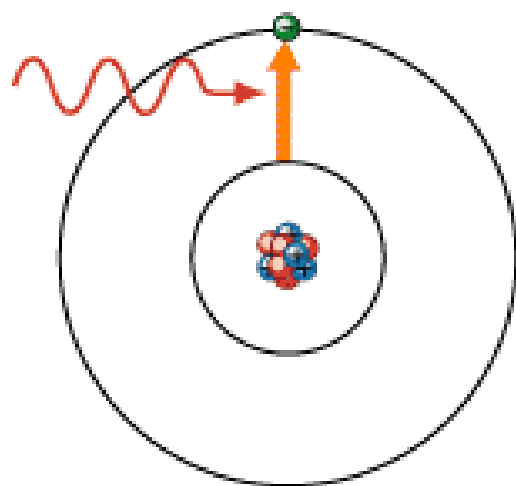
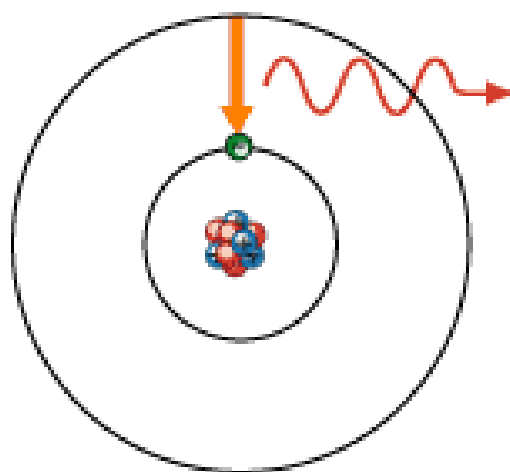


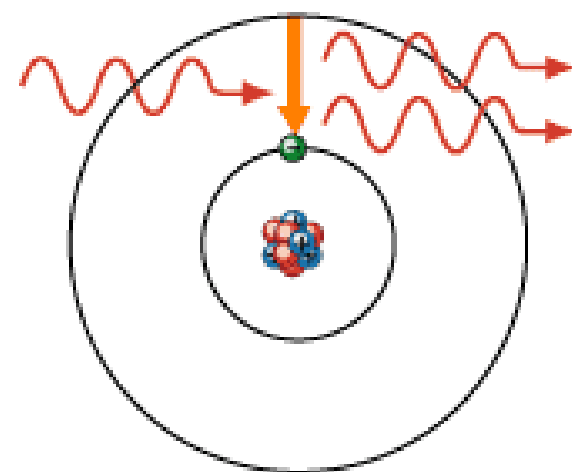
原子发光过程：



自發吸收
(a)



自發輻射
(b)



受激輻射
(c)

