**牛顿环实验报告**

姓名：唐萃希

学号：2213778

专业：工科试验班

组别：N

实验时间：5月30日周二上午

一、 实验目的

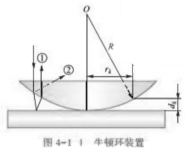
1.观察等厚干涉现象；

2.了解读数显微镜的使用方法；

3.利用等厚干涉测量凸透镜表面的曲率半径。

二、实验原理

（1）牛顿环

当曲率半径为的平凸透镜放置在一平板玻璃上时，在透镜和平板玻璃之间形成一个厚 度变化着的空气间隙，如图 4-1-1 所示。当光线垂直照射到其上，从空气间隙的上

下表面反射的两束光线①、②将在空气间隙的上表面附近实现干涉叠加，两束光之间的光程差随空气间隙的厚度变化而变化，空气间隙厚度相同处的两束光具有相同的光程差，所以干涉条纹 是以接触点为圆心的一组明暗相间的同心圆环，称为牛顿环。中心干涉暗环的级次为0，向外逐次增加，亮环的级次从1开始，向外逐次增加，离中心最近的亮环级次为1。牛顿环是一个典型的分振幅等厚干涉。通常利用它来检查一些介质表面的形状。

在上图中，为被测透镜凸面的曲率半径， 为第级干涉环的半径，是第级干涉环所对应的空气间隙的厚度。如果入射光的波长为，则第级干涉环所对应的差为：



其中，为光由光疏介质入射到光密介质时，反射光的半波损失。因此，在接触点处 的光程差为：



在理想情况下，牛顿环的中心是一个几何暗点。但在实际情况中，透镜和平板玻璃接触

时， 由于有重力和压力存在，透镜的凸面和平板玻璃均发生形变，两者的接触不再是点接触，而是面接触。因此，牛顿环的零级暗条纹不是一个点，而是一个较大的暗斑。

第级干涉暗环处的光程差为：



所对应的空气间隙的厚度为：

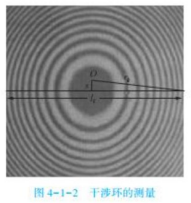


在上图中，因，所以有：



由上式可知，第级干涉暗环的半径为：



由上可知，在实验中用给定波长的光进行照明时，只要测得第级干涉暗环的半径 ，就可以得到曲率半径。但在实际测量中，由于无法准确确定干涉环的圆心所在位置，这样就不可能准确地测量干涉环的半径。因此，直接利用上式作为测量公式将对测量结果带来很大的误差。事实上，在测量中可以准确地获得各个级次干涉环的弦长。假设这个弦到圆心的距离是，

由上图中的几何关系可知



可以得到所测弦长与透镜曲率半径之间满足以下关系



利用上式作为测量公式时，所遇到的问题是如何确定或排除它对测量结果的影响。

（2）测量中常用的两种方法

1.拟合法：在上式中弦长的平方与干涉环的级次间是一个线性关系。在测量中，可以测 量一组不同级次干涉环在某一直线上的弦长，利用最小二乘法或作图法求得该直线的斜4 ，再利用已知的波长得到凸透镜的曲率半径。

2.逐差法：上式中的42 是一个与干涉级次无关的常量，两个不同级次干涉环的弦长平方 相减有



在测量中，同样可以测量一组不同级次干涉环在某一直线上的弦长利用逐差法确定凸透镜的曲率半径。

（3）读数显微镜

读数显微镜是一种常见的、用于长度测量的光学仪器，由显微系统、移动系统、读数系 统和底座四部分组成。

显微系统被固定在移动系统上，移动系统通常由丝杠和螺母组成，显微系统的基座和移 动系统的螺母固定在一起。当通过丝杠的一端的手柄旋转丝杠时，螺母可在丝杠上左右移动， 从而带动显微系统作直线运动。利用动显微系统作直线运动。利用显微镜中的叉丝分别对准 要测量的起始点和终点，通过读数系统分别可以得到他们的位置，这样就可以获得所要测量 的唱的。读数显微系统的读数装置是由读数鼓轮和毫米刻度尺组成的，鼓轮被分为等间隔的100格，每个代表0.01*mm*，即鼓轮旋转一周显微镜移动1*mm*。利用读数装置测量时一起存在一种误差：回空差。回空差来自系统所采用的机械结构。丝杠向一个方向旋转时，螺母相应向一个方向移动，这时丝杠和螺母之间在运动方向一侧有一个啮合间隙。由于读数鼓轮与丝杠同步旋转，鼓轮上的读数变化代表了螺母的移动距离。但如果此时要进行反方向测量，丝杠和螺母之间的啮合间隙必须变到另一边，这样，在鼓轮反方向旋转之初，尽管丝杠进行了转动，鼓轮的读数也发生了变化，但螺母和与它固定在一起的显微镜并未移动，这就是回空差。因此，在使用具有鼓轮读数装置的读数显微镜时，只能进行单向测量。

三、 实验仪器

牛顿环、钠灯、读数显微镜

四、实验步骤

（1）仪器的调节

1.安排实验装置；

2.点燃钠灯，几分钟后它将发出明亮的黄光。调节半透半反镜的倾角和左右方向，使显 微镜的视场达到最亮；

3.调节显微镜的目镜， 使自己能够清楚地看到叉丝，对显微镜进行调焦，找到干涉条纹， 并尽量使叉丝和干涉环的中心重合；

4.测量不同级次干涉环的弦长。测量时应测量较高级次的干涉环，这样可以避免中心部 分有形变带来的测量误差。

（2）测量

1.为了测量 ，必须测出暗环半径，实际上测量暗环弦长来代替半径的测量。这种代替 测量对结果没有影响。测量过程中，为了消除测距显微镜的回空差。应采用单向测量法。即 自中心数到50环。然后以5环为间隔逐步减小环数，测出各环位置，最后通过中心暗斑。再 逐渐增大环数，测出对应各环的位置。全部测完后再统一算出各环弦长。为了减小中心圆环 附近的误差，因此要对较高级次的干涉环进行测量。

2.将测得的结果以弦长的平方 为纵坐标，干涉级次 为横坐标作图，由波长 和图像斜 率 算出透镜的曲率半径 。

3. 白光下观察牛顿环：看到彩色圆环，各环从里到外颜色排列顺序为内紫外红。最多能 看到10级。

五、数据处理

1.数据处理



2.下面对实验数据进行最小二乘法拟合，并求曲率半径

，利用下表进行拟合



综上可知， 凸透镜表面的曲率半径 = 1.0431.

七、思考题

1、为什么不能使用作为测量公式？

因为在实际测量中无法准确确定干涉环的圆心位置，，这样就不可能准确地测量干涉环半径

2、如果实验中采用鼓轮读数装置的移测显微镜，如何避免回空差？

测量时采用单向测量。

3、为什么不能对低级次的干涉进行测量？

避免中心部分有形变带来的测量误差。

4.为什么要求调节半透半反镜时，使显微镜的视场达到最亮？

便于观察牛顿环现象，且便于测量。

5.怎样在最短时间内完成所要求的测量任务？

单向测量，用叉丝对准牛顿环进行计数。