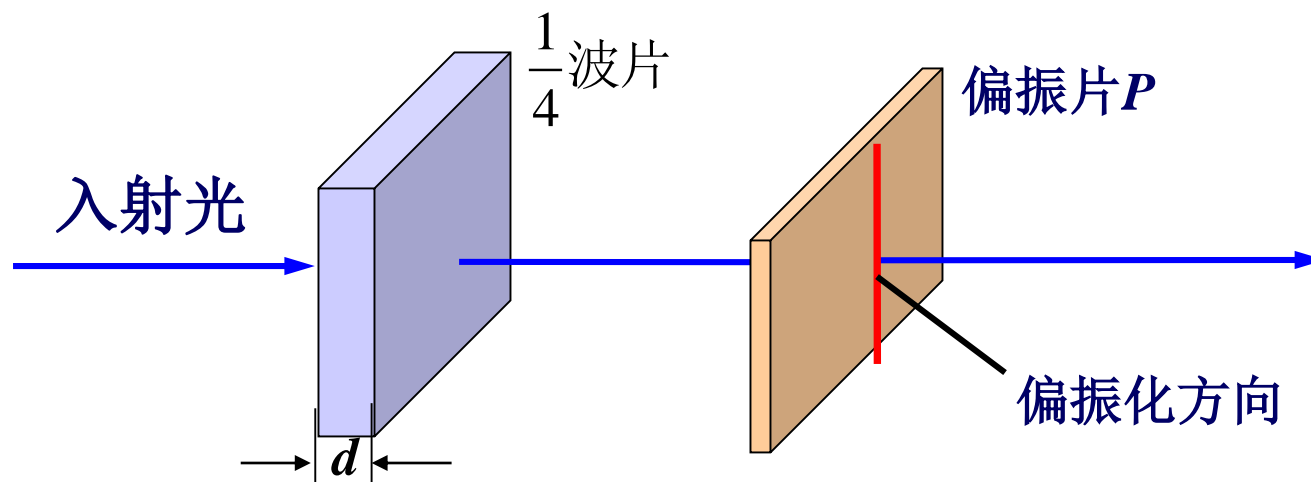
● 光矢量 $E$  在沿着光的传播方向前进的同时，还绕着传播方向均匀转动。如果光矢量的大小不断改变，使其端点描绘出一个椭圆，这种光称椭圆偏振光。如果光矢量的大小保持不变，这种光称圆偏振光。