- 普通光源：自发辐射为主，随机发光，不相干
- 激光光源：受严格限制的受激辐射。

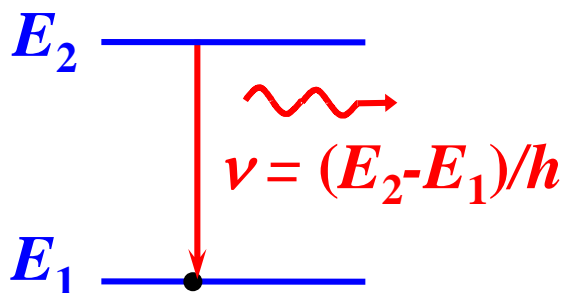
■ 普通光源

它们何时发光完全是不确定的；

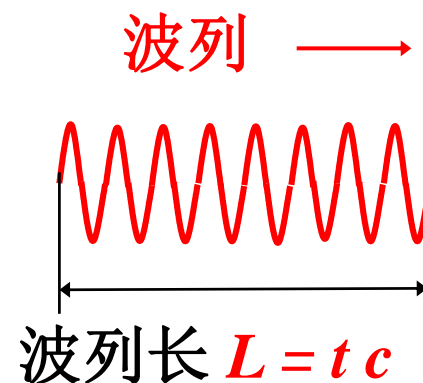
发光频率,光的振动方向,光波的初位相以及光波的传播方向等都可能不同；

第三章 光源的发光特性
§ 3.8 时间相干性
第六章 激光

自发辐射跃迁



发光时间 $t \approx 10^{-8}\text{s}$



$$\frac{1}{A_{21}} = \tau$$

自发辐射系数的倒数称为寿命

$$L_c = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

单色性越好,相干长度越长,时间相干性越好

■ 激光光源

第六章 激光

● 激光形成条件

1. 激活介质：有合适的能级结构，能实现粒子数反转。
2. 激励能源：使原子激发，维持粒子数反转。
3. 光学谐振腔：保证光放大，方向性和单色性。

● He-Ne激光管的工作原理

● 光学谐振腔的作用

● 增益系数的阈值条件

$$G \geq \frac{1}{2L} \ln \frac{1}{R_1 R_2} = G_m$$



■ 基础知识

第一章 光学总论

光是电磁波 $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}}$ 可见光范围：400~750nm

折射率的定义 $n = \frac{c}{v}$

波的简谐表示： $U(\mathbf{r}, t) = A \cos(\omega t - \mathbf{K} \cdot \mathbf{r})$ 平面波

$U(\mathbf{r}, t) = (A_0/r) \cos(\omega t - Kr)$ 球面波

复数表示： $\tilde{U}(\mathbf{r}, t) = A(\mathbf{r}) e^{+i\phi(\mathbf{r})} e^{-i\omega t}$

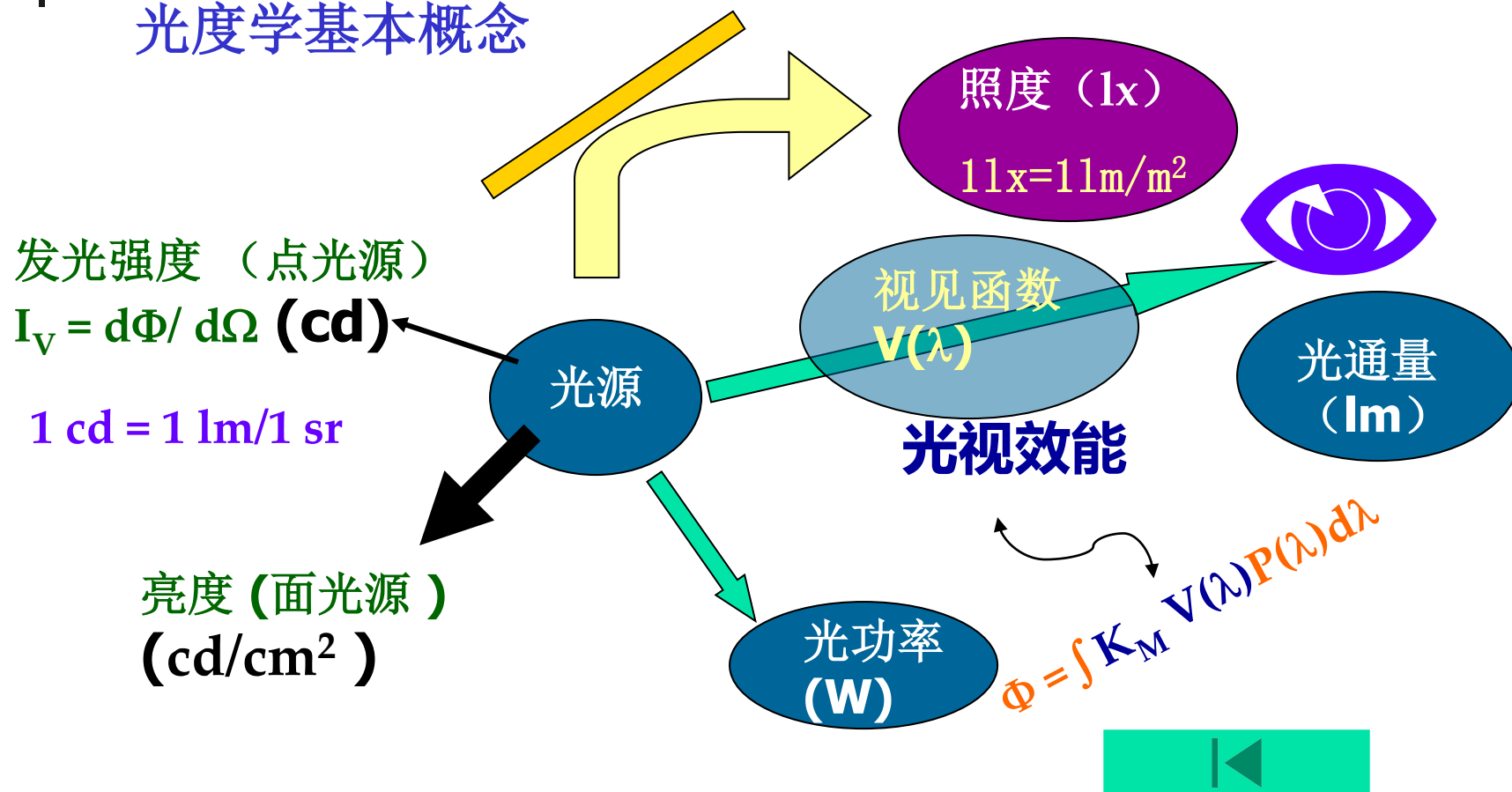
$\tilde{U}(\mathbf{r}) = A(\mathbf{r}) e^{+i\phi(\mathbf{r})}$ 称为复振幅

