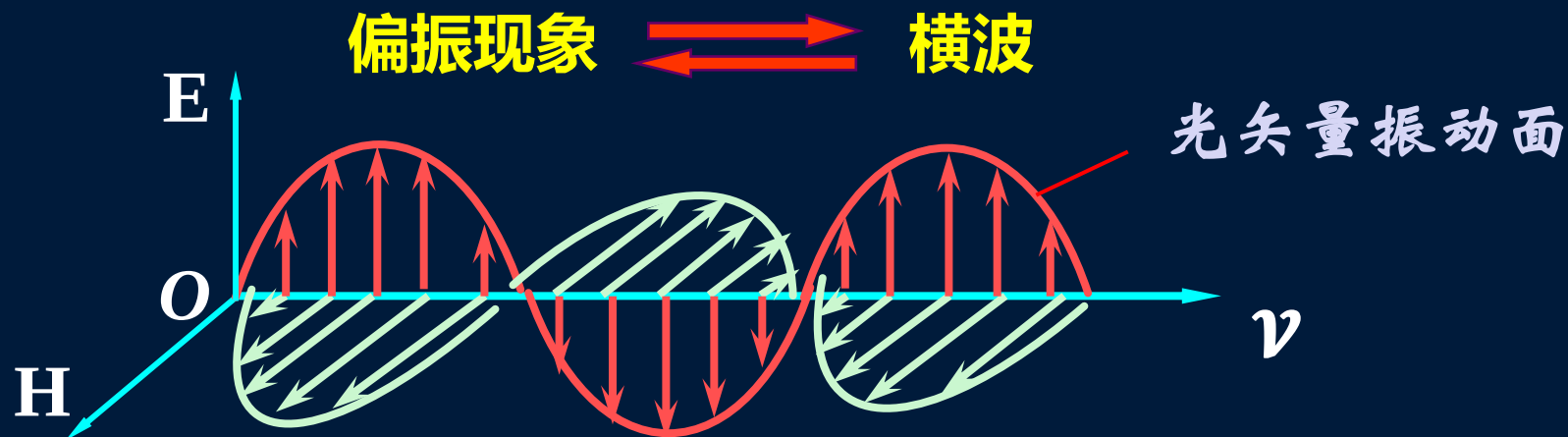


§ 15 光的偏振

一. 光的偏振性

★ 振动面： 振动方向与传播方向组成的平面

★ 偏 振： 光矢量 E 的振动方向对传播方向的不对称性



光的偏振态 (polarization state):

自然光、线偏振光、部分偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光

二、自然光及其特点

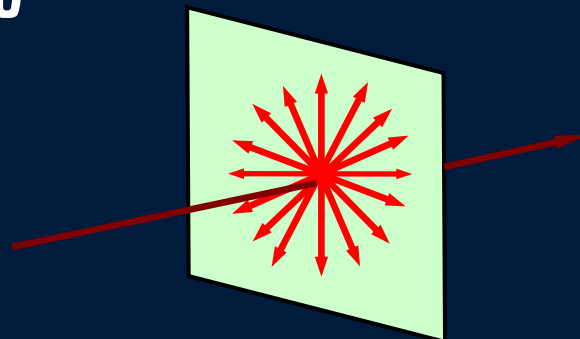
1. 光矢量具有环绕传播方向的对称性，垂直光传播方向的平面内，光振动**没有优势方向**；
2. 各方向的光矢量振幅相等；
3. **可用一对**独立的相互垂直的振幅相等**的光矢量表示。**
4. 时空对称性都是均匀的。

★ 自然光的表示方法:

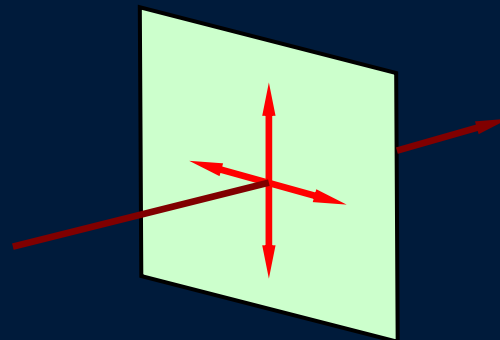


“•” 表示光振动⊥纸面;

“ ” 表示光振动 // 纸面。



没有优势方向

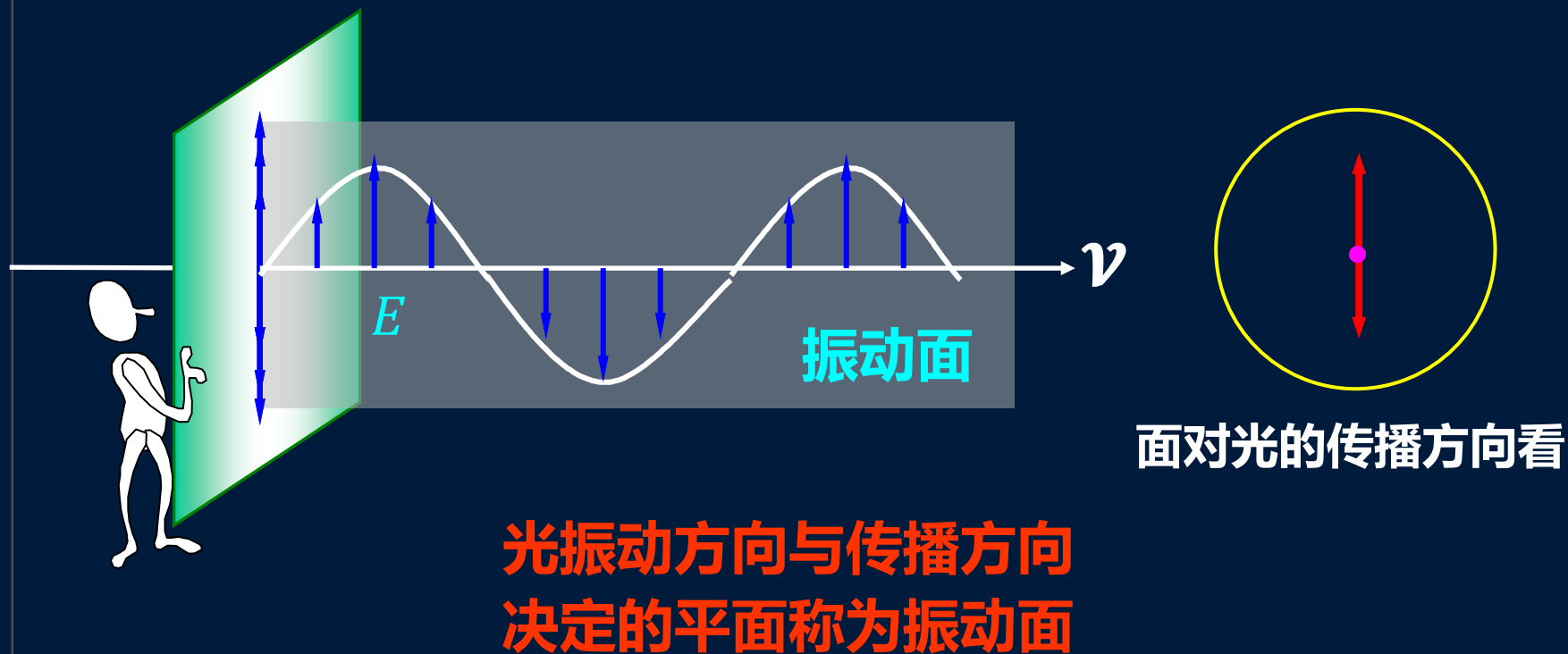


自然光的分解

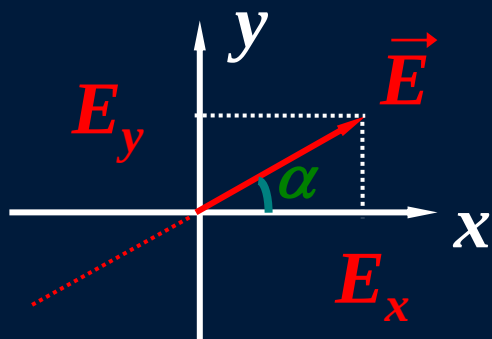
三. 线偏振光

定义：光矢量 E 只在一个固定平面内沿单一方向振动的光

亦称：完全偏振光，平面偏振光



线偏振光可沿两个相互垂直的方向分解



$$\begin{cases} E_x = E \cos \alpha \\ E_y = E \sin \alpha \end{cases}$$

线偏振光的表示法

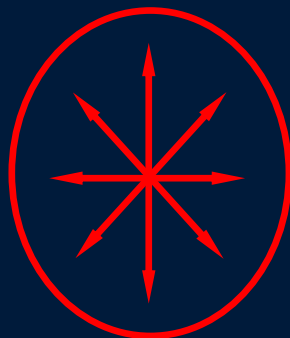


(光振动平行于纸面)

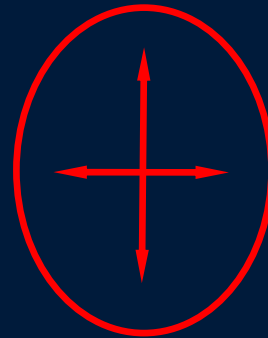


(光振动垂直于纸面)

