

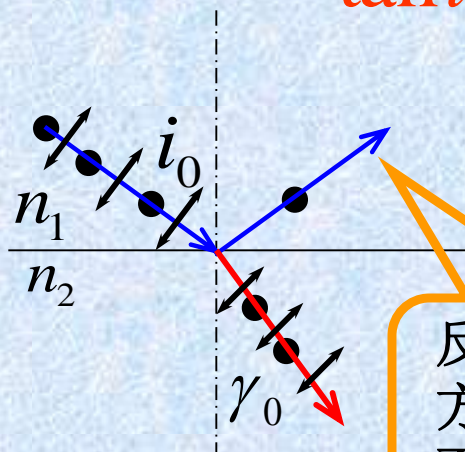
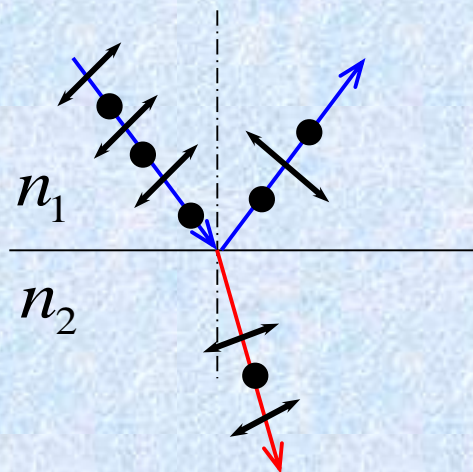
## § 13-10 偏振光的获得和检测

### 一、偏振光的获得

#### 1. 布儒斯特定律

光从折射率为  $n_1$  的介质射向折射率为  $n_2$  的介质，当入射角  $i$  等于某一定值  $i_0$  满足：

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$



反射光成为振动方向垂直于入射面的完全偏振光。

$i_0$  称为起偏角或布儒斯特角。

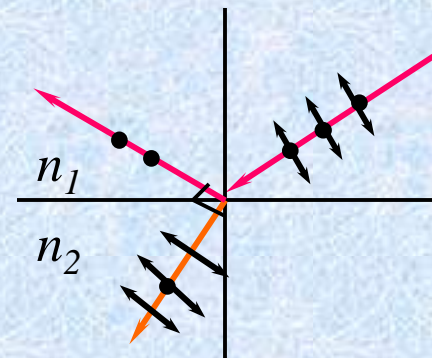
$$\because \tan i_0 = \frac{\sin i_0}{\cos i_0} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_0}{\sin \gamma_0}$$

