第四篇　波动光学

一、光的干涉

1、干涉：（相干------两个谐振动合成）　　白光：400nm~760nm

$$\delta = n_2 r_2 - n_1 r_1 + \left[\frac{\lambda}{2}\right] = \begin{cases} \pm k\lambda & k = 0,1,2\ldots \text{明纹} \\ \pm (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 0,1,2\ldots \text{暗纹} \end{cases}$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\Delta\phi}$$

$$\Delta\phi = 2\pi\frac{\delta}{\lambda} = \begin{cases} \pm 2k\pi,\ A_{\max} = A_1 + A_2, I_{\max} \\ \pm (2k+1)\pi,\ A_{\min} = \left|A_1 - A_2\right|, I_{\min} \end{cases}$$

2、杨氏双缝：$d\sin\theta = d\dfrac{x}{D} = \begin{cases} \pm k\lambda & k = 0,1,2\ldots \text{明纹} \\ \pm (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 0,1,2\ldots \text{暗纹} \end{cases}$

3、条纹间距：$\Delta x = \dfrac{D\lambda}{d}$　　薄膜干涉：理解增透膜，增反膜。

4、劈尖干涉，牛顿环：$\Delta e = \dfrac{\lambda}{2n}$

5、麦克尔逊干涉仪：$d = N\cdot\dfrac{\lambda}{2}$

6、时间相干性：$2ne < \dfrac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$；空间相干性：$a < \dfrac{D'\lambda}{d}$

二、光的衍射

1、单缝衍射：$\delta = a\sin\theta = \begin{cases} 0 & \text{所有光线都加强} \Rightarrow \text{中央明纹} \\ \pm 2k\dfrac{\lambda}{2} = \pm k\lambda & k = 1,2,3\ldots \text{暗纹中心} \\ \pm (2k+1)\dfrac{\lambda}{2} & k = 1,2,3\ldots \text{明纹中心} \end{cases}$

中央明纹的宽度是其他明纹的两倍。

2、光栅衍射：主极大方程：$d\sin\theta = \pm k_1\lambda$　　$k_1 = 0,1,2,\cdots k_1 < \dfrac{d}{\lambda}$

缺级现象：$a\sin\theta = \pm k_2\lambda$　　$k_1 = \pm\dfrac{d}{a}k_2$　　$\left(\text{缺} \pm k_1, \pm 2k_1 \cdots \text{主极大}\right)$

相邻两主极大之间存在 N-1 个极小，N-2 个次极大。

斜入射主极大：$d\sin\theta + d\sin\varphi = \pm k_1\lambda$　　$k_1 = 0,1,2,\cdots -\dfrac{\pi}{2} < \theta < \dfrac{\pi}{2}$

斜入射缺级现象：

$$a\sin\theta + a\sin\varphi = \pm k_2\lambda \qquad k_1 = \pm\frac{d}{a}k_2 \qquad \left(缺 \pm k_1, \pm 2k_1, \cdots 主极大\right)$$

光栅的分辨本领：$R = \dfrac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$　λ 指最短波长。

3、光学透镜类的最小分辨角(即爱里斑的半角宽度)：$\theta_{min} = 1.22\dfrac{\lambda}{D}$

光学透镜类的分辨本领：$R = \dfrac{1}{\theta_{min}}$

4、X 射线在晶体上的衍射：

布拉格公式：　$2d\sin\varphi = k\lambda \quad k = 1,2,...$　　其中φ为掠射角

三、光的偏振

1、五类偏振光：自然光、线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光、部分偏振光

2、马吕斯定律：$I_{出} = I_{入}cos^2\alpha$　自然光通过一个偏振片成为线偏振光时光强减半

3、布儒斯特定律角：　$\tan i_0 = \dfrac{n_2}{n_1}$，反射光为线偏振光

4、双折射现象：图18.20，图18.23

5、晶片与波片：$\delta = \left|n_o - n_e\right| \cdot d$　　$\delta = \dfrac{1}{4}\lambda$ 或 $\delta = \dfrac{1}{2}\lambda$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = \frac{2\pi}{\lambda}\left|n_o - n_e\right| \cdot d$$

6、椭圆偏振光：图18.27中重点掌握 $\Delta\varphi = 0, \pm\dfrac{\pi}{2}, \pi$ 的情况。

7、偏振光的干涉：两偏振片正交：$\Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}\left|n_o - n_e\right|d + \pi$

两偏振片平行：$\Delta\varphi = \dfrac{2\pi}{\lambda}\left|n_o - n_e\right|d$

四、几何光学

1、反射、折射定律，费马原理：$\delta\int_A^B ndr = 0$

2、全反射临界角：$sin\,\theta_c = \dfrac{n_2}{n_1}$　　$n_1 > n_2$

3、球面镜反射成像公式：$\dfrac{1}{S} + \dfrac{1}{S'} = \dfrac{1}{f}$　　凹球面：$f = \dfrac{R}{2}$　凸球面：$f = -\left|\dfrac{R}{2}\right|$

