各 章 总 结

第1章 光的传播

费马原理表述： 费马原理推导光的折射、反射定律

几个光度学基本物理量的定义、单位： 光通量
光照度
发光强度
光亮度

第2章 几何光学基础

1、单个球面折射的物像公式：$$\frac{n}{S}+\frac{n'}{S'}=\frac{n'-n}{r}$$

物方焦距 $f=\dfrac{nr}{n'-n}$　　像方焦距 $f'=\dfrac{n'r}{n'-n}$

2、薄透镜成像：$$\frac{n}{S_1}+\frac{n'}{S_2'}=\frac{n_L-n}{r_1}+\frac{n'-n_L}{r_2}$$

薄透镜焦距公式：$f=\dfrac{n}{\dfrac{n_L-n}{r_1}+\dfrac{n'-n}{r_2}}$　　$f'=\dfrac{n'}{\dfrac{n_L-n}{r_1}+\dfrac{n'-n}{r_2}}$

当$n=n'=n_o$：$f=f'=\dfrac{1}{(\dfrac{n_L}{n_o}-1)(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2})}\xrightarrow{n_o=1}\dfrac{1}{(n_L-1)(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2})}$

高斯成像公式 $\frac{f}{s}+\frac{f'}{s'}=1 \xrightarrow{f=f'} \frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}$

作图法求物像关系

透镜组成像（两透镜）：逐次成像 $\begin{cases}\text{高斯成像公式求物象}\\ \text{作图法求物像关系}\end{cases}$

3、理想光具组理论：

共轴理想光具组的基点和基面

作图法求理想光具组物像关系

*习题2-2、2-5 **不要求**

第3章 光的干涉

1、光的相干条件：

2、光的干涉：

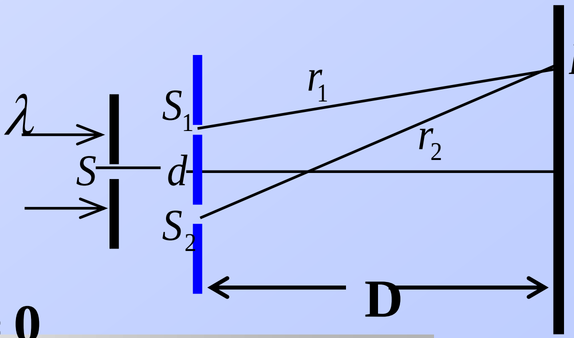
$$\delta = \phi_2 - \phi_1 - \frac{2\pi}{\lambda}\varDelta \to I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\delta$$

$$\delta(P) = \pm 2k\pi \to I_{\max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$$

$$\delta(P) = \pm(2k+1)\pi \to I_{\min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$$

可见度 $\gamma = \dfrac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \dfrac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2}$

分波振面法：



$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda}\varDelta$$

$$I_1 = I_2$$

$$\begin{cases} \varDelta = \pm k\lambda \to \varDelta\phi = \pm 2k\pi \to I = 4I_1 \\ \varDelta = \pm(2k+1)\dfrac{\lambda}{2} \to \varDelta\phi = \pm(2k+1)\pi \to I = 0 \end{cases}$$

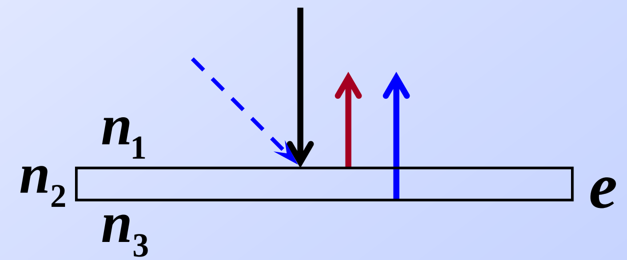
杨氏双缝 $\Delta = \dfrac{d}{D}x \rightarrow \begin{cases} x_k = \dfrac{D}{d}k\lambda \rightarrow 明(k=0,1,2,\ldots) \\ x_k = \dfrac{D}{d}(2k-1)\dfrac{\lambda}{2} \rightarrow 暗(k=1,2,\ldots) \end{cases}$

洛埃镜 $\Delta = \dfrac{d}{D}x_k + \dfrac{\lambda}{2}$

缝间距： $\Delta x = \dfrac{D}{d}\lambda$

分振幅法： 薄膜干涉——薄膜上下表面反射光的相干叠加

$$\Delta = 2h\sqrt{n_2^2 - n_1^2\sin^2 i} + \frac{\lambda}{2}$$



$\begin{cases} 等倾：确定h，改变i \rightarrow 干涉条纹为同心圆环 \\ 等厚：i=0,\ \Delta_k = 2n_2h_k + \dfrac{\lambda}{2} \rightarrow 等厚点轨迹为同级干涉条纹 \end{cases}$

