

第一单 1. 光密入光疏才可全反射

2. 波长越大, n 越大, 偏向角越大

3. $\frac{\sin \theta_1}{n_1} = \frac{\sin \theta_2}{n_2}$ 有 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

4. 光程 $[L] = \int_A^B n ds$ Fermat 原理: 光程最小者为光路.

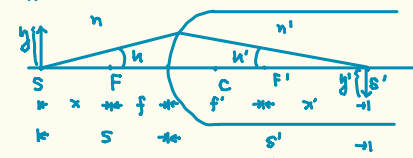
5. 透镜条件: $S = -\frac{n_1 r}{n_1 - n_2}$ 透镜: S_1, S_2
 (凹 $\phi \approx 1$) $S' = \frac{n_2 r}{n_2 - n_1}$ 反射镜: $S_1 = 0$ (为无穷远)

6. 半球面透镜: $\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{r}$

7. 物方焦距: $f = \frac{nr}{n'-n}$ 定义为光程焦距为焦距 (D=m⁻¹)
 像方焦距: $f' = \frac{n'r}{n'-n}$

Gauss 公式: $\frac{f}{s} + \frac{f'}{s'} = 1$

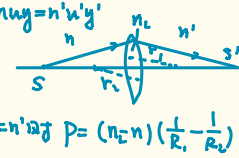
Newton 公式: $xx' = ff'$



8. 横向放大率: $V = -\frac{ns'}{ns}$ $V < 0$ 倒立 (实际像), $V > 0$ 正立 (虚像)
 角放大率: Helmholtz-Lagrange 定理: $nyy' = n'y'y'$

9. 薄透镜物像比公式: $\frac{n}{s} + \frac{n'}{s'} = \frac{n_1 - n}{r_1} + \frac{n' - n_1}{r_2}$

焦距: $f = \frac{n}{\frac{n_1 - n}{r_1} + \frac{n' - n_1}{r_2}}$ $f' = \frac{n'}{\frac{n_1 - n}{r_1} + \frac{n' - n_1}{r_2}}$
 $n = n'$ 时 $P = (n_1 - n)(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})$



薄透镜的厚度远小于透镜的半径.

光程差为 $\frac{n_1 r_1}{n_1} + \frac{n_2 r_2}{n_2}$

Gauss 公式: $\frac{f}{s} + \frac{f'}{s'} = 1$ 成立. 若 $n = n' \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ 反射镜焦距: $P = -\frac{2n}{R} = \frac{1}{f}$
 10. 球面反射透镜成像公式: $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = -\frac{2}{R}$, $f = f' = -\frac{R}{2}$ (R 为 $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R}$)

第二单 1. $U(z,t) = A \cos[\omega t - kz - \phi]$ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $k \cdot \Delta L = \Delta \phi$

$v = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T}$ 时间频率 $\nu = \frac{1}{T}$, 空间频率 $f = \frac{1}{\lambda}$

$U(r,t) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(c \cos \alpha x + c \sin \beta y + c \cos \gamma z))$ $C \cos^2 \alpha + C \sin^2 \beta + C \cos^2 \gamma = 1$
 $= A \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})$

相位: $\phi(P) = \vec{k} \cdot \vec{r} = k_x x + k_y y + k_z z$ $k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2 + k_z^2} = \frac{2\pi}{\lambda}$

2. 在 x, y, z 方向上的空间周期: $\Delta x = \frac{\lambda}{\cos \alpha}$, $\Delta y = \frac{\lambda}{\sin \alpha \cos \beta}$, $\Delta z = \frac{\lambda}{\cos \alpha}$
 空间频率: $f_x = \frac{\cos \alpha}{\lambda}$, $f_y = \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\lambda}$, $f_z = \frac{\cos \alpha}{\lambda}$ $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2 + f_z^2} = \frac{1}{\lambda}$

3. 球面简谐波: $U(r,t) = \frac{A}{r} \cos(\omega t \pm kr)$

4. 复振幅: $U(z,t) = A \cos(\omega t - kz) = \text{Re}(A e^{i(\omega t - kz)})$

$U(r,t) = A e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}} \cdot e^{-i\omega t}$ 其中 $\tilde{U}(r) = A e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}}$ 称为复振幅

对球面波: 复振幅: $\tilde{U}(r) = \frac{A}{r} e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}}$, 会聚: $\tilde{U}(r) = \frac{A}{r} e^{-i\vec{k} \cdot \vec{r}}$

第三单 1. 波叠加: 对同频率同向的平面光: $E_1 = E_{10} \cos(\varphi_1 - \omega t)$

$E_2 = E_{20} \cos(\varphi_2 - \omega t)$
 振幅: $E_0 = \sqrt{E_{10}^2 + E_{20}^2 + 2E_{10}E_{20} \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$

