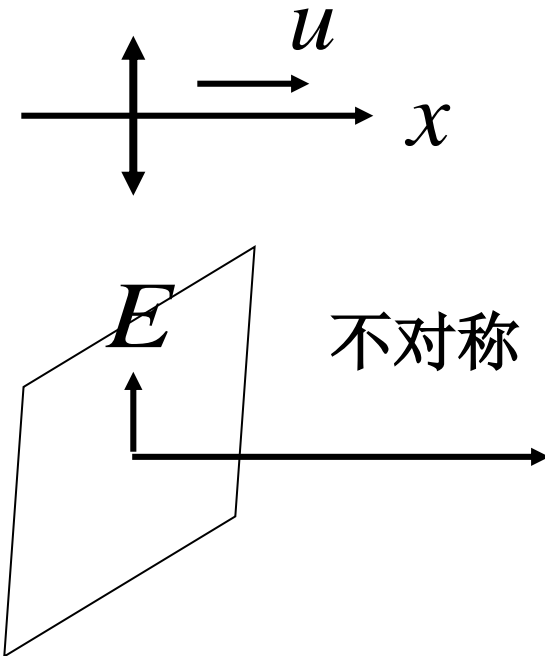


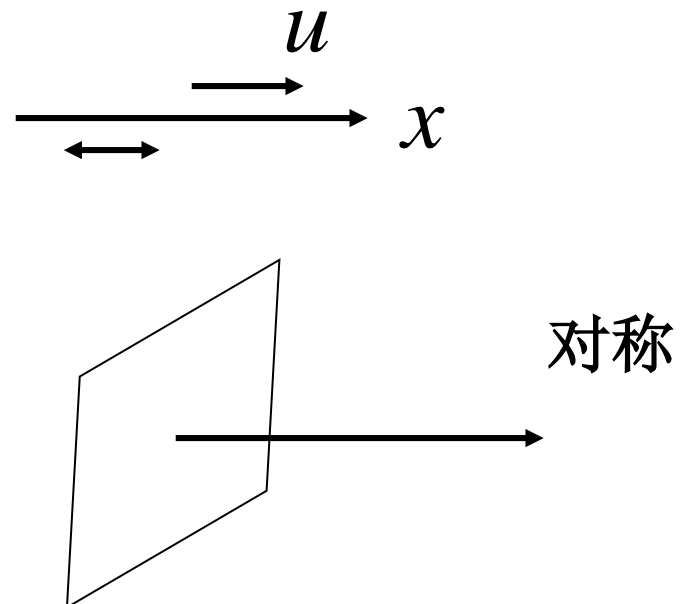
# 第五章 光的横波性

- 光的干涉和衍射揭示了光的波动性，但是波还分横波和纵波两类，他们有不同的性质。

横波

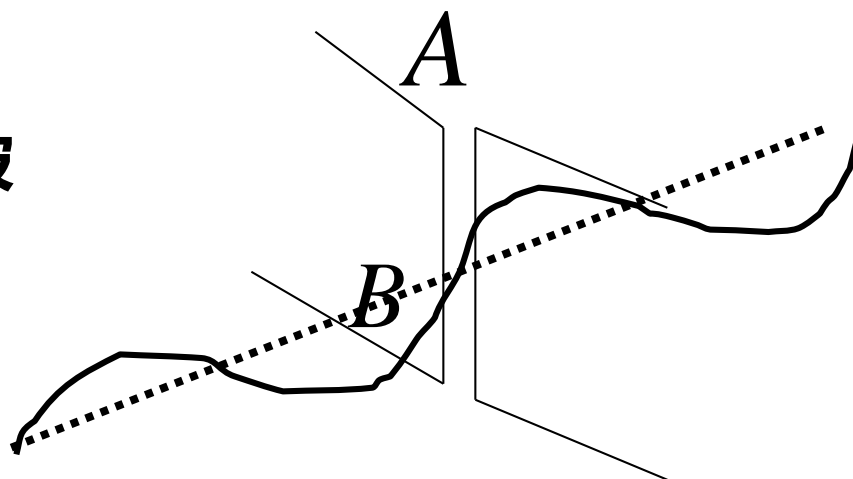


