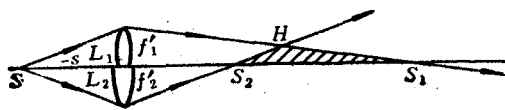


梅斯林干涉条纹

南开大学 潘维济 李婉茹

一 实验装置

用两块象方焦距分别为 f'_1 和 f'_2 、口径 D_1 和 D_2 大致相等的凸薄透镜，将它们沿表面直径剖开，并各取其一，用胶将剖面粘住，形成一块共轴横向组合透镜 L 。如图一所示， L 对轴上的实物单色点光源 S 在轴上形成两个实象点 S_1 、 S_2 。显然，在上半圆透镜和下半圆透镜两束成象光束的叠加区 $S_1 H S_2$ 内，将会出现干涉现象。这种干涉和杨氏双孔、洛埃镜、双面镜、双棱镜、比累剖开透镜等装置相类似，是一种双光束分波前形式的干涉。原来的梅斯林 (Maslin) 干涉装置和图一有些不同，是将一块凸薄透镜沿表面直径剖开，并使两半圆透镜共轴地沿轴向错开一段距离，以相同焦距、不同物距来获得轴上两相干点光源 S_1 和 S_2 。图一装置中所获得的干涉条纹和梅斯林干涉条纹相同，只是干涉级次有些差异。



图一

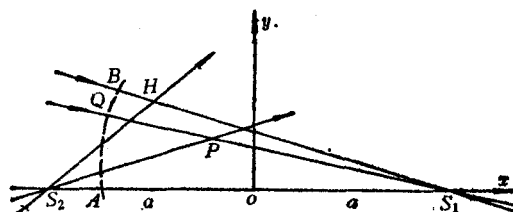
二 条纹特点

前面一共提到六种同类型的双光束分波前干涉，其中唯独梅斯林干涉条纹，不论在等光程差点的轨迹、条纹形状、条纹数目和条纹间距上，都有明显的特点。

1 等光程差点的轨迹

我们只须在纸面内进行分析。将图一中光波叠加区 $S_1 H S_2$ 扩大地画在图二中。我们不妨认为成象光束是满足近轴条件的。假设下光束在 S_2 处的位相是和上光束某一圆弧 \widehat{AB} (以

S_1 为中心， $2a-b$ 为半径， $2a$ 是 $S_2 S_1$ 的间距，) 上各点的位相相等，则叠加区域内某点 P ($-x, y$) 处两相干光波的光程差为



图二

$$\begin{aligned}\Delta_P &= S_2 P - QP \\ &= [(a-x)^2 + y^2]^{1/2} - \{(2a-b) - [(a+x)^2 + y^2]^{1/2}\} = k\lambda\end{aligned}$$

是波长 λ 的 k 倍。上式即

$$\begin{aligned}[(a+x)^2 + y^2]^{1/2} + [(a-x)^2 + y^2]^{1/2} &= \\ &= (2a-b) + k\lambda\end{aligned}\quad (1)$$

式(1)等号右端 $(2a-b)$ 项在确定的装置下是一个常数，左端则是 S_1, S_2 到 P 点的距离和。所以等光程差点的轨迹面是以 S_1, S_2 为焦点的椭圆绕 $S_1 S_2$ 轴旋转成的迴转椭球面。不同的 k 值对应着不同扁率的椭圆。这和其他五种所具有的等光程差迴转双曲面是不一样的。

2 条纹形状

在叠加区域内与轴垂直地插入屏幕，它必将和各个 k 值的迴转椭球面族相截，而得到一组位于上方的半圆形条纹。这种用分波前方法获得圆形干涉条纹是很稀有的。在杨氏双孔分波前干涉装置中，要获得圆形条纹实际上是不可能的。

3 条纹数

将屏幕沿轴向由 S_2 移向 S_1 ，必然在最高点 H 处获得最多的条纹数，而在 S_1, S_2 处则没

有条纹。

4 条纹半径及条纹间距

$y=0$ 时半圆形干涉条纹的 k 值 $k_{\#}$ 可由式(1)求出, 它满足

$$(a+x) + (a-x) = (2a-b) + k_{\#}\lambda$$

$$\text{即 } b = k_{\#}\lambda$$

为求出在 P 处的干涉条纹半径 y_k , 我们可以选择适当的物距, 使三角形 S_2HS_1 很扁平, 并且使屏幕总是放置在 S_1 和 S_2 的中点附近, 即有 $(a \pm x) \gg y$, 然后对式(1)进行二项式展开, 忽略高次项, 得

$$(a+x) \left[1 + \frac{1}{2} \frac{y_k^2}{(a+x)^2} \right] + (a-x) \left[1 + \frac{1}{2} \frac{y_k^2}{(a-x)^2} \right] \approx 2a + (k - k_{\#})\lambda$$

$$\text{即 } y_k \approx \left[\frac{(k - k_{\#})\lambda(a^2 - x^2)}{a} \right]^{1/2} \quad (2)$$

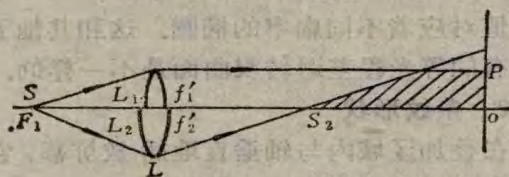
半圆条纹的条纹间距为

$$\left(\frac{\Delta y_k}{\Delta k} \right)_{\Delta k=1} \approx \frac{\lambda(a^2 - x^2)}{2a} \cdot \frac{1}{y_k} \quad (3)$$