复振幅法: $E_1 = E_{10} e^{i(\varphi_1 - \omega t)}$ 则 $\tilde{E} = \tilde{E}_1 + \tilde{E}_2 = E_{10} e^{i\varphi_1} + E_{20} e^{i\varphi_2}$
 $E_2 = E_{20} e^{i(\varphi_2 - \omega t)}$

2. 相同条件: (1) 频率相同 (2) 不垂直 (有相互平行的振动分量) (3) 对固定 P 有恒定相位差

光强为振幅平方 (复振幅模平方): $I(P) = \tilde{E}(P) \cdot \tilde{E}^*(P) = E_{10}^2 + E_{20}^2 + 2E_{10}E_{20} \cos(\varphi_1 - \varphi_2)$ 与 P 位置有关
 $= I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \theta$ $\theta = \varphi_2 - \varphi_1$

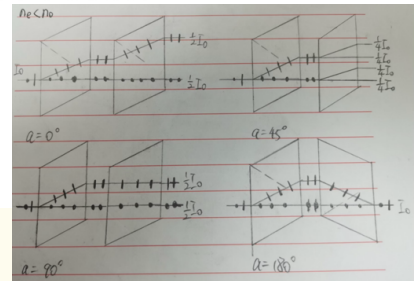
3. 反相度: $\gamma = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$ $I_{min} = 0$ 对于干涉现象, 对比度清晰.

$I_{max} = I_1 + I_2$ 时干涉均匀, $\gamma = 0$.

γ 越大, 表明对比度清晰

于是有 (1) $\Delta \varphi(P) = 2m\pi$ 时 $I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \theta$
 (2) $\Delta \varphi(P) = (2m+1)\pi$ 时 $I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \theta$
 $\Rightarrow \gamma = \frac{2\sqrt{I_1 I_2} \cos \theta}{I_1 + I_2} = \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2} \cos \theta$ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ 可抵消方向一致, 光强相同对于干涉现象测量

练习 5.1 如图 5.1 所示, 两块相同的冰洲石晶体 A、B 前后排列, 强度为 I 的自然光垂直于 A 的表面入射之后依次通过 A、B. A、B 的主截面之间夹角为 α . 求 $\alpha = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ 时由 B 射出的光束的数目和每束光的强度.

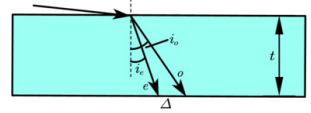


练习 5.3 一束线偏振的钠黄光垂直射入一方解石晶体, 其光矢量的振动方向与晶体的主截面成 20° 角. 不考虑界面的反射和介质的吸收, 计算出现双折射的两束光的相对振幅和强度.

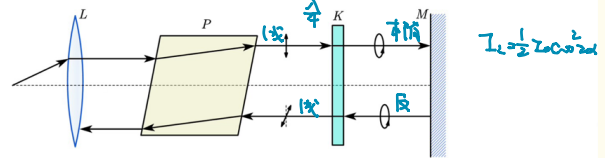
$A_o = A \sin 20^\circ$, $A_e = A \cos 20^\circ$, $\frac{I_o}{I_e} = \tan^2 20^\circ$

练习 5.4 一束钠黄光掠入射到冰的晶体平板上, 平板厚度为 4.2 mm, 其光轴与入射面垂直. 求平板另一表面上 o 光与 e 光两出射点的间隔. 已知对于钠黄光, 冰的折射率为 $n_o = 1.3090, n_e = 1.3104$.

$d = t(n_e - n_o) \sin \theta$ $n_o \sin \theta = n_e \sin \theta' \Rightarrow d = 12.1 \mu m$

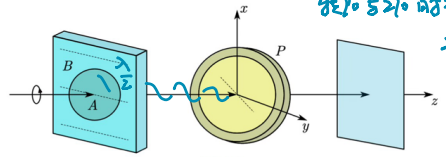


练习 5.8 如图 5.10 所示, 单色光源 S 置于透镜 L 的焦点处, P 为偏振器, K 为此单色光的 $\lambda/4$ 片, 其快轴与偏振器的透振方向成 45° 角, M 为平面反射镜. 已知入射到偏振器的光强为 I_0 , 分析光束经过各个元件后的偏振态, 计算返回 L 处的光强 (不计反射、吸收的光强损失).



