

实验报告

序号:	李彩珍
时间:	2023年10月15日
上午	下午

课程名称:

实验名称: 光的干涉

实验日期: 2023 年 10 月 14 日

班级:

教学班级: 李彩珍老师班

学号:

一. 实验目的

- (1) 观察劈尖干涉和牛顿环这两种光的干涉现象。
- (2) 练习利用劈尖干涉原理测量玻璃丝的直径, 用牛顿环测量球面曲面半径。

二. 实验仪器

测量显微镜, 钠光灯, 牛顿环, 光学平面玻璃。

三. 实验原理

当两列振动方向相同, 频率相同, 而且相位差保持恒定的单色光相遇后, 相遇的区域内有些地方由于两列波的叠加, 振动总是加强的, 而另一些地方由于振动的叠加总是减弱, 形成的这种稳定的强度不均匀的现象, 称为光的干涉。

干涉在科研和工程技术方面有广泛应用, 如利用光的干涉方法可精确的测量长度及变化, 检测光学元件表面的清洁度, 测定谱线的波长及其精细结构等。

1. 劈尖干涉

如图所示, 放置玻璃丝于两平面玻璃之间, 且平行于相交之棱边。当单色的平行光垂直 ($i=0$) 入射到两平面玻璃形成的空气劈 ($n=1$) 时, 在劈尖 C 点的两束反射光 a, b' 产生干涉, 形成明暗相间的条纹。根据薄膜干涉的公式, 有 $\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = 2k \cdot \frac{\lambda}{2}$ $k=1, 2, 3, \dots$ 明条纹

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad k=0, 1, 2, \dots \text{暗条纹}$$

同一干涉条纹所在处的各点空气劈的厚度都是相等的, 因此称为等厚干涉条纹。在两玻璃相接处, $e=0$, 两光束光程差 $\delta = \frac{\lambda}{2}$, 所以应看到暗纹。设第 k 条暗纹处的劈尖厚度为 e_1 , 第 $k+1$ 条暗纹处的劈尖厚度为 e_2 , 这两条暗纹间的横向水平距离为 x , 而两暗纹处劈尖厚度差为 Δd : $\Delta d = e_2 - e_1 = \Delta k \cdot \frac{\lambda}{2}$, 玻璃丝直径 $D = 1 \cdot \tan \alpha = 1 \cdot \frac{\Delta k}{2x}$

2. 牛顿环

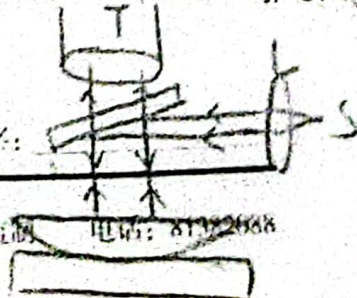
牛顿环装置如图 10-2 所示, 当平行光垂直照射到曲率半径很大的透镜下表面与平面玻璃上表面形成的空气劈时产生光的干涉现象, 干涉条纹是属于等厚干涉的许多同心圆环, 称为牛顿环。

干涉原理同劈尖干涉, 分析可得牛顿环第 k 级暗纹半径 r_k 与透镜曲面半径 R 的关系为

$$R = \frac{r_k^2}{k\lambda} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

实验所用钠灯的波长为 $\lambda = 589.3 \text{ nm}$

指导教师签字:



北京理工大学良乡校区管理处监制

电话: 81322688

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

四 实验内容和步骤

在实验系统的显微镜下面有一个半反射镜可以将平行光线反射到显微镜正台上,旋转两个鼓轮可以使工作台分别在X、Y轴方向移动,鼓轮上有刻度,每个刻度为0.01mm。

1. 观察劈尖的干涉

(1) 将玻璃片放在显微镜工作台上,在两玻璃之间夹上一根玻璃丝。

注意:①让玻璃丝平行于棱边;②远离劈尖③劈尖的移动方向与工作台移动方向垂直。

(2) 给显微镜调焦,直到看到清晰的干涉条纹。

(3) 使叉丝的点移到靠近劈尖尾一边,注意空程的影响,记录某一暗纹的位置,然后数30条暗纹(4k取30)记录位置,同时测量30条暗纹间的距离 λ ,本实验要求重复5次,可以连续朝一个方向不断数下去,共数5个30条,这样可以避免来回数时每次都要有空程的影响。

(4) 测量从劈尖到玻璃丝的距离 L 。

2. 测量牛顿环干涉

(1) 把牛顿环放到工作台上,打开钠光灯,转动半透镜,使从目镜中看到的视野最亮。

(2) 调节目镜,使能看清叉丝,将镜筒降低靠近牛顿环,然后再向上调节直到牛顿环清晰为止。

(3) 调节鼓轮,使叉丝通过干涉圆斑中心。

(4) 转动鼓轮,使叉丝的对准牛顿环圆斑外第一个环,然后再转动鼓轮,数到右边第11个环处,为了消除空程的影响,必须多移一些距离,然后再返回第11个环处,记下此处的位置(X_{11}),然后再向左移动数到第一个环,记下位置(X_1),再继续向左移动到圆斑另外一侧第一环处(记为 X'_1),继续向左,再到左边第11个环处,记为 X'_{11} 。这样就测到了4个位置,由 $(X_{11}-X_1)/4 = \frac{X_{11}-X'_1}{2}$ 可得 r_{11} 及 r_1 。按以上步骤重复测6次,测量过程中注意消除空程的影响。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

