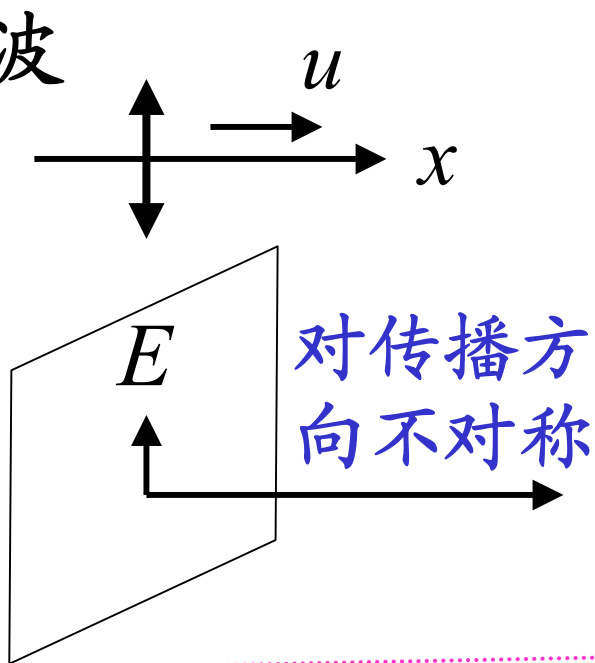


第一节

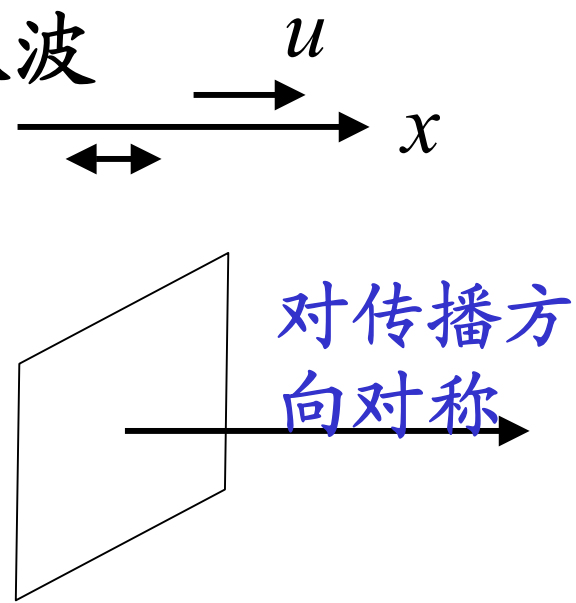
自然光、偏振光、马吕斯定律

一、横波与偏振现象

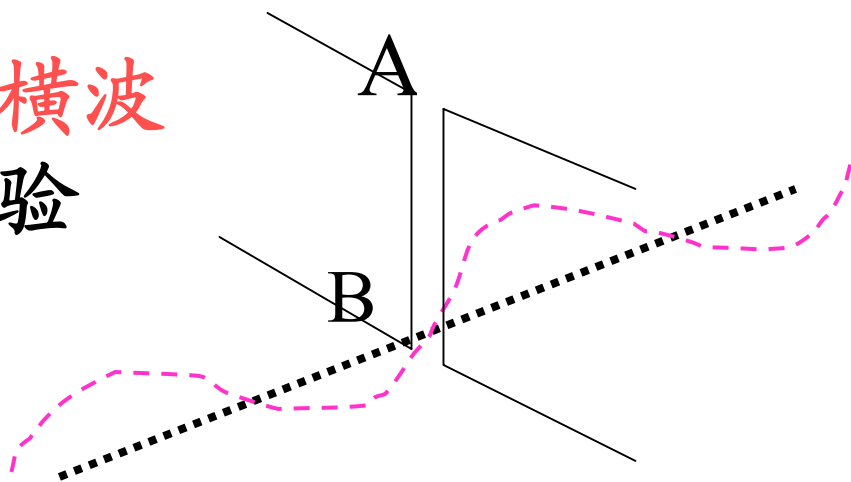
横波



纵波



机械横波
的检验



若振动方向平行AB

通

若把AB旋 90° 则

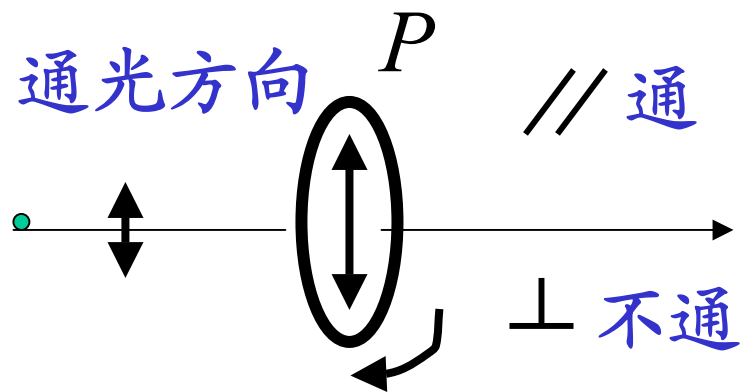
不通

只有横波有偏振现象 而纵波无偏振问题