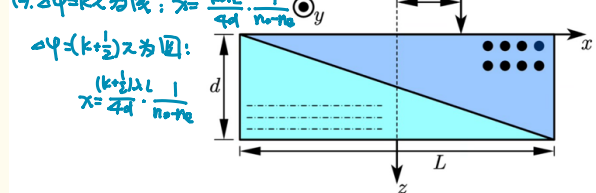
练习 5.9 一束波长为 λ 的右旋圆偏振光, 正入射到一块两表面平行的方解石晶片上, 且照射整个晶片, 晶片的光轴平行于其表面 (图 5.11 中 y 方向), 晶片的 A 部分为 $\lambda/4$ 片, B 部分为 $\lambda/2$ 片, 如图 5.11 所示.

- 分别指出经过晶片两部分的光的偏振态. 线偏振, 左旋圆偏振.
- 从晶片射出的光如果再经过一个透振方向与 y 成 45° 角的偏振片, 在屏上将见到什么现象? 线与实际垂直, 干涉条纹. 固有光轴透射, 旋转光轴暗纹.
- 在将偏振片绕光线方向旋转 360° 的过程中, 屏上的光强发生什么变化? 90° 与 270° 时有亮光, 因为光轴垂直, 旋转.

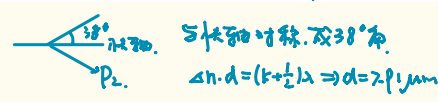


练习 5.10 一巴比涅补偿器由两个光轴相互垂直的劈形石英组成. 如图 5.12 所示, 现有一束极窄的线偏振光正入射, 其偏振方向与 x 轴成 45° 角, 光束偏离补偿器的中心线 x.

- 用 $n_o, n_e, \lambda, L, d, x$ 表示出射光线中 x, y 分量间的相对相移.
- x 取什么样的值可以得到线偏振光或圆偏振光?

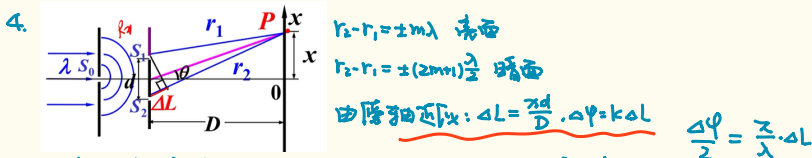


练习 5.11 两偏振片之间有一 $\lambda/2$ 片, 波片的快轴与 P_1 的透振方向成 38° 角. 设波长为 632.8 nm 的光垂直入射到 P_1 上, 要使 P_2 应如何放置? 若晶片的折射率 $n_o = 1.52, n_e = 1.48$, 计算此晶片的最小厚度.



练习 5.13 有哪些方法可以使一线偏振光的振动面旋转 90° ?

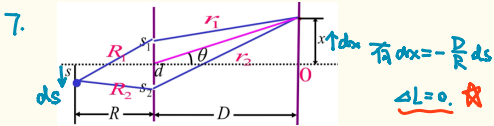
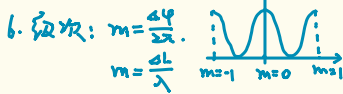
通过 $\lambda/4$ 片, 快轴方向与振动方向成 45°
 通过 $\lambda/2$ 片, 再通过与振动方向垂直的偏振片



光程差每个 λ , 亮纹向下 λ

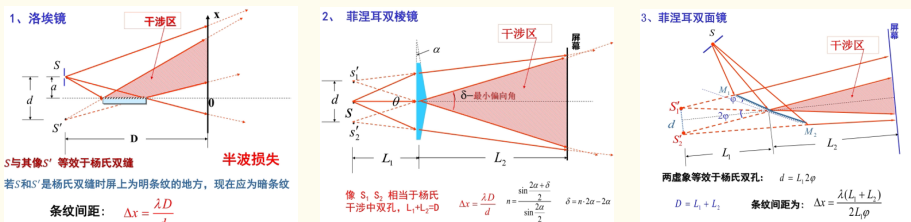
5. 干涉图样的强度分布: 有 $I_1 = I_2 = I_0$ 成立, 则 $I = 4I_0 \cos^2(\frac{\Delta\phi}{2}) = 4I_0 \cos^2(\frac{2\pi d}{\lambda} \sin\theta)$ ($\lambda \approx D \sin\theta$)

则有 $\pi = \begin{cases} m \cdot \frac{\Delta\phi}{2} \rightarrow I_{max} \\ (m+\frac{1}{2}) \cdot \frac{\Delta\phi}{2} \rightarrow I_{min} \end{cases}$ 有相邻亮纹间距 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$ (与级数无关)



8. 若短波长为 λ , 长波长为 $\lambda + \Delta\lambda$. 最高可分辨级次为 $m_{max} = \frac{D}{\Delta\lambda}$. 光程差为 $\Delta L_m = m_{max}(\lambda + \Delta\lambda) = \lambda + \frac{\Delta\lambda}{2}$

9. 其它一些干涉:



10. 原系 $\gamma=1$ 的两束光程加倍结果不是!