$\tilde{U}(\mathbf{r}) = A_0 e^{+i \mathbf{K} \cdot \mathbf{r}}$ 平面波

$\tilde{U}(\mathbf{r}) = (A_0/r) e^{+i Kr}$ 球面波

$I = \tilde{U}(\mathbf{r}) \cdot \tilde{U}(\mathbf{r})^*$ 光强

光度学基本概念



■ 几何光学

第二章 几何光学

最基本的内容：费马原理、光程概念

● 基本规律

直线传播定律、独立传播定律以及光路可逆性原理

Snell定律：

$$\sin\theta_1/\sin\theta_2 = n_{21}$$

全反射的临界角：

$$\theta_c = \arcsin n_{21}$$

光纤和棱镜

惠更斯原理：波前上每一个点都可看做是发出球面子波的波源，这些子波的包络面就是下一时刻的波前。

菲涅尔**1818**年将惠更斯的子波概念修正为：

- 1) 波传到的任意点都是子波的波源；
- 2) 各子波在空间各点进行相干叠加。

§ 4.1 惠更斯—菲涅尔原理

利用惠更斯和惠更斯—菲涅尔原理可以作图解释：

反射、折射和双折射

费马原理：

$$\delta\Delta = \delta \int_P^Q n dS = 0$$

- 基本成像问题 符号规则、球面旁轴成像、薄透镜成像
成像公式、任意光线通过焦平面作图法



■ 光波的叠加

第三章 光波的叠加 I
第四章 光波的叠加 II

相干叠加:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$$

$$\delta = (Kr_2 - Kr_1) - (\varphi_2 - \varphi_1)$$

非相干叠加:

$$\bar{I}(P) = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$$

- 干涉的条件:
 - i° 两束光的频率（或波长）相同
 - ii° 在叠加点存在相互平行的振动分量
 - iii° 叠加点处两光有固定的相位差

按分光方法的不同，分为分波前和分振幅两类

■ 分波前干涉

光程差：

$$\Delta L \approx d \sin \theta \approx d \frac{x}{D}$$

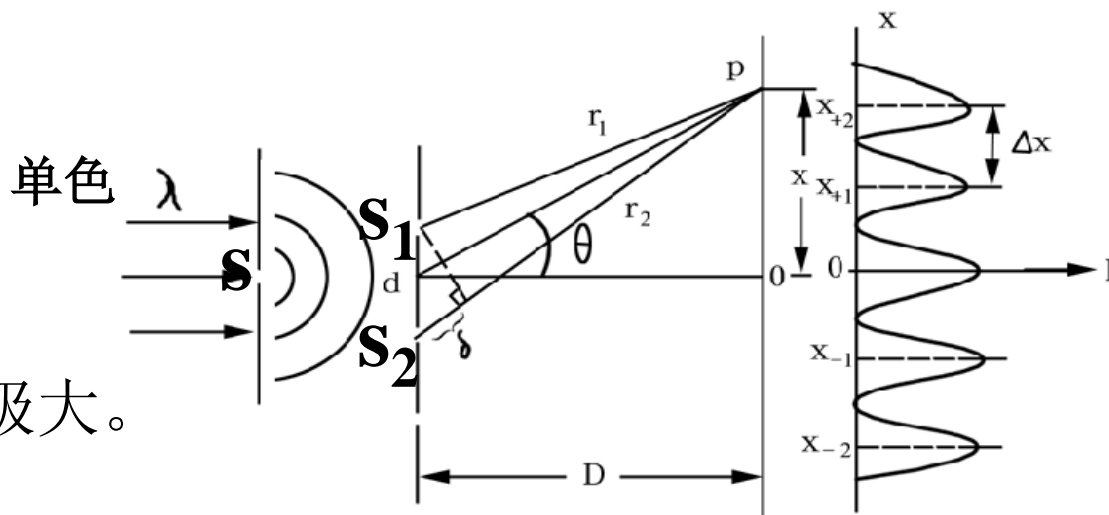
当 $\Delta L = k\lambda$ 时，光强极大。

条纹间距：

$$\Delta x = \frac{D\lambda}{d}$$

光强分布：

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{\delta}{2}$$



杨氏干涉条纹是是等距平行条纹，不同的 λ 光， Δx 亦不同，相互交错重叠

任何引起光程差的变动必然引起条纹的移动

■ 分振幅干涉

注意记入入射光在不同介质面反射时带来的 $\lambda/2$ 光程差 (相位差 π)