如何检验光的横波性呢？

光矢量对传播方向的偏振性 在与物质的作用过程中 一定有所反映

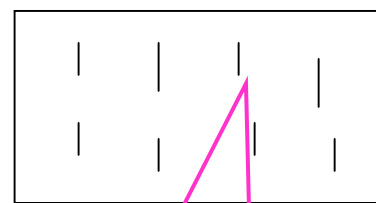
首先——用偏振片检验



偏振片

大分子物质

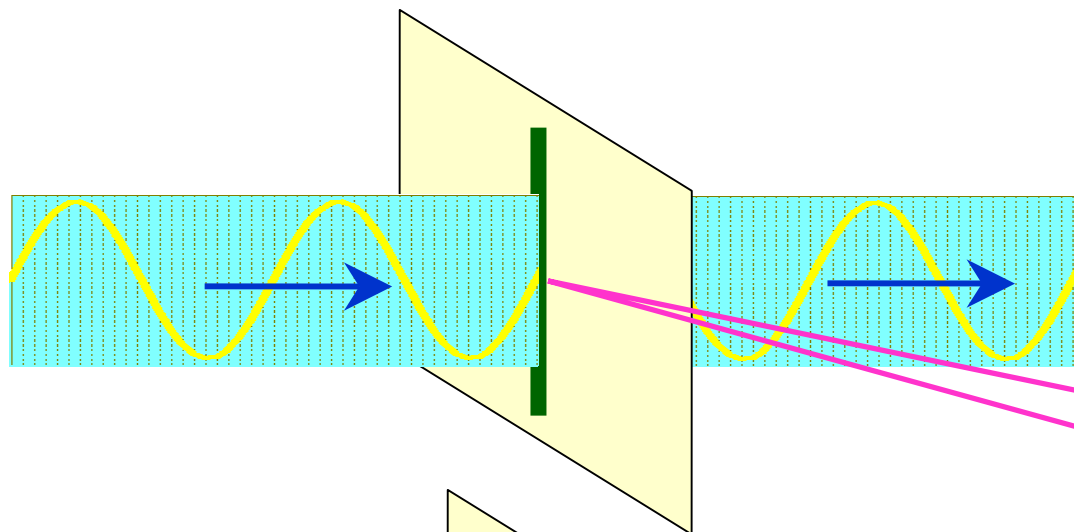
对振动方向反映出吸收系数不同



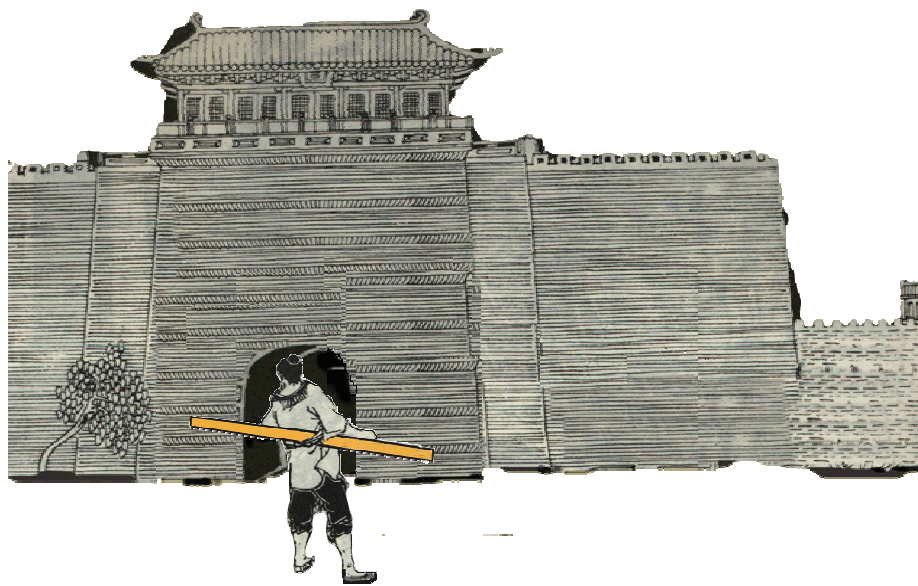
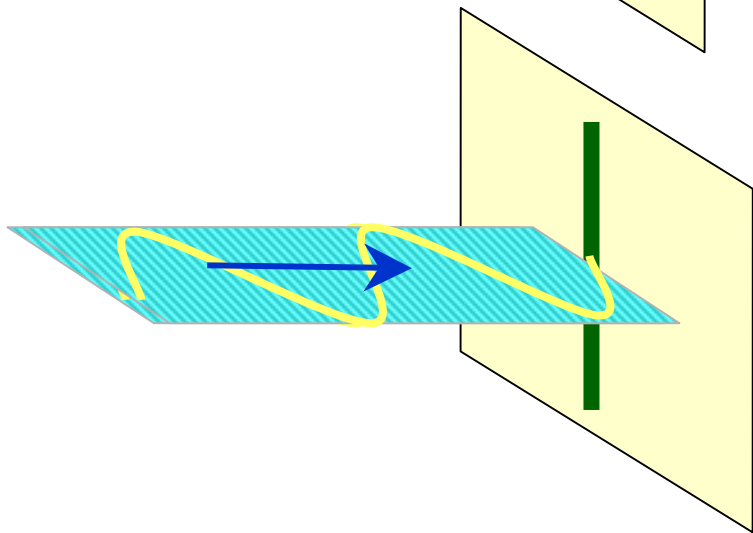
通光方向或偏振化方向

