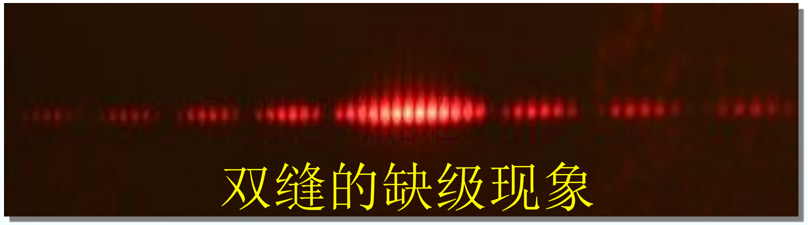
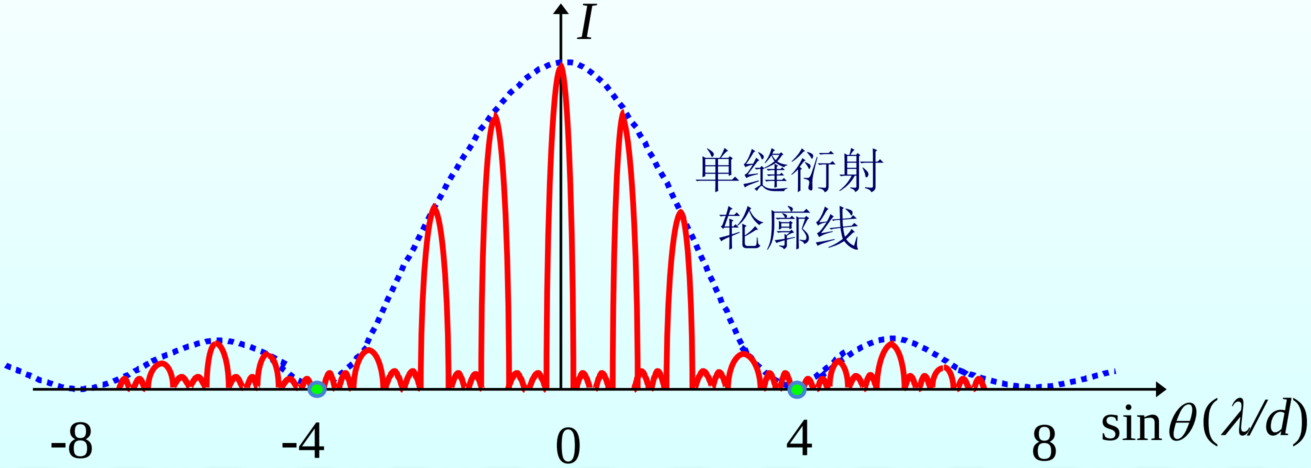
知识回顾：

光栅方程 $\boxed{(a+b)\sin\theta = \pm k\lambda}$ $(k = 0,1,2,\cdots)$

缺级 $\boxed{k = \dfrac{a+b}{a}k'}$ $k' = \pm 1, \pm 2, \pm 3 \cdots$

谱线级数 $\boxed{k < \dfrac{d}{\lambda}}$


双缝的缺级现象

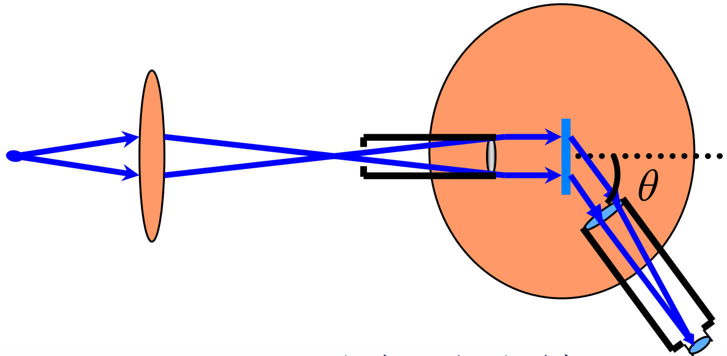


四、 光栅光谱

复色光照射光栅时，谱线按波长向外侧依次分开排列，形成光栅光谱。

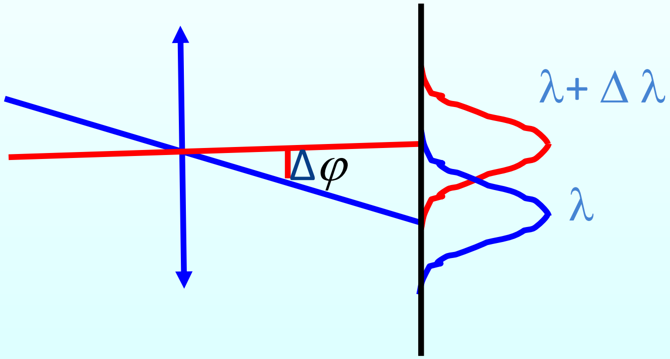
- 谱线重叠:

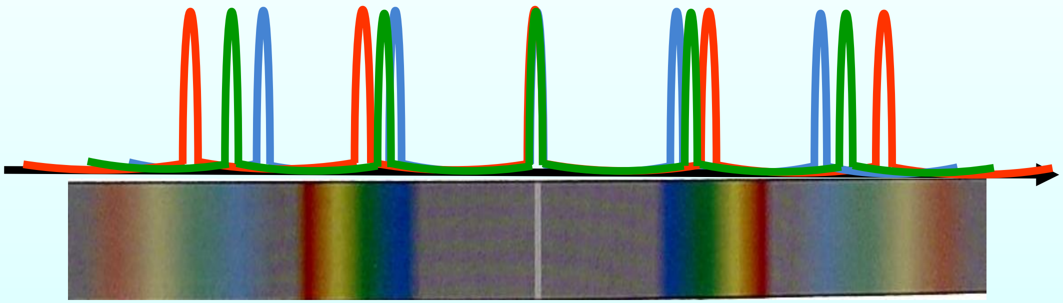
当$k+1$级光谱中λ 的衍射角与k级光谱中 $\lambda+\Delta\lambda$ 的衍射角相等时,光谱发生重叠.



