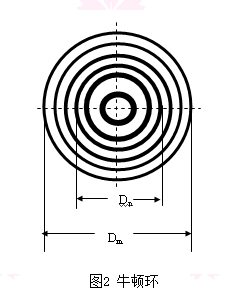
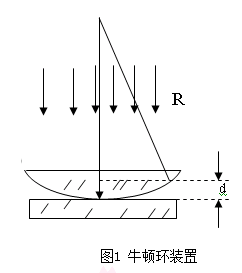
用牛顿环测量透镜的曲率半径

**【实验目的】**

1. 学习搭建读数显微镜光路；
2. 观察牛顿环的条纹特征；
3. 利用等厚干涉测量平凸透镜曲率半径；
4. 学习用逐差法处理实验数据的方法。

**【实验原理】**

牛顿环装置是由一块曲率半径较大的平凸玻璃透镜，以其凸面放在一块光学玻璃平板（平晶）上构成的，如图1所示。平凸透镜的凸面与玻璃平板之间的空气层厚度从中心到边缘逐渐增加，若以平行单色光垂直照射到牛顿环上，则经空气层上、下表面反射的二光束存在光程差，它们在平凸透镜的凸面相遇后，将发生干涉。从透镜上看到的干涉花样是以玻璃接触点为中心的一系列明暗相间的圆环（如图２所示），称为牛顿环。由于同一干涉环上各处的空气层厚度是相同的，因此它属于等厚干涉。



由图１可见，如设透镜的曲率半径为Ｒ，与接触点Ｏ相距为ｒ处空气层的厚度为ｄ，其几何关系式为：



由于Ｒ>>ｄ，可以略去d2得

 （1）

光线应是垂直入射的，计算光程差时还要考虑光波在平玻璃板上反射会有半波损失，从而带来/2的附加程差，所以总程差为



产生暗环的条件是：



其中ｋ＝0，1，2，3，...为干涉暗条纹的级数。综合可得第ｋ级暗环的半径为：

 （2）

由(2)式可知，如果单色光源的波长λ已知，测出第ｍ级的暗环半径ｒm，即可得出平凸透镜的曲率半径Ｒ；反之，如果Ｒ已知，测出ｒm后，就可计算出入射单色光波的波长λ。但是用此测量关系式往往误差很大，原因在于凸面和平面不可能是理想的点接触；接触压力会引起局部形变，使接触处成为一个圆形平面，干涉环中心为一暗斑。或者空气间隙层中有了尘埃，附加了光程差，干涉环中心为一亮（或暗）斑，均无法确定环的几何中心。实际测量时，我们可以通过测量距中心较远的两个暗环的半径ｒm和ｒn的平方差来计算曲率半径Ｒ。因为

rm2= mR rn2= nR （3）

两式相减可得 

所以半径 R为  （4）

**【实验步骤】**

1. 搭建显微镜光路
   1. 打开钠灯(589.3nm),预热5min。在光学导轨上依次放置牛顿环（安装于测微鼓轮架上）、半透半反镜、物镜、目镜。
   2. 调节个光学元件高度大致同轴等高
   3. 移动钠光灯，使半透半反镜成45°对准光源，直至从目镜中看到视场明亮均匀为止
   4. 调节望远镜目镜，使叉丝像清晰。

2.转动测微鼓轮,使叉丝的交点移近某暗环,当竖直叉丝与条纹相切时（观察时要注意视差），从测微鼓轮及主尺上读下其位置x。为了熟练操作和正确读数，在正式读数前应反复练习几次，直到同一个方向每次移到该环时的读数都很接近为止。

3.在测量各干涉环的直经时，只可沿同一个方向旋转鼓轮，不能进进退退，以避免测微螺距间隙引起的回程误差。在测量某一条纹的直径时，如果在左侧测的是条纹的外侧位置，而在右侧测的是条纹的内侧位置，此条纹的直径可认为就等于这两个位置之间的距离。因为实验时主要测量间隔为ｋ个干涉环的两个暗环的直经平方差(图2)。为了减少读数误差，应将ｋ值取得大一些。如取ｋ＝10，则干涉条纹的相对误差就可减小近10倍。只要依次测出从ｋ＝34,33，…,27,26各级暗环的位置，利用逐差法分组求取条纹的直经平方差，则可获得较好的Ｒ的实验值。将数据记入下表：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据分组 | i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 暗环级别 | m | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 |
| 暗环位置 | 左 |  |  |  |  |  |
| 右 |  |  |  |  |  |
| 暗环直径 | Dm |  |  |  |  |  |
| 暗环级别 | n | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 |
| 暗环位置 | 左 |  |  |  |  |  |
| 右 |  |  |  |  |  |
| 暗环直径 | Dn |  |  |  |  |  |
| /mm2 | |  |  |  |  |  |
| /mm2 | |  |  |  |  |  |
| 平凸透镜的曲率半径R | |  |  |  |  |  |

**【注意事项】**

测量过程中只能向一个方向旋转，中途不能反转。

**【思考题】**

1. 牛顿环的干涉条纹是由哪两束光线干涉而成的？这两束光为什么是相干光？为什么这种干涉称为等厚干涉？
2. 为什么说读数显微镜测量的是牛顿环的直径，而不是显微镜内被放大的直径？若改变显微镜的放大倍率，是否会影响测量的结果？
3. 若用单色光照射由平凹透镜的曲面和平玻璃板形成的空气薄膜，如何分析这个装置产生的干涉条纹？
4. 用什么方法来判断待测面是凸面还是凹面？