



§ 5.2 线偏振光的获得与检验

一. 起偏——从自然光获得偏振光

▲ 起偏器 (**polarizer**) : 起偏的光学器件

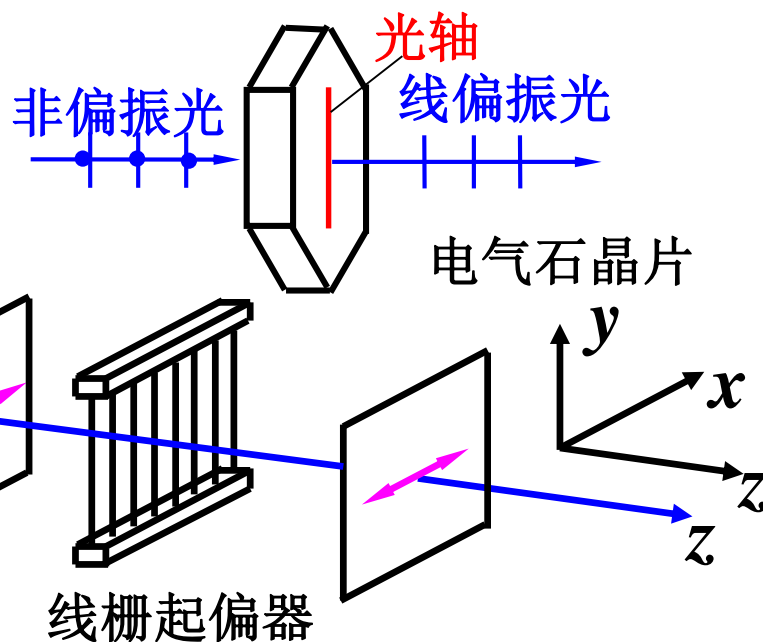
▲ 起偏的原理: 利用某种光学的不对称性

- (1) 物质的二向色性,
- (2) 散射,
- (3) 反射和折射,
- (4) 双折射....

§ 5.2 线偏振光的获得与检验

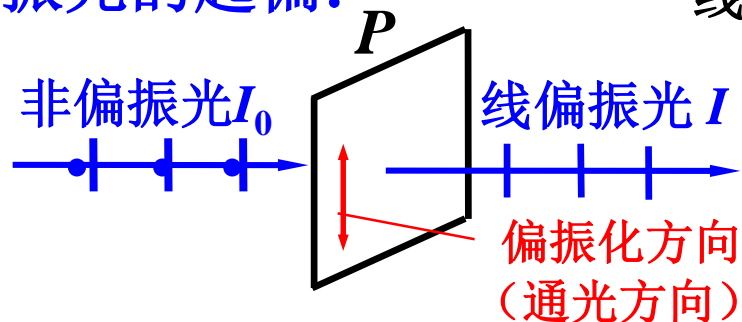
▲ 偏振片 (Polaroid) (获得线偏振光) :

- 微晶型:



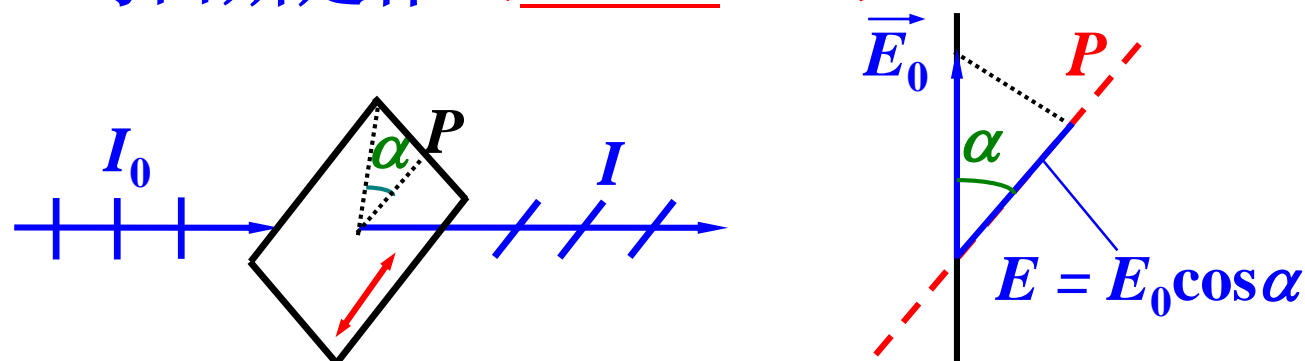
- 分子型:

▲ 线偏振光的起偏:



$$I = \frac{1}{2} I_0$$

二. 马吕斯定律 (Malus law)



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

$$\boxed{I = I_0 \cos^2 \alpha} \text{ —— 马吕斯定律 (1809)}$$

$$\alpha = 0, \quad I = I_{\max} = I_0$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2}, \quad I = 0 \quad \text{—— 消光}$$

三. 线偏振光的检偏

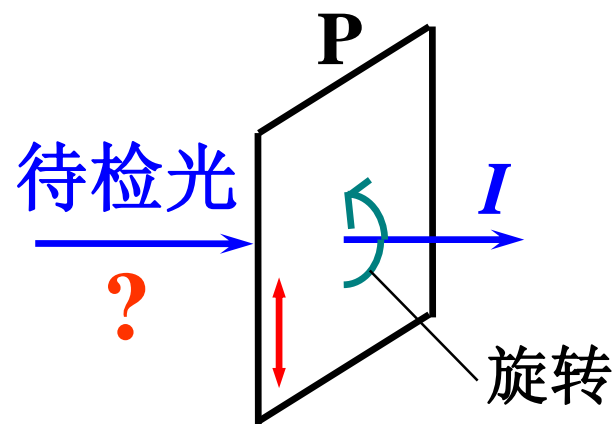
检偏：用偏振器件检验光的偏振态
设入射光可能是**自然光**或**线偏振光**
或由线偏振光与自然光混合而成的
部分偏振光

思考

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

上述办法能区分出自然光和圆偏振光吗?

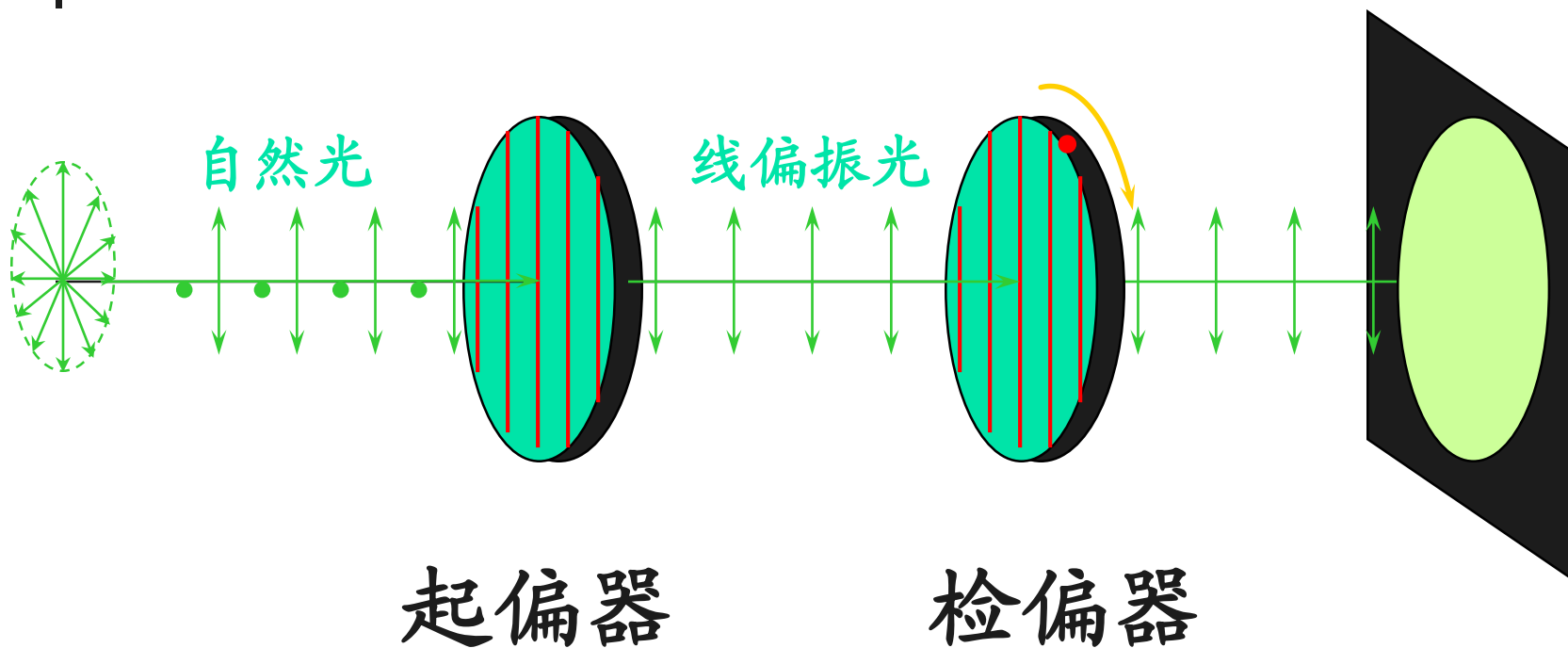
能区分出部分偏振光和椭圆偏振光吗?



