第一次作业

3.32

（1） $P = UI = 0.25*4 = 1\ W$

$0.01P = n\hbar c/\lambda$

$n = 2.8*10^{16}$ photons/s

（2） $nt/ct = 2.8*10^{16}/3*10^{8} = 9*10^{7}$ photons/m

（3） $\mathbf{S} = 0.01P/S = 0.01/0.0001 = 10$ w/m^2

8.4

（1） $\because E_x/E_y = -1, phase(E_x) = phase(E_y)$ $\therefore$ 偏振方向为-π/4（3π/4）

（2） 同理，偏振方向为-π/4（3π/4）

（3） $\because E_x/E_y = 1, phase(E_x) = phase(E_y) + \pi/4$

$\therefore$是偏振方向长轴沿π/4的左旋椭圆偏振

（4） $\because E_x/E_y = 1, phase(E_x) = phase(E_y) - \pi/2$ $\therefore$是右旋圆偏振

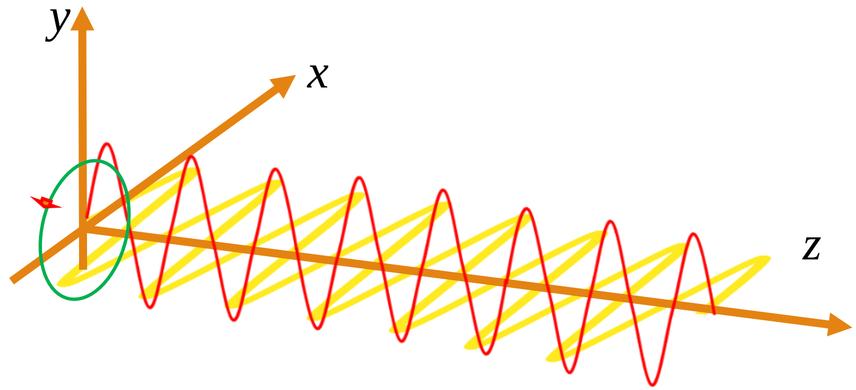
8.5

$$\because \mathbf{E}(z,t)=\left(\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t-\pi/2)\right)E_0\sin kz$$

对于时谐项：$\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t-\pi/2)$，可知为左旋圆偏振光

传播项$\sin kz$在z方向定点具有确定的振幅，具有波节波腹，是驻波

$\therefore$是在z方向上的左旋圆偏振的驻波



8.6

$$\mathbf{E}_{left}(t)=E_0(\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t-\pi/2))$$

其他等价形式也可

$$\mathbf{E}_{right}(t)=E_1(\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t+\pi/2))$$

$$\mathbf{E}_s(t)=E_1(\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t+\pi/2))+E_0(\mathbf{i}\cos\omega t+\mathbf{j}\cos(\omega t-\pi/2))$$

整理得：

$$\mathbf{E}_s(t)=\mathbf{i}(E_1+E_0)\cos\omega t+\mathbf{j}(E_1-E_0)\cos(\omega t+\pi/2)$$

$$\Rightarrow\frac{E_x}{E_y}=\frac{E_1+E_0}{E_1-E_0},\ phase(E_x)=phase(E_y)-\pi/2$$

$\therefore$ε=π/2, 若左右旋光写成书中(8.11），（8.12)式，则ε=–π/2

第二次作业

7.36

$$v_g=\frac{d\omega}{dk}=\frac{d(v_pk)}{dk}=v_p+k\frac{dv_p}{dk}=v_p+k\frac{dv_p}{dn}\cdot\frac{dn}{d\lambda}\frac{d\lambda}{dk},$$

$$\because v_p=\frac{c}{n},k=\frac{2\pi}{\lambda};$$

$$\therefore v_g=\frac{c}{n}+k(-\frac{c}{n^2}\cdot-\frac{2\pi}{k^2})\frac{dn}{d\lambda}=\frac{c}{n}+\frac{c\lambda}{n^2}\frac{dn}{d\lambda}$$

