

第五篇 光学

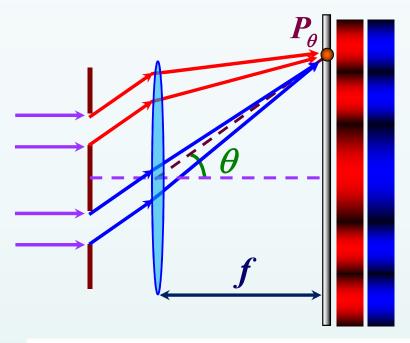
第13章 波动光学-6

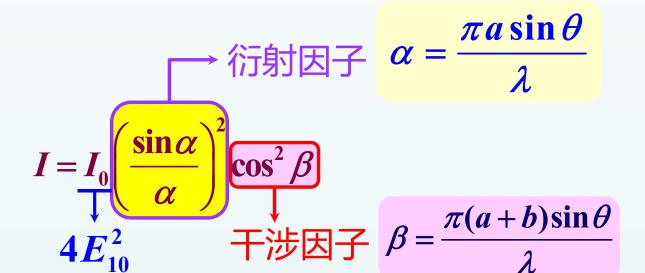
尹航

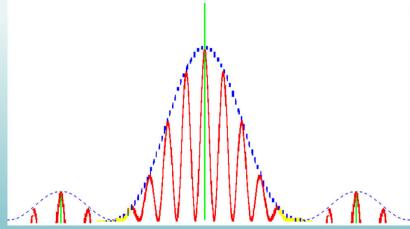
华中科技大学 物理学院

回顾

双缝衍射

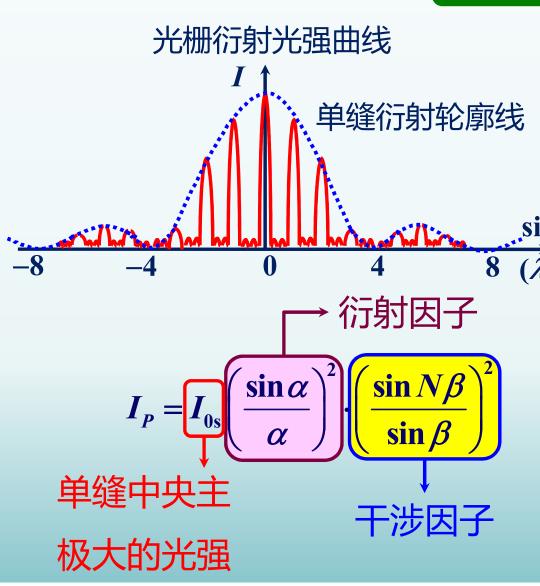






- ① 单缝衍射强度对双缝干涉强度的调制
- ② 中央极大光强是单缝光强的4倍
- ③ 明暗条纹位置由干涉因子确定
- ④ 干涉极大遇到衍射极小时缺级

光栅衍射



色散本领

$$\mathbf{P}$$
角: $\mathbf{D}_{\theta} = \frac{\Delta \theta_k}{\Delta \lambda}$

线: $D_i = fD_\theta$

布喇格公式 $2d \cdot \sin \theta = k\lambda$

光学仪器分辨率

$$\delta \varphi = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$
 子紀经

$$R = \frac{1}{\delta \varphi} = \frac{D}{1.22\lambda}$$



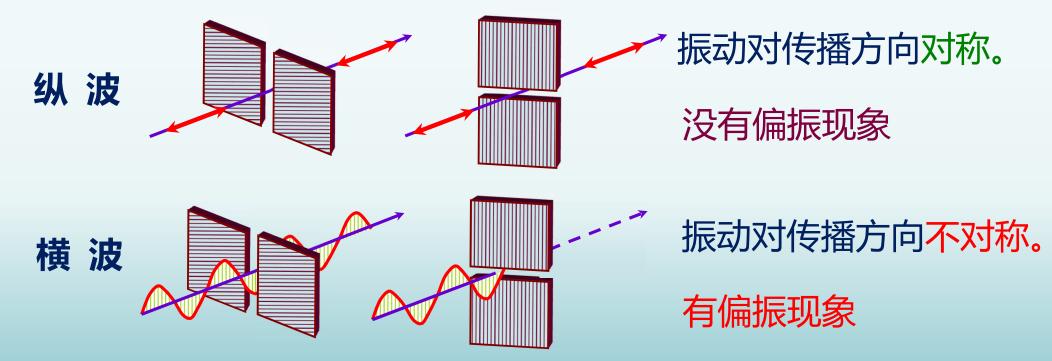
個振光的干涉

4 旋光效应

光的干涉和衍射现象揭示了光的波动属性。

光波 (电磁波) 是横波。 \vec{E} 工传播方向。

偏振: 振动方向对于传播方向的不对称性。

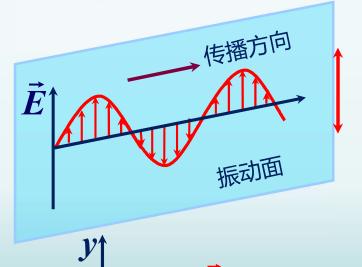


偏振现象是区别纵波和横波最重要的标志。

口 光的偏振状态

在垂直于光的传播方向的平面内,光矢量可能有各 种不同的振动状态。——光的偏振状态(5种)