四、部分偏振光 — 某振动方向占优势的光



部分偏振光



部分偏振光的分解

部分偏振光可分解为两束振动方向相互垂直的、独立的、振幅不等的线偏振光。（也可以认为是自然光和线偏光的结合）

★ 部分偏振光的表示方法：



// 纸面的光振动较强

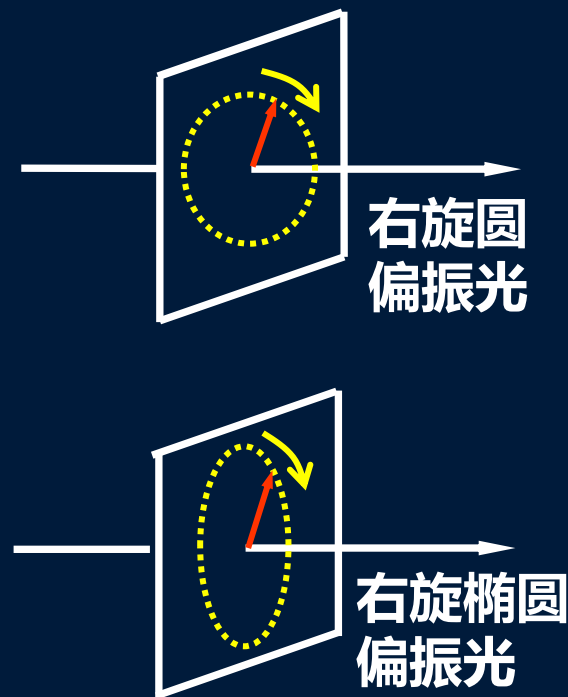
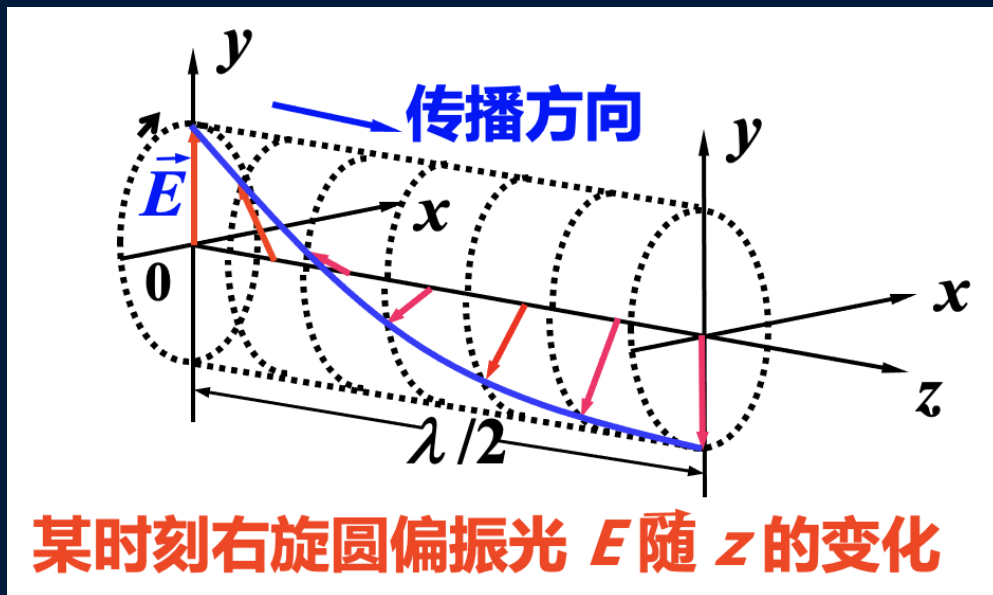


⊥ 纸面的光振动较强

五*、圆偏振光和椭圆偏振光

★ 圆偏振光 — 光矢量在 $\perp$ 传播方向的平面内以一定角频率旋转，且光矢量端点的轨迹是圆的光。

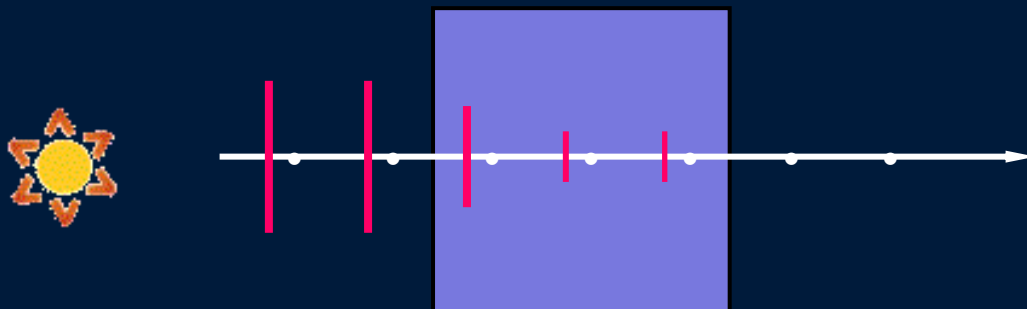
★ 椭圆偏振光 — 光矢量在 $\perp$ 传播方向的平面内以一定角频率旋转，且光矢量端点的轨迹是椭圆的光。