演示 两个偏振片

形象说明偏振片的原理



通光方向

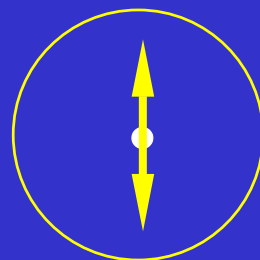


腰横别扁担进不了城门

二、光源的偏振状态

1. 线偏振光 (平面偏振光)

面对光的传播方向观察



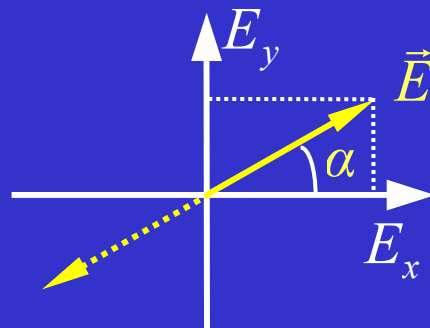
线偏振光的表示法



线偏振光可沿两个相互垂直的方向分解

$$E_x = E \cos\alpha$$

$$E_y = E \sin\alpha$$



- 一个原子一次发光一定是偏振光
- 如何得到可实用的线偏振光呢？

特殊光源 —— 如外腔式激光器

更多的途径是从普通光源中获取

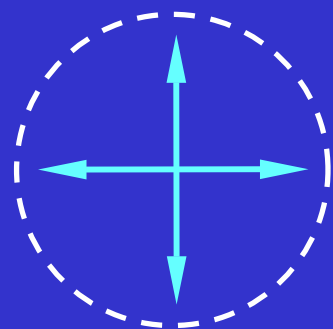
- 普通光源的偏振态

通常是自然光和部分偏振光

2. 自然光



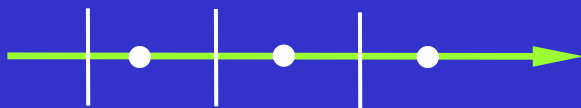
自然光可用两个相互独立、没有固定相位关系、等振幅且振动方向相互垂直的线偏振光表示。



面对光的传播方向观察

$$\overline{E}_x = \overline{E}_y \quad I = I_x + I_y$$

自然光的表示法

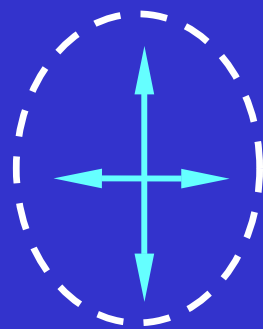


3. 部分偏振光



部分偏振光

部分偏振光可用两个相互独立、没有固定相位关系、不等振幅且振动方向相互垂直的线偏振光表示。

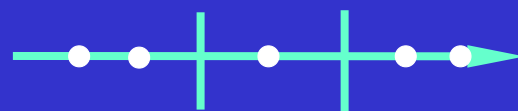


部分偏振光的分解

部分偏振光的表示法



平行板面的光振动较强



垂直板面的光振动较强

4. 偏振度

部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合, 设部分偏振光的强度为 I_i , 其中自然光强度为 I_n , 线偏振光的强度为 I_p , 则有

$$I_i = I_n + I_p$$

偏振度 $p = \frac{I_p}{I_i} = \frac{I_p}{I_p + I_n}$ $\left\{ \begin{array}{ll} p = 1 & \text{线偏振光} \\ 0 < p < 1 & \text{部分偏振光} \\ p = 0 & \text{自然光} \end{array} \right.$

例 一束部分偏振光, 当它通过一偏振片时, 发现光强取决于偏振片的取向可以变化 5 倍。

求 此光的偏振度。

解 $I_t = I_n + I_p$ 依题意得 $\frac{1}{2}I_n + I_p = 5(\frac{1}{2}I_n)$

$$I_p = 2I_n \quad p = \frac{I_p}{I_t} = \frac{I_p}{I_p + I_n} = \frac{2}{3}$$

从实用的角度 必须解决两大问题

第一 如何判别光源的偏振态

偏振光的检验

第二 如何从普通光源中取得偏振光

三个基本途径

原理:

