

# 牛顿环测透镜曲率半径的数据处理

于有凡, 韩瑞萍

(大连大学 物理科学与技术学院, 辽宁 大连 116622)\*

**摘 要:** 本文通过用平均值法测定牛顿环的直径, 解决了牛顿环直径测不准的问题, 从而精确地计算出透镜的曲率半径.

**关 键 词:** 牛顿环; 平均值; 透镜曲率半径

**中图分类号:** O411

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1008- 2395(2004)04- 0014- 02

## Data processing of lens curvature radius measured by Newton's ring

YU You-fan, HAN Rui-ping

(College of Physics Science and Technology, Dalian University, Dalian 116622, China)

**Abstract:** This paper calculates the radius of curvature of lens exactly by using average method to measure the diameter of Newton's rings.

**Key words:** Newton's rings; average method; the radius of curvature of lens

牛顿环测透镜的曲率半径是普通物理学最基本的实验之一.

实验装置如图 1 所示:

其中  $S$  为单色光源,  $L$  为辅助透镜,  $G$  为玻璃片,  $LP$  为牛顿环(其中  $L$  为待测平凸透镜,  $P$  为平玻璃板),  $M$  为读数显微镜. 当单色光源  $S$  发出的光, 经辅助透镜  $L$  后得一平行光, 照射到玻璃片  $G$  上, 使一部分光由玻璃片  $G$  反射垂直进入牛顿环. 经牛顿环平凸透镜与平玻璃板所夹成的空气膜的上下表面反射, 形成干涉条纹. 通过读数显微镜将会看到一组以接触点为中心的明暗相间的圆环形干涉条纹. 其透镜的曲率半径  $R$  的计算公式为:

$$R = \frac{d_m^2 - d_n^2}{4(m - n)\lambda}$$

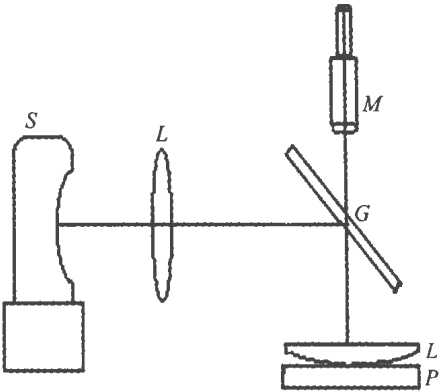


图 1 牛顿环测量光路图

其中  $\lambda$  为单色光波长, 本实验采用钠黄光波长为  $589.3 \text{ nm}$ .  $d_m$  和  $d_n$  分别为第  $m$  级和第  $n$  级暗圆环(或明圆环)的直径,  $m$  和  $n$  均为圆环的序数. 由上式可知; 只要精确地测定两个圆环的直径, 由两个圆环直径的平方差值就可准确地计算出透镜的曲率半径. 实验中一般采用测定几组不同圆环的直径, 运用逐差法处理数据, 最后计算出透镜的曲率半径. 但是在实验中我们发现牛顿环的干涉圆环总是有一定宽度的, 怎样测定干涉圆环的直径是本实验的关键所在. 通常我们是以测定某一暗圆环(或明圆环)同一直径上的两个外切弦来确定圆环的直径. 这样必将因测定圆环的直径不准确, 而引进了系统误差. 为了准确地测出牛顿环圆环的直径, 从而精确地计算出透镜的曲率半径. 本文采用测定某一暗圆环(或明圆环)同一直径上的两个内切和外切弦再取平均值的方法来确定圆环的直径. 以测定透镜曲率半径的名仪值  $R = 8.850 \times 10^2 \text{ mm}$  的透镜为例. 测量具体数据如表 1.

\* 收稿日期: 2004- 04- 06

作者简介: 于有凡(1957—), 男, 高级实验师.

表 1 牛顿环测量数据表

环序数	8	9	10	11	12	13	14	15
$X$ (外切)	23.660	23.550	23.436	23.330	23.230	23.140	23.041	22.950
$X'$ (外切)	28.146	28.262	28.362	28.468	28.570	28.670	28.768	28.844
$X$ (内切)	23.632	23.518	23.400	23.300	23.200	23.108	23.009	22.920
$X'$ (内切)	28.110	28.214	28.332	28.424	28.522	28.626	28.722	28.806
$X$ (平均)	23.646	23.534	23.418	23.315	23.215	23.124	23.025	22.935
$X'$ (平均)	28.128	28.238	28.347	28.446	28.546	28.648	28.745	28.825
$d$ (外切)	4.486	4.712	4.926	5.138	5.340	5.530	5.727	5.894
$d^2$ (外切)	20.124	22.203	24.265	26.399	28.516	30.581	32.787	34.739
$d$ (平均)	4.482	4.704	4.929	5.131	5.331	5.524	5.720	5.890
$d^2$ (平均)	20.088	22.128	24.295	26.327	28.420	30.515	32.718	34.692

由公式  $R = \frac{d_m^2 - d_n^2}{4(m - n)\lambda}$ , 运用逐差法处理数据, 我们得到两组数据.

第一组运用常规的外切法处理如下:

将  $n = 8 \sim 11$  分为第一组,  $m = 12 \sim 15$  分为第二组逐 4 相减, 得

$$b_1 = \frac{d_{12}^2 - d_8^2}{12 - 8} = \frac{28.516 - 20.124}{12 - 8} = 2.098$$

同理  $b_2 = 2.095, b_3 = 2.131, b_4 = 2.085,$

$$\overline{b} = \frac{2.098 + 2.095 + 2.085 + 2.131}{4} = 2.102$$

所以,  $R = \frac{\overline{b}}{4\lambda} = \frac{2.102}{4 \times 5\,893 \times 10^{-7}} = 8.917 \times 10^2 \text{mm}, E = \frac{8.917 - 8.850}{8.850} \times 100\% = 0.75\%$

第二组运用平均值处理如下:

$$b_1 = \frac{d_{12}^2 - d_8^2}{12 - 8} = \frac{28.420 - 20.088}{12 - 8} = 2.083, b_2 = 2.097, b_3 = 2.106, b_4 = 2.091,$$

$$\overline{b} = \frac{2.083 + 2.097 + 2.106 + 2.091}{4} = 2.094$$

所以,  $R = \frac{\overline{b}}{4\lambda} = \frac{2.094}{4 \times 5\,893 \times 10^{-7}} = 8.883 \times 10^2 \text{mm}, E = \frac{8.883 - 8.850}{8.850} \times 100\% = 0.35\%$

由以上两组数据处理得到的结果, 我们不难看出用平均值法处理的数据更精确, 更接近名义值.

参考文献:

[1]杨述武. 普通物理实验(光学部分)[M]. 高等教育出版社, 1983.  
[2]江苏师范学院物理系. 物理实验[M]. 高等教育出版社, 1993.