空间相干性: 对于光源宽度 b , 有 $\gamma = |\frac{S_1 S_2}{R^2}|$. $n = \frac{2bd}{\lambda R}$ (注意是 $\gamma=1$!)
其中 $\gamma=1$ 为 0 时 $n = 2 \Rightarrow b_c = \frac{R\lambda}{d}$ 称光源相干宽度

11. 谱宽 $\Delta\lambda$ 光源所发波对相干时间: $\tau = \frac{\lambda^2}{c \Delta\lambda}$ (相干时间)
长度: $L_c = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$ (相干长度) 谱宽为 $\Delta\nu = \frac{c}{L_c} = \frac{c \Delta\lambda}{\lambda^2}$
有 $\Delta L_{max} = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$

若光垂直入射
 $2nh + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & (m=1,2,3 \dots) \text{max} \\ (2m+1)\frac{\lambda}{2} & (m=0,1,2 \dots) \text{min} \end{cases}$
单色光垂直入射, 在观察屏上: 或全亮或全暗, 或一片均匀的光亮, 没有干涉条纹.
复色光垂直入射, 在观察屏上: 有的颜色亮, 有的消失, 没有干涉条纹.

12. 等厚干涉: 中心级暗. 若增加厚度, 条纹从外向里. 反之亦然. 有 $\Delta h = N \frac{\lambda}{2}$ N 为膜的反射率
(定域无穷远) 复色光透明, 长波在外, 短波在内

	增透膜	增反膜
膜的选择	低膜 (L) $n_1 < n_2 < n_3$	高膜 (H) $n_1 < n_2 > n_3$
光学厚度	$n_2 h = \lambda/4$	$n_2 h = \lambda/4$
半波损	无	有
西反光程差	$\Delta L = \Delta L_0 = \lambda/2$	$\Delta L = \Delta L_0 + \lambda/2 = \lambda$
效果	相干相消 消反射增透射	相干相长 增反射

明暗条纹条件
 $2h\sqrt{n^2 - n_1^2} \sin^2 \theta + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & m=1,2,3 \dots \text{max} \\ (2m+1)\lambda/2 & m=0,1,2 \dots \text{min} \end{cases}$

注意半波损失!

透镜与屏幕距离

中心级起第 N 级附近相邻两环间距为 $\Delta r_N = f \theta_N = \frac{f \lambda}{2n_2 h_N}$

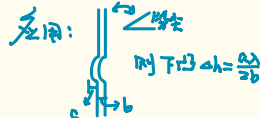
13. 等厚干涉: ① 劈尖干涉, 越高, 反射越强

(远视膜表面) 有 $\Delta L = 2h\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \sin^2 \theta + \frac{\lambda}{2}$ (i 为入射角) 若垂直: $\Delta L = 2nh + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & \text{明纹} \\ (2m+1)\frac{\lambda}{2} & \text{暗纹} \end{cases}$

明暗处膜厚: $h = \frac{(2m+1)\lambda}{4n}$

相邻明暗纹厚度差 $\Delta h = \frac{\lambda}{2n}$
相邻明暗纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda}{2n\theta}$

相邻暗纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda}{2n\theta}$



② 牛顿环



有 $h = \frac{r^2}{2R}$

若中间为空气: $\Delta L = 2h + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} m\lambda & m=1,2,3 \dots \text{明纹} \\ (2m+1)\frac{\lambda}{2} & m=0,1,2 \dots \text{暗纹} \end{cases}$

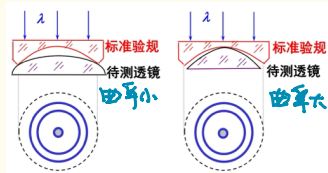
$r = \begin{cases} \sqrt{(m-\frac{1}{2})\lambda R} & m=1,2,3 \dots \text{明} \\ \sqrt{m\lambda R} & m=0,1,2 \dots \text{暗} \end{cases}$
中心为暗纹

相邻明暗环间距 (不适用暗环) $\Delta r = r_{m+1} - r_m = \frac{\sqrt{R\lambda}}{\sqrt{m+1/2}}$

暗纹从外向里: 亮纹从里向外. 但条纹疏密不变

(第 m 级暗纹处, 相邻亮纹间距 $\Delta r_m = \frac{R\lambda}{2r_m}$, 不用)