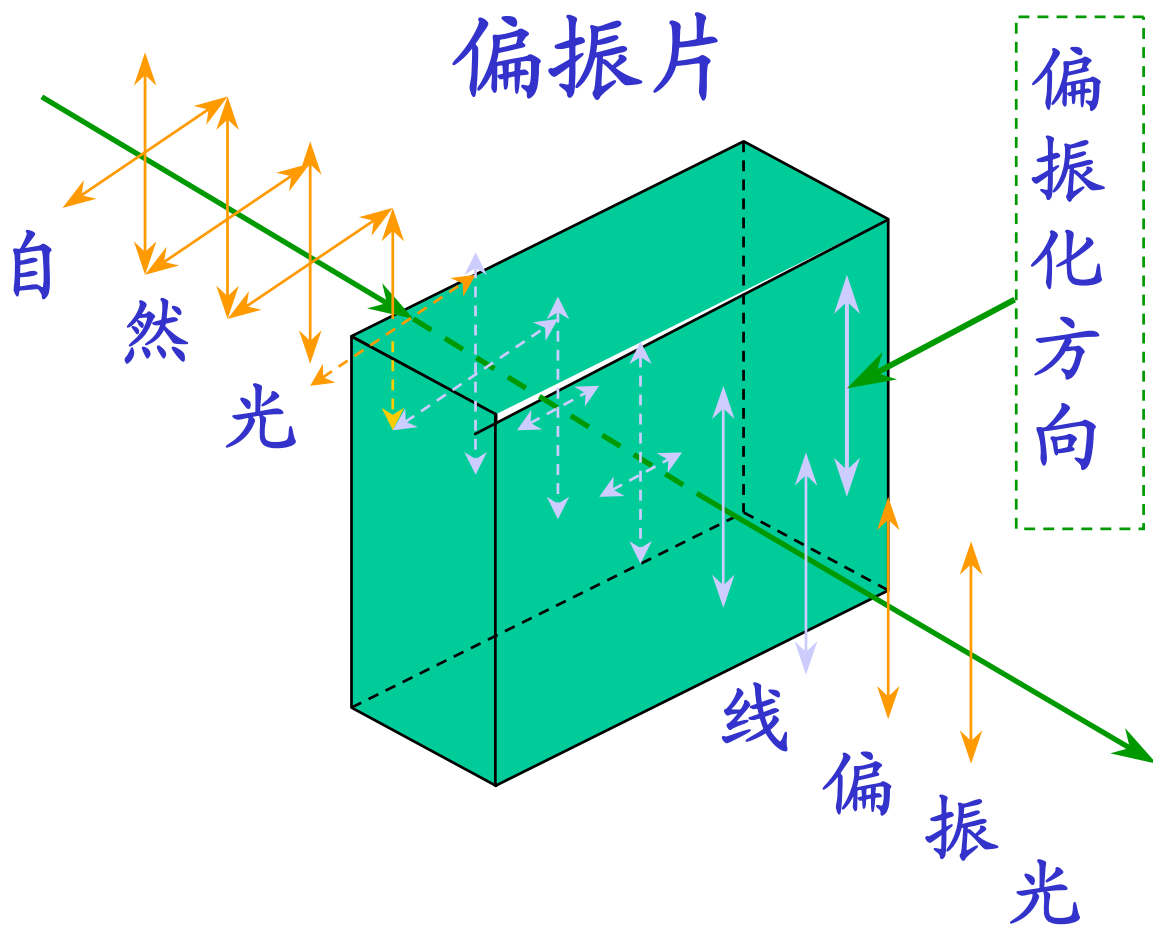
二向色性

布儒斯特定律

双折射

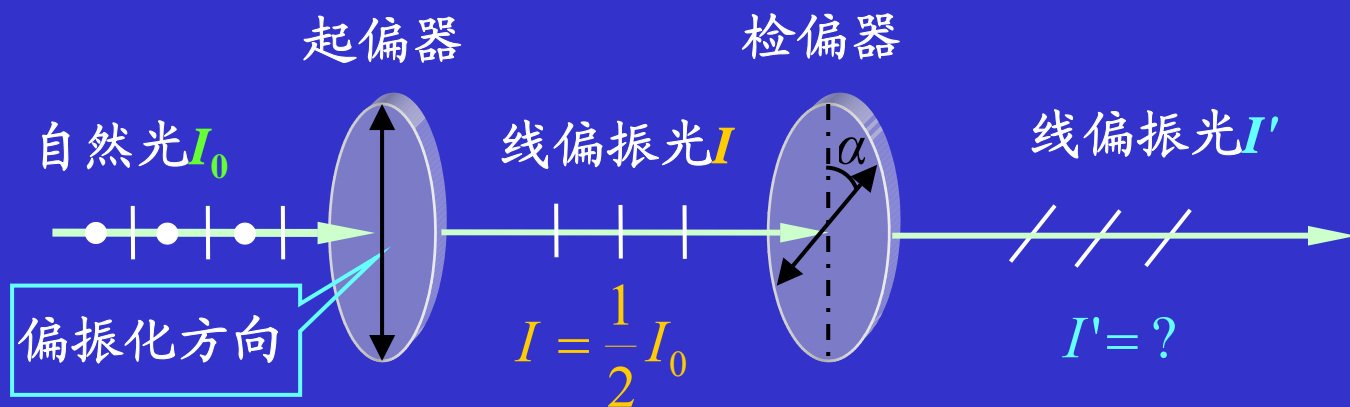
第一种从普通光源中获取偏振光的方法

利用偏振片（二向色性）可以获取偏振光



三、偏振片的起偏和检偏 马吕斯定律

1. 起偏和检偏

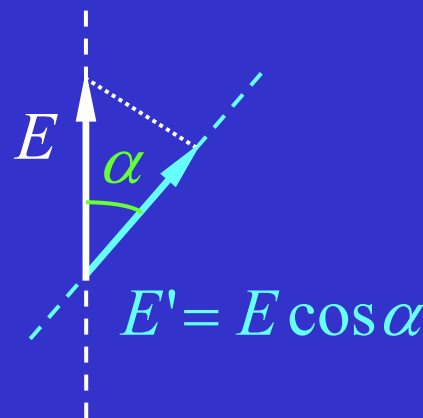


2. 马吕斯定律

$$I \propto E^2$$

$$I' \propto E'^2 = E^2 \cos^2 \alpha$$

$$I' = I \cos^2 \alpha \quad (\text{马吕斯定律})$$



当 $\alpha = 0$, $I = I_{\max} = I_0$; 当 $\alpha = \frac{\pi}{2}$, $I = 0$ — 消光

例 平行放置两偏振片，使它们的偏振化方向成 60° 夹角。让自然光垂直入射后，下列两种情况下：