5.5

$$h=\alpha s_0=\beta s_i;$$

$$\varphi=\beta+\theta_2=\frac{h}{R};$$

$$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2;\sin\theta_2=\frac{\sin\beta}{R}(s_i-R),\sin\theta_1=\frac{s_0+R}{R}\sin\alpha$$

$$\Rightarrow n_2\frac{h}{Rs_i}(s_i-R)=n_1\frac{s_0+R}{R}\frac{h}{s_0}$$

$$\Rightarrow\frac{n_2-n_1}{R}=\frac{n_1}{s_0}+\frac{n_2}{s_i}$$

5.26

由薄透镜成像公式:

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

将n_m=1和1.628，n_l=1.5，R_1=12.5, R_2=-12.5代入上式得:

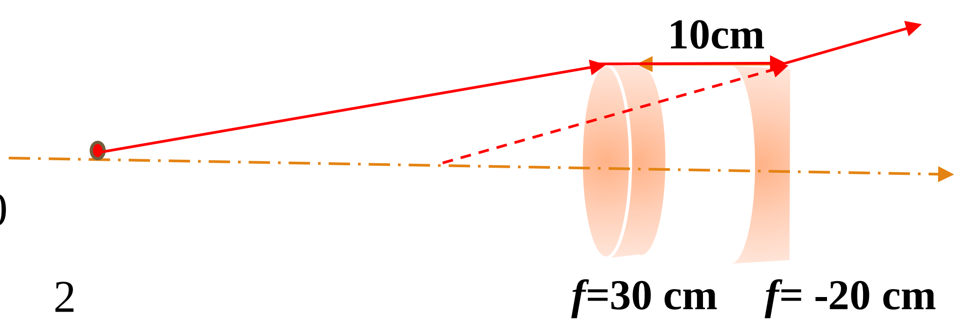
$$f_{air}=-12.5\ \text{cm}$$

$$f_{carbon}=79.5\ \text{cm}$$

5.47

由薄透镜成像公式知，对于第一个透镜有:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s_2},\quad s_2=\infty$$



同理对于第二个透镜:

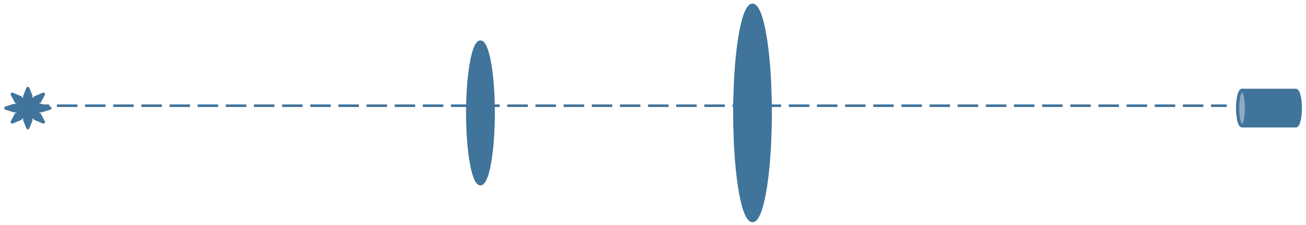
$$\frac{1}{f}=\frac{1}{s_3}+\frac{1}{s_4},\quad s_4=-20$$

