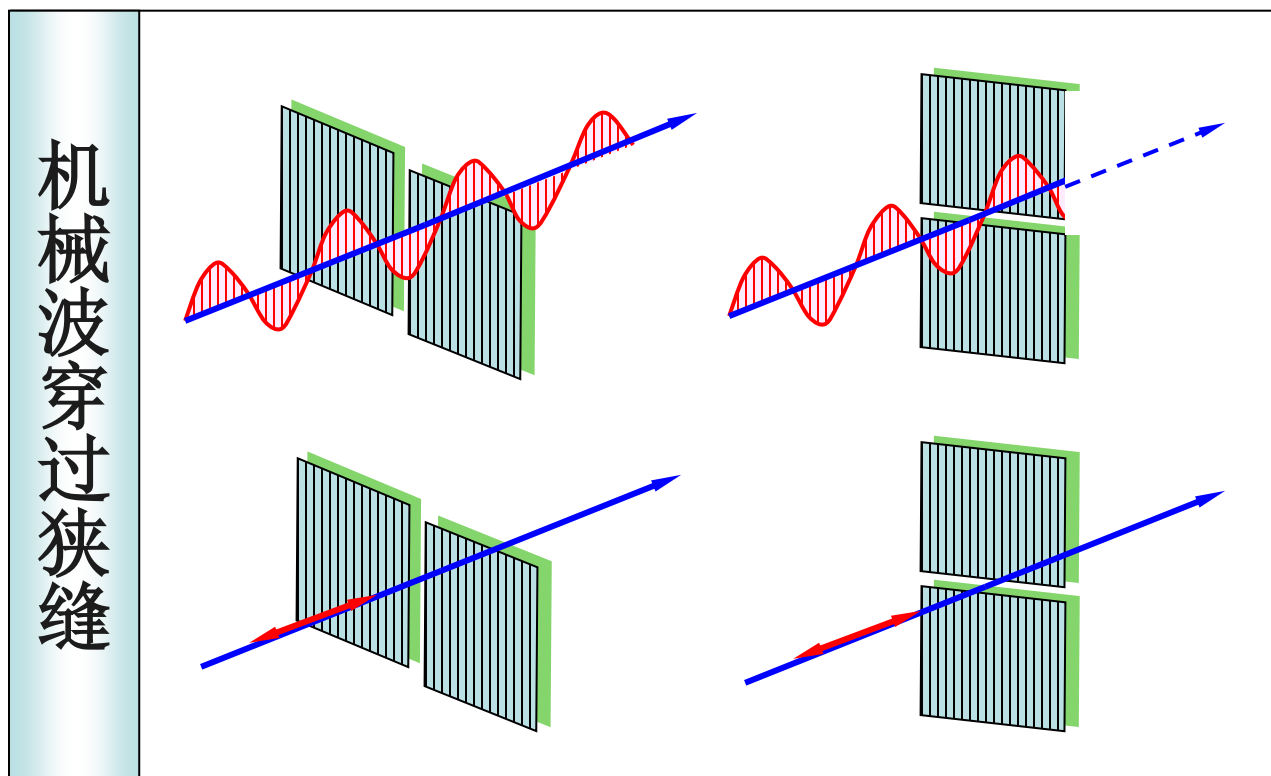


光的波动性 \longrightarrow 光的干涉、衍射。

光波是横波 \longrightarrow 光的偏振。

机械横波与纵波的区别



偏振：振动方向相对于传播方向不具有对称性

§ 12-12 光的偏振状态

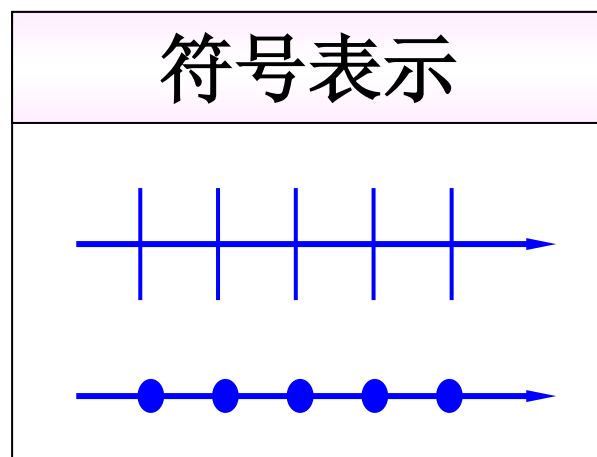
一、线偏振光（平面偏振光）

光矢量：光波的 \vec{E} 矢量。

在垂直于光波传播方向的平面内，光矢量可能有不同的振动方向 —— 偏振状态

光的振动方向和传播方向组成的平面称为振动面

线偏振光（平面偏振光）：光矢量在传播中始终保持在一个固定振动面内振动。

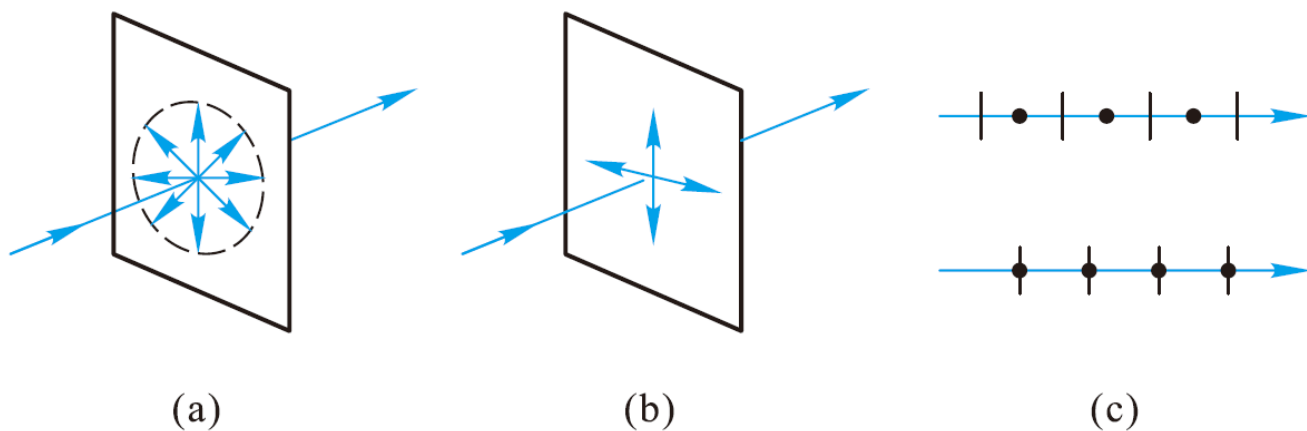


二、自然光

一个原子发射的光波列可以认为是线偏振光。

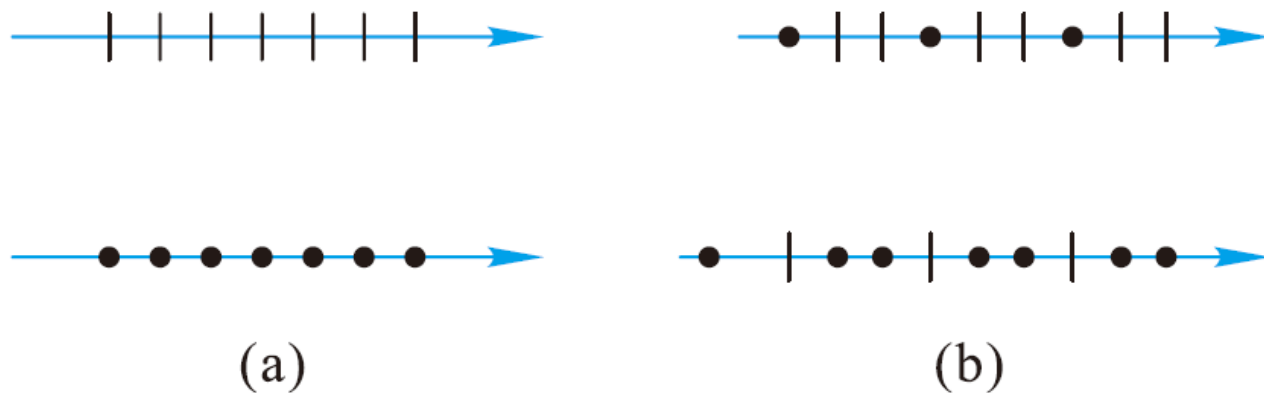
自然光：大量原子随机发射的光波列的集合，每个光波列的频率、相位、振动方向、波列长度均不同。在垂直于传播方向的平面内光矢量振动方向**对称分布**。

