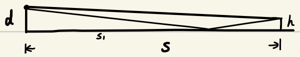
HW3

3-3. 解.



$L_1 = \sqrt{S^2 + (d-h)^2}$ $L_2 = \sqrt{s_1^2 + d^2} + \sqrt{(S-s_1)^2 + h^2}$

当第一个极大出现时 可知 $L_2 - L_1 = \lambda$ 利用 $d \ll S$ $h \ll S$ $d \ll s_1$ 由劳埃镜可知

$h = \frac{\lambda S}{2d} \cdot (1 - \frac{1}{2}) = \frac{\lambda S}{4d}$

$\theta = \arctan \frac{h}{S} = \arctan \frac{\lambda}{4d} = 0602^\circ$

3-5 解: $\alpha = 20'$ $B = 0.1m$ $C = 2.1m$ $\lambda = 600.0$ nm

(1). 由菲涅耳双镜成像特点

干涉条纹间距 $\Delta x = \frac{\lambda(B+C)}{2\alpha B}$ 得 $\Delta x = 1.13mm$

(2). 屏上两列光束的最大相干长度 $\Delta L = 2\alpha C$

则干涉条纹数目 $N = \frac{\Delta L}{\Delta x} \approx 22$ 即最多看到22条干涉条纹.

(3). $B' = 2B = 0.2m$

则 $\Delta x' = \frac{\lambda(B'+C)}{2\alpha B'} = 0.593mm$ $N' = \frac{\Delta L}{\Delta x'} \approx 41$

即条纹间距 变为0.593mm，干涉条纹数最变为41.

(4). 若光源距两镜交线距离不变，而发生一横向位移 δ_s. 则两像点距两镜交线距离不变，发生横向位移 δ_{s_1}, δ_{s_2} 且 $\delta_s = \delta_{s_1} = \delta_{s_2}$

从而两像点间距离 d 保持不变，因此条纹间距 Δx 保持不变。但是两像点连线转过一角度 $\theta = \frac{\delta_s}{B}$ 则零级条纹发生位移

$\Delta h = \theta \cdot C = \frac{C}{B} \delta_s$

综上，条纹间距不变，但条纹沿屏产生位移. 零级条纹位移 $\frac{C}{B} \delta_s$

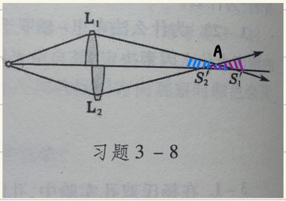
(5). 设扩展光源宽度为 b，则临界条件为 线光源端点在屏上各自干涉产生的条纹间距 等于两个零级亮条纹间距离.

$\frac{C}{B} \cdot b = \frac{\lambda(B+C)}{2\alpha B}$

得 $b = 0.054mm$

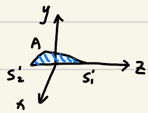
即扩展光源最大宽度 0.054 mm.

3-8 (1)



习题 3 – 8

$\triangle S_1'AS_2'$ 即为相干光束交叠区域.



(2). 交叠区域相干光束产生球面干涉 设屏距 S_1' d_1 距 S_2' d_2

以屏所在平面为 xy 平面建立直角坐标系.

则两束光相位差 $\delta(x,y) = k\left(d_2+\frac{x^2+y^2}{2d_2}\right)-\varphi_{20} + k\left(d_1+\frac{x^2+y^2}{2d_1}\right)+\varphi_{10}$

$= k\left(\frac{x^2+y^2}{2d_2}+\frac{x^2+y^2}{2d_1}\right)+k(d_1+d_2)+(\varphi_{10}-\varphi_{20})$

$= k\left(\frac{x^2+y^2}{2d_2}+\frac{x^2+y^2}{2d_1}\right)+(\varphi_{10}-\varphi_{20})$

由于两束光初始相位相同 $\varphi_{10}-\varphi_{20}=0$

则 $\delta(x,y) = k\left(\frac{x^2+y^2}{2d_2}+\frac{x^2+y^2}{2d_1}\right)$ = 常数.

