

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	
学号	202010401061	组别		成绩	50
日期	2021.12.17	题目	组合干涉实验		

[实验目的]

1. 熟悉并搭建三种干涉仪结构
2. 研究空气折射率与压强的关系
3. 利用迈克尔逊干涉仪研究压电陶瓷特性

[实验仪器]

平台(400mm×600mm×60mm)1个,二维可调半导体激光器(635nm, 3mW)1套,二维可调分束镜2个,二维可调反射镜3个,二维可调扩束镜1个,白屏1个,气室(腔长100mm)+气压计1套,压电陶瓷附件,压电陶瓷驱动电源,带开关磁性表座9个,光电二极管,示波器

[实验步骤]

1. 搭建迈克尔逊干涉仪研究空气折射率与压强的关系

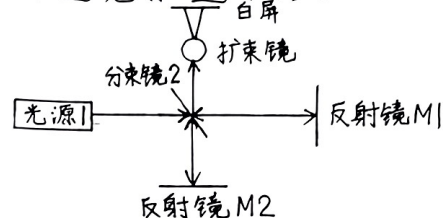
- (1) 按照图纸搭建迈克尔逊干涉仪
- (2) 调整实验光路,使其满足实验要求
- (3) 在白屏前放上扩束镜微调,使干涉条纹变得清晰
- (4) 在其中一光路上小心放上空气室
- (5) 调整打气球气阀帽,向空气室打气至30~38KPa,关闭气阀帽,记录示数
- (6) 先移动白屏,让白屏上的准线对准一条暗条纹,缓慢打开气阀帽,同时观察白屏上的条纹移动情况,每移动5条暗条纹,关闭气阀帽,记录相关数据
- (7) 实验完成,拧松气阀帽,将气放尽,整理仪器
- (8) 按照公式计算空气折射率及其比误差

2. 搭建马赫-曾德尔干涉仪研究空气折射率与压强的关系

- (1) 搭建马赫-曾德尔干涉仪
 - (2) 调整实验仪器
 - (3) 打气至30~38KPa并记录数据
 - (4) 移动白屏,准线对准暗纹,每3条记录数据
 - (5) 放气整理仪器
 - (6) 计算折射率及其比误差
3. 搭建萨格奈克干涉仪观察干涉现象
4. 搭建迈克尔逊干涉仪测量压电陶瓷压电常数及研究其振动特性
- 4.1 压电陶瓷压电常数的测量
- (1) 按照图纸,在隔震平台上搭建一套迈克尔逊干涉仪,其中一个反射镜采用压电陶瓷附件

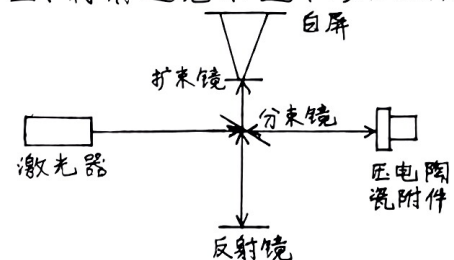
[实验原理概述]

一、迈克尔逊干涉仪



调整光路使屏上出现一系列干涉条纹,其干涉条纹随 M_1 与 M_2 的移动而移动,只要反射镜移动半个波长,条纹就移动一个周期,具有很高的灵敏度和分辨率。

二、利用迈克尔逊干涉仪研究压电陶瓷特性



压电陶瓷的特点是在直流电场下对铁电陶瓷进行极化处理,使之具有压电效应

$$S = dU$$

$$S = m \times \frac{\lambda}{2}$$

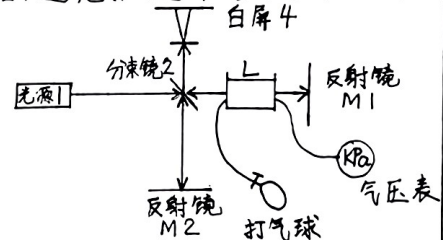
$$d = \frac{m \times \frac{\lambda}{2}}{U}$$

三、利用迈克尔逊干涉仪研究空气折射率与压强的关系

1. 折射率和压强与温度的关系

$$n-1 = C' \frac{P}{T} \quad (n-1)_{t,P} = \frac{2.8793P}{1+0.003671t} \times 10^{-9}$$