一束自然光可分解为两束振动方向相互垂直、等幅、**不相干**的线偏振光。



三、部分偏振光

◆ **部分偏振光**：某一方向的光振动比与之垂直方向上的光振动占优势的光为部分偏振光。



线偏振光和部分偏振光的表示法

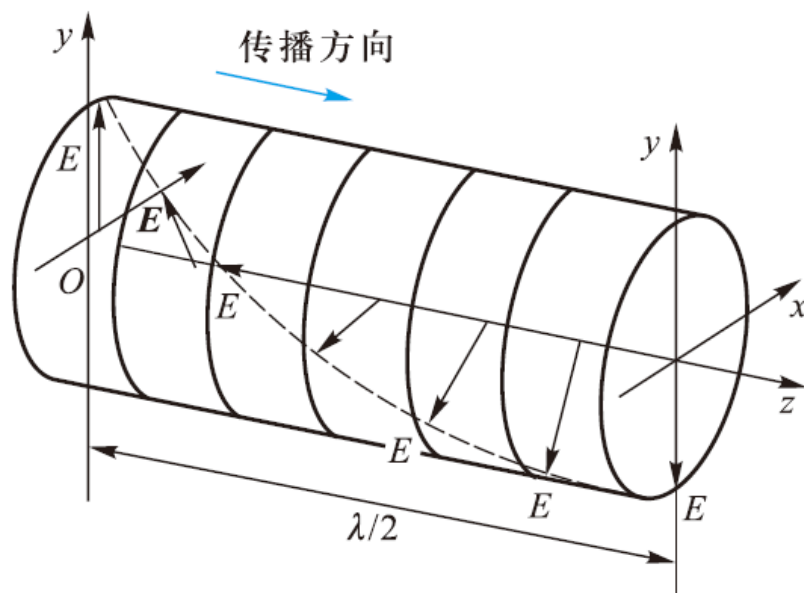
部分偏振光 \longleftrightarrow 完全偏振光+自然光

◆ 椭圆（圆）偏振光

椭圆（圆）偏振光：光矢量绕着光的传播方向旋转，其旋转角速度对应光的角频率；对着光的传播方向看去，光矢量端点的轨迹是一个椭圆(圆)。