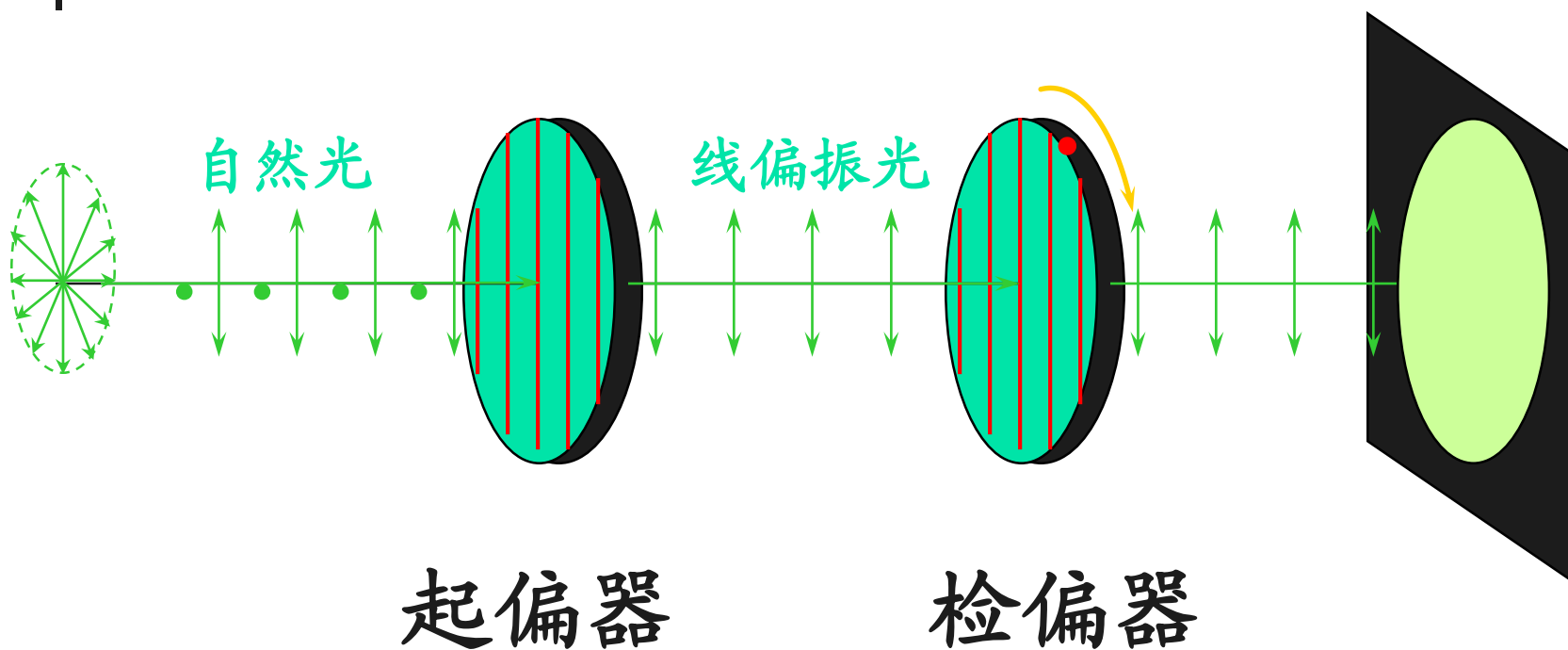
演示

线偏振光的起偏和检偏

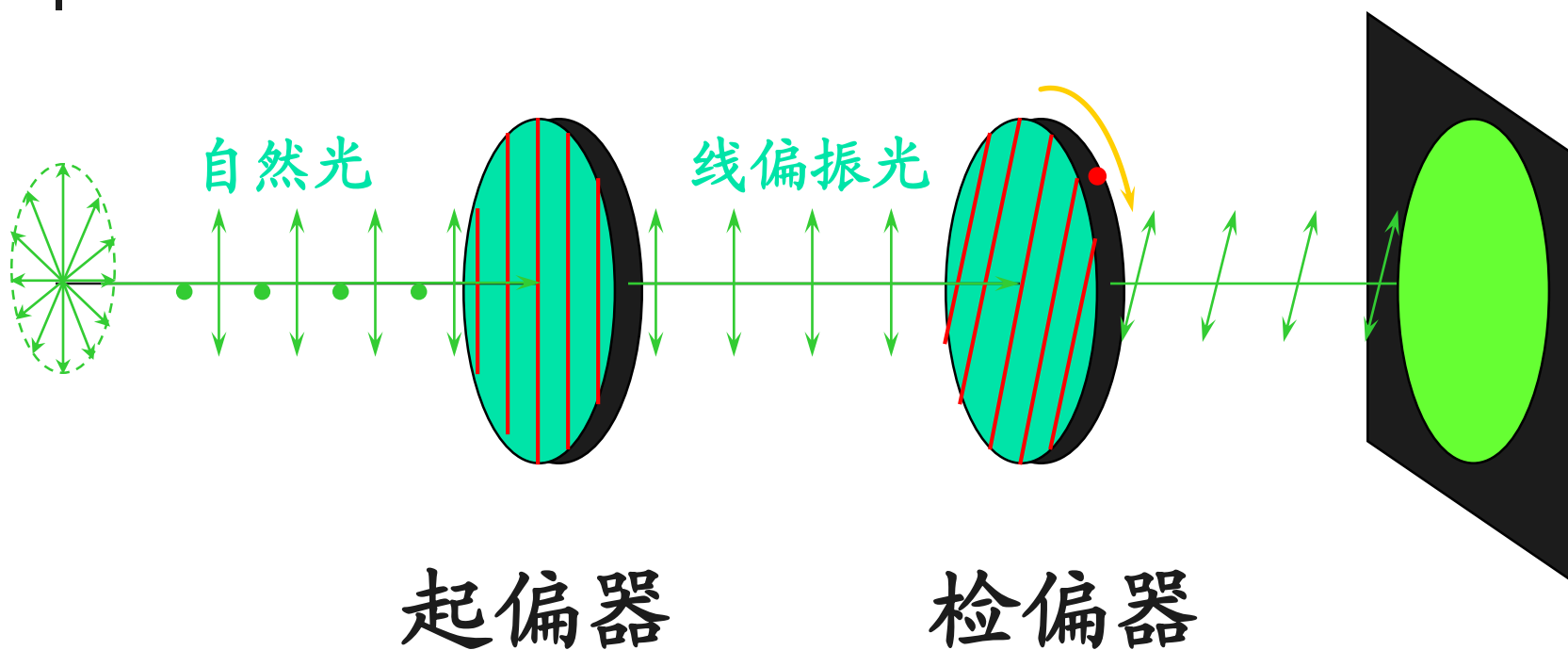
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