右旋偏振光中光矢量旋转示意图

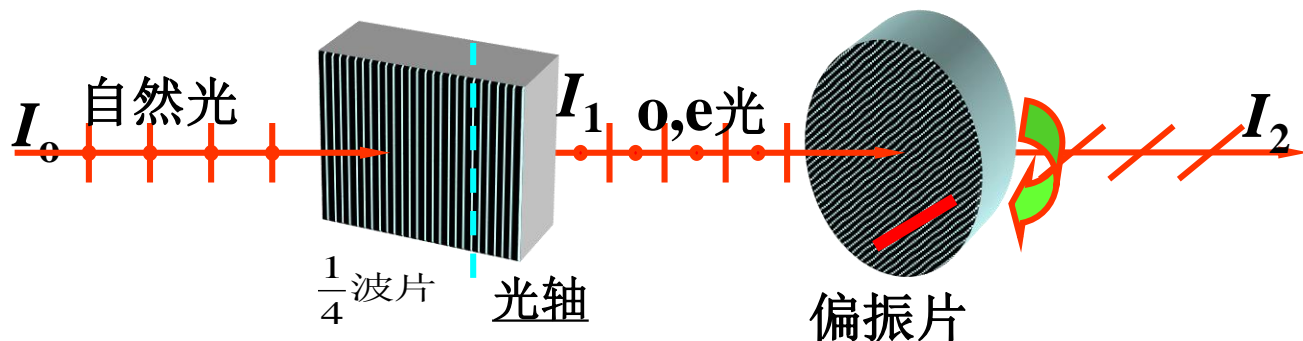
## 5. 椭圆偏振光与圆偏振光的检偏

- 用四分之一波片和偏振片P 可区分出入射光是
  1. 自然光或圆偏振光
  2. 部分偏振光或椭圆偏振光

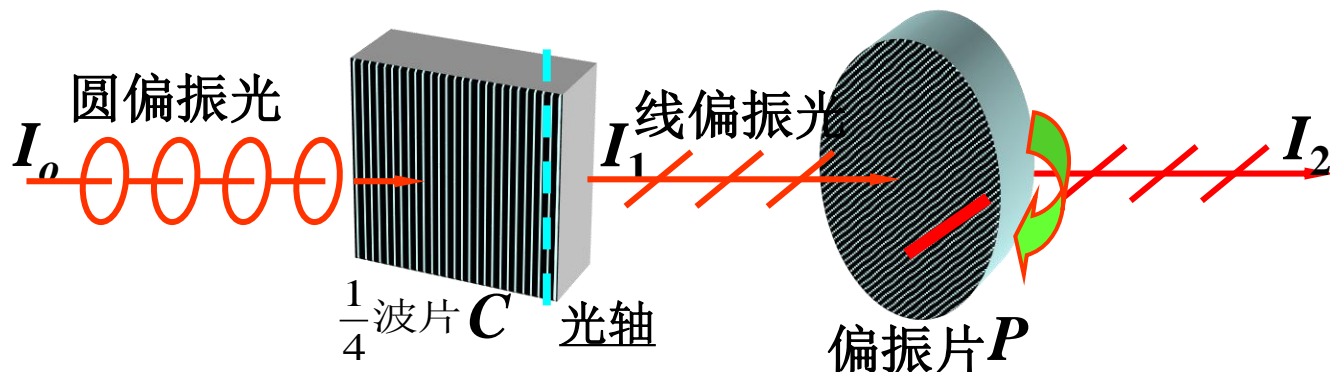


## ● 自然光与圆偏振光的区别

1) 当入射光为自然光时，如果以入射光方向为轴转动偏振片，光强将无变化。

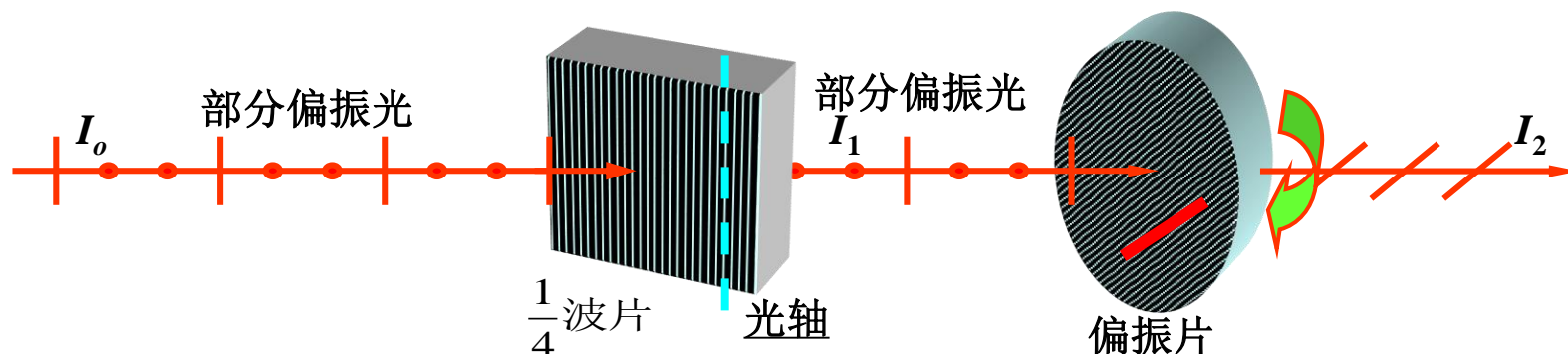


2) 当入射光为圆偏振光时，如果以入射光方向为轴转动偏振片，光强将有变化，并出现最大光强和消光现象。

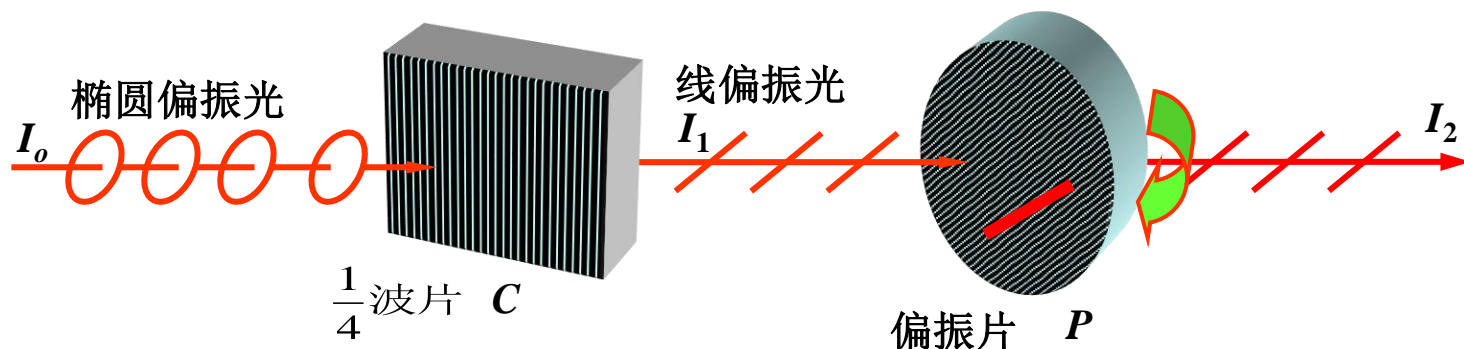


## ● 部分偏振光与椭圆偏振光的区别

1) 当入射光是部分偏振光时，如果以入射光方向为轴转动偏振片，光强将有变化，但无消光现象。

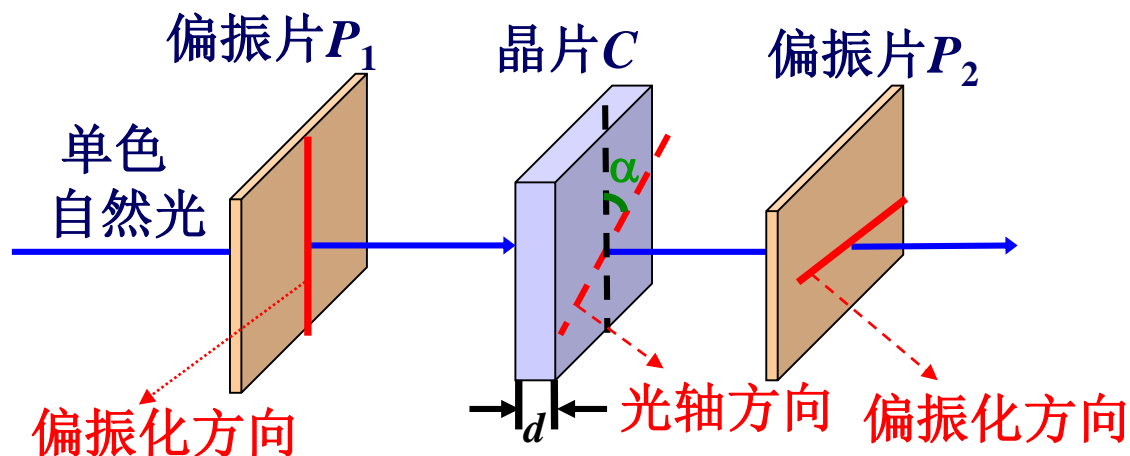


2) 当入射光是椭圆偏振光，光轴与长轴或短轴平行时，如果以入射光方向为轴转动偏振片，光强将有变化，并出现最大光强和消光现象



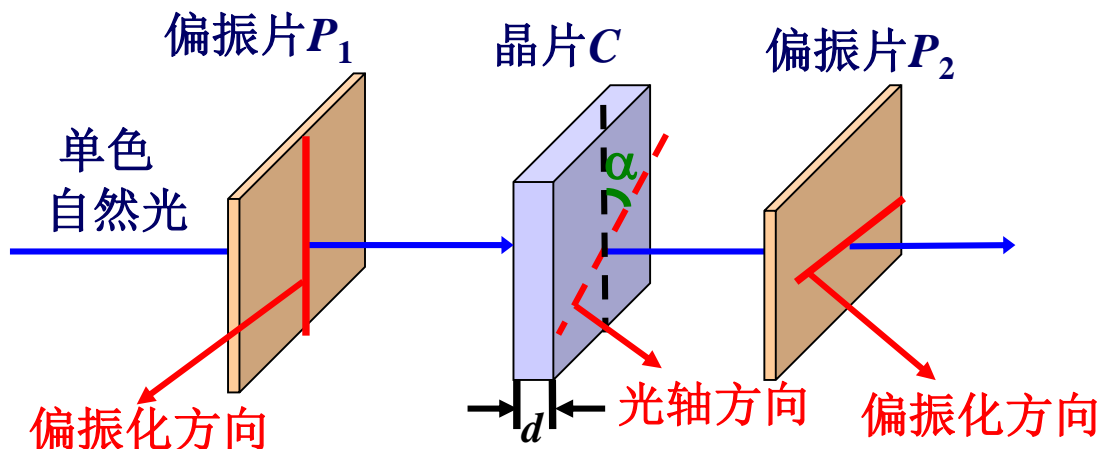
## 2. 偏振光的干涉

### 1) 偏振光干涉装置



$P_1$  的出射光为线偏振光，经 $C$  成为o、e 两束偏振光，再经 $P_2$ 后，发生干涉。