六、获得偏振光的方法

1. 利用晶体的二向色性；

二向色性 — 吸收一个方向光振动而透过另一个方向光振动的特性



2. 利用自然光在介质表面的反射和折射；

3. 利用晶体的双折射；

4. 利用分子散射；

5. 利用新型激光。

七、起偏与检偏

起偏：使自然光或非偏振光变成线偏振光。

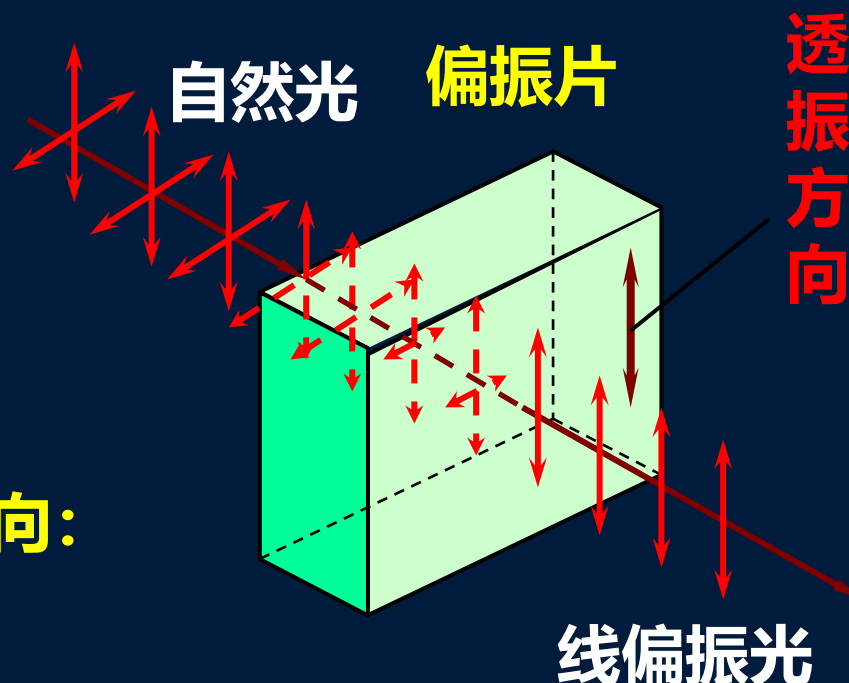
检偏：检验入射光的偏振性。

偏振片：