(1) 两偏振片对光振动平行于其偏振化方向的光线均无吸收

(2) 两偏振片对光振动平行于其偏振化方向的光线分别吸收了 10% 的能量

求 透射光的光强与入射光的光强之比是多大？

解 (1) 无吸收时，有

$$I_1 = \frac{1}{2} I_0 \quad I_2 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 60^\circ \quad \frac{I_2}{I_0} = \frac{1}{2} \cos^2 60^\circ = \frac{1}{8} = 0.125$$

(2) 有吸收时，有

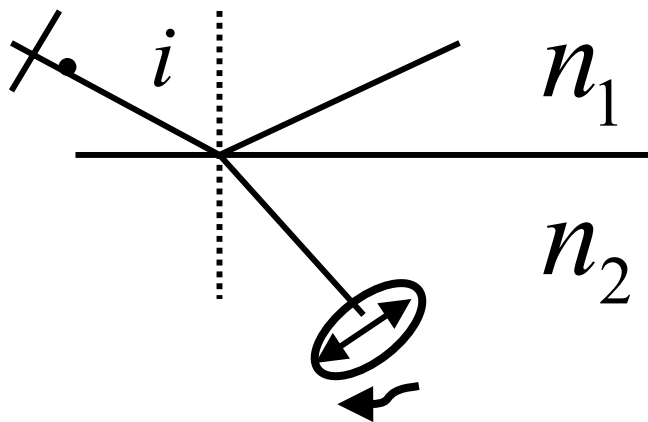
$$\frac{I_2}{I_0} = \frac{1}{8} \times (1 - 10\%)^2 \approx \frac{1}{10} = 0.10$$

