



第十八章

光的偏振

第18章 光的偏振

光的干涉、衍射  光具有波动性

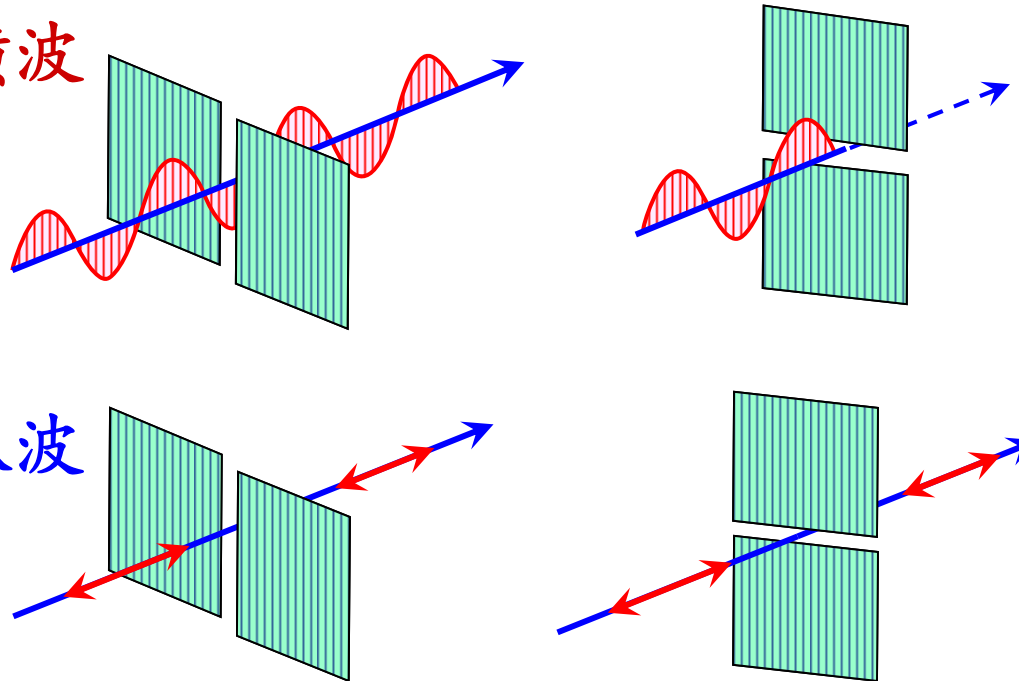
光的偏振性  光波是横波

偏振现象是横波所特有的性质

机械波穿过狭缝

横波

纵波



§ 18.1 偏振光和自然光

一. 什么是偏振光

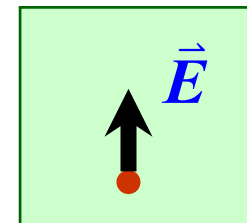
偏振: 振动的不对称性

偏振态: 电磁波是横波, 在与光传播方向垂直的平面上, 光矢量 E 可以向各个方向振动. 当光矢量 E 保持某种特定的振动状态(如只沿某一方向振动时), 称为偏振态.

二. 光偏振态及其表示

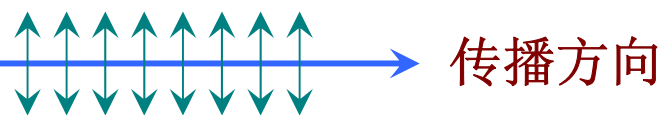
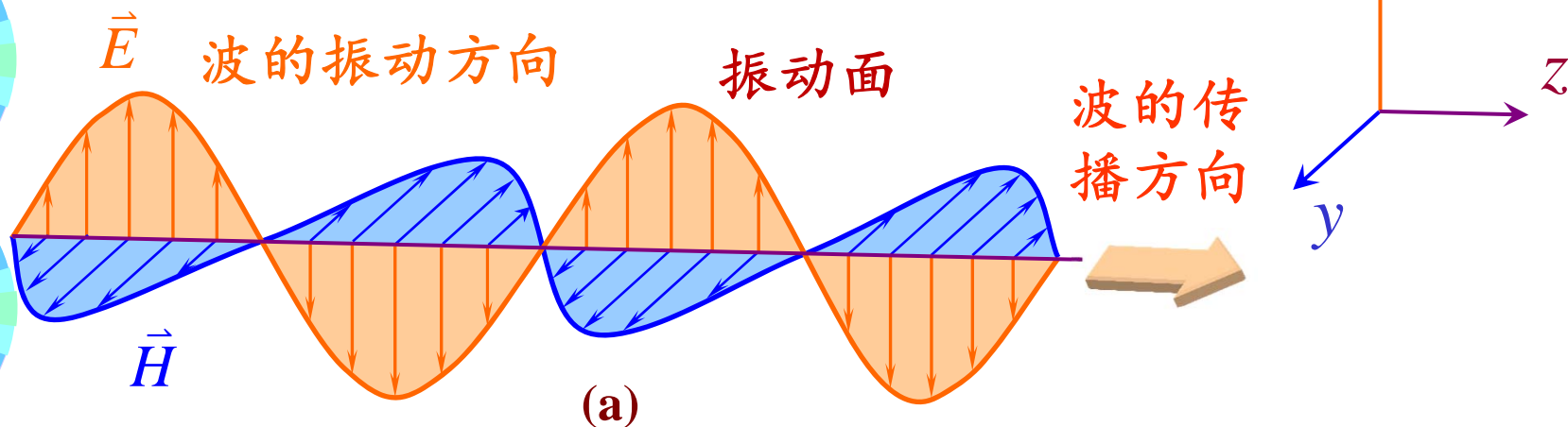
按照光偏振状态的不同, 可将光分为五类,

- (1). 线偏振光
- (2). 自然光
- (3). 部分偏振光
- (4). 圆偏振光
- (5). 椭圆偏光

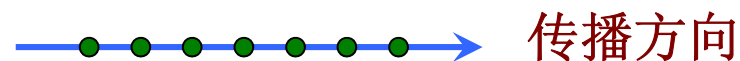


1. 线偏振光

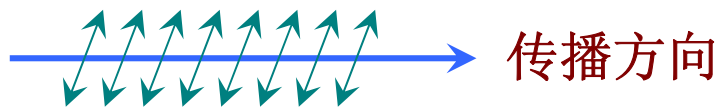
电磁波中 E 矢量始终沿某一方向的振动.



(b) 振动方向在纸面内



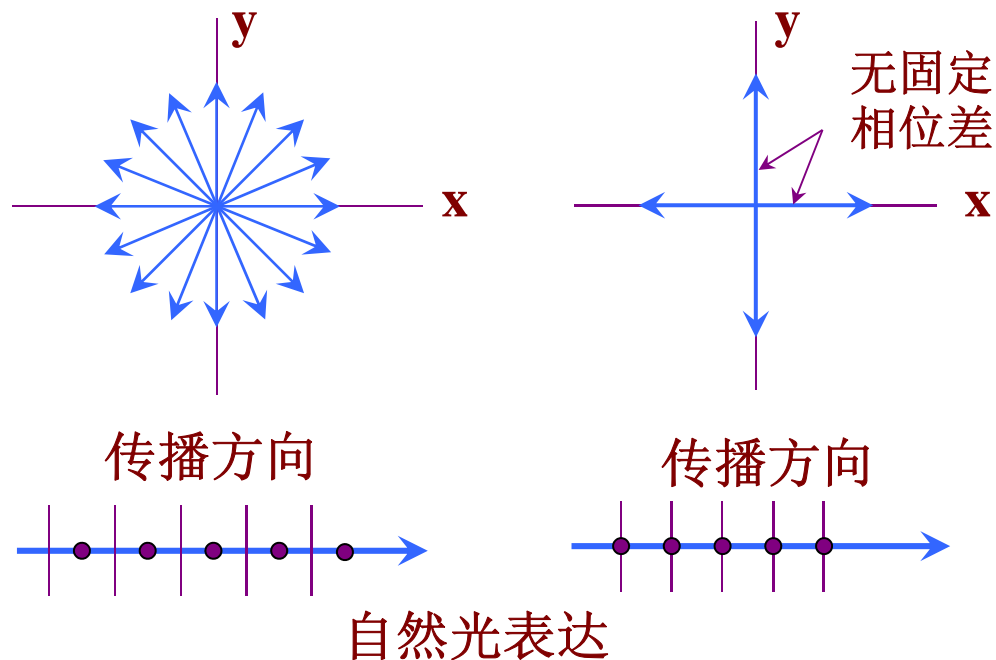
(c) 振动方向垂直纸面



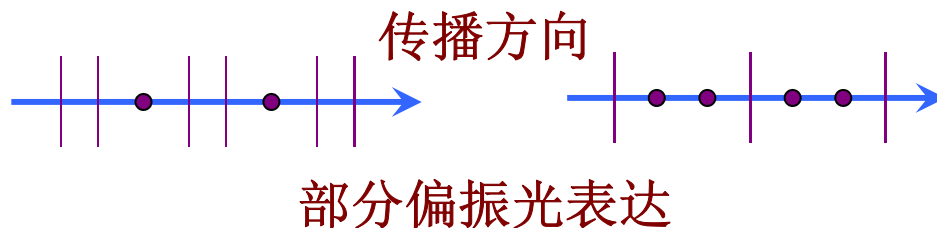
(c) 振动方向 xy 平面内的某方向

2. 自然光和部分偏振光

振动面在空间各个方向高速随机变化的光称为
自然光.



介于自然光和线偏振光之间的一种偏振光称为
部分偏振光



§ 18-2 起偏和检偏 马吕斯定律

一、起偏和检偏

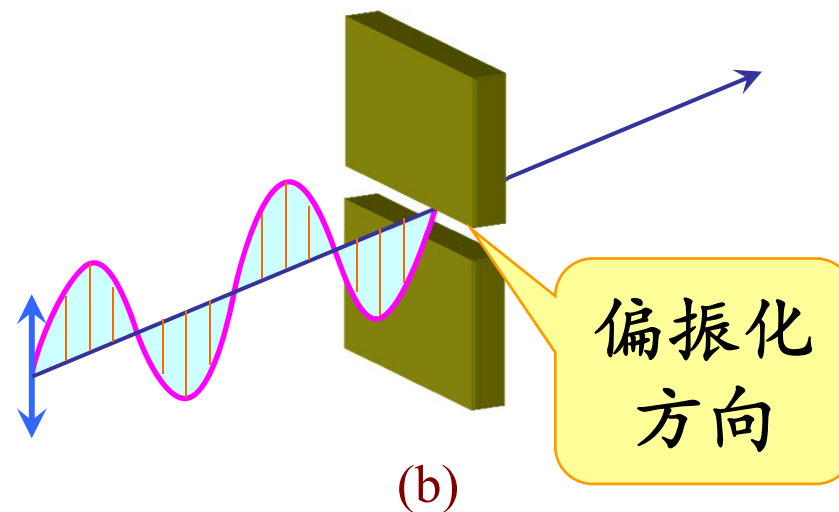
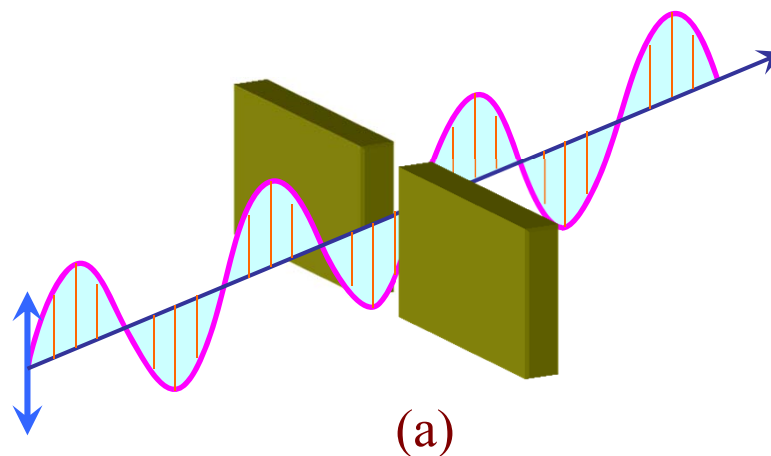
1、起偏→起偏器

机械横波通过一狭缝:

如狭缝方向与机械横波的振动方向相同时,此横波可通过狭缝,当狭缝方向与机械横波的振动方向相垂直时,此横波就不能通过狭缝,见图:

起偏器:

自然光通过此光学仪器后,成为线偏振光.