纵波



例如：机械横波和纵波

机械横波  
的检验



振动方向平行AB

通

把AB旋90°，则

不通

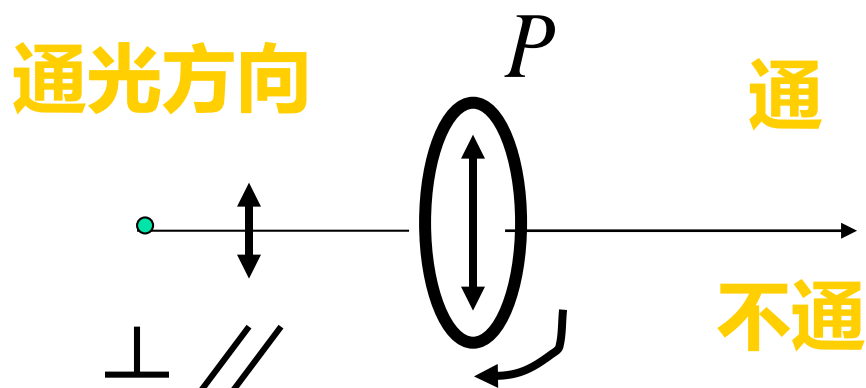
横波由于振动对传播方向的非轴对称性，叫做偏振

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。