光栅分光镜

$$\boxed{(k+1)\lambda = k(\lambda+\Delta\lambda)}$$





- 光栅的分辨本领

把波长靠得很近的两条谱线分辨的清楚的本领

$$\boxed{R=\frac{\bar{\lambda}}{\Delta\lambda}}$$

色分辨本领

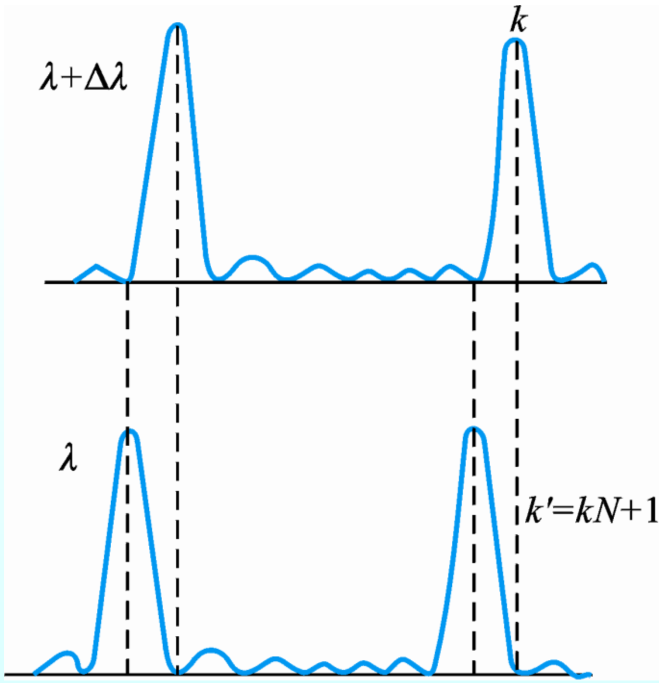
波长为λ+Δλ的第*k* 级主极大的角位置为：

$$(a+b)\sin\theta=k(\lambda+\Delta\lambda)$$

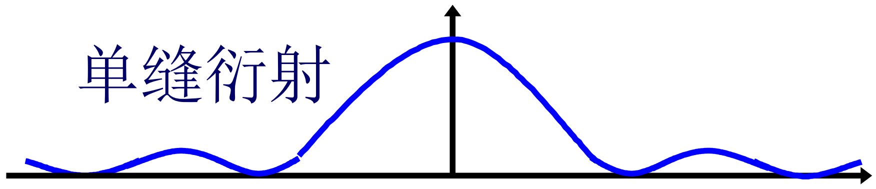
波长为λ的第*k*+1/*N*级极小的角位置为：

$$(a+b)\sin\theta'=(k+\frac{1}{N})\lambda$$

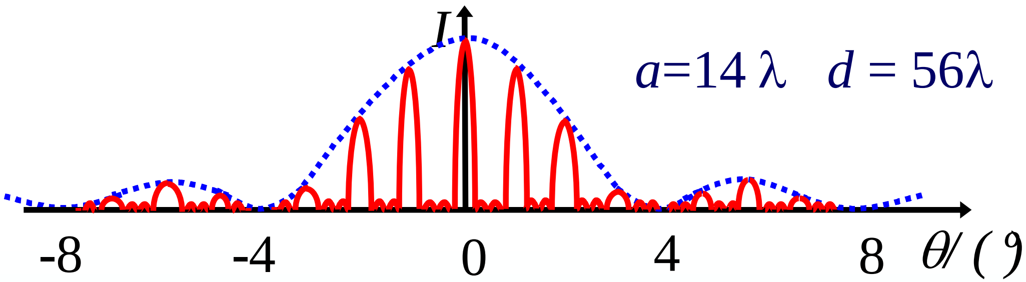
$$\Rightarrow\quad \boxed{R=\frac{\lambda}{\Delta\lambda}=kN}$$



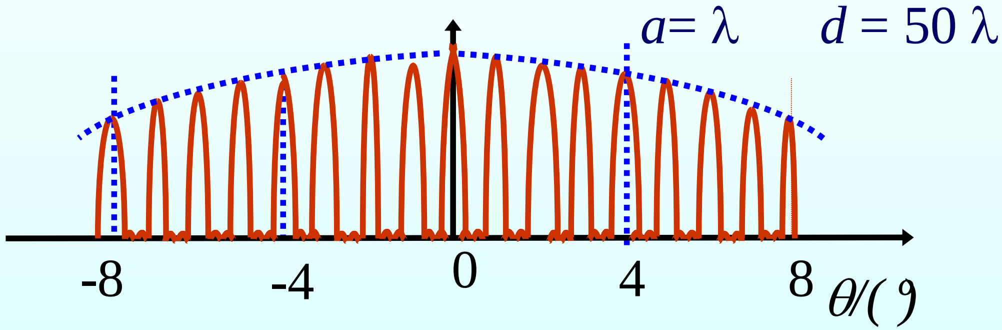
• 干涉和衍射的区别和联系



双缝衍射中的干涉条纹



双缝衍射中干涉条纹的强度为单缝衍射图样所影响



双缝干涉中干涉条纹的强度受单缝衍射的影响小

相同点

- 相干叠加
- 光强重新分布
- 形成稳定的图样

不同点

- 无限多子波的相干叠加称为衍射
- 有限多光束的相干叠加称为干涉

例、用每毫米500条栅纹的光栅，观察钠光谱（λ=590nm）

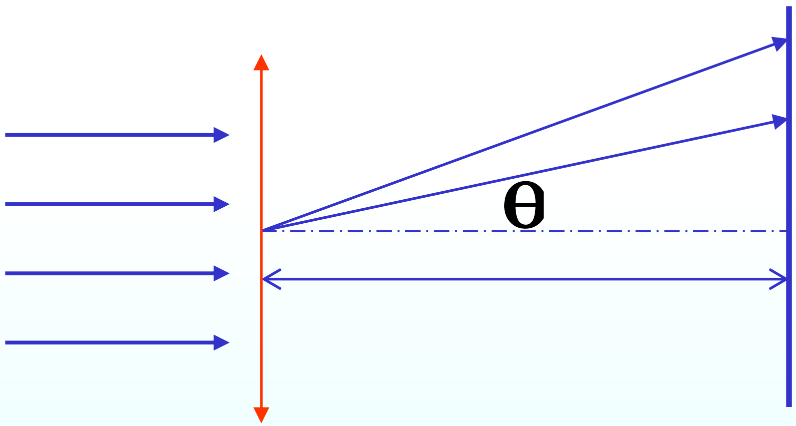
求：（1）光线垂直入射；（2）光线以 30° 角入射时，最多能看到几级条纹？

解:（1）光栅方程： $(a+b)\sin\theta = k\lambda \qquad k = 0, \pm 1, \pm 2 \cdots$

$$k = \frac{a+b}{\lambda}\sin\theta$$

$$a+b = \frac{1\times 10^{-3}}{500} = 2\times 10^{-6}\,m$$

$$k < \frac{a+b}{\lambda} = \frac{2\times 10^{-6}}{590\times 10^{-9}} \approx 3.39$$



取 k =3

最多能看到 k =3, 2, 1, 0, −1, −2, −3 级条纹

（2） 以入射角30° 入射

$$(a+b)(\sin\theta \pm \sin\varphi) = k\lambda$$

入射光和衍射光在光栅平面法线，同侧取"+"异侧取"−".

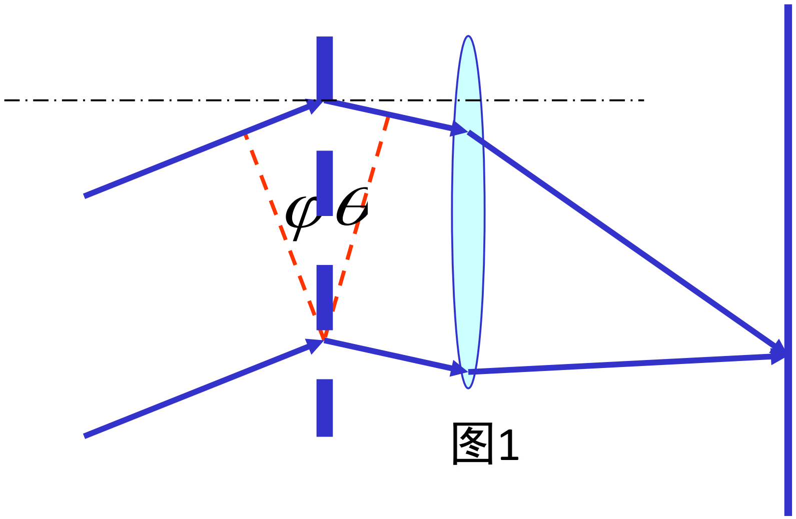


图1

图1:

$$(a+b)(\sin\theta + \sin\varphi) = k\lambda$$

$$k = \frac{(a+b)(\sin\theta + \sin\varphi)}{\lambda}$$

$$|\sin\theta| < 1$$

$$k < \frac{2\times10^{-6}\times(\sin 30^\circ + 1)}{590\times10^{-9}} \approx 5.09$$