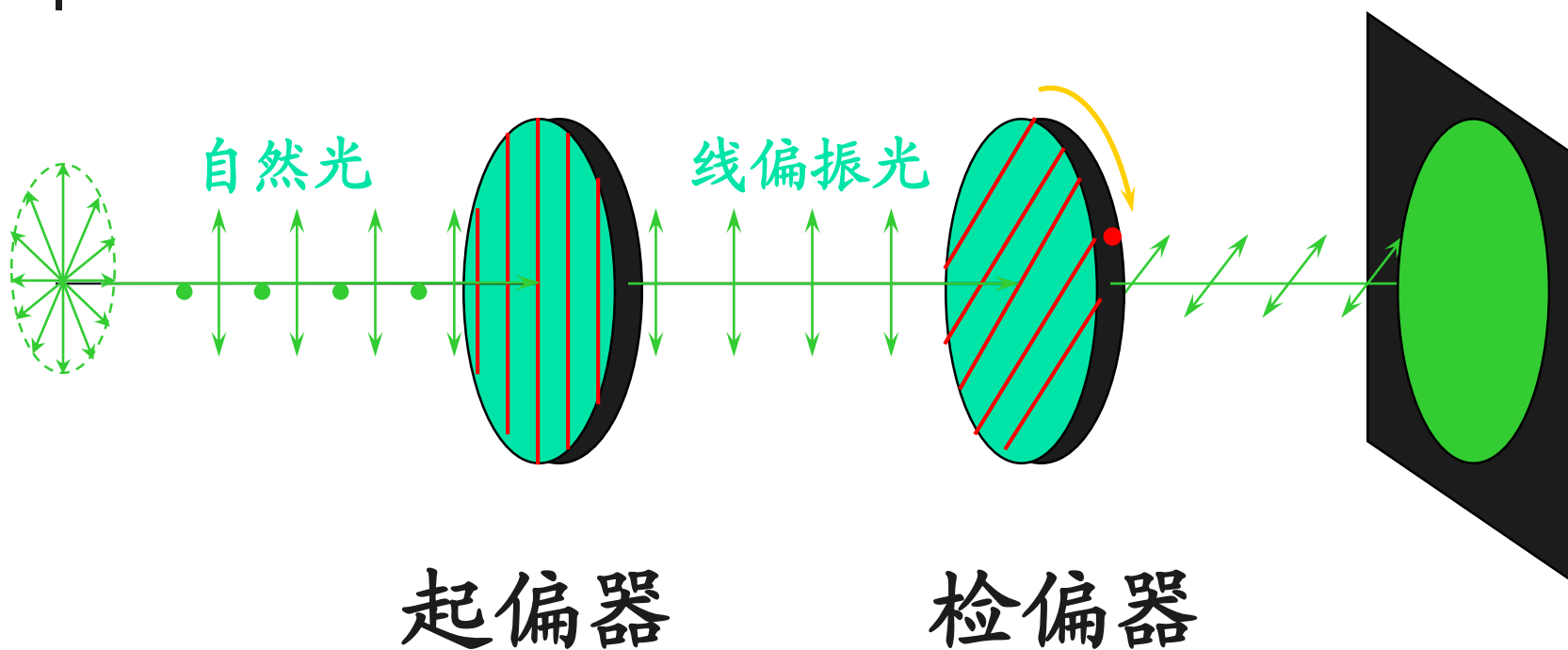
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



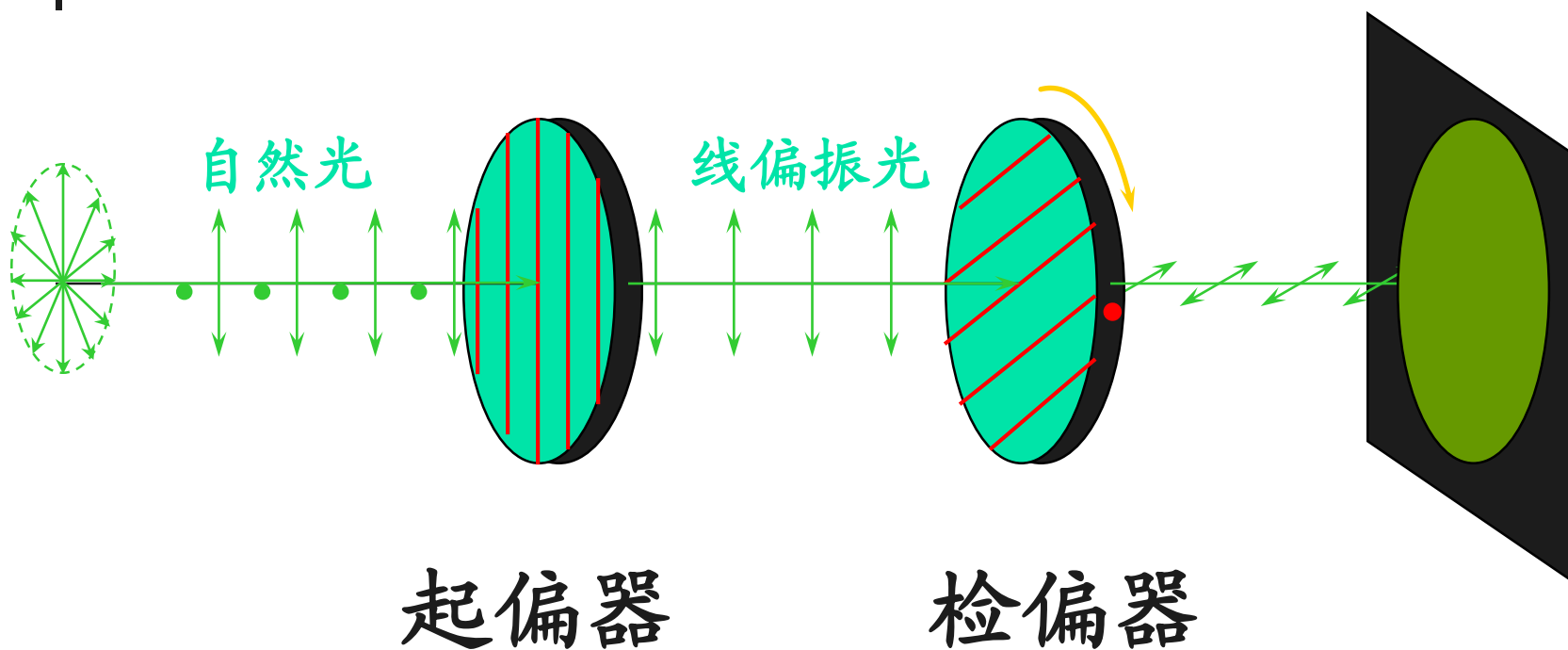
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



