

第十四章 光的偏振

§1 光的偏振状态

§2 起偏与检偏

§3 双折射现象

§4 椭圆偏振光 圆偏振光

§5 偏振光的干涉

§6 偏振光的应用



§ 1. 光的偏振状态

光的偏振态：

——在垂直于传播方向上 E 矢量的各种不同振动状态

- | | | | |
|--------|---|---------|--------|
| 1. 偏振光 | { | 1、线偏振光 | 2. 自然光 |
| | | 2、圆偏振光 | |
| | | 3、椭圆偏振光 | |

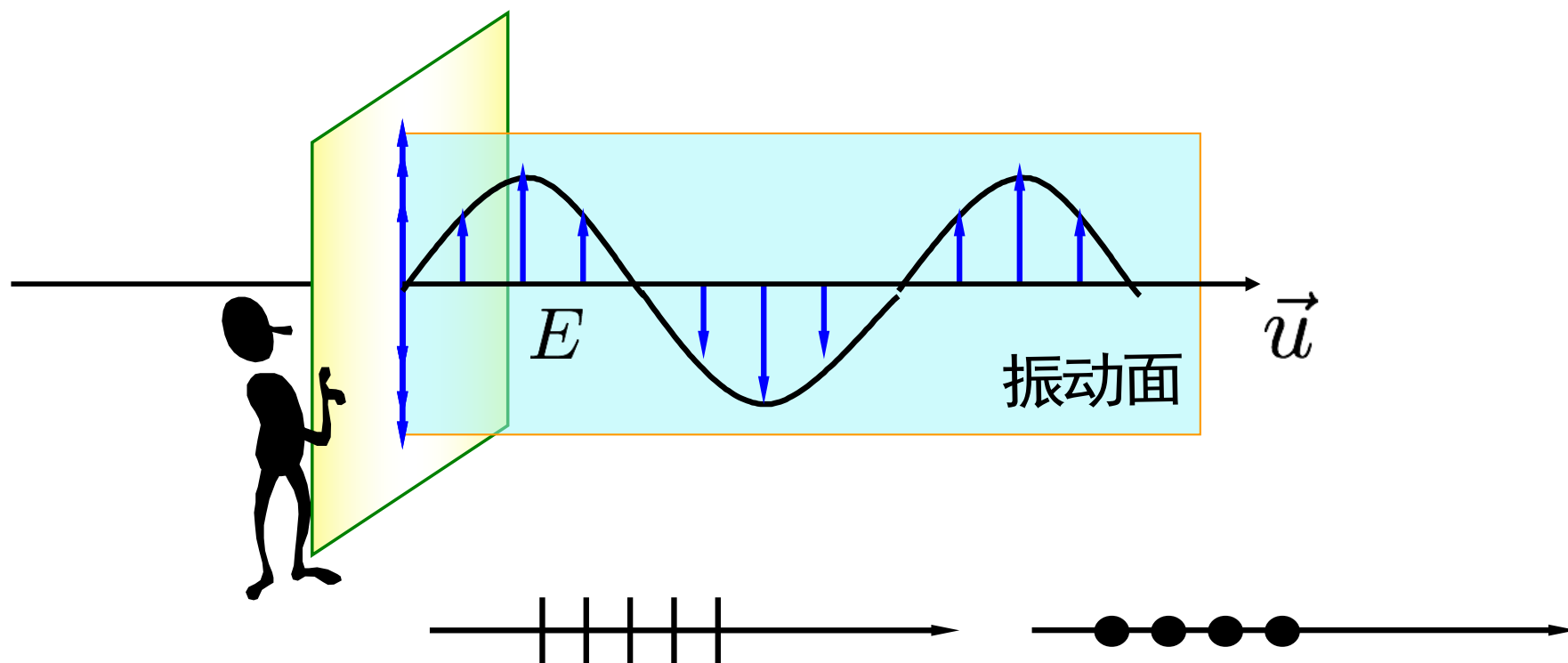
- | | | |
|-----------------------|---|-----------|
| 3. 部分偏振光
(偏振光+自然光) | { | 1、部分线偏振光 |
| | | 2、部分圆偏振光 |
| | | 3、部分椭圆偏振光 |