学号:	李时珍
时间:	2023年10月10日
上午	下午 <input checked="" type="checkbox"/> 晚上

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

原始数据

牛顿环测量曲率半径 mm

大格 0.01 mm 小格 0.001 mm

X_{11} X_1 X'_1 X'_{11} $D_{11} = |X_{11} - X'_{11}|$ $D_1 = |X_1 - X'_1|$

1	32.492	31.066	28.846	27.392
		31.066	28.846	
2	32.502	31.082	28.854	27.412
3	32.498	31.064	28.850	27.396
4	32.500	31.062	28.848	27.392
5	32.502	31.068	28.842	27.400

$$R = \frac{D_{11}^2 - D_1^2}{4(m-n)\lambda}$$

劈尖干涉测铜丝直径 mm

$X_{初}$ $X_{末}$ $X_i = X_{末} - X_{初}$ $L_{初}$ $L_{末}$ $L_i = L_{末} - L_{初}$ $D(\mu m)$

1	44.478	40.972		15.554	45.882
2	40.972	38.462		15.608	45.878
3	38.462	36.902		15.558	45.884
4	36.902	33.322		15.604	45.872
5	33.322	30.682		15.610	45.880

$$D = \frac{L\lambda}{2x} \cdot \Delta k$$

$$D(\mu m) =$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

数据处理

1. 牛顿环

次数 \ 被测量	$X_{11}(\text{mm})$	$X_1(\text{mm})$	$X'_1(\text{mm})$	$X'_{11}(\text{mm})$	$D_{11}=(X_{11}-X'_1)/\text{mm}$	$D_1=(X_1-X'_1)/\text{mm}$
1	32.492	31.066	28.846	27.392	5.100	2.220
2	32.502	31.082	28.854	27.412	5.090	2.228
3	32.498	31.064	28.850	27.396	5.102	2.214
4	32.500	31.062	28.848	27.392	5.108	2.214
5	32.502	31.068	28.842	27.400	5.102	2.226

$$R = \frac{D_{11}^2 - D_1^2}{4(m-n)\lambda}$$

式中: $D_{11} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 D_{11i} = \frac{1}{5} (5.100 + 5.090 + 5.102 + 5.108 + 5.102) = 5.1004 \text{ (mm)}$

$$D_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 D_{1i} = \frac{1}{5} (2.220 + 2.228 + 2.214 + 2.214 + 2.226) = 2.2204 \text{ (mm)}$$

$$m=11, \quad n=1, \quad \lambda=589.3 \text{ nm}$$

代入数据解得: $R=0.8944 \text{ m}$

$$\begin{aligned} u(R) &= \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial D_{11}}\right)^2 \cdot u_c(D_{11})^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial D_1}\right)^2 \cdot u_c(D_1)^2} = \sqrt{\left(\frac{D_{11}}{2(m-n)\lambda}\right)^2 \cdot u_c(D_{11})^2 + \left(\frac{-D_1}{2(m-n)\lambda}\right)^2 \cdot u_c(D_1)^2} \\ &= \sqrt{\frac{(\Delta D_{\text{仪器}})^2}{(2(m-n)\lambda)^2} (D_{11}^2 + D_1^2)} = 0.003 \end{aligned}$$

故测量结果为 $R=(0.894 \pm 0.003) \text{ m} \quad (P=95\%)$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

2. 劈尖干涉

被测量 次数	$X_{初}(mm)$	$X_{末}(mm)$	$X = X_{初} - X_{末} (mm)$	$L_{初}(mm)$	$L_{末}(mm)$	$L = L_{初} - L_{末} (mm)$
1	44.478	40.972	3.506	15.554	45.882	30.328
2	40.972	38.462	2.510	15.608	45.878	30.270
3	38.462	36.902	1.560	15.604	45.872	30.268
4	36.902	33.322	3.570	15.558	45.884	30.326
5	33.322	30.682	2.650	15.610	45.880	30.270

$$D = \frac{L\lambda}{2X} \cdot \Delta k$$

式中: $L = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 L_i = \frac{1}{5} (30.328 + 30.270 + 30.268 + 30.326 + 30.270) = 30.2924 \text{ mm}$

$$X = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 X_i = \frac{1}{5} (3.506 + 2.510 + 1.560 + 3.570 + 2.650) = 2.7592 \text{ mm}$$

$$\lambda = 589.3 \text{ nm}, \Delta k = 10$$

代入数据解得: $D = 3.235 \times 10^{-5} \text{ m}$

$$u(D) = \sqrt{\left(\frac{\partial D}{\partial L}\right)^2 \cdot u_c(L)^2 + \left(\frac{\partial D}{\partial X}\right)^2 \cdot u_c(X)^2} = \sqrt{\left(\frac{\lambda k}{2X}\right)^2 \cdot u_c(L)^2 + \left(\frac{L\lambda k}{2X^2}\right)^2 \cdot u_c(X)^2} = 1.8$$

故铜丝直径的测量结果为 $D = (3.2 \pm 1.8) \times 10^{-5} \text{ m}$ ($12 = 95\%$)

思考题

在牛顿环实验中,反射光与透射光形成的干涉条纹有什么区别?为什么?

答:由于在牛顿环干涉中,反射光产生的干涉条纹与透射光产生的干涉条纹相反,即反射光与透射光发生干涉时的光程差刚好差了半个波长。故在实验中,透射光形成的干涉条纹的明暗分布刚好与反射光相反,二者呈互补

联系方式: _____

指导教师签字: _____

关系,即其中一方亮纹位置是另一方的暗纹位置

北京理工大学良乡校区管理处监制

电话: 81382088