

班级

学号

姓名

教师签字

实验日期 2025.11.11

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

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

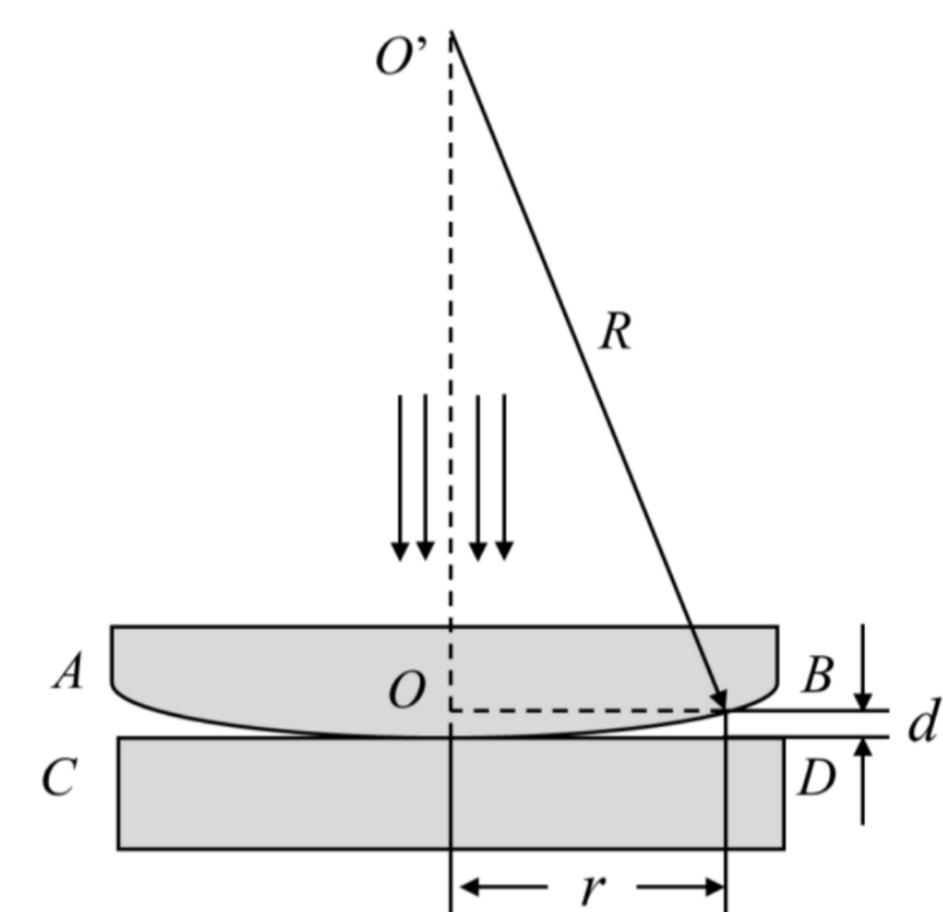
$$R^2 = r_m^2 + (R-d)^2$$

$$\therefore r_m^2 = 2Rd - d^2$$

$$\begin{cases} \Delta\varphi = 2d + \frac{\lambda}{2} \\ \Delta\varphi = (2k+1)\lambda \end{cases} \Rightarrow d = \frac{k\lambda}{2}$$

$$\therefore r_m^2 = 2R \cdot \frac{k\lambda}{2} - \left(\frac{k\lambda}{2} \right)^2 = m\lambda R - \frac{m^2\lambda^2}{4}$$

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



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	36.685	36.639	36.590	36.557	36.520	36.488	36.381	36.320	36.255	36.155	36.079
	右	29.391	29.431	29.471	29.531	29.585	29.610	29.641	29.670	29.691	29.759	29.831

环的序数	n	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
环的位置读数 /mm	左	36.019	35.980	35.951	35.895	35.811	35.781	35.710	35.691	35.621	35.590	35.459
	右	29.891	29.930	29.970	29.981	30.071	30.148	30.245	30.351	30.443	30.556	30.671

2. $L = 47 \text{ mm}$

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	14.690	5.660
2	13.169	5.221
3	11.539	6.028
4	10.510	4.096
5	9.719	5.716

$\lambda_{Na} = 589.3 \text{ nm}$

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。

序数 n	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	$d = \frac{\lambda L}{2 \Delta x}$
直径 D_m	7.294	7.208	7.099	6.986	6.915	6.838	6.747	6.620	6.564	6.396	6.248	1: $\Delta x_1 = 9.030$
序数 n	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	2: $\Delta x_2 = 7.948$
直径 D_m	6.128	6.060	5.981	5.914	5.740	5.633	5.465	5.340	5.178	5.034	4.788	3: $\Delta x_3 = 5.511$
$D_m^2 - D_n^2$	(31, 20)	(30, 19)	(29, 18)	(28, 17)	(27, 16)	(26, 15)						4: $\Delta x_4 = 6.414$
	15.650	15.231	14.634	13.829	14.869	15.027						5: $\Delta x_5 = 4.003$
	(25, 14)	(24, 13)	(23, 12)	(22, 11)	(21, 10)							$10 \bar{\Delta x} = \frac{9.030 + 7.948 + 5.511 + 6.414 + 4.003}{5} = \frac{32.906}{5} = 6.5812 \text{ mm}$
	15.656	15.308	16.274	15.568	16.123							$\therefore \Delta \bar{x} = 0.65812 \text{ mm}$
$D_m^2 - D_n^2$	$\frac{15.650 + 15.231 + \dots + 16.123}{11} \approx 15.288 \text{ mm}^2$											$\therefore d = \frac{589.3 \times 10^{-6} \times 14.690}{2 \times 0.65812} \approx 6.58 \mu\text{m}$
R	$\frac{D_m^2 - D_n^2}{4k\lambda}$	$= \frac{15.288}{4 \times 11 \times 589.3 \times 10^{-6}} \approx 590 \text{ mm}$										磁带厚度约为 $6.58 \mu\text{m}$.

三、不确定度分析： $\Delta R = 0.01 \text{ mm}$, $\Delta D \approx 0.014 \text{ mm}$

$$U_r(R) \approx \frac{2(\bar{D}_m + \bar{D}_n) \Delta D}{\bar{D}_m^2 + \bar{D}_n^2} \approx 0.023$$

$$U_R \approx 590 \times 0.023 \approx 13 \text{ mm}$$

$$\therefore R = (590 \pm 13) \text{ mm} \quad \text{置信概率 } 95\%$$

四、实验结论及现象分析

结论：通过牛顿环等厚干涉实验，测得平面透镜的曲率半径为 $(590 \pm 13) \text{ mm}$ ，验证了牛顿环干涉基本公式。

现象分析： D_m 随环序数减小而减小， $D_m^2 - D_n^2$ 近似为定值，与 $D_k^2 = 4KR\lambda$ 的理论关系一致。

五、讨论题

- 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斑，其原因是什

么？对透镜曲率半径 R 测量有无影响？

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？

1. 凸透镜与平板玻璃接触可能存在灰尘和杂质或玻璃表面不平整或接触压力使玻璃发生形变，使中心空气隙厚度不为0且不稳定，光程差在变化

$$R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda} \text{ 与中心暗斑参数无关，因此无显著影响}$$

2. 干涉条纹会向牛顿环中心方向弯曲，因为凸起会使局部空气隙厚度减小