$$k > \frac{2\times10^{-6}\times(\sin 30^\circ - 1)}{590\times10^{-9}} = -1.69$$

可取 k = -1，0，1，2，3，4，5

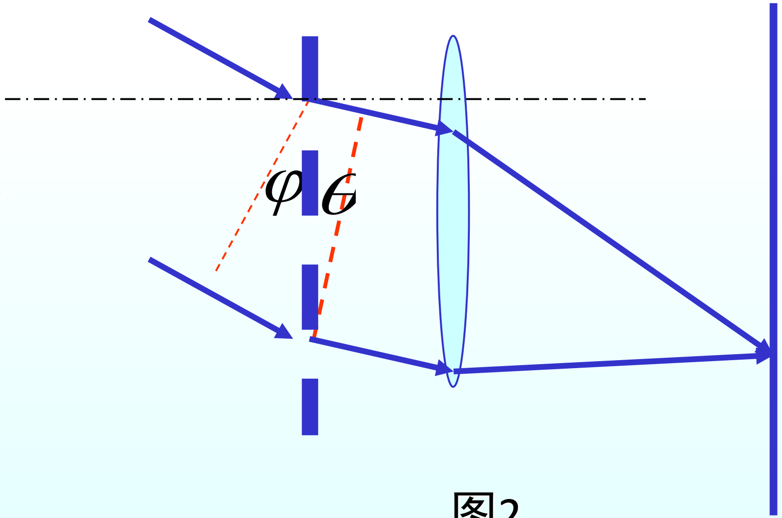


图2

（2）

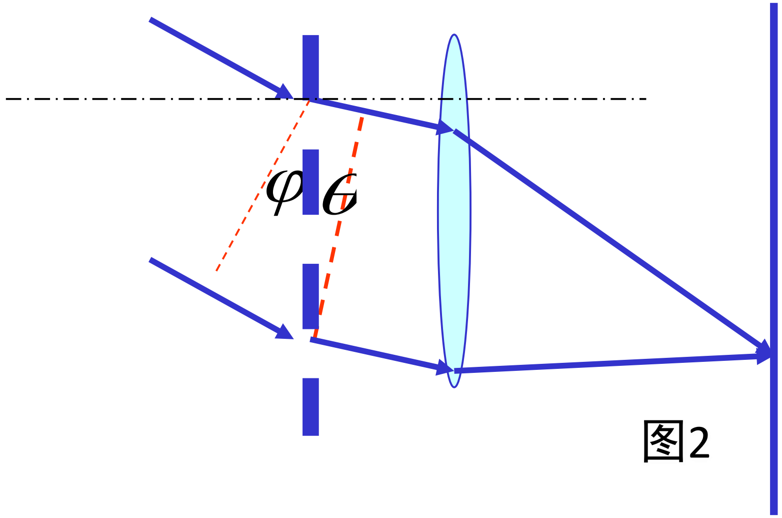


图2

$$(a+b)(\sin\theta-\sin\varphi)=k\lambda$$

$$k=\frac{(a+b)(\sin\theta-\sin\varphi)}{\lambda}$$

$$<\frac{2\times10^{-6}\times(\sin90^\circ-\sin30^\circ)}{590\times10^{-9}}\approx1.69$$

上侧最大： $k=1$

$$k=\frac{(a+b)(\sin\theta-\sin\varphi)}{\lambda}$$

$$>\frac{2\times10^{-6}\times(\sin(-90^\circ)-\sin30^\circ)}{590\times10^{-9}}\approx-5.09$$

下侧最大：$k=-5$

最多能看到 k = -5,-4,-3,-2,-1,0, 1 级条纹

引入新课

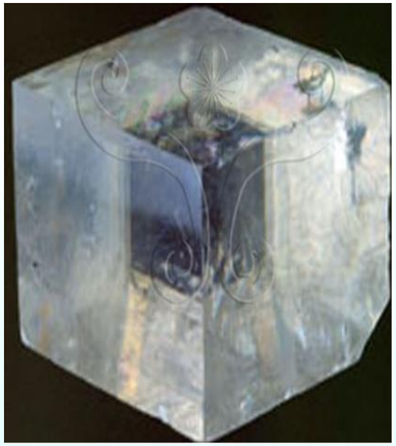
问题：3D立体电影是如何拍摄和放映的呢？

知识回顾

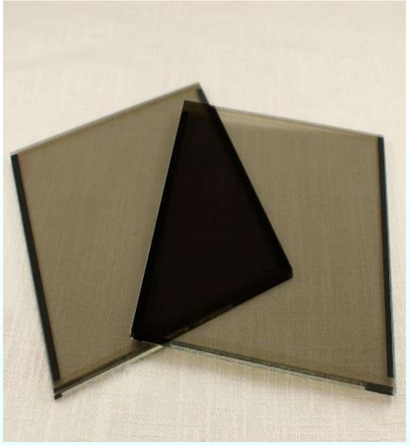
光的干涉
光的衍射 → 光具有波动性

光的偏振 → 光波是横波

马吕斯(法)



方解石



偏振片

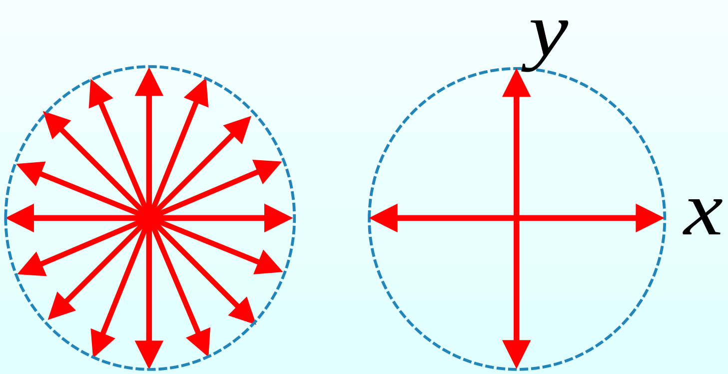
光的偏振：光的振动方向在振动面内不具有对称性

§12-12 光的偏振状态

偏振态：在垂直于光传播方向的平面内，光矢量可能有不同的振动方向，把光矢量在振动方向上的状态称为**偏振态**.