§ 1. 光的偏振状态

光的偏振态：

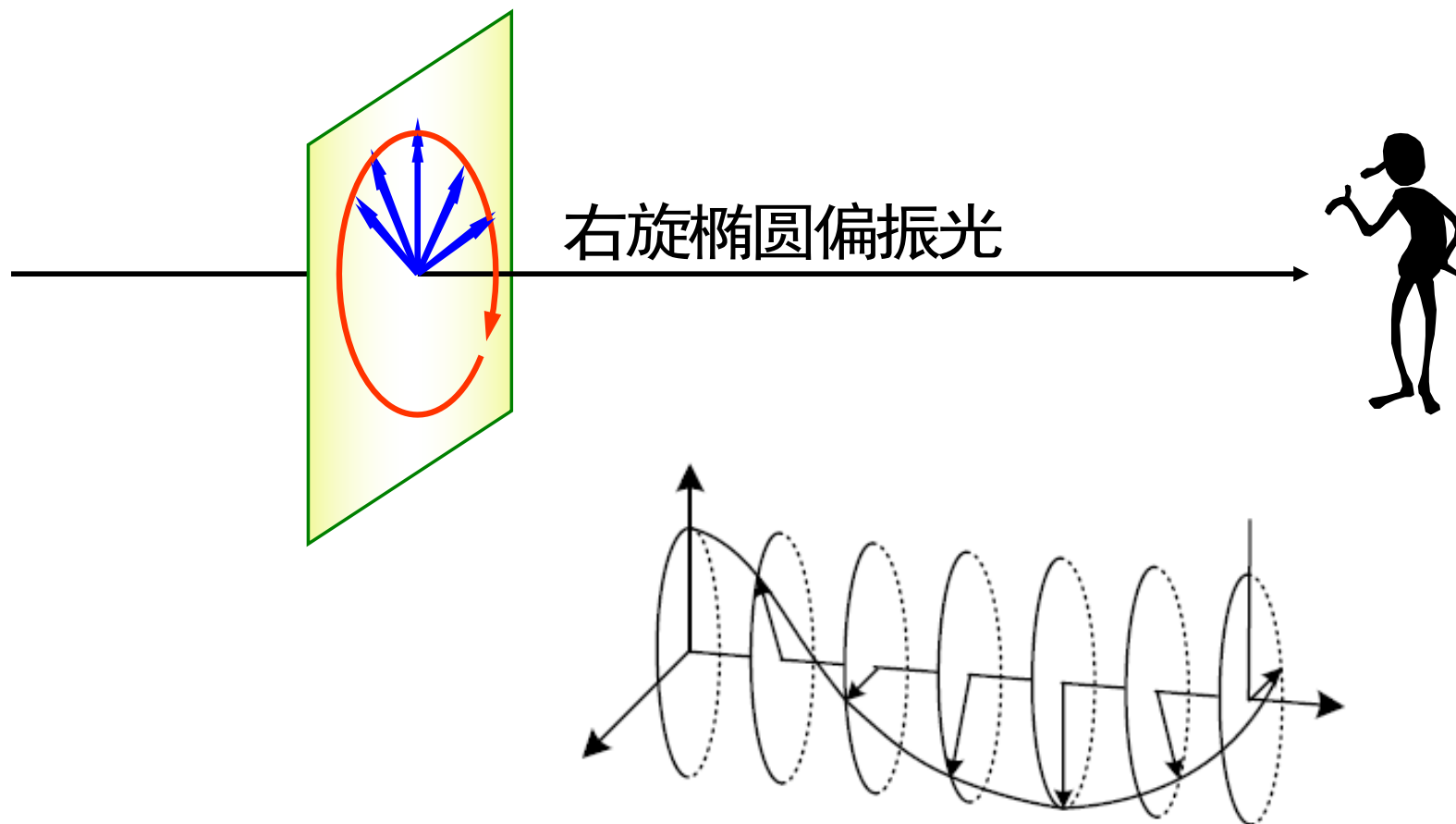
—— 在垂直于传播方向上 E 矢量的各种不同振动状态

1、线偏振光 （平面偏振光）



§ 1. 光的偏振状态

2、椭圆偏振光和圆偏振光



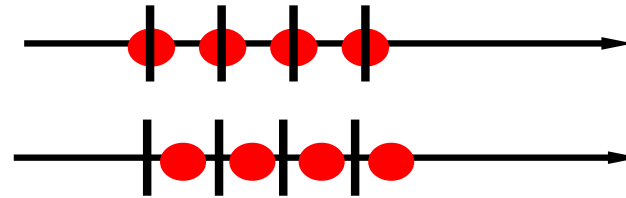
可以看成由两个振动方向相互垂直，振幅不相等，**具有固定相位差的**线偏振光的叠加。

§ 1. 光的偏振状态

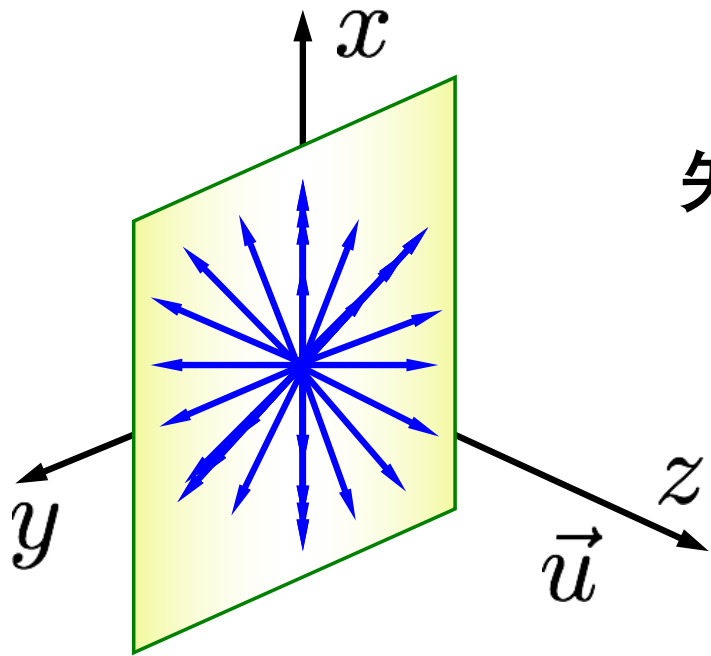
3、自然光

特点:

(1) 在垂直光线的平面内，光矢量沿各方向振动的概率均等.



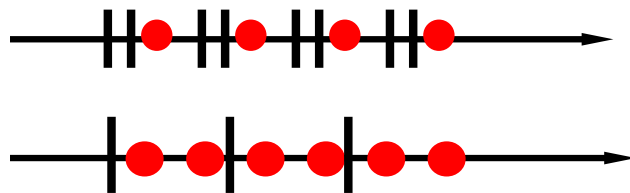
(2) 可以看成由两个振动方向相互垂直，振幅相等，**互不相干**线偏振光的叠加。



$$I = I_x + I_y \quad I_x = I_y = I/2$$

§ 1. 光的偏振状态

4、部分偏振光 (偏振光+自然光)



偏振度 $P = \frac{I_p}{I_0} = \frac{I_p}{I_n + I_p}$

I_0 — 总光强
 I_p — 偏振光的光强
 I_n — 自然光的光强

$I_p = 0, P = 0$ —— 自然光

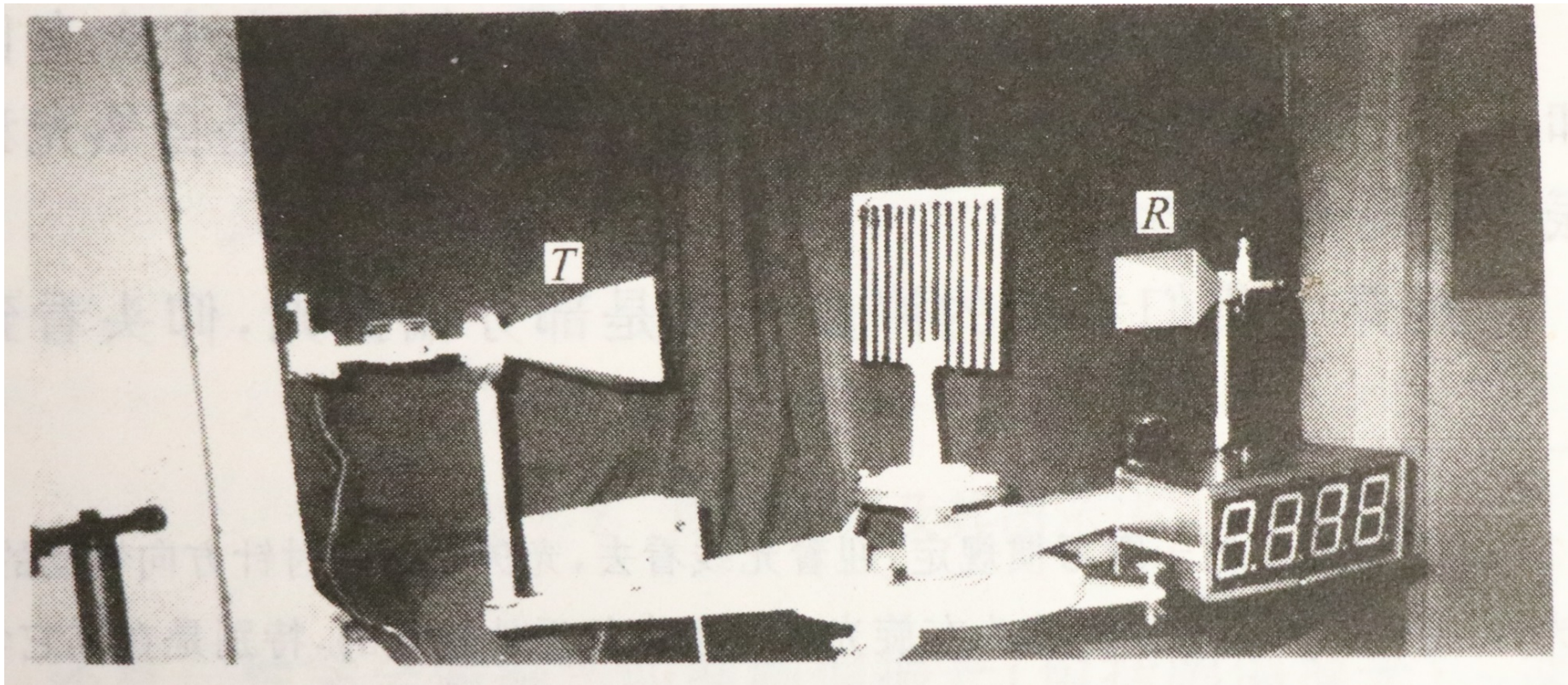
$I_n = 0, P = 1$ —— 偏振光

光的偏振态

- 偏振光
 - 1、线偏振光
 - 2、圆偏振光
 - 3、椭圆偏振光
- 自然光
- 部分偏振光
 - (偏振光+自然光)
 - 1、部分线偏振光
 - 2、部分圆偏振光
 - 3、部分椭圆偏振光

