

# 大学物理实验预习报告

班级计科24-4学号2024210858姓名傅家琪成绩 5  
实验项目牛顿环

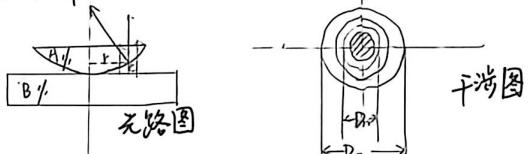
## 一、实验目的

- 了解牛顿环干涉的原理，加深对等厚干涉的理解。
- 掌握用牛顿环测量透镜曲率的方法。
- 学会用读数显微镜。
- 用劈尖干涉法测定细丝直径或微小厚度。



二、实验原理

- 牛顿环装置：由一块曲率半径很大的凸透镜和一块平面玻璃用金属框架固定而成。
- 牛顿环干涉原理：当平行光垂直射在牛顿环上时，从空气薄膜上下两个表面反射的两束光是相干光，它们在空气表面层（凸面）附近相遇发生干涉，形成干涉条纹。



$$\text{光程差 } \Delta = s_2 - s_1 = 2ne + \frac{\lambda}{2}, \quad \Delta = 2e + \frac{\lambda}{2} = sk\lambda, \quad k=1, 2, 3, \dots \text{ 明环} \quad ①$$

$$\text{由几何关系: } R^2 = (R-e)^2 + r_k^2 \Rightarrow e = \frac{r_k^2}{2R}. \quad ②$$

将②代入①得  $r_k^2 = k\lambda R$ . 牛顿环圆心是一个圆斑，中心难以确定。所以实验中用暗环直径  $D$  代替  $r$  来计算曲率半径  $R$ .  $R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda}$ ,  $D_m, D_n$  分别表示第  $m$  级和  $n$  级暗环的直径.  $\begin{cases} D_m^2 = 4m\lambda R \\ D_n^2 = 4n\lambda R \end{cases}$  由此联立可得.

7. 劈尖：把两片很平的玻璃上下叠合，其中一端放入薄片或细丝，则两玻璃片之间就形成一枚形空气劈尖。当用垂直的单色光照明时，在劈尖薄膜的上下两表面反射的两束相干光相遇时发生干涉。干涉图形形成在劈尖膜上表面附近，是一组与玻璃板交线相平行的等间距明暗相间的等厚干涉的平行直条纹。

$$s = 2hk + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda, & \text{明} \\ (2k+1)\lambda, & \text{暗} \end{cases} \quad \therefore \text{厚度差为 } h_{k+1} - h_k = \frac{\lambda}{2}.$$

单位长度的暗条纹数为  $n$ ，两玻璃板交线处至金属丝的距离为  $L$ ，则  $d = n \cdot L \cdot \frac{\lambda}{2}$



## 三、实验仪器

牛顿环、读数显微镜、钠光灯

## 四、实验内容及步骤

- 调出清晰的牛顿环

### (1). 光路

注意调节  $45^\circ$  半反镜的角度和钠光灯的摆放位置，使入射光平行入射到  $45^\circ$  半反镜后再垂直入射到牛顿环上。

### (2). 调节显微镜

(3). 调节视场明暗：旋转目镜，使十字叉丝成像在明视距离处，看到清晰的叉丝像；旋转调焦手轮，使物成像在与叉丝像相同的平面上，看到清晰的牛顿环。

## 2. 测量数据

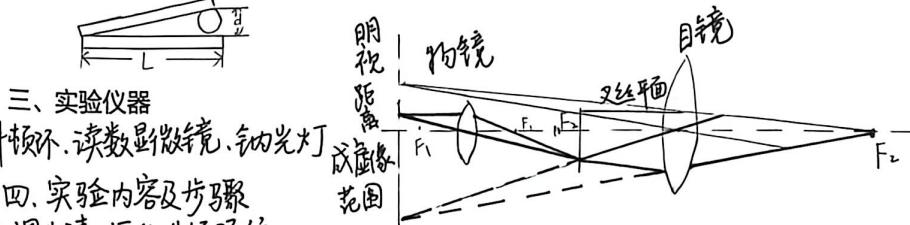
(1). 旋转测微鼓轮，使分划板里的十字叉丝由牛顿环中心向左（或向右）移动从  $m$  级暗环数到第  $25$  级暗环。