$$Magnification=\frac{\infty}{30}\cdot\frac{-20}{-\infty}=\frac{2}{3}$$

对于第二个透镜物距为负无穷

附加题

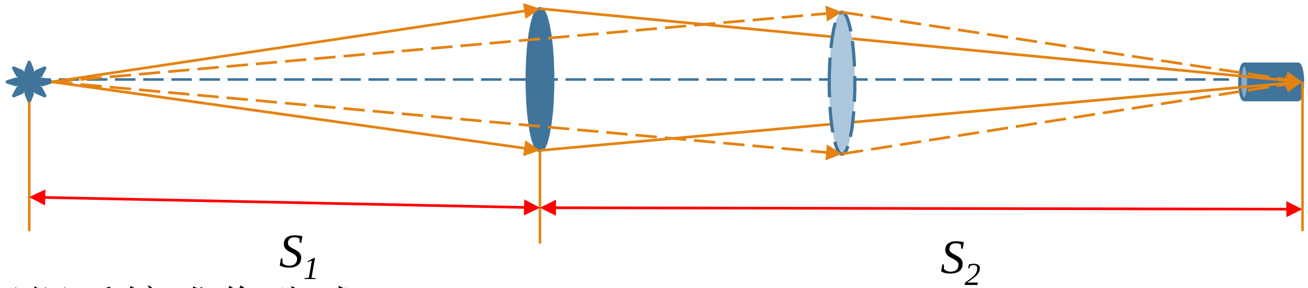
已知某光路中，一点光源（光源亮度与方向无关）固定在如图所示位置，两个无像差的薄透镜直径D_1 = 25 mm、D_2 = 38 mm ，焦距为f_1= 0.1m、f_2= 0.2m，与光源相距l = 0.5m处固定一个开口直径5 mm，长度2 cm的探测器，试求如何放置两个透镜才能使收集效率最大？（假设空气折射率为1）