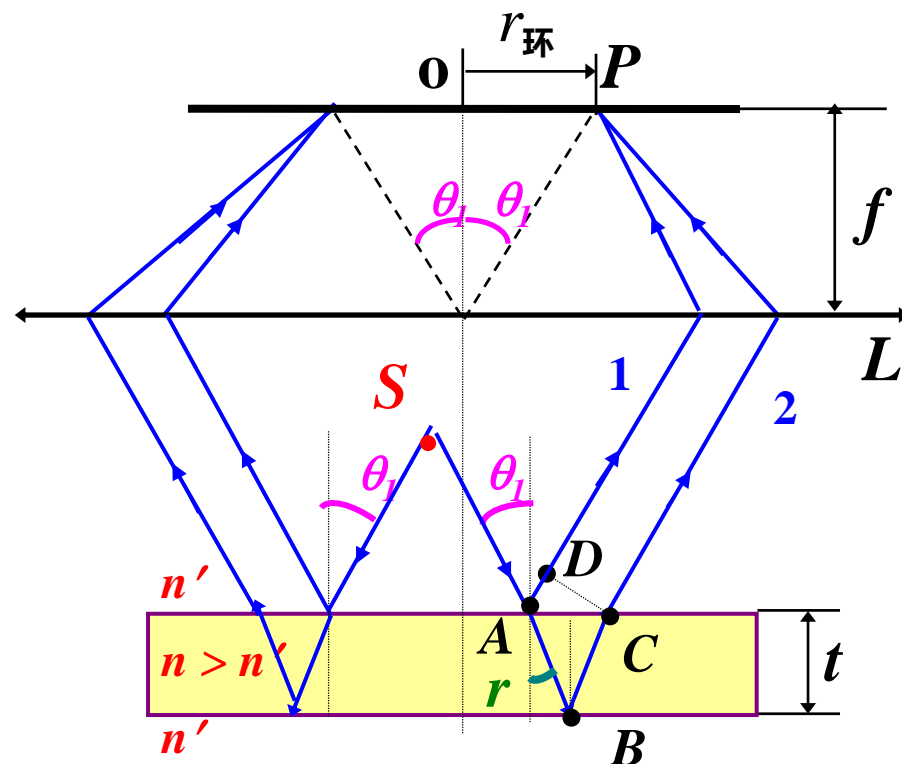
● 等倾干涉

光程差:

$$\Delta L = 2nt \cos \theta_2 + \frac{\lambda}{2}$$

条纹的间距: (明条纹)

$$\Delta \theta = \theta_{k+1} - \theta_k = -\frac{\lambda}{2nt \sin \theta_k}$$



应用：增透(射)膜和增反射膜

- 等厚干涉

光程差:

$$\Delta L = 2ne + \lambda/2$$

条纹的间距:

$$\Delta l \approx \frac{\lambda}{2n\theta}$$

- 牛顿环

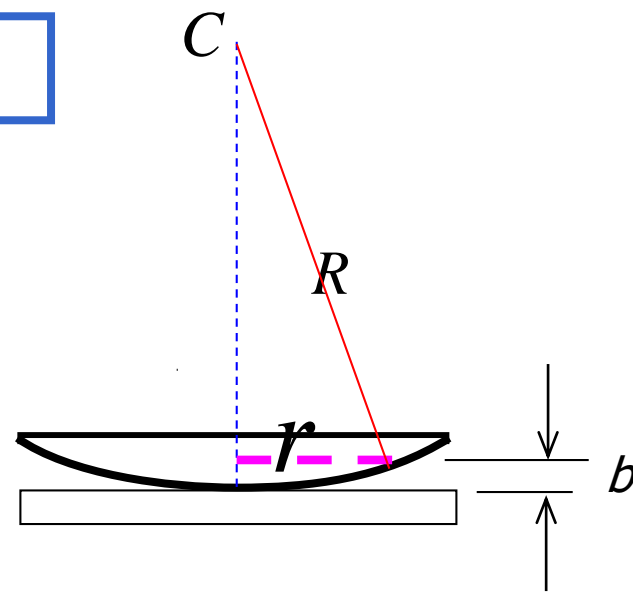
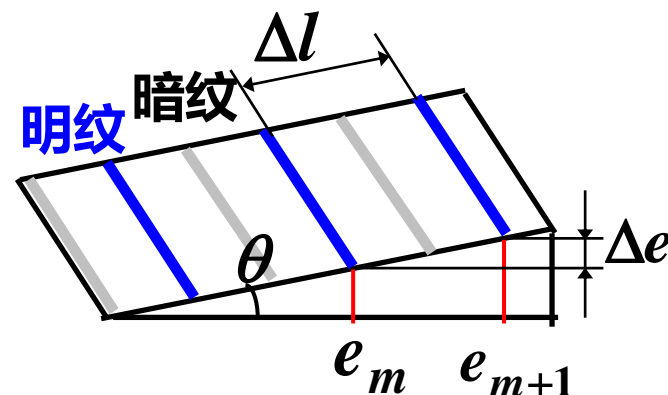
中心处, $\Delta L = \lambda/2 \rightarrow$ 暗条纹