掌握劈尖、牛顿环、增透膜和增反膜

迈克耳逊干涉仪：

泰曼-格林干涉仪

瑞利干涉仪

3、光场的时空相干性：

时间相干性

$$L = c\tau$$

$$\lambda\nu = c$$

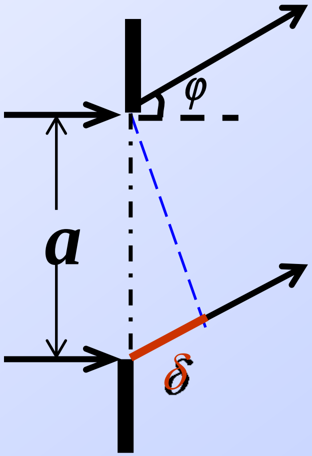
$$\Delta\nu \cdot \tau = 1$$

$$\Delta_m = k\lambda = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda} = L$$

空间相干性

$$b_o = \frac{R\lambda}{d}$$

1、夫琅和费单缝衍射：



$$\delta = a\sin\varphi = a\frac{x}{f}\begin{cases} = 0 \rightarrow \text{中央明纹}, k = 0 \\ = \pm k\lambda \rightarrow \text{暗纹}, k = 1,2,\ldots \\ = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow \text{明纹}, k = 1,2,\ldots \end{cases}$$

中央明纹宽度： $\Delta x_0 = x_{\text{暗}1} - x_{\text{暗}-1} = \frac{2\lambda f}{a}$ $(a \downarrow \rightarrow \Delta x_o \uparrow)$

2、夫琅和费圆孔衍射：

$$\text{爱里斑大小}\begin{cases} \text{角半径：} \theta \approx \sin\theta = 0.61\frac{\lambda}{R} = 1.22\frac{\lambda}{D} \quad (D\text{：圆孔直径}) \\ \text{线半径：} \rho = \theta f = 1.22\frac{\lambda}{D} f \quad D >> \lambda\text{：} \rho \rightarrow 0 \end{cases}$$

瑞利判据、光学仪器的分辨本领

3、光栅衍射：单缝衍射+多缝干涉

光栅方程：$(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda$ 明纹（主极大）

$k = 0,1,2,\ldots$ 其光强受单缝衍射光强的影响

最大级数：$|\varphi| < 90^o \rightarrow k_m < \dfrac{a+b}{\lambda}$

明纹位置：$\sin\phi = \dfrac{x}{D} \rightarrow x_k = \pm\dfrac{kD\lambda}{(a+b)}$

明纹间隔：$\Delta x = \dfrac{D\lambda}{a+b}$

两明纹之间：$\begin{cases} \text{N-1个暗纹} \rightarrow (a+b)\sin\varphi = \pm\dfrac{m}{N}\lambda \quad (m \neq kN) \\ \text{N-2个次极大} \end{cases}$

缺级：$\left.\begin{array}{l}(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda \\ a\sin\varphi = \pm k'\lambda\end{array}\right\} k = \dfrac{a+b}{a}k'$ 该级(k)主极大（明纹）正好落在单缝衍射极小处 (k')，主极大消失

第一次缺级在$\dfrac{a+b}{a}$处

关于斜入射：

$$(a+b)[\sin\theta+\sin\varphi]=k\lambda \rightarrow \begin{cases} (a+b)[\sin\varphi+\sin\frac{\pi}{2}] > k_{m+}\lambda \\ (a+b)[\sin\varphi+\sin(-\frac{\pi}{2})] < k_{m-}\lambda \end{cases}$$

光栅光谱变化规律：

- $a+b$ → 明纹位置和间距
- a → 中央明纹包络线的宽度
- $\frac{a+b}{a} \rightarrow$ 包络线中的明条纹数
- $N\uparrow \rightarrow$ 条纹更细、更亮

光栅的色散本领和色分辨本领：

$$D_\theta=\frac{\delta\theta}{\delta\lambda}=\frac{k}{d\cos\theta} \qquad D_l=\frac{\delta l}{\delta\lambda}=\frac{fk}{d\cos\theta} \qquad R=\frac{\lambda}{\delta\lambda}=kN$$

4、菲涅耳圆孔衍射和圆屏衍射：

1、圆孔衍射： $A(P_o)=\frac{1}{2}[A_1+(-1)^{k+1}A_k]\begin{cases}k\text{奇数对应亮点}\\k\text{偶数对应暗点}\end{cases}$

无遮光：$A_k\to 0$：$A(P_0)=\frac{1}{2}A_1$

$$\rho_k^2=\frac{kbR\lambda}{R+b}\to\frac{1}{R}+\frac{1}{b}=\frac{k\lambda}{\rho_k^2}=\frac{1}{f}$$ （菲涅耳透镜/波带片）