四、 反射和折射产生的偏振 布儒斯特定律

1、 现象

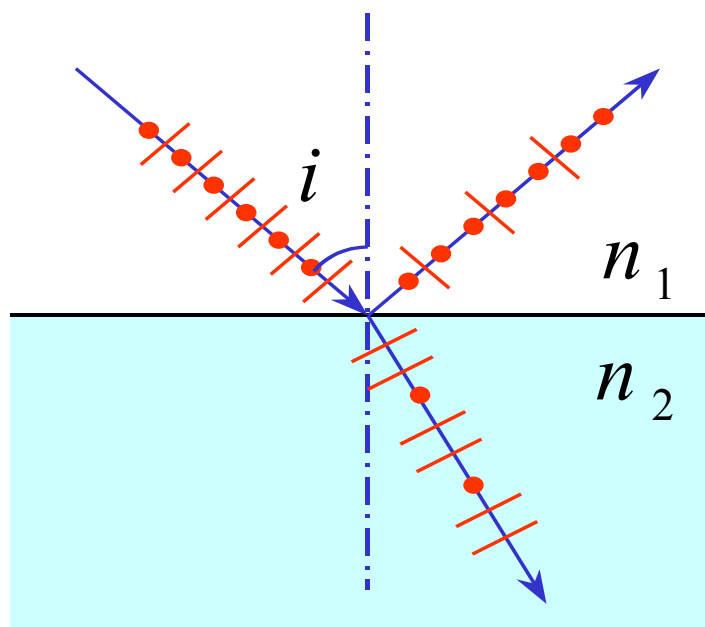
自然光入射在两各向同性介质表面

观察反射光 折射光线的偏振状态



一般入射角的情况

反射光 折射光都是部分偏振光



反射光中

垂直入射面振动占优

折射光中

平行入射面振动占优

2. 布儒斯特定律

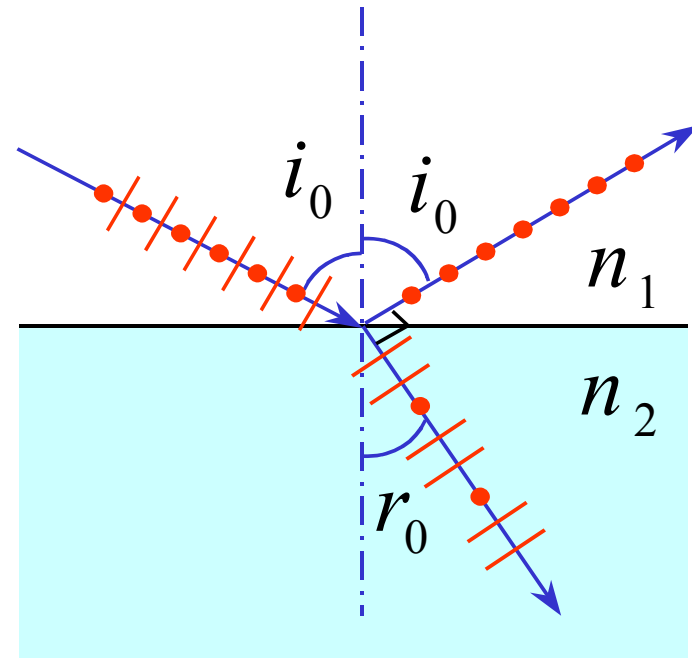
a) 两光偏振状态

反射光 -- 完全偏振光

折射光 -- 部分偏振光

b) 反射光线与折射光线

垂直

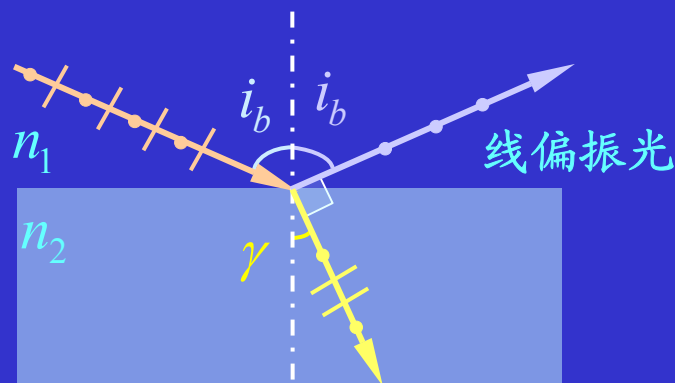
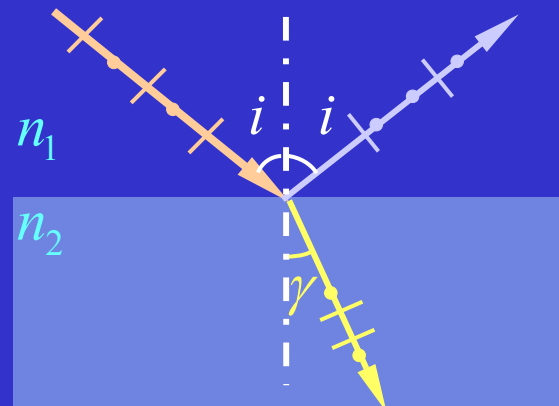