收集侧NA=D/L=0.25>NA_1>NA_2,收集孔径角大于两透镜的孔径角。

只使用一个透镜成像：

由于$4f_2 > l > 4f_1$,故透镜2不能用于成像，现讨论透镜1的成像效果。



根据透镜成像公式

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s_2} \qquad S_1+S_2=l$$

S_1=135.1
S_2= 384.9

像方NA=D/S_2=0.065

S_2=135.1
S_1= 384.9

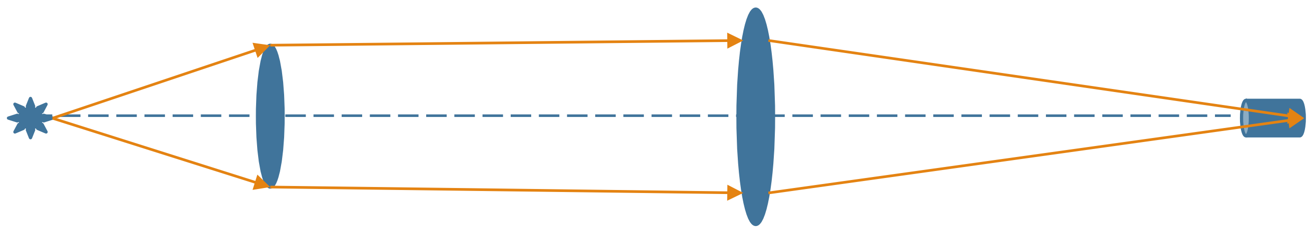
像方NA=D/S_2=0.18

两者均小于S收集孔径角，透镜为孔径光阑，该情况下S_1=135.1时物方孔径角（收集角）更大NA=0.18

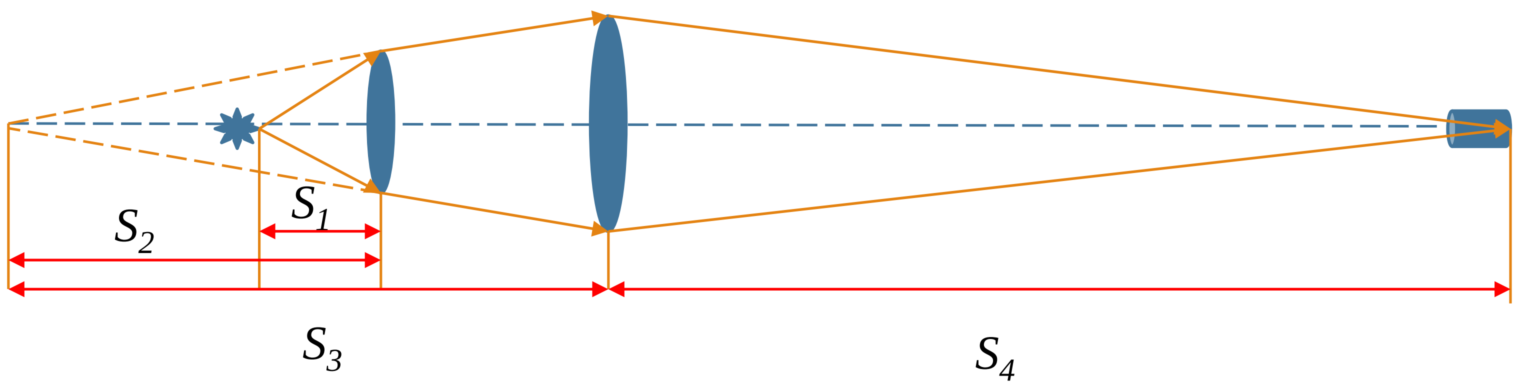
使用两个透镜成像：

对于透镜1在前，透镜2在后的情况，

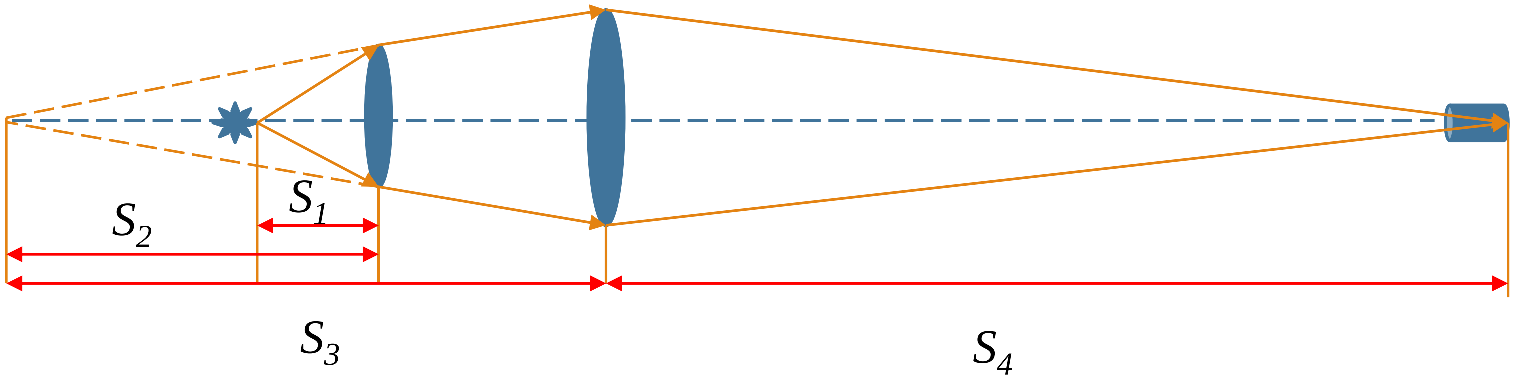
在$S_1 > f_1$的情况下，当光源位于交点处收集效率最高，此时收集角为$NA=D_1/f_1=0.25$



在$S_1 < f_1$的情况下，此时透镜1的收集角会继续增大，需要比较透镜1的像方孔径NA_1^*和透镜2的物方孔径NA_2的关系



如果$NA_1^* < NA_2$,则有效收集角为$NA= NA_1 =D_1/S_1$，否则为$NA= D_2*S_2/(S_3*S_1)$



物像关系：

$$\frac{1}{f_1}=\frac{1}{S_1}+\frac{1}{S_2} \qquad \frac{1}{f_2}=\frac{1}{S_3}+\frac{1}{S_4}$$