§ 2. 起偏和检偏

一种电磁波偏振的检验方法

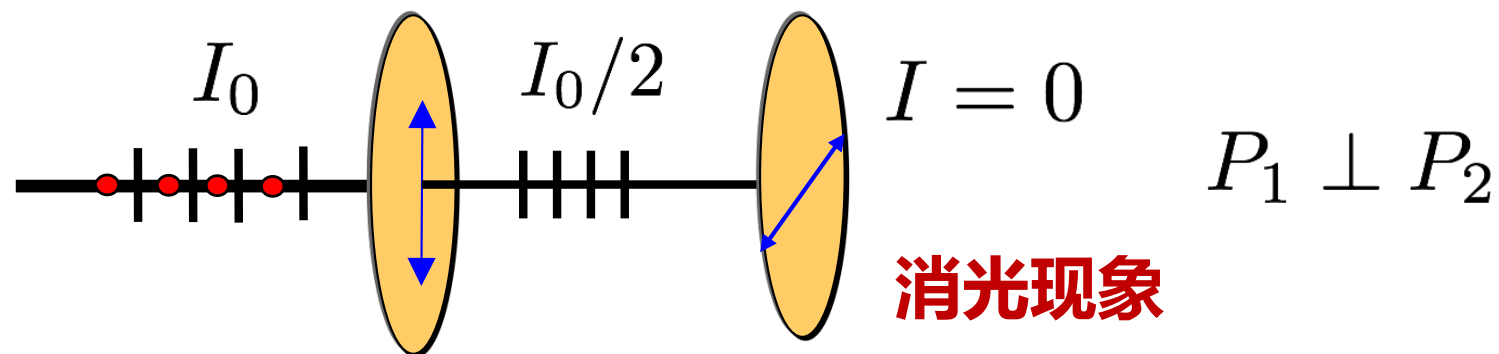
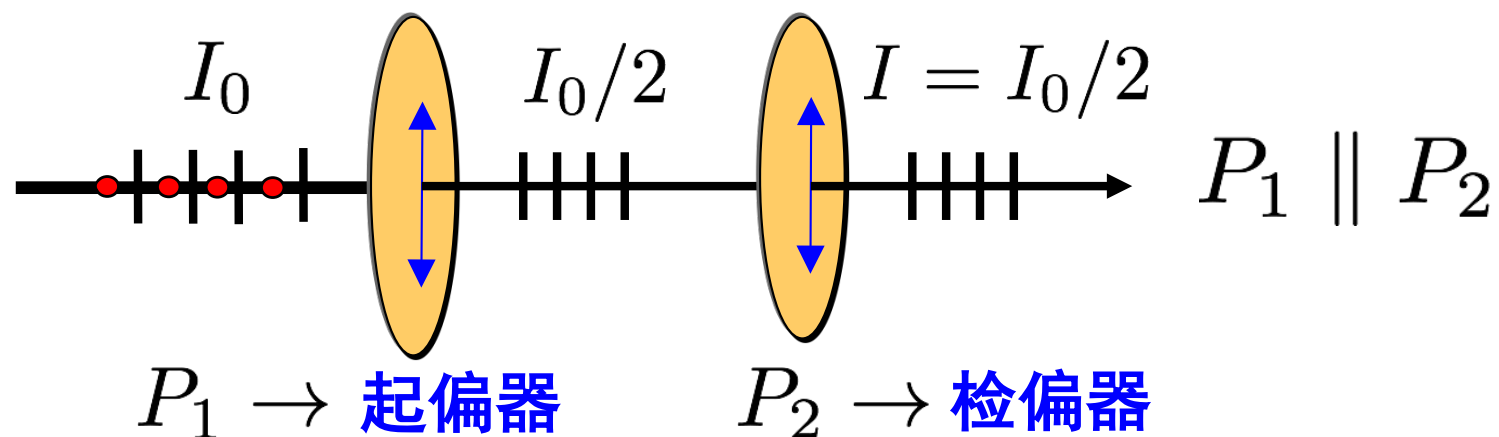