## 2) 偏振光干涉的分析



振幅关系

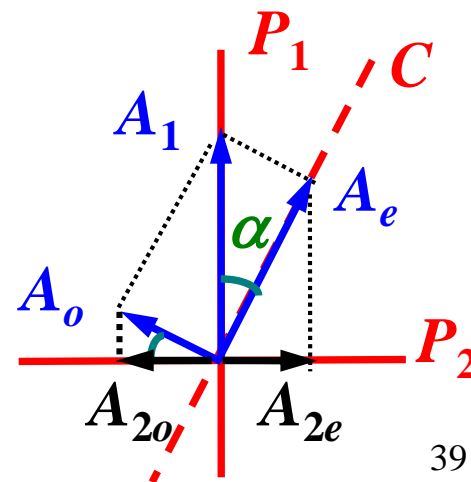
P1 的出射光为线偏振光，经C 成为o、e 两束偏振光，振幅为：

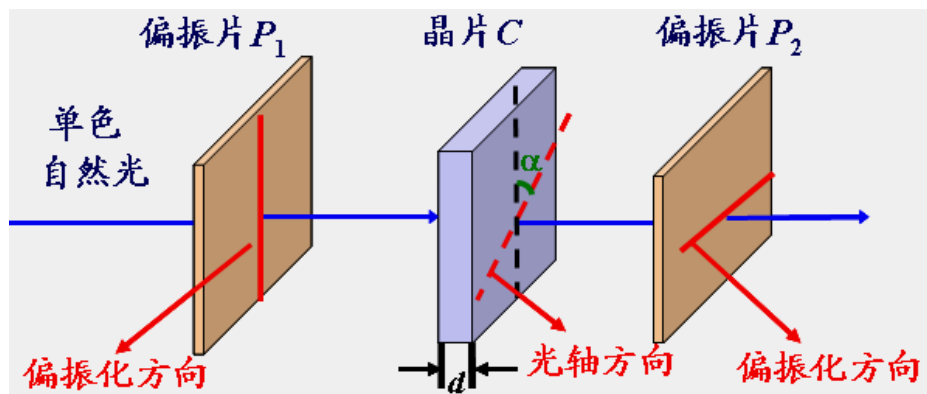
$$A_e = A_1 \cos \alpha \quad A_o = A_1 \sin \alpha$$

通过P2 后，两束光的振动方向平行，振幅为：

$$A_{2o} = A_o \cos \alpha = A_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$A_{2e} = A_e \sin \alpha = A_1 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = A_{2o}$$





## 相位关系

通过晶体 $C$ 后的两束光的相位差为：
$$|\Delta\phi_c| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o|$$

通过 $P_2$ 后相位差为：
$$|\Delta\phi| = |\Delta\phi_c| + \pi = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o| + \pi$$