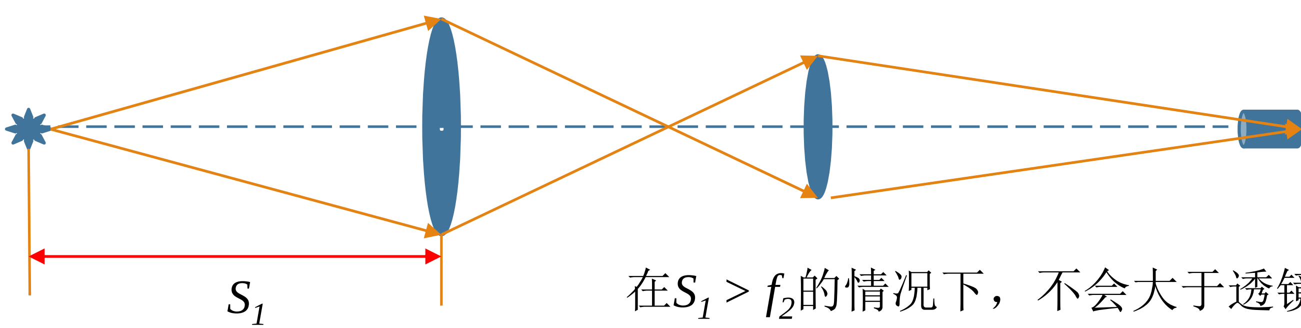
总长：$l_{total}=l\text{-}S_2=S_3+S_4$

限制关系：$0mm<S_1<100mm, l_{total}>800mm$

如果$NA_1{}^* < NA_2$,则有效收集角为$NA = NA_1 = D_1/S_1$，否则为$NA = D_2 * S_2/(S_3 * S_1)$

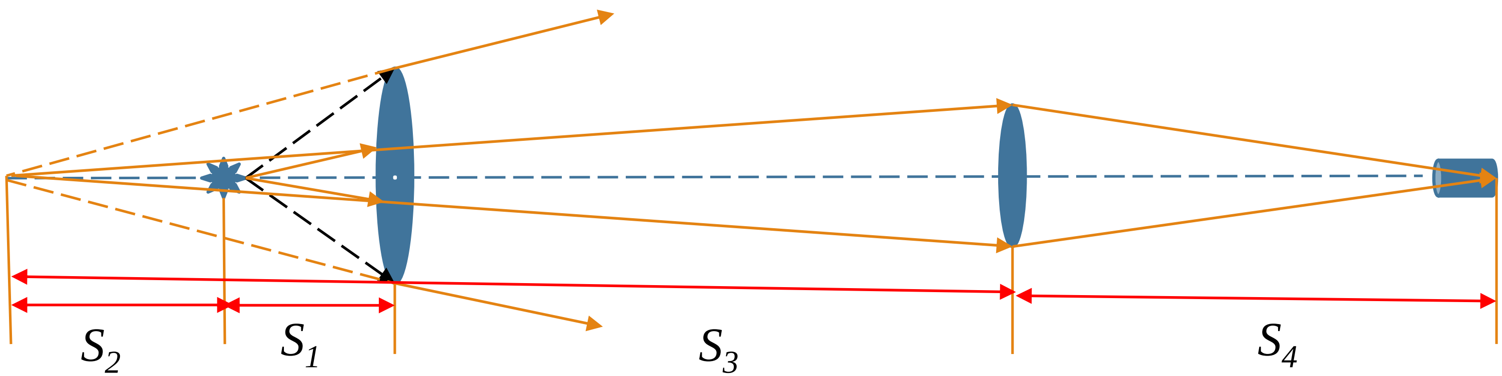
求极大值！！！

最大为S_1=79.1mm,透镜间距d=20.9mm,NA=0.32



在$S_1 > f_2$的情况下，不会大于透镜1的物方收集

在$S_1 < f_2$的情况下，不会大于透镜1的物方收集



物像关系：

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \qquad \frac{1}{f_1} = \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4}$$