发射机T发出的无线电波波长约3cm

发射机T和接收机R之间为金属线构成的“线删”，线间隔约1cm

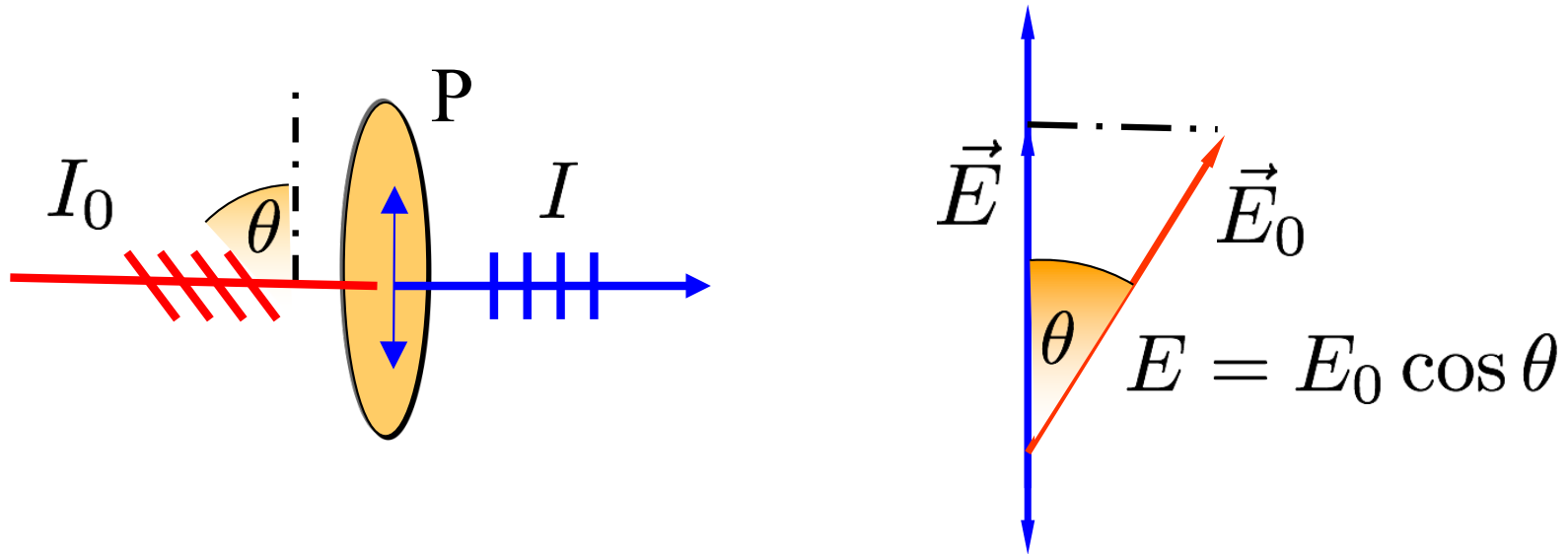
§ 2. 起偏和检偏

一、偏振片的起偏与检偏



§ 2. 起偏和检偏

二、马吕斯定律

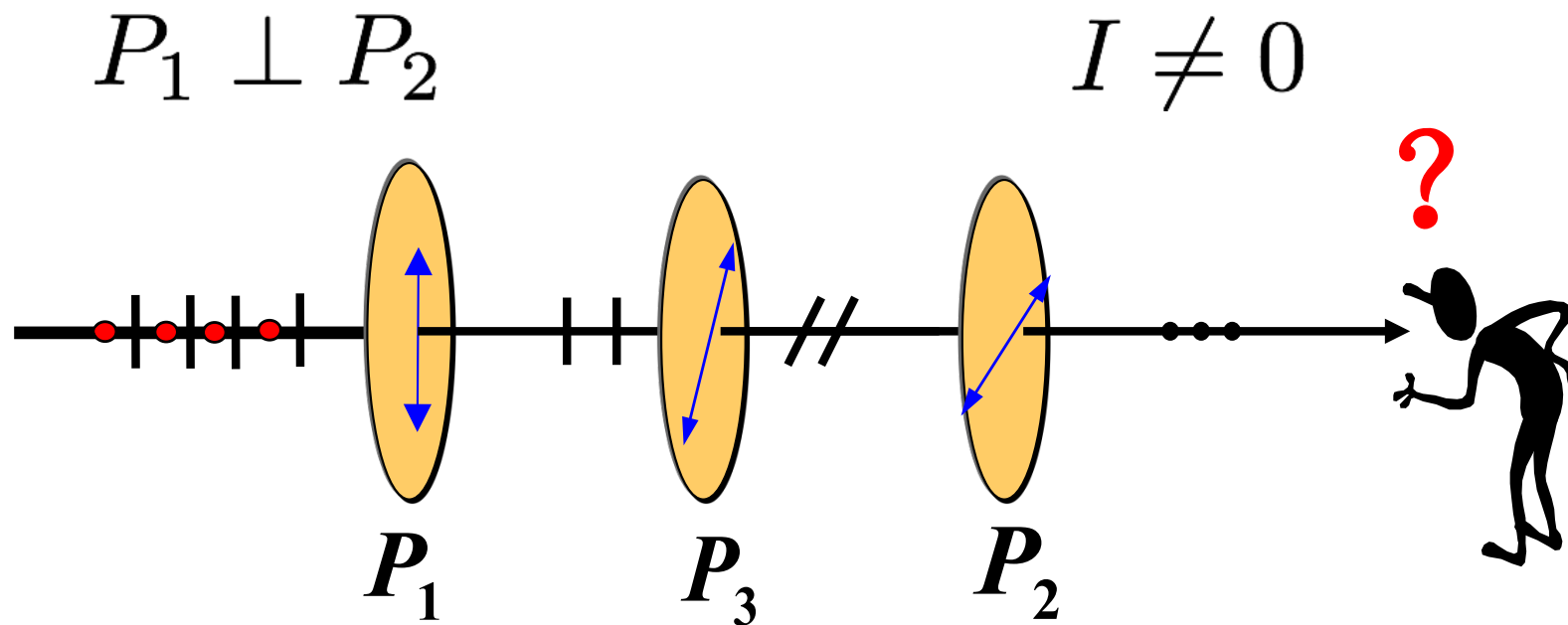


$$I = E^2 = E_0^2 \cos^2 \theta$$

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

马吕斯定律

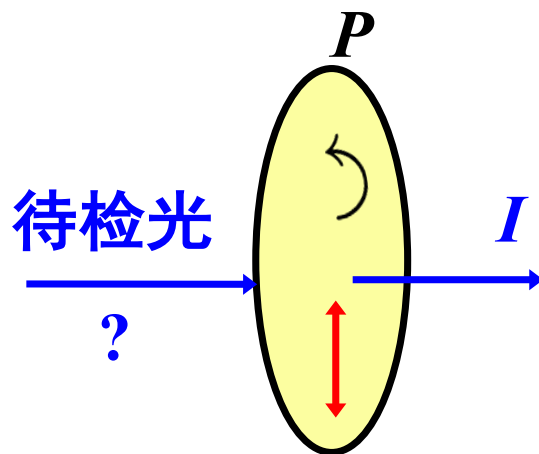
§ 2. 起偏和检偏



你能说明为什么吗？

§ 2. 起偏和检偏

用偏振片分析、检验光的偏振态

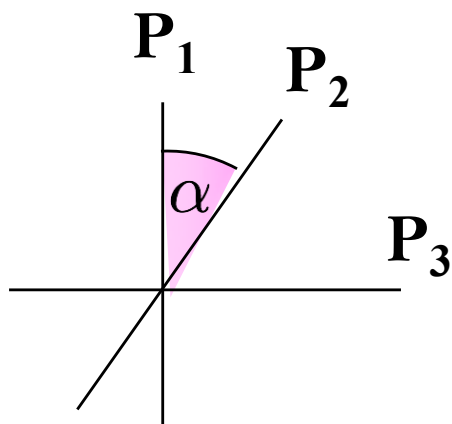
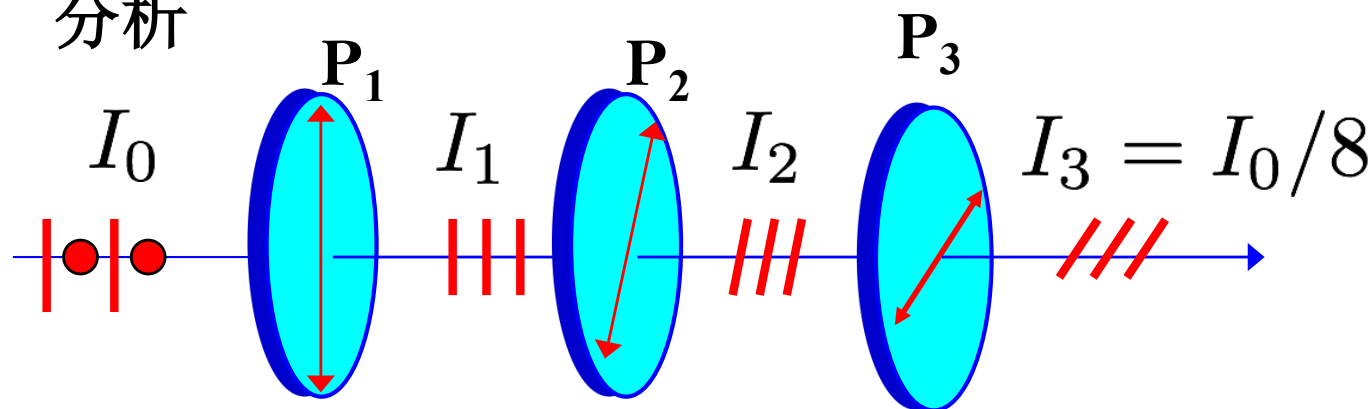