(2). 再反向移动到第  $23$  级暗环并记录读数。依次记录  $23, 22, 21, \dots, 15, 14$  级暗环的位置读数；

(3). 继续向前移动十字叉丝，使叉丝经过圆心后再依次测出另一侧第  $14, 15, \dots, 22, 23$  级暗环位置的读数。

注意：(1). 条纹位置读数必须是同一方向逐条读取，否则容易出现系统误差。

(2). 条纹位置读数是主尺刻度 + 鼓轮刻度，估读到  $0.001\text{ mm}$ .



# 大学物理实验结果报告

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5}{5} = 917.46 \text{ mm} \quad R_0 = 855.1 \text{ mm}$$

$$\text{相对误差} A_R = \frac{|\bar{R} - R_0|}{R_0} \times 100\% = 7.3\%$$

实验地点 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_ 指导教师 韦维

12.2

## 五、数据表格

| 环数  | m    | 23     | 22     | 21     | 20     | 19     |
|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 环的位置<br>(mm)                              | 左→   | 13.910 | 13.834 | 13.752 | 13.673 | 13.594 |
|   | 右←   | 6.951  | 7.034  | 7.100  | 7.186  | 7.263  |
| 大环直径<br>D_m                               |      | 6.959  | 6.800  | 6.652  | 6.487  | 6.331  |
| 环数  | n    | 18     | 17     | 16     | 15     | 14     |
| 环的位置<br>(mm)                              | 左→   | 13.512 | 13.451 | 13.272 | 13.168 | 13.071 |
|   | 右←   | 7.356  | 7.427  | 7.531  | 7.608  | 7.690  |
| 小环直径<br>D_n                               |      | 6.156  | 6.024  | 5.741  | 5.560  | 5.381  |
| 大环直径平方<br>D_m^2                           |      | 48.428 | 46.240 | 44.249 | 42.081 | 40.082 |
| 小环直径平方<br>D_n^2                           |      | 37.896 | 36.289 | 32.959 | 30.914 | 28.955 |
| $R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda}$ | (mm) | 893.6  | 844.3  | 957.9  | 947.5  | 944.0  |

$$\lambda = 589.3 \text{ nm}$$

$$R_1 = \frac{D_{23}^2 - D_{18}^2}{20\lambda} = \frac{10.532}{20 \times 589.3 \times 10^{-6}} = 893.6 \text{ mm}$$

$$R_2 = \frac{D_{22}^2 - D_{17}^2}{20\lambda} = \frac{9.951}{20 \times 589.3 \times 10^{-6}} = 844.3 \text{ mm}$$

$$R_3 = \frac{D_{21}^2 - D_{16}^2}{20\lambda} = \frac{11.29}{20 \times 589.3 \times 10^{-6}} = 957.9 \text{ mm}$$

$$R_4 = \frac{D_{20}^2 - D_{15}^2}{20\lambda} = \frac{11.167}{20 \times 589.3 \times 10^{-6}} = 947.5 \text{ mm}$$

$$R_5 = \frac{D_{19}^2 - D_{14}^2}{20\lambda} \text{ 大学物理实验报告册} = \frac{11.127}{20 \times 589.3 \times 10^{-6}} = 944.0 \text{ mm}$$

## 七、实验结果讨论

- 误差来源：①. 随机误差：读数时十字叉丝对准环中心的精度（视差影响）.  
    钩的灯光强度波动导致环的边缘模糊  
②. 系统误差：平凸透镜与平玻璃板的接触状态、螺矩误差

在实验测量过程中，很容易读错条纹序数，造成偶然误差。因此在读数过程中要非常细心。同向测量时读数鼓轮绝对不允许倒转，以免造成空程误差。