二向色性:

1mm厚的电气石薄片就几乎可将某一方向的光全部吸收→自然光通过起偏器后强度减为原来的一半.

偏振化方向:

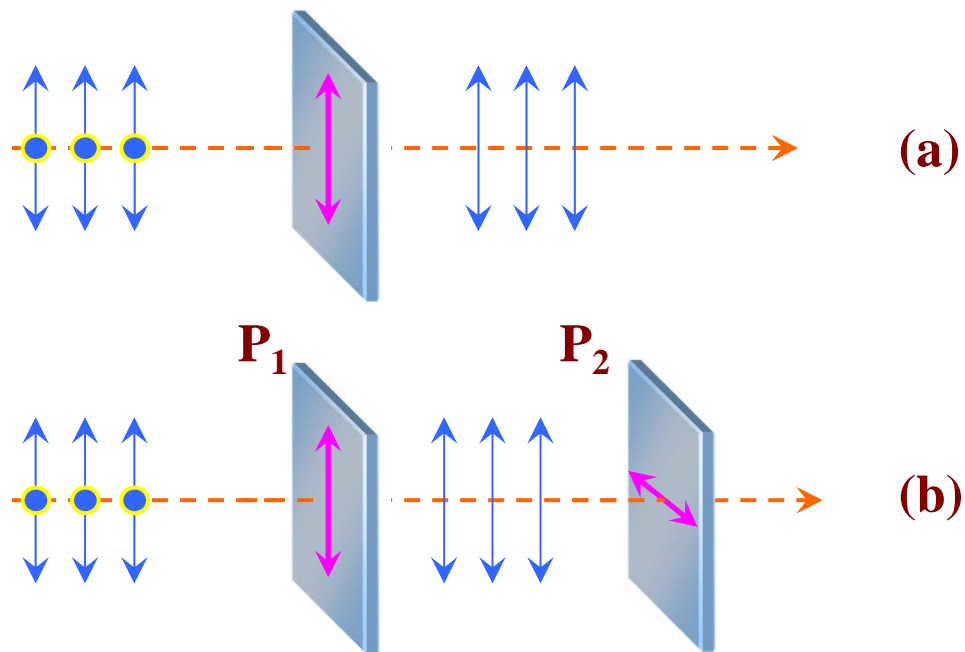
利用“二向色性”物质所制成的薄片称为偏振片. 其中能够让光通过的特定方向称为偏振化方向.

2、检偏 → 检偏器

人眼不能分辨偏振光

检偏器:

检查某光线是否偏振光的偏振片. 偏振片的偏振化方向与偏振光的振动方向垂直时, 偏振光就不能通过该偏振片.



起偏和检偏

检偏器偏振化方向与偏振光
振动方向成 α 角时, 透射光强

?

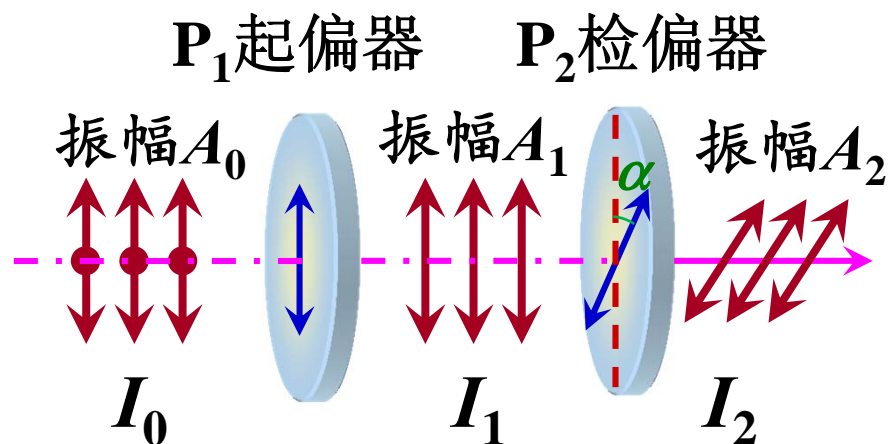
二、马吕斯定律

设

自然光的强度 I_0

起偏器后偏振光的强度 I_1

检偏器后透射光的强度 I_2



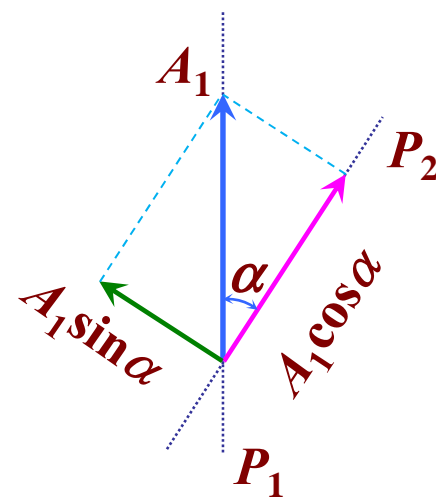
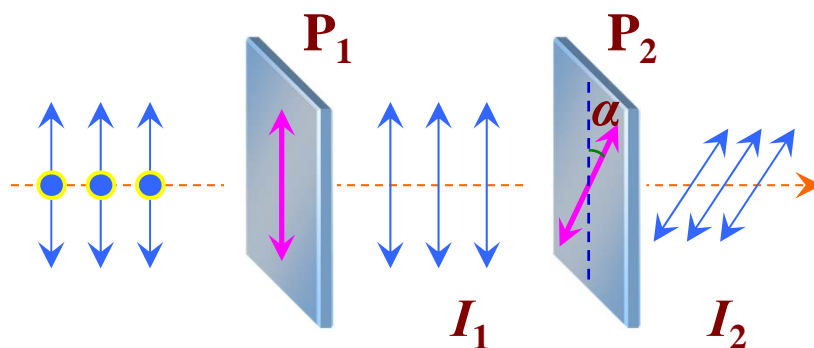
自然光
↓
线偏振光

1. 入射光为自然光

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

2. 入射光为线偏振光

起偏器和检偏器的偏振化方向成 α 角, 入射到检偏器线偏振光的光强为 I_1 , 透射光强为 I_2 , 则:



由于: $A_2 = A_1 \cos \alpha$

$$A_2^2 = A_1^2 \cos^2 \alpha$$

$$I \propto A^2$$

$$I = \frac{1}{2} \rho u A^2 \omega^2$$

所以: $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$

马吕斯定律

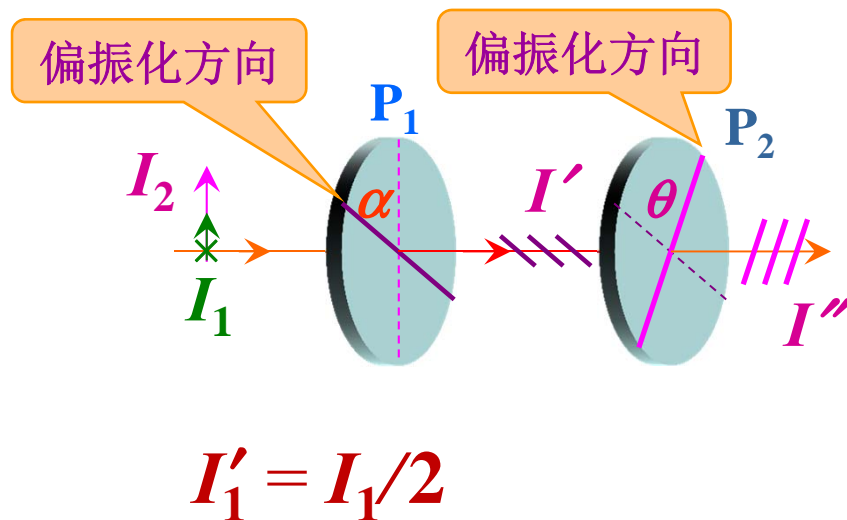


例: 如图, P_1 、 P_2 是两个偏振片, 以强度为 I_1 的自然光和强度为 I_2 的线偏振光同时垂直入射到 P_1 , 再通过 P_2 .

- (1) 分析出射光光强随线偏振光的光振动方向与 P_1 、 P_2 偏振化方向之间的相对方位 α 、 θ 变化的关系;
- (2) 欲使出射光光强最大, P_2 应如何放置?

解: (1) 出射光光强 α 、 θ 变化的关系;

对于自然光 I_1 , 通过偏振片 P_1 后变成线偏振光, 其光振动方向为 P_1 的偏振化方向(图中粗线), 强度为 $I_1/2$.

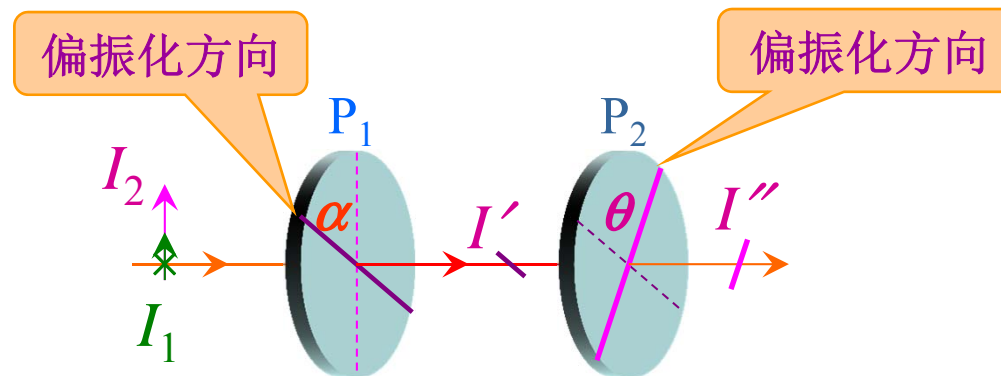


对于强度为 I_2 的线偏振光，由于它的振动方向与 \mathbf{P}_1 的偏振化方向的夹角为 α ，通过 \mathbf{P}_1 后光振动方向与 \mathbf{P}_1 的偏振化方向一致，根据马吕斯定律

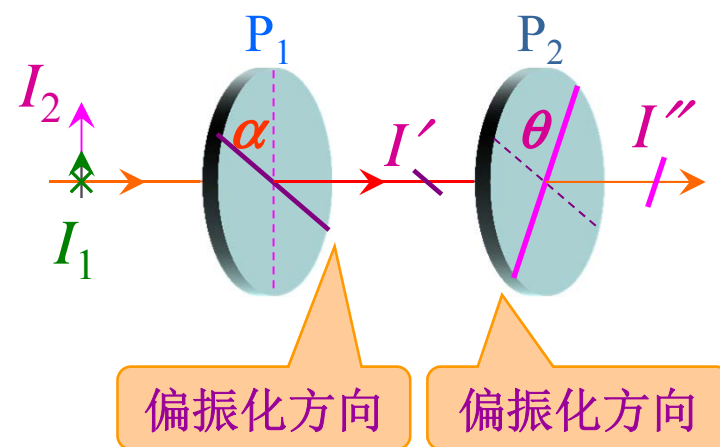
$$I_2' = I_2 \cos^2 \alpha$$

故通过偏振片 \mathbf{P}_1 后，线偏振光的光强为

$$I' = I_1' + I_2' = \frac{I_1}{2} + I_2 \cos^2 \alpha$$



其光振动方向为 \mathbf{P}_1 的偏振化方向，而与 \mathbf{P}_2 的偏振化方向的夹角为 θ 。故通过 \mathbf{P}_2 后仍是线偏振光，光振动方向为 \mathbf{P}_2 的偏振化方向，其大小可由马吕斯定律求出



$$I'' = I' \cos^2 \theta = \left(\frac{I_1}{2} + I_2 \cos^2 \alpha \right) \cos^2 \theta$$

(2) 欲使出射光光强最大, \mathbf{P}_2 应如何放置?

