

大学物理实验报告

实验名称：

干涉法测固体的线胀系数

学院：理学院 专业：应用物理学 班级：应物 1601

学号：20161413 姓名：谢尘竹 电话：18640451671

实验日期： 2019 年 7 月 8 日

第 十九 周 星期 一 第 一 节

实验室房间号：415

实验组号：2

成绩

指导教师

批阅日期

赵国俭

2019 年 7 月 8 日

1. 实验目的:

①.掌握线胀系数的测量原理,学会用干涉法测量金属的线胀系数;

②.进一步掌握用逐差法处理数据;

③.进一步学习、巩固迈克耳孙干涉仪的使用方法及其在实际中的应用。

2. 实验器材:

名称	编号	型号	精度
迈克耳孙干涉仪			
He-Ne 激光器			
温差电偶			
数字毫伏表			
热源装置			

3. 实验原理（请用自己的语音简明扼要地叙述，注意原理图需要画出，测试公式需要写明）

升温时，一般固体由于原子的热运动加剧而发生膨胀，但在温度变化不太大范围内，线胀系数是常量，与温度无关。

设固体材料温度由 T_0 变化到 T 。长度由 L_0 变化到 L ，其线胀系数可表示为 $\alpha(T_0) = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta L/L_0}{\Delta T} = \frac{dL/L_0}{dT}$ ；

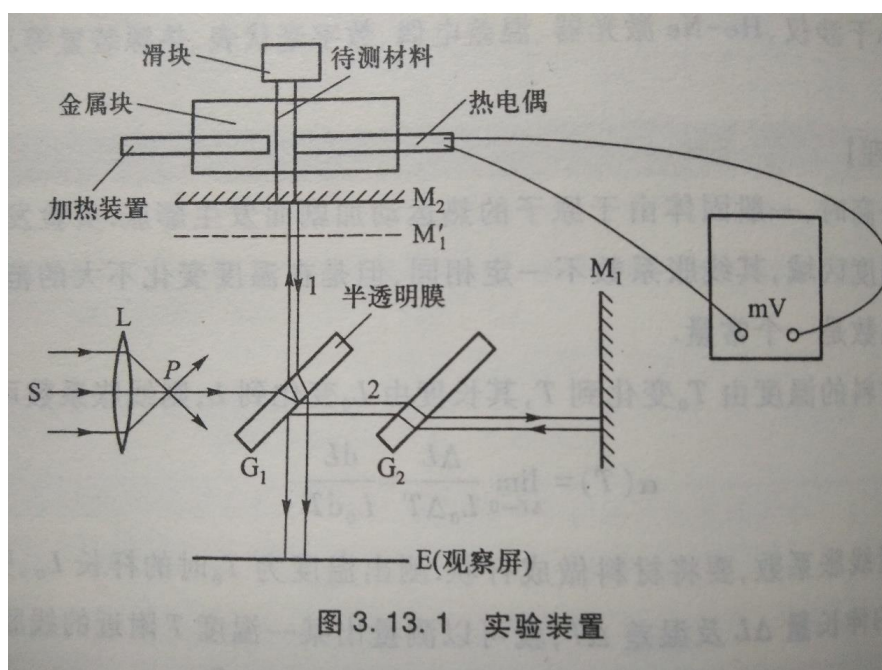
为测量线胀系数，要将材料做成杆状。测出温度为 T_0 时的杆长 L_0 、受热后温度达到 T 时的伸长量 ΔL 以及温差 ΔT ，就可以测出某一温度 T_0 附近的线胀系数 $\alpha(T_0)$ 。

测量 α 所面临的主要问题是测量 ΔL 的问题，本实验采用光学干涉法测量：将被测固体杆与干涉仪的动镜 M_2 连在一起，根据干涉原理，伸长量 ΔL 与所移过的条纹数 N 的关系为 $\Delta L = N \cdot \frac{\lambda}{2}$ 。

其中， λ 为所用激光的波长，本实验为632.8nm； N 为温度升高导致金属杆膨胀推动 M_2 移动，导致光程差改变，以至于缩入或冒出的条纹数量。

4. 实验内容与步骤

- ①. 用游标卡尺测量待测金属杆长度 $L_0 = 47.6\text{mm}$;
- ②. 将待测金属杆插入作为热源的金属块中，将金属块放在迈克尔逊干涉仪的水平导轨上；使金属杆一端顶在平面镜 M_2 上，另一端顶在与丝杠相连的滑块上；



- ③. 调节干涉仪，直到在屏幕上看到清晰的干涉图样，向位置读数减小的方向旋转手轮，直到观察到干涉圆环的缩入现象，消除传动系统的空程差；
- ④. 接通电源，记录数据，利用万用表测量温度，温度每升高 3°C ，记录一次干涉图样移动的条纹数，至少测量 16 组数据。