思考：在旋转偏振片的过程中

- I 不变 \rightarrow 是什么光？
- I 变，有消光 \rightarrow 是什么光？
- I 变，无消光 \rightarrow 是什么光？

例题 光强为 I_0 的自然光相继通过偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后光强为 $I_0/8$ ，已知 $P_1 \perp P_3$ ，问： P_1 、 P_2 间夹角为何？

解 分析



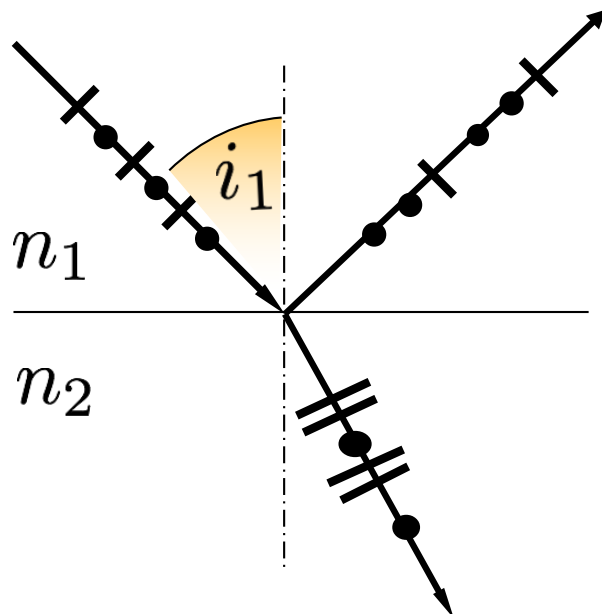
$$I_1 = I_0/2 \quad I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$$

$$I_3 = I_2 \cos^2(\pi/2 - \alpha) = I_2 \sin^2 \alpha$$

$$\frac{I_0}{2} \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha = \frac{I_0}{8} \rightarrow \alpha = \pi/4$$

§ 2. 起偏和检偏

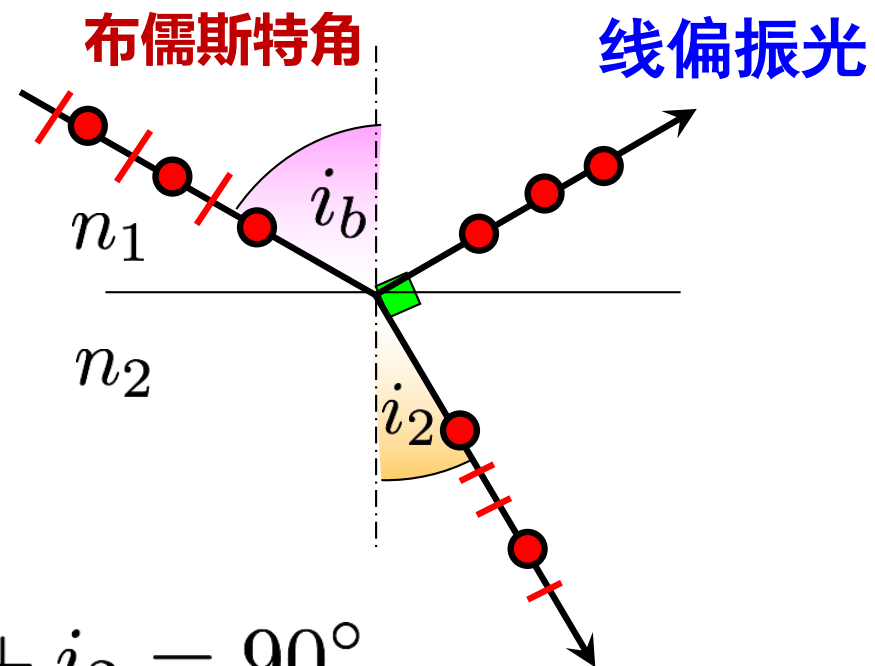
三、反射和折射光的偏振



反射光——
垂直入射面振
动的成分多。

折射光——？

部分偏振光



$$i_b + i_2 = 90^\circ$$

$$n_1 \sin i_b = n_2 \sin i_2$$

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

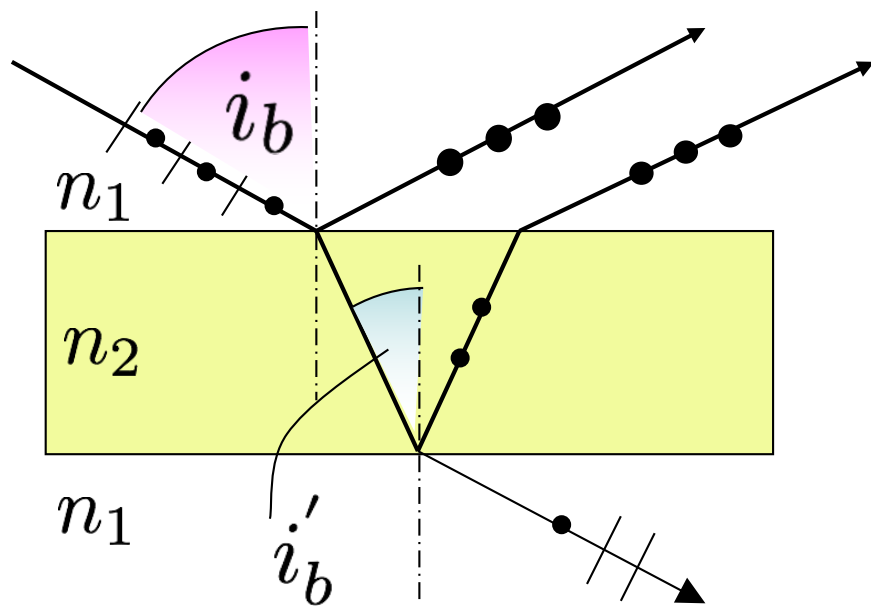
布儒斯特定律

平行玻璃板上表面
反射光是线偏振光.

$\Rightarrow \tan i_b = \frac{n_2}{n_1}$

下表面的反射光是
否也是线偏振光?