\mathbf{P}_2 转动时, 当 $\theta=0$ 或 $\theta=\pi$ 时, 出射光强达到最大

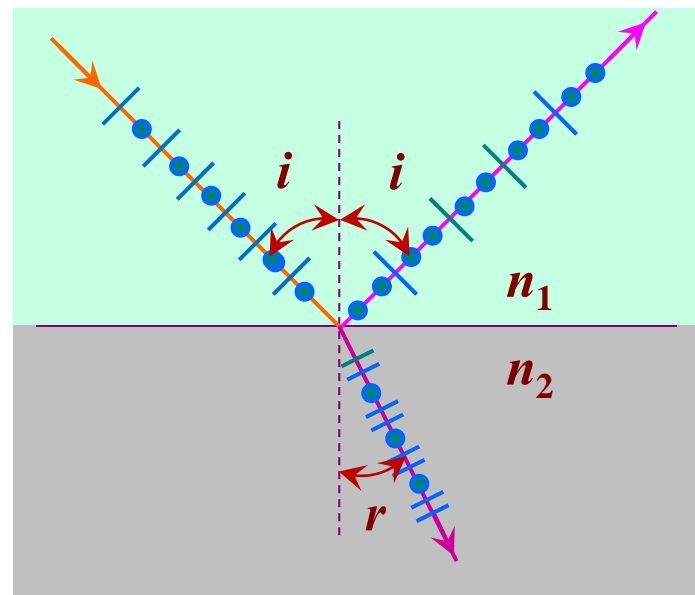
$$I''_{\max} = \frac{I_1}{2} + I_2 \cos^2 \alpha$$



§ 18-3 反射和折射时光的偏振现象

一、由反射和折射产生部分偏振光

当光线在两种介质 n_1 、 n_2 的交界面上发生反射和折射时，反射光和折射光都将成为部分偏振光，反射光中垂直入射面的光矢量加强，透射光中平行入射面的光矢量加强。



二、布儒斯特定律

当自然光光线以 i_B 入射时， i_B 满足：

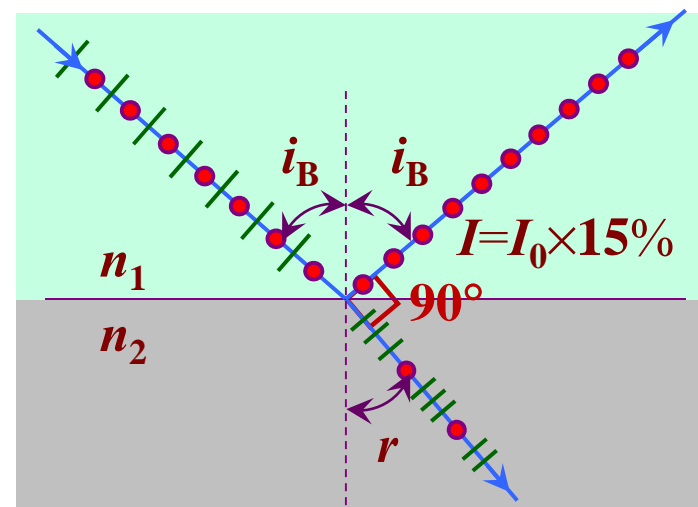
$$i_B + r = 90^\circ$$

$$n_1 \sin i_B = n_2 \sin r$$

$$= n_2 \sin(90^\circ - i_B)$$

$$= n_2 \cos i_B$$

$$\tan i_B = n_2 / n_1$$



布儒斯特定律

此时，反射光线成为完全偏振光，折射光线仍为部分偏振光。

根据光的可逆性，当入射光以 r 角度从 n_2 介质入射于界面时，也存在布儒斯特角 r_B 。

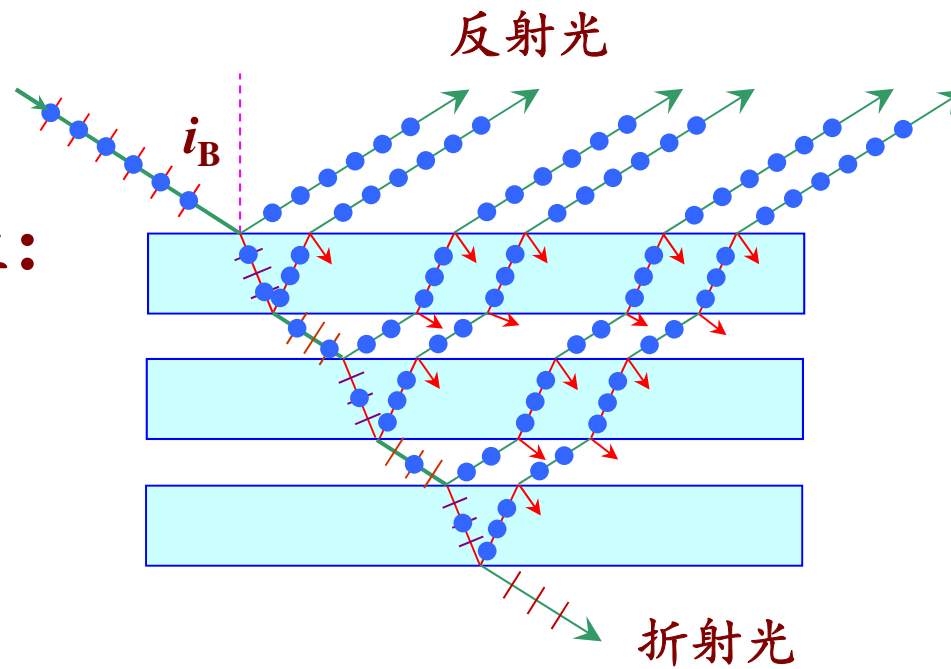
$$\tan r_B = n_1 / n_2$$

思考题：

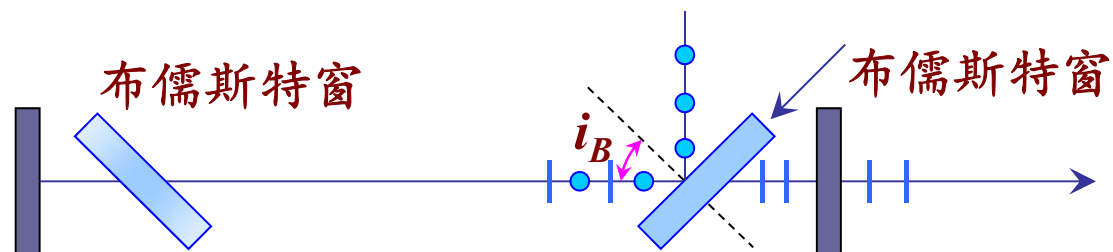
当入射光本身就是线偏振光时情况怎样？

三、布儒斯特定律的应用

玻璃堆效应：



激光器中的布儒斯特窗：



§ 18-4 光的双折射现象

一、双折射现象

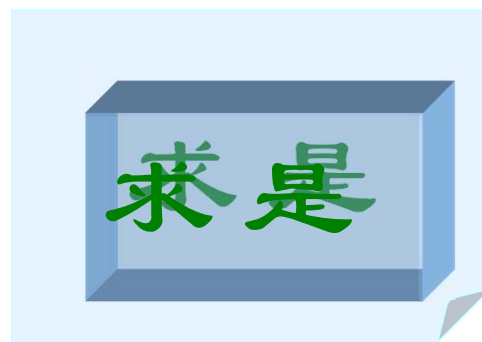
一束光线进入方解石晶体后, 分裂成两束光线, 它们沿不同方向折射, 这种现象称为双折射.

先介绍几组概念:

1. 寻常光和非常光

光线进入晶体后, 分成两束

- a. 寻常光线(o光)
遵守折射定律;
- b. 非常光线(e光)
不遵守折射定律.



方解石的双折射现象

2. 晶体的光轴与主平面

a. 光轴

晶体中存在一个**方向**，光沿该方向传播时，不产生双折射现象，称该方向为晶体的**光轴**。

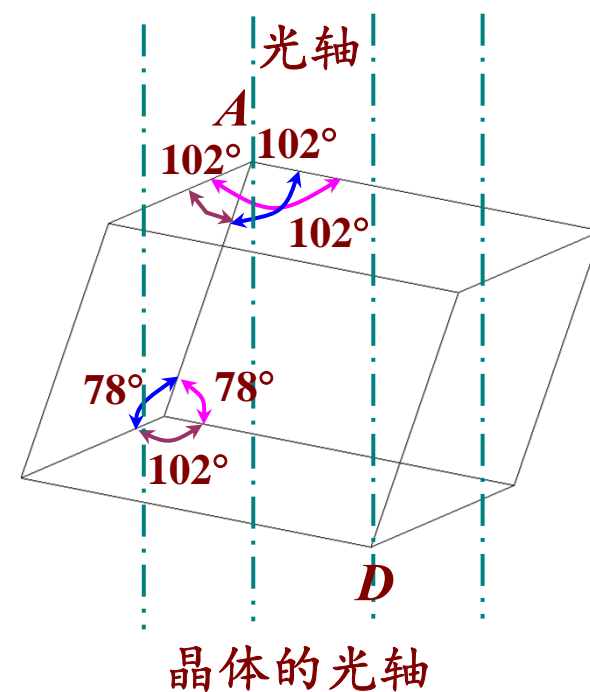
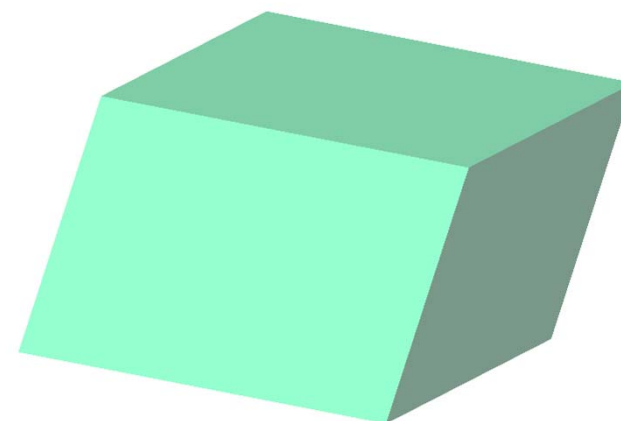
方解石中有两个顶点A、D，其棱边之间的夹角各为 102° ，从A或D引出一直线，与晶体各邻边等角，此直线便是光轴，与光轴平行的直线都是**光轴**。

单轴晶体：

晶体中仅有一个光轴，

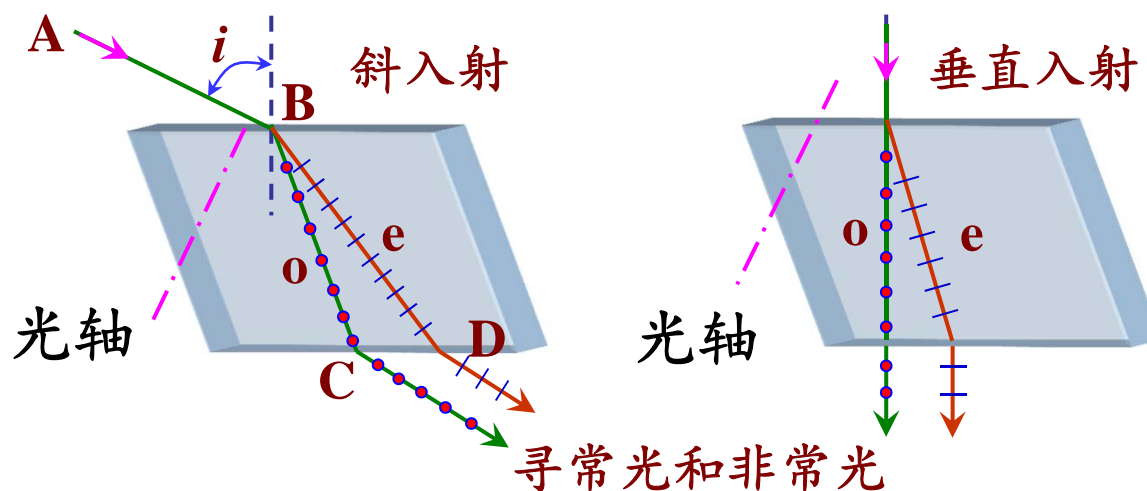
双轴晶体：

晶体中存在两个光轴



b. 主平面

- ① 已知光线与光轴组成的平面称为主平面.
 - (a) o光的主平面和e光的主平面不一定重合.
 - (b) 当光轴位于入射面内时, o光和e光的主平面重合, 就是入射面.
- ② o光的振动方向垂直于它的主平面
(o光的振动方向始终垂直于光轴)
e光的振动方向平行于它的主平面.
(e光的振动方向与光轴的夹角可变)



二、双折射现象的解释

1. 产生双折射的原因 → 晶体内各向异性

晶体中原子排列有序, 形成点阵结构, 但由于在各方向上原子排列的密度不同, 从而导致各向异性, 使各方向的强度、电性 (ϵ)、磁性 (μ) 和光速等不同.