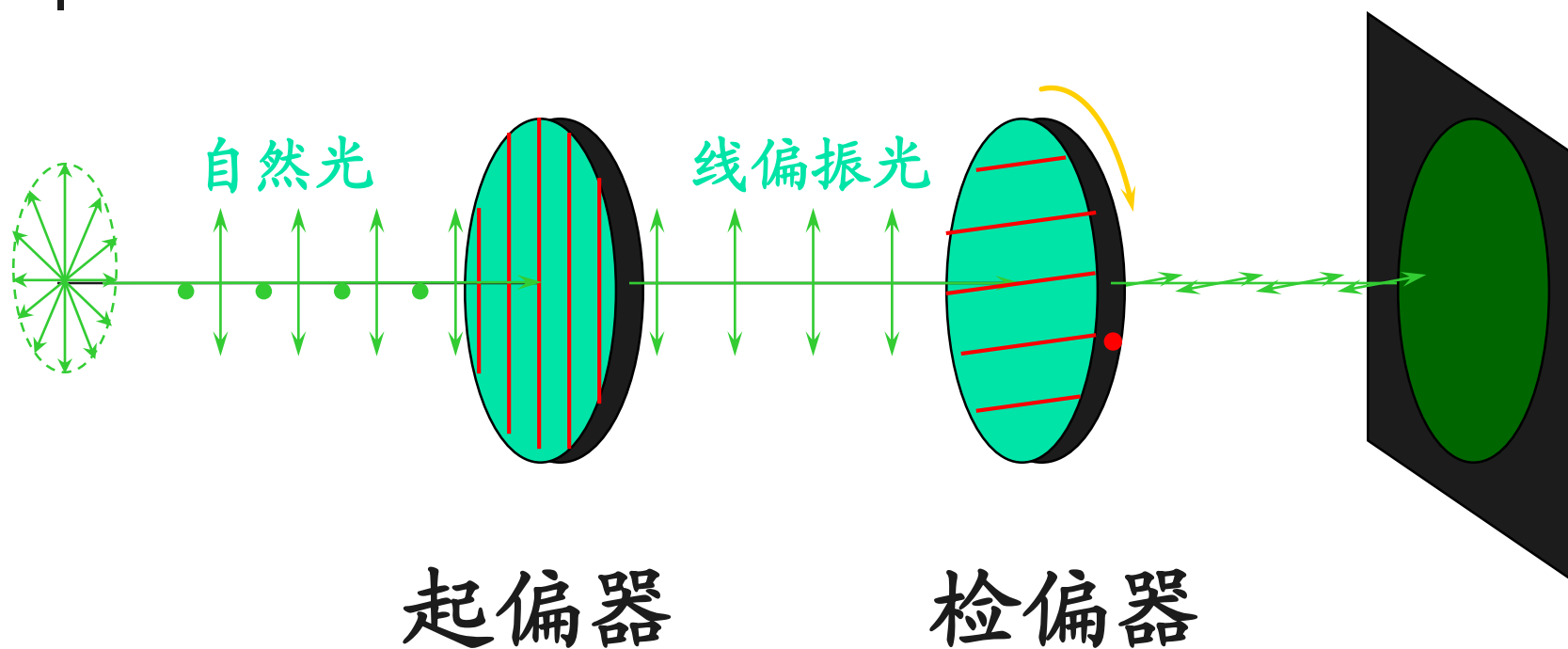
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



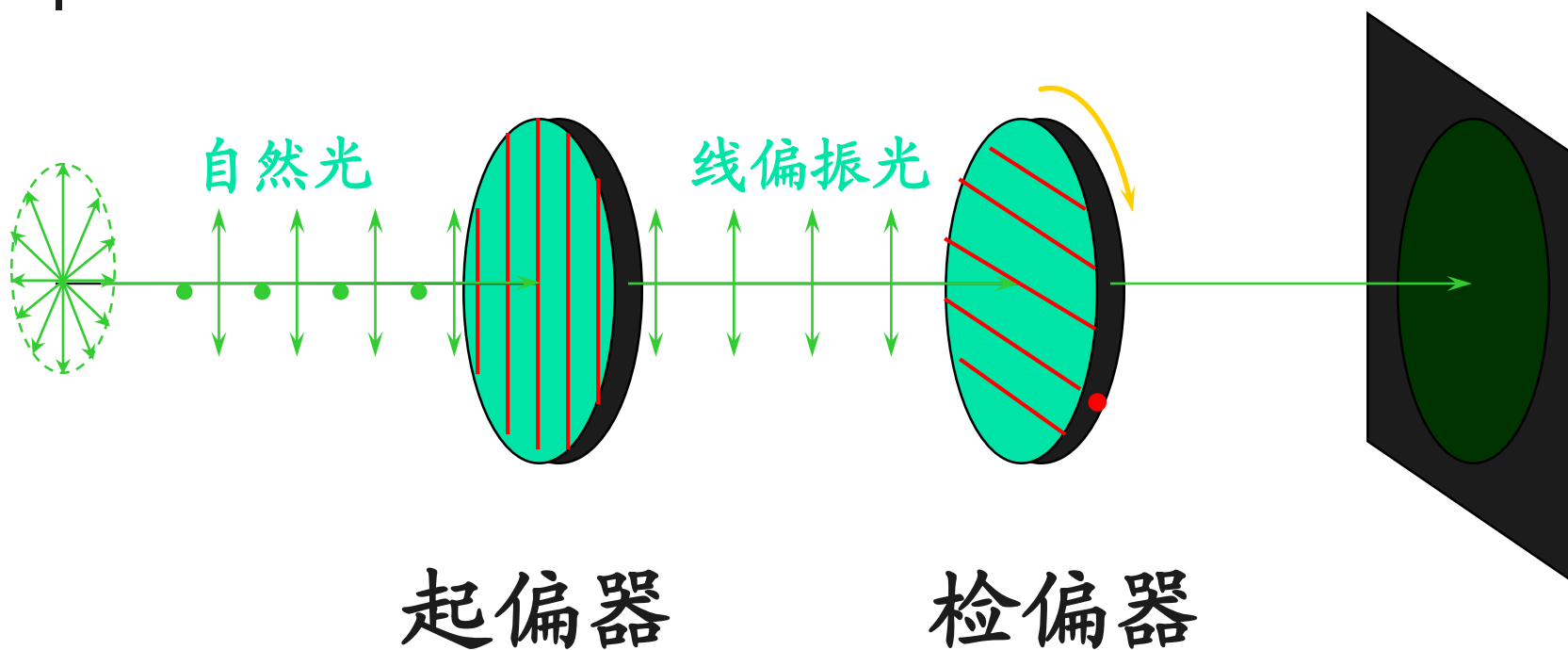
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



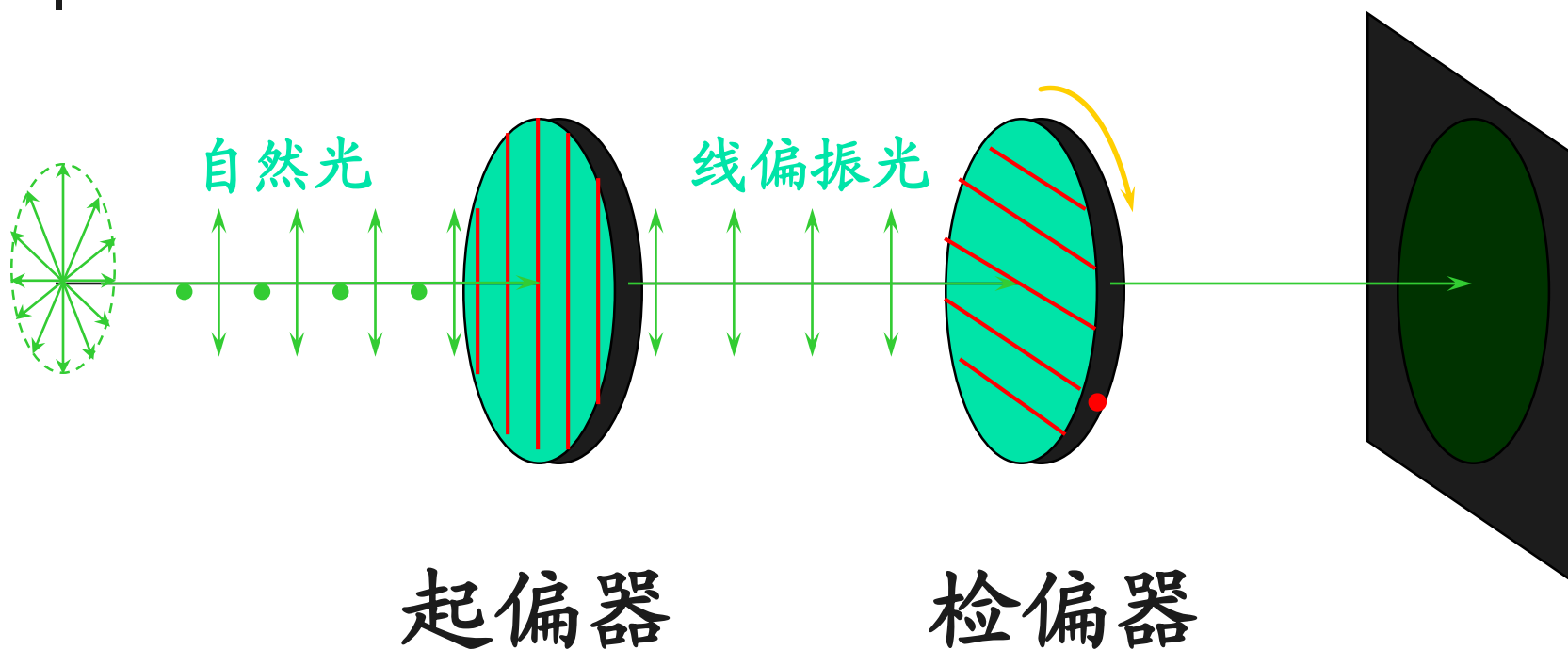
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