定义为零级

K级暗纹半径:

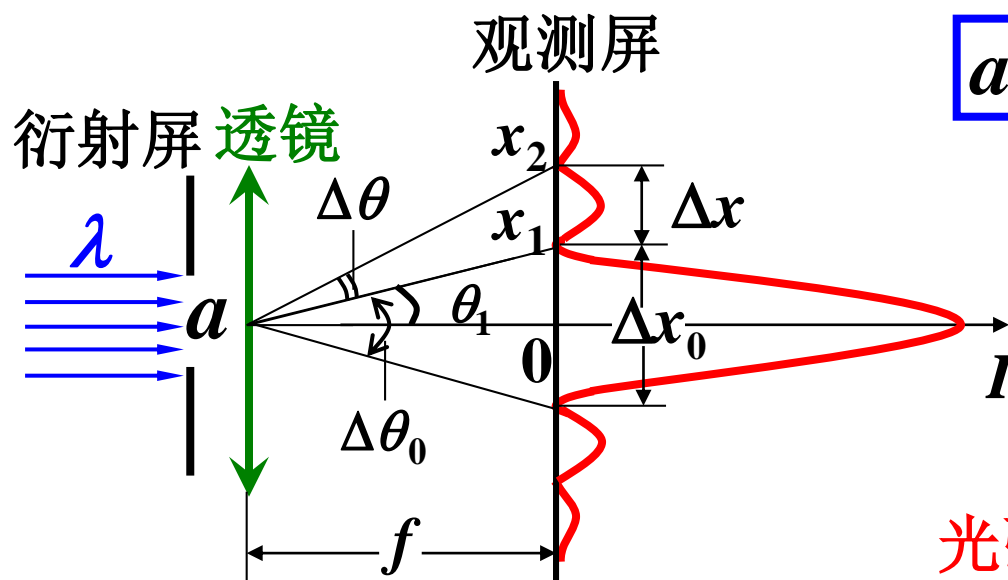
$$r = \sqrt{kR\lambda} \quad k = 0, 1, 2, 3 \dots$$

- 迈克尔逊干涉仪



■ 光的衍射

● 单缝的夫琅禾费衍射



$$a \sin\theta = \pm k' \lambda \quad (\text{暗纹})$$

$$k' = 1, 2, 3 \dots$$

$$\Delta x \approx f \frac{\lambda}{a} = \frac{1}{2} \Delta x_0$$

光强分布:

$$I = I_0 \left(\frac{\sin\alpha}{\alpha} \right)^2$$

屏上任一点 **P** 的振动，可用积分法、半波带法和矢量图法求得

● 光栅的夫琅禾费衍射

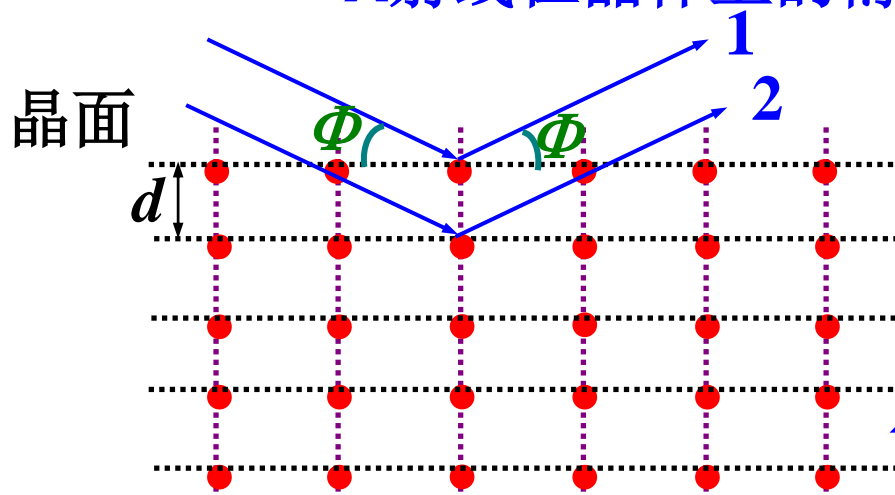
正入射光栅方程: $d \sin \theta = \pm k \lambda$ (明纹)