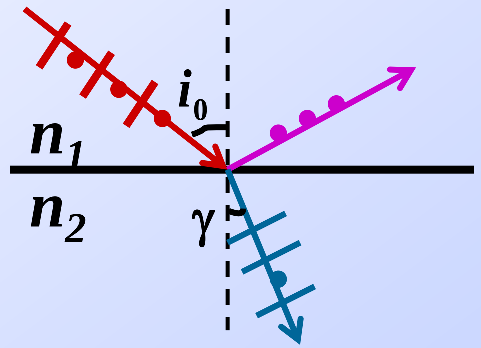
2、圆屏衍射： $A(P_o)=A_{k+1}(P_0)-A_{k+2}(P_0)+....(-1)^{n+1}A_n(P_0)$

$\theta\uparrow$，$A_n\to 0$：$\therefore A(P_0)=\frac{1}{2}A_{k+1}(P_0)$ （中心总是亮点）

第5章、光的偏振

*偏振光的产生与检验

1. 偏振片：



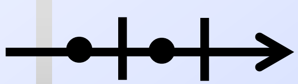
自然光$I_0 \rightarrow$偏振片$\rightarrow I=\dfrac{I_0}{2}$线偏振光

线偏振光$I_1 \rightarrow$偏振片$\rightarrow I_2 = I_1\cos^2\alpha$

2. 各向同性介质分界面上反射光与折射光的偏振：

布儒斯特定律： $tgi_0 = \dfrac{n_2}{n_1}$ $\quad i_0\begin{cases}\text{布儒斯特角}\\\text{起偏角}\end{cases}$

3. 各向异性晶体中的双折射：



$\begin{cases}\text{o光：}\ \vec{E}\perp\text{主平面}\\\text{e光：}\ \vec{E}\,/\!/\,\text{主平面}\end{cases}$

$v_e > v_o \to n_e < n_o$ 负晶体 (方解石)

$v_e < v_o \to n_e > n_o$ 正晶体

沿光轴方向无双折射$\begin{cases} v_o = v_e \\ \text{o光、e光波面相切} \end{cases}$

*晶体光学器件：

1. 晶体偏振器:

尼科尔棱镜 —— 起偏、检偏

渥拉斯顿棱镜——分开o光和e光

2. 波晶片(相位延迟片)

——光轴与表面平行的单轴晶体平行薄片

线偏振光垂直入射，出射光沿同方向传播，

振动方向垂直，o光、e光具有确定的位相差

光程差：$\Delta_{oe}=(n_0-n_e)d \rightarrow$ 位相差：$\delta_{oe}=\frac{2\pi}{\lambda}(n_0-n_e)d$

选择d，可任意改变$\delta_{oe}\rightarrow$相位延迟片

四分之一波片、二分之一波片

3、波晶片应用

$\left\{\begin{array}{l}\text{圆偏振光和椭圆偏振光的获得和检验：}\\ \text{偏振光的干涉：}\end{array}\right.$

——偏振器间的波晶片

*旋光现象：

出射时：$\psi=\frac{1}{2}(\varphi_R-\varphi_L)=\frac{\pi}{\lambda}(n_R-n_L)d$

第6章、光的吸收、色散与散射：

朗伯定律：$I = I_o e^{-\alpha z}$

光的散射现象：

瑞利散射定律：$I_\alpha \propto \omega^4 \sim \dfrac{1}{\lambda^4}$

课后习题要求：6-1~6-4，6-7

第7章、光量子论、光的波粒二象性：

黑体辐射基本实验定律：
$$\begin{cases} E(T)=\sigma T^4=\int_0^\infty e_0(\lambda,T)d\lambda \\ T\lambda_m=b \end{cases}$$

普朗克能量子假设：

光电效应实验规律：

爱因斯坦光电效应方程：$h\nu=\frac{1}{2}mU_m^2+A=E_k+A$

入射光强：$I=Nh\nu\rightarrow$ 饱和光电流 $i_m=ne\propto N$

遏止电压：$V_a=\frac{E_K}{e}\propto\nu$，与$I$无关

红限频率：$\nu_0=\frac{A}{h}$，

截止波长：$\lambda_0=\frac{c}{\nu_0}$

光子质量：$m=\frac{E}{c^2}=\frac{h\nu}{c^2}$，$m_0=0$

光子能量：$E=h\nu=mc^2$

光子动量：$P=mc=\frac{h\nu}{c}=\frac{h}{\lambda}$

康普顿散射现象：$\alpha\uparrow \rightarrow \lambda-\lambda_0\uparrow$

光子论解释：

能量守恒：$h\nu_0 + m_0c^2 = mc^2 + h\nu$

动量守恒：$\vec{P}_0 = \vec{P} + m\vec{V}$

$$\boxed{\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\alpha)}$$

德布罗意波(物质波)：

$$E = h\nu$$

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

德布罗意波长：$\lambda = \dfrac{h}{P} = \dfrac{h}{mu}$

$$\begin{cases} u \sim c : \lambda = \dfrac{h}{m_0u}\sqrt{1-\dfrac{u^2}{c^2}} \\ u << c : \lambda = \dfrac{h}{m_0u} \longrightarrow \lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2m_0E_k}} \end{cases}$$

——一切微观粒子都具有波粒二象性

课后习题要求：7-1、7-2、7-4~7-8