## 干涉关系

$$\Delta\phi = 2k\pi \rightarrow d = \frac{2k-1}{|n_e - n_o|} \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad (k = 1, 2, \dots) \quad \text{—相长干涉}$$

$$\Delta\phi = (2k+1)\pi \rightarrow d = \frac{k}{|n_e - n_o|} \lambda \quad \text{—相消干涉}$$



$$\Delta\phi = 2k\pi \rightarrow d = \frac{2k-1}{|n_e - n_o|} \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad (k = 1, 2, \dots) \quad \text{—相长干涉}$$

$$\Delta\phi = (2k+1)\pi \rightarrow d = \frac{k}{|n_e - n_o|} \lambda \quad \text{—相消干涉}$$

若为单色光入射，且晶片 $d$ 不均匀，则屏上出现等厚干涉条纹。

若为白光入射，有以下情况：

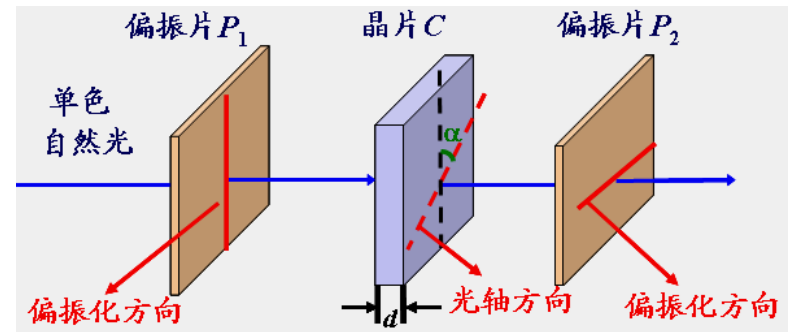
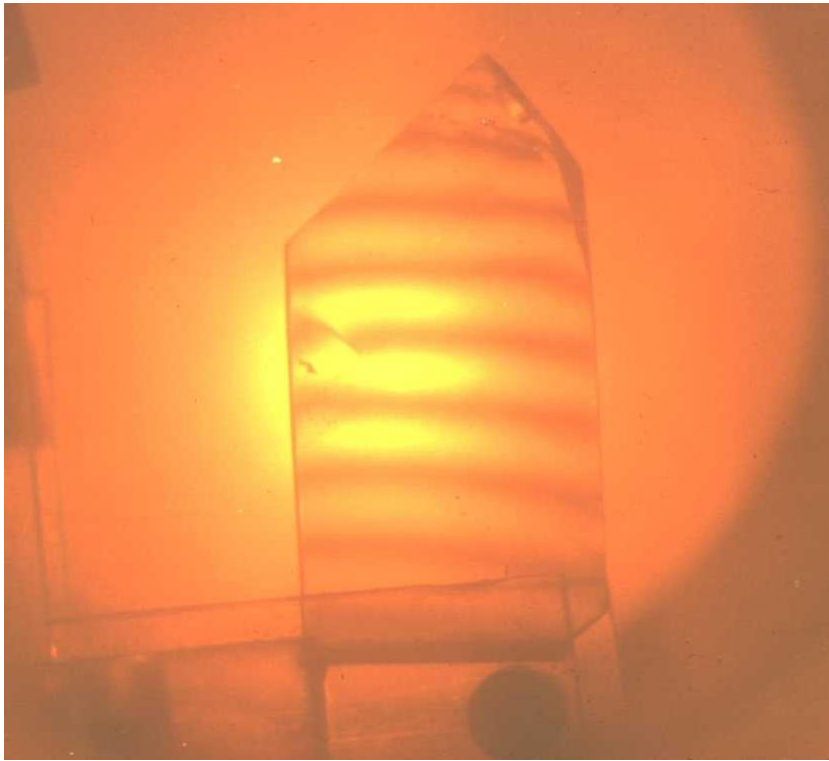
如晶片 $d$ 均匀，屏上由于某种颜色干涉相消，而呈现它的互补色，这叫（显）色偏振。