椭圆（圆）偏振光可以看作两个相互垂直、同频率、相位差 $\pi/2$ 的线偏振光的叠加。振幅相等时为圆偏振光。

右旋圆偏振光：
光矢量顺时针转动



§ 12-13 起偏和检偏 马吕斯定律

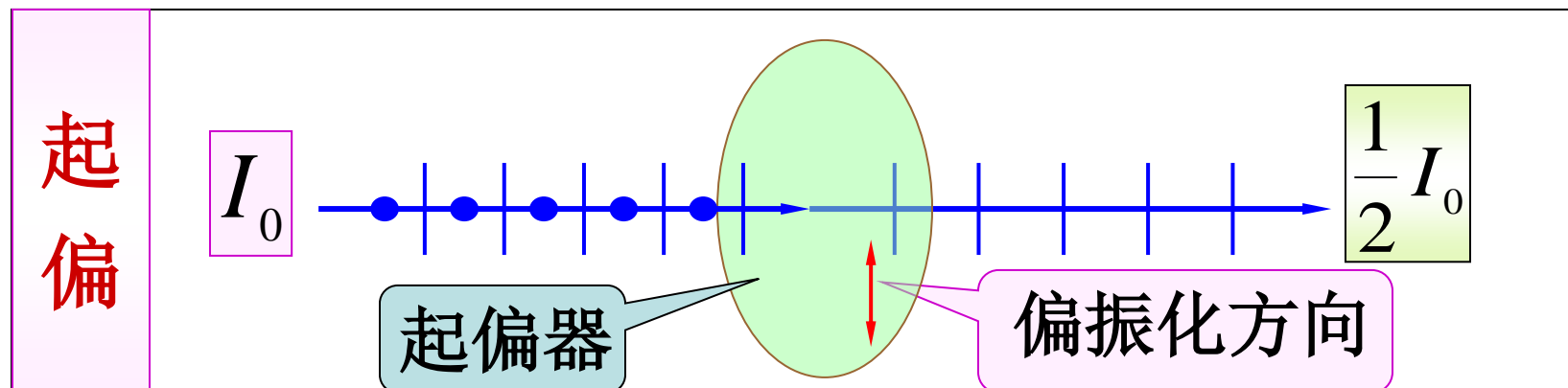
起偏和检偏 马吕斯定律

二 偏振片 起偏与检偏

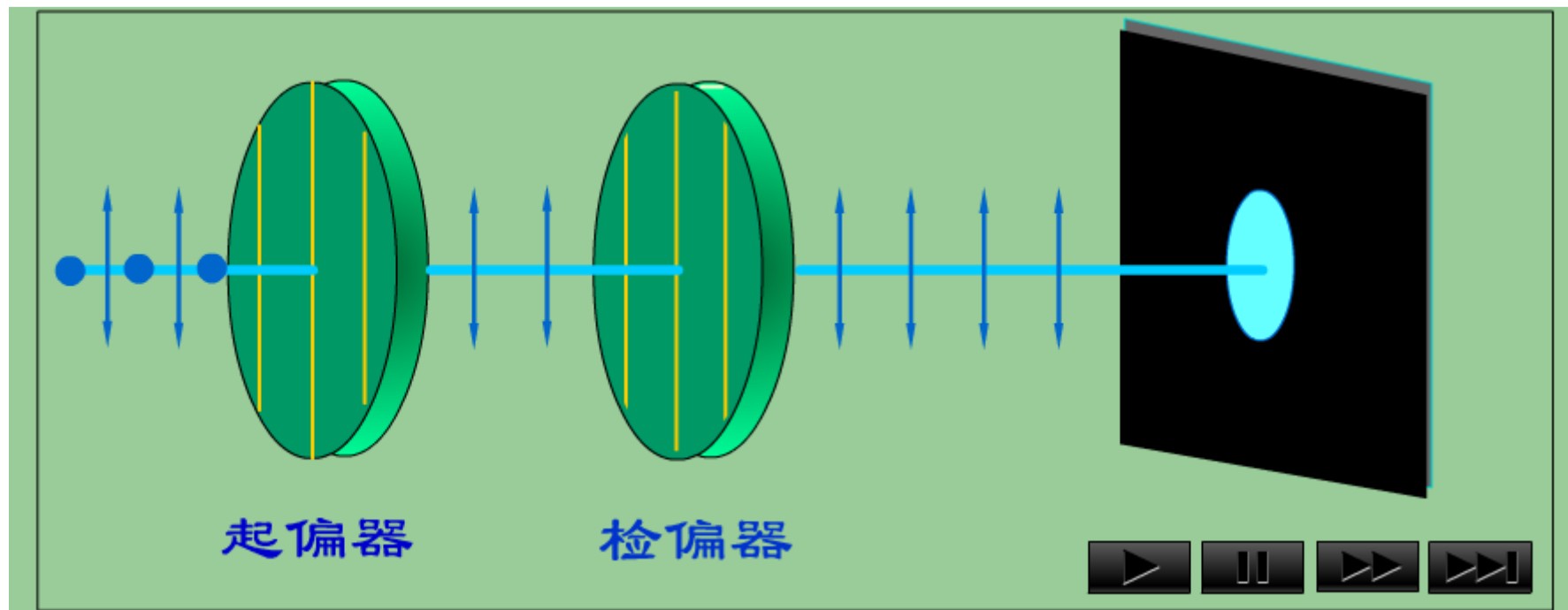
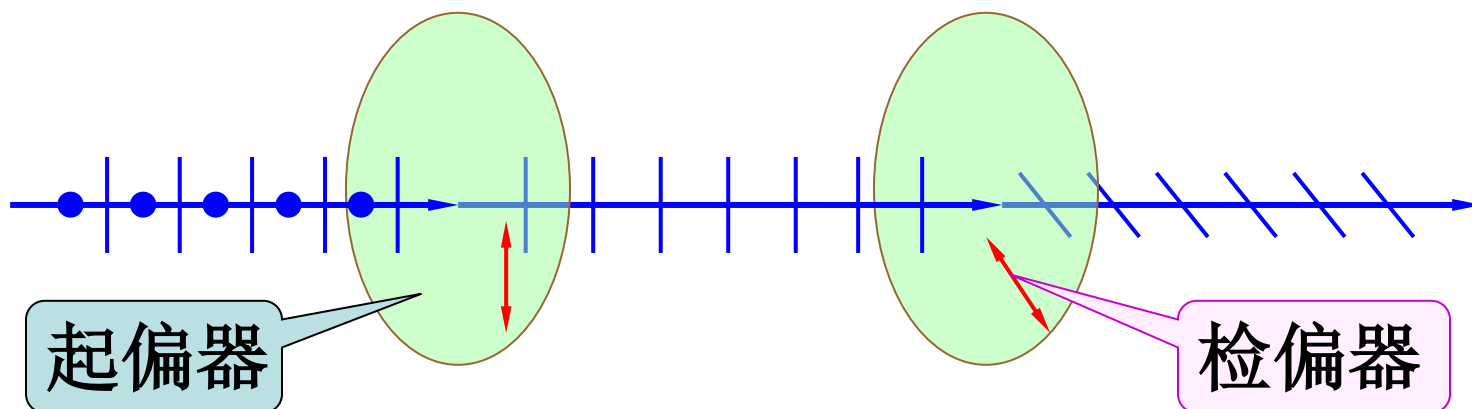
◆ **二向色性**：某些物质能吸收某一方向的光振动，而只让与这个方向垂直的光振动通过，这种性质称二向色性。