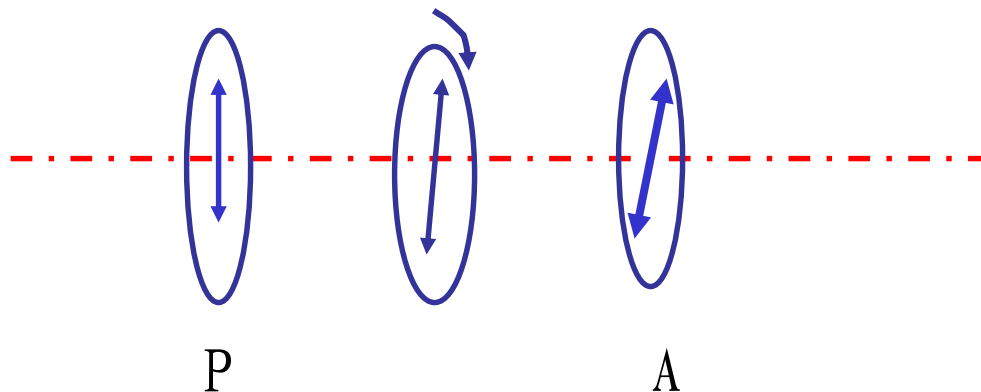
偏振光通过旋转的检偏器， 光强发生变化



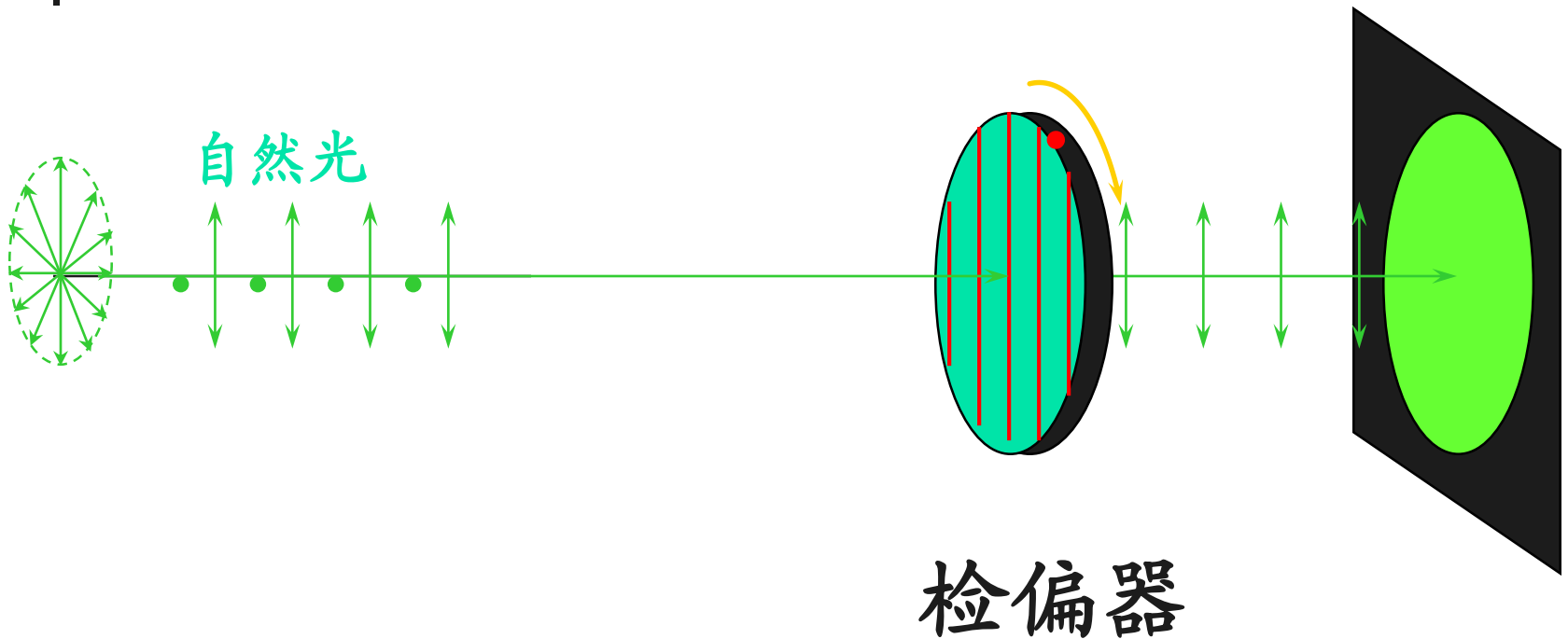
两偏振片的偏振化方向相互垂直
光强为零

思考：

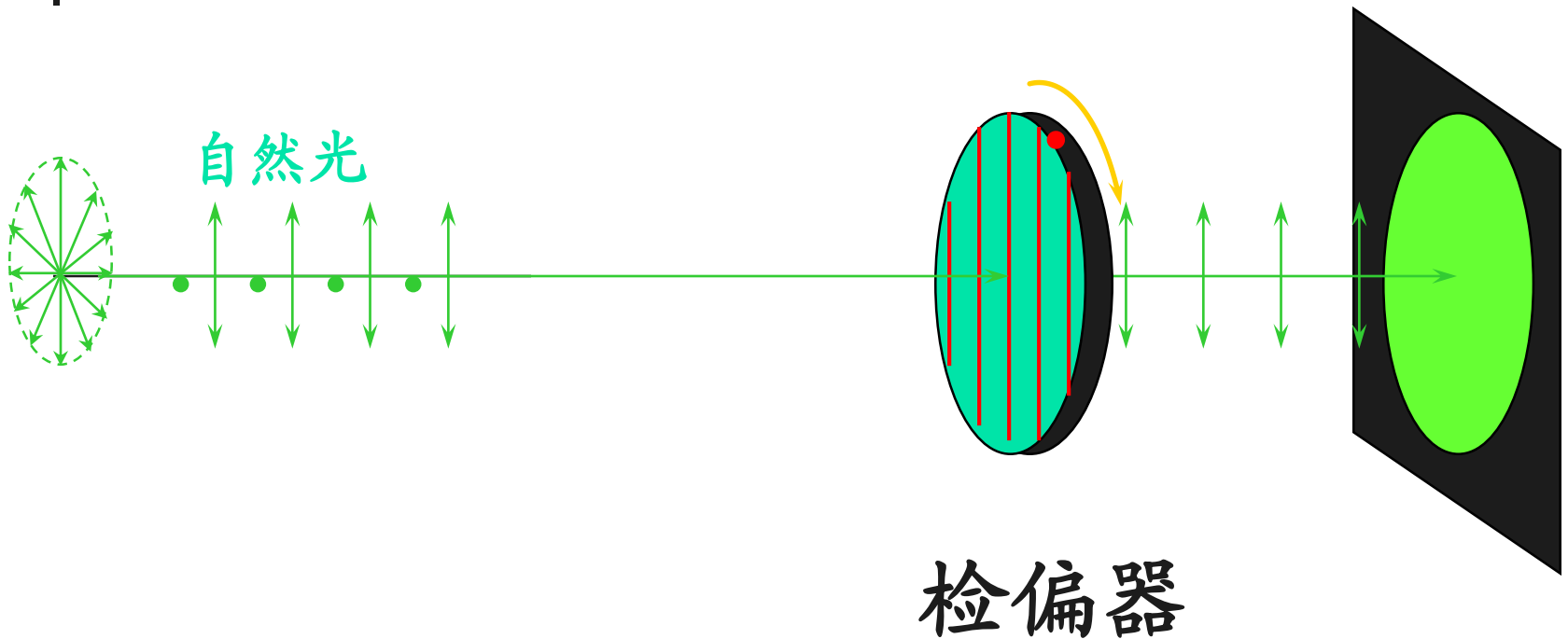
两个正交偏振片中间再加一个偏振片，将出现什么现象？



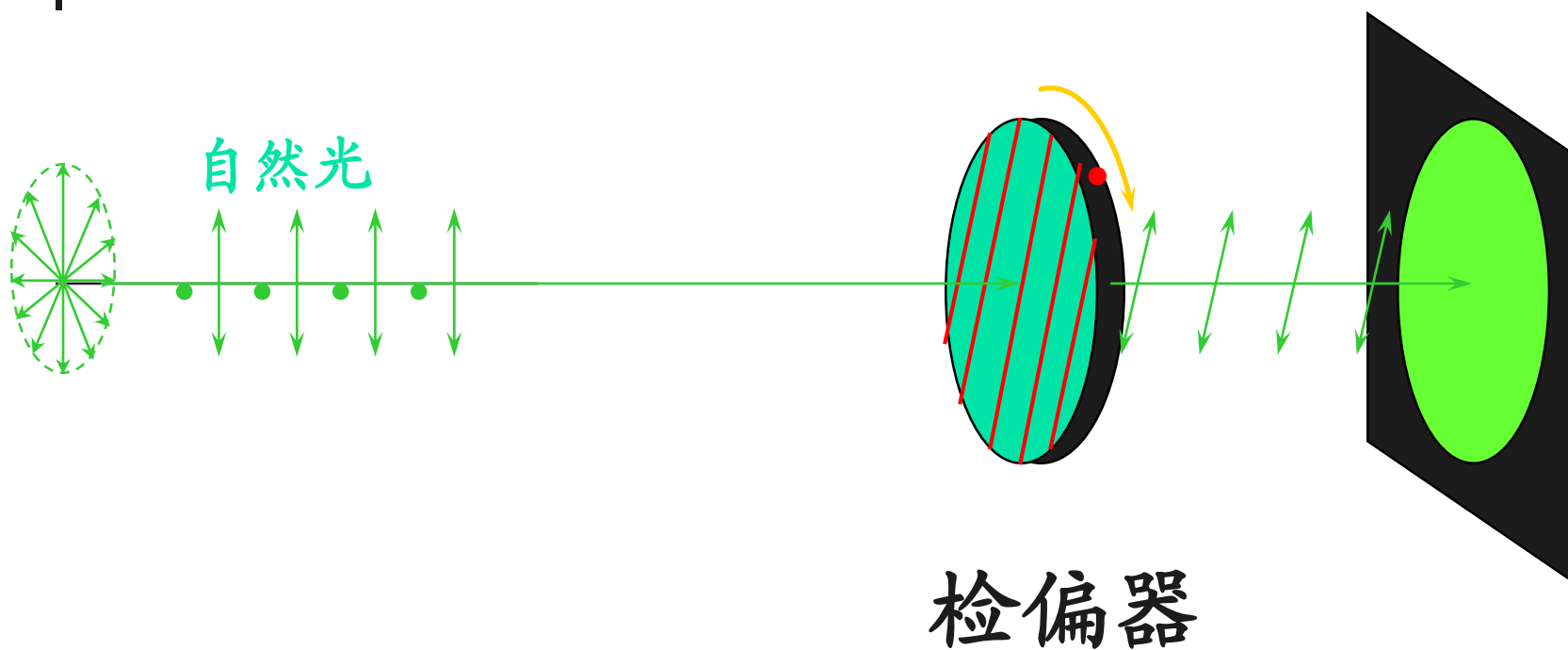