$\Rightarrow \tan i'_b = \frac{n_1}{n_2}$ **成立!**



注意：上表面的折射角
等于下表面的入射角

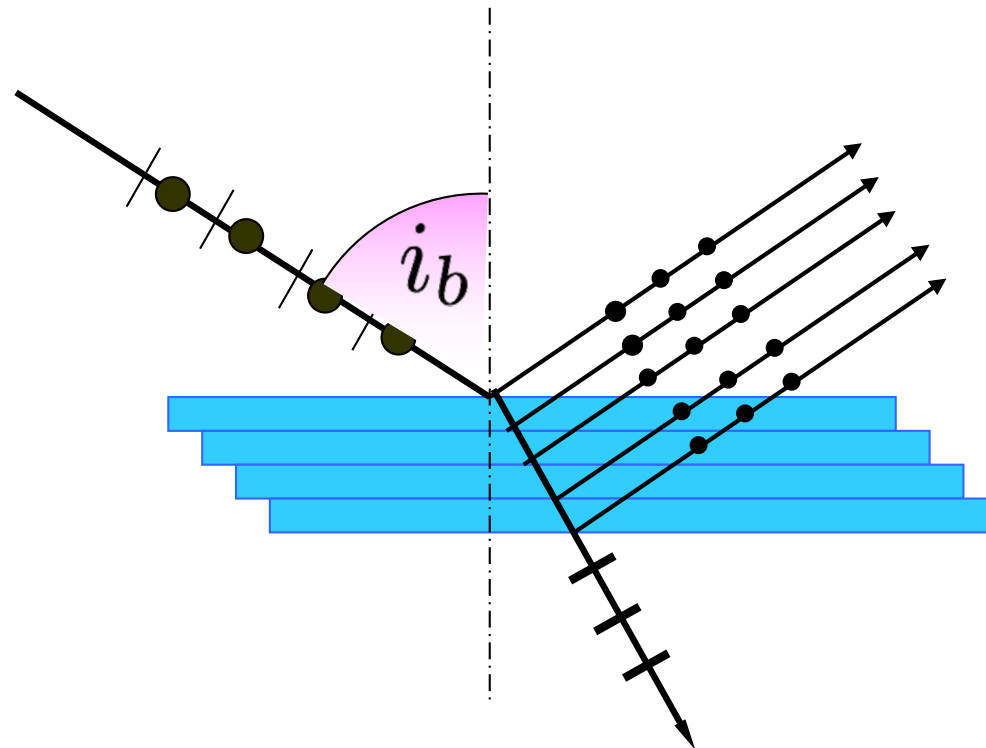
$$n_1 \sin i_b = n_2 \sin i'_b$$

$$i_b + i'_b = 90^\circ$$

$$n_1 \cos i'_b = n_2 \sin i'_b$$

通常玻璃的反射率只有7.5%左右，要以反
射获得较强的偏振光，你有什么好主意？

§ 2. 起偏和检偏

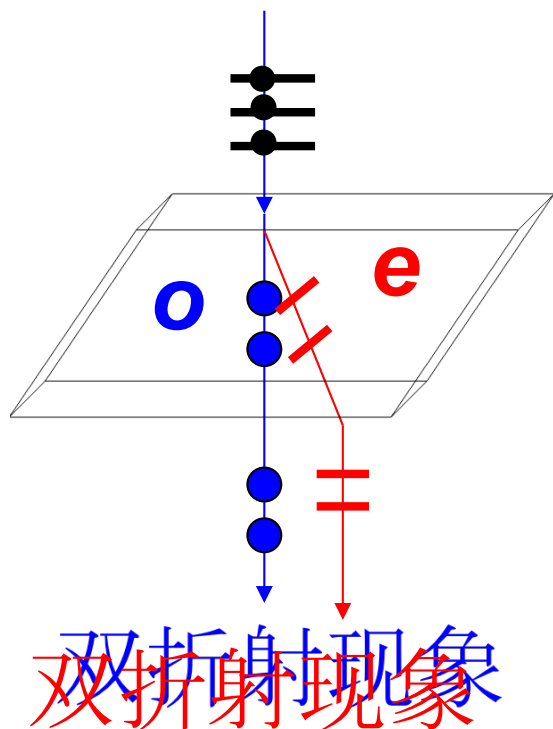


玻璃片堆

经过多次界面反射，折射光成为平行入射面振动的线偏振光；反射光的强度也有相当提高

§ 3. 光的双折射

一、双折射现象



各向同性媒质：在其中传播的光，沿各个方向速度相同。

各向异性媒质：在其中传播的光，沿不同方向速度不同。
石英、方解石、水晶、玉石……

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

遵守—寻常光 (o)

不遵守—非常光 (e)

o光和e光都是线偏振光

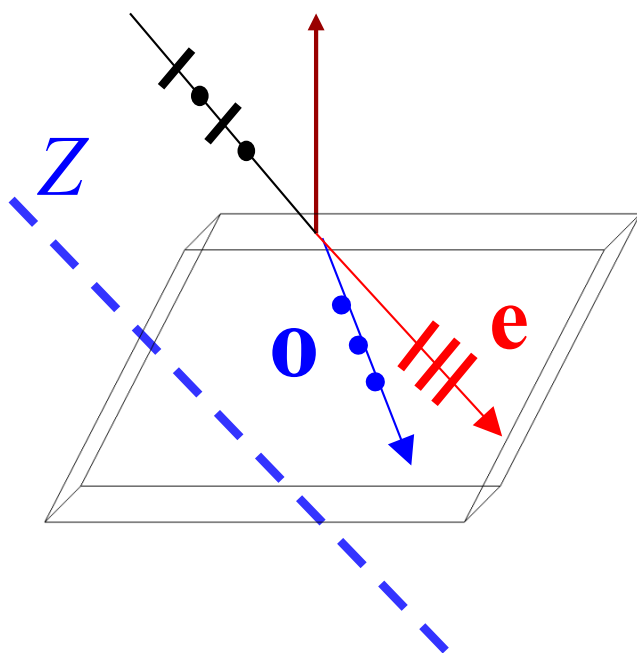


二、光轴 主平面

光轴 — 晶体中的方向
沿此方向o、e光速度相同
—无双折射。

{ 单光轴晶体：石英、方解石
双光轴晶体：云母、黄玉...