2. 迈克尔逊干涉仪测空气折射率



$$\Delta = \Delta_1 + 2Ln_0 = k\lambda$$

$$\Delta' = \Delta_1 + 2Ln = (k+m)\lambda$$

$$2L(n-n_0) = m\lambda \quad (3)$$

由(2)(3)

$$n_0 = 1 + \frac{m\lambda}{2L(P-P_0)} P_0 \quad (4)$$

$$n = 1 + \frac{m\lambda}{2L(P-P_0)} P \quad (5)$$

$$C = \frac{\Delta m \lambda}{2L(P_1 - P_2)} = \frac{\Delta m \lambda}{2L \Delta P}$$

$$n-1 = CP \quad (1)$$

$$P/(n-1) = P_0/(n_0-1) \quad (2)$$

4.2 压电陶瓷振动特性研究

- (1) 白屏换成光探头,打开示波器,压电陶瓷附件接驱动电源接口,示波器CH1接驱动电压波形接口。探头插探头接口,CH2接光探头波形接口。
- (2) 将示波器置于双踪显示,CH1触发状态,CH1通道与驱动电压波形相连。
- (3) 将驱动电源开关置于右侧M端,示波器CH1出现三角波形,调节驱动频率,使示波器屏上出现1-2个三角波。
- (4) 将驱动幅度调到最大,“光放大”旋钮调到最大,CH2通道与光探头波形相连,此时CH2出现一系列类似正弦波的波形,此乃干涉条纹扫过光电二极管探头的信号。
- (5) 改变驱动频率和驱动幅度,观察CH2波形变化情况,体会干涉条纹与压电陶瓷振动的关系,如频率、速度和振幅、波形的关系。

[实验数据记录] $\lambda = 635 \text{ nm}$, 压电陶瓷伸长量 $N\lambda/2 = 317.5 \text{ N nm}$
测量压电常数数据表

条纹移动数N	0	1	2	3	4	5	6	7
逐加电压/V	9	61	98	129	161	176	205	221
逐减电压/V	25	48	72	95	124	159	199	221
电压均值	17	54.5	85	112	142.5	167.5	202	221

研究空气折射率与压强关系数据表

大气压: 90.8 KPa 室温: 24°C 湿度: 32% $\lambda = 635 \text{ nm}$ 空气管长: 100mm

第一次	气压差 $(P - P_0)/\text{KPa}$	38	31	26	21	16.5	11.5
	条纹移动数	0	5	10	15	20	25
第二次	气压差 $(P - P_0)/\text{KPa}$	37	33	27.5	22	16.5	10
	条纹移动数	0	5	10	15	20	25

[数据处理及结果表达]

一、压电陶瓷压电常数的测量

$$U = \left[\sum_{i=0}^4 (U_{i+4} - U_i) \right] \times \frac{1}{16} = 29.03 \text{ V}$$

$$N = \left[\sum_{i=0}^4 (N_{i+4} - N_i) \right] \times \frac{1}{16} = 1$$

则压电常数为

$$d = \frac{N \cdot \frac{\lambda}{2}}{U} = \frac{1 \times 317.5 \times 10^{-9} \text{ m}}{29.03 \text{ V}} = 1.094 \times 10^{-8} \text{ C/N}$$

二、研究空气折射率与压强的关系

理论值:

$$n'_0 = 1 + \frac{2.8793 \times 90.8 \times 10^3}{1 + 0.003671 \times 24} \times 10^{-9} = 1.00024027$$

实验值:

$$n_0 = 1 + \frac{\Delta m \lambda}{2L \Delta P} P_0 = 1 + \frac{\sum_{i=1}^3 (\Delta m_{i+3} - \Delta m_i) \lambda}{2L \sum_{i=1}^3 (\Delta P_{i+3} - \Delta P_i)} P_0$$

代入数据得:

$$n_{0-次} = 1.000282 \quad \text{比误差为: } \frac{|n'_0 - n_{0-次}|}{n'_0} \times 100\% = 17.36\%$$

$$n_{0=次} = 1.000265 \quad \text{比误差为: } \frac{|n'_0 - n_{0=次}|}{n'_0} \times 100\% = 10.29\%$$

思考题:

1. 不能。应当将折射率均减去1, 再计算相对误差

2. 测量固体线膨胀系数

3. 伸长量是条纹移动数的 $\frac{\lambda}{2}$ 倍

实验心得

1. 调节干涉条纹要有耐心

2. 伏特与焦耳/库是等效的单位

3. 带开关磁性表座应先关闭开关, 再放于铁座上, 否则容易发生危险和损坏实验仪器

说明: 实验报告共 50 分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共 5 分, 这三项要求课前完成; 实验原理概述 15 分 (课后完成); 数据记录 5 分 (课上完成); 数据处理及结果表达 10 分 (课后完成); 思考题 5 分 (课后完成); 实验心得 5 分 (课后完成); 报告整洁度 5 分。上课迟到扣 10 分, 未按时交实验报告扣 10 分, 补做实验扣 10 分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”, 实验数据首先记录于此, 经教师检查确定后再誊抄到实验报告上, 无“原始实验数据记录本”扣 20 分。