$i_b + \gamma = 90^\circ$ 时，反射光为线偏振光

i_b — 布儒斯特角或起偏角

$$n_1 \sin i_b = n_2 \sin \gamma = n_2 \cos i_b$$

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



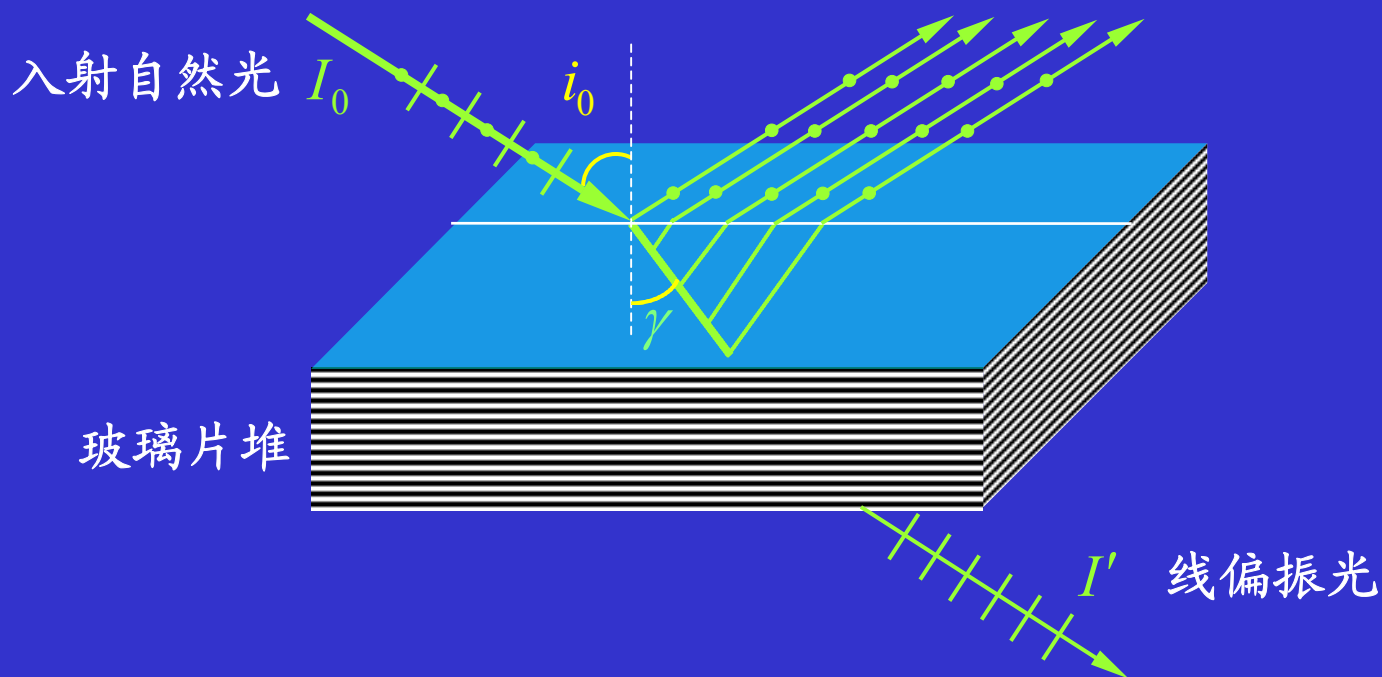
3、玻片堆可获得两束线偏振光

例如 $n_1=1.00$ (空气), $n_2=1.50$ (玻璃), 则

空气 \longrightarrow 玻璃 $i_b = \arctan \frac{1.50}{1.00} = 56^\circ 18'$