式(3)说明, 当 a 值固定时, 以 $x=0$ 即屏幕居中时, 条纹径向间距为最大; 条纹间距反比于 y , 即靠近轴处的条纹较宽。

5 制作波带片

(1) 若使图一中的点光源 S 位于焦距较长透镜 L_1 的物方焦点 F_1 上, 则出射的上光束是平行光轴的平行光。如图三, 屏幕上相干区 OP 内的干涉将是以 S_2 为心的球面波和平面波的



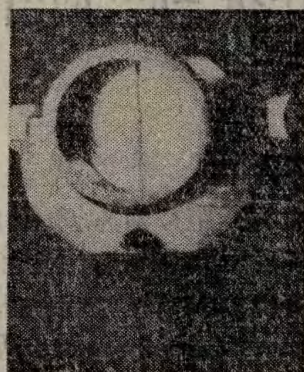
图三

叠加结果。假如在 OP 处拍摄, 则将得到焦距为 S_2O 的半圆形波带片。

三 实验观察结果

我们选用 $D_1 = D_2 = 4 \text{ cm}$, $f'_1 = 20 \text{ cm}$, $f'_2 = 15 \text{ cm}$ 的两块透镜组成横向组合透镜 L ,

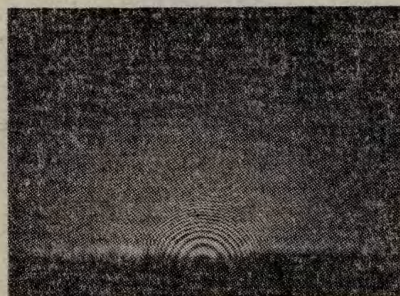
如图四所示。用扩束氦氖激光(10^{-4} W)作为单色点光源, 全息干板曝光 $1/10$ 秒, 获得图五-九所示的干涉图样。由于直边衍射效应, 影响了



图四



图五



图六

干涉条纹的美观。图五是 $2a=1$ 米、 $x=0$ 的图样; 图六是 $2a=1$ 米、屏幕放置在过 H 点位置时的干涉图样, 显然其条纹数较前者多, 但条纹间距较小。图七是 $x=0$ 、 $2a=2$ 米时的图样, 条纹间距较图五的宽。图八是过 H 点、 $2a=2$ 米时的图样。图九是焦距为 4.18 米的半圆形波带片图样。图形干涉条纹中心是暗的, 说明本实验装置中的 $k_{\#}$ 介于两相邻整数

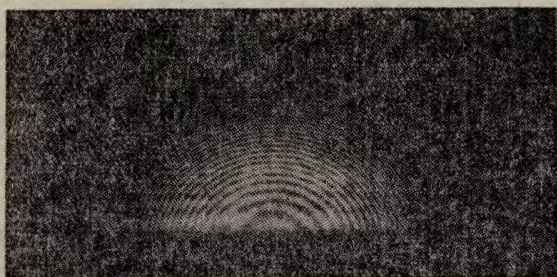


图 七



图 八

之间。令 $(k - k_{\text{中}}) = 5$, $\lambda = 6328 \text{ \AA}$, $x = 0$, $a = 0.5$ 和 1.0 米, 由(2)式分别算得条纹半径为 1.258 和 1.779 毫米, 而从图五、图七实际测得为 1.196 和 1.770 毫米, 二者相近。另外, 由波

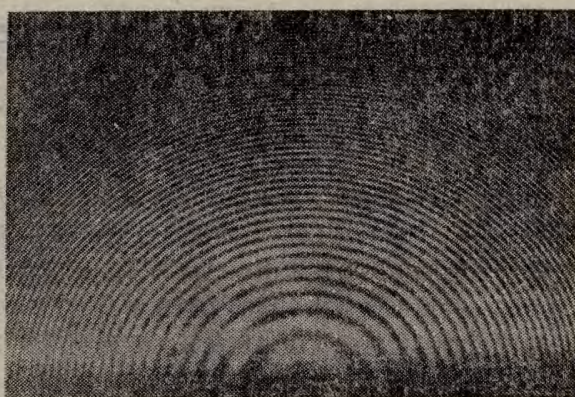


图 九

带片各环半径计算公式

$$y_k^2 = f' \cdot 2(k - k_{\text{中}}) \cdot \lambda$$

算得的计算值 y_k 和由图九实际测得的 y_k 值列入表中, 二者符合得很好。

表 $f' = 4180 \text{ mm}$ $\lambda = 6328 \text{ \AA}$

$k - k_{\text{中}}$	4	6	8	10
$y_k (\text{mm})$ 计算值	4.60	5.63	6.50	7.27
y_k 实测值	4.56	5.63	6.51	7.31

会 议 简 讯

教育部理科物理学教材编审委员会理论物理编审小组全体会议于1985年5月23-26日在兰州召开。到会25人。这是编委会增补后召开的第一次理论物理编审小组会议。会议经过热烈讨论更加明确了编审小组的性质和任务。会议认为: 在教育体制改革的新形势下, 对教材建设也提出了新的要求, 由以前主要出版流编教材要逐步过渡到出版具有各种特色和不同风格的教材; 由着重抓好本科学生的教材建设过渡到针对不同水平、不同类型和不同要求的学生的需要抓好多样化的教材建设, 特别是出版研究生用书和交叉学科的参考书更应早日提上日程。会议认为: 由于科学

技术的迅速发展, 编审工作也要重视教材内容的更新。会议还就1986-1990年教材建设规划交换了意见, 为明年制订该规划作了准备, 并对出版综合性理论物理教材和理论物理专题丛书进行了初步研究。

会议认为: 编审组除进行教材的编审工作外, 还应大力加强教材的评介以及教材与教学的研究工作。因此, 会议决定, 今年11月份在广州召开量子力学的教材与教学研究学术讨论会, 明年适当的时候召开力学和电动力学的相应讨论会。

本刊通讯员