5. 实验记录（注意：单位、有效数字、列表）

一.经计算后的数据

干涉法测量金属线胀系数数据记录表

$$L_0=47.6\text{mm}; \lambda=632.8\text{nm}$$

温度 $T/^{\circ}\text{C}$	26	29	32	35	38
移动环个数 $N/\text{个}$	0	1	2	5	10
伸长量 $\Delta L/\text{mm}$	0	0.0003164	0.0006328	0.0015820	0.0031640
金属杆长 L/mm	47.6	47.6003164	47.6006328	47.6015820	47.6031640
温度 $T/^{\circ}\text{C}$	41	44	47	50	53
移动环个数 $N/\text{个}$	15	20	24	29	33
伸长量 $\Delta L/\text{mm}$	0.0047460	0.0063280	0.0075936	0.0091756	0.0104412
金属杆长 L/mm	47.6047460	47.6063280	47.6075936	47.6091756	47.6104412
温度 $T/^{\circ}\text{C}$	56	59	62	65	68
移动环个数 $N/\text{个}$	38	43	48	52	57
伸长量 $\Delta L/\text{mm}$	0.0120232	0.0136052	0.0151872	0.0164528	0.0180348
金属杆长 L/mm	47.6120232	47.6136052	47.6151872	47.6164528	47.6180348
温度 $T/^{\circ}\text{C}$	71	74	77	80	
移动环个数 $N/\text{个}$	62	67	71	76	
伸长量 $\Delta L/\text{mm}$	0.0196168	0.0211988	0.0224644	0.0240464	
金属杆长 L/mm	47.6196168	47.6211988	47.6224644	47.6240464	

二.原始数据

(1). $4.7 + 30 \times 0.02 = 47.6 \text{ mm}$
 $\times 10$

(4). $L_0 = 47.6 \text{ mm}$ $\lambda = 632.8 \text{ nm}$


No.	
Date	26. 0
补充数据	

$T/^\circ\text{C}$	29	32	35	38	41	44	47	50
N/\uparrow	1	2	5	10	15	20	24	28
$\Delta L/\mu\text{m}$	316.4	632.8	1582.0	3164.0	4746.0	6328.0	7583.6	9175.6
L/mm								

$T/^\circ\text{C}$	53	56	59	62	65	68	71	74
N/\uparrow	33	38	43	48	52	57	62	67
$\Delta L/\mu\text{m}$	1044.2	1203.2	1360.2	1518.2	1645.2	1803.8	1961.8	2119.8
L/mm								

$T/^\circ\text{C}$	77	80	83	86	89	92	95	98
N/\uparrow	71	76						
$\Delta L/\mu\text{m}$	2246.4	2406.4						
L/mm								

$T/^\circ\text{C}$	101	104						
N/\uparrow								
$\Delta L/\mu\text{m}$								
L/mm								



2019年2月8日 19周同一组

6. 数据处理及误差分析

A. 逐差法

由于我们一共记录了 19 组数据，但 19 是奇数，所以用逐差法处理这些数据时，无法全用上这 19 组数据，最多只能用其中的 18 组数据(又是偶数，又得尽可能全用上)。