◆ **偏振片**：涂有二向色性材料的透明薄片。

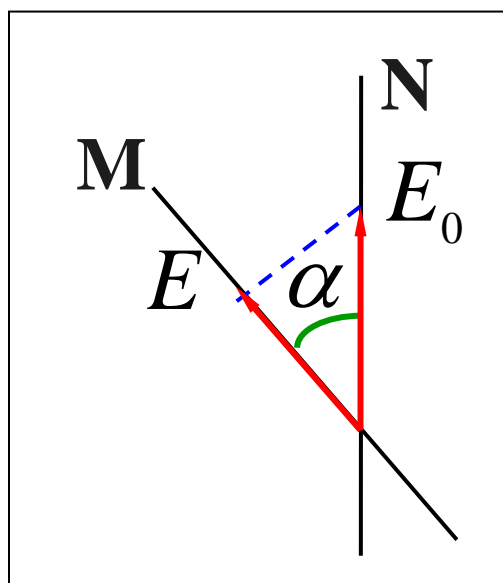
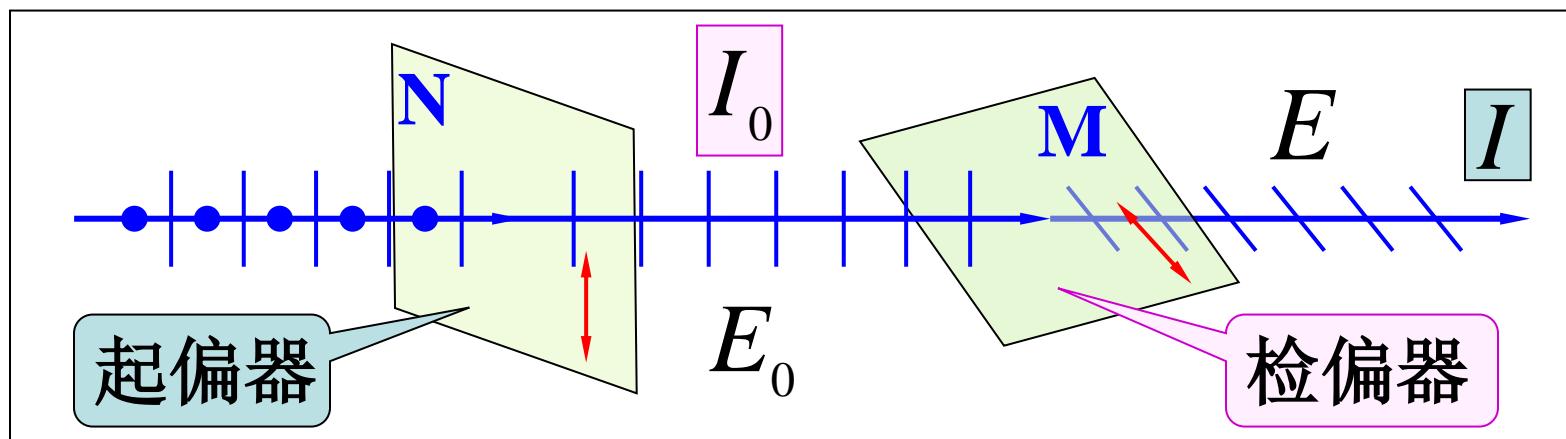
◆ **偏振化方向**：当自然光照射在偏振片上时，它只让某一特定方向的光通过，这个方向叫此偏振片的偏振化方向。



检偏



三 马吕斯定律 (1880 年)



$$E = E_0 \cos \alpha \quad \frac{I}{I_0} = \frac{E^2}{E_0^2}$$

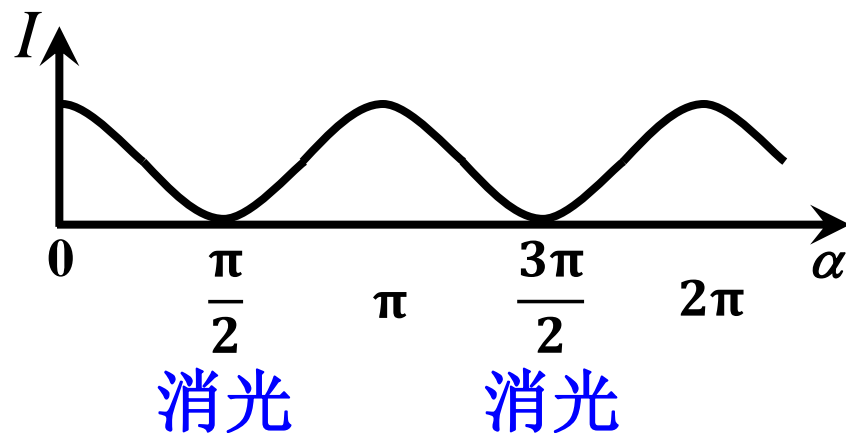
马吕斯定律 强度为 I_0 的偏振光通过检偏振器后，出射光的强度为

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

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (\text{线偏振光入射})$$

当: $\alpha = 0, \pi \rightarrow I = I_0$

当: $\alpha = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \rightarrow I = 0$

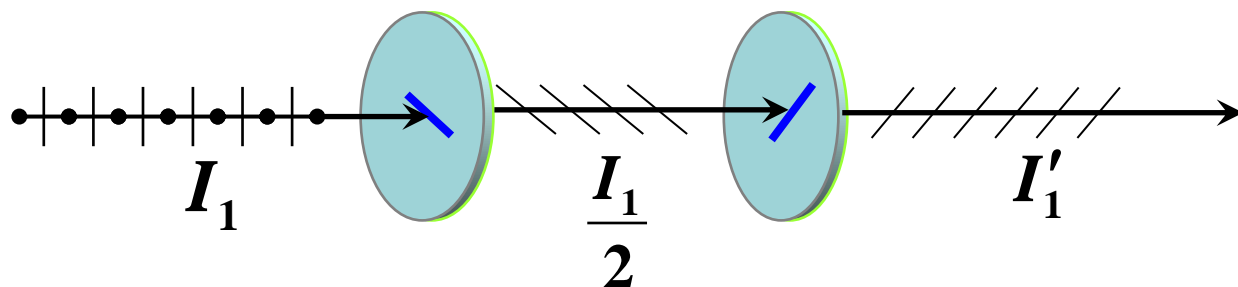


其他情形, $0 < I < I_0$

自然光入射, 出射光强为 $I = \frac{I_0}{2}$

例12-16 用两偏振片平行放置作为起偏器和检偏器。在它们的偏振化方向成 30° 角时，观测一光源，又在成 60° 角时，观测同一位置处的另一光源。两次所得的强度相等。求两光源照到起偏器上的光强之比。

解：



$$I'_1 = \frac{1}{2} I_1 \cos^2 30^\circ \quad I'_2 = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 60^\circ$$

$$\xrightarrow{I'_1 = I'_2} \frac{I_1}{I_2} = \frac{\cos^2 60^\circ}{\cos^2 30^\circ} = \frac{1}{3}$$

思考：一束光是自然光和线偏振光的混合光，当它垂直通过一偏振片后，随着偏振片的偏振化方向取向的不同，出射光强度可以变化 5 倍。确定入射光中自然光与线偏振光的强度之比。

$$I_{\max} = \frac{1}{2} I_0 + I_1 \quad I_{\min} = \frac{1}{2} I_0$$

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 5 \quad \Rightarrow \quad I_1 = 2I_0$$