光矢量只沿一个固定的方向振动。 线偏振光



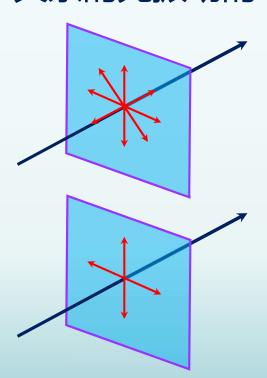
振动面固定不动

—— 平面偏振光、完全偏振光 线偏振光

线偏振光可沿两个相互垂直的方向分解:

自然光

无限多个振幅相等、振动方向任意、彼此间没有固定位相 关系的光振动的组合。



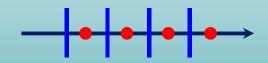
普通光源所发的光为自然光。

光矢量具有轴对称性。 ——非偏振光

自然光可分解为两个方向任意互相垂直、振 幅相等,没有固定相位关系的线偏振光。

$$\overline{E}_{x} = \overline{E}_{y}$$
 $I_{0} = I_{x} + I_{y}$ $I_{x} = I_{y} = \frac{1}{2}I_{0}$

自然光的表示:



• 圆偏振光和椭圆偏振光

在光波传播过程中,光矢量以波的角频率绕传播方向匀速旋转。

① 圆偏振光

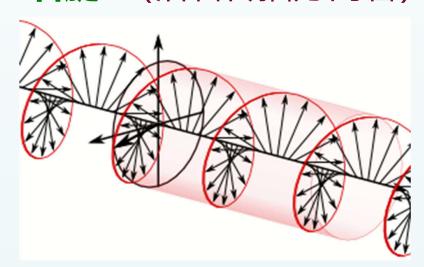
沿着光的传播方向,光矢量端点的轨迹为圆。

根据光矢量运动方向

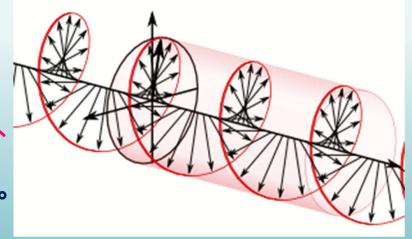
看旋 左旋

圆偏振光可分解为两束振动方向垂直、 振幅相等、位相差为π/2的线偏振光。

右旋 (沿着传播方向看)



左旋



② 椭圆偏振光

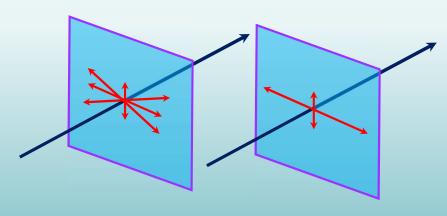
沿着光的传播方向,光矢量端点的轨迹为椭圆。

按光矢量旋转方向分为左旋椭圆偏振光和右旋椭圆偏振光。

椭圆偏振光可分解为两束振动方向垂直、振幅不相等、

位相差一定(0~π)的线偏振光。

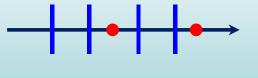
• 部分偏振光 光矢量在某一方向上最强,与之垂直的方向最弱



符号表示:

纸面上光振动较强

垂直纸面光振动较强

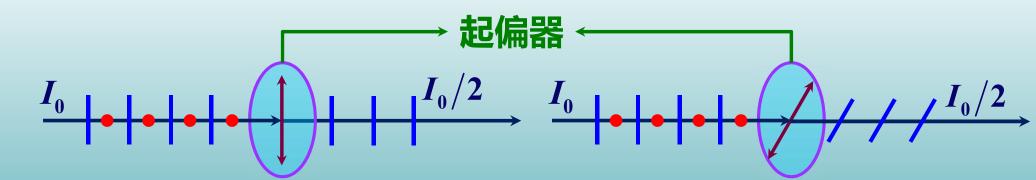


口 马吕斯定律

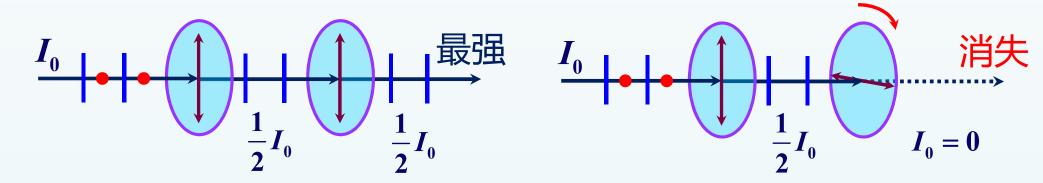
- 偏振片
 - ① 二向色性: 某些物质能吸收某一方向的光振动,

而只让与这个方向垂直的光振动通过。

- ② 偏振片:涂有二向色性材料的透明薄片。
- ③ 偏振化方向:能通过偏振片的光振动的方向。
- 起偏 非偏振光 ——— 偏振光 从非偏振光中获得偏振光



检偏 —— 线偏振光的检验

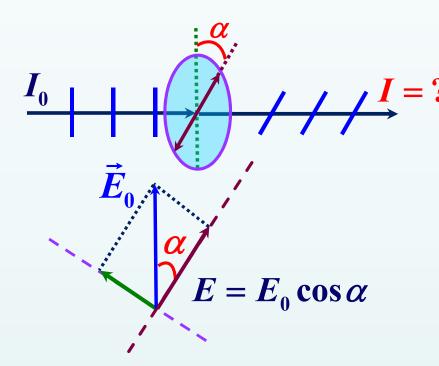


检偏器旋转一周会出现什么情况?

偏振片演示实验

透射光强出现两次最强,两次消光。

・ 马吕斯定律



入射线偏振光的光振动方向与检 偏器透振方向间的夹角为α。

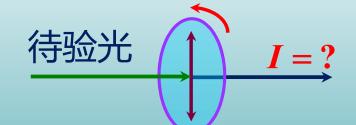
$$I_0 \propto E_0^2$$
 $I \propto E^2 = E_0^2 \cos^2 \alpha$

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$
 —— 马吕斯定律

$$\alpha = 0$$
, $\pi \longrightarrow I = I_{\text{max}} = I_0$ 最强

$$\alpha = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \longrightarrow I = 0$$
 消光

偏振光的<mark>检验</mark>→用偏振片

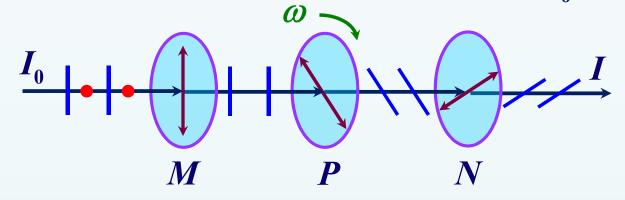


Ⅰ变,有消光 → 线偏振光

Ⅰ不变 → 自然光或圆偏振光

Ⅰ变, 无消光 →部分偏振或椭圆偏振

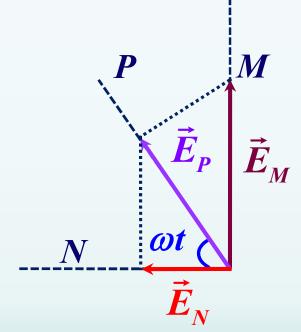
例.在透振方向正交的起偏器M和检偏器N之间,插入一片以角速度 ω 旋转的偏振片P,入射自然光强 I_0 ,试求该系统的出射光强。



解: $E_N = E_P \cos \omega t = E_M \sin \omega t \cos \omega t$

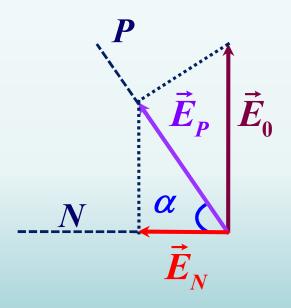
$$I = \frac{1}{2}I_0 \sin^2 \omega t \cdot \cos^2 \omega t$$

$$I = \frac{1}{8}I_0 \sin^2 2\omega t \begin{cases} \omega t = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2} \to I = 0 \\ \omega t = \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4} \to I = \frac{I_0}{8} \end{cases}$$