则 $x^2+y^2=\rho^2$ (ρ 为常数) 又有 $y\geq 0$

则干涉条纹是以原点为圆心的同心半圆.

(3). 由薄透镜成像. $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$

得 $v_1 = 60\,cm$ $v_2 = 58.125\,cm$

$L = \frac{v_2+(v_1-\Delta)}{2} = 58.0625\,cm$ L 为两像中点距 L_2 距离.

屏放于此位置可知 $d_1=d_2=d=0.0625\,cm$ 则 $\delta = \frac{k}{d}\rho^2$

令 $\delta = 2n\pi$ 得 $\rho_n = \sqrt{nd\lambda}$ $\rho_1 = 0.104\,mm$ 亮条纹间距 $\Delta\rho = (\sqrt{n+1}-\sqrt{n})\rho_1$

3-10. 解: 设空气折射度为 n

则实验过程中光程差 $\Delta L = (n-1)l_0$

$\Delta L = N\lambda$

得 $n = 1.000\,002\,889$

(注. 课本中标注 $L_1 = 20\,m$ 而查阅可知 L_1 应为 $20\,cm$)

3-14 解(1). 由 $\Delta x=\frac{\lambda}{2\alpha}$ 得 $\alpha=1.47\times10^{-4}$

$\Delta h=l\alpha$ 得 $\Delta h=29.47\mu m$

轻压盖板中部，条纹变密一端长，变疏一端短.

(2). 说明 G_2 上表面不平行于 G_1 上表面

$\Delta\alpha=(\frac{1}{x_2}-\frac{1}{x_1})\frac{\lambda}{2}$

得 $\Delta\alpha=3.93\times10^{-4}$ rad

3-16. 解. (1). 薄膜表面等厚干涉条纹形状与空气膜等厚线轨迹一致，P区斜面交棱沿y轴(竖直)方向，而上方盖片交棱沿x轴(水平)方向，故干涉条纹为斜线.

(2). $x_j=\Delta k\cdot\frac{\lambda}{2}$

$=\frac{AB}{\Delta x}\cdot\frac{\lambda}{2}=1.51\mu m$

(3). b方法避开了较为准确判断盖片与P区上表面交棱的困难. 更易观察出干涉条纹数目.

3-20 解: (1). $R=(\frac{n_2-n_1}{n_2+n_1})^2\times100\%$

得 $R=29.8\%$

(2). 完全消除反射有

$n=\sqrt{n_1n_2}$

$nh=(2k+1)\frac{\lambda}{4}$ $(k=0,1,2\cdots)$

令 $k=0$ 得 $n=1.844$ $h=0.126\mu m$

(3). 只需 $n_1<n_0<n_2$ (n_0为增透膜折射率) 则可以增透

即 $n=1.38$ 的氟化镁可以增透.

$r_A=\frac{n_2-n}{n_2+n}=42.3\%$ $r_B=\frac{n-n_1}{n+n_1}=16.0\%$

$R=\frac{I}{I_0}=[r_A-r_B(1-r_A^2)]^2=8.5\%$

(4). $n=2.35$ 的硫化锌可以增透.

$R=[r_A'-r_B'(1-r_A'^2)]^2=4.3\%$

3-23. 解. (1) $\Delta h = N \cdot \frac{\lambda}{2}$

得 $\Delta h = 2.95\ \mu m$

(2). 移动前有: $2h = k\lambda$

$2h\cos\theta = (k-12)\lambda$

移动后有: $2(h-\Delta h) = (k-10)\lambda$

$2(h-\Delta h)\cos\theta = (k-15)\lambda$

得 $k=17$

即开始时中心亮斑17级.

(3). 移动后 中心为7级.

向外数第5个亮环干涉级别为2.