干涉明纹缺级级次: $k = \frac{d}{a} k'$ $k = 0, 1, 2 \dots$
 $k' = 1, 2, 3 \dots$

光强分布: $I_p = I_{0\text{单}} \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin N\beta}{\sin \beta} \right)^2$ $\beta = \frac{\Delta \varphi}{2} = \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \sin \theta$

角色散本领: $D_\theta = \frac{k}{d \cdot \cos \theta}$ 线色散本领: $D_l = \frac{k \cdot f}{d \cdot \cos \theta}$

● X射线在晶体上的衍射



布喇格公式:

$$2d \cdot \sin \Phi = k\lambda \quad (\text{极大})$$

$$k = 1, 2, \dots$$

✕ 射线衍射与普通光栅衍射的区别

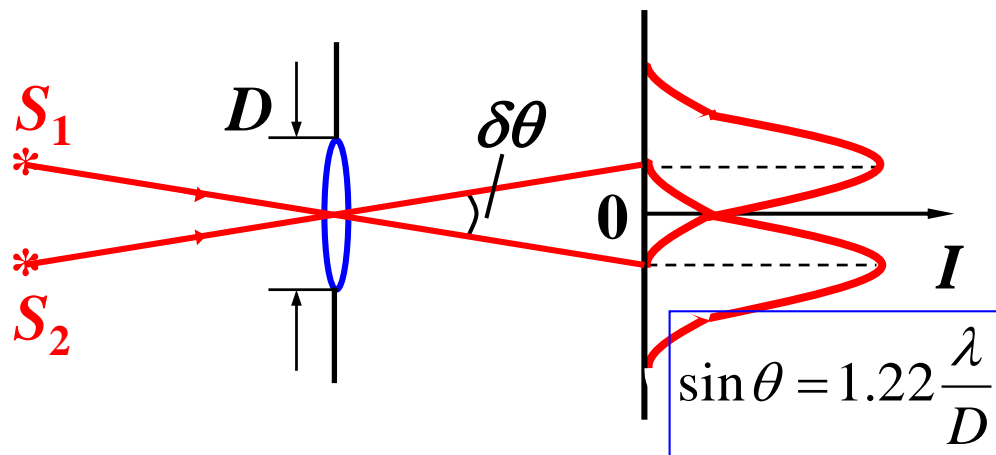
● 分辨本领

透镜

$$R \equiv \frac{1}{\delta\theta} = \frac{D}{1.22\lambda}$$

光栅

$$R \equiv \frac{\lambda}{\delta\lambda} = Nk - 1 \approx Nk$$



■ 光波的相干性

§ 3.4 空间相干性

§ 3.8 时间相干性

● 空间相干性

对于有一定宽度的光源，其相干性表述为

相干间隔：

$$d_0 = \frac{R}{b} \lambda$$

R 一定时， d_0 越大，光场的空间相干性越好

相干孔径角：