应用: 测 R : $R = \frac{r_{2m}^2 - r_m^2}{\lambda}$ (同理可测 λ) 数码相机成像仪干涉条纹间距



结论: 轻按压, 条纹向接触点移动

条纹种类	等倾圆环条纹	牛顿环	等厚条纹
形成条件	扩展光源	θ 很小, 正入射(点光源准直)	
定域	膜表面附近		
形状	同心圆环	平行等距直线	
动态变化 H 增大	中心亮暗交替; 条纹从中心涌出并向外扩散; 条纹变密	中心亮暗交替; 条纹向中心收缩并吞没; 条纹密度不变	条纹向棱边平移; 条纹密度不变; H 大时条纹向棱边凸出
白光条纹	$H=0$, 均匀暗场; H 很小时条纹为彩环, 内红外紫	$H=0$, 暗点; 中心附近数条彩环, 内紫外红	$H=0$, 暗线; 两侧数条对称彩带, 内(靠近棱边)紫外红

14. 迈克耳逊干涉仪

有半波膜: ① 等倾圆环: M_1, M_2 间距 $d \downarrow$ 条纹变稀疏, 内缩一个 $D = M_1 - M_2$
 ② 等厚条纹: $d \downarrow$ 条纹向厚处移动, d 个同样. 圆心在厚处
 ③ 测厚: $d = \frac{\lambda}{2(n-1)}$ (测厚原理)
 ④ 测折射率: $n = \frac{2d}{\lambda} + 1$ (测厚原理)

15. 多光束干涉: 精细度系数 $F = \frac{4R}{(1-R)^2}$, $R=r^2$ 为光强反射率, r 为振幅反射率

透射系数: $T = \frac{I_0}{1 + F \sin^2(\frac{\delta}{2})}$

反...: $I_R = \frac{I_0}{1 + F \sin^2(\frac{\delta}{2})}$ 其中 $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} n h \cos \theta$

$R \neq 1$ 时反射级宽, 透级窄
 $R=1$ 时级宽为亮带中暗纹
 透级为暗带中亮纹

半宽度: 光强等于极大值一半时曲线上相应两点的相位差间隔

$\delta = \frac{\pi}{F} = \frac{2(1-R)}{R}$ $R \uparrow$, $\delta \downarrow$, 透射级越细

半宽度: 表示某一级透射亮纹的两个半强度点的角距离

$\Delta \theta_m = \frac{\lambda}{2\pi n h \cos \theta} \cdot \frac{1-R}{R}$ (θ_m 上为干涉级数) $F \uparrow$, $\Delta \theta_m \downarrow$, 透射级越细

16. 法布里-珀罗干涉仪 (F-P 干涉仪)

干涉条件: $2nh = m\lambda$ h 为镜面间距

$\Delta \lambda_m = \frac{\lambda}{m} \cdot \frac{1-R}{R}$ $\Delta \lambda_m$ 为最小可分辨波长差, R 为反射率, m 为干涉级数, λ 为中心波长 $R \uparrow$, 分辨率越高

半宽度: $\Delta \theta = \frac{1}{2k \cos \theta} \cdot \frac{1-R}{R}$ 有色散系数 $D = \frac{m}{2nh \cos \theta}$

色分辨本领: $R_0 = \frac{\lambda}{\Delta \lambda} = \frac{2m}{1-R}$ $\Delta \lambda_m = \frac{\lambda}{R_0}$

谱线数 $N = \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{\Delta \lambda}$ 谱线宽度 $\Delta \lambda = \lambda \cdot \frac{1-R}{2m}$ 谱线漂移: $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda}$

中心级间距: $\Delta \nu = \frac{c}{2nh}$
 中心级间距 $\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{c} \Delta \nu = \frac{\lambda^2}{2nh}$ 在 $\Delta \lambda$ 和 λ 范围内入射光中, 有 N 个中心级通过
 中心级数 $N = \frac{\Delta \lambda}{\Delta \lambda_m} = \frac{2m}{1-R}$

第四章

1. 某方向的电矢量随时间变化, 衍射现象, 衍射干涉-取可同存在

傅里叶条件下衍射: 基尔霍夫公式: $E(\rho) = \frac{i}{2\pi} \iint \tilde{E}(\omega) e^{ikr} d\Omega$

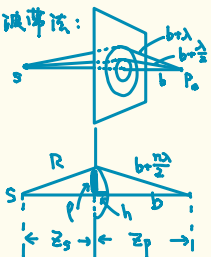
分类: 菲涅耳衍射: L, D 至少一个有限 (硬面波), 夫琅禾费衍射: L, D 均无穷大 (平面波)

a. 互补屏: $\tilde{E}_1(\rho) + \tilde{E}_2(\rho) = \tilde{E}_0(\rho)$ 由菲-基公式有 $\tilde{E}(\rho) = \tilde{E}(\rho) + \tilde{E}(\rho)$ 互补屏若同在某点, 振幅之和为自由传播时该点振幅