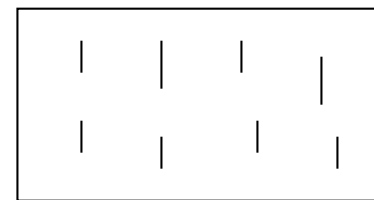
用偏振片检验。



### 偏振片

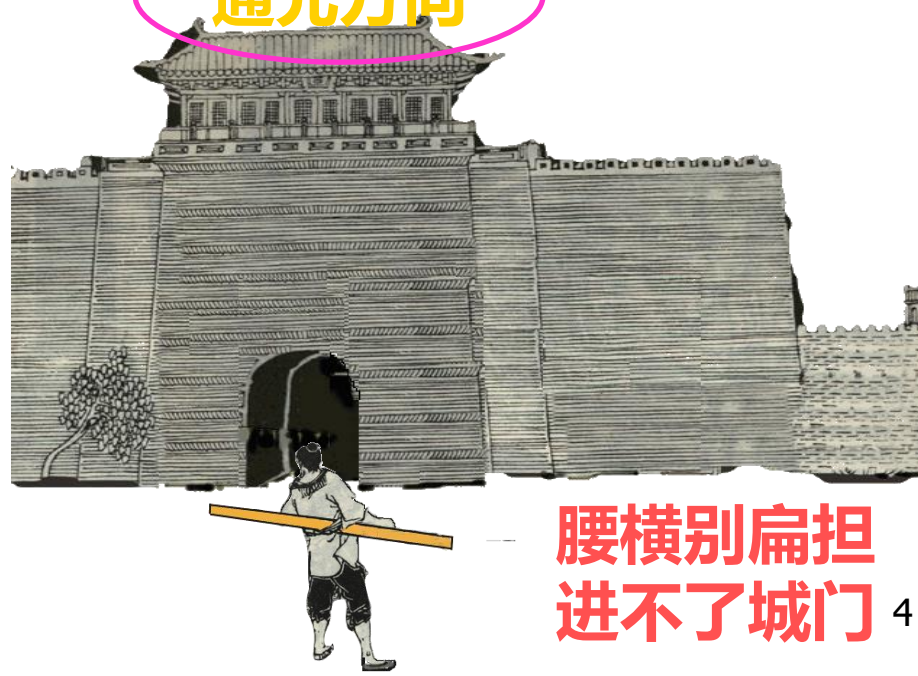
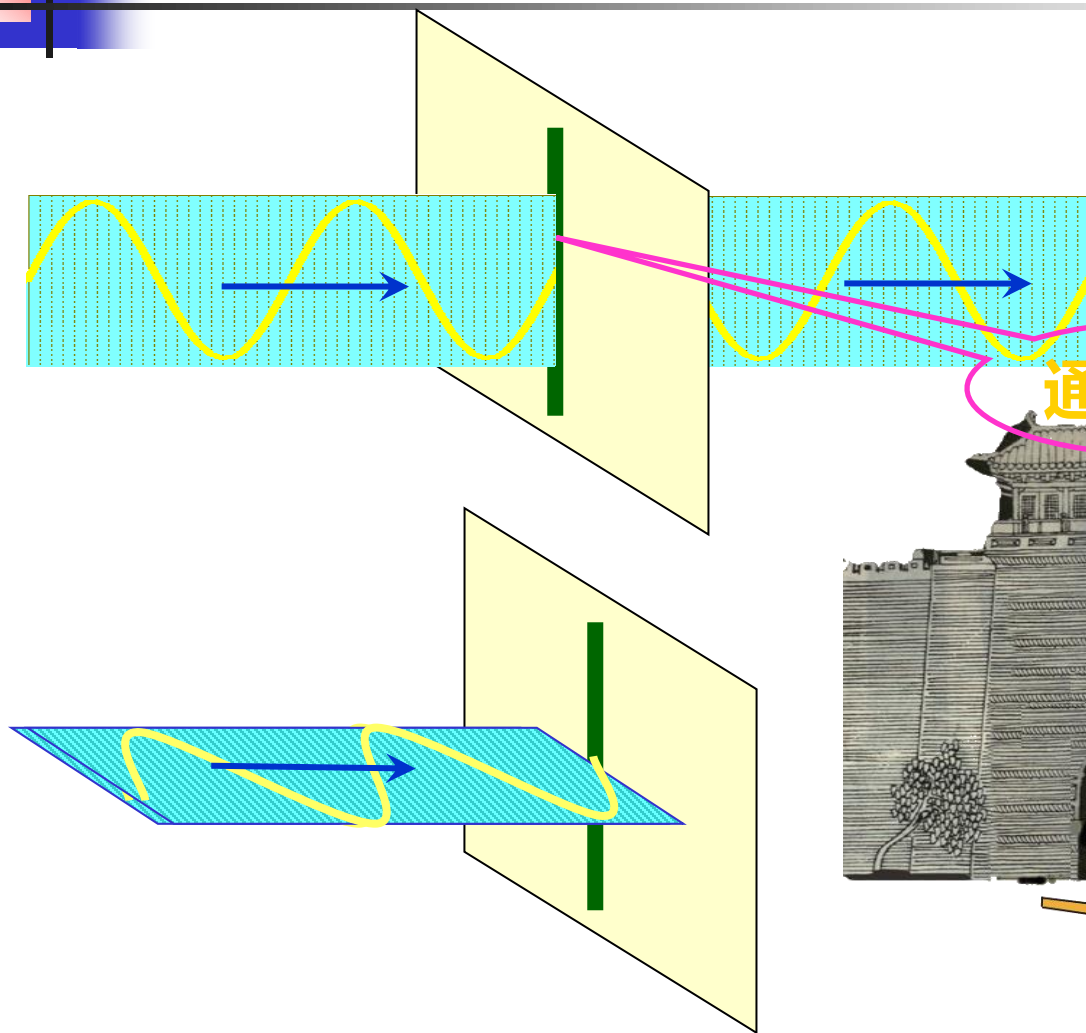
大分子物质，