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



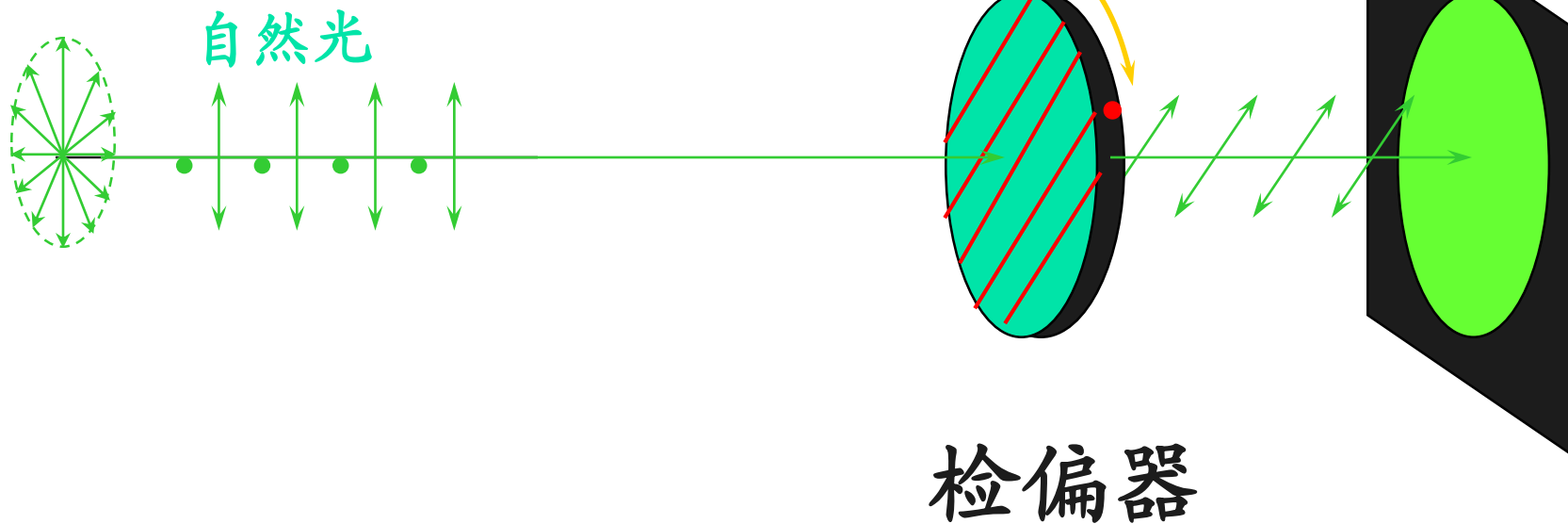
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



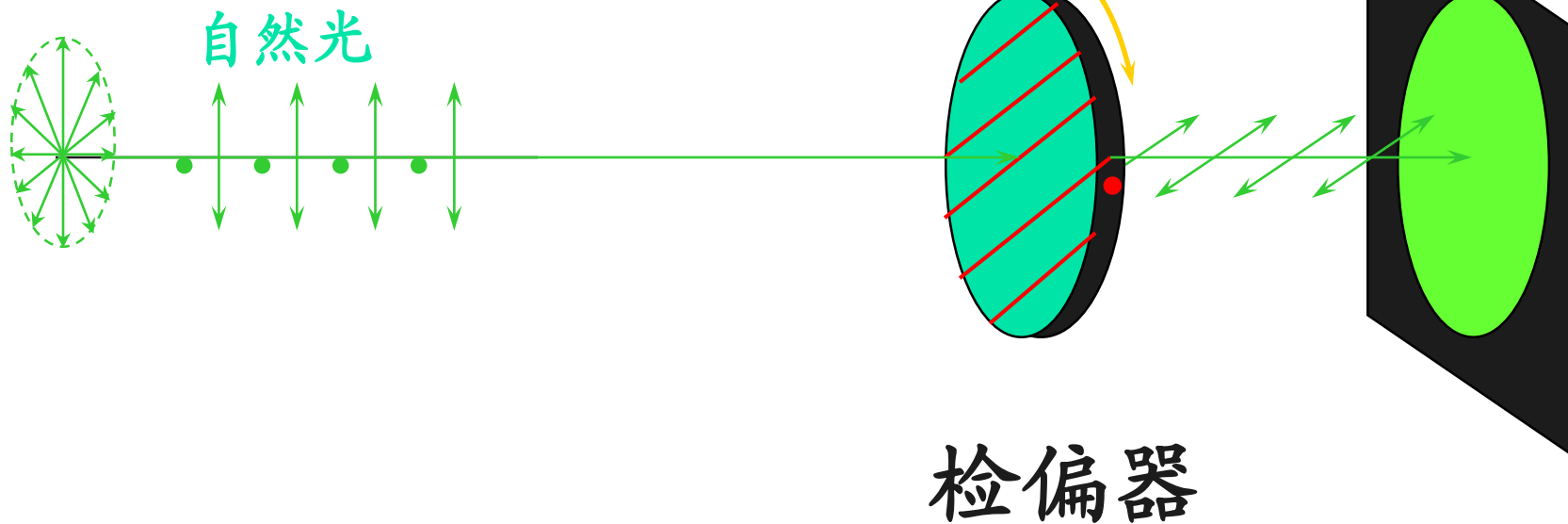
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