解释双折射 ← 光的传播方向 ← 光波的波阵面
← 光的传播速度

2. 晶体中的光速

在各向异性的晶体中, 光的传播速度由光轴方向和光矢量的振动方向决定, 两者夹角不同, 光速不同, 相应折射率不同. 以单轴晶体中光波的波阵面为例

3. 单轴晶体中光波的波阵面

主平面?

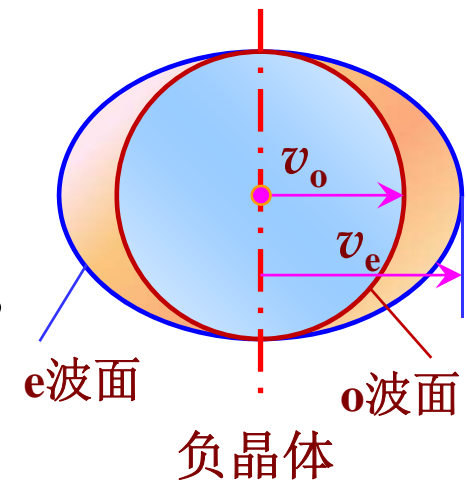
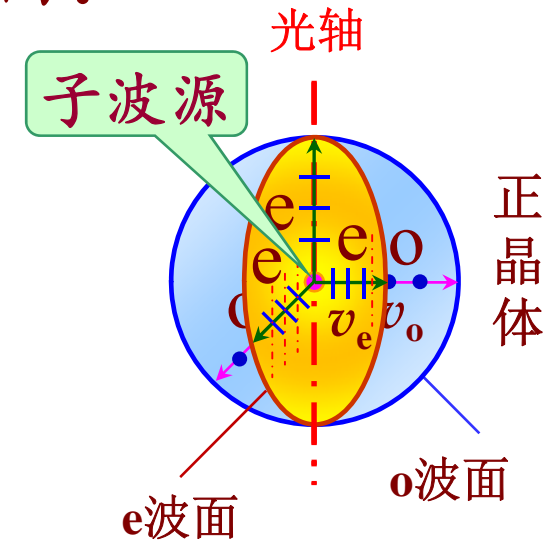
(1) o光和e光的波面

寻常光线 (o光)

- a. 振动方向始终垂直于光轴,
- b. 在晶体中各方向的传播速度都相同
- c. 波阵面为球面,

非常光线 (e光)

- a. 在晶体中传播速度不同,
- b. 垂直于光轴的速率最大或最小 (此时振动方向与光轴平行),
- c. 波阵面为旋转椭球面(光轴为转动轴).



(2) 两光束在沿光轴传播时, 速度相同

因为此时o光和e光的振动方向都与光轴垂直

(3) 正晶体和负晶体

$v_o > v_e \rightarrow$ 称为正晶体(石英)

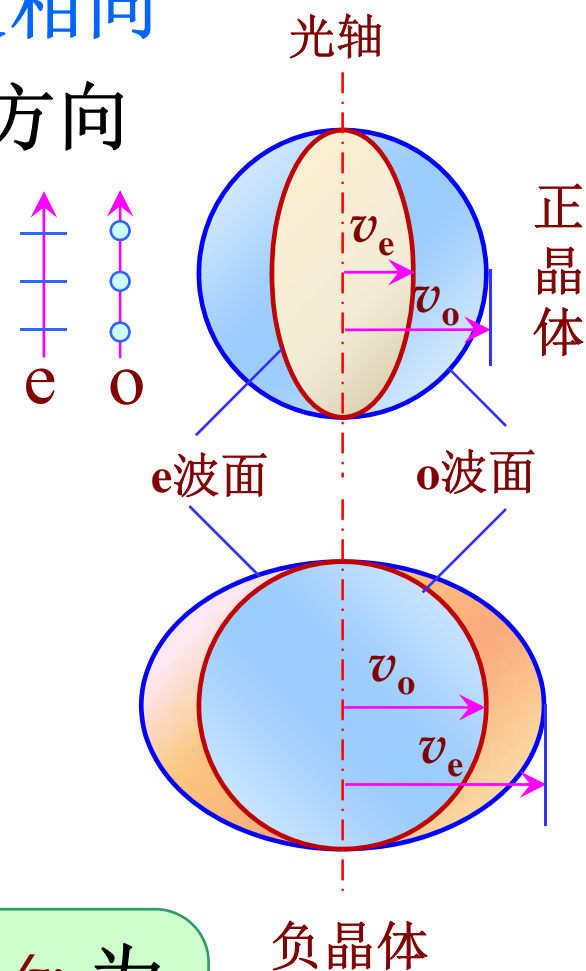
正晶体, $n_o < n_e$

$v_o < v_e \rightarrow$ 称为负晶体(方解石)

负晶体, $n_o > n_e$

$n_o = c/v_o$ 为
o光的主
折射率

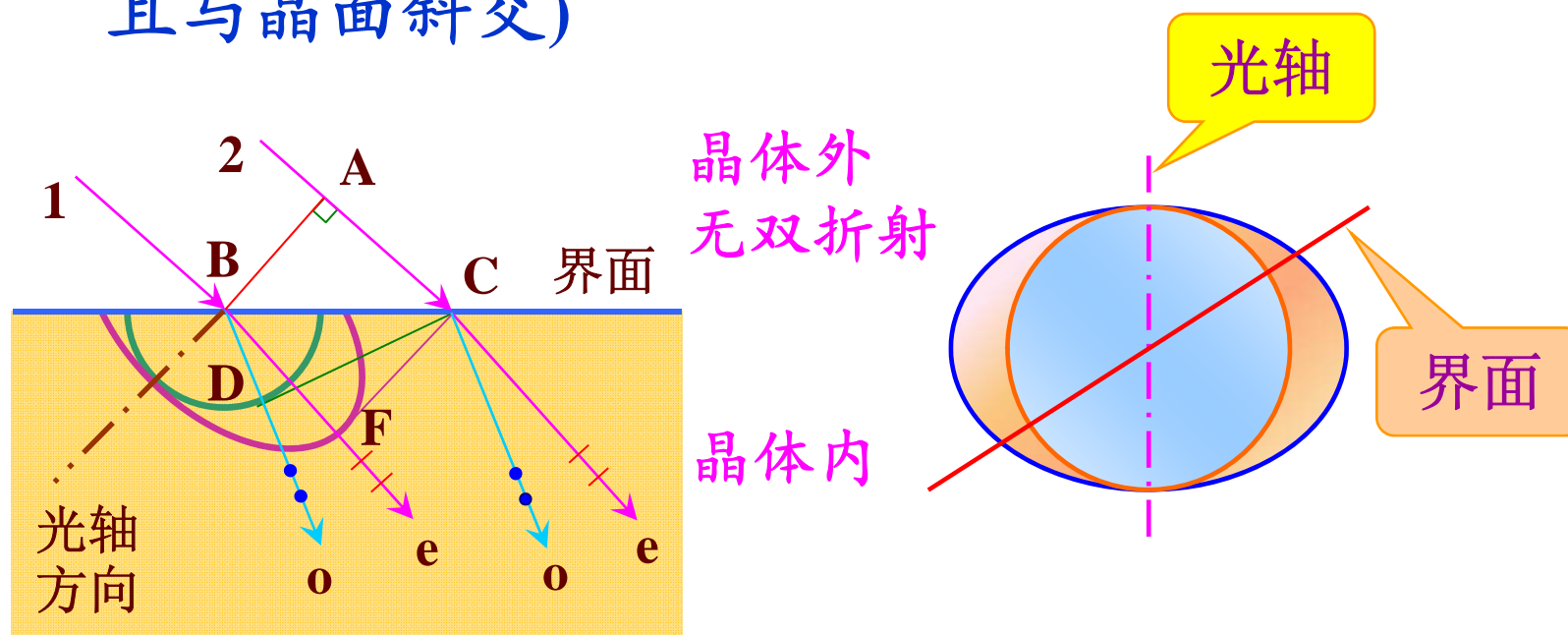
$n_e = c/v_e$ 为
e光的主
折射率



4. 晶体中o光和e光的传播→双折射现象的解释

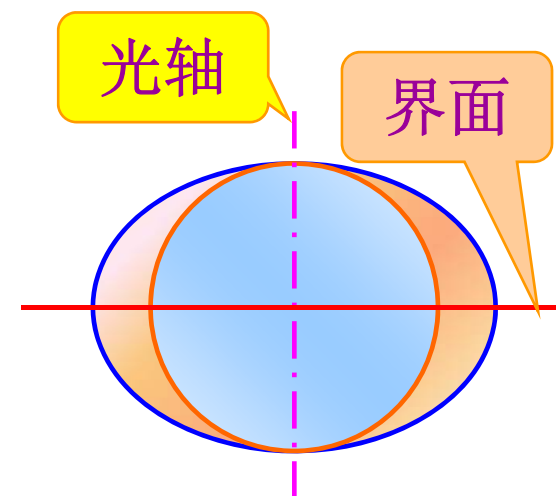
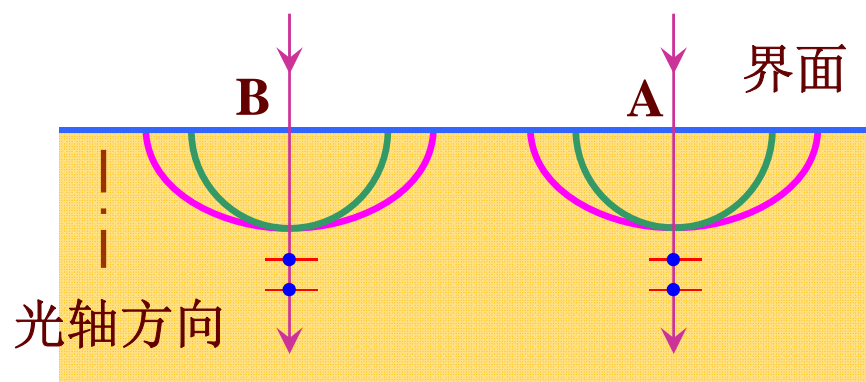
应用惠更斯原理,对单轴晶体的几种特殊情况,用作图法确定o光和e光的传播方向.