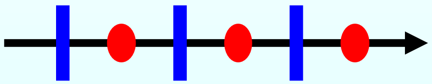
一、自然光

在垂直于光传播方向上的平面内，一切可能的方向上都有光振动，且各方向光矢量振幅都相等。



$$I = I_x + I_y$$

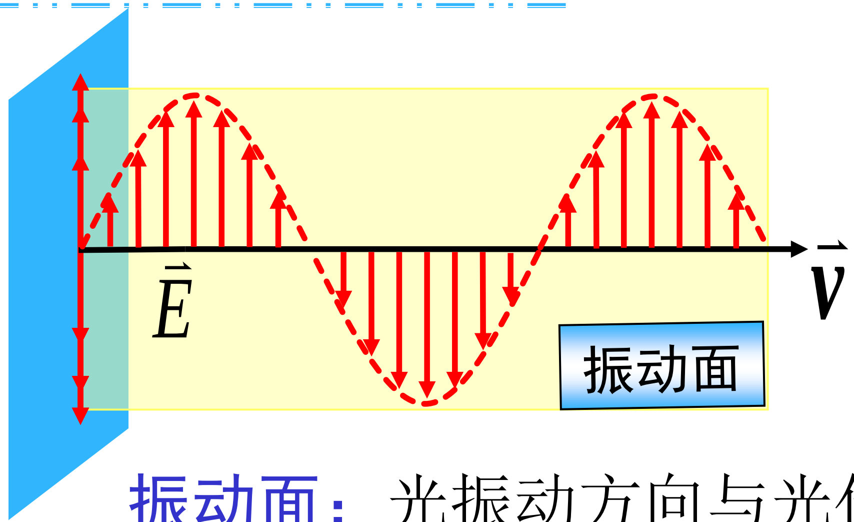
$$I_x = I_y = \frac{1}{2} I$$

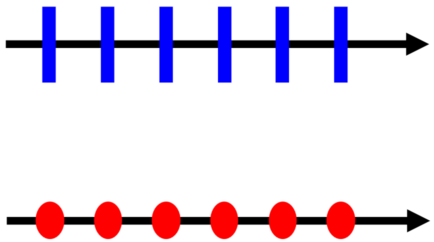


图示

自然光是非偏振光

二、线偏振光





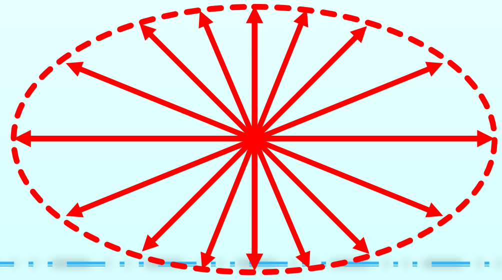
图示

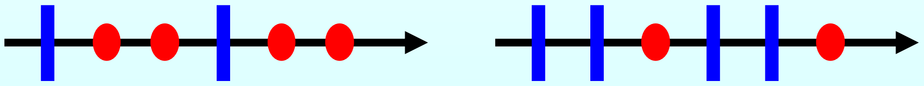
<u>振动面</u>：光振动方向与光传播方向所确定的平面

光振动方向始终沿某一方向，在振动面内，故又称平面偏振光或完全偏振光。

三、部分偏振光

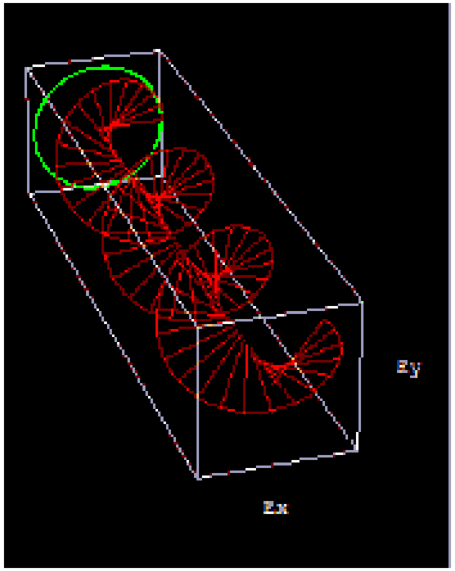
光矢量在各振动方向的光强不是轴对称分布，是在某一方向占优势。