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

§ 12-14 反射和折射时光的偏振

反射和折射时光的偏振

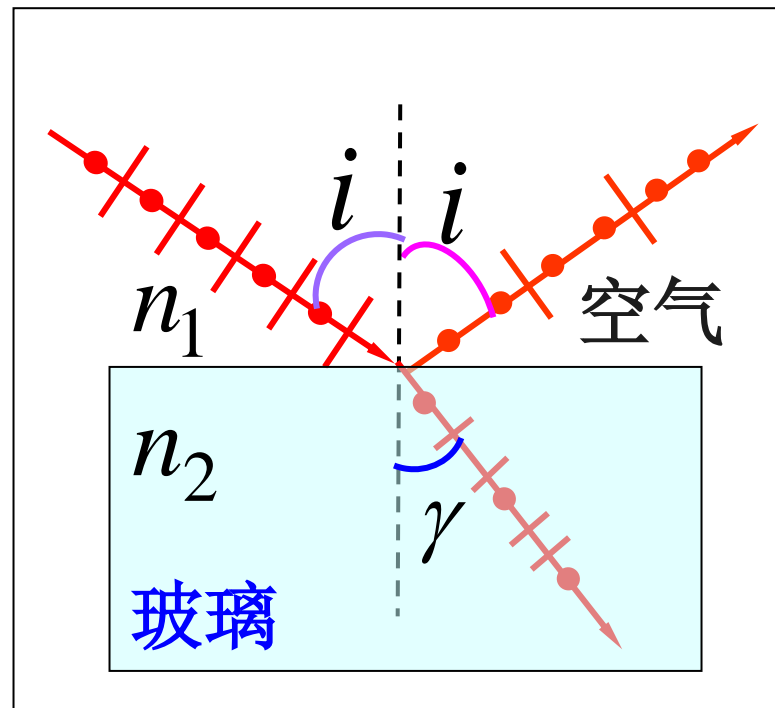
光反射与折射时的偏振

入射面 入射光线和法线所成的平面。

反射光 部分偏振光，
垂直于入射面的振动大于平行于入射面的振动。

折射光 部分偏振光，平行于入射面的振动大于垂直于入射面的振动。

理论和实验证明： 反射光的偏振化程度与入射角有关。



反射光和折射光互相垂直

当 $i_0 + \gamma = \frac{\pi}{2}$ 时,

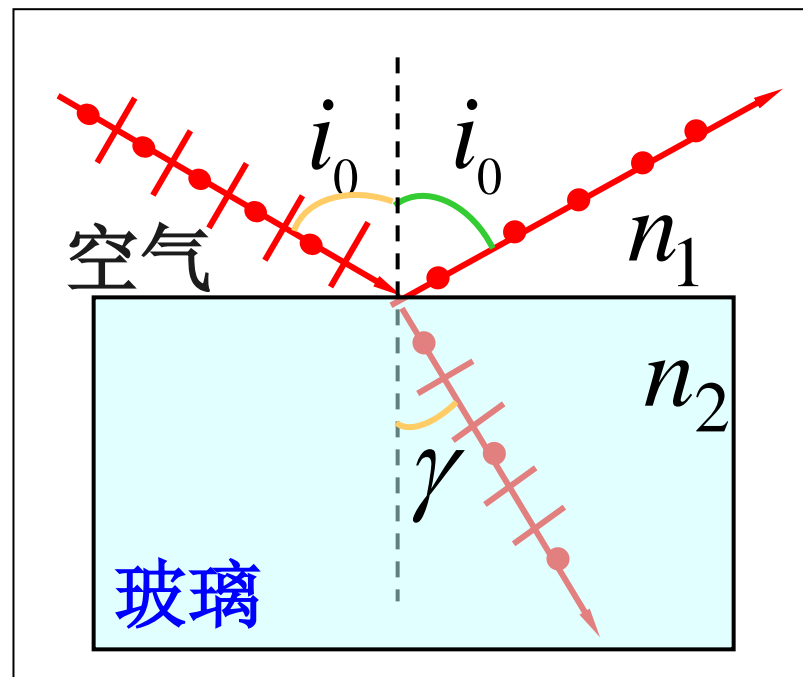
$$\frac{\sin i_0}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin \gamma = \sin\left(\frac{\pi}{2} - i_0\right) = \cos i_0$$

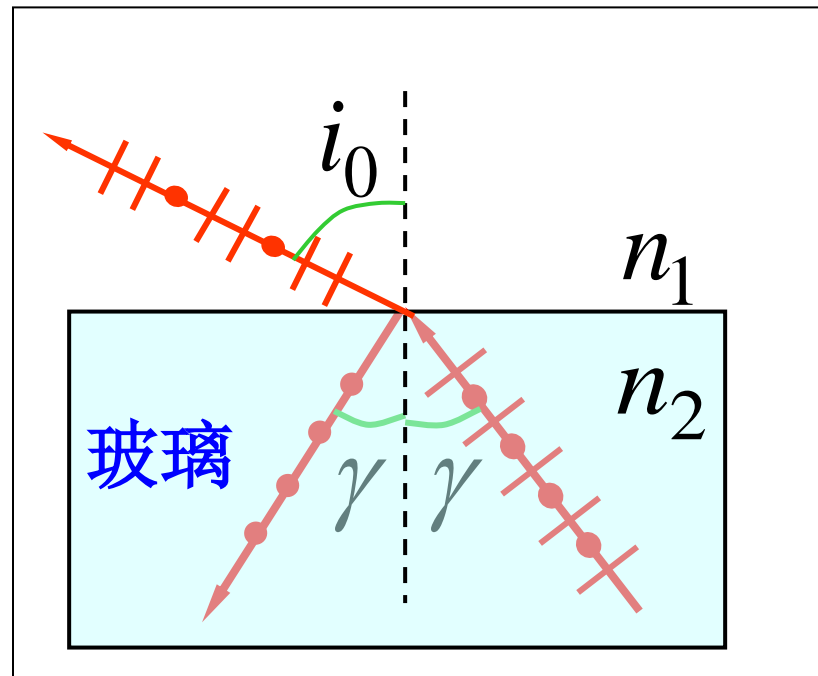
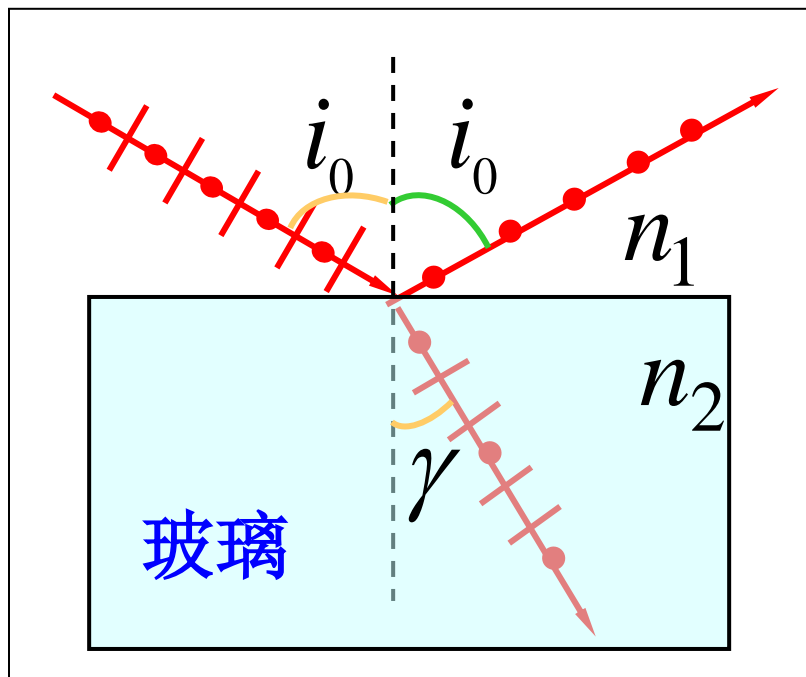
$$\tan i_0 = \frac{\sin i_0}{\cos i_0} = \frac{\sin i_0}{\sin \gamma}$$