任何两种彩色如果混合起来为白色，则这两种色互为互补色。

如 红色相消→绿色；蓝色相消→黄色。

如 晶片 $d$ 不均匀，则屏上出现彩色条纹。

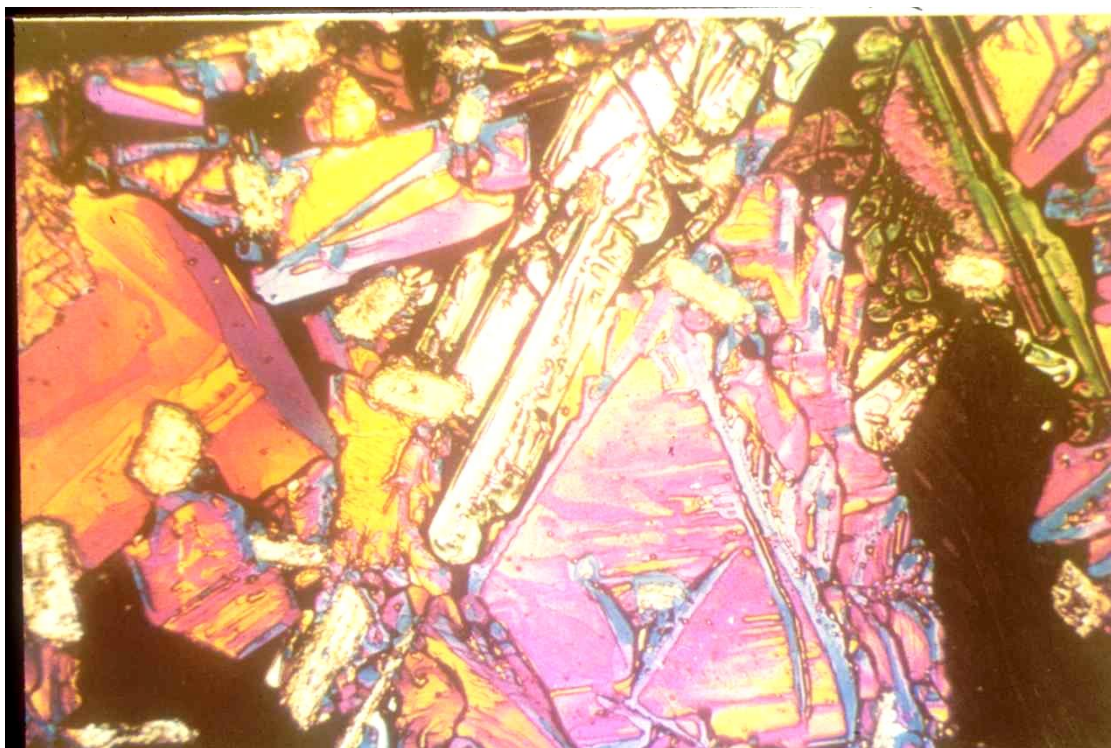
单色光入射，且晶片 $d$ 不均匀，则屏上出现等厚干涉条纹。



石英劈尖的偏振光干涉（等厚条纹）

若为白光入射，

如晶片 $d$ 均匀，屏上由于某种颜色干涉相消，  
而呈现它的互补色，这叫（显）色偏振。  
如晶片 $d$ 不均匀，则屏上出现彩色条纹。

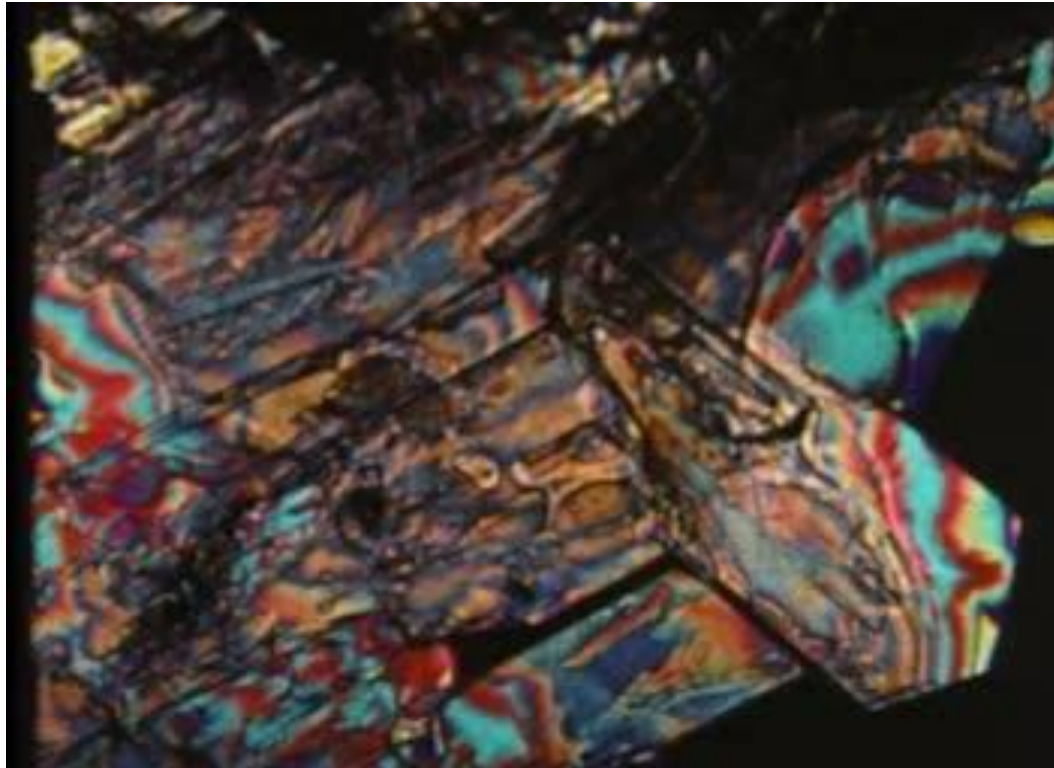


硫代硫酸钠晶片的色偏振图片

色偏振是检验材料有无双折射效应的灵敏方法

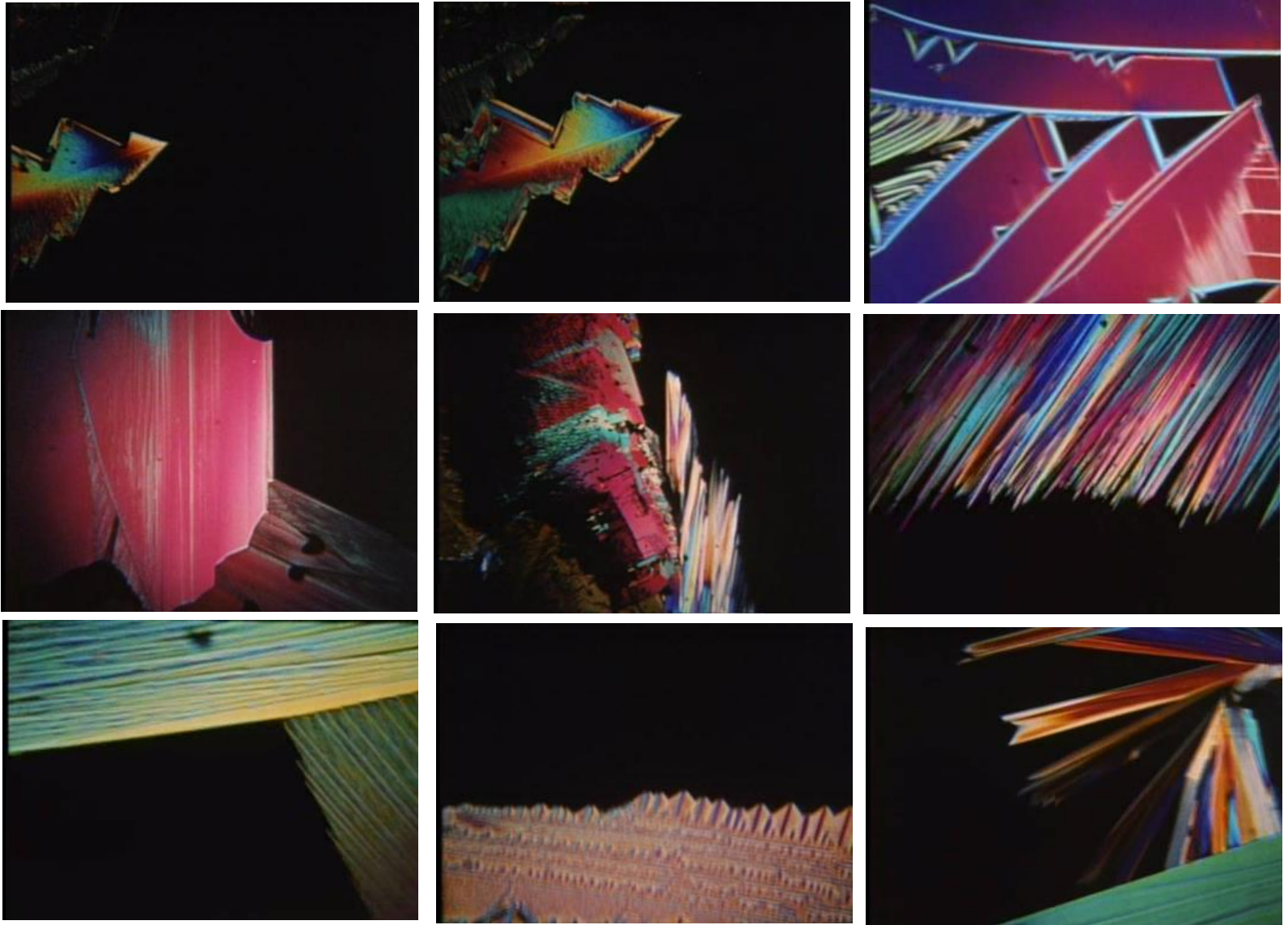