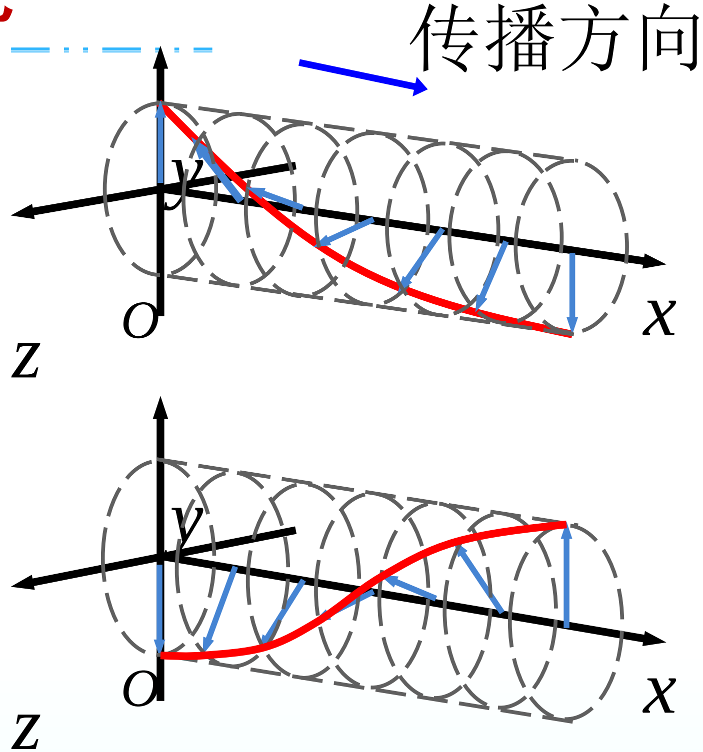


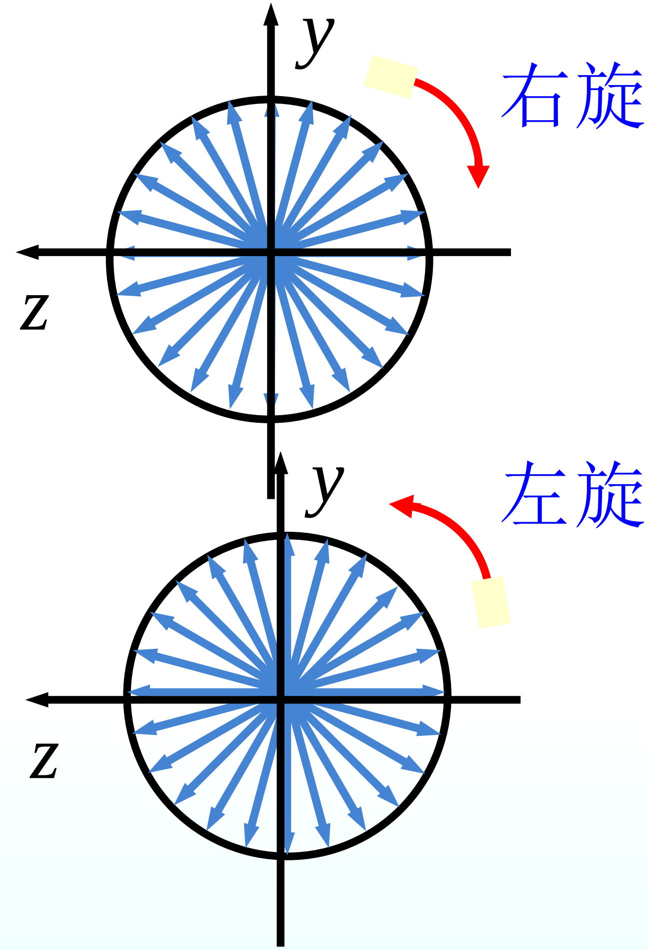


图示

四、圆偏振光

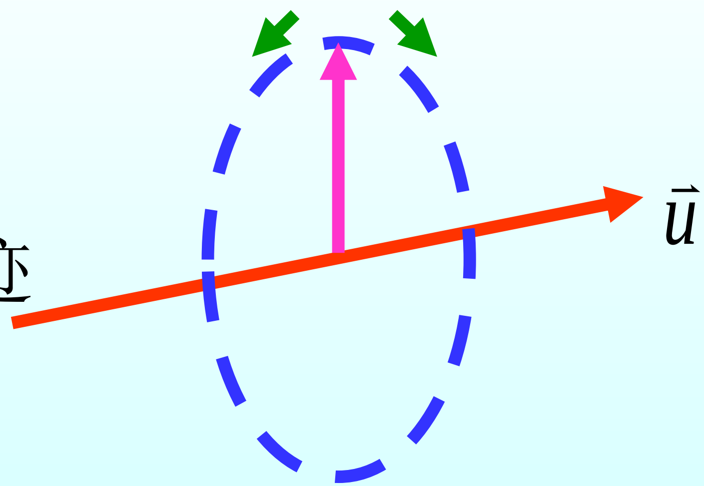






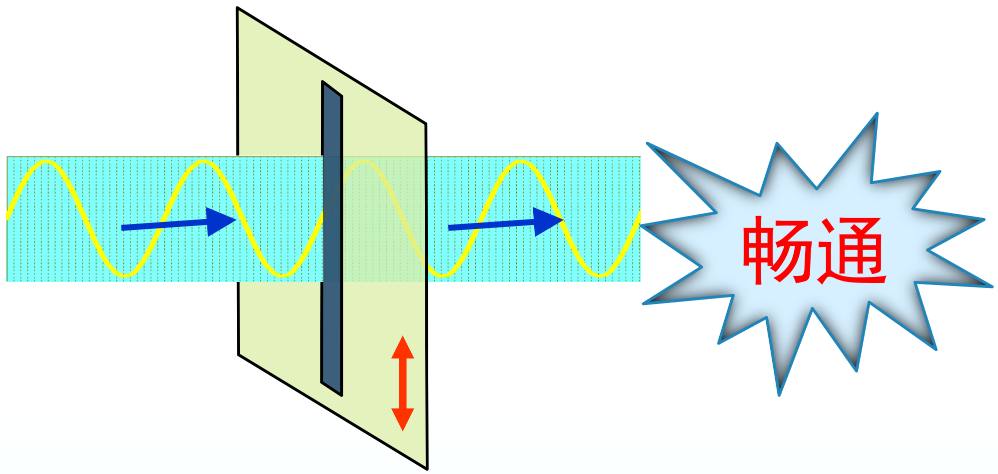
五、椭圆偏振光

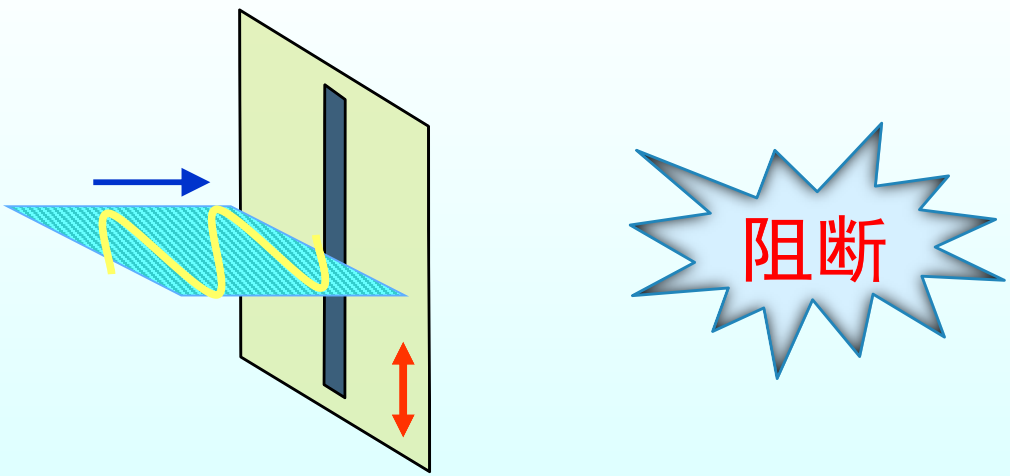
电矢量$\vec{E}$描绘的轨迹

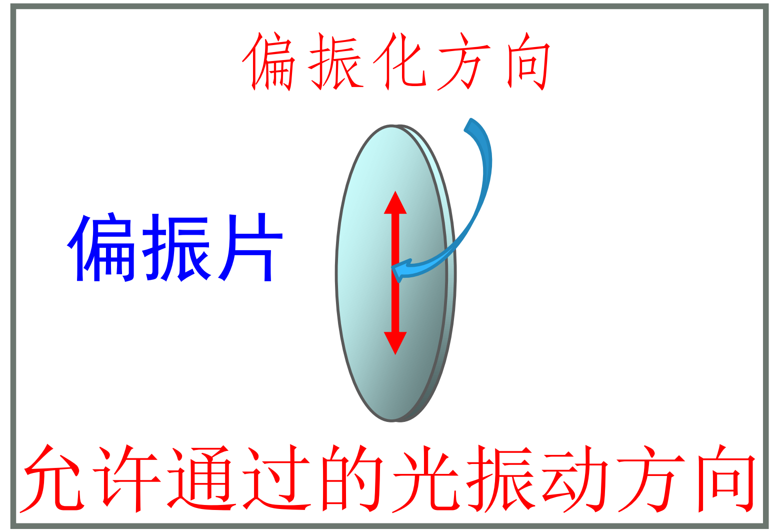


§12-13 起偏与检偏　马吕斯定律

一、偏振片





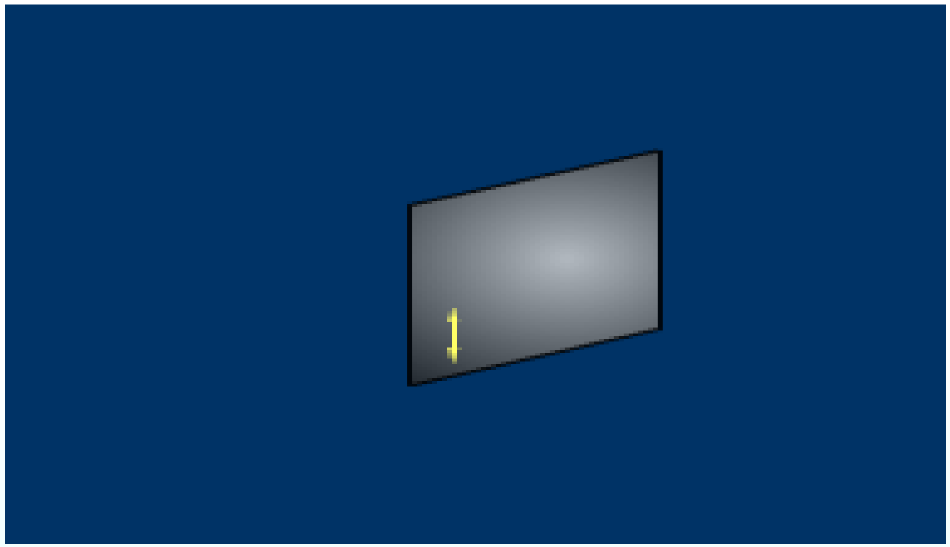


二、起偏和检偏

1、起偏

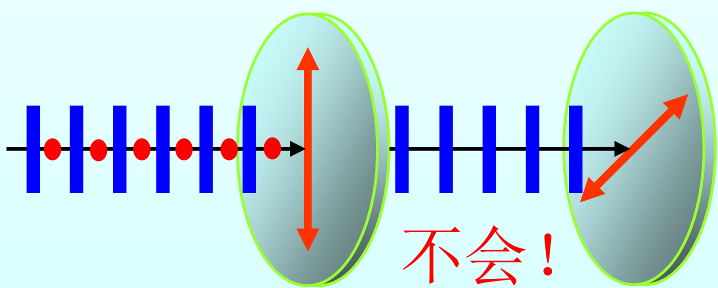
从自然光获得偏振光

自然光I_0

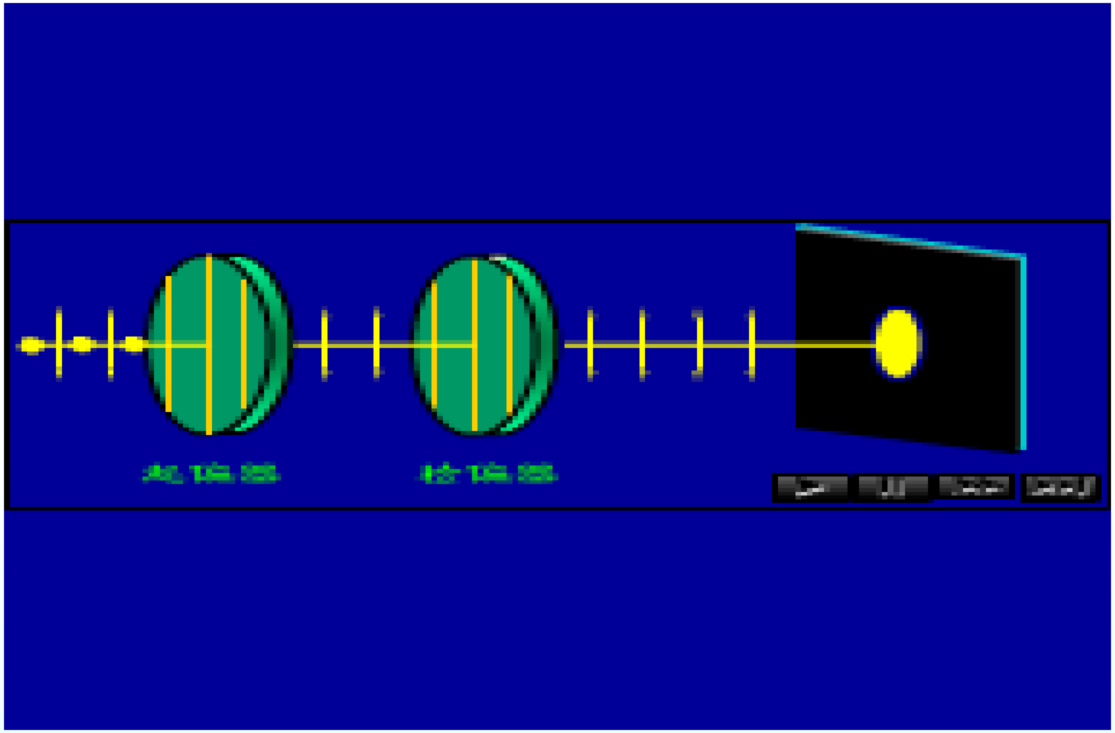


偏振光 $\frac{I_0}{2}$