布儒斯特定律 (1812年)

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



反射光为**完全偏振光**，且
振动垂直入射面，折射光
为**部分偏振光**。



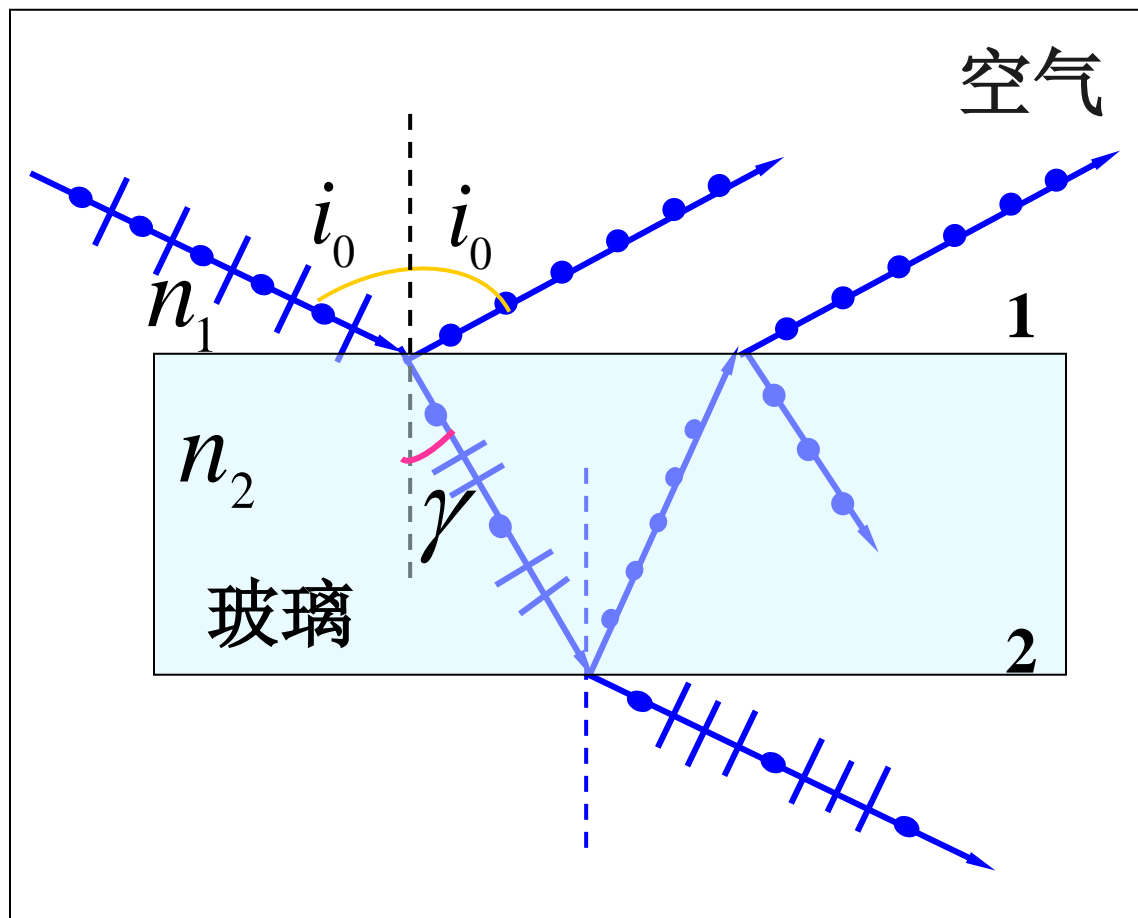
2) 当入射光以 γ 角从 n_2 介质入射于界面时，此 γ 角也为布儒斯特角。

$$\frac{\sin i_0}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin i_0 = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right) = \cos \gamma$$

