

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	
日期	2021.11.26	题目	固体线膨胀系数测定		

[实验目的]

1. 了解迈克耳孙干涉仪的基本原理
2. 采用干涉法测量试件的线膨胀系数

[实验仪器]

He-Ne激光器、迈克耳孙干涉仪、温控炉、温控仪

[实验步骤]

1. 光路调节

接通激光器光源, 点亮氦氖激光器; 开启温控仪电源预热, 先将带有磁性的扩束器架自激光出口移开, 调节反射镜1和2的角度, 调节毛玻璃屏的位置, 使毛玻璃上两组光点中两个最强的重合。接着, 将扩束镜架放置在激光口出口上, 仔细调节扩束镜位置, 毛玻璃屏上将出现干涉条纹; 调节干涉环到便于观察的位置。

2. 实验测试

实验方法: 可以采用按试件一定的伸长量, 测出试件温度的变化量并记录数据的方法, 也可按升高一定温度测量试件伸长量的方法。根据测得的数据, 用逐差法计算试件的线膨胀系数。

测量前, 先设定控温表所需达到的温度值, 可把设定值设置到比室温高15~25℃, 然后按下“启/停”开始给试件加热。认准干涉图样中心的形态, 记录试件初始温度, 同时仔细默数环的变化量。待达到预定数值时, 记录温度显示值或干涉环数改变值。由于温度控制器是调差控制器, 达到温度控制点时会有反复, 所以需避开智能调整温度范围, 防止干涉环时而涌出时而缩进, 不便计数。样品测试完毕后, 若没有达到设置温度, 可以直接按“启/停”键停止加热, 调整设定值至室温以下, 对加热炉进行冷却。

若室温低于试件的线性变化温度范围时, 可加热至所需温度后再开始实验测量。

更换其他材质试件, 重复上述过程, 测量其线膨胀系数。

[实验原理概述]

1. 固体的线膨胀系数

在一定温度范围内, 原长为 L_0 (在 $t_0=0^\circ\text{C}$ 时的长度) 的物体受热温度升高, 一般固体由于原子的热运动加剧而发生膨胀, 在 $t^\circ\text{C}$ 时, 伸长量 ΔL 与温度的增量 Δt 及原长之间有:

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta t$$

α 为固体的线膨胀系数, 它是固体材料的热学性质之一。在温度变化不大时, 线胀系数可视为一个常数。物理意义: 当温度每升高 1°C 时, 物体的伸长量 ΔL 与它在 0°C 时的长度之比。 α 是一个很小的量, 当温度变化很大时, 可用 t 的多项式来描述。

$$\alpha = A + Bt + Ct^2 + \dots$$

2. 平均线膨胀系数: 在实际测量中, 通常测的固体材料在室温 t_1 下的长度 L_1 及其在温度 t_1 至 t_2 之间的伸长量 ΔL , 可得平均热膨胀系数

$$\alpha \approx \frac{L_2 - L_1}{L_1(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta L}{L_1(t_2 - t_1)}$$

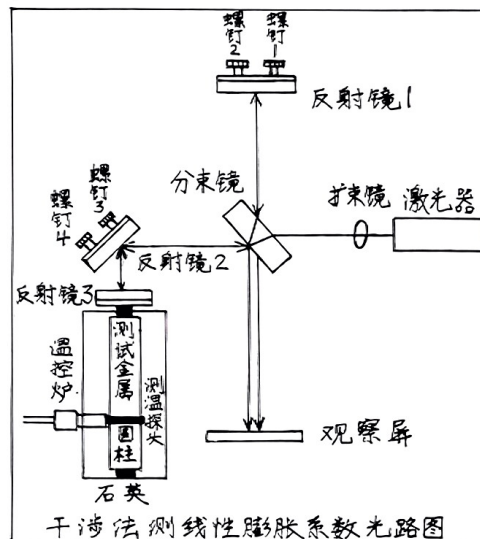
3. 用迈克耳孙干涉仪测 ΔL

根据迈氏干涉可知, 长度为 L 的待测试样金属被温控炉加热, 当温度从 t_1 上升至 t_2 时, 试样因线膨胀推动反射镜3的位移与干涉条纹变化级数 N 之间满足:

$$\Delta L = N \frac{\lambda}{2}$$

所以有

$$\alpha = \frac{N \frac{\lambda}{2}}{L_1(t_2 - t_1)}$$



[实验数据记录]										
试样长度 $L_1 = 150\text{mm}$ $\lambda = 632.8\text{nm}$ $N = 5$										
干涉环数改变	N	2N	3N	4N	5N	6N	7N	8N	9N	10N
温度值	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
	23.4℃	23.8℃	24.3℃	24.9℃	25.6℃	26.3℃	27.0℃	27.7℃	28.3℃	29.0℃

[数据处理及结果表达]

$$\Delta L = N \frac{\lambda}{2} = 1.582 \times 10^{-6} \text{m}$$

$$\Delta t = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{10} (t_{i+5} - t_i) = 0.625$$

$$\alpha \approx \frac{N \frac{\lambda}{2}}{L_1 \Delta t} = 1.69 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

测得该金属圆柱的线膨胀系数为 $1.69 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

思考题]

1. 静态特征: 明暗间隔的圆环, 从中心往外, 条纹越来越密

动态特征: 增加空气层厚度, 圆环一个个从中心冒出, 向外扩散, 反之亦然

在迈克尔逊等倾干涉中, 照射到薄膜上的是非平行光线, 具有相同倾角的入射光线产生同一级次的干涉条纹

2. 相同点: 静态特征相同

不同点: 1. 牛顿环空气膜厚度是变化的, 迈克尔干涉仪是相等的 2. 产生两种现象的入射光不同

3. 干涉条纹级次不同 4. 改变空气膜厚度, 条纹移动规律不同 5. 条纹半径与间距的表达式不同, 其本质不同

实验心得]

1. 了解了一种干涉图样与牛顿环相似的干涉

2. 比较了两种干涉的异同

3. 仔细调整实验仪器是必不可少的

4. 做实验不能心急, 要沉着冷静

5. 提前熟悉实验是很有必要的

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。