P每旋转一周, 输出光强出现 "四明四零"。

例.要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过900,至少需要让这束光通过_2_块理想的偏振片,在此情况下透射光强最大是原来光强的_1/4_倍。



$$E_N = E_0 \sin \alpha \cos \alpha$$

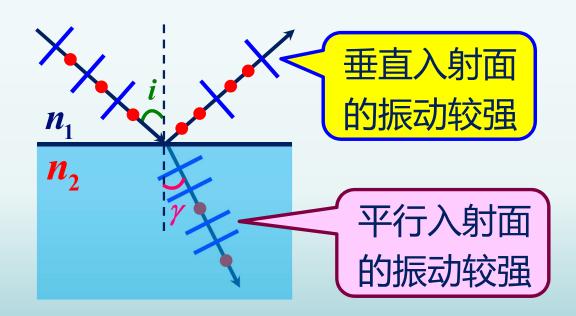
$$= \frac{1}{2} E_0 \sin 2\alpha$$

$$I = \frac{1}{4} I_0 \sin^2 2\alpha$$

口 布儒斯特定律

• 反射光和折射光的偏振态

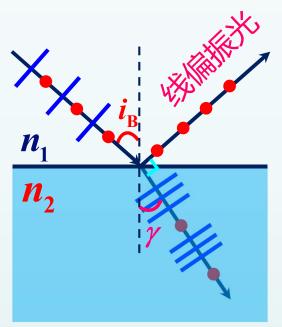
实验表明,当自然光入射到两种介质的分界面上时,反射光和折射光都是部分偏振光。



入射角改变时,反射光的偏振化程度随之改变。

· 布儒斯特定律

实验现象: 当入射角i等于某一定值 i_B 时,



- ① 反射光与折射光互相垂直。
- ③ 折射光为平行分量多的部分偏振光。

$$i_B + \gamma = 90^0 \longrightarrow \sin \gamma = \cos i_B \longrightarrow \sin i_B = \frac{n_2}{n_1} \sin \gamma = \frac{n_2}{n_1} \cos i_B$$

$$\tan i_{\rm B} = \frac{n_2}{n_1}$$

布儒斯特定律

i_B称为布儒斯特角或起偏角。

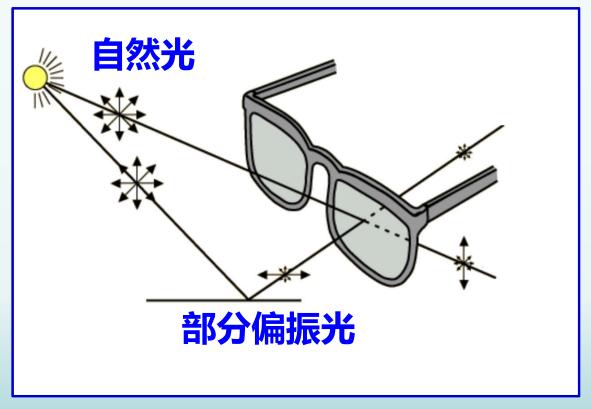


不戴偏振太阳眼镜

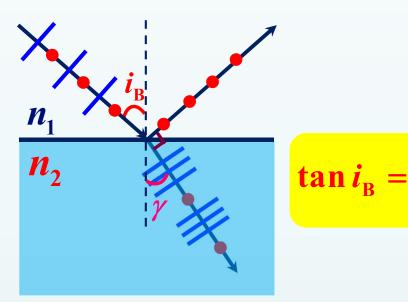


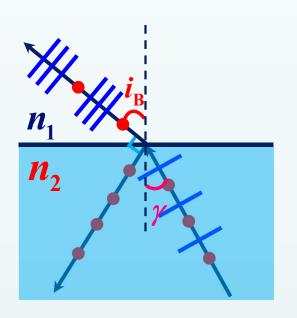
戴偏振太阳眼镜

偏振太阳镜原理



讨论:





① 光线以入射角 y 从 n2 入射:

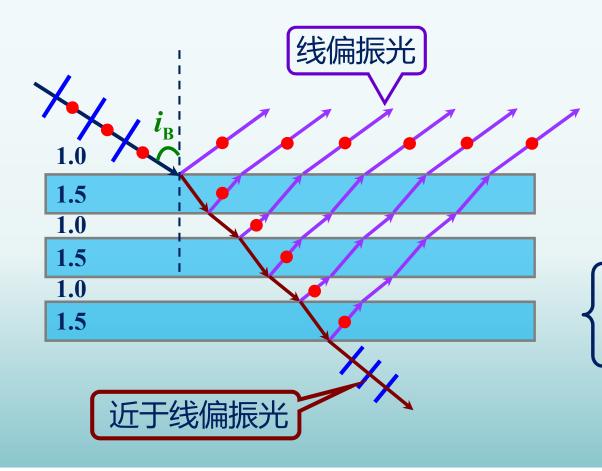
入射方向和折射方向遵从光路的可逆性。

$$\tan \gamma = \frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} = \frac{\sin \gamma}{\sin i_B} = \frac{n_1}{n_2}$$