$$\tan \gamma = \frac{n_1}{n_2}$$

例 一自然光自空气射向一块平板玻璃，入射角为布儒斯特角 i_0 ，问在界面 2 的反射光是什么光？

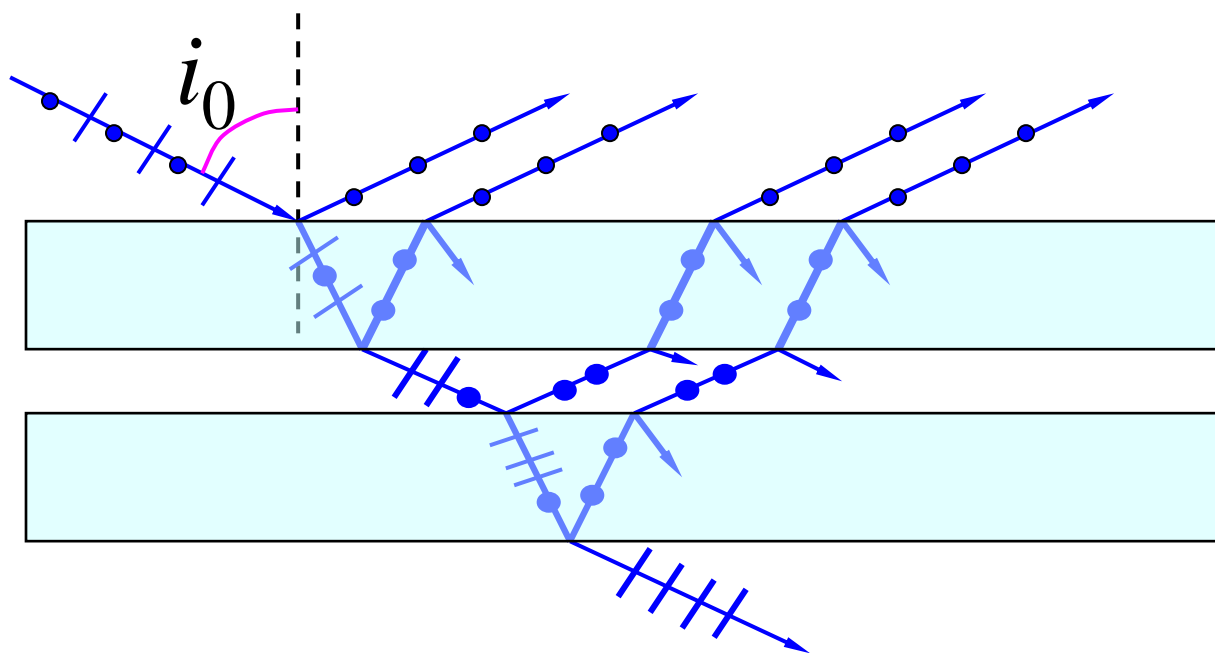


注意：一次起偏垂直入射面的振动仅很小部分被反射（约15%）所以**反射偏振光很弱**。一般应用**玻璃片堆**产生偏振光

注意

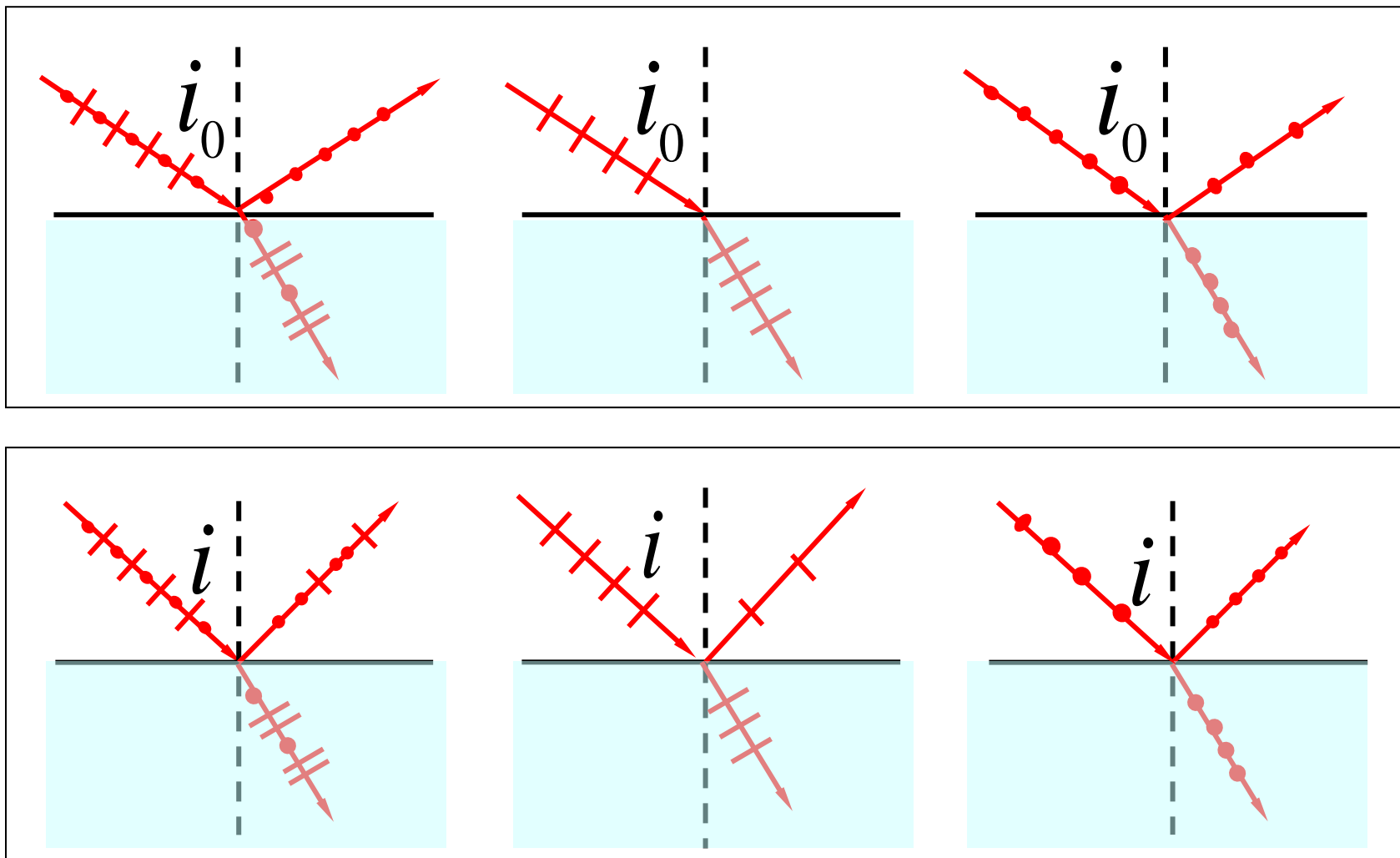
对于一般的光学玻璃，反射光的强度约占入射光强度的7.5%，大部分光将透过玻璃。

利用玻璃片堆产生线偏振光



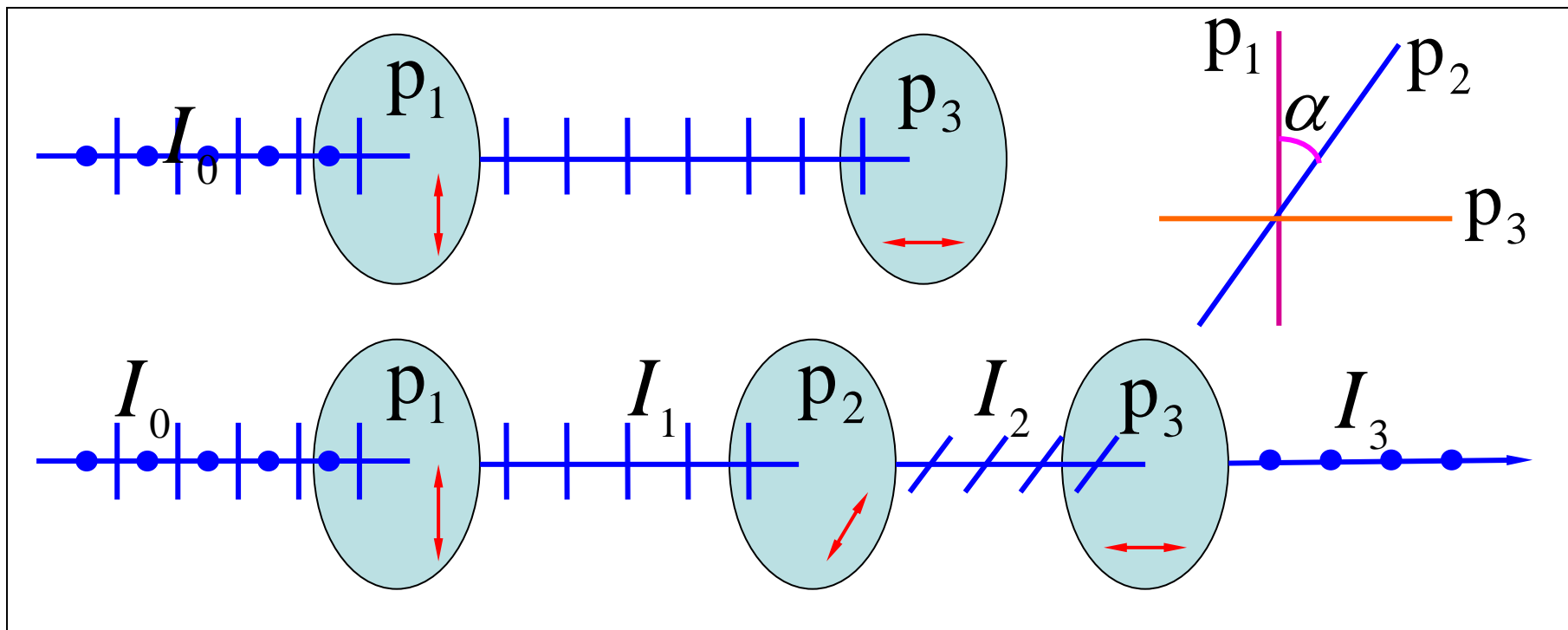
讨论

讨论下列光线的反射和折射（起偏角 i_0 ）。



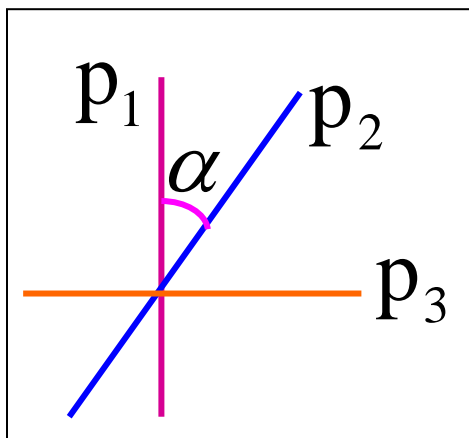
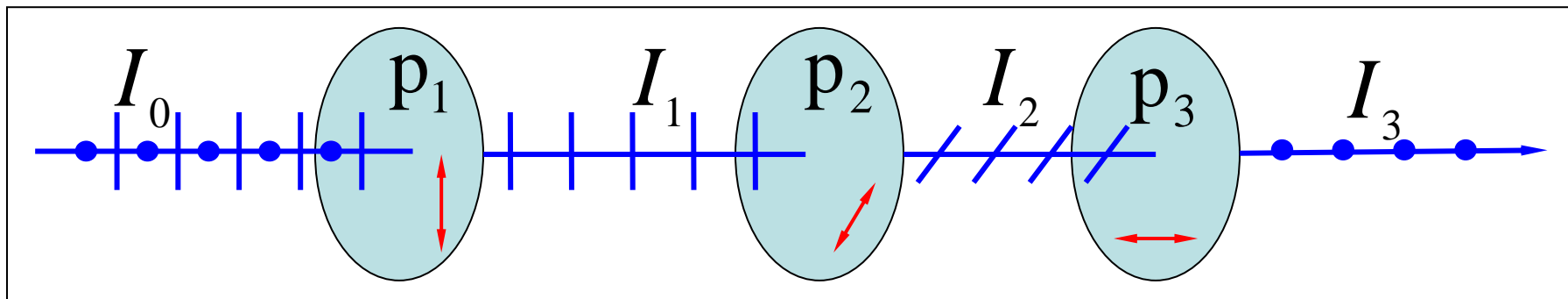
讨论

在两块正交偏振片 p_1, p_3 之间插入另一块偏振片 p_2 ，光强为 I_0 的自然光垂直入射于偏振片 p_1 ，讨论转动 p_2 透过 p_3 的光强 I 与转角的关系。



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

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{I_0}{2} \cos^2 \alpha$$



$$I_2 = \frac{I_0}{2} \cos^2 \alpha \quad I_3 = I_2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right)$$

$$I_3 = I_2 \sin^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha$$

$$I_3 = \frac{1}{8} I_0 \sin^2 2\alpha$$

若 α 在 $0 \sim 2\pi$ 间变化, I_3 如何变化?

$$\alpha = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}, \quad I_3 = 0 \quad \alpha = \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4}, \quad I_3 = \frac{I_0}{8}$$

对某一定波长的垂直入射光，衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大，欲使屏幕上出现更高级次的主极大，应该

- ☐ A 换一个光栅常数较小的光栅
- ☒ B 换一个光栅常数较大的光栅
- ☐ C 将光栅向靠近屏幕的方向移动
- ☐ D 将光栅向远离屏幕的方向移动

提交

返回

退出

