

南昌大学物理实验报告

课程名称：普通物理实验（1）

实验名称：金属线胀系数的测定

学院：理学院 专业班级：物理学 151 班

学生姓名：黄泽豪 学号：5502115014

实验地点：B102 座位号：14

实验时间：第七周星期四上午十点开始

【实验目的】

- 1.学会用千分表法测量金属杆长度的微小变化.
- 2.测量金属杆的线膨胀系数.

【实验原理】

一般固体的体积或长度, 随温度的升高而膨胀, 这就是固体的热膨胀. 绝大多数固体材料, 其长度是随温度的升高而增加的, 这一现象称为线膨胀. 设物体的温度改变 Δt 时其长度改变量为 ΔL , 如果 Δt 足够小, 则 Δt 与 ΔL 成正比, 并且也与物体原长 L 成正比. 因此有

$$\Delta L = \alpha L \Delta t \quad (1)$$

上式中比例系数 α 称为固体的线胀系数, 其物理意义是温度每升高 1°C 时物体的伸长量与它在 0°C 时长度之比. 设在温度为 0°C 时, 固体的长度为 L_0 当温度升高为 t 时, 其长度为 L_t ,

则有
$$(L_t - L_0)/L_0 = \alpha t$$

即
$$L_t = L_0(1 + \alpha t) \quad (2)$$

如果金属杆在温度为 t_1, t_2 时, 其长度分别为 L_1, L_2 则可得出

$$L_1 = L_0(1 + \alpha t_1) \quad (3)$$

$$L_2 = L_0(1 + \alpha t_2) \quad (4)$$

将式 (3) 代入式 (4), 又因 L_1 与 L_2 非常接近, 所以 $L_2/L_1 \approx 1$, 于是可得到如下结果:

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1(t_2 - t_1)} \quad (5)$$

由上式, 测得 L_1, L_2, t_1 和 t_2 , 就可求得 α 值.

【实验仪器】

线膨胀系数测定仪、恒温控制仪

【实验内容及步骤】

1. 接通线膨胀系数测定仪与温控仪输入输出接口和温度传感器的航空插头.
2. 测出金属杆的长度 L_1 (本实验使用的金属杆长度为 400mm), 使其一端与隔热顶尖紧密接触.
3. 调节千分表带绝热头的测量杆, 使其刚好与金属杆的自由端接触, 记下此时千分表的读数 n_1 .
4. 接通恒温控制仪的电源, 设定需要加热的值, 分别增加温度为 20°C 、 30°C 、 40°C 、 50°C , 按确定键开始加热. 注视恒温控制仪, 每隔 5°C 读一次读数, 同时读出千分表的示数, 将相应的读数 $t_2, t_3, \dots, t_n, n_2, n_3, \dots, n_n$ 记在表格里.

5. 显然, 金属杆各时刻上升的温度是 $t_2 - t_1, t_3 - t_1, \dots, t_n - t_1$, 相应的伸长量是 $n_2 - n_1, n_3 - n_1, \dots, n_n - n_1$, 则前面式 (5) 可表示为

$$n_n - n_1 = \alpha L_1(t_n - t_1)$$

即

$$\alpha = \frac{n_n - n_1}{L_1(t_n - t_1)} = \frac{\Delta n}{L_1 \Delta t} \quad (6)$$

由此可知, 线膨胀系数 α 可根据式 (6) 来计算出来. 因为长度的测量是连续进行的, 故用逐差法对 Δn 进行处理.

6. 将计算出的线胀系数与理论参考值比较, 考察误差情况.

【数据处理】

$t_n / ^\circ\text{C}$	21	26	31	36	41	46
n_n / mm	0.2000	0.2099	0.2468	0.2762	0.3084	0.3296
$t_n / ^\circ\text{C}$	51	56	61	66	71	76
n_n / mm	0.3653	0.4111	0.4400	0.4643	0.4950	0.5235
$\Delta n / \text{mm}$	0.1653	0.2012	0.1932	0.1881	0.1866	0.1939

$$\begin{aligned}\overline{\Delta n} &= 0.1881\text{mm} \\ L_1 &= 400\text{mm}, \Delta t = 5^\circ\text{C} \\ \overline{\alpha} &= \frac{\overline{\Delta n}}{L_1 \Delta t} = 1.5671 \times 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1} \\ \Delta n_A &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (\Delta n_i - \overline{\Delta n})^2}{6-1}} = 0.0123\text{mm} \\ u_{\Delta n} &= \sqrt{\Delta n_A^2 + \Delta n_B^2} = 0.0123\text{mm} \\ \frac{u_\alpha}{\alpha} &= \sqrt{\left(\frac{u_{\Delta n}}{\Delta n}\right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta t}}{\Delta t}\right)^2} = 0.0685 \\ u_\alpha &= \overline{\alpha} \cdot \frac{u_\alpha}{\alpha} = 0.1073 \times 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1} \\ \alpha &= \overline{\alpha} \pm u_\alpha = (1.5671 \pm 0.1073) \times 10^{-5} ^\circ\text{C}^{-1}\end{aligned}$$

【思考题】

1. 不行. 因为当温度超过计划记录的数值后, 此时测得的 n' 已经不是对应温度的 n 了, 记录的数据已经不准确了.
2. 不必要. 因为用冷水冷却会使仪器温度骤降, 造成一些不希望看到的结果.
3. 用蒸汽加热: 温度上升过快, 不利于记录数据;
仪器竖直放置: 被测材料会因重力原因产生形变, 导致测量结果不准.
只测始末两个数据: 会导致测量结果不够精确.

【实验结果分析与小结】

1. 这次实验的读数方式和以往的实验大不相同. 以前的实验都是读一个静止状态下的读数, 比如用游标卡尺测量圆柱体的直径. 而这次读数是在一个指针一直在运动的状态下读取的. 这就需要温度即将上升到计划读数的温度时, 集中精力, 仔细观察温度的变动和千分表的示数, 以保证读数的准确.
2. 在待测材料温度上升时, 我发现我的仪器的上升速度比其他同学要慢很多, 观察了一下其他同学的仪器后才发现原来是我没有把加热箱的盖子盖上. 盖上盖子之后温度提升的速度果然有了很大的提升. 在温度上升到 70 摄氏度左右时, 温度上升的速度再次遇到瓶颈, 我想是不是应该再给加热箱增加一些保暖措施. 于是我把脱下的外套盖在加热器上, 加热速度有了一些提升.
3. 这次实验还让我学会了千分表的使用与读数.

【原始数据】（见下页）



南昌大学物理实验报告

学生姓名: 黄译豪 学号: 5502115014 专业班级: 物理学 班级编号: 151

实验时间: ____ 时 ____ 分 第 ____ 周 星期 ____ 座位号: ____ 教