主平面 — 由光轴与光线决定。



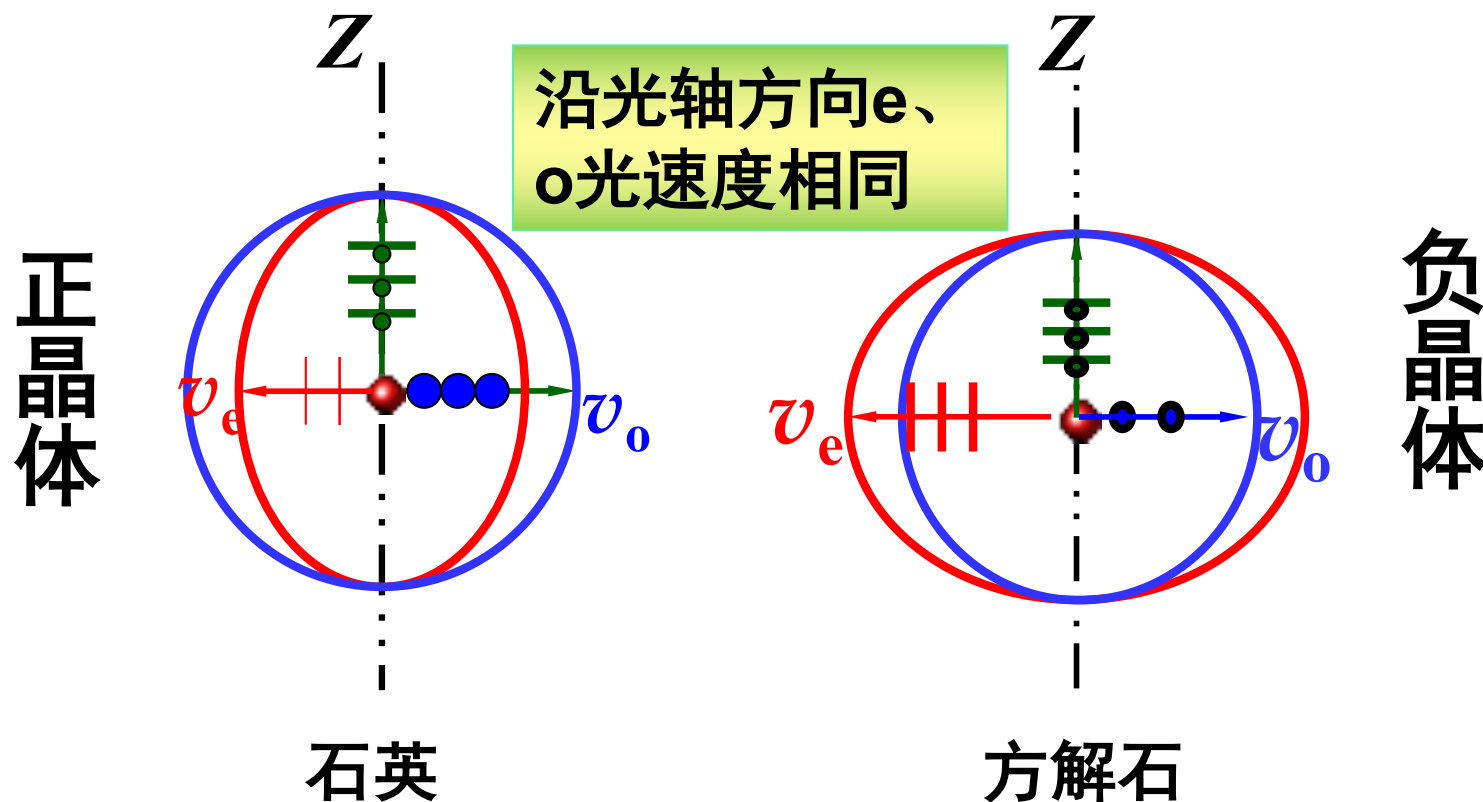
o光振动 垂直于o光的主平面。

e光振动 平行于e光的主平面。

当光轴在入射面内时，**o光**、**e光**
的主平面以及入射面三者重合。

§ 3. 光的双折射

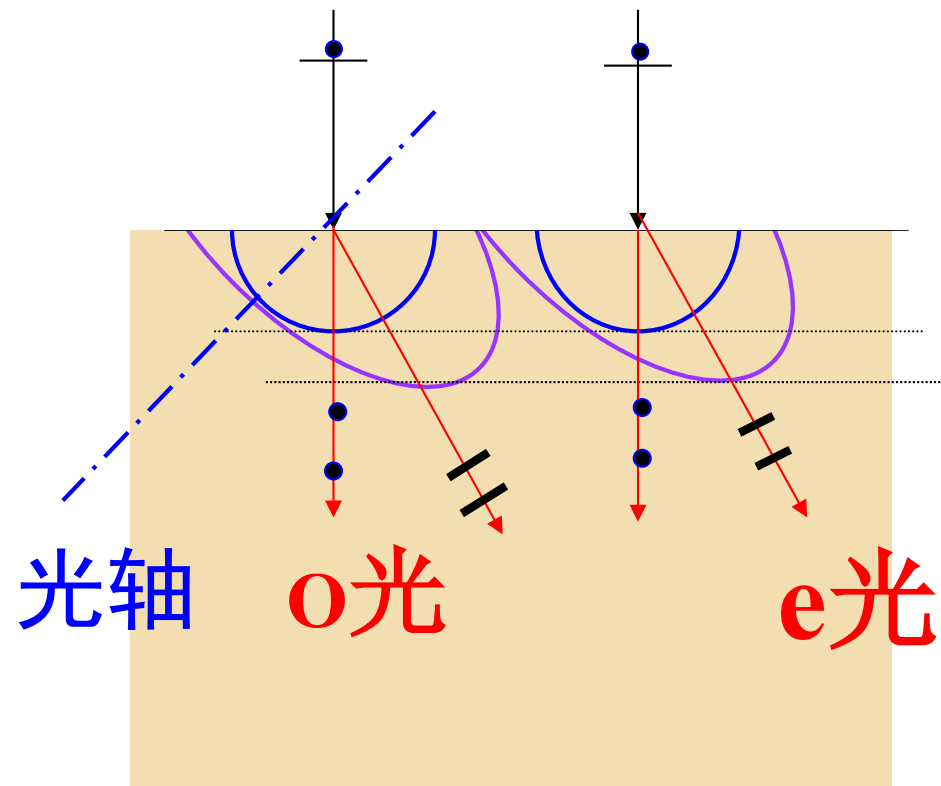
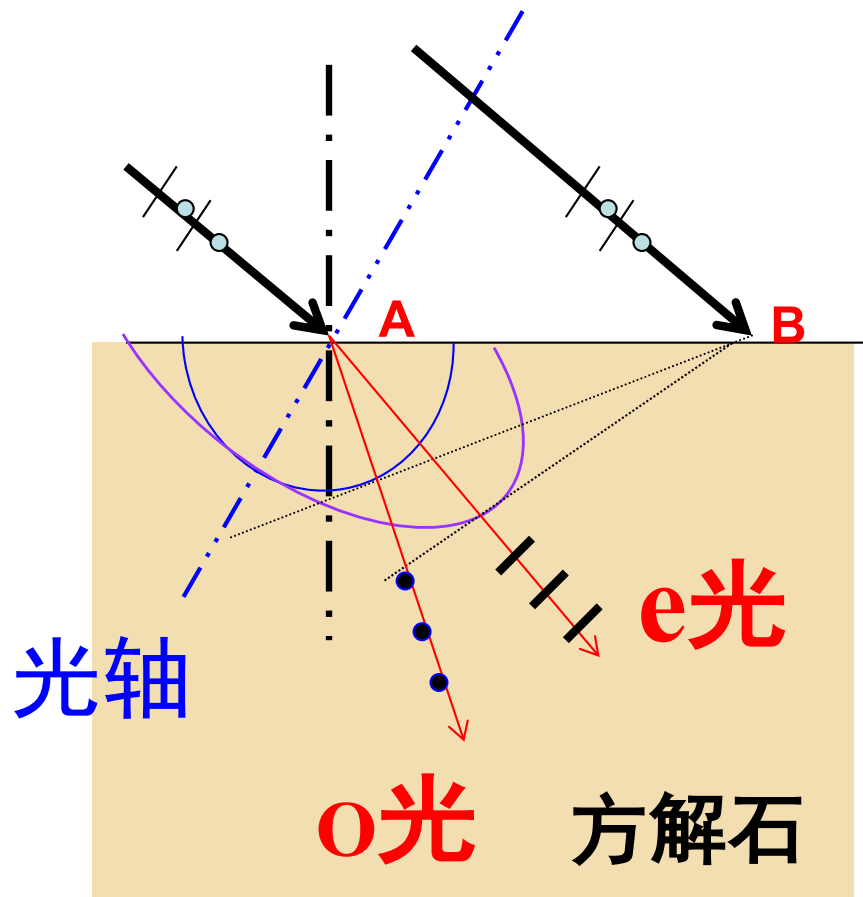
三、主速度、主折射率