3-25.解. 由 $\frac{\bar{\lambda}^2}{2\Delta\lambda} = \Delta N \bar{\lambda}$

可知 $\Delta\lambda = 0.6\ nm$

则 $\lambda_1 = \bar{\lambda} + \frac{\Delta\lambda}{2} = 589.6\ nm$

$\lambda_2 = \bar{\lambda} - \frac{\Delta\lambda}{2} = 589.0\ nm$

即钠双线两波长为 589.6nm 和 589.0nm.

3-28.解. (1). 由 $\Delta h = \Delta N \frac{\lambda}{2}$ 两侧对时间 t 求微分

得 $v = \gamma \frac{\lambda}{2}$ 得 $\lambda = \frac{2v}{\gamma}$

(2) 若 $\lambda = 0.6\mu m$ $\gamma = 50 Hz$

$v = 15\mu m/s$.

(3). $\gamma_1 = \frac{2v}{\lambda_1}$ $\gamma_2 = \frac{2v}{\lambda_2}$

$\Delta\gamma = 2v\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)$

令 $v = 15\ \mu m/s$

得 $\Delta\gamma = 5.2\times10^{-2}\ Hz$

3-31解. (1). $k_0 = \frac{2nh}{\lambda}$ $n=1$

得 $k_0 = 1.7\times10^5$

(2). 当倾角为1°时

半角宽度 $\Delta\theta = \frac{\lambda}{2\pi nh\sin\theta} \frac{1-R}{\sqrt{R}}$

得 $\Delta\theta = 2.2\times10^{-6}$ rad

(3). $\frac{\lambda}{\delta\lambda} = \pi k_0 \frac{\sqrt{R}}{1-R}$

得 $\frac{\lambda}{\delta\lambda} = 2.6\times10^7$ 即 色分辨本领 2.6×10^7

$\delta\lambda = \lambda\cdot\frac{\delta\lambda}{\lambda} = 2.3\times10^{-5}$ nm 则可分辨最小波长间隔 2.3×10^{-5} nm.

(4). $\Delta\nu = \frac{c}{2nh} = 3\times10^9$ Hz

$\Delta N = \frac{\nu_M - \nu_m}{\Delta\nu} = 1.2\times10^5$

$\delta\nu = \frac{c}{2\pi nh}\cdot\frac{1-R}{\sqrt{R}} = 1.9\times10^7$ Hz

$\delta\lambda = \frac{\lambda^2}{c}\delta\nu = 1.9\times10^{-5}$ nm

即透射最强谱线 1.2×10^5 条.

谱线宽度 1.9×10^{-5} nm.

(5). $\delta(\Delta\nu) = \frac{c}{2nh}\frac{\delta\lambda}{h}$

$= 3\times10^4$ Hz

$\delta(\Delta\lambda) = \frac{\lambda^2}{c}\delta(\Delta\nu) = 3\times10^{-8}$ nm

即波长漂移量 3×10^{-8} mm.

3-32解. (1) 纵模频率间隔 $\Delta\nu = \frac{c}{2nh} = 2.42\times10^{14}$ Hz

$\Delta N = \frac{\Delta\nu_0}{\Delta\nu} = 2$ 条.

(2). $\lambda_m = 400$ nm $k_M = \frac{2nh}{\lambda_m} = 3.1$

$\lambda_M = 760$ nm $k_m = \frac{2nh}{\lambda_M} = 1.6$

则 $k=2$ 或3

$\lambda_1 = \frac{2nh}{2} = 620.0$ nm $\lambda_2 = \frac{2nh}{3} = 413.3$ nm

$\delta\lambda_1 = \frac{\lambda_1}{\pi\cdot2}\frac{1-R}{\sqrt{R}} = 4.03$ nm 即波长为 620.0 nm 对应 谱线宽度 4.03 nm

$\delta\lambda_2 = \frac{\lambda_2}{\pi\cdot3}\frac{1-R}{\sqrt{R}} = 1.79$ nm 波长为 413.3 nm 对应 谱线宽度 1.79 nm.