一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上，在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜。已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm ，则入射光波长约为

- ☐ A 100 nm
- ☐ B 400 nm
- ☒ C 500 nm
- ☐ D 600 nm

提交

返回

退出

自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上，反射光是

- ☐ A 在入射面内振动的完全线偏振光
- ☐ B 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光
- ☒ C 垂直于入射面的完全线偏振光
- ☐ D 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光

提交

返回

退出

在双缝干涉实验中，入射光的波长为 λ ，用玻璃纸遮住双缝中的一个缝，若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ ，则屏上原来的明纹处

- ☐ A 仍为明条纹
- ☒ B 变为暗条纹
- ☐ C 既非明纹也非暗纹
- ☐ D 无法确定是明纹，还是暗纹

提交

返回

退出

用钠光($\lambda=589.3\text{ nm}$)垂直照射到某光栅上, 测得第三级光谱的衍射角为 60° 。

(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° , 求后一光源发光的波长。

(2) 若以白光($400\text{ nm}-760\text{ nm}$) 照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角。

解: 由光栅方程 $d \sin \theta = 3\lambda$ 可求出光栅常量

$$d = 3\lambda / \sin 60^\circ = 2041.4\text{ nm}$$

换另一光源 $d \sin \theta' = 2\lambda'$

$$3\lambda / \sin 60^\circ = 2\lambda' / \sin 30^\circ \quad \lambda' = 510.3\text{ nm}$$

$$d \sin \theta = 2\lambda$$

由 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 时, $\theta_1 = \sin^{-1} (2 \times 400 / 2041.4)$

由 $\lambda = 760 \text{ nm}$ 时, $\theta_2 = \sin^{-1} (2 \times 760 / 2041.4)$

白光第二级光谱的张角 $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 25^\circ$