3. 圆孔衍射: 接收屏轴移动, 中心明暗交替奇正

圆屏衍射: 接收屏轴移动, 中心永远为亮点

4. 半波带法:



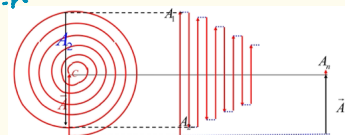
P_0 点振幅为 $A(P_0) = \frac{1}{2}(A_1 + (-1)^m A_2)$

又由 $I \propto A^2$: 圆孔中有奇数个半波带时中心亮点, 偶数时为暗点

若自由传播, $A(P_0) = \frac{1}{2} A_1(P_0)$

圆屏边缘有 n 个半波带: $A(P) = A_{0n}(P) - A_{0n-1}(P) + \dots = \frac{1}{2} A_{0n}(P)$ 正是中心亮点 (自由传播点)

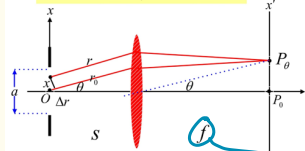
有 $P = \sqrt{\frac{Rb}{R_0 b_0}} \lambda$, $n = (\frac{1}{b_0} + \frac{1}{b}) \frac{R^2}{\lambda} \Rightarrow$ 若 $P = R$, 有 $P^2 = R^2$
 $= \frac{R^2}{\lambda^2} \lambda^2 = \frac{R^2}{\lambda^2}$



3. 夫琅禾费衍射: 螺旋卷绕线 (若包含不是整数个半波带, 不能用半波带法)

4. 菲涅耳波带片: $P_0 = \sqrt{\frac{Rb}{R_0 b_0}} \lambda$, $\frac{1}{b} + \frac{1}{b_0} = \frac{1}{f}$, 有 $f = \frac{R^2}{\lambda}$ (中透奇带暗, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 246, 248, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 274, 276, 278, 280, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 294, 296, 298, 300, 302, 304, 306, 308, 310, 312, 314, 316, 318, 320, 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342, 344, 346, 348, 350, 352, 354, 356, 358, 360, 362, 364, 366, 368, 370, 372, 374, 376, 378, 380, 382, 384, 386, 388, 390, 392, 394, 396, 398, 400, 402, 404, 406, 408, 410, 412, 414, 416, 418, 420, 422, 424, 426, 428, 430, 432, 434, 436, 438, 440, 442, 444, 446, 448, 450, 452, 454, 456, 458, 460, 462, 464, 466, 468, 470, 472, 474, 476, 478, 480, 482, 484, 486, 488, 490, 492, 494, 496, 498, 500, 502, 504, 506, 508, 510, 512, 514, 516, 518, 520, 522, 524, 526, 528, 530, 532, 534, 536, 538, 540, 542, 544, 546, 548, 550, 552, 554, 556, 558, 560, 562, 564, 566, 568, 570, 572, 574, 576, 578, 580, 582, 584, 586, 588, 590, 592, 594, 596, 598, 600, 602, 604, 606, 608, 610, 612, 614, 616, 618, 620, 622, 624, 626, 628, 630, 632, 634, 636, 638, 640, 642, 644, 646, 648, 650, 652, 654, 656, 658, 660, 662, 664, 666, 668, 670, 672, 674, 676, 678, 680, 682, 684, 686, 688, 690, 692, 694, 696, 698, 700, 702, 704, 706, 708, 710, 712, 714, 716, 718, 720, 722, 724, 726, 728, 730, 732, 734, 736, 738, 740, 742, 744, 746, 748, 750, 752, 754, 756, 758, 760, 762, 764, 766, 768, 770, 772, 774, 776, 778, 780, 782, 784, 786, 788, 790, 792, 794, 796, 798, 800, 802, 804, 806, 808, 810, 812, 814, 816, 818, 820, 822, 824, 826, 828, 830, 832, 834, 836, 838, 840, 842, 844, 846, 848, 850, 852, 854, 856, 858, 860, 862, 864, 866, 868, 870, 872, 874, 876, 878, 880, 882, 884, 886, 888, 890, 892, 894, 896, 898, 900, 902, 904, 906, 908, 910, 912, 914, 916, 918, 920, 922, 924, 926, 928, 930, 932, 934, 936, 938, 940, 942, 944, 946, 948, 950, 952, 954, 956, 958, 960, 962, 964, 966, 968, 970, 972, 974, 976, 978, 980, 982, 984, 986, 988, 990, 992, 994, 996, 998, 1000)

5. 单缝夫琅禾费衍射: 光强公式: $I = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2$ 其中 $\alpha = \frac{k a \sin \theta}{2} = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$ a 为缝宽, I_0 为衍射中心强度