(1) 平行光斜入射负晶体表面 (光轴在入射面内且与晶面斜交)



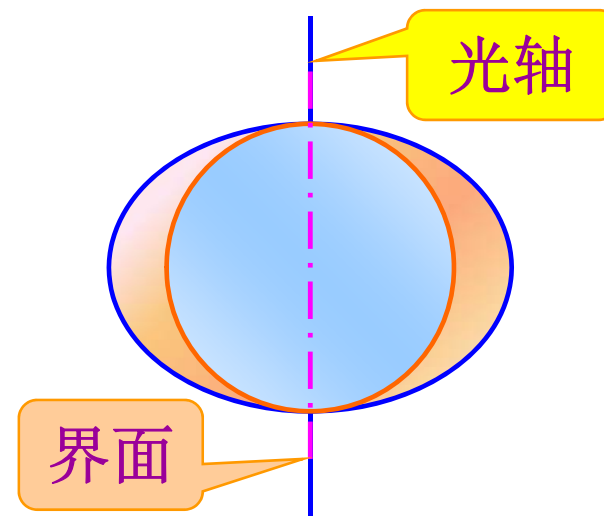
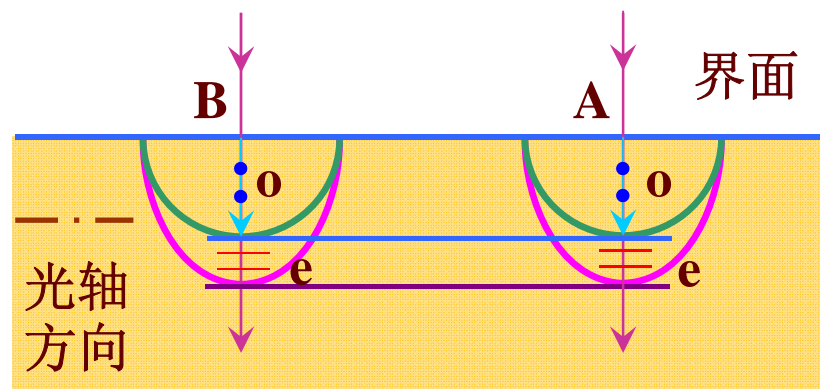
o光和e光的主平面 → 纸面

(2) 平行光正入射负晶体表面 (光轴在入射面内
且垂直于界面)



o光和e光的主平面 → 纸面

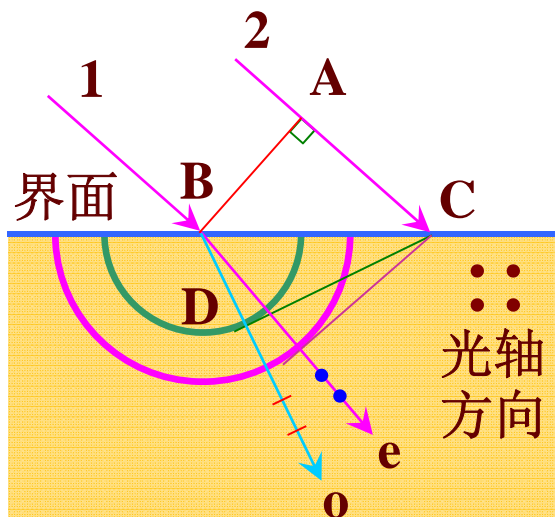
(3) 平行光正入射负晶体表面 (光轴在入射面内
但平行于界面)



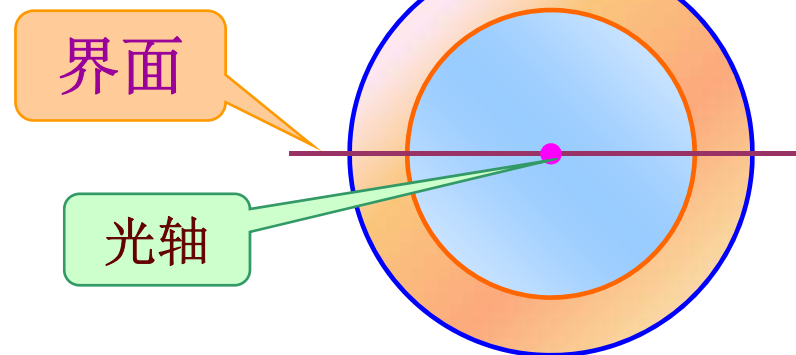
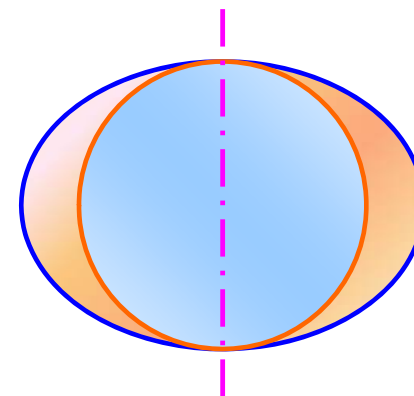
o光和e光的主平面 → 纸面

(4) 平行光斜入射负晶体表面
(光轴垂直入射面且与界面平行)

界面为纸面



o光和e光的主平面?

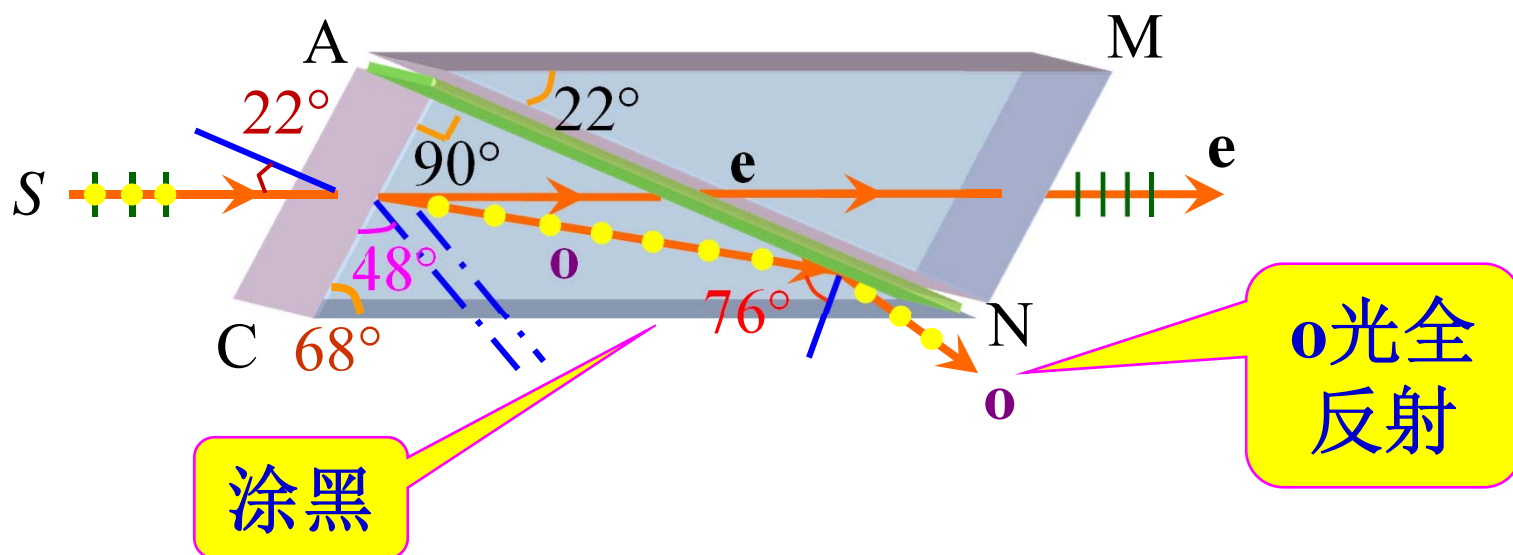


三、晶体光学器件

1. 偏振棱镜

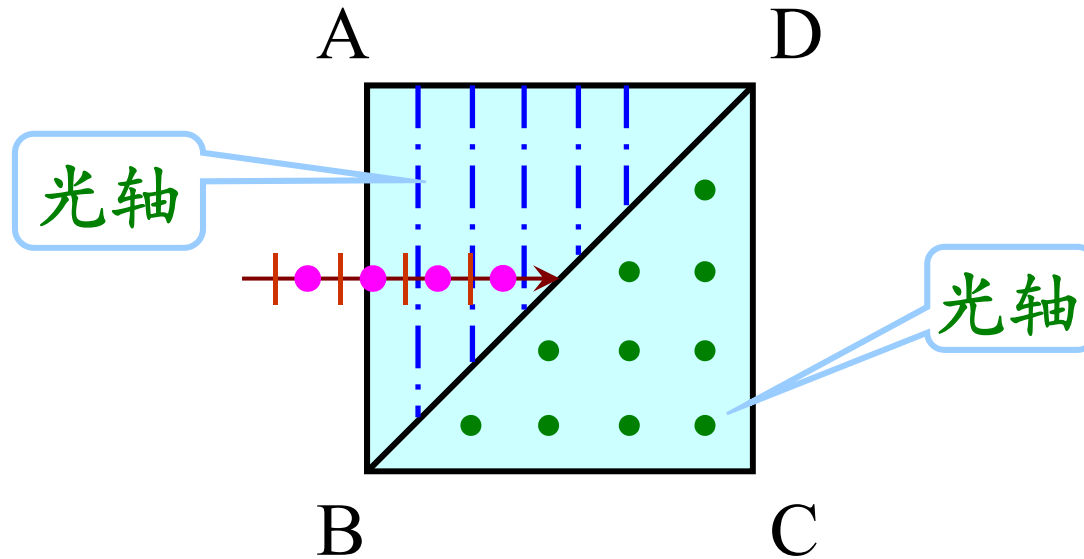
(1) 尼科耳(W.Nicol)棱镜

方解石研磨成特定的顶角，沿AN剖成两块直角棱镜，再用 $n=1.550$ 的加拿大树胶粘合。对o光， $n_o=1.658$ ，光密到光疏，在胶合面上形成全反射；对e光， $n_e=1.486$ ，通过胶合面从棱镜射出。



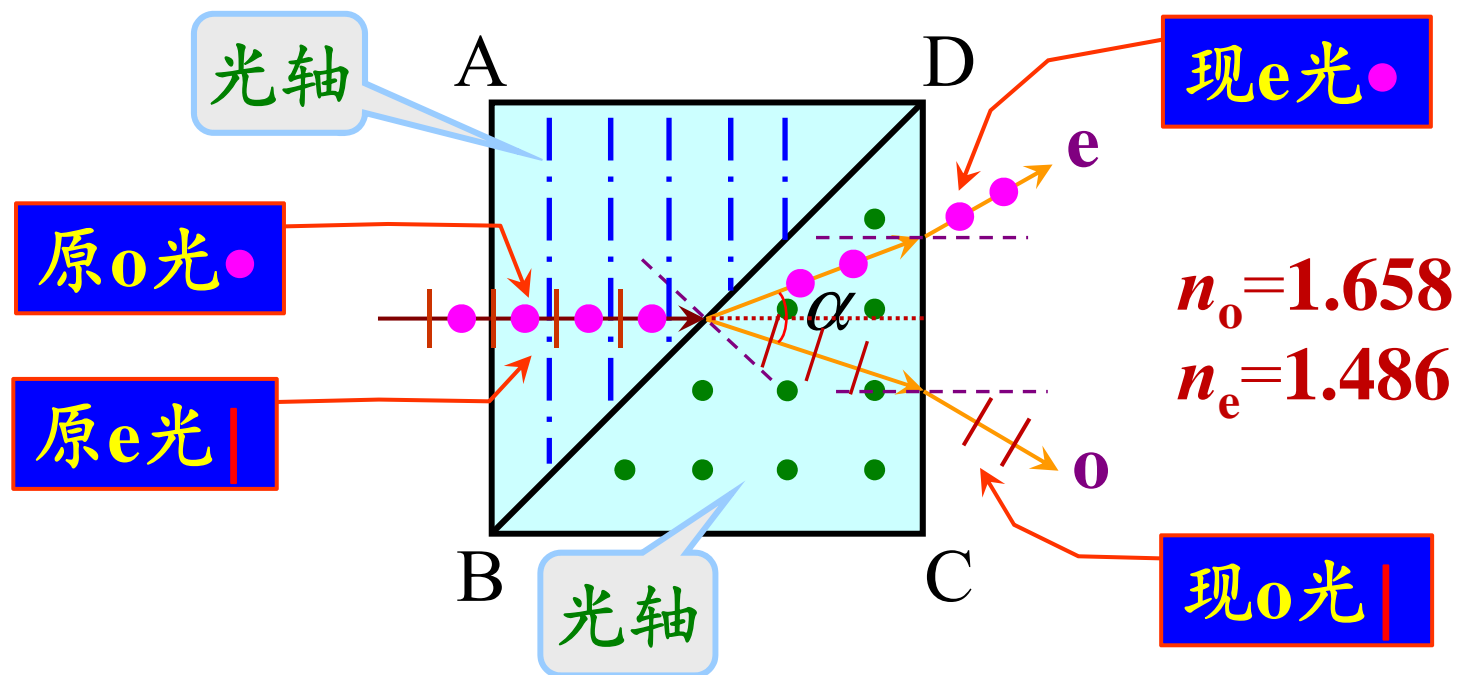
(2) 渥拉斯顿(W.Wollaston)棱镜

例：二维渥拉斯顿(W.H.Wallaston)棱镜是由两个等腰直角方解石棱镜粘合其斜面构成的，棱镜ABD的光轴平行于AB，棱镜BDC的光轴垂直于图截面。当自然光垂直AB入射时，试在图中画出o光和e光的传播方向及光矢量振动方向。



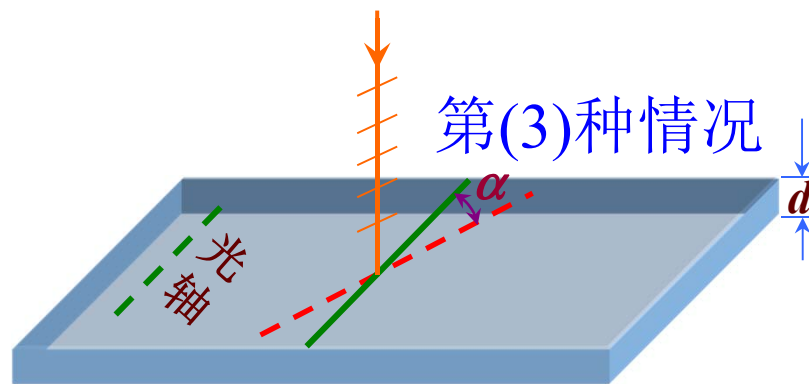
解：

光垂直进入第一块棱镜时不偏折, $v_e > v_o$, $n_o > n_e$, 由于第二块光轴方向不同, o光到第二块棱镜时变成了e光, 由光密到光疏, 折射角大于入射角, 折射光线偏离法线, 而原e光变为o光, 由光疏到光密, 折射光偏向法线, 从第二块棱镜进入空气时两光被进一步分开, 最后得到两束线偏振光.



