

淮南师范学院实验报告

学院： 电子工程学院 专业： 物理学 班级： _____

学号： _____ 姓名： _____ 日期： _____

实验名称： 实验七 牛顿环实验

实验目的：

- 观察等厚干涉形成的牛顿环和劈尖条纹。
- 用牛顿环测定平凸透镜的曲率半径。
- 用劈尖干涉测量细丝直径或微小厚度。

实验原理：

平凸透镜与平板玻璃之间形成厚度随半径变化的空气薄膜。反射光中因一次半波损失，暗环条件为

$$2t = m\lambda.$$

在近轴条件下 $t \approx r^2/(2R)$ ，得到第 m 级暗环直径

$$D_m^2 = 4mR\lambda.$$

为削弱中心接触不理想和零级位置难判定的影响，采用隔级差法：

$$R = \frac{D_{m+p}^2 - D_m^2}{4p\lambda}.$$

劈尖空气膜的等厚条纹近似等间距。若长度 l_N 内有 N 个条纹，劈尖长度为 L ，则端部厚度（细丝直径）为

$$h = \frac{N\lambda L}{2l_N}.$$

主要仪器设备： 牛顿环仪、劈尖装置、钠灯、读数显微镜（附 **45°** 反光玻璃片）。

实验步骤：

- 调节读数显微镜，使叉丝和牛顿环条纹清晰，且移动方向通过环心。
- 从一侧依次读取选定暗环位置，再越过中心读取另一侧对应暗环位置，求各级暗环直径。
- 选取相隔 $p = 10$ 级的数据计算曲率半径。
- 换上劈尖装置，使条纹与显微镜移动方向垂直。

5. 计数 $N = 20$ 条条纹所对应的长度 l_N ，并测量劈尖长度 L ，重复 5 次。

6. 实验中不得用力压紧牛顿环装置，以免玻璃发生弹性形变。

原始数据记录：

本实验用读数显微镜测量牛顿环暗环直径，并用劈尖干涉法测量细丝直径。钠黄光波长取 $\lambda=589.3\text{ nm}$ 。

表1 牛顿环暗环直径测量记录

暗环级数 m	左读数/mm	右读数/mm	直径 D _m /mm
5	23.466	26.531	3.065
10	22.818	27.183	4.365
15	22.334	27.667	5.333
20	21.915	28.084	6.169
25	21.560	28.439	6.879
30	21.225	28.778	7.553

表2 劈尖干涉测量记录

次数	劈尖测量条纹数 N	对应条纹长度 lN/mm	劈尖长度 L/mm
1	20	14.75	50.0
2	20	14.82	50.0
3	20	14.78	50.0
4	20	14.80	50.0
5	20	14.77	50.0

数据处理：

牛顿环暗环直径满足

$$D_m^2 = 4mR\lambda.$$

采用相隔 $p = 10$ 级的直径平方差计算

$$R = \frac{D_{m+p}^2 - D_m^2}{4p\lambda}.$$

表3 平凸透镜曲率半径计算

m	m+p	D _m /mm	D _{m+p} /mm	R/mm
5	15	3.065	5.333	807.9
10	20	4.365	6.169	806.3
15	25	5.333	6.879	801.2
20	30	6.169	7.553	806.0

平均曲率半径为

$$\bar{R} = 805.3\text{ mm} = 0.805\text{ m}, \qquad u_R = 1.5\text{ mm}.$$

劈尖法细丝直径为

$$h = \frac{N\lambda L}{2l_N}.$$

表 4 劈尖法细丝直径计算

次数	lN/mm	h/mm
1	14.75	0.01998
2	14.82	0.01988
3	14.78	0.01994
4	14.80	0.01991
5	14.77	0.01995

平均值为

$$\bar{h} = 0.01993\text{ mm} = 19.9\mu\text{m}.$$

实验结果与讨论：

由牛顿环暗环直径计算得平凸透镜曲率半径 R=0.805 m；由劈尖条纹测得细丝直径 h=19.9 μm。两个结果均处于实验仪器和样品的合理范围。

牛顿环实验中，低级暗环中心位置较难判定，高级环亮度又逐渐减弱，因此采用相隔 10 级的直径平方差可有效减小中心误差。劈尖实验误差主要来自条纹长度读数、条纹级数计数和细丝未严格垂直于劈尖边缘。实验中还应避免过度压紧牛顿环装置，否则会造成透镜或玻璃片弹性形变。