总长：$l_{total}=l-S_2=S_3+S_4$

限制关系：$0mm<S_1<200mm$, $S_3>S_1-S_2$

有效收集角为NA= $D_1*S_2/(S_3*S_1)$

第三次作业

$$r_p=\frac{E'_{1p}}{E_{1p}}=\frac{n_2\cos i_1-n_1\cos i_2}{n_2\cos i_1+n_1\cos i_2}=\frac{n_2\cos i_1-n_1\sqrt{1-n_1^2\sin^2 i_1/n_2^2}}{n_2\cos i_1+n_1\sqrt{1-n_1^2\sin^2 i_1/n_2^2}}\qquad n=\frac{n_1}{n_2}$$

$$=\frac{\cos i_1-jn\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1}}{\cos i_1+jn\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1}}=e^{-i\delta_p}$$

$$\Rightarrow\frac{\cos^2 i_1-(n\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1})^2-2j\cos i_1 n\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1}}{\cos^2 i_1+n^2(\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1})^2}$$

$$\Rightarrow\tan\delta=\frac{2n\sqrt{n^2\tan^2 i_1-1/\cos^2 i}}{1-n^2(n^2\tan^2 i_1-1/\cos^2 i)}\Rightarrow\tan\frac{\delta}{2}=\sqrt{n^2\tan^2 i_1-1/\cos^2 i}$$

$$\Rightarrow\delta=2\arctan\frac{n_1\sqrt{\frac{n_1{}^2}{n_2{}^2}\sin^2 i_1-1}}{n_2\cos i_1}$$

$$r_s=\frac{E'_{1s}}{E_{1s}}=\frac{n_1\cos i_1-n_2\cos i_2}{n_1\cos i_1+n_2\cos i_2}=\frac{n_1\cos i_1-n_2\sqrt{1-n_1^2\sin^2 i_1/n_2^2}}{n_1\cos i_1+n_2\sqrt{1-n_1^2\sin^2 i_1/n_2^2}}=\frac{n\cos i_1-j\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1}}{n\cos i_1+j\sqrt{n^2\sin^2 i_1-1}}$$

$$\delta=2\arctan\frac{n_2\sqrt{\frac{n_1{}^2}{n_2{}^2}\sin^2 i_1-1}}{n_1\cos i_1}$$

4.52

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\sin i_2 = \frac{0.5}{1.6} = 0.3125, \cos i_2 = 0.9499$$

$$r_p = \frac{1.6*\sqrt{3}/2 - 0.9499}{1.6*\sqrt{3}/2 + 0.9499} = \frac{0.4357}{2.3355} = 0.18655$$

$$r_s = \frac{\sqrt{3}/2 - 1.6*0.9499}{\sqrt{3}/2 + 1.6*0.9499} = \frac{-0.6538}{2.385865} = -0.27403$$

S光发生相位突变

4.53

$R = r^2$

$R_p = 0.18655^2 = 0.0348,$

$R_s = 0.27403^2 = 0.0752,$

$R = 0.055;$

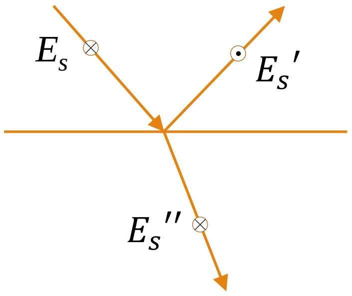
$$T = \left(\frac{n_2 \cos\theta_2}{n_1 \cos\theta_1}\right) t^2$$

$T_p = 1.755*0.7416^2 = 0.9652,$

$T_s = 1.755*0.7259^2 = 0.9248,$

$T = 1-0.055 = 0.945;$

4.63/4.64



E 切向连续

$$E_s = E_s' + E_s'' \Rightarrow E_s = -rE_s + tE_s \qquad 1 = -r + t$$

$$t_s - r_s = \frac{E_{2s}}{E_{1s}} = \frac{2n_1 \cos i_1}{n_1 \cos i_1 + n_2 \cos i_2} - \frac{n_1 \cos i_1 - n_2 \cos i_2}{n_1 \cos i_1 + n_2 \cos i_2}$$

$$= \frac{2\cos i_1 \sin i_2}{\sin(i_1 + i_2)} + \frac{\sin(i_1 - i_2)}{\sin(i_1 + i_2)} = 1$$