2. 波晶片

波晶片是双折射晶体制成的厚度均匀的平板，**光轴与平板平行**。



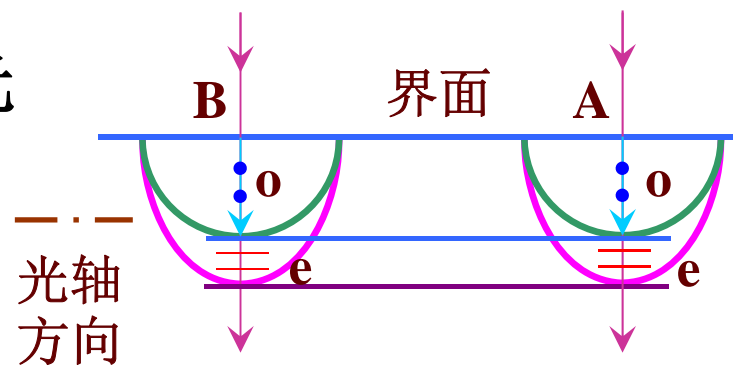
(1) 若入射光是自然光，在晶片内的 o 光和 e 光没有确定的相位关系，**出射光仍是自然光**。

(2) 若入射光是线偏振光，设晶片的厚度为 d ， o 光和 e 光在平板内传播， **o 光和 e 光**

(i) 传播方向**一致**


(ii) 振动方向**相互垂直**

(iii) 由于折射率不同，
将产生**光程差**为：



$$\delta = |n_o - n_e|d$$

该方向 **o 光和 e 光**折射率相差**最大**，产生**光程差最大**



o光与e光的相位差为: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_e| d$

适当选取 d ,可制成不同规格的波晶片.

(1) 四分之一波片

o光和e光通过该波片能产生 $\lambda/4$ 的光程差.

$$\delta = |n_o - n_e| d_{1/4} = \frac{1}{4} \lambda \quad \Delta\varphi = \pi/2 \quad d_{1/4} = \frac{\lambda}{4 |n_o - n_e|}$$

(2) 二分之一波片

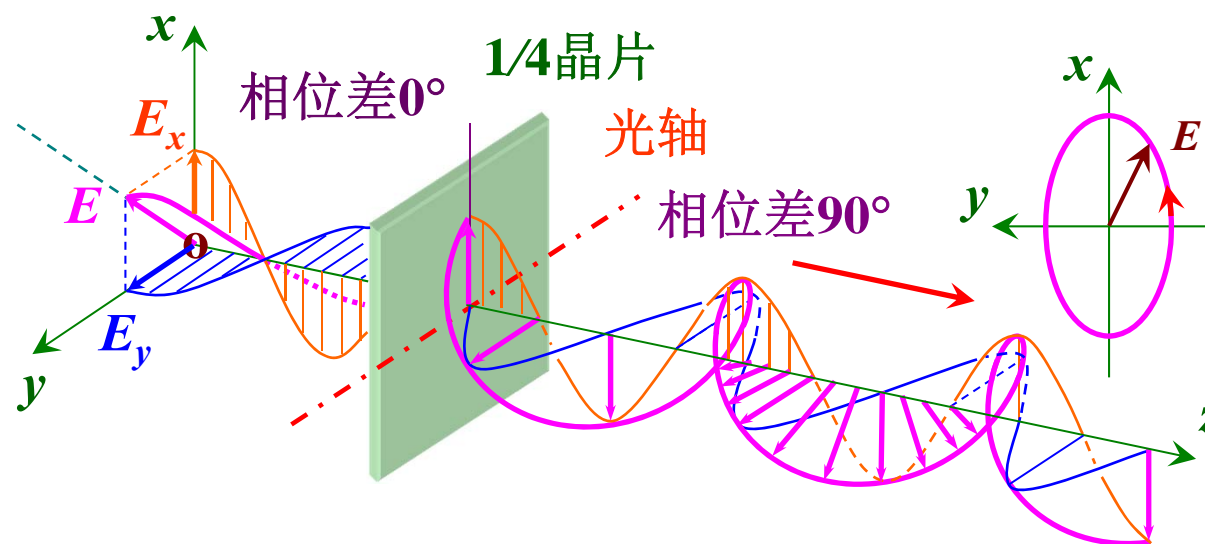
o光和e光通过该波片能产生 $\lambda/2$ 的光程差.

$$\delta = |n_o - n_e| d_{1/2} = \frac{1}{2} \lambda \quad \Delta\varphi = \pi \quad d_{1/2} = \frac{\lambda}{2 |n_o - n_e|}$$

§ 18-5 椭圆偏振光

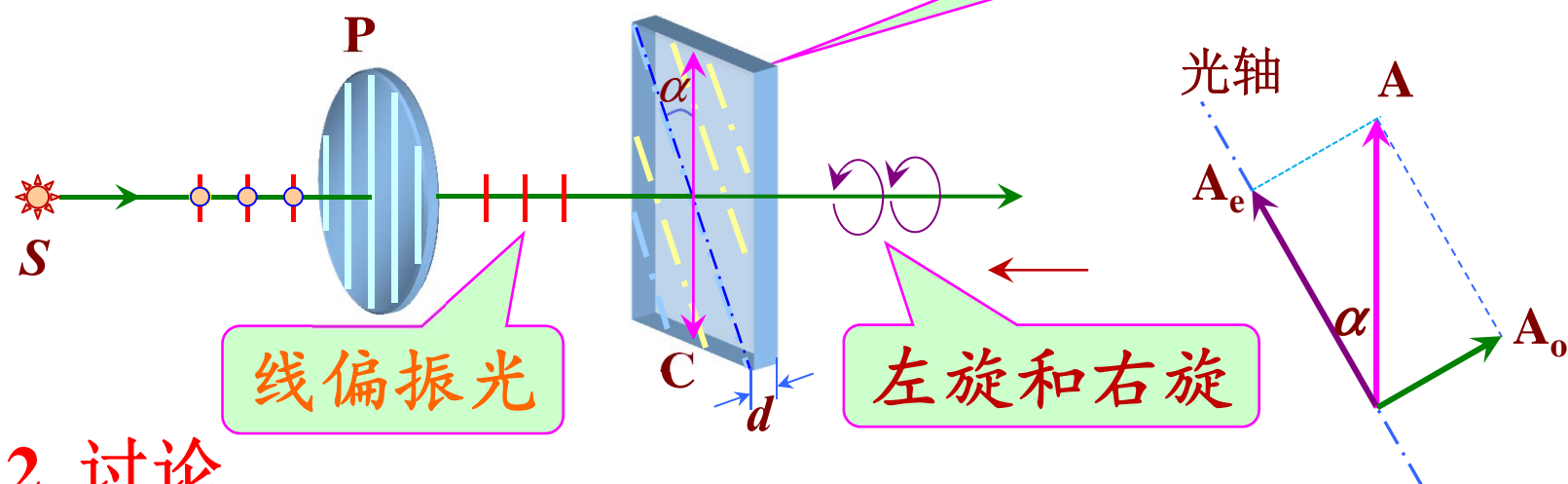
一. 椭圆偏振光的特点

一个线偏振光垂直入射晶片后分为o光和e光，从晶片出射的光将成为两束沿同一方向传播的，振动方向垂直的，有恒定相位差的偏振光，此两光的合振动矢量，其端点轨迹一般为椭圆，称椭圆偏振光。(振动方向随时间有规律地变化)



二. 椭圆偏振光的产生

1. 获得椭圆偏振光的装置:



2. 讨论

偏振片 P 产生的线偏振光进入负晶片 ($n_o > n_e$) 时产生两振动方向相互垂直的线偏振光 o 光和 e 光。

a. 进入负晶片前, 振动的两个垂直分量相位差为 0, 振幅分别为 $A_o = A \sin \alpha$ 、 $A_e = A \cos \alpha$ 。

b. 穿过厚度为 d 的晶片后, o 光和 e 光的相位差变为:

$$\Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_e = \frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e) d$$

$$\Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_e = \frac{2\pi}{\lambda}(n_o - n_e)d$$

选取晶片厚度 d ,可获得不同的相位差, 如果:

(1) $\Delta\varphi = k\pi \rightarrow$ 仍为线偏振光;

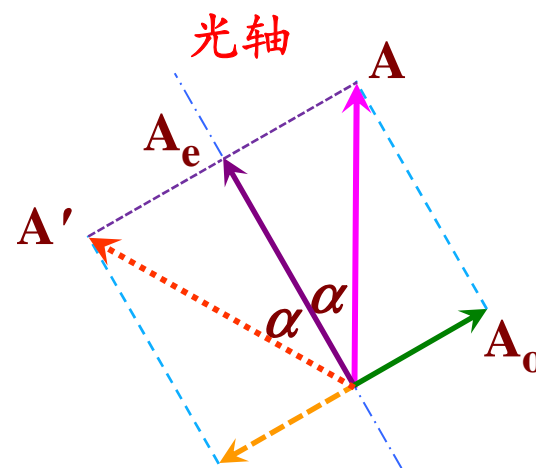
a. 当 k 为偶数时, o光和e光仍同相位, 线偏振光的振动方向不变.

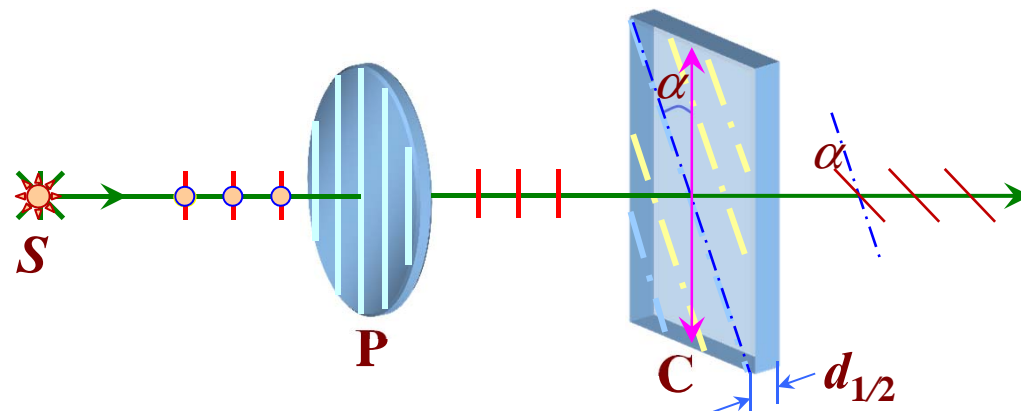
b. 当 k 为奇数时, 例如 $k=1$

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

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

二分之一波片产生线偏振光. 此时若入射偏振光与光轴得夹角为 α , 则出射光的振动方向与入射光的振动方向成 2α 角.



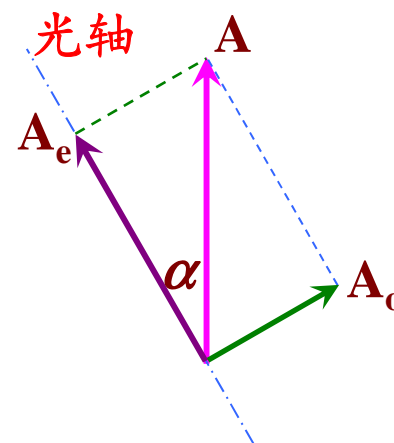


(2) $\Delta\varphi = \text{其它任意角度}$ \rightarrow 产生椭圆偏振光;

(3) 若 $\Delta\varphi = \pi/2$ 或 $3\pi/2$, 且 $\alpha = 45^\circ$ ($A_e = A_o$)
则为圆偏振光.

