13-8 在杨氏双缝实验中, 两缝间的距离是 0.30 mm, 用单色光照射, 在离缝 1.20 m 远的屏上测得两个第 5 级暗条纹间的距离为 22.78 mm, 问入射光的波长为多少? 它是什么颜色的光?

解: $d = 0.30\times10^{-3}$ $D = 1.20$

$x_k = \pm(2k-1)\frac{D}{2d}\lambda$. $\Delta x = 9\frac{D}{d}\lambda$.

$\Rightarrow \lambda = \frac{d\cdot\Delta x}{9D} = \frac{0.30\times10^{-3}\times22.78\times10^{-3}}{9\times1.20} = 632.78\ \mathrm{nm}$

查阅色谱可知. 为红色光.

13-9 用白光作为双缝实验中的光源，两缝间距为 0.25 mm，屏幕与双缝距离为 50.0 cm，问在屏上观察到的第 2 级的彩色带有多宽？

解：以中心上方第2级色带为例. 取 $k=2$

$$\Delta x_{红} = 2 \cdot \frac{D}{d}(\lambda_{红} - \lambda_{紫}) = 2 \cdot \frac{0.5}{0.25\times10^{-3}} \times (760-400)\times10^{-9} = 1.44\times10^{-3}\ m$$

13-11 在双缝干涉实验中, 两缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的透明薄膜遮盖, 二者的厚度均为 e. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上, 在屏中央处, 求两束相干光的相位差.

解: 原中央处 $\delta = 0$. $\Delta\varphi = 0$

现有:

$$\Delta\delta = |n_2 - n_1| e$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\delta = \frac{2\pi}{\lambda}|n_2 - n_1| e$$

13-13 在空气中垂直入射的白光从薄油膜上反射, 油膜覆盖在玻璃板上, 在可见光光谱中观察到 500 nm 与 700 nm 这两个波长的光在反射中消失. 油的折射率为 1.30, 玻璃的折射率为 1.50, 试求油膜的厚度.

解: $n_{空气} < n_{油} < n_{玻璃}$. 研究两反射光光程差时不考虑半波损失.

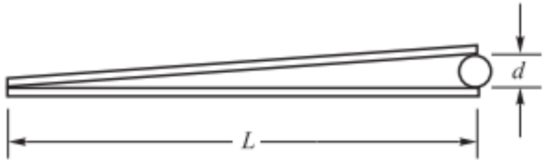
$$\delta = 2n_{油}e = (2k+1)\frac{\lambda}{2}.$$

所有:

$$\begin{cases} e = \dfrac{500k_1 + 250}{1.3\times 2} \\ e = \dfrac{700k_2 + 350}{1.3\times 2} \end{cases}$$

解得: $\begin{cases} k_1 = 3 \\ k_2 = 2 \end{cases}$ $\Rightarrow e = 6.73 \times 10^{-7}\,m.$

13-16 利用劈尖测量细丝的直径. 如题图 13-16 所示已知 $\lambda = 632.8$ nm, 劈尖长为 $L = 28$ cm, 测得 40 条条纹的宽度为 4.25 mm, 求细丝的直径.



题图 13-16

解:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\theta}$$

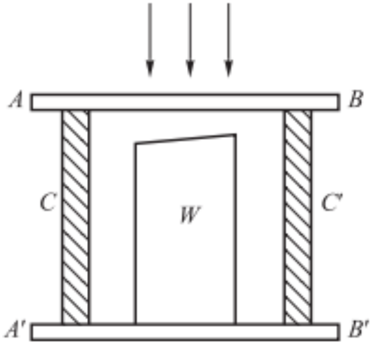
$$\theta = \frac{\lambda}{2\Delta x} = \frac{632.8\times10^{-9}}{2\times\frac{4.25\times10^{-3}}{40}} = 3.0\times10^{-3}$$

取近似 $\theta \sim \sin\theta \sim \tan\theta$.

$$d = L\tan\theta = L\theta = 8.3\times10^{-4}\,\mathrm{m}.$$

13-17 如题图 13-17 为干涉膨胀仪的示意图，CC' 是热膨胀系数很小的熔石英环，被测样品 W 放在环内，其上表面与 AB 板下表面形成一楔形空气层. 若用波长为 λ 的单色光垂直照射到 AB 板上时，则产生等厚干涉条纹. 设在温度 t_0 时测得样品的长度为 L_0，温度升高到 t 时，样品 W 的长度增为 L，忽略环柱 CC' 的长度变化，通过视场某一刻线的条纹数目为 N，求证被测物的热膨胀系数 β 为：

$$\beta = \frac{N\lambda}{2L_0(t-t_0)} \quad \left(\text{提示}：\beta = \frac{L-L_0}{L_0}\frac{1}{t-t_0}\right).$$