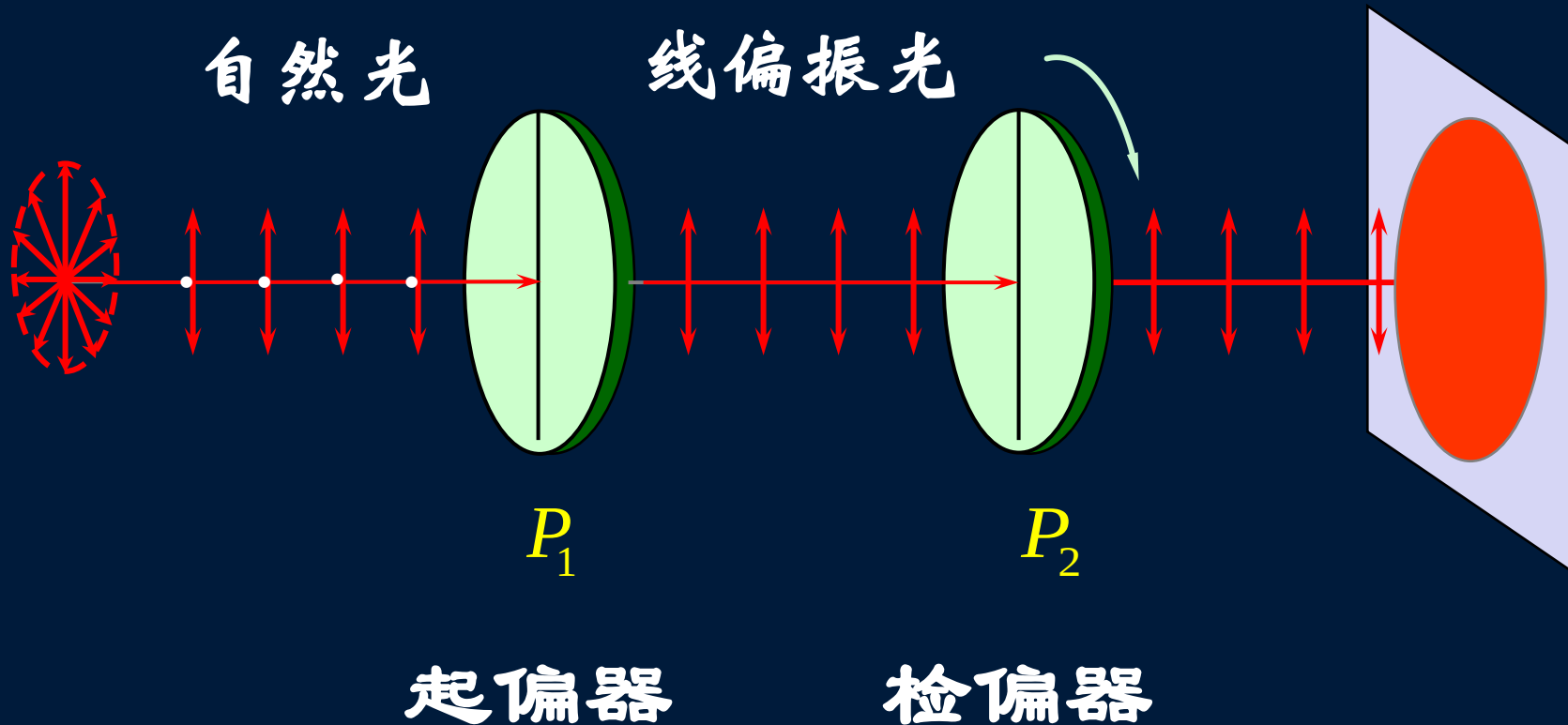
利用晶体的二向色性
制成的透明薄片

偏振片的偏振化（透振）方向：

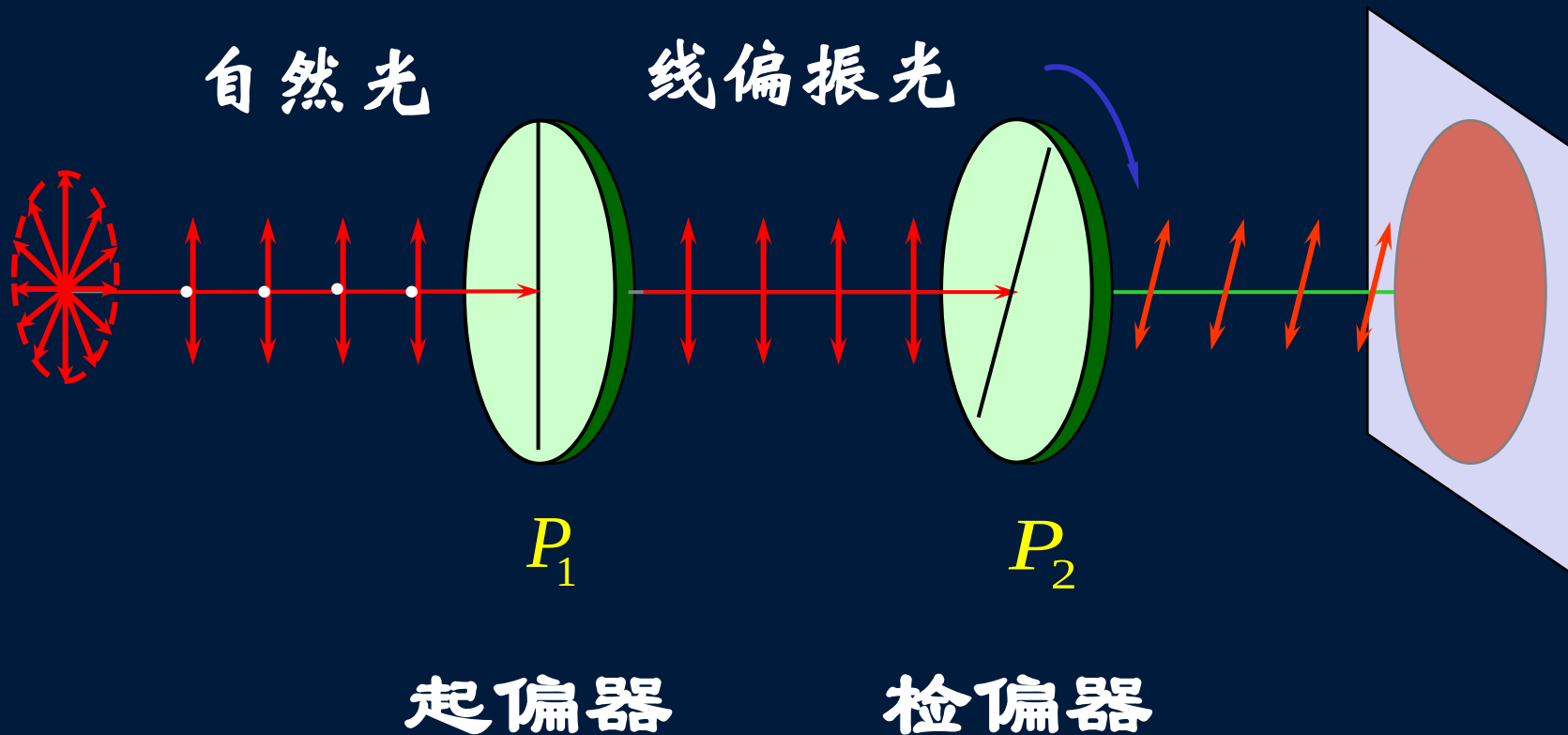
透过偏振片的光振动方向



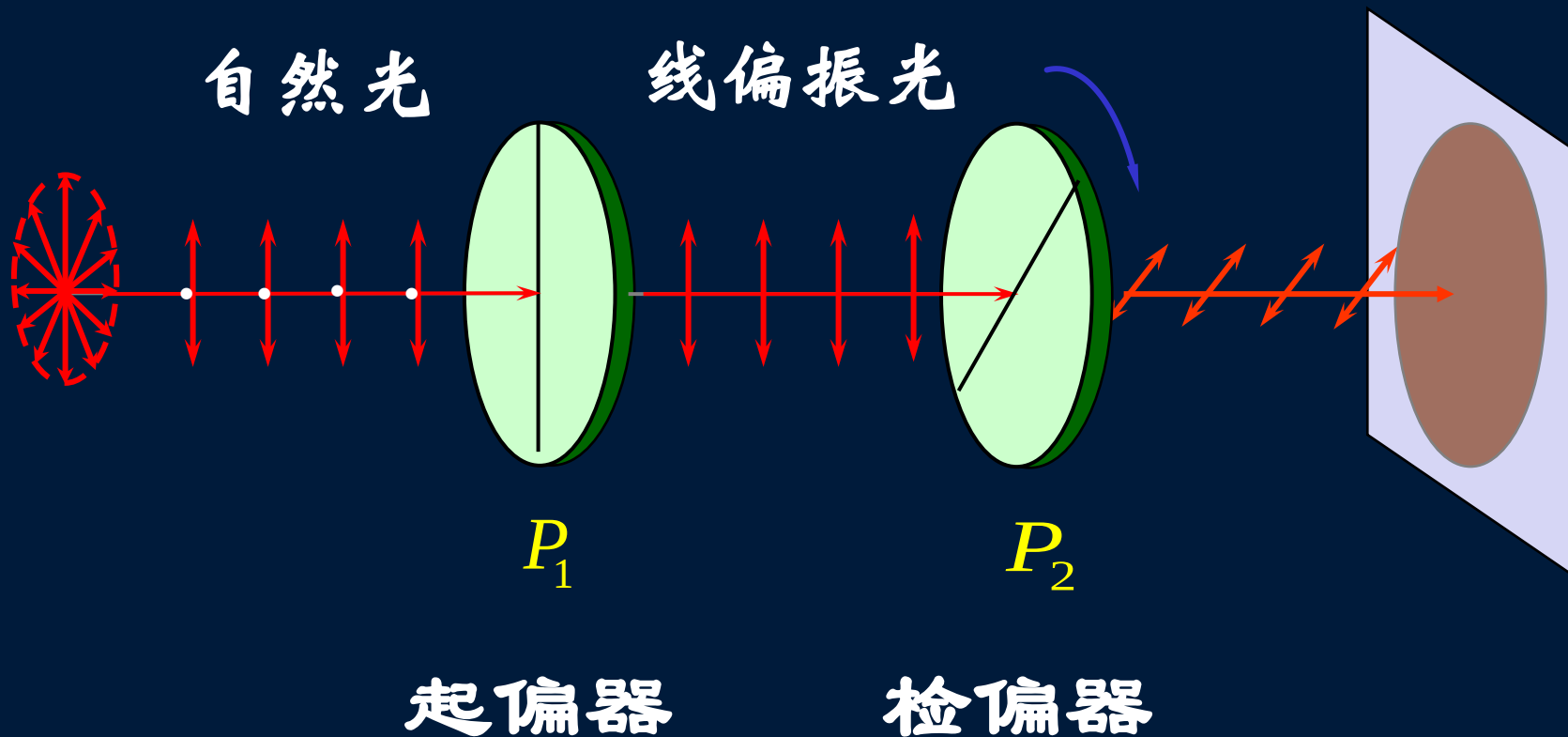
偏振光通过旋转的检偏器，光强发生变化



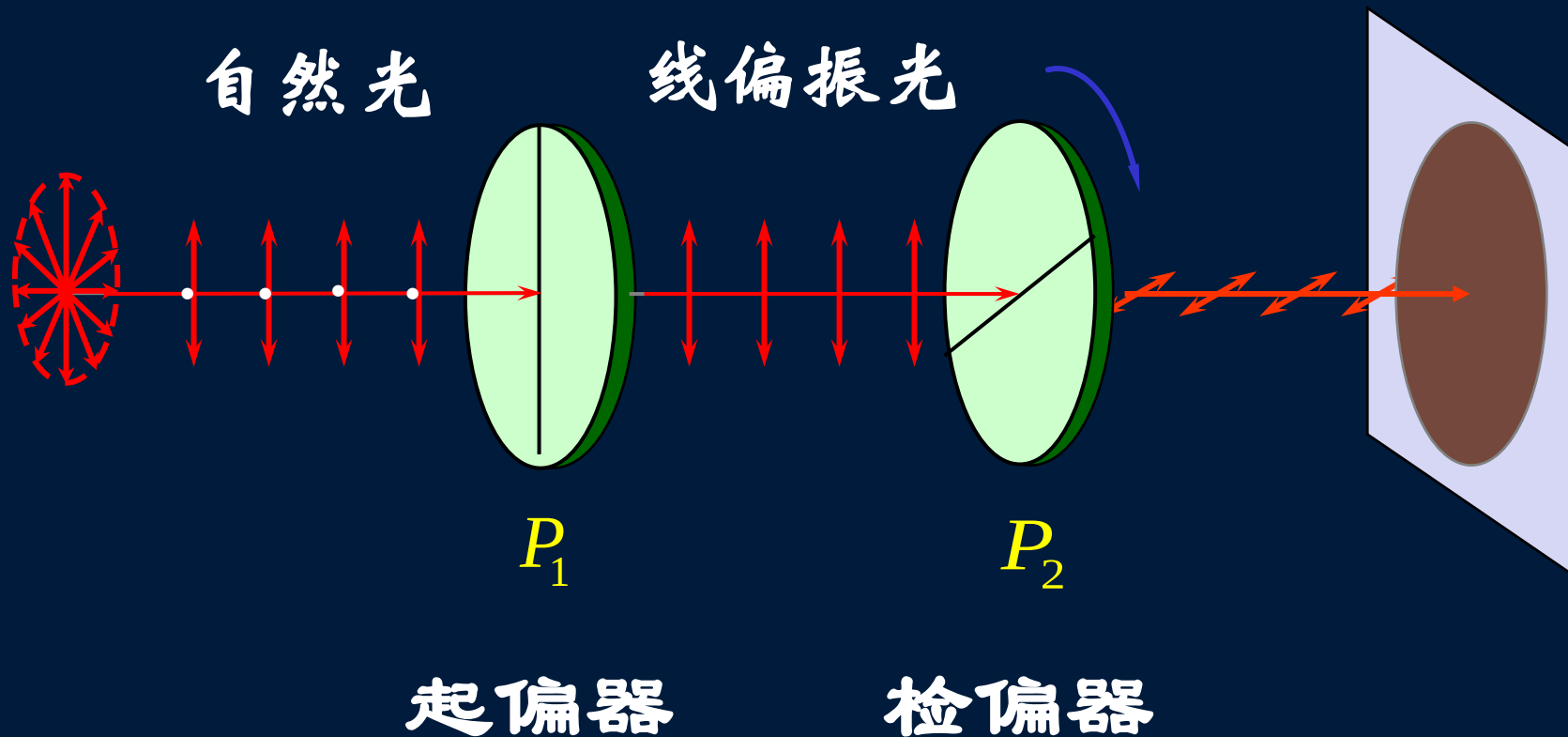
偏振光通过旋转的检偏器，光强发生变化