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

$$\delta = (n_o - n_e)d = \frac{\lambda}{4}$$



即 $\alpha = 45^\circ$ 时, 四分之一波片可以产生圆偏振光,
若 $\alpha \neq 45^\circ$, 四分之一波片可产生椭圆偏振光.



例：一束单色 ($\lambda=589.3\times 10^{-9}\text{m}$) 自然光通过起偏器后垂直地进入石英晶片,该晶片的光轴平行于晶片表面,如图所示.石英晶体对 o 光的折射率和 e 光的主折射率分别为 $n_o=1.5443$ 和 $n_e=1.5534$.若要使穿过石英晶片后透射光为圆偏振光,则

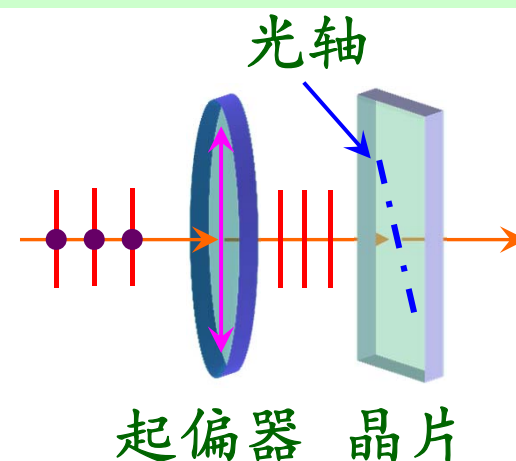
- (1)石英晶片的最小厚度为 $16.2\ \mu\text{m}$.
 (2)起偏器的偏振化方向与晶片的光轴应成 45° 夹角.
 (本题4分)

解：

圆偏光需四分之一波片

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

$$d_{1/4} = \frac{\lambda}{4|n_o - n_e|} = 16.2\ (\mu\text{m})$$



思考题:如何区分圆偏振光和自然光?



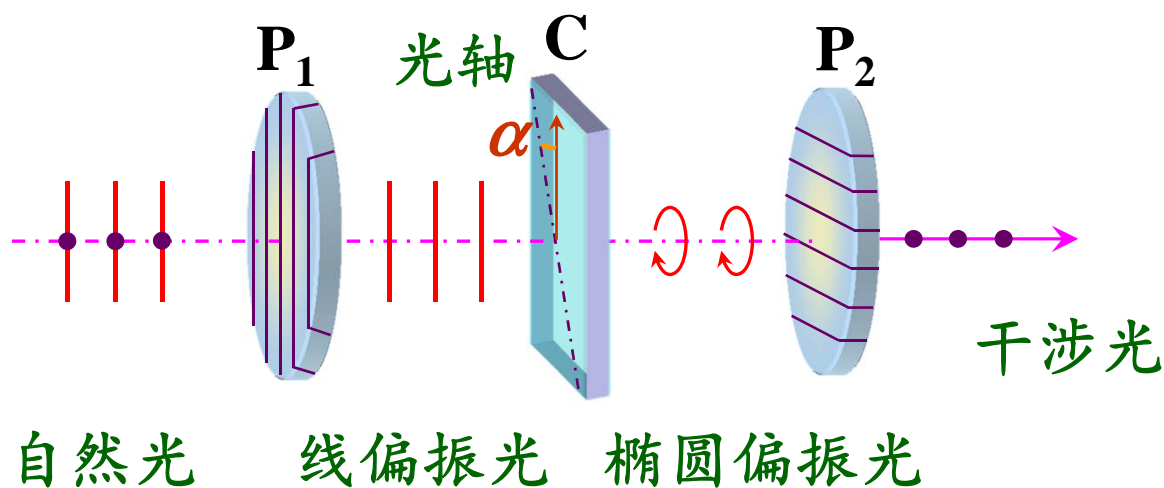
§ 18.6 偏振光的干涉及其应用

一. 偏振光的干涉

线偏振光经波晶片后被分解为两束**振动方向垂直**的光, 能合成椭圆偏振光, 不能产生干涉.

使这两束光再经过一块偏振片, 使它们的**振动方向一致**, 便可形成干涉现象.

1. 两偏振片的偏振化方向正交



自然光经起偏器 P_1 后，为线偏振光，振幅为 A ，
经波片C分解为两垂直的线偏振光 A_{o1} 和 A_{e1} ：

(1) o光 and e光 振幅的关系

$$A_{o1} = A \cos \beta$$

$$A_{e1} = A \cos \alpha$$

$$A_{o2} = A_{o1} \cos \alpha$$

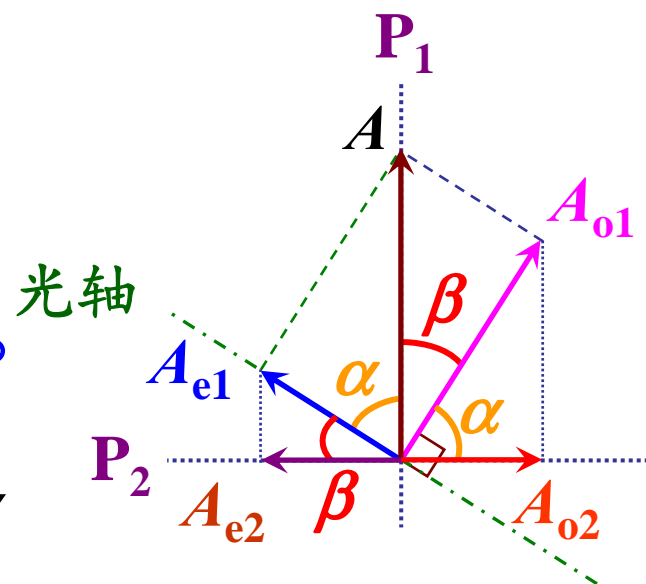
$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$= A \cos \beta \cos \alpha = \frac{1}{2} A \sin 2\alpha$$

$$A_{e2} = A_{e1} \cos \beta = A \cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} A \sin 2\alpha$$

再经 P_2 ，只有与 P_2 偏振化方向一致的振动能通过，即水平方向上的振动 A_{o2} 和 A_{e2} 能通过，这时两振动方向在同一直线上，且振幅相等。

$$A_{o2} = A_{e2}$$



(2) o光 and e光相位的关系

振幅矢量 A_{o2} 和 A_{e2} 方向相反，
相当于有 π 的附加相位差

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

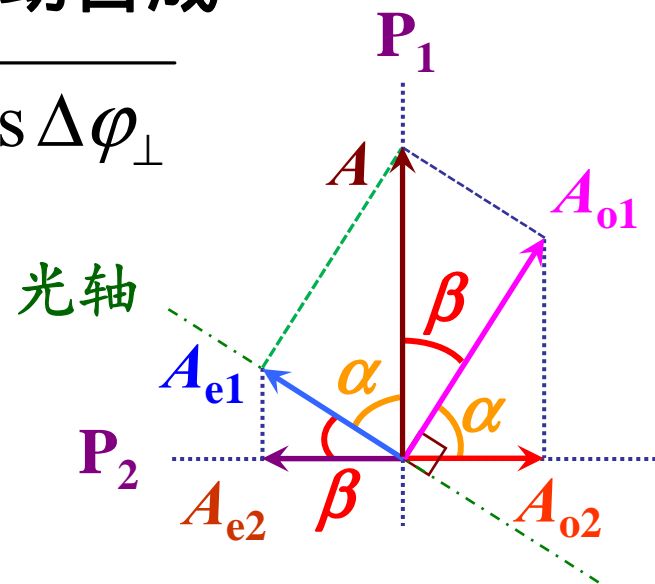
(3) 振动 A_{o2} 和 A_{e2} 的合成 \rightarrow o光和e光的干涉 同频率同振动方向的简谐振动合成

$$A_{\text{合}} = \sqrt{A_{e2}^2 + A_{o2}^2 + 2A_{e2}A_{o2} \cos \Delta\varphi_{\perp}}$$

相强和相消干涉条件

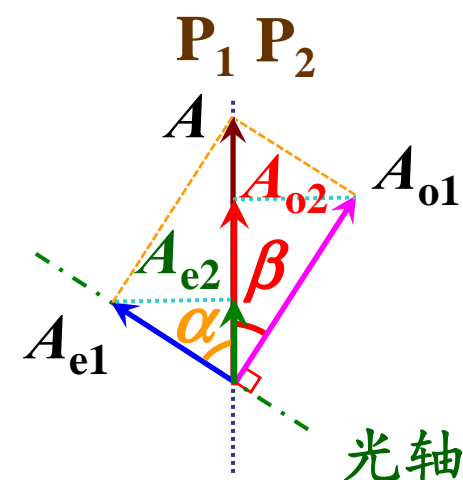
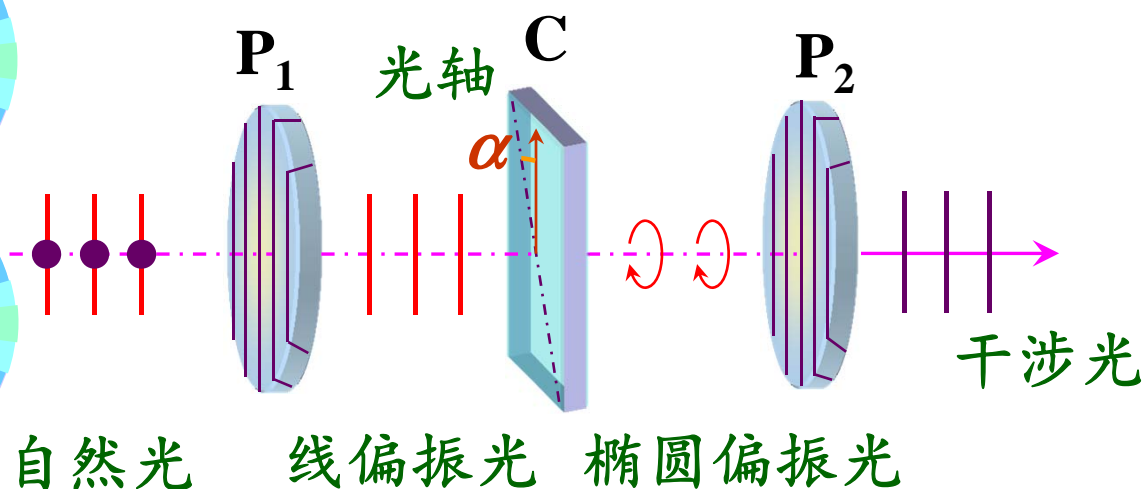
$$\Delta\varphi_{\perp} = \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_e| d + \pi$$

$$= \begin{cases} 2k\pi; & \text{加强} & A_{\text{合}} = 2A_{o2} \\ (2k+1)\pi; & \text{减弱} & A_{\text{合}} = 0 \end{cases} \quad k=1,2,3,\dots$$



2. 两偏振片的偏振化方向平行

当 P_2 的偏振化方向与 P_1 相同时, 经 P_2 后, A_{o2} 和 A_{e2} 在垂直方向上的分量可以通过, 两振动方向相同



(1) o2光和e2光振幅的关系

$$A_{o1} = A \cos \beta$$

$$A_{e1} = A \cos \alpha$$

$$A_{o2} = A_{o1} \cos \beta = A \cos \beta \cos \beta = A \sin^2 \alpha$$

$$A_{e2} = A_{e1} \cos \alpha = A \cos \alpha \cos \alpha = A \cos^2 \alpha$$

一般

$$A_{o2} \neq A_{e2}$$

(2) o2光和e2光相位的关系

$$\Delta\varphi_{//} = \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_e| d$$

(3) 振动 A_{o2} 和 A_{e2} 的合成 \rightarrow o2光和e2光的干涉

$$A_{\text{合}} = \sqrt{A_{e2}^2 + A_{o2}^2 + 2A_{e2}A_{o2} \cos \Delta\varphi_{//}}$$