题图 13-17

解：劈尖干涉中，第k级暗纹对应空气膜厚为

$e_k = \frac{1}{2}k\lambda.$

如图有 $L_k + e_k \equiv const.$

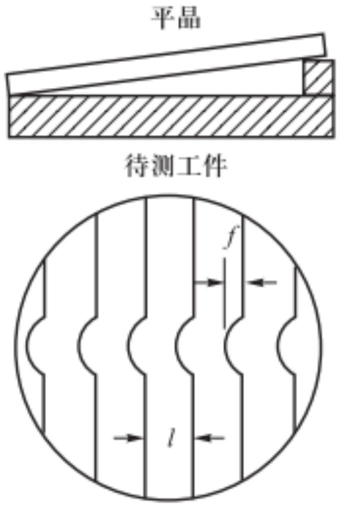
从第k级到第k-N级暗纹，有

$e_{k-N} = \frac{1}{2}(k-N)\lambda.$

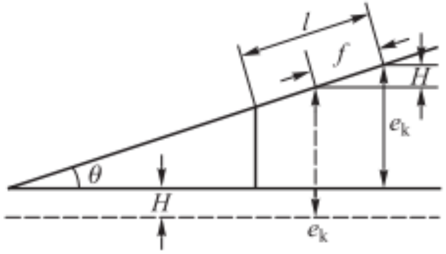
$\therefore \Delta L = e_k - e_{k-N} = \frac{N\lambda}{2}.$

即：$\beta = \frac{L-L_0}{L_0}\cdot\frac{1}{t-t_0} = \frac{N\lambda}{2L_0}\cdot\frac{1}{t-t_0}$

13-18 在实际过程中要测量一工件表面的平整度, 用一平晶 (非常平的标准玻璃) 放在待测工件上, 使其间形成空气劈尖. 现用波长 $\lambda = 500$ nm 的光垂直照射时, 测得如题图 13-18 所示的干涉条纹, 问 (1) 不平处是凸的还是凹的? (2) 如果相邻明条纹间距 $l = 2$ mm, 条纹最大的弯曲处与该条纹的距离 $f = 0.8$ mm, 则不平处的高度或深度是多少?



题图 13-18



解图 13-18

解: (1) 凹的.

等厚处空气膜厚度小于预期.

零件凹使得空气膜变厚.

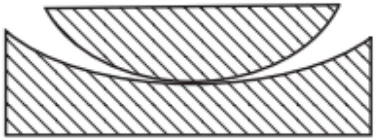
(2) $l = \frac{\lambda}{2\theta} \Rightarrow \theta = \frac{\lambda}{2l}$

$H = f \cdot \sin\theta = f\theta = \frac{\lambda f}{2l}$

$= \frac{500\times10^{-9}\times0.8\times10^{-3}}{2\times2\times10^{-3}}$

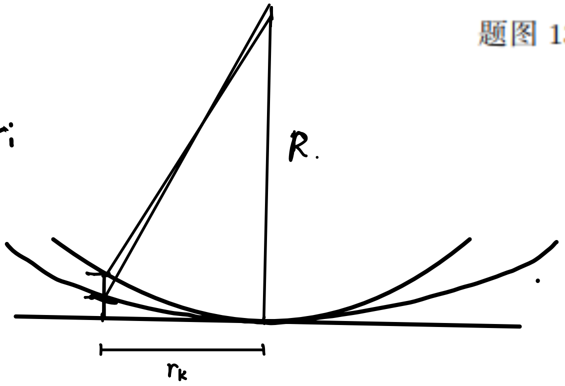
$= 1\times10^{-7}$ m

13-19 利用牛顿环可测量凹曲面镜的曲率半径, 把已知的平凸透镜的凸面放置在待测的凹面上, 如题图 13-19 所示, 在两镜面之间形成空气层, 可观察到环状的干涉条纹. 测得第 4 级暗环的半径 $r_4 = 2.250$ cm, 已知入射光波长 $\lambda = 589.3$ nm, 平凸透镜凸面半径 $R_1 = 102.3$ cm, 求待测凹面的曲率半径 R_2.



题图 13-19

解:



对于一般的牛顿环装置 $e_k = \frac{r_k^2}{2R_1}$

凹面装置在给定位置的 $\Delta e_k = \frac{r_k^2}{2R_2}$

因此实际膜厚为：$e_k' = e_k - \Delta e_k = \frac{r_k^2}{2}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$.

$e_k' = \frac{1}{2} k\lambda$.

$\therefore \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} - \frac{k\lambda}{r_k^2} \Rightarrow R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} - \frac{k\lambda}{r_k^2}} = 102.8$ cm.

13-20 用 He-Na 激光 $\lambda = 632.8$ nm 作光源, 迈克耳孙干涉仪中的 M_2 反射镜移动一段距离, 这时数得干涉条纹移动了 780 条, 试求 M_2 移过的距离.

解: $\delta = 2d$

$\Delta\delta = 2\Delta d.$

$$\Delta d = \frac{\Delta\delta}{2} = \frac{\Delta k\lambda}{2} = \frac{632.8\times780\times10^{-9}}{2} = 2.47\times10^{-4}\ \text{m}$$