思考：慢慢转动起偏器，光线会有明暗变化吗？



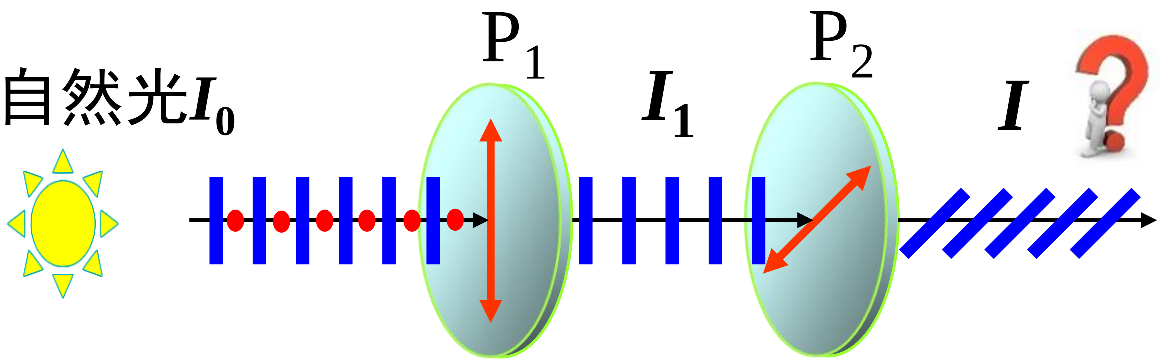
2、检偏

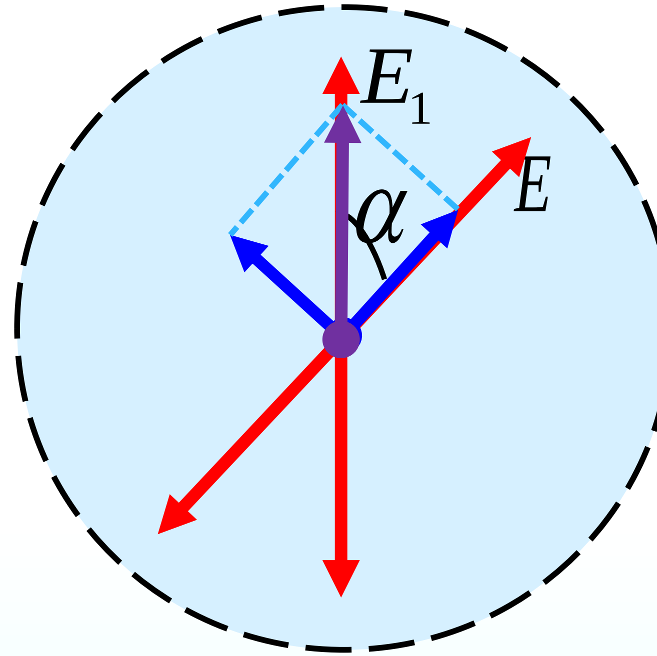


结论：光线的明暗变化与偏振片的偏振化方向有关

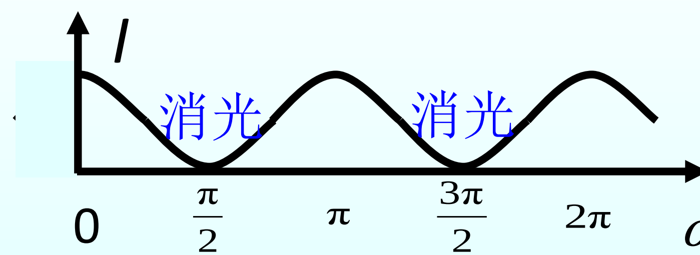
三、马吕斯定律

（偏振光强度的变化规律）





$$\left.\begin{aligned} E &= E_1\cos\alpha \\ \frac{I}{I_1} &= \frac{E^2}{E_1^2} = \cos^2\alpha \end{aligned}\right\} \quad \boxed{I = I_1\cos^2\alpha}$$



思考：

- 什么时候最亮？ $\alpha = 0, \pi \quad \rightarrow I = I_1$
- 什么时候最暗（消光）？ $\alpha = \pi/2, 3\pi/2 \quad \rightarrow I = 0$