半缝衍射因子

若半缝移动: 无论上下移动, 零级明纹在中央轴上; 若半缝移动, 主极大移动到反方向

相消 (暗纹) 位置: $\alpha = \pm m \pi \Rightarrow \sin \theta = \pm m \frac{\lambda}{a}$ ($m = 1, 2, \dots$)

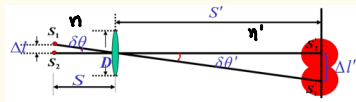
相长 (明纹) 位置: $\cos \alpha = \pm 1 \Rightarrow \alpha = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \left(\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} = \pm m \pi \right)$ ($m = 1, \dots$)

中央明纹宽度: 亮度为 2, 强度为 4, 其余强度为其一半 $I = 0.04 I_0, 0.06 I_0, 0.08 I_0, \dots$

若缝宽 $a = \lambda$, 则衍射级数为全屏, 若 $a \rightarrow 0$, 衍射级数为

6. 圆孔夫琅和费衍射: 光强分布公式: $I(\theta) = I_0 \left[\frac{2J_1(u)}{u} \right]^2$, $J_1(u)$ 为第一阶贝塞尔函数, $u = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta$

爱里斑(暗点)的角半径 $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 半径为 $r = 1.22 \frac{\lambda f}{D}$, D 为透镜直径

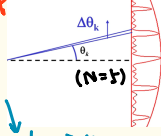


此时的第一极小角称为 $\theta = \frac{\lambda}{D} = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 最小分辨角 $\Delta \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$
 瑞利判据: $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, $\theta' = 1.22 \frac{\lambda}{D}$ 为左介波长 λ' 为右介波长 λ 为右介波长 λ 为左介波长 λ 为右介波长 λ 为左介波长

7. 多缝夫琅和费衍射: 光强: $I = I_0 \left[\frac{\sin(N\beta)}{\sin\beta} \right]^2$, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta$, $\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta$, N 为缝数



主极大: $d \sin \theta = k\lambda$, 两主极大间有 $(N-1)$ 个极小, $(N-1)$ 次加强
 ($k=0, \pm 1, \dots$)
 且 $|k| \leq \frac{d}{\lambda}$ k 为主极大的半角宽度: $\Delta \theta_k = \frac{\lambda}{Nd \cos \theta_k}$
 (最小半角宽度)
 主极大位置与 N 无关, 强度是单缝在 k 方向强度 I_0 的 N^2 倍



$\Delta L = d \sin \theta$ d 为周期, 不是缝宽
 $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta L$ 也称为光栅常数
 $A = A_0 + A_0 e^{i\varphi}$
 $I_{\text{衍射}} = |A|^2$

在各级极大: 干涉明纹: $d \sin \theta = k\lambda$, $k=0, 1, \dots$

衍射暗纹: $a \sin \theta = 2k'\lambda$, $k'=1, 2, \dots$

$k = \frac{d}{\lambda} k'$ 时, 干涉加强级次与衍射暗纹级次重合, 如 $d = 4a$ 时, $k = 2, 4, 6, \dots$

单缝衍射因子: 影响各级主极大强度, 多缝干涉因子: 主极大位置与半角宽度

8. 光栅光谱: 角色散本领: $D_\theta = \frac{k}{d \cos \theta}$, 线色散本领: $D_L = f D_\theta = \frac{kf}{d \cos \theta}$ 与缝数 N 无关

色分辨本领: $R = kN = \frac{\lambda}{\Delta \lambda}$

$\Delta \theta = D_\theta \Delta \lambda$

$\begin{cases} \cos \theta_k \approx 1 - \frac{1}{2} \theta_k^2 \\ d \sin \theta_k = k\lambda \end{cases}$

9. 阿贝条件: $2d \sin \theta_k = k\lambda_k$, λ_k 为 k 级闪耀波长

第五章

1. 线偏振光: 圆偏振光, 椭圆偏振光, 部分偏振光, 椭圆偏振光, 偏振度 $P = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} + I_{\text{min}}}$, $P=1$ (圆偏振光) 或 $P=0$ (自然光) 或 $P(\theta, \varphi)$ 部分偏振光

2. 对垂直, 同频率, 同相位, 同向传播, 两列波 $E_x(z, t) = E_{0x} \cos(\omega t - kz)$ 有结论: ① 若 $\Delta \varphi = 0, \pi$ 为线偏振光, ② 若 $\Delta \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ 为圆偏振光, ③ 若 $\Delta \varphi = \alpha$ 为椭圆偏振光