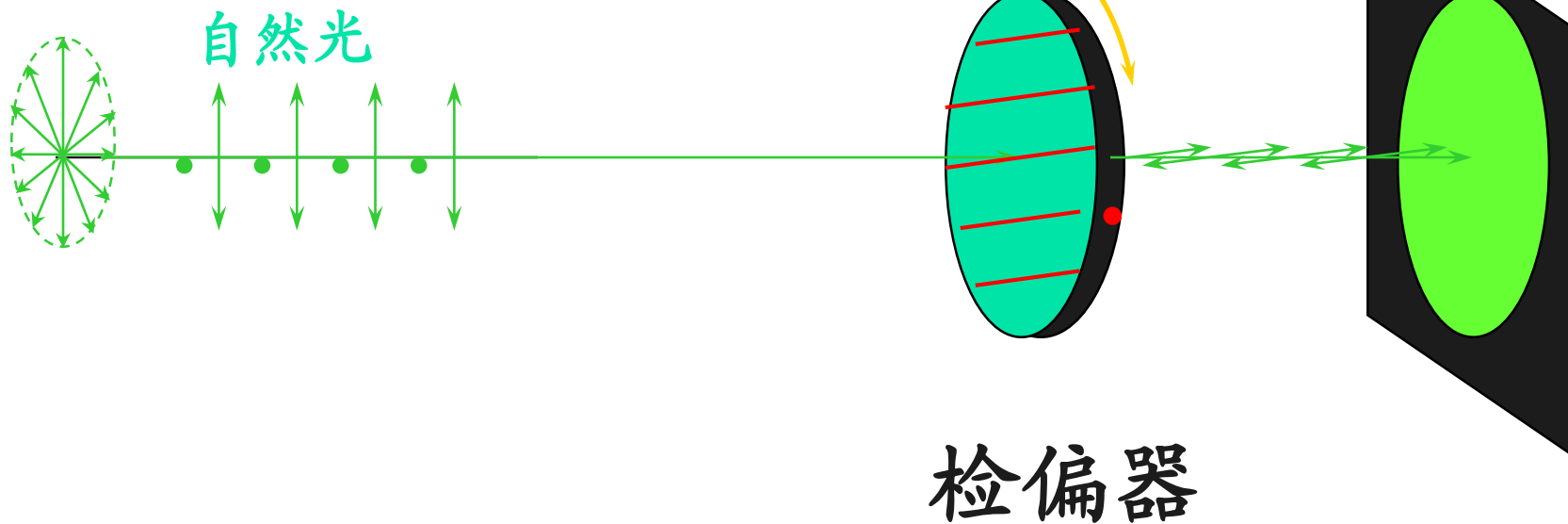
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



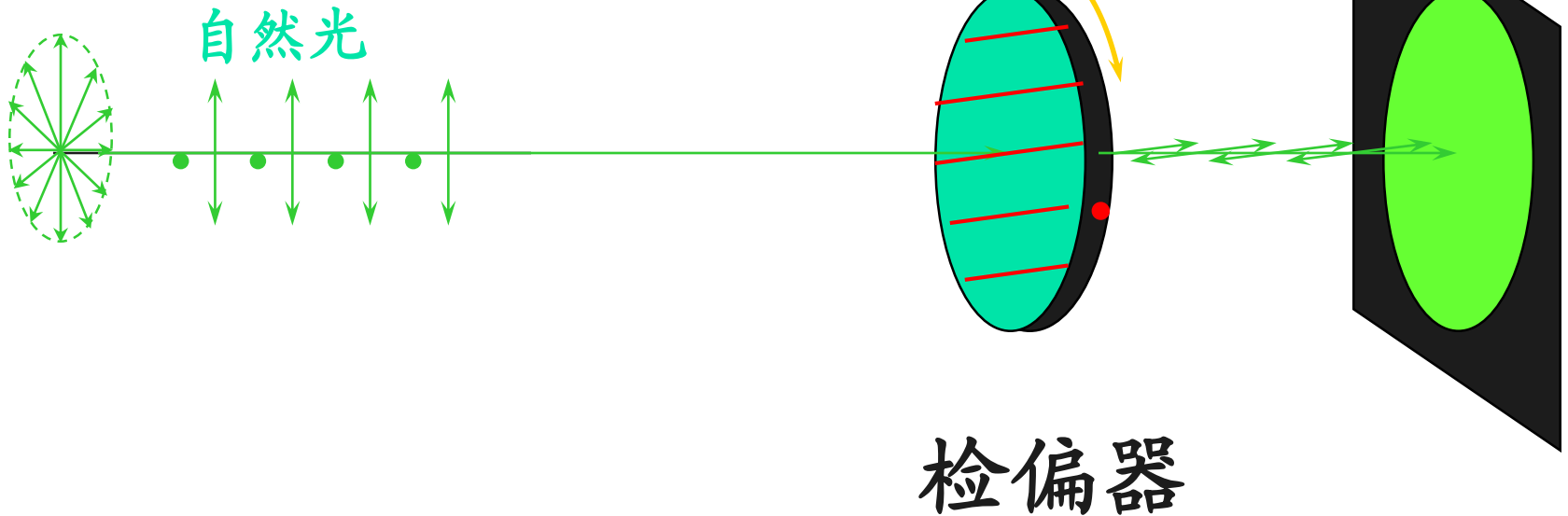
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



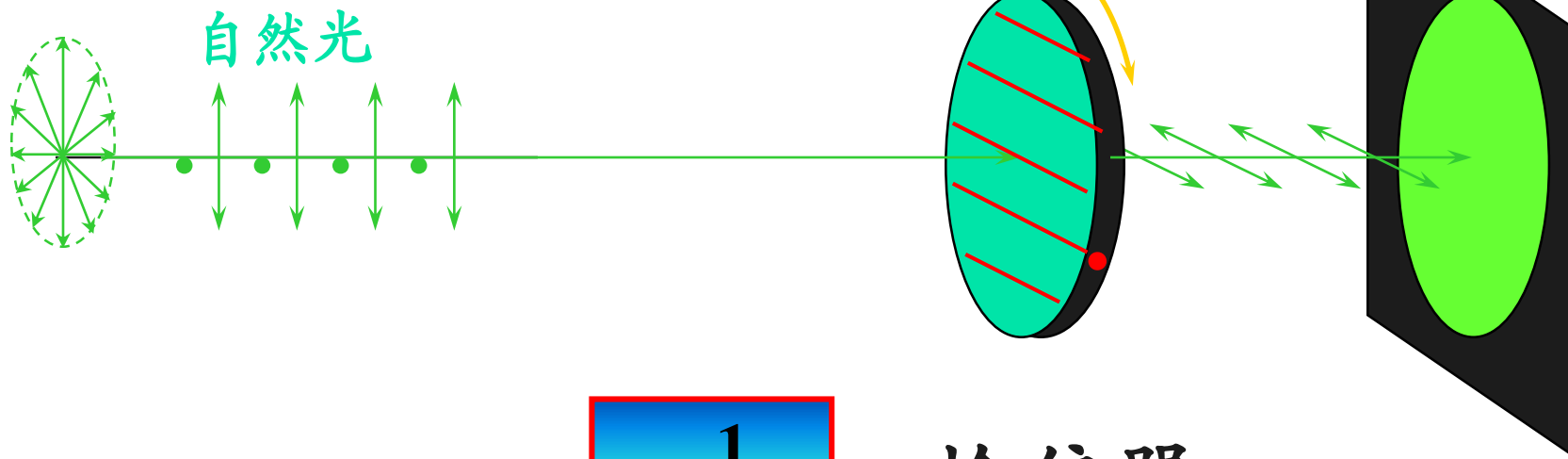
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