课堂思考：

如果只有一块偏振片，如何鉴别自然光、线偏振光和部分偏振光？

结论：对准光源旋转偏振片

光强无变化，且无消光	→	自然光
光强有变化，且有消光	→	线偏振光
光强有变化，但无消光	→	部分偏振光

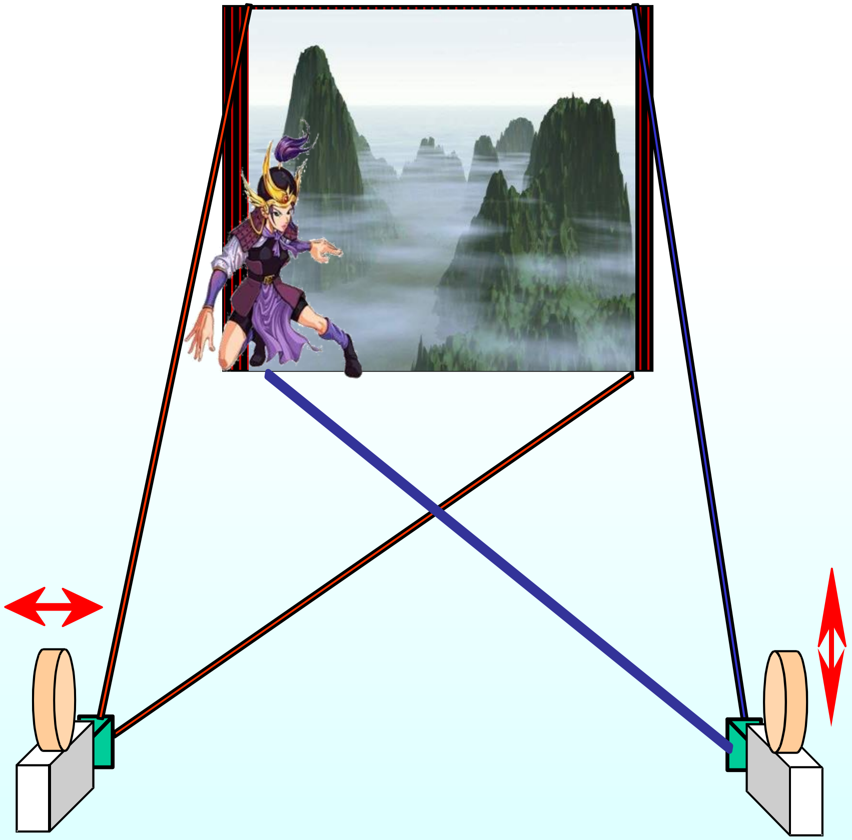
四、偏振光的应用

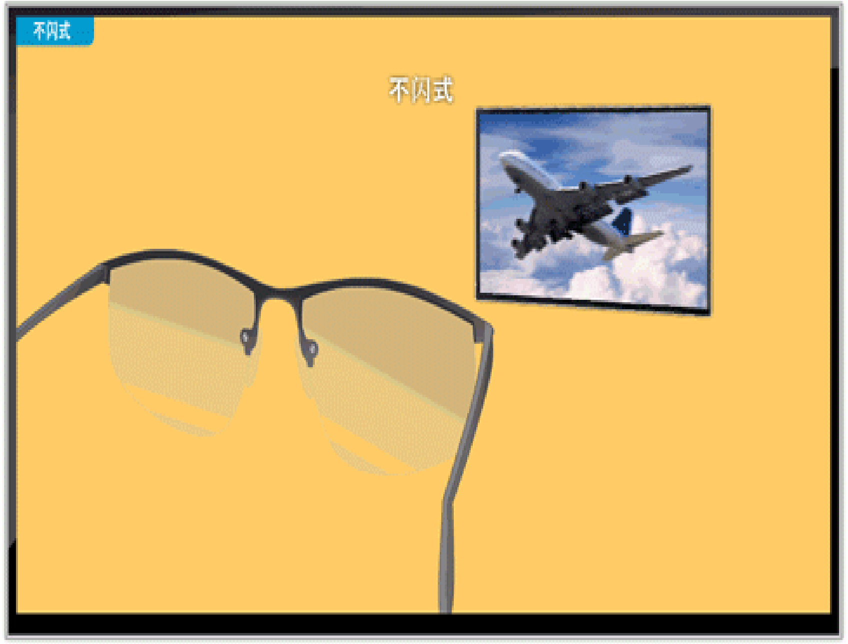
- 3D立体电影的拍摄和放映

解释问题：

解释问题：

原理：利用人眼的“双眼效应”产生立体视觉！



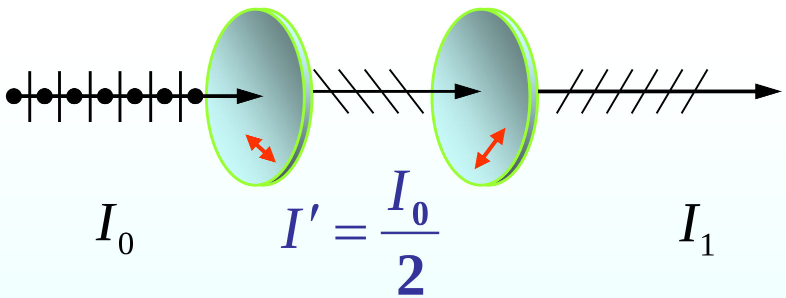


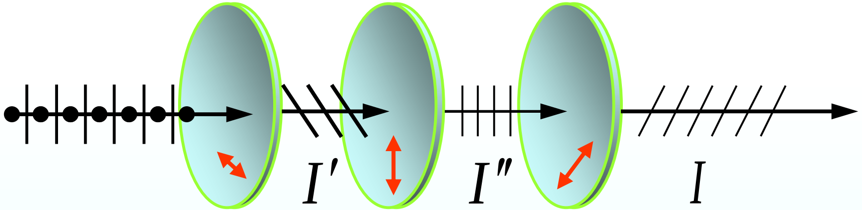
拍摄照片

在照相机镜头前加偏振镜片以消除反射光的干扰

例、已知自然光通过两个偏振化方向相交60°的偏振片，透射光强为I_1，今在 这两偏振片之间再插入另一偏振片，它的偏振化方向与前两个偏振片的偏振化方向均夹30°角，则透射光强为多少？

解：依题意





$$I_1 = I'\cos^2\alpha = I'\cos^2 60^\circ = \frac{1}{4}I'$$

$$\rightarrow I' = 4I_1$$

$$I'' = I'\cos^2 30^\circ = 4I_1\cos^2 30^\circ$$

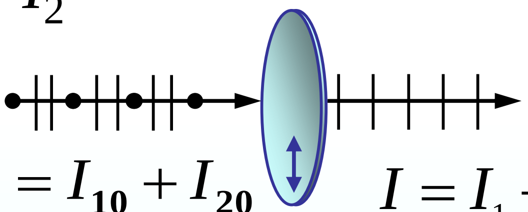
$$= 3I_1$$

$$I = I''\cos^2 30^\circ = 3I_1\left(\frac{3}{4}\right) = \frac{9}{4}I_1$$

例、一束光由自然光和线偏振光混合组成，当它通过一偏振片时，发现透射光的强度随偏振片的转动可以变化到5倍. 求入射光中自然光和线偏振光的强度各占入射光强度的几分之几？

解: 设入射光强度：I_0；自然光强度：I_{10}； 偏振光强度：I_{20}

通过偏振片后的光强分别为：I， I_1， I_2



$I_0 = I_{10} + I_{20}$　　　$I = I_1 + I_2$

$$I_0 = I_{10} + I_{20}$$

$$I_1 = \frac{1}{2} I_{10} \qquad I_2 = I_{20} \cos^2 \alpha$$

$$I = I_1 + I_2 = \frac{1}{2} I_{10} + I_{20} \cos^2 \alpha$$

$\alpha = 0$ 时　$\rightarrow I = I_{max} = \dfrac{1}{2} I_{10} + I_{20}$

$\alpha = 90°$ 时　$\rightarrow I = I_{min} = \dfrac{1}{2} I_{10}$

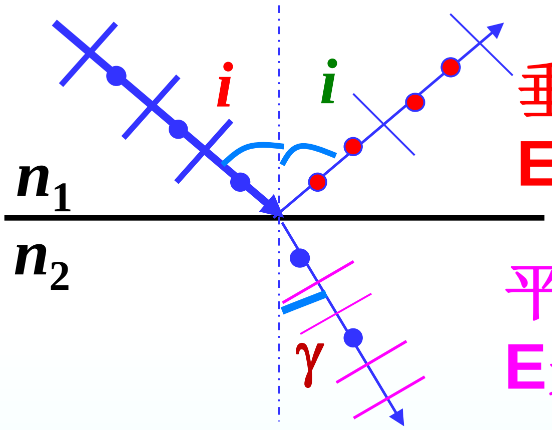
$$I_{max} = 5 I_{min}$$

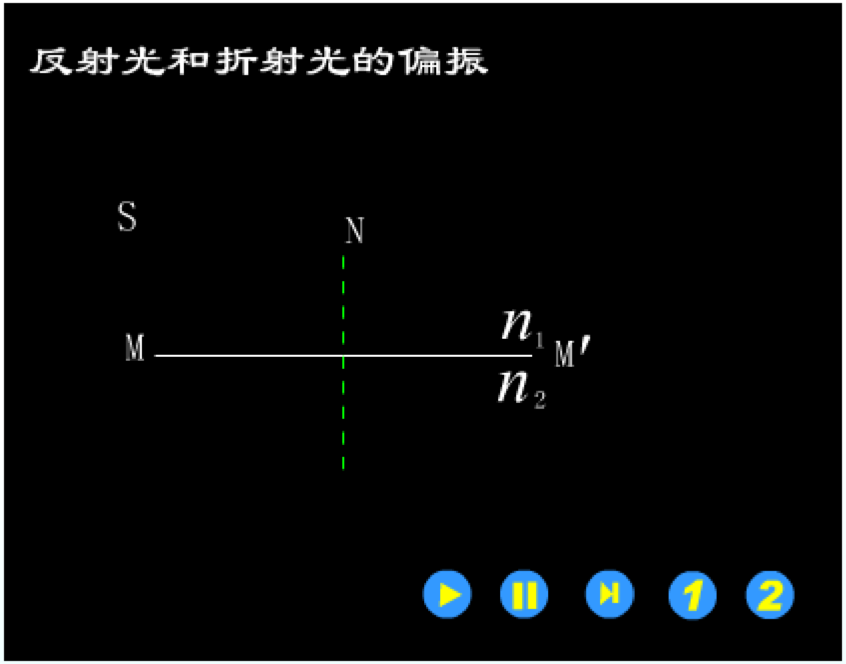
$$\rightarrow \frac{1}{2} I_{10} + I_{20} = 5 \times \frac{1}{2} I_{10} \qquad I_{20} = 2 I_{10}$$