对任何偏振光, 强度为两个分振动的强度之和

$E_y(z, t) = E_{0y} \cos(\omega t - kz + \Delta \varphi)$

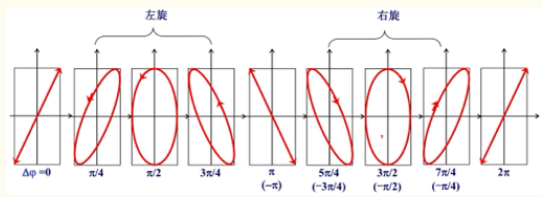
① 若 $\Delta \varphi = 0, \pi$ 为线偏振光

若 $\Delta \varphi = 0$, 长轴沿 $\Delta \varphi$ 所在直线的方向, $\Delta \varphi = \alpha$ 为其它的方向

$E(z, t) = E_x(z, t) + E_y(z, t)$

② 若 $\Delta \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ 或 $E_{0x} = 0$ 或 $E_{0y} = 0$, 为圆偏振光

③ 若 $\Delta \varphi = \alpha$, $E_{0x} = E_{0y} = A$, 为椭圆偏振光

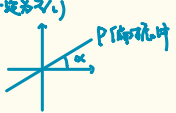


3. 偏振光通过偏振片: ① 线: $I = I_0 \cos^2 \alpha$, α 为入射角 ② 圆: $I = \frac{1}{2} I_0$ ③ 椭圆: $I = \frac{1}{2} I_0$

两分量不相干 ($\Delta \varphi$ 不固定), ($\Delta \varphi$ 定为 $\pm \frac{\pi}{2}$)

① 平行: $I = I_{\text{max}} + (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) \cos \theta$, θ 为长轴与透射轴

② 椭圆: $I = I_x \cos^2 \alpha + I_y \sin^2 \alpha + 2 \sqrt{I_x I_y} \cos \alpha \sin \alpha \cos(\Delta \varphi)$



4. 双折射: 一束光射入各向异性介质时, 折射光分为两束: ① o光, 满足折射定律 ② e光, 不满足折射定律

主折射率 $\rightarrow n_o = \frac{c}{v_o}$, $n_e = \frac{c}{v_e} \rightarrow v_e > v_o$ 正晶: $n_e > n_o$ ($v_e < v_o$) 负晶: $n_e < n_o$ ($v_e > v_o$) o光垂直于e光

e光折射率有无数

主平面: 光轴与光轴所在平面

o光振动方向垂直于o光主平面, 与光轴垂直, o光传播方向同性

主截面: 光轴与界面法线所在平面

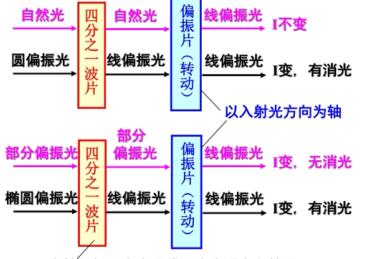
e光主平面内, e光振动方向, e光传播方向同性

5. 1/4波片: $\Delta = \frac{\pi}{2}$

正负号与正负偏振元有关

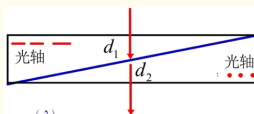
$\begin{cases} (n_e - n_o)d = (2m+1)\frac{\lambda}{4} \\ \Delta = (2m+1)\frac{\pi}{2} \quad (m=0, 1, \dots) \end{cases}$

入射光	1/4 波片位置	出射光
线偏振	$\alpha = 0^\circ$ 或 90°	线偏振
	$\alpha = 45^\circ$	圆偏振
	其他位置	椭圆偏振
圆偏振	任何位置	线偏振
椭圆偏振	$\alpha = 0^\circ$ 或 90° (椭圆的长(短)轴与光轴平行或垂直)	线偏振
	其他位置	椭圆偏振



1/2波片: 将线偏振光变为圆偏振光/椭圆偏振光

$\begin{cases} (n_e - n_o)d = (2m+1)\lambda \\ \Delta = (2m+1)\pi \quad (m=0, 1, \dots) \end{cases}$



在振动方向互相垂直的两束光间产生任意的相位差

$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e) (d_1 - d_2)$

6. 巴比涅补偿器

7. 旋光现象: $\theta = \alpha l$, α 为旋光率, 与物质, 波长, 温度, 浓度有关, $\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} (n_L - n_R)$
 右旋偏振光: $\theta = \theta_R$, θ 为右旋角, 左旋偏振光: $\theta = -\theta_L$, θ 为左旋角

	旋光晶片	半波片
晶片的取向:	光轴垂直于晶面	光轴平行于晶面
对应波长:	对任何波长出射光为线偏振光, 只是转角不同	只对特定波长出射光为线偏振光
振动方向:	对于确定波长的晶片, 光的振动面只向一个方向转动一定的角度	旋转角度与光的振动面和晶片晶轴的夹角有关, 可左转也可右转