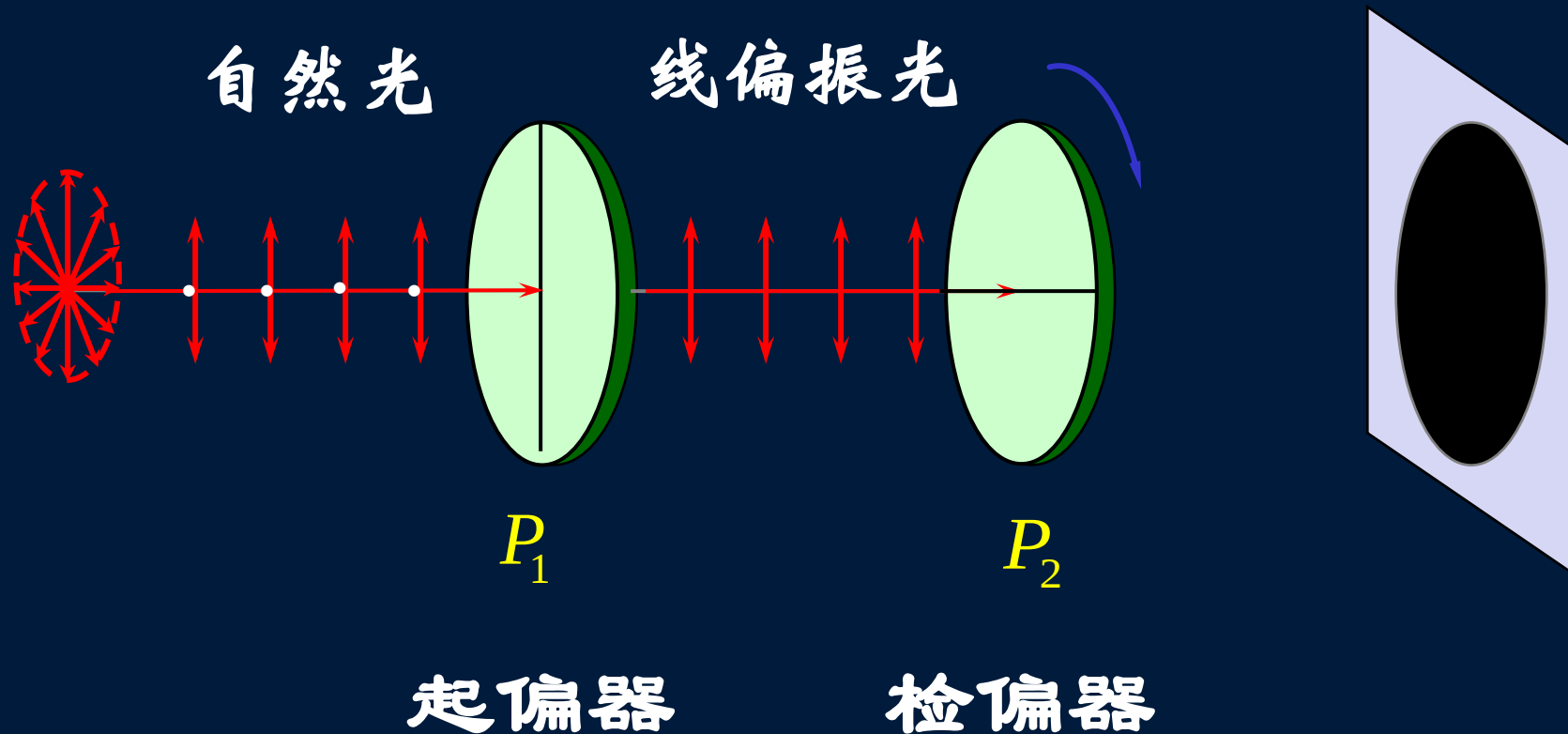
偏振光通过旋转的检偏器，光强发生变化



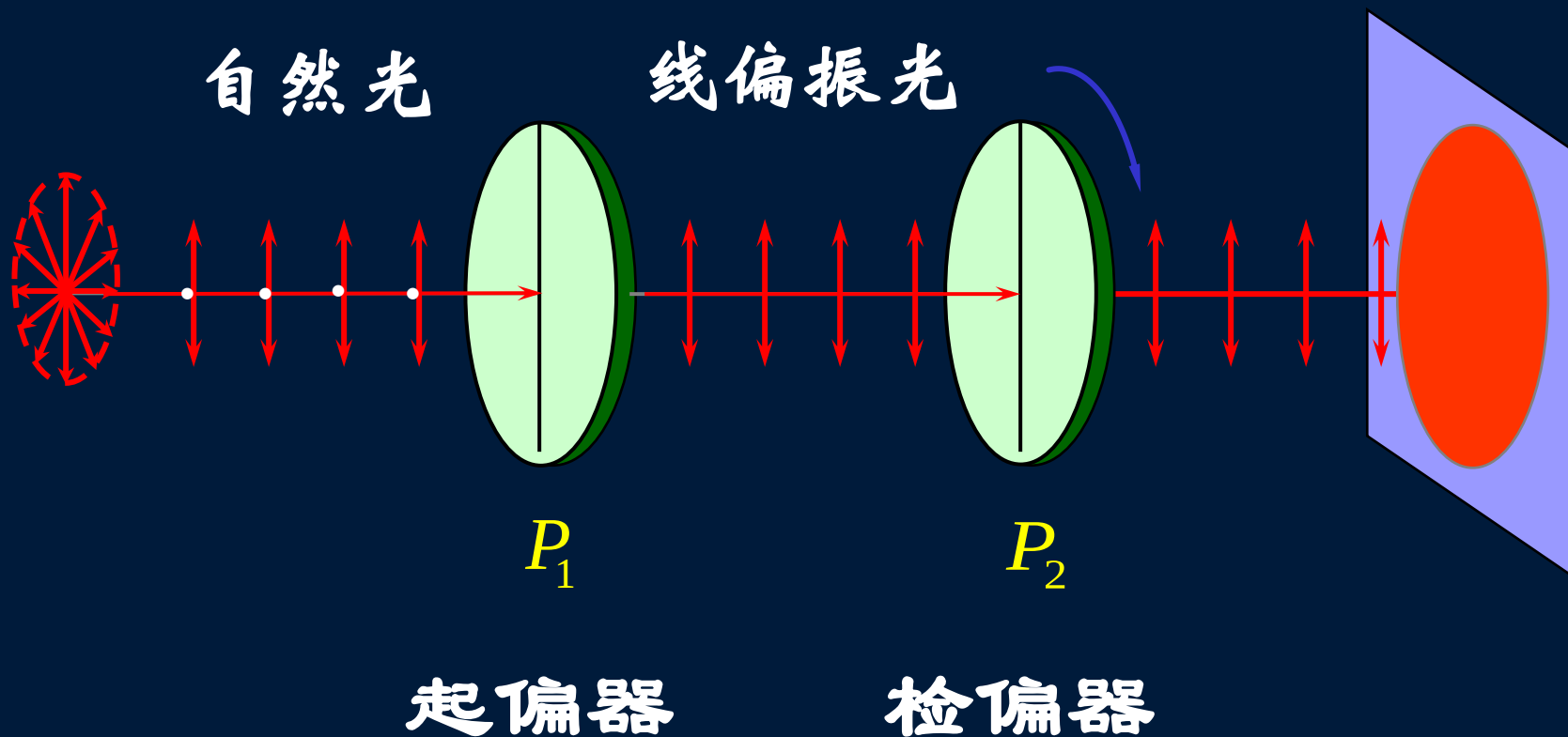
偏振光通过旋转的检偏器，光强发生变化



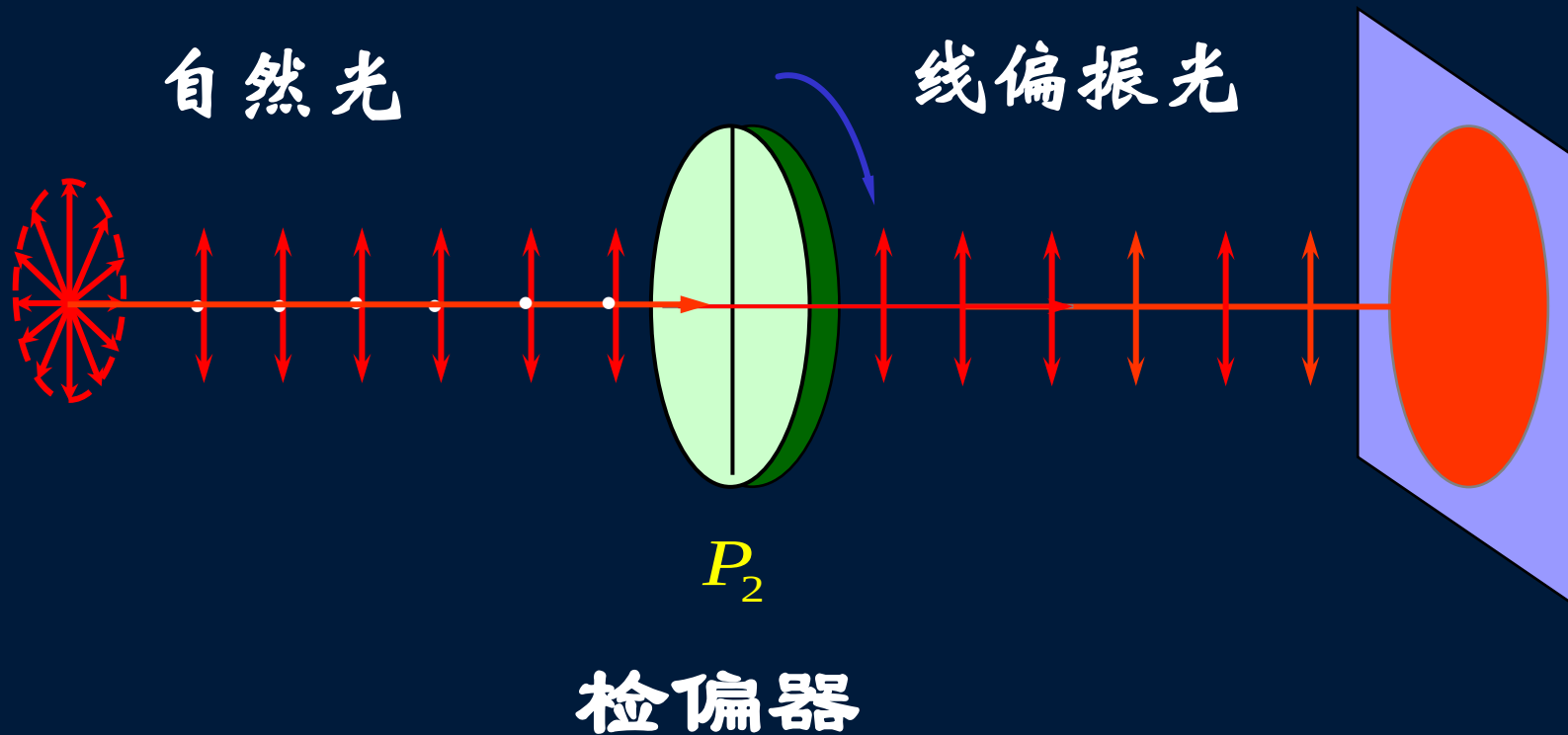
两偏振片的偏振化方向相互垂直，光强为零



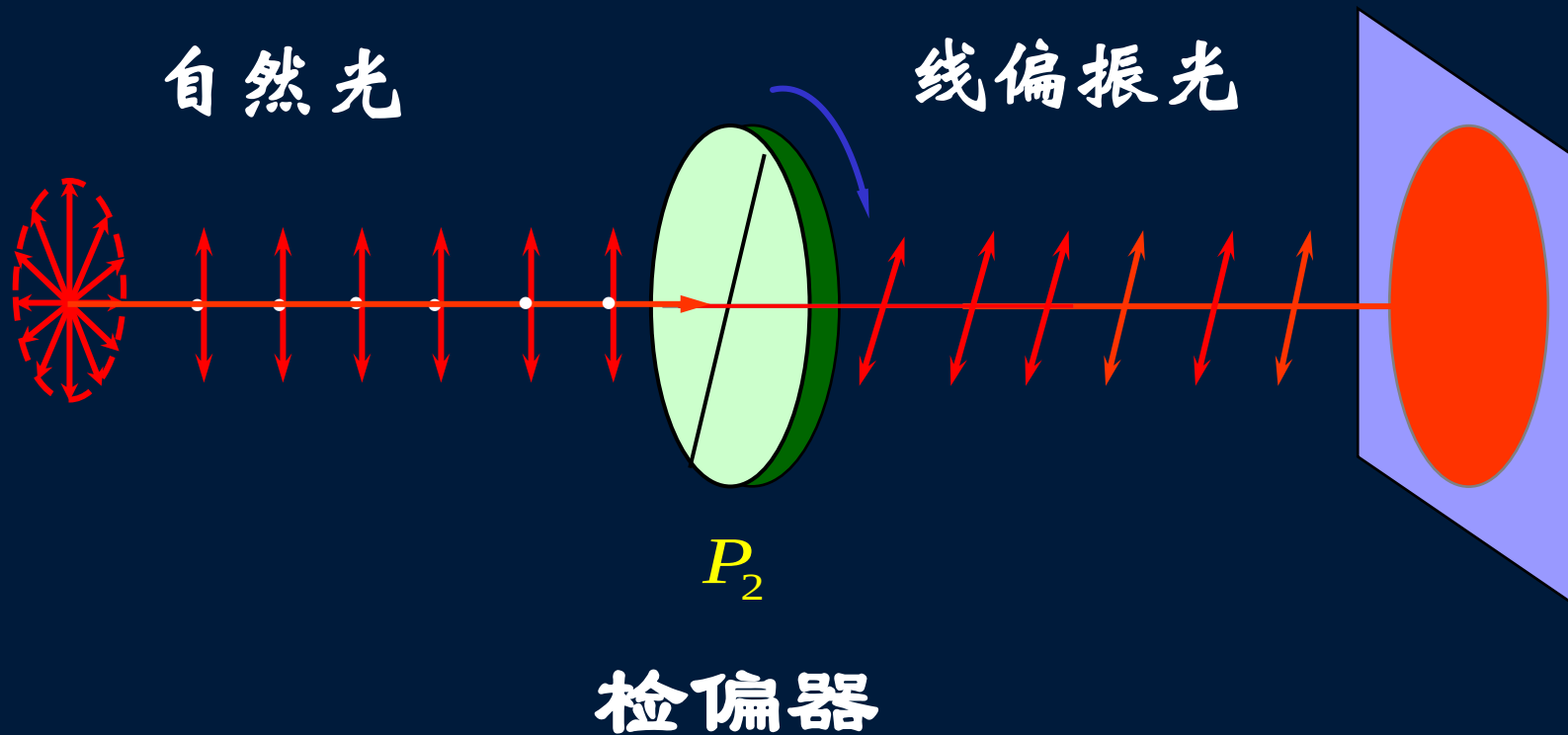