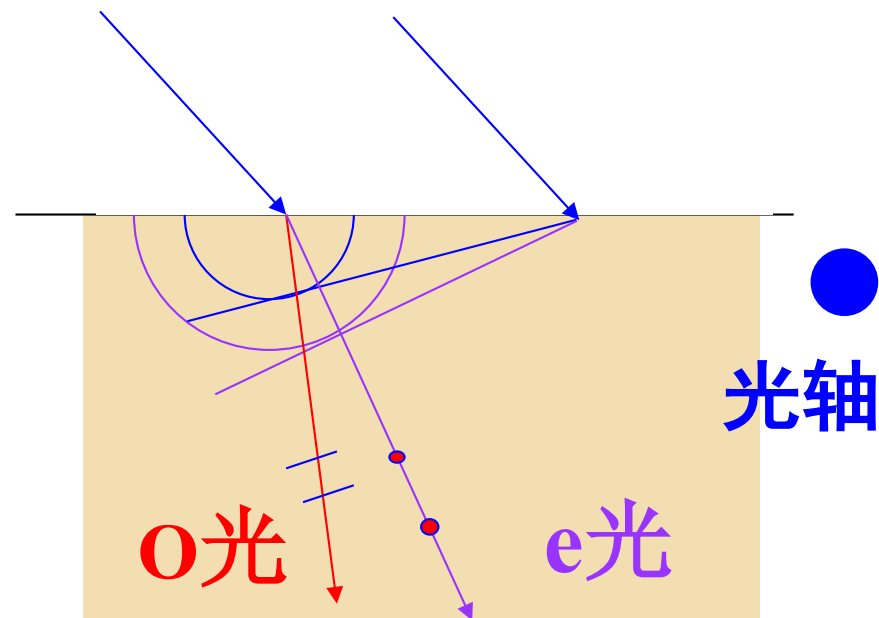
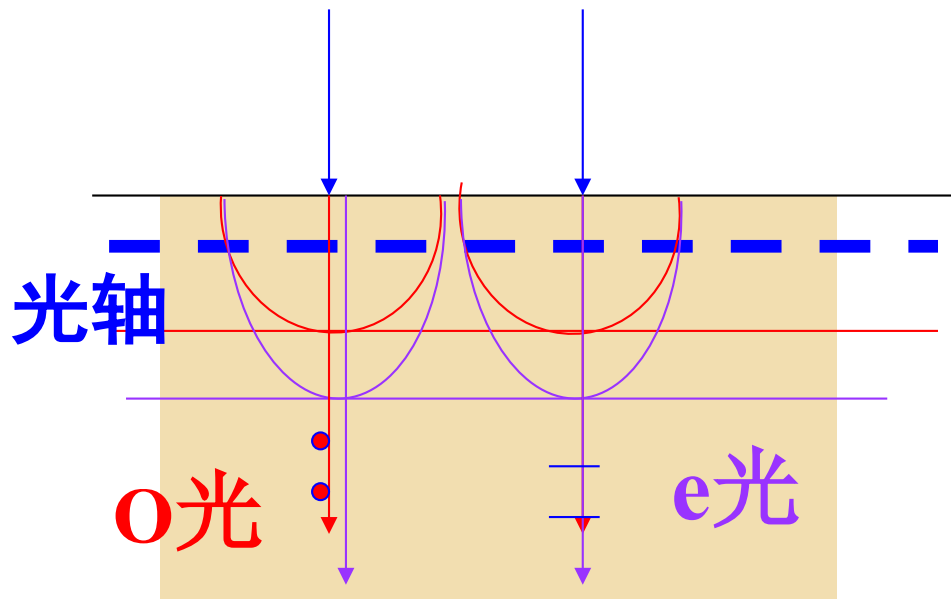


v_o 、 v_e 称晶体的主速度，相应的折射率 n_o 、 n_e 称晶体的主折射率. $n_o = c/v_o$, $n_e = c/v_e$

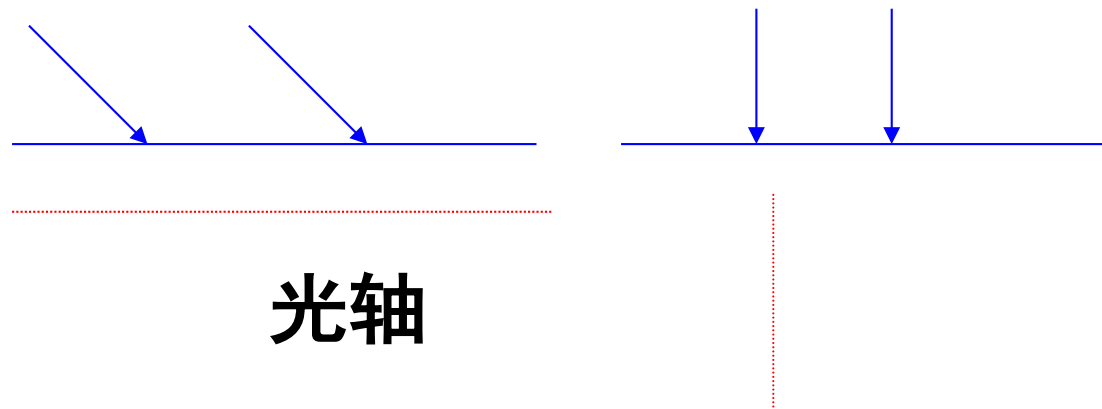
§ 3. 光的双折射

四、作图法确定光的传播方向（惠更斯作图法）



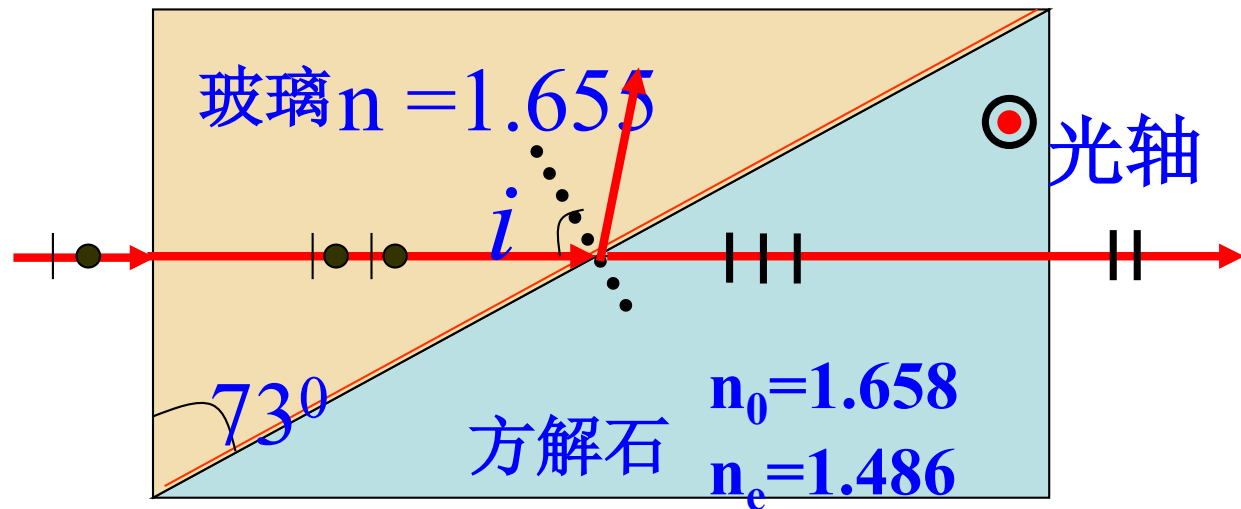


o光、e光沿同一方向传播，是否成一条光线而不分开？



五、利用双折射获得线偏振光

1. 格兰—汤姆逊棱镜



五、利用双折射获得线偏振光

2. 沃拉斯顿棱镜（偏光分束镜）

方解石 $n_o > n_e$