$$\theta_0 = \frac{d_0}{R} = \frac{\lambda}{b}$$

应用：迈克耳孙测星干涉仪

引入条纹的清晰度，用 ν 表示

$$\nu = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

ν 主要由 **b** 决定， **b** 越小，则 ν 越大，干涉条纹越清晰

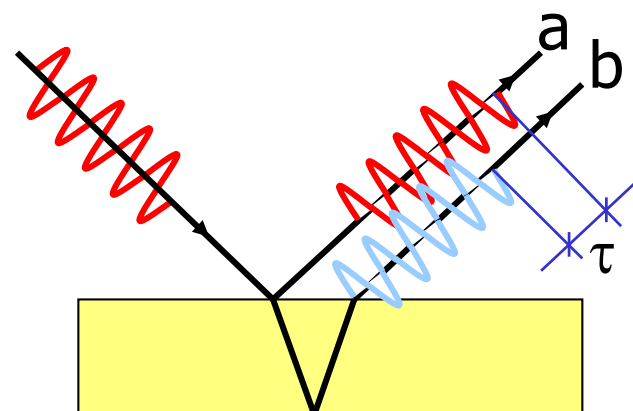
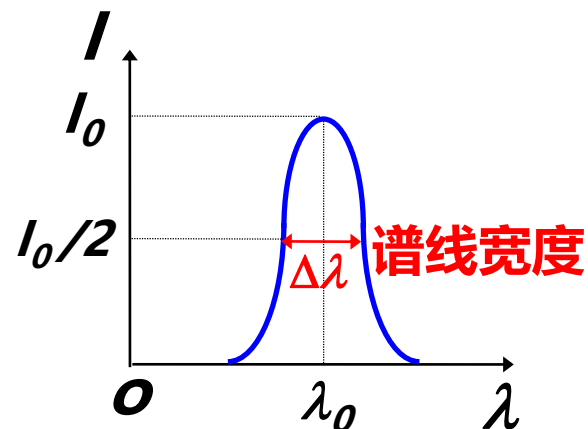
● 时间相干性

时间相干性由光源发光特性决定
 相关长度 L_c 与谱线宽度 $\Delta\lambda$ 有关系：

$$L_c = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$$

$$\Delta E \cdot \Delta t = \hbar$$

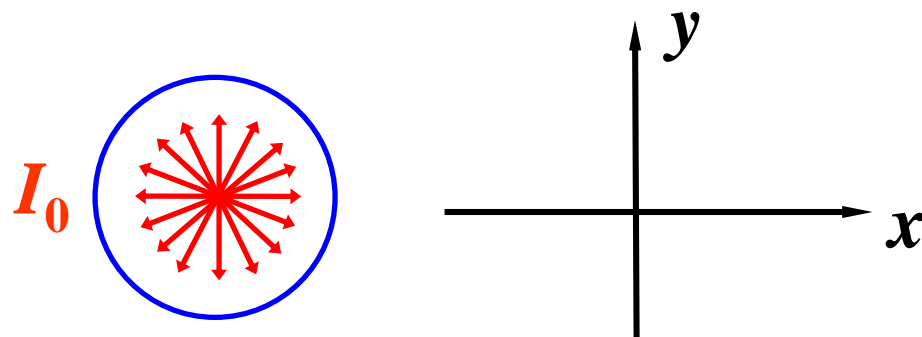
光谱的单色性越好，相干长度越长，时间相干性越好。



光的偏振

第五章 光的横波性

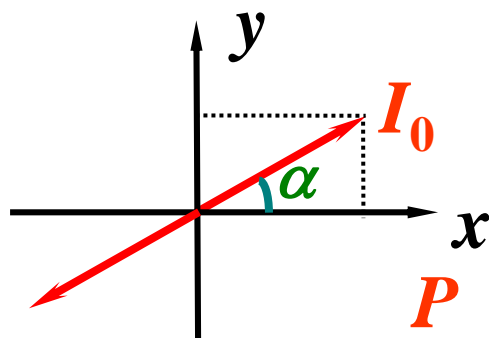
自然光和偏振光



分解：

$$I_x = I_y = \frac{1}{2} I_0$$

合成：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



偏振度：

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

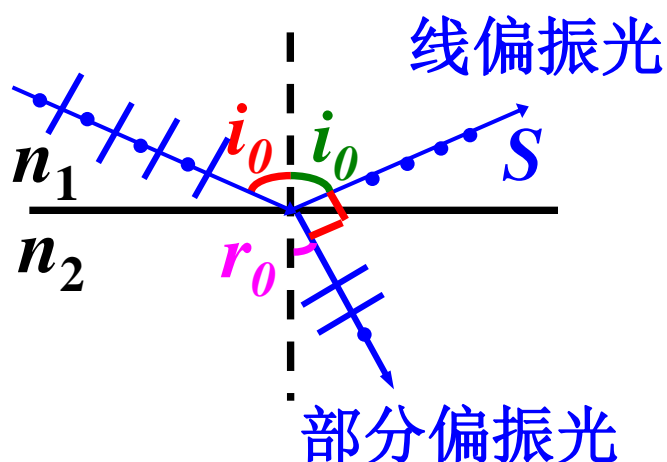
$$I_x = I_0 \cos^2 \alpha$$

$$I_y = I_0 \sin^2 \alpha$$

—马吕斯定律
(若x是偏振化方向)