自然光通过旋转的检偏器，光强不变



自然光通过旋转的检偏器，光强不变

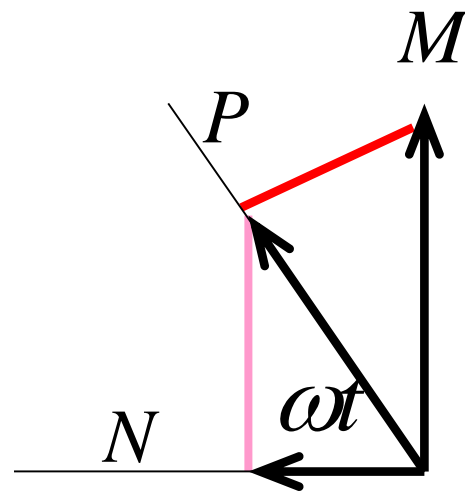
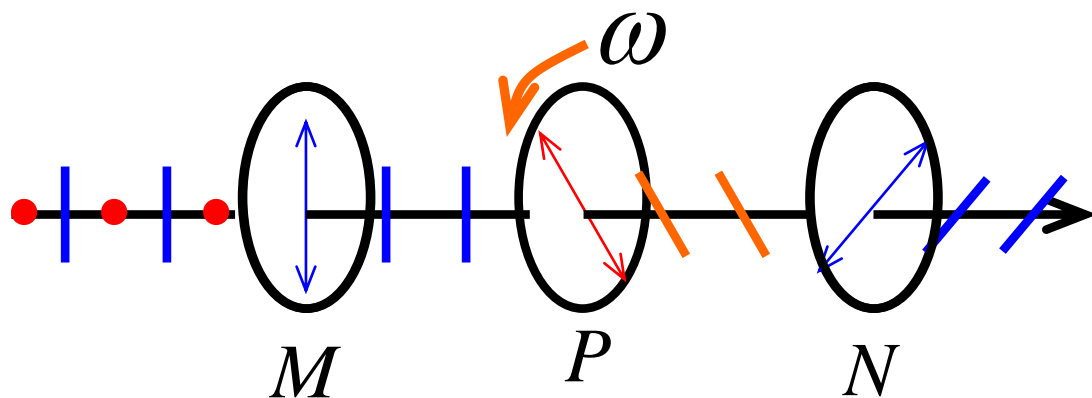


$$I = \frac{1}{2} I_0$$

检偏器

§ 5.2 线偏振光的获得与检验

例题：光强的调制。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 旋转的理想偏振片P，入射自然光强为 I_0 ，试求由系统出射的光强是多少？



$$A_{\text{出}} = (A_0 / \sqrt{2}) \sin \omega t \cdot \cos \omega t$$



§ 5.2 线偏振光的获得与检验

$$\begin{aligned} I_{\text{出}} &= (I_0 / 2) \sin^2 \omega t \cdot \cos^2 \omega t \\ &= (I_0 / 16)(1 - \cos 4\omega t) \end{aligned}$$

$$\because \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}(1 - \cos \alpha)}$$

$\omega t=0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 时，输出光强为零。

$\omega t=45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$ 时，输出光强为 $I_0/8$ 。

每旋转偏振片P一周，输出光强有“四明四零”。

四. 偏振片的应用

- ▲ 作为许多光学仪器中的起偏和检偏装置。
- ▲ 作为照相机的滤光镜，可以滤掉不必要的反射光。
- ▲ 制成偏光眼镜，可观看立体电影。
- ▲ 若在所有汽车前窗玻璃和大灯前都装上与地面成 45° 角、且向同一方向倾斜的偏振片，可以避免汽车会车时灯光的晃眼。

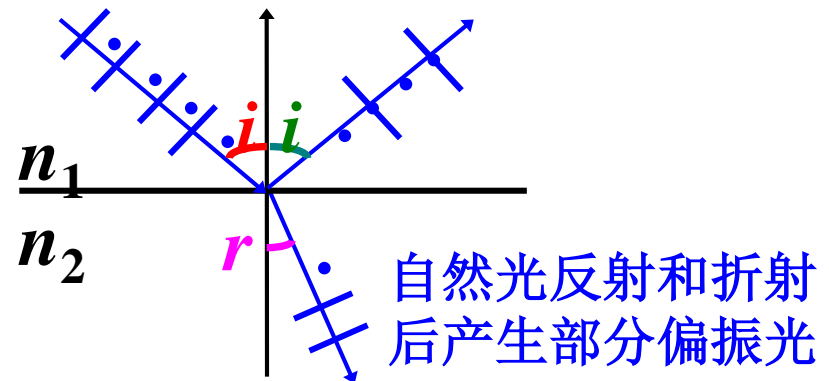
§ 5.3 反射和折射时光的偏振

- 1809年马吕斯发现，自然光经两种媒介分界面反射和折射时，反射光和折射光都是部分偏振光。在一定条件下，能达到最大的偏振度。

反射光中垂直入射面的分量比例大，
折射光中平行入射面的分量比例大。

入射角 i 变 \Rightarrow
反射、折射光的偏振度也变，
当 $i=i_0$ 时，反射光中只有垂
直入射面的分量，

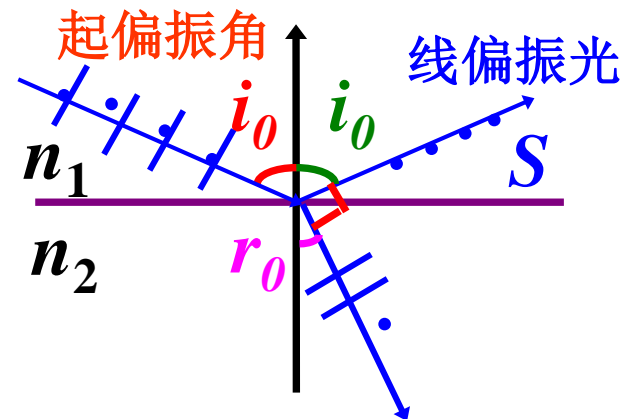
发现此时 $i_0 + r_0 = 90^\circ$



§ 5.3 反射和折射时光的偏振

$$i_0 + r_0 = 90^\circ.$$

i_0 — 布儒斯特角，
也叫起偏角。



由折射定律有 $n_1 \sin i_0 = n_2 \sin r_0 = n_2 \cos i_0$

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

布儒斯特 (Brewster) 定律
(1812年)



§ 5.3 反射和折射时光的偏振

例： 若 $n_1=1.00$ (空气)， $n_2=1.50$ (玻璃)。

$$\left. \begin{array}{l} \text{空气} \rightarrow \text{玻璃} \quad i_0 = \tan^{-1} \frac{1.50}{1.00} = 56^\circ 18' \\ \text{玻璃} \rightarrow \text{空气} \quad i_0 = \tan^{-1} \frac{1.00}{1.50} = 33^\circ 42' \end{array} \right\} \text{互余}$$

理论实验表明：反射所获得的线偏光仅占入射自然光总能量的7.4%，而约占85%的垂直分量和全部平行分量都折射到玻璃中。