两个偏振片的偏振化方向相互平行，光强最大



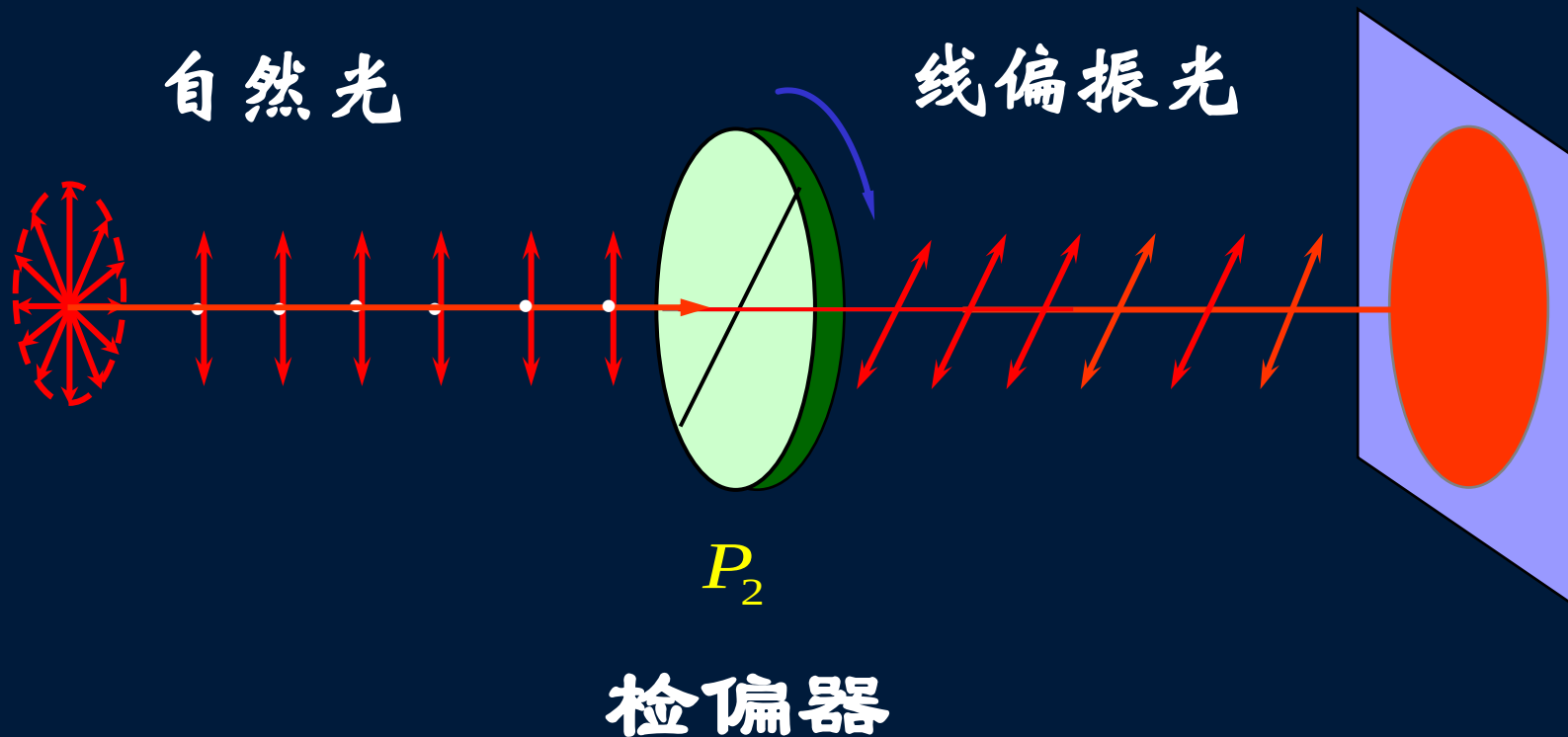
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



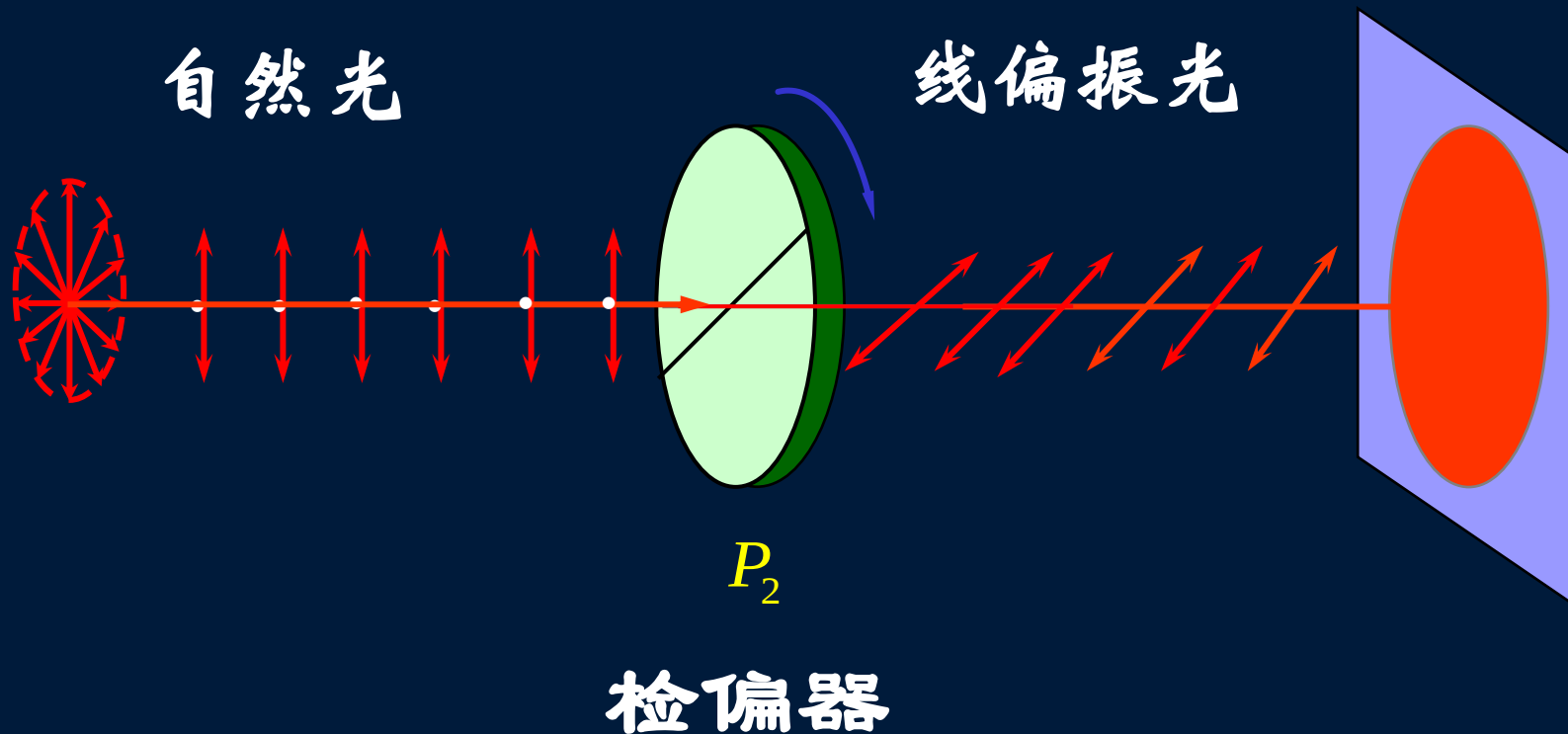
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