- 反射和折射时光的偏振

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。



i_0 — 布儒斯特角或起偏角

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

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

— 布儒斯特定律

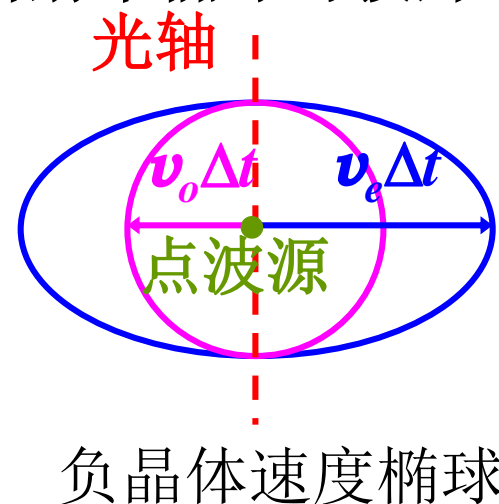
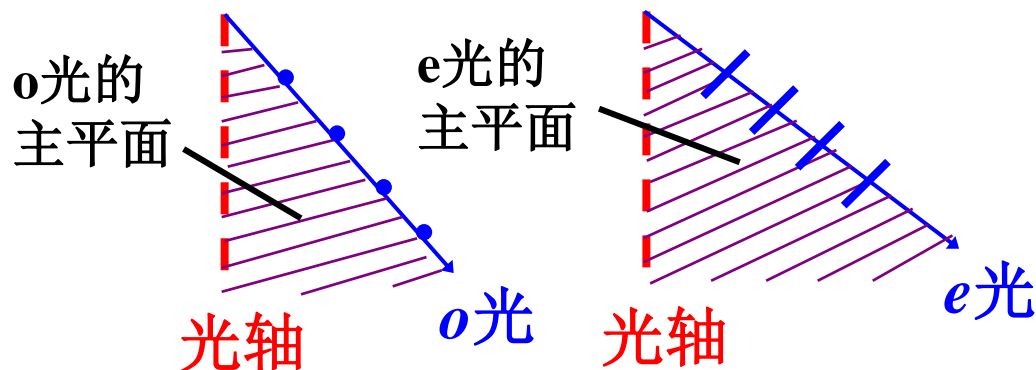
利用布儒斯特角制成的玻片堆的起偏和检偏作用



- 双折射
 - 基本概念

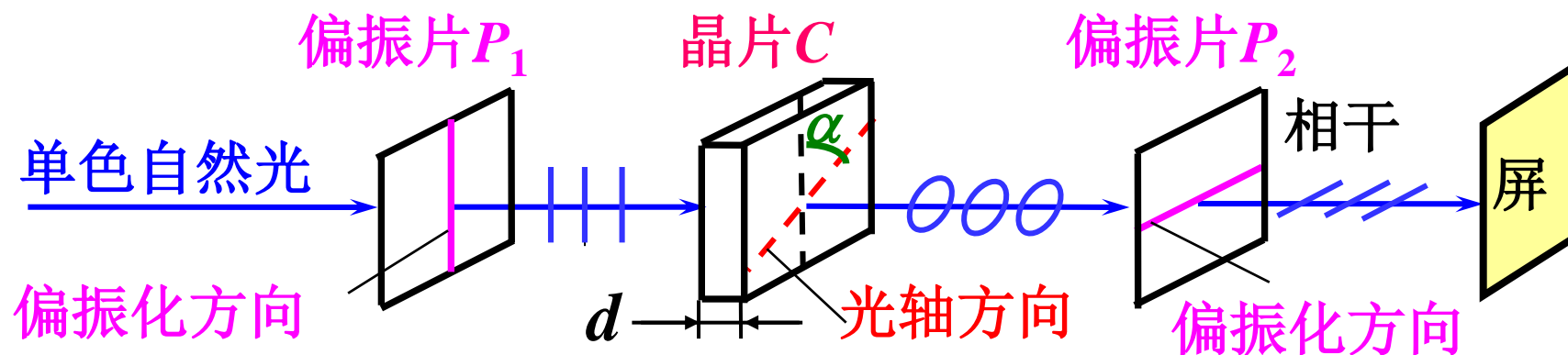
§ 5.4 双折射现象
§ 5.5 椭圆偏振光和圆偏振光
§ 5.6 偏振光的干涉

o 光、 e 光、光轴、主平面、折射率椭球与波片



- 单轴晶体中光传播的惠更斯作图法
- 利用波片获得和检测椭圆偏振光和圆偏振光

● 偏振光的干涉



总的相位差为：

$$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi d}{\lambda} |n_e - n_o| + \pi$$

光强分布：

$$I_{\perp} = I_1 \cdot \sin^2(2\alpha) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi_c}{2}\right)$$