放大率：$m = \dfrac{y'}{y} = -\dfrac{s'}{s}$

4、单球面折射成像：$\dfrac{n_1}{S}+\dfrac{n_2}{S'}=\dfrac{n_2-n_1}{R}$

5、透镜成像公式：$\dfrac{1}{S}+\dfrac{1}{S'}=\dfrac{1}{f}$　　凸透镜 f 为正，凹透镜 f 为负

6、磨镜者公式：$\dfrac{1}{S}+\dfrac{1}{S'}=(n-1)\left(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2}\right)$

符号法则参照 p126

7、放大镜的角放大率：$m_\theta=\dfrac{25cm}{f}$

显微镜的放大率：$M=m\times\left(\dfrac{25cm}{f_e}\right)$　　m为物镜的横向放大率

望远镜的角放大率：$m_\theta=-\dfrac{f_o}{f_e}$

第五篇　近代物理

一、热辐射

1、根据实验得出黑体辐射的两条定律：

斯特藩-玻耳兹曼定律(Stefan-Boltzmann)　$M_0(T)=\sigma T^4$

维恩位移定律　$T\lambda_m=b$

2、光电效应：$h\nu-A=\dfrac{1}{2}mv^2$　遏止电压$Ue=h\nu-A$　红限　$h\nu-A=0$

3、康普顿散射：$\Delta\lambda=\lambda-\lambda_0=\dfrac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi)$　$\lambda_c=\dfrac{h}{m_0c}=2.43\times10^{-12}m$

求反冲电子的动能和速度：习题20.15

4、光的波粒二象性：$m=\dfrac{\varepsilon}{c^2}=\dfrac{h\nu}{c^2}$　$p=m_\varphi c=\dfrac{h\nu}{c}=\dfrac{h}{\lambda}$

二、物质波

1、德布罗意波：$E=mc^2=h\nu$

$\boldsymbol{\lambda}=\dfrac{h}{m_0v}\sqrt{1-v^2/c^2}$　　如果$v<<c$，则$\boldsymbol{\lambda}=\dfrac{h}{m_0v}$

注意光子和电子的德布罗意波长与动量和总能量的关系不同点：

习题21.2　$E^2=p^2c^2+(m_0c^2)^2$

加速电压的德布罗意波长：$\lambda = \dfrac{12.25}{\sqrt{U}} \times 10^{-10}\,\mathrm{m}$ p187

2、测不准关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \dfrac{\hbar}{2}$, $\Delta E \cdot \Delta t \geq \dfrac{\hbar}{2}$

对物质波（包括光波）$p = \dfrac{h}{\lambda}$ $\Delta p = \dfrac{h\Delta\lambda}{\lambda^2}$ p192 例题21.4求波列的长度

3、波函数的统计意义，根据 $\int |\psi|^2 dV = 1$ 定出其系数

4、一维无限深势阱中的粒子 $E_n = \dfrac{n^2\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$

5、势垒、隧道穿透：$T = e^{-2ka}$ $k = \dfrac{1}{\hbar}\sqrt{2m(U-E)}$

6、线性谐振子：$E_n = (n+\dfrac{1}{2})\hbar\omega$

三、氢原子光谱

1、巴尔末公式：$\dfrac{1}{\lambda} = R_H(\dfrac{1}{2^2} - \dfrac{1}{n^2})$ $n = 3,4,5,.$ $R_H = 1.097\times 10^7\, m^{-1}$

其他线系：$\dfrac{1}{\lambda} = R_H(\dfrac{1}{k^2} - \dfrac{1}{n^2})$ $n = k+1, k+2, k+3,.$ $R_H = 1.097\times 10^7\, m^{-1}$

线系的最短波长 (系限)，最长波长

2、氢原子能量的量子化： $E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}eV,$ $n = 1,2,3,...$ $hv = E_2 - E_1$

电离能：$0 - E_n$

3、氢原子的四个量子数：某一能级最多可容纳的电子数 $2n^2$ 个

主量子数n 确定主要能量：$n = 1,2,3,\cdots$ $E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}\mathrm{eV}$

角量子数l 确定（轨道）角动量：$l = 0,1,2,\cdots n-1$ $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$

磁量子数 m_l 确定（轨道）角动量在外磁场分量：$m_l = 0,\pm 1,\cdots \pm l$ $L_z = m_l\hbar$

自旋量子数s 确定自旋角动量 $S = \sqrt{s(s+1)}\hbar$

自旋磁量子数 m_s 确定自旋角动量在外磁场分量：$S_z = m_s\hbar$ $m_s = \pm\dfrac{1}{2}$

4、径向概率密度计算：$p = |R|^2 r^2 = \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} |\psi(r,\theta,\varphi)|^2 r^2 \sin\theta d\theta d\varphi$

四、禁带宽度与外加光子能量之间的关系 $hv \geq \Delta E_g$