




班级




学号



姓名



教师签字



实验日期

2024.9.30 T2708

预习成绩

2

总成绩

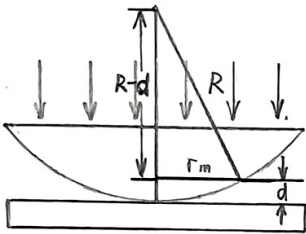
实验名称 光的等厚干涉现象与应用

一、预习

预习指导书，设牛顿环的第 m 级暗环半径为 r_m ，该处对应的空气隙厚度为 d ，凸透镜的凸面曲率半径为 R ，空气隙折射率取 $n=1$ ，推导出牛顿环的第 m 级暗环半径 r_m ，的表达式

$$r_m = \sqrt{m\lambda \left(R - \frac{m\lambda}{4} \right)}$$

答：作出示意图，如下：



由勾股定理，有

$$R^2 = (R-d)^2 + r_m^2$$
$$r_m^2 = 2Rd - d^2$$

又有第 m 级暗环满足(下表面反射光有半波损失，而上表面反射光没有)

$$2nd + \frac{\lambda}{2} = m\lambda + \frac{\lambda}{2}, m = 0, 1, 2, \dots$$
$$d = \frac{m\lambda}{2n} = \frac{m\lambda}{2}$$

将 d 代入 r_m 的关系式，则有

$$r_m = \sqrt{2R \cdot \frac{m\lambda}{2} - \left(\frac{m\lambda}{2} \right)^2} = \sqrt{m\lambda \left(R - \frac{m\lambda}{4} \right)},$$
$$m = 0, 1, 2, \dots$$

二、原始数据记录

1.

牛顿环测透镜曲率半径数据记录

环的序数	m	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
环的位置读数 /mm	左	29.365	29.260	29.209	29.122	29.066	28.999	28.927	28.857	28.791	28.717	28.640
	右	20.684	20.754	20.816	20.880	20.940	21.012	21.074	21.150	21.219	21.290	21.369

环的序数	n	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
环的位置读数 /mm	左	28.566	28.492	28.420	28.335	28.258	28.166	28.091	27.991	27.902	27.801	27.702
	右	21.433	21.506	21.597	21.658	21.745	21.833	21.920	22.012	22.100	22.200	22.305

2.

劈尖干涉测磁带厚度数据记录（选做）

测量次数	第 i 条干涉条纹位置 x_1 (mm)	第 $(i+10)$ 条干涉条纹位置 x_2 (mm)
1		
2		
3		
4		
5		

教师	姓名
签字	

三、数据处理

用逐差法求 $D_m^2 - D_n^2$ 的平均值；计算曲率半径 R 的平均值及不确定度；计算磁带的厚度（选做），要有完整的计算过程。

牛顿环实验

根据逐差法，可求得曲率半径 R 的平均值

$$\bar{R} = \frac{\overline{D_m^2 - D_n^2}}{4(m-n)\lambda} = \frac{\frac{1}{11} \sum_{n=10}^{20} (D_{n+11}^2 - D_n^2)}{4(m-n)\lambda} = 915.1(\text{mm})$$

同时，计算出曲率半径 R 的不确定度

$$\begin{aligned} U_{\bar{R}} &= \frac{U_{\overline{D_m^2 - D_n^2}}}{4(m-n)\lambda} = \frac{\sqrt{S_{\overline{D_m^2 - D_n^2}}^2 + u^2}}{4(m-n)\lambda} \approx \frac{S_{\overline{D_m^2 - D_n^2}}}{4(m-n)\lambda} \\ &= \frac{\sqrt{\frac{1}{11 \times 10} \sum_{i=1}^{11} [(D_m^2 - D_n^2)_i - (\overline{D_m^2 - D_n^2})]^2}}{4(m-n)\lambda} = 3.322(\text{mm}) \end{aligned}$$

计算出相对误差

$$E = \frac{U_{\bar{R}}}{\bar{R}} \times 100\% = 0.3630\%$$

四、实验结论及现象分析

根据逐差法，计算出了曲率半径 R 的平均值

$$\bar{R} = 915.1(\text{mm})$$

曲率半径 R 的不确定度

$$U_{\bar{R}} = 3.322(\text{mm})$$

以及相对误差

$$E = 0.3630\%$$

五、讨论题

1. 理论上牛顿环中心是个暗点，实际上看到的往往是个忽明忽暗的班，其原因是什么？

对透镜曲率半径 R 测量有无影响？

答：因为牛顿环装置的平凸透镜和底板玻璃接触时，由于接触压力引起形变，使接触处并非是一个点而是一个圆面，且装置也不可能完全密封（可能有微尘进入），引入附加光程差。所以牛顿环中心的光程差不一定等于 $\frac{\lambda}{2}$ ，可能略大或略小，当它恰好等于半波长偶数倍的时候，此处就出现亮条纹了。

对透镜的曲率半径测量无影响。因为在运用逐差法进行数据处理中，已经去除了实验装置圆心处附加厚度的影响。

2. 实验中，若平板玻璃上有微小的凸起，则凸起处的干涉条纹会发生如何变化？

答：凸起处的干涉条纹会向外（背离劈尖方向）弯曲。