$$\frac{I_{10}}{I_0} = \frac{1}{3} \qquad \frac{I_{20}}{I_0} = \frac{2}{3}$$

§ 12-14 反射和折射时光的偏振

一、反射和折射的起偏

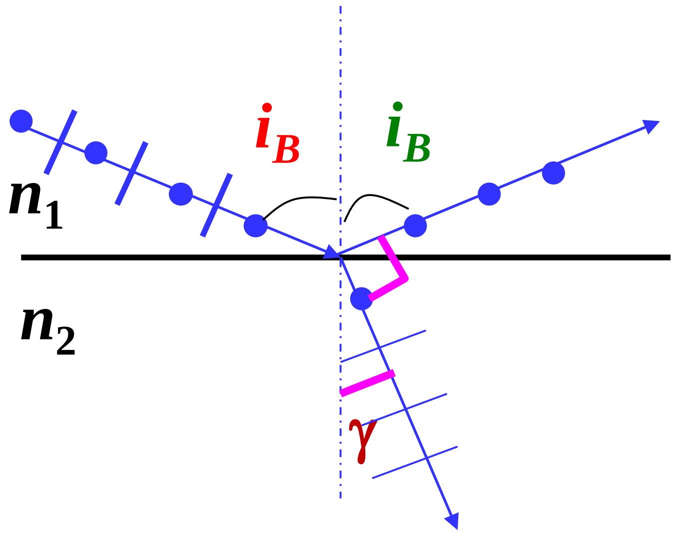




- 折射光、反射光均为部分偏振光
- 反射光：平行入射面的光振动少于垂直入射面的光振动
- 折射光：平行入射面的光振动多于垂直入射面的光振动

二、布儒斯特定律（1813年）

$$\boxed{i_B + \gamma = 90°}$$



$$tg i_B = \frac{\sin i_B}{\cos i_B} = \frac{\sin i_B}{\cos(90° - \gamma)} = \frac{\sin i_B}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

布儒斯特定律

当自然光以布儒斯特角 i_B 入射到两不同介质的表面，其反射光为线偏振光，光振动垂直于入射面.

$$\boxed{\mathrm{tg}\, i_B = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}}$$

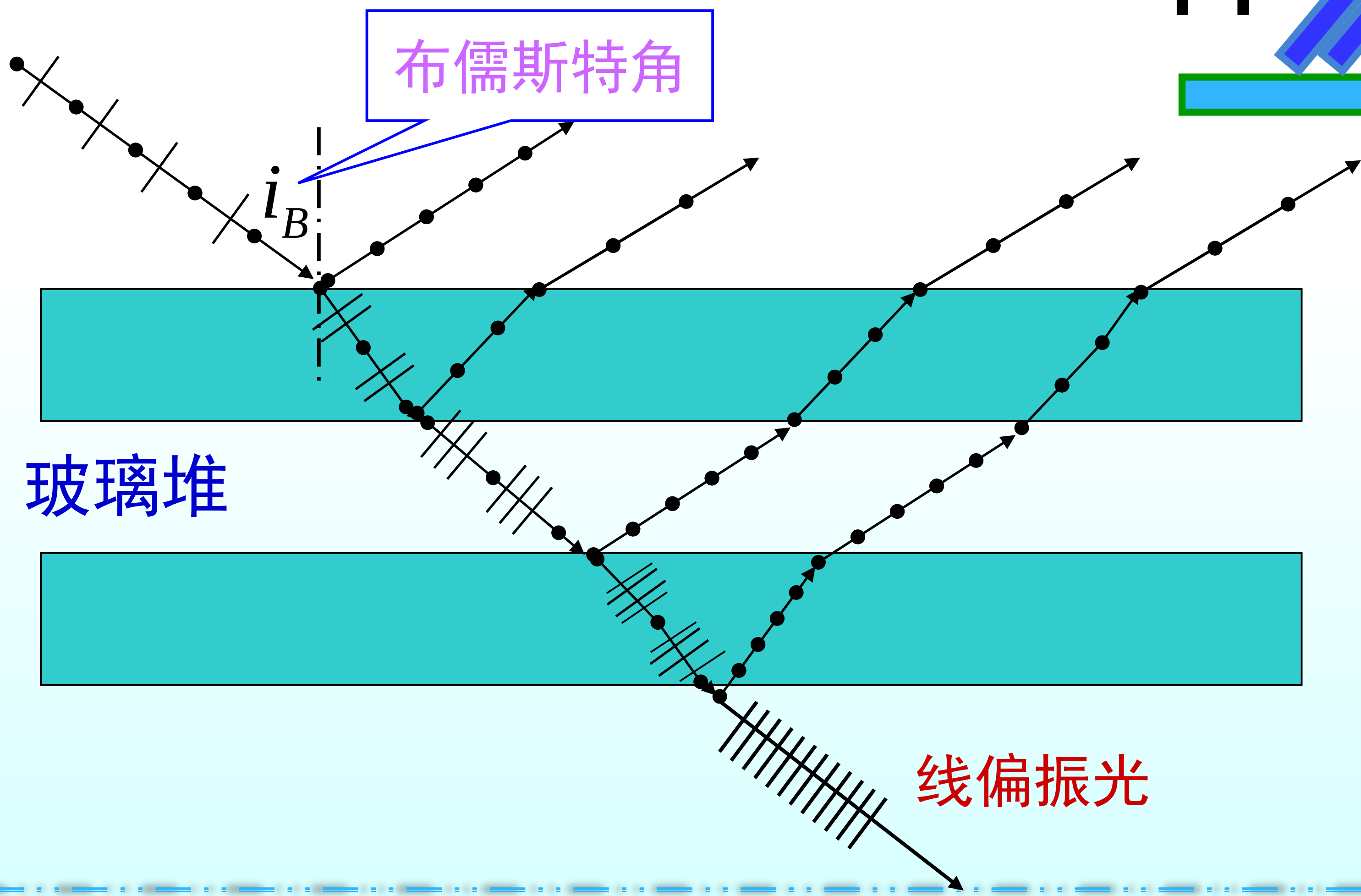
$n_1 = 1.00$ (空气)

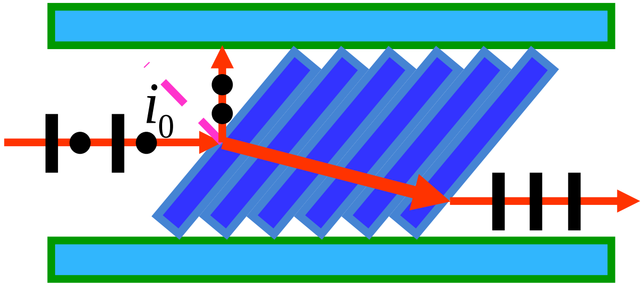
$n_2 = 1.50$ (玻璃)

$$\left.\begin{array}{l} \text{空气} \rightarrow \text{玻璃} \quad i_B = 56°18 \\ \text{玻璃} \rightarrow \text{空气} \quad i_B' = 33°42 \end{array}\right\} \text{互余}$$

✓ 应用：

利用玻璃堆制成起偏器（检偏器）





思考：画出下列图中的反射光、折射光以及它们的偏振状态。