对振动方向反映出  
吸收系数不同。



## 第五章 光的横波性

形象说明偏振片的原理



腰横别扁担  
进不了城门

# § 5.1 光的偏振状态

- 光是电磁振荡的一种传播。其中电场和磁场的振动方向垂直，为方便计，以下只考虑电振动。

## 1. 自然光 (natural light)

由于普通光源发光的间歇性和随机性

**振动方向 不一定相同**  
**波列长度也不一定相同**  
**初相 也不一定相同**

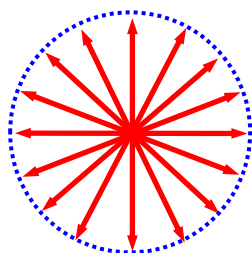


大量原子发光的统计效果构成了自然光。  
其振动方向包含了整个振动平面。

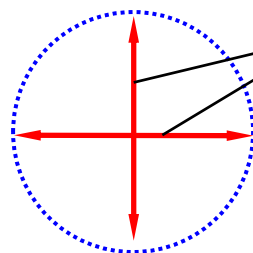


## § 5.1 光的偏振状态

根据统计平均，自然光没有优势振动方向，各个振动方向的**强度相等**。

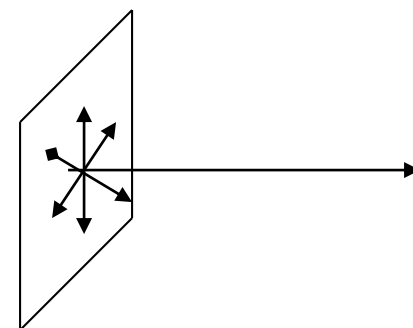


没有优势方向



自然光的分解

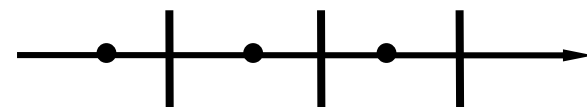
非相干



一束自然光可分解为两束振动方向相互垂直的、等幅的、**不相干**的线偏振光。

自然光的表示法：

$$\overline{E}_x = \overline{E}_y \quad I = I_x + I_y = 2I_x$$

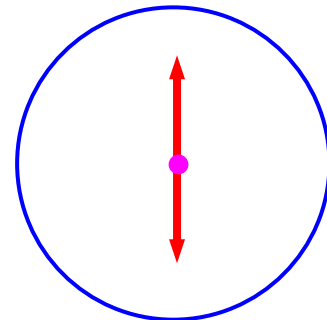
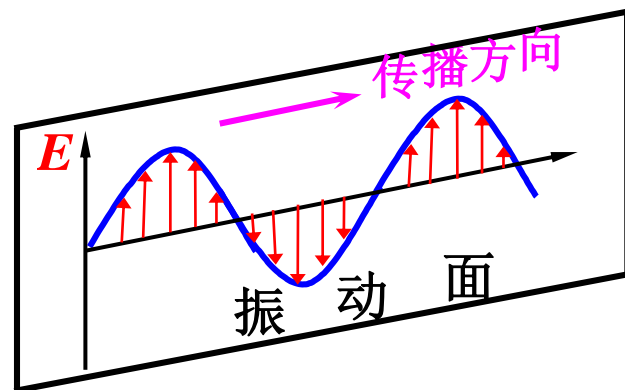
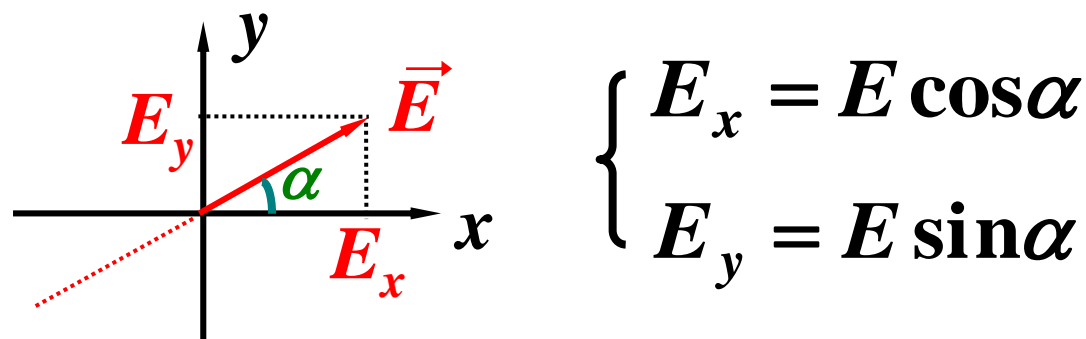