第四次作业

9.8

由杨氏双缝知：

$$\delta=\frac{2\pi}{\lambda}\Delta=\frac{2\pi}{\lambda}n\frac{d}{D}x \quad \Rightarrow \quad x=\frac{\delta\lambda}{2\pi n}\frac{D}{d}$$

当 $n=1.00029\to 1$，亮纹变化为

$$\Delta x_{air}=\frac{\lambda}{1.00029}\frac{D}{d}=\frac{589.3}{1.00029}\frac{5}{10^6}=2.9456mm$$

$$\Delta x_{vac}=\frac{D}{d}\lambda=\frac{5}{1}*589.3*10^{-6}=2.9465mm$$ 所以条纹间隔变宽，条纹向两侧展开

9.13

当一级红亮纹与二级紫色条纹中心重合时，有：

$$\delta=\frac{2\pi}{\lambda}\Delta=\frac{2\pi}{\lambda}\frac{d}{D}x$$

$$\Rightarrow x_{red}=m\lambda\frac{D}{d}=765*\frac{D}{d},x_{vio}=2\lambda\frac{D}{d}$$

$$765=2\lambda\Rightarrow\lambda=382.5\text{nm}$$

9.45

暗纹条件为：$\delta=2\left(d+\Delta d\right)+\dfrac{\lambda_f}{2}=m\lambda_f+\dfrac{\lambda_f}{2}$

又 $x_m^2=R^2-(R-d)^2=2Rd-d^2\approx 2Rd$

$$\therefore\ x_m^2=\left(m_m\lambda_f-2\Delta d\right)R$$

$$x_{m-1}^2=\left(m_{m-1}\lambda_f-2\Delta d\right)R$$

$$\Rightarrow\quad x_m^2-x_{m-1}^2=\left(m_m-m_{m-1}\right)\lambda_f R$$

$$R=\frac{x_m^2-x_{m-1}^2}{\left(m_m-m_{m-1}\right)\lambda_f}$$

9.51 波长最大亮纹与最小亮纹重合，衬比度为0：

$$(\tilde{\lambda}-\frac{\Delta\lambda_0}{2})m=(\tilde{\lambda}+\frac{\Delta\lambda_0}{2})(m-1)$$

$$\Rightarrow m=\frac{\tilde{\lambda}}{\Delta\lambda_0}$$

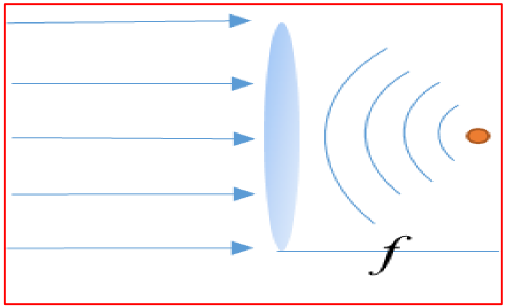
$$c/v=\lambda\Rightarrow\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2}=\frac{\Delta v}{c}\Rightarrow\boxed{\frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}}=\frac{c}{\Delta v}=ct_c=\boxed{\Delta l_c}$$

相干长度为：$\Delta l_c=m\tilde{\lambda}=\dfrac{\tilde{\lambda}^2}{\Delta\lambda_0}\Rightarrow\Delta\lambda_0=\dfrac{\tilde{\lambda}^2}{\Delta l_c}$

$$D=\frac{\tilde{\lambda}^2}{2\Delta\lambda_0}=\frac{643.847^2}{2*0.0013}nm=0.159438m$$