用显微镜观察各种材料在白光下的色偏振可以分析物质内部的某些结构偏光显微术

利用偏振光干涉看到的结冰过程

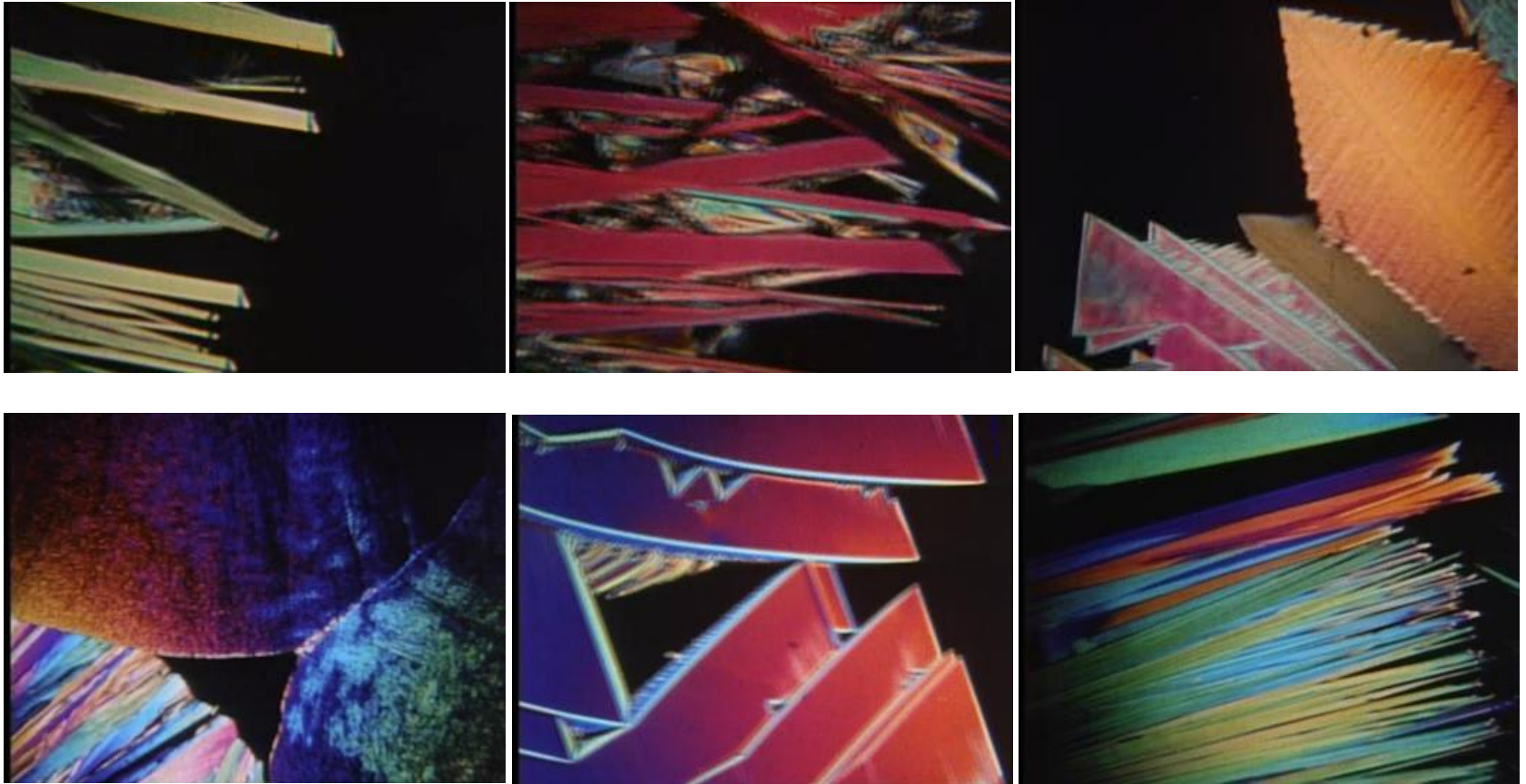




## 利用偏振光干涉看到的结冰过程



## 利用偏振光干涉看到的结冰过程



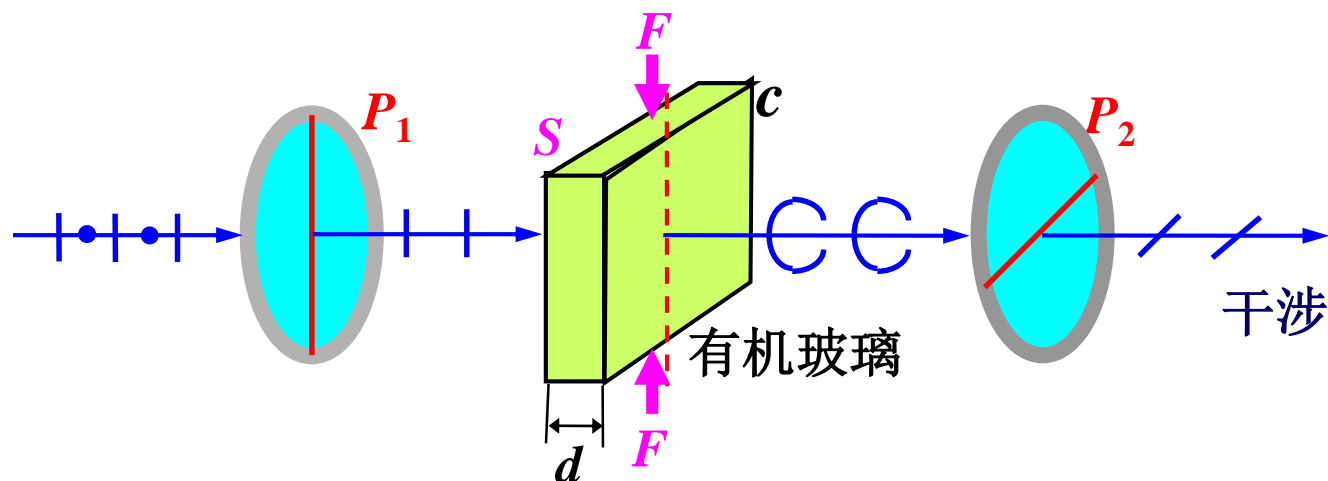
## § 7 人工双折射及其应用

- 各向同性的非晶体和某些液体，在人为条件下，变成各向异性而产生双折射的现象称人工双折射。

- 应力双折射:塑料、玻璃等非晶体物质在机械力作用下产生变形时，能产生各向异性的性质，和单轴晶体一样，可以产生双折射。

- 利用这种性质，在工程上可以制成各种机械零件的透明塑料模型，然后模拟零件的受力情况，观察、分析偏振光的色彩和条纹分布，从而判断零件内部的应力分布。这种方法称为光弹性方法。

## ●光弹性效应



应力 $\rightarrow$ 各向异性 $\rightarrow \nu$  各向不同 $\rightarrow n$  各向不同

在一定应力范围内： $|n_e - n_o| = k \frac{F}{S}$

经人为双折射产生的 $e$ 光与 $o$ 光的位相差为

$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o| + \pi = \frac{k \cdot d \cdot 2\pi}{\lambda} \cdot \frac{F}{S} + \pi$$