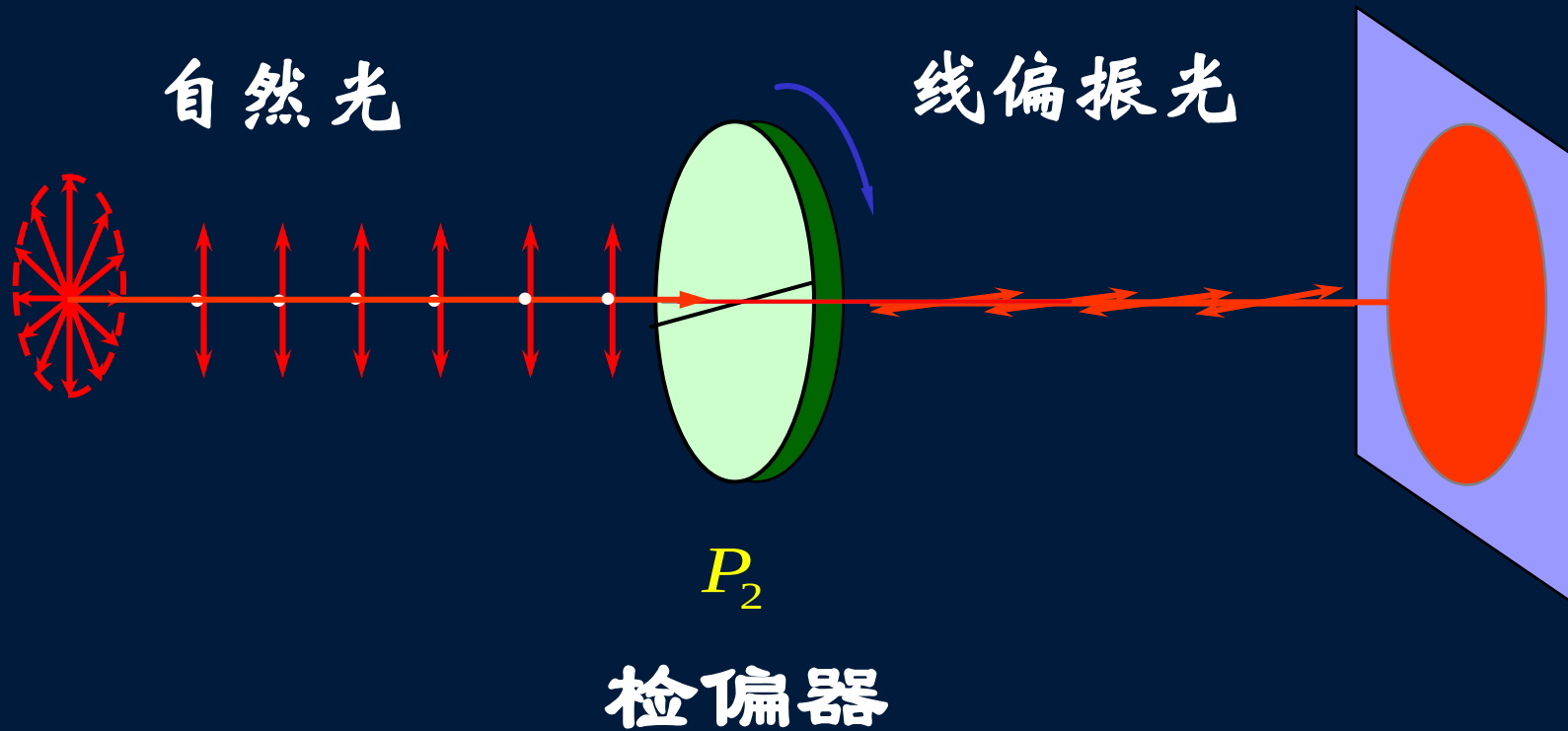
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



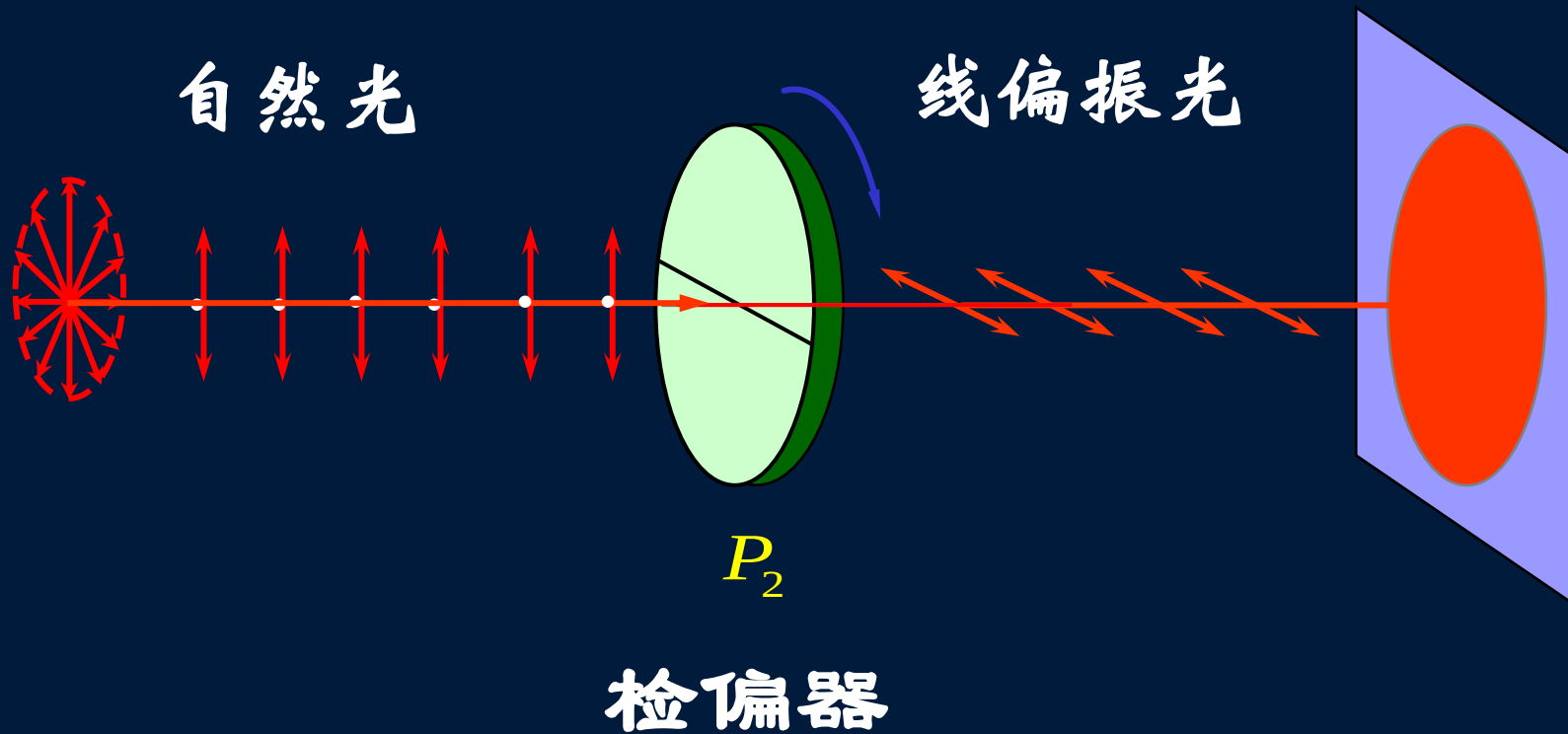
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



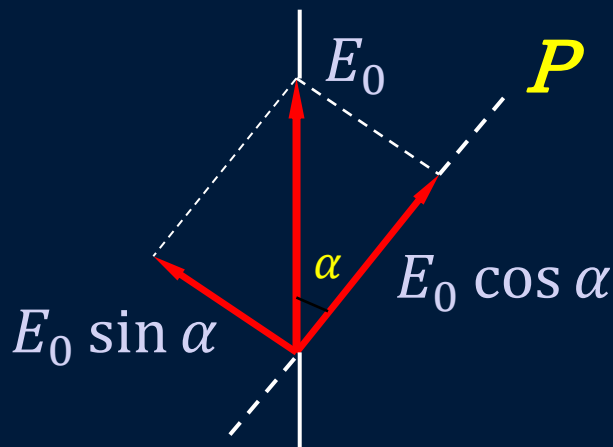
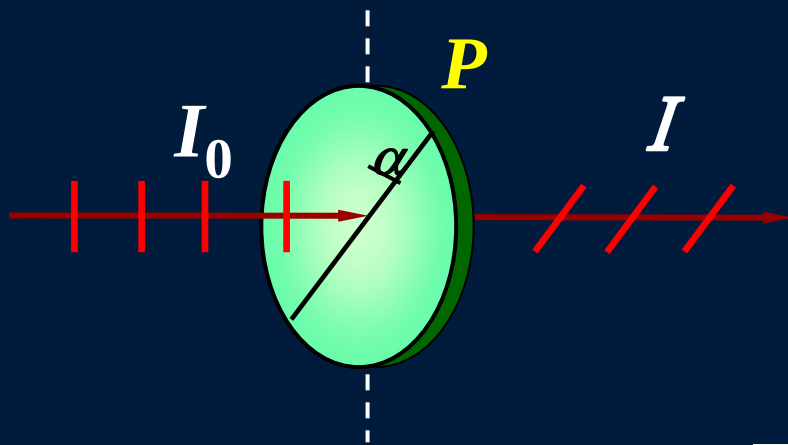
自然光通过旋转的检偏器，光强不变



自然光通过旋转的检偏器，光强不变



马吕斯定律



I_0 — 入射线偏振光强度

I — 出射线偏振光强度

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

——马吕斯定律 (1809)

(理想情况)

α — 入射偏振光的振动方向与偏振片偏振化方向的夹角

$$\alpha = 0, \quad I = I_0; \quad \alpha = \frac{\pi}{2}, \quad I = 0$$



例题

选择题：在相同的时间内，一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

- (A) 传播的路程相等，走过的光程相等；
- (B) 传播的路程相等，走过的光程不相等；
- (C) 传播的路程不相等，走过的光程相等；
- (D) 传播的路程不相等，走过的光程不相等。