第五次作业

10.11 $\boxed{I(\theta)=\left|\tilde{A}_0\right|^2\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2}$ $\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}\alpha}=I_0\frac{2\sin\alpha(\alpha\cos\alpha-\sin\alpha)}{\alpha^3}=0$



$\alpha=\pm1.43\pi,\ \pm2.46\pi,\ \pm3.47\pi\cdots$

$$\alpha=\frac{ka\sin\theta}{2}=1.4303\pi=\pi b\frac{x}{\lambda f}$$

$$\Rightarrow x=\frac{1.4303\lambda f}{b}$$

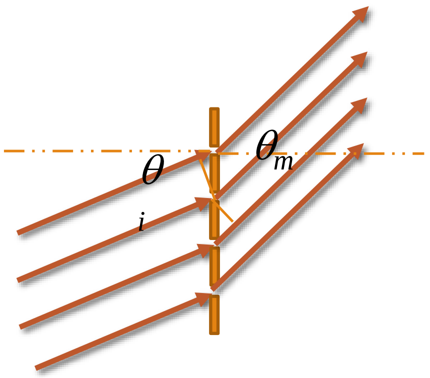
10.43 像方：$\Delta\theta=\frac{1.22\lambda}{NA}=1.22\lambda/nd=250.93*10^{-7}rad$

物方：$\Delta\theta=\frac{1.22\lambda}{NA}=1.22\lambda/d=501.8*10^{-7}rad$

10.52 $d\sin\theta=\frac{(2k+1)}{2}\lambda$ $\quad 0.6\times10^4\sin\theta=3.5\times550$ $\quad \sin\theta$=0.3208

10.63 光程差为 $\delta = d\sin\theta_m - d\sin\theta_i$

极大值为 $d\sin\theta_m - d\sin\theta_i = m\lambda$



10.65

$$\Re = mN = 10^6, N = 78*10^3$$

$$\therefore m = \frac{10^6}{78*10^3} \approx 12.8$$

$$\Delta\lambda_{fsr} = \frac{\lambda}{m} = 550/12.8 \approx 43nm$$

$$\Re = fm = f\frac{2nd}{\lambda} = 10^6$$

$$\Delta\lambda_{fsr} = \frac{\lambda^2}{wn_f d} = 0.01512$$

第六次作业

8.57

入射光偏振态 $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\-1\end{bmatrix}$

经过 $\pi/2$ 延时片表示矩阵为 $\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & e^{-i\pi/2}\end{bmatrix}$

出射偏振为 $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & e^{-i\pi/2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\-1\end{bmatrix}=\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\-e^{-i\pi/2}\end{bmatrix}=\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{bmatrix}1\\i\end{bmatrix} \Rightarrow$ 左旋

入射光偏振态沿慢轴 $\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & e^{-i\pi/2}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\e^{-i\pi/2}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\-i\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$ 出射偏振不变

8.62 入射光偏振态 $\frac{1}{2}\begin{bmatrix}1\\\sqrt{3}\end{bmatrix}$

快轴方向水平的1/4波片变换矩阵为 $e^{i\pi/4}\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & i\end{bmatrix}$

出射偏振为$\frac{1}{2}e^{i\pi/4}\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & i\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\\sqrt{3}\end{bmatrix}=\frac{1}{2}e^{i\pi/4}\begin{bmatrix}1\\\sqrt{3}i\end{bmatrix}$ 出射偏振为长轴沿垂直方向的左旋偏振

8.76

两偏振态正交，有

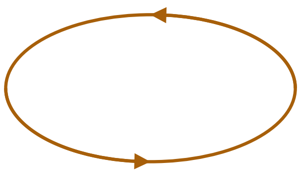
$$\mathbf{E}_1^* \cdot \mathbf{E}_2 = 0$$

$$x+2iy = 0$$

$$\begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 2i \end{bmatrix} = 0$$

令 $x=2i$，得$y=-1$ $\qquad \mathbf{E}_2 = \begin{bmatrix} 2i \\ -1 \end{bmatrix}$

E2



E1