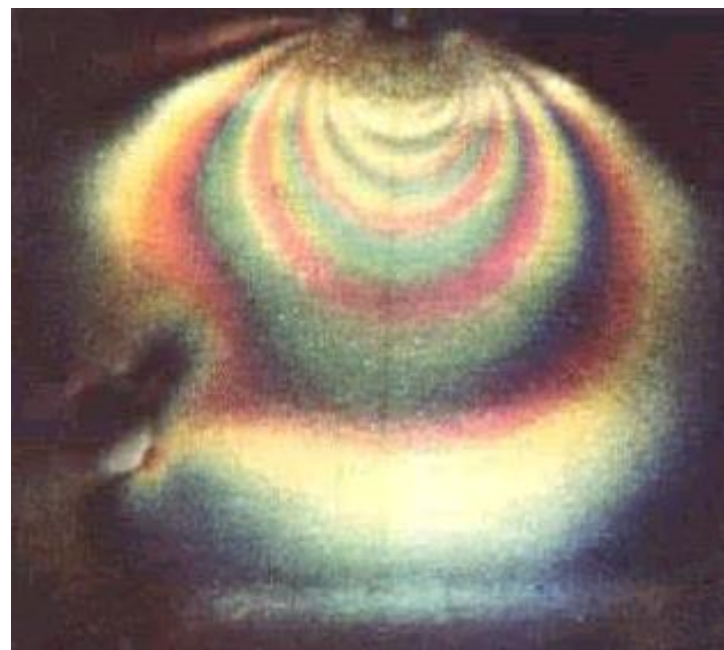


$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o| + \pi = \frac{k \cdot d \cdot 2\pi}{\lambda} \cdot \frac{F}{S} + \pi$$

各处  $F/S$  不同  $\rightarrow$  各处  $\Delta\phi$  不同  $\rightarrow$  出现干涉条纹

$F/S$  变  $\rightarrow \Delta\phi$  变  $\rightarrow$  干涉情况变。

钩钩的光弹图象



条纹越密集处，应力越集中

# 偏振片的应用

光的偏振现象在技术中有很多应用。例如拍摄水下的景物或展览橱窗中的陈列品的照片时，由于水面或玻璃会反射出很强的反射光，使得水面下的景物和橱窗中的陈列品看不清楚，摄出的照片也不清楚。如果在照相机镜头上加一个偏振片，使偏振片的透振方向与反射光的偏振方向垂直，就可以把这些反射光滤掉，而摄得清晰的照片；此外，还有**消除车灯眩光、立体电影**等等。

# 1. 拍摄玻璃窗内的物体时，用偏振片去掉反射光的干扰



(a)



(b)

2. 汽车夜间行车时为避免对方汽车灯光晃眼以保证行驶安全，可以在所有汽车的车窗玻璃和车灯前装上与水平方向成 $45^\circ$ 角，而且向同一方向倾斜的偏振片。



3. 偏振片可用于制成太阳镜和照相机的滤光镜。观看立体电影的眼镜片是由两个偏振化方向互相垂直的偏振片组成。



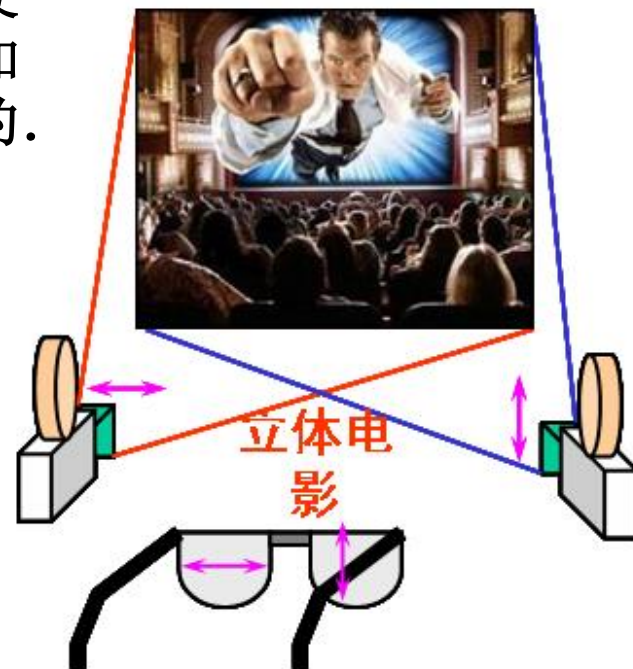
# 立体电影和偏振

你看过立体电影吗？你知道它的道理吗？它就是应用光的偏振现象的一个例子：在观看立体电影时，观众要戴上一副特制的眼镜，这副眼镜就是一对透振方向互相垂直的偏振片。这样，从银幕上看到的景象才有立体感。如果不戴这副眼镜看，银幕上的图像就模糊不清了。这是为什么呢？

这要从人眼看物体说起。人的两只眼睛同时观察物体，不但能扩大视野，而且能判断物体的远近，产生立体感。这是由于人的两只眼睛同时观察物体时，在视网膜上形成的像并不完全相同，左眼看到物体的左侧面较多，右眼看到物体的右侧面较多，这两个像经过大脑综合以后就能区分物体的前后、远近，从而产生立体视觉。

**立体电影** 是用两个镜头如人眼那样从两个不同方向同时拍摄下景物的像，制成电影胶片。在放映时，通过两台放映机，把用两台摄影机拍下的两组胶片同步放映，使这略有差别的两幅图像重叠在银幕上。这时如果用眼睛直接观看，看到的画面是模糊不清的。

要看到立体电影，要在每架电影机前装一块偏振片，它的作用相当于起偏器。从两架放映机射出的光，通过偏振片后，就成了偏振光。左右两架放映机前的偏振片的透振方向互相垂直，因而产生的两束偏振光的偏振方向也互相垂直。这两束偏振光投射到银幕上再反射到观众处，偏振方向不改变。



观众用上述的偏振眼镜观看，每只眼睛只看到相应的偏振光图像，即左眼只能看到左机映出的画面，右眼只能看到右机映出的画面，这样就会像直接观看物体那样产生立体感觉。这就是立体电影的原理。