玻璃 \longrightarrow 空气 $i_b = \arctan \frac{1.00}{1.50} = 33^\circ 42'$

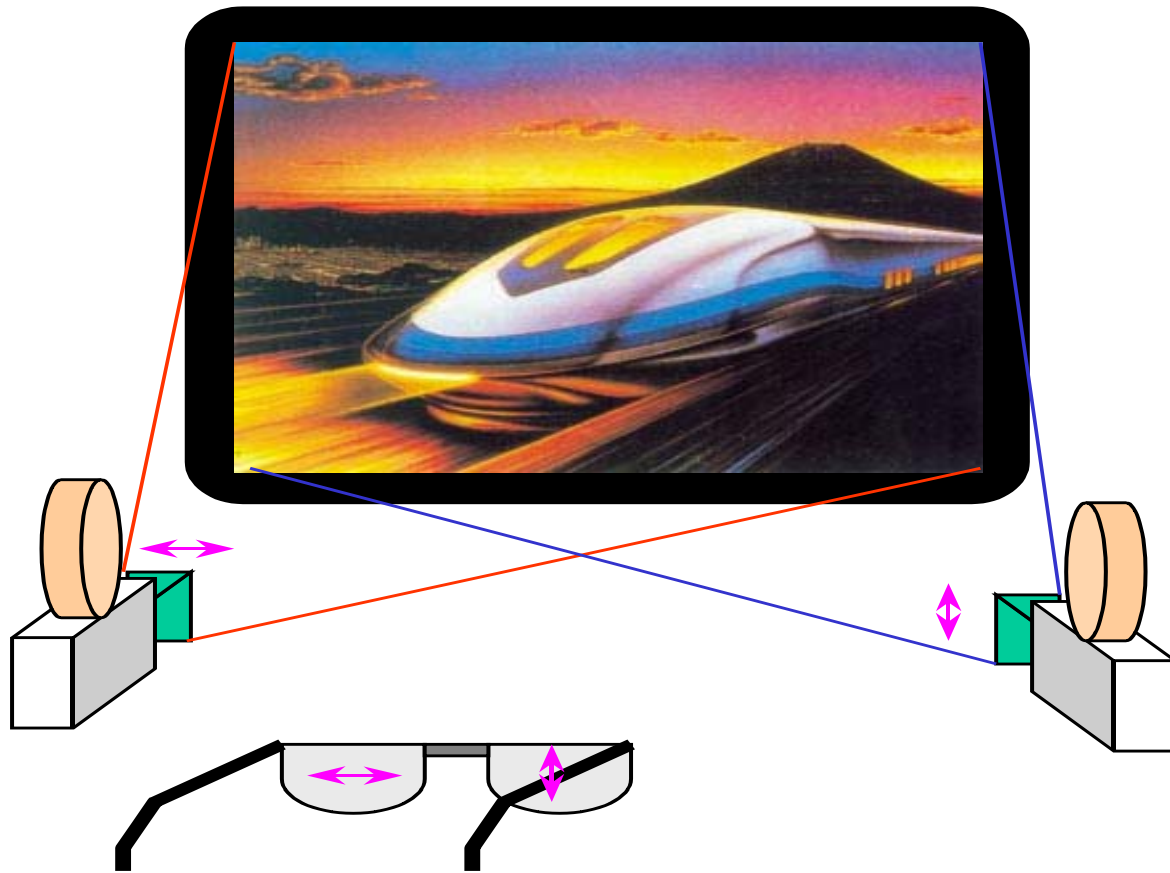
玻璃片堆起偏和检偏



例：偏光镜头

橱窗设计

立体电影





(A)

玻璃门表面的
反光很强



(B)

用偏光镜减弱
了反射偏振光

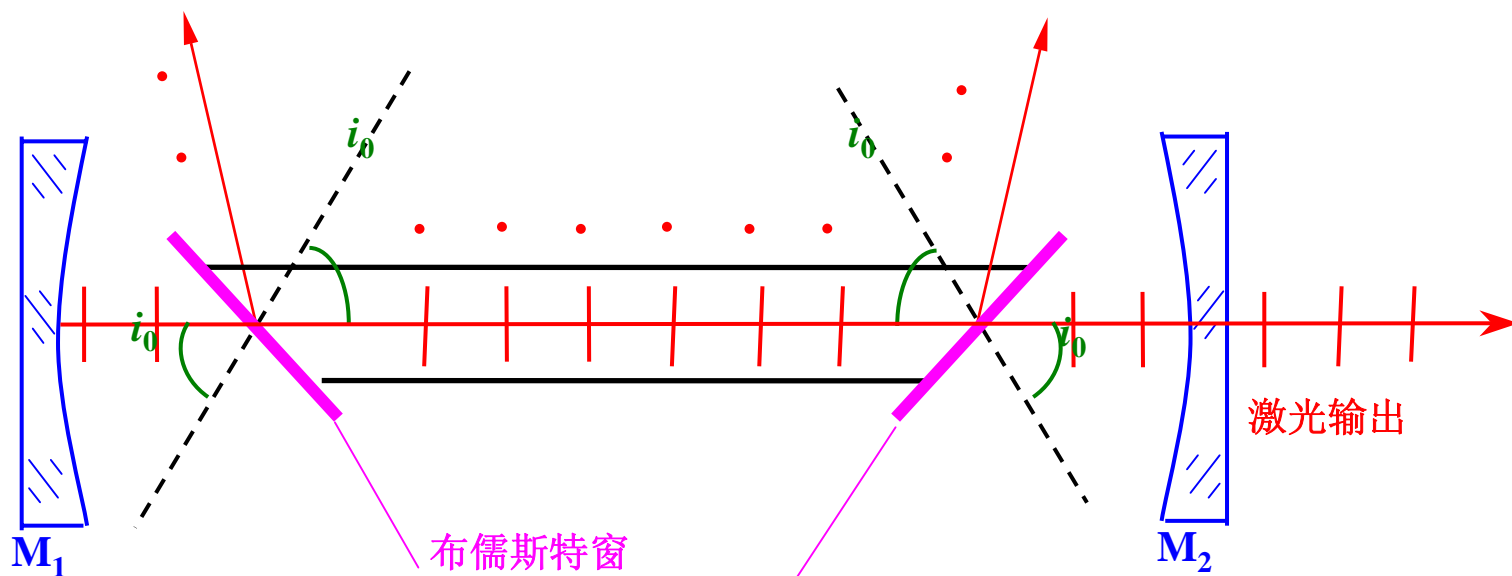


(C)

用偏光镜消除了
反射偏振光 使
玻璃门内的人物
清晰可见

实例

外腔式激光管加装布儒斯特窗，可使出射光为线偏振光，并减少反射损



外腔式激光器的布儒斯特窗