例题

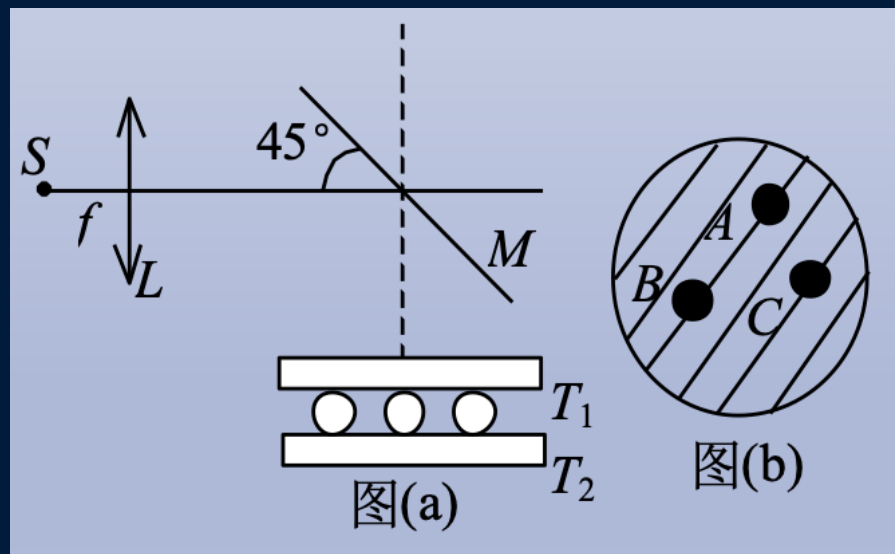
选择题：把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的水中，两缝间距离为 d ，双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$)，所用单色光在真空中的波长为 λ ，则屏上干涉条纹中相邻的明纹之间的距离是【 】

- (A) $\lambda D/(nd)$; (B) $n\lambda D/d$;
(C) $\lambda d/(nD)$; (D) $\lambda D/(2nd)$ 。

例题

填空题：检验滚珠大小的干涉装置示意如图(a)。S 为单色光源，波长为 λ ，L 为会聚透镜，M 为半透半反镜。在平晶 T_1 、 T_2 之间放置A、B、C三个滚珠，其中A为标准件，直径为 d_0 。在M上方观察时，观察到等厚条纹如图(b)所示。

若轻压C端，条纹间距变小，则可算出B珠的直径 $d_1 = \underline{d_0}$ ；
C珠的直径 $d_2 = \underline{d_0 - \lambda}$ 。



例题

计算题：单缝夫琅和费衍射，若缝宽 $a = 5\lambda$ ，透镜焦距 $f = 60cm$ 则：1) 对应 $\theta = 23.5^\circ$ 的衍射方向，缝面可分为多少个半波带？对应明暗情况如何？2) 求屏幕上中央明纹的宽度

例题

解：（1）对应衍射角 θ 方向的一组平行光，贴狭缝下缘的光线与上缘的光线的光程差为 $a \sin \theta$ 。因此，可分的半波带数

$$N = \frac{a \sin \theta}{\lambda/2} = 10 \sin 23.5^\circ = 4 \qquad a \sin \theta = 4 \cdot \frac{\lambda}{2} = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}$$

因为相邻两个半波带的对应点的作用正好完全抵消，所以该方向对应第 2 级暗条纹。

（2）中央明纹是两个1级暗条纹所夹区域，根据衍射暗条纹公式

$$a \sin \theta_k = 4 \cdot \frac{\lambda}{2} = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} \qquad \sin \theta_1 = \frac{\lambda}{a} = 0.2$$

1级暗纹中心到中央明纹中心的距离为 $x_1 = f \tan \theta_1 \approx f \sin \theta_1 = \frac{f\lambda}{a} = 12\text{cm}$

中央明纹宽

$$\Delta x_0 = 2x_1 = 24\text{cm}$$

例题

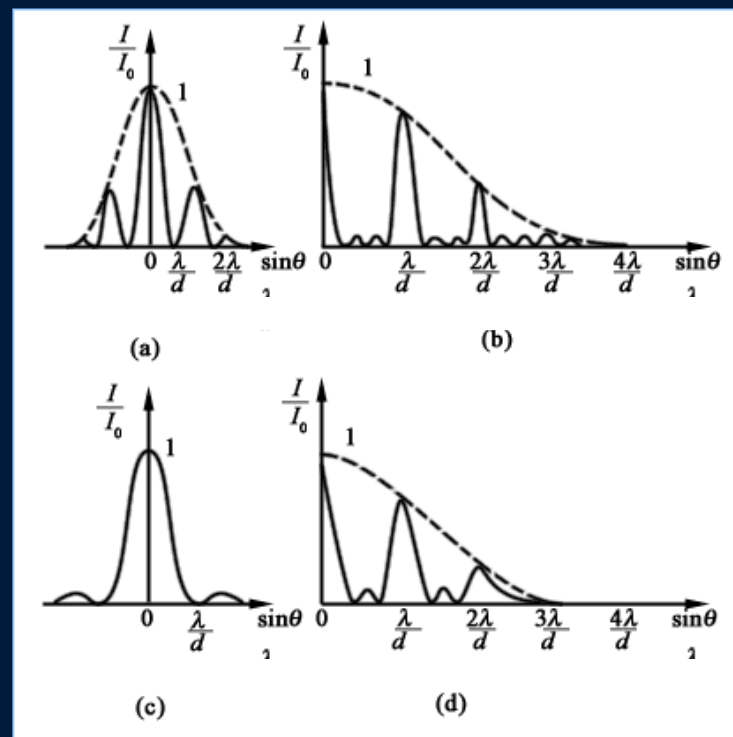
简答题： 图示所示为多缝衍射的光强分布曲线，入射光波长相同，请问：

- (1) 哪条曲线对应的缝宽 a 最大？
- (2) 各图对应的 $d/a=?$ 有无缺级？
- (3) 各图分别是几缝衍射，为什么？

(1) 单缝衍射暗纹公式: $a \sin \phi = k' \lambda$

观察图中一级暗纹位置 $a = \frac{\lambda}{\sin \phi}$

所以 (c) 中缝宽 a 最大



例题

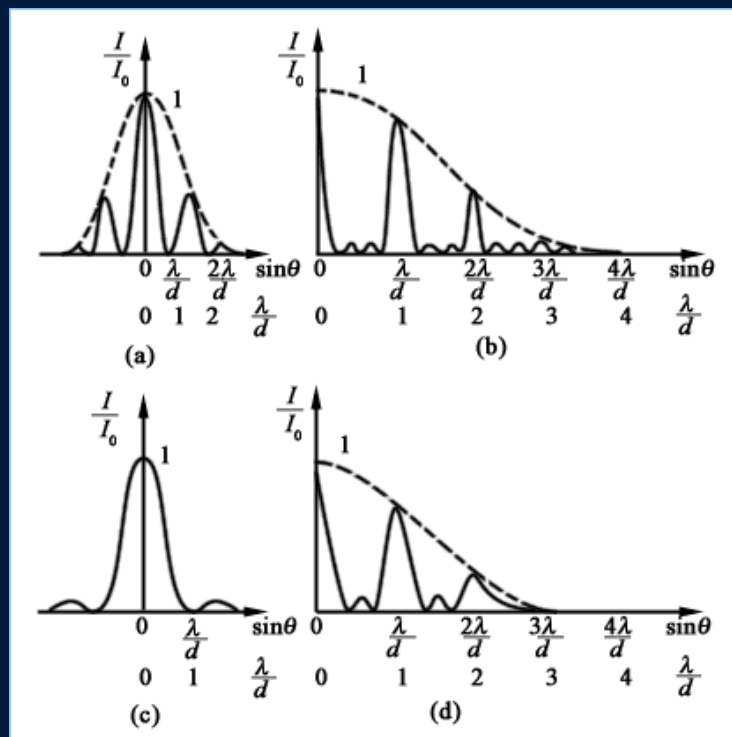
(2) 缺级条件 $d = \frac{k}{k'} a$

(a) $\frac{d}{a} = 2, \quad \pm 2 \text{缺级};$

(b) $\frac{d}{a} = 4, \quad \pm 4 \text{缺级};$

(c) $\frac{d}{a} = 1, \quad \pm 1 \text{缺级};$

(d) $\frac{d}{a} = 3, \quad \pm 3 \text{缺级};$



(3) 相邻两条主明纹间有 $N-1$ 条暗纹, $N-2$ 条次级大。

(a) $N = 2;$ (b) $N = 4;$ (c) $N = 1;$ (d) $N = 3;$

思考题

用白光垂直照射一光栅，能在 30° 衍射方向观察到 $6000 \text{ \AA}$ 的第二级主极大干涉，并能在该处分辨 $\Delta\lambda = 0.05 \text{ \AA}$ 的两条光谱线，可是在 30° 衍射方向观测不到 $4000 \text{ \AA}$ 的主极大干涉，

- 求
- (1) 光栅相邻两缝的间距；
 - (2) 光栅的总宽度；
 - (3) 光栅上狭缝的宽度；
 - (4) 若以此光栅观察钠光谱 ($\lambda = 5900 \text{ \AA}$)，当光线垂直入射和以 30° 斜入射时，屏上各呈现的全部干涉条纹的级数。