$$\therefore \sin \gamma_0 = \cos i_0$$

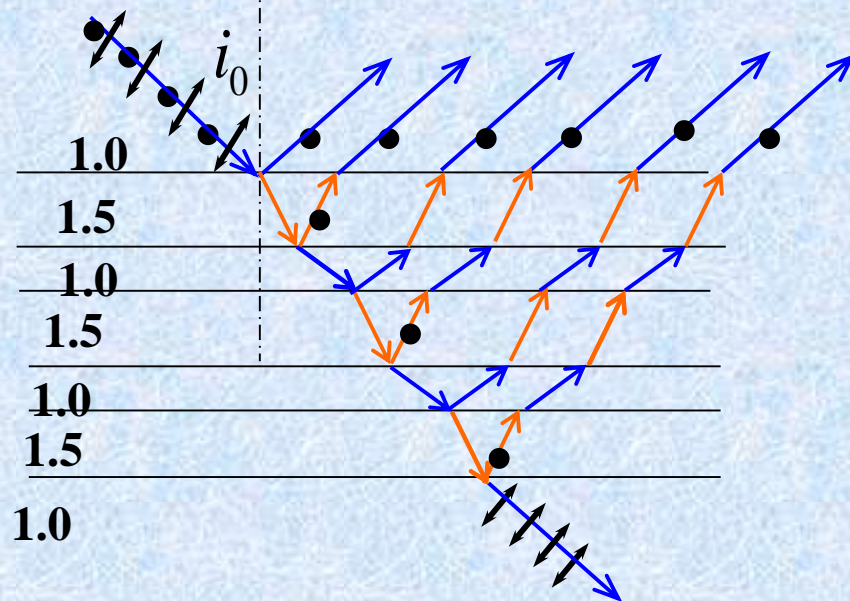
$$i_0 + \gamma_0 = \pi/2$$

当入射角为起偏角时，反射光与折射光互相垂直。

理论实验表明：反射所获得的线偏光仅占入射自然光总能量的7.4%，而约占85%的垂直分量和全部平行分量都折射到玻璃中。



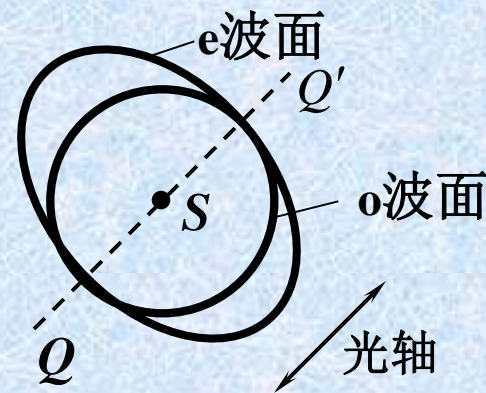
为了增加折射光的偏振程度，可采用玻璃片堆的办法。让自然光以起偏角 $56.3^\circ$ 入射到20层平板玻璃上，如图：



在玻璃片下表面处的反射，其入射角 $33.7^\circ$ 也正是光从玻璃射向空气的起偏振角，所以反射光仍是垂直于入射面振动的偏振光。

## 2. 晶体的双折射现象

晶体中光沿不同的方向具有不同的传播速率，具有这种性质的晶体，称为**双折射晶体**。



**寻常光**：对于晶体一切方向都具有相同的折射率（即波速相同），且在入射面内传播，简称它为**o光**。

**o光**振动方向垂直于该光线（在晶体中）与光轴组成的平面。

**非常光**：它的折射率（即波速）随方向而变化，并且不一定在入射面内传播，简称为**e光**。

**e光**振动方向平行于该光线（在晶体中）与光轴组成的平面。

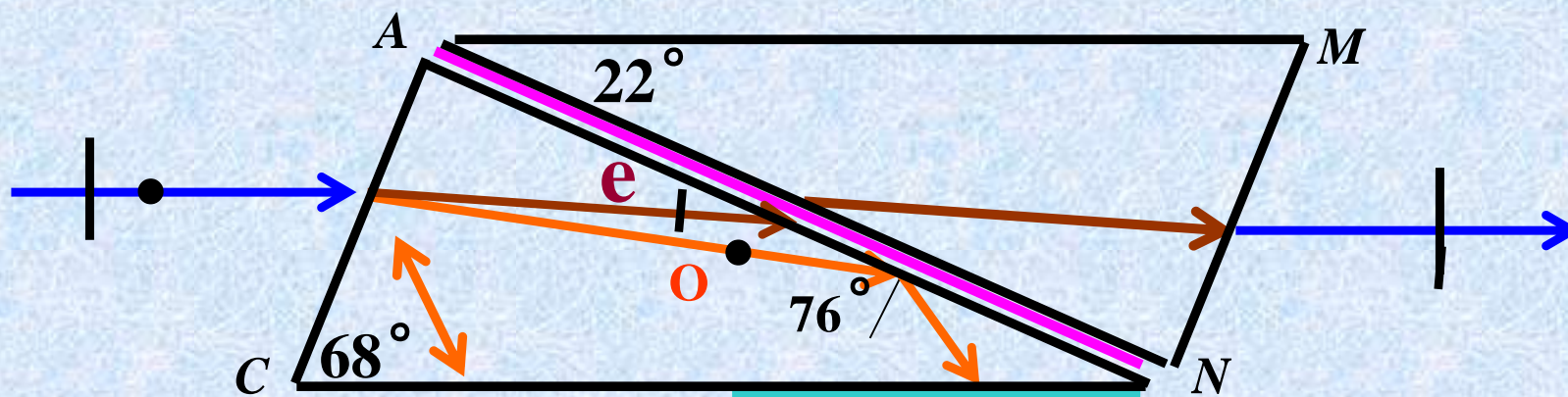
实验表明：当自然光射入双折射晶体时，两束折射光**o**和**e**都是线偏振光，并且它们的振动面通常接近于互相垂直。