## § 5.1 光的偏振状态

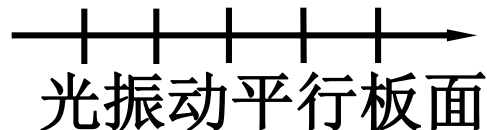
### 2. 线偏振光 (linearly polarized light)

光矢量 ( $\mathbf{E}$ ) 只在一个固定平面内沿单一方向振动的光叫线偏振光 (也称平面偏振光)。

线偏振光可沿两个相互垂直的方向分解



表示法:



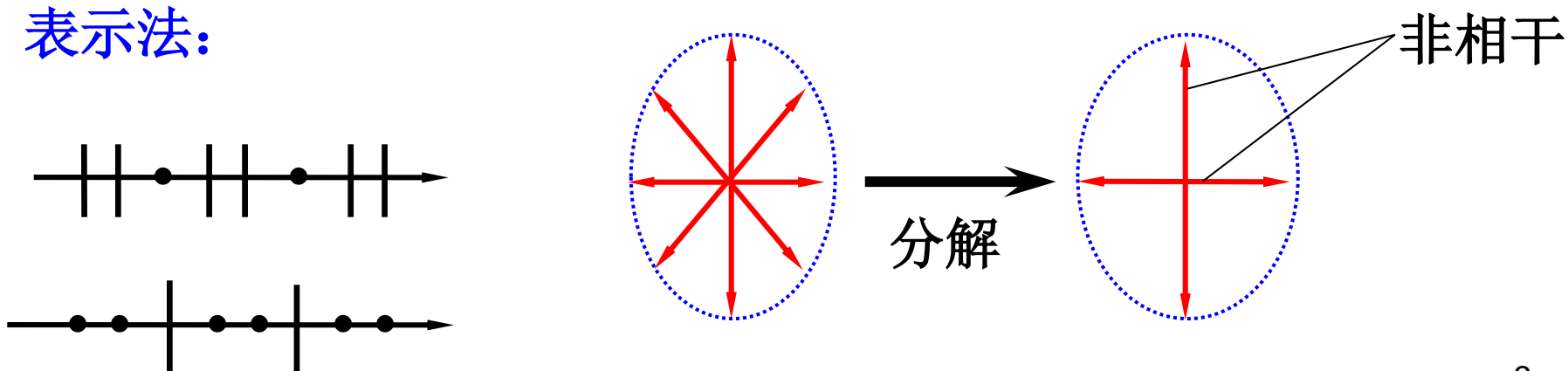
面对光的传播方向看

### 3. 部分偏振光 (partial polarized light)

完全偏振光和自然光是两种极端情形，介于二者之间的一般情形是部分偏振光。

最常讨论的部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合，天空的散射光和水面的反射光就是这种部分偏振，它可以分解如下：

表示法：





#### 4. 偏振度 (degree of polarization)

描写部分偏振光的偏振程度的物理量是偏振度:

偏振度:

$$P = \frac{I_p}{I_t} = \frac{I_p}{I_n + I_p}$$

$I_t$  — 一部分偏振光的总强度

$I_n$  — 一部分偏振光中包含的自然光的强度

$I_p$  — 一部分偏振光中包含的完全偏振光的强度

完全偏振光 (线、圆、椭圆)

$$P = 1$$

自然光 (非偏振光)

$$P = 0$$

部分偏振光

$$0 < P < 1$$

## 2. 圆偏振光 (circularly polarized light) 和 椭圆偏振光 (elliptically polarized light)

圆和椭圆偏振光可看成是两束频率相同、传播方向一致、振动方向相互垂直、相位差为某个确定值的线偏振光的合成。

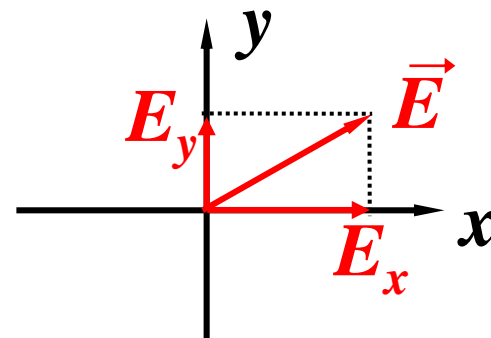
设：  $E_x = E_{x0} \cos \omega t$

$E_y = E_{y0} \cos(\omega t + \varphi)$

总振动为：  $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j}$ ，轨迹如下：

$$\therefore \frac{E_x}{E_{x0}} \cos \varphi - \frac{E_y}{E_{y0}} = \sin \omega t \sin \varphi$$

$$\Rightarrow \frac{E_x^2}{E_{x0}^2} + \frac{E_y^2}{E_{y0}^2} - 2 \frac{E_x E_y}{E_{x0} E_{y0}} \cos \varphi = \sin^2 \varphi$$



椭圆方程

## § 5.1 光的偏振状态

### ■ 讨论:

1) 当 $\varphi=2k\pi$ 时, 有

$$(E_x/E_{x0} - E_y/E_{y0})^2 = 0$$

即:  $E_x/E_{x0} = E_y/E_{y0}$ , 仍是线偏光

且有  $\tan\alpha = E_{y0}/E_{x0}$

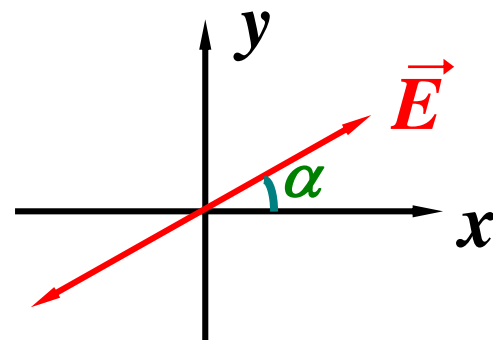
振动在 I III 象限。

2) 当 $\varphi=(2k+1)\pi$ 时, 有

$$(E_x/E_{x0} + E_y/E_{y0})^2 = 0$$

即:  $E_x/E_{x0} = -E_y/E_{y0}$ , 是振动在 II IV 象限的线偏光

$$\frac{E_x^2}{E_{x0}^2} + \frac{E_y^2}{E_{y0}^2} - 2 \frac{E_x E_y}{E_{x0} E_{y0}} \cos \varphi = \sin^2 \varphi$$