 γ 为 n_2 对 n_1 的布儒斯特角

② 利用玻璃堆产生线偏振光

理论实验表明:反射所获得的线偏振光仅占入射自然光总能量的7.4%,绝大部分垂直分量和全部平行分量都折射到介质中。



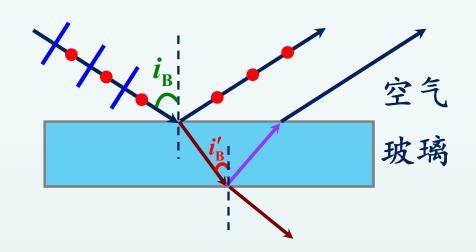
自然光以起偏角56.3⁰入射到由多层平板玻璃组成的玻璃堆上。

增强了反射光的强度;

增加了折射光的偏振程度。

例.一束自然光自空气射向一块平板玻璃,入射角等于布儒斯特角,则在界面2的反射光:

- 1、是自然光。
- 2、是部分偏振光。
- 3/ 是完全偏振光,且光矢量的振动方向垂直于入射面。
- 4、是完全偏振光,且光矢量的振动方向平行于入射面。

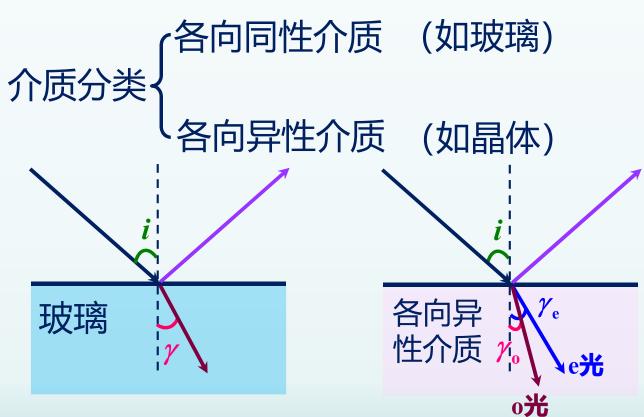


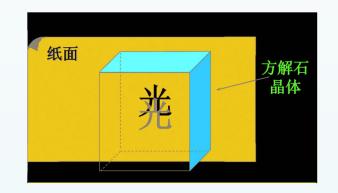


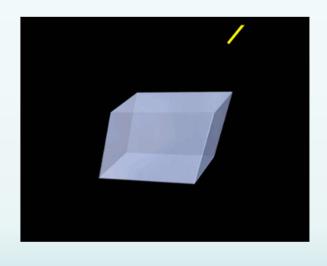
個振光的干涉

4 旋光效应

口 晶体对光的双折射现象







同一束入射光折射后分成两束的现象称为双折射。

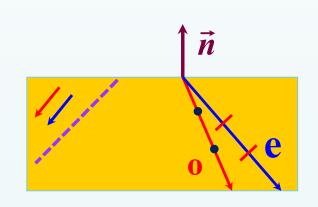
口几个概念

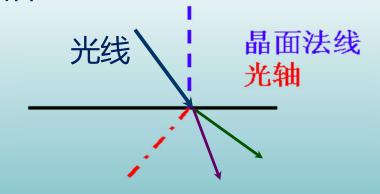
晶体的光轴

存在一个特殊的方向、沿此方向o、e光速度 相同,折射率 n_0 , n_0 也相同,不发生双折射

注: 凡平行于光轴方向的直线均为光轴。

- 晶体的主截面(晶面法线+光轴)
- 光线的主平面(晶体内光线方向+光轴)

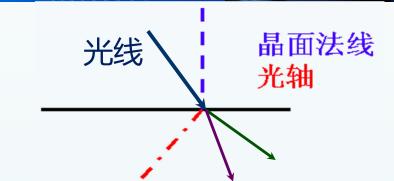




• 光线的主平面(晶体内光线方向+光轴)

注意:

- ① o光和e光的主平面不一定相同



重点研究:一种特殊的情况

- ① 入射光在主截面内
- ② 主平面、主截面为同一平面
- ③ o光振动方向 Le光振动方向