- 尼科耳棱镜

两块特殊要求加工的直角方解石，如图所示：

光轴在 $ACNM$ 平面内方向与 $AC$ 成 $48^\circ$ ，入射面取 $ACNM$ 面



方解石的折射率 $n_o=1.658, n_e=1.486$

加拿大树胶的折射率 $n=1.55$ ，o光入射角大于其临界角 $\arcsin(1.55/1.658)=69^\circ 12'$ ，被全反射，在 $CN$ 处为涂黑层所吸收。

出射偏振方向在 $ACNM$ 平面内的偏振光。

### 3. 二向色性晶体

二向色性晶体也具有各向异性、双折射的特点，同时有选择吸收的性能。例如，电气石对o光的吸收能力特别强，结果就只剩下e光穿出晶体。

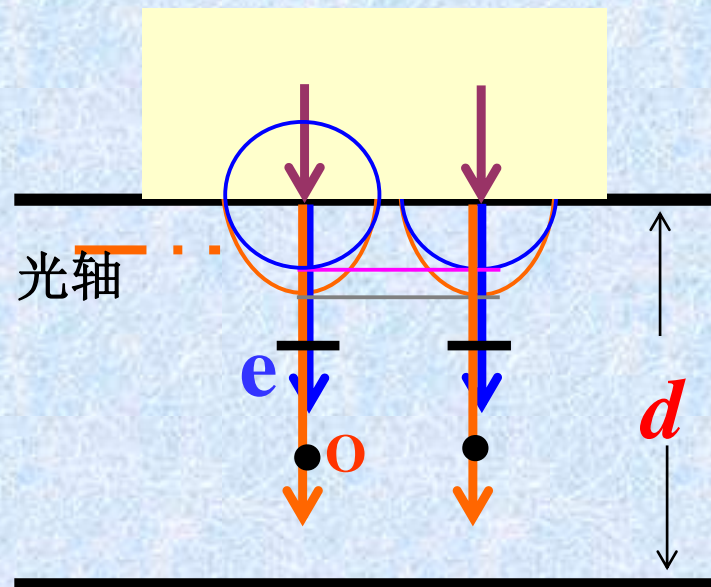
### 4. 波片(波晶片或相位延迟片)

厚度为 $d$ ，光轴与两个表面平行的双折射晶体薄片称为波片。

当自然光垂直入射时，由晶体出射的是振动方向相互垂直的线偏振光，它们沿原入射方向同向传播，但传播速度不同。

对于方解石晶体e光比o光快。

对于石英晶体e光比o光慢。



o光和e光到达波片另一表面时，必然有相位差 $\varphi$ ， $\varphi$ 取决于波长和波片厚度。

当 $\varphi=2\pi$ 时，为全波片；

当 $\varphi=\pi$ 时，为半波片；

当 $\varphi=\pi/2$ 时，为1/4波片。

## 二、偏振片的检测

### 1. 马吕斯定律

将一束强度为 $I_0$ 的线偏振光射到偏振片上，如果振动方向与偏振片的透振方向的夹角为 $\alpha$ ，则透射光强为

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

这个结论就是**马吕斯(E.L.Malus)定律**。

### \*2. 椭圆偏振光和圆偏振光的检测

无法用偏振片鉴别，只能利用1/4波片根据消光现象辨认。



例1:某透明介质在空气中的布儒斯特角 $i_0 = 58.0^\circ$ ,  
求它在水中的布儒斯特角, 已知水的折射率为1.33。

解: 根据布儒斯特定律得

$$\tan i_0 = \frac{n}{1}$$

$$\therefore n = \tan i_0 = \tan 58.0^\circ = 1.60$$

在水中的布儒斯特角为

$$i'_0 = \arctan \frac{1.60}{1.33} = 50.3^\circ$$

例2:光强为 $I_0$ 的自然光连续通过两个偏振片后, 光强变为 $I_0/4$ , 求这两个偏振片的透振方向之间的夹角。

解: 根据马吕斯定律, 有

$$I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

将 $I = I_0/4$ , 代入上式, 得

$$\frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta,$$

$$\cos \theta = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad \therefore \theta = \pm 45^\circ \text{ 或 } \pm 135^\circ$$