这样就需要舍去其中一组数据，以使得数据总数变为偶数个；为了使得误差最小，理应舍去正中间的那组数据，即第 10 组数据：T=53℃ 的那组数据。

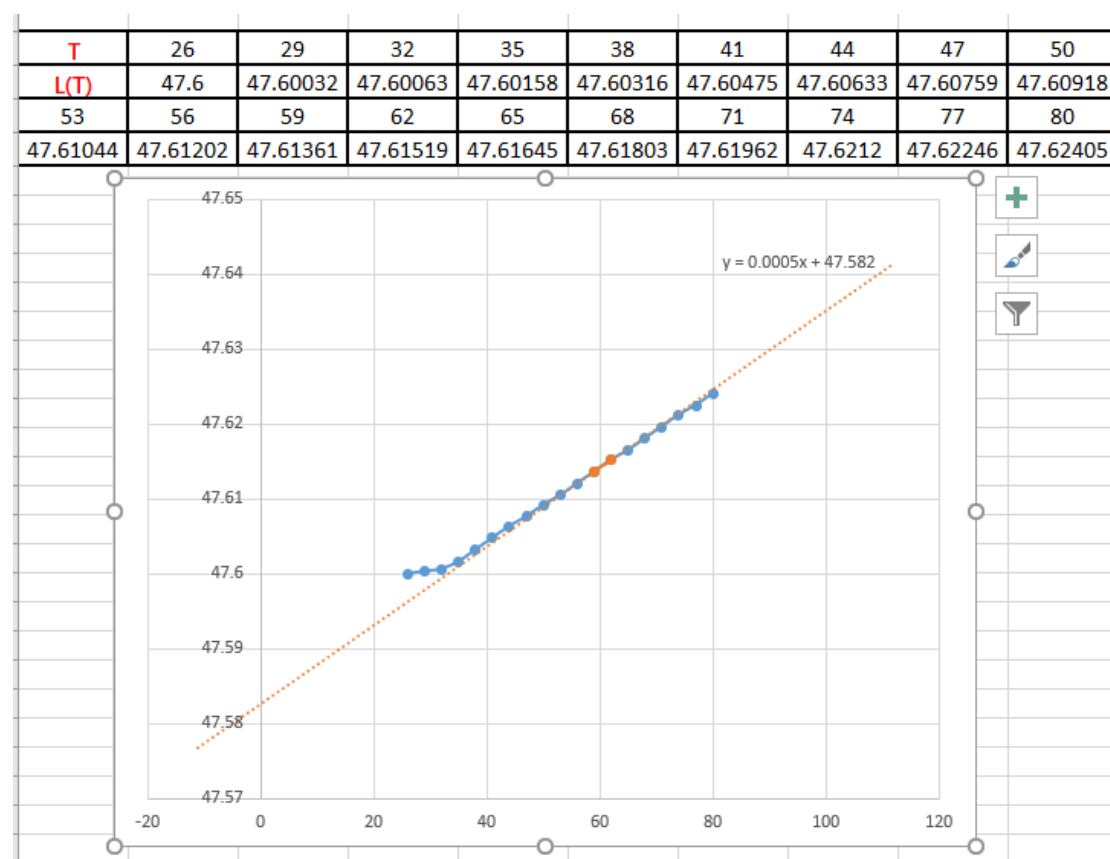
$$\begin{aligned}\text{舍去之后, } \alpha(T_0) &= \frac{\sum_{i=1}^9 \alpha(T_i)}{9} = \frac{\sum_{i=1}^9 \frac{\Delta L/L_i}{\Delta T}}{9} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \frac{(L_{i+10} - L_i)/L_i}{T_{i+10} - T_i} \\&= \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \frac{\frac{L_{i+10} - 1}{L_i}}{T_{i+10} - T_i} = \\&= \frac{1}{9} \left(\frac{\frac{47.6120232}{47.6} - 1}{56 - 26} + \frac{\frac{47.6136052}{47.6003164} - 1}{59 - 29} + \frac{\frac{47.6151872}{47.6006328} - 1}{62 - 32} + \frac{\frac{47.6164528}{47.6015820} - 1}{65 - 35} + \frac{\frac{47.6180348}{47.6031640} - 1}{68 - 38} + \right. \\&\quad \left. \frac{\frac{47.6196168}{47.6047460} - 1}{71 - 41} + \frac{\frac{47.6211988}{47.6063280} - 1}{74 - 44} + \frac{\frac{47.6224644}{47.6075936} - 1}{77 - 47} + \frac{\frac{47.6240464}{47.6091756} - 1}{80 - 50} \right) \\&= \\&= \frac{1}{9} (8.419608 + 9.305820 + 10.192021 + 10.413379 + \\&\quad 10.413033 + 10.412687 + 10.412341 + 10.412064 + \\&\quad 10.411718) \times 10^{-6}\end{aligned}$$

$$=10.043630 \times 10^{-6} (/^{\circ}\text{C})。$$

也就是说，逐差法得出的金属线胀系数

$$=1.0043630 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})。$$

B.图解法



如图所示， $T=60^{\circ}\text{C}$ 时，曲线 $L(T)$ - T 的斜率为

$$\left. \frac{dL(T)}{dT} \right|_{T=60^{\circ}\text{C}} = 0.0005, \text{ 因此温度 } 60^{\circ}\text{C} \text{ 时, 金属的线胀系数为}$$

$$\frac{1}{L(60^{\circ}\text{C})} \left. \frac{dL(T)}{dT} \right|_{T=60^{\circ}\text{C}}, \text{ 而其中 } L(60^{\circ}\text{C}) \approx \frac{L(62^{\circ}\text{C}) - L(59^{\circ}\text{C})}{3} +$$

$$L(59^{\circ}\text{C}) = \frac{47.6151872 - 47.6136052}{3} + 47.6136052$$

$$= 47.6141325(\text{mm}), \text{ 代入即有 } \alpha(60^{\circ}\text{C}) = \frac{1}{47.6141325} \times$$

$$0.0005 = \frac{1}{47.6141325} \times 0.0005 = 1.0501084 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C}).$$

该结果与“逐差法”所得结果非常接近，说明实验数据及其处理均是正确的。

7. 思考题及实验小结

- ①. 可以用光杠杆法替代干涉法来测量固体的线胀系数。
- ②. 不可以用迈克尔孙干涉仪自带的读数显微镜测量，因为金属棒在受热膨胀的过程中，并不会导致滑块的位移，而是滑块不动，金属棒顶着动镜M₂位移；而滑块的位置才是迈克尔孙干涉仪自带的读数显微镜的读数，所以在金属棒膨胀过程中，自带的读数显微镜的读数是没变的。
- ③. 不过可以用另外一个读数显微镜测量其微小伸长量。

以下内容为报告保留内容，请勿填写或删除，否则影响实验成绩

上课时间： 上课地点： 任课教师：
报告得分： 教师留言：
操作得分： 教师留言：
预习得分： 预习情况：