相强和相消干涉干涉条件

$$\Delta\varphi_{//} = \frac{2\pi}{\lambda} |n_o - n_e| d = \begin{cases} 2k\pi; & \text{加强} \\ (2k+1)\pi; & \text{减弱} \end{cases} \quad k=1,2,3,\dots$$

$$A_{\text{合}} = \begin{cases} \text{加强时} & A_{\text{合}} = A_{o2} + A_{e2} \\ \text{减弱时} & A_{\text{合}} = |A_{o2} - A_{e2}| \end{cases} \quad \begin{aligned} A_{o2} &= A \sin^2 \alpha \\ A_{e2} &= A \cos^2 \alpha \end{aligned}$$

特别地

$$\alpha = 45^\circ \text{时}, A_{o2} = A_{e2}$$

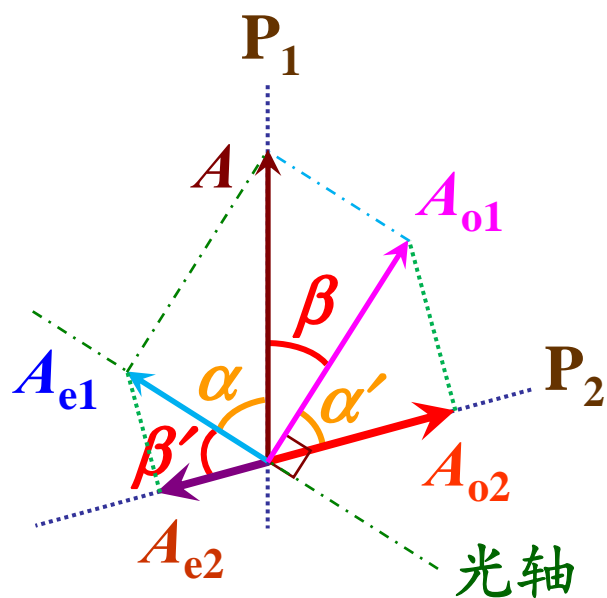
$$\text{加强, } A_{\text{合}} = 2A_{o2}$$

$$\text{减弱, } A_{\text{合}} = 0$$

思考题:

两偏振片的偏振化方向成任意角度时o2光和e2光
(1) 振幅关系; (2) 附加相位差; (3) 相位关系?

何时 π , 何时0?



例 (第114页, 18.12题): 两块偏振化方向相互正交的偏振片之间放置着一片1/4波片. 当自然光垂直入射时, 旋转波片, 问在什么位置时透射光强最大?

解: 两偏振化方向垂直, 相位差为

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

设光轴与第一片偏振片的偏振化方向夹角为 α

$$A_{e2} = A_{o2} = A \sin \alpha \cos \alpha$$

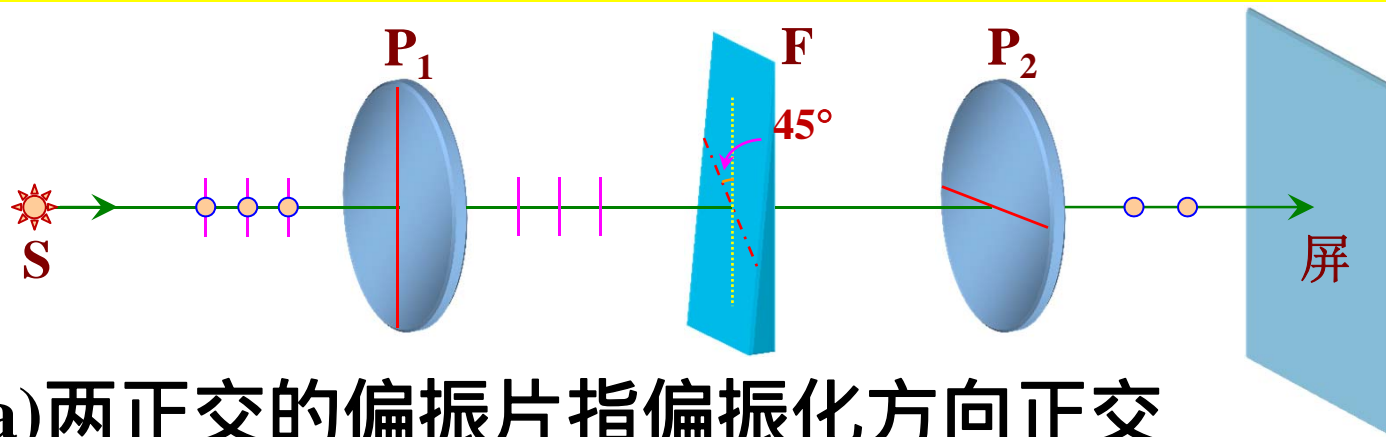
$$\begin{aligned} \text{合振幅 } A_{\text{合}} &= \sqrt{A_{e2}^2 + A_{o2}^2 + 2A_{e2}A_{o2} \cos \Delta\varphi_{\perp}} \\ &= \sqrt{2} A \sin \alpha \cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} A \sin 2\alpha \end{aligned}$$

当 $\alpha=45^\circ$ 时, $A_{\text{合}}$ 有最大值

例: 楔形水晶棱镜F顶角 $\alpha=0.5^\circ$, 棱边与光轴平行, 置于两正交的偏振片之间, 光轴与两个偏振片 P_1 和 P_2 的偏振化方向各成 45° 角. 以水银灯的404.7 nm紫色光垂直照射, 水晶对此光的 $n_o=1.557$, $n_e=1.566$, 问:

- (1) 通过第二个偏振片看到的干涉图样如何?
- (2) 相邻亮纹之间的间距 l 是多少?
- (3) 若第二个偏振片旋转 90° , 干涉条纹有何变化?

解:



(a) 两正交的偏振片指偏振化方向正交

(b) 光轴与两个偏振片的偏振化方向各成 45° 角, 故通过F后, o光与e光的振幅相同, 即

$$A_{o1} = A \sin \alpha = A \sin 45^\circ$$

$$A_{e1} = A \cos \alpha = A \cos 45^\circ$$

(1) 通过第二个偏振片看到的干涉图样

o光和e光通过第二个偏振片P₂时, o光和e光:

振幅
关系

$$A_{o2} = A \sin \alpha \cos \alpha = A \sin 45^\circ \cos 45^\circ = A/2$$

$$A_{e2} = A \cos \alpha \sin \alpha = A \cos 45^\circ \sin 45^\circ = A/2$$

故: $A_{o2} = A_{e2}$

相位
关系

设x为某处水晶的厚度, o光和e光垂直通过水晶时产生的光程差为: $\delta_1 = (n_e - n_o)x$

由于两偏振片偏振化方向正交, o光和e光通过第二个偏振片时将产生附加的相位差 π ,

o光和e光总的相位差为: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(n_e - n_o)x + \pi$

故o光和e光总的光程差为:

$$\delta = (n_e - n_o)x + \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \pi = (n_e - n_o)x + \frac{\lambda}{2}$$

o光和e光总的光程差取决于水晶镜的厚度，故为等厚干涉，通过第二个偏振片看到的干涉图样为与棱边平行的明暗相间的直条纹。

其中亮条纹满足：
$$\delta = (n_e - n_o)x + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

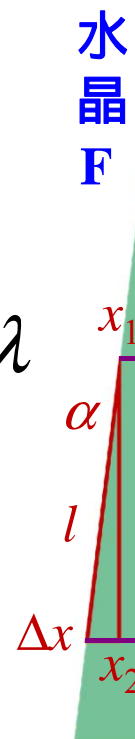
(2) 相邻亮纹之间的间距 l

先求相邻亮纹之间晶体的厚度差 Δx

$$(n_e - n_o)x_1 + \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad (n_e - n_o)x_2 + \frac{\lambda}{2} = (k+1)\lambda$$

$$(n_e - n_o)(x_2 - x_1) = (n_e - n_o)\Delta x = \lambda \quad \Delta x = \frac{\lambda}{(n_e - n_o)}$$

$$l = \frac{\Delta x}{\sin \alpha} = \frac{\lambda}{(n_e - n_o) \sin \alpha} \approx 5.15 \times 10^{-3} \text{ (m)}$$



(3) 若第二个偏振片转 90° , 则两偏振片偏振化方向平行, o光和e光通过第二个偏振片 P_2 时, o光和e光

振幅
关系

$$A_{o2} = A \sin^2 \alpha = A \sin^2 45^\circ = A/2$$

$$A_{e2} = A \cos^2 \alpha = A \cos^2 45^\circ = A/2$$

$$\text{故: } A_{o2} = A_{e2}$$

相位
关系

o光和e光通过第二个偏振片时
不会产生附加的相位差,

o光和e光总的相位差为: $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_e - n_o)x$

于是o光和e光总的光程差为: $\delta = (n_e - n_o)x$

故干涉条纹明暗互换, 但间距不变

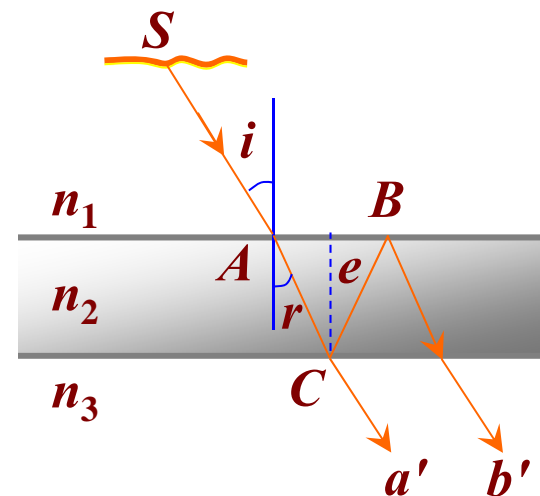


与透射光薄膜等厚干涉的区别:

(i) 透射光薄膜等厚干涉

(a) 有一束光薄膜中走了两次;

(b) 有一束光反射了两次,
反射光要考虑半波损失.

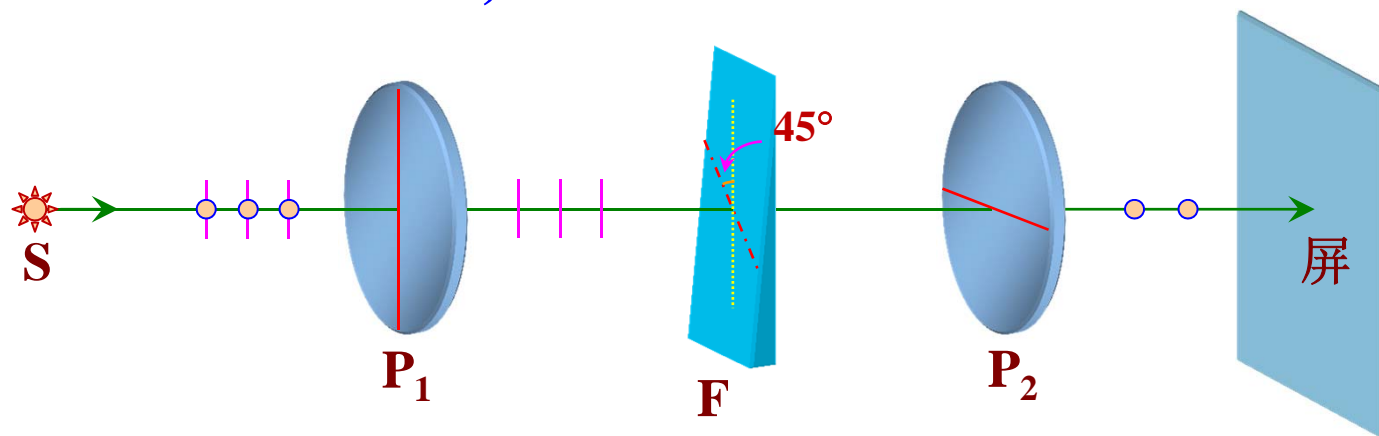


(ii) 本题的透射光干涉是o光和e光的偏振光干涉

(a) 没有任何反射光,不用考虑半波损失.

但要考虑第二个偏振片是否引入附加相位差.

(b) o光和e光均只在薄膜内走了一次, o光和e光
几何距离是一样的, 而折射率不同引起光程差





§ 18.7 人为双折射

一. 光弹性效应

机械作用

二. 电光效应

电场作用

§ 18.8 旋光现象

自学



本章结束!