3) 当 $\varphi=(2k+1/2)\pi$ 时, 有

$$\frac{E_x^2}{E_{x0}^2} + \frac{E_y^2}{E_{y0}^2} = 1$$

表明合矢端点将沿一椭圆作旋转运动, 称为**椭偏光**

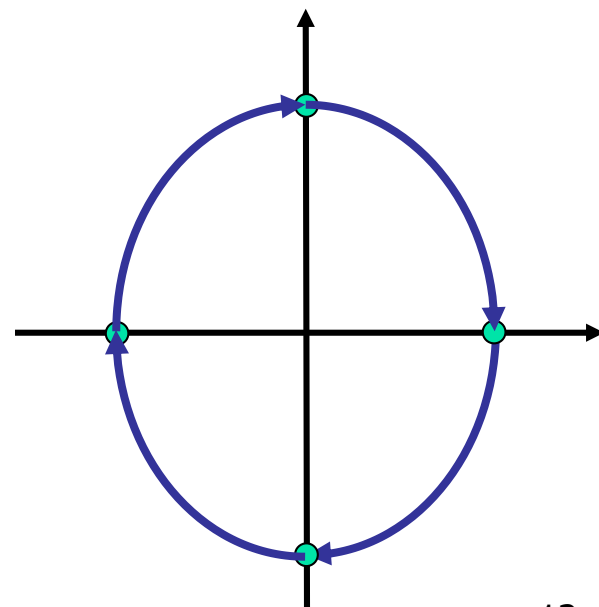
由  $E_x = E_{x0} \cos \omega t$

$$E_y = E_{y0} \cos(\omega t + \pi/2)$$

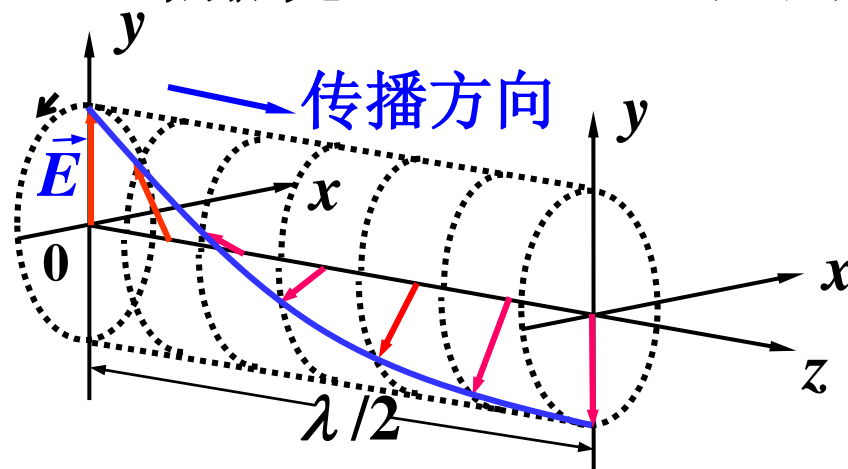
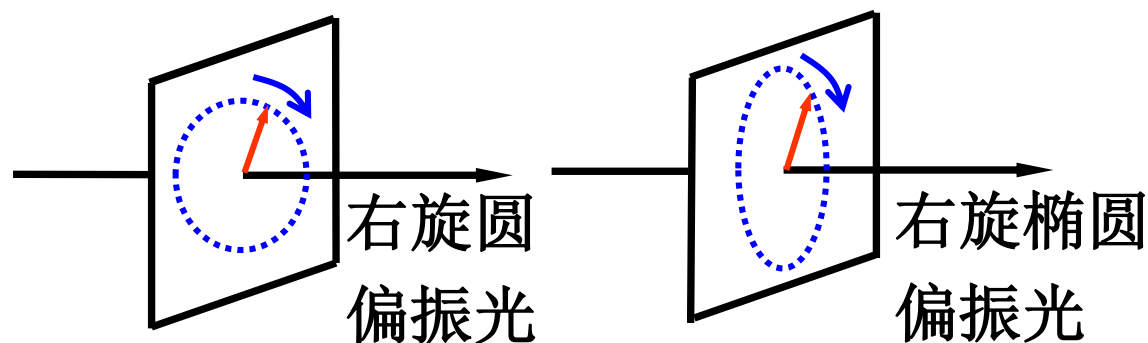
可知是顺时针旋转的, 所以称**右旋椭偏光**。

4) 当 $\varphi=(2k-1/2)\pi$ 时, 与3) 一样, 只是旋转方向为左

5) 若 $E_{x0}=E_{y0}$ , 这时椭偏光化为圆偏光, 同样分左右旋。



## § 5.1 光的偏振状态



某时刻左旋圆偏振光  $\vec{E}$  随  $z$  的变化

线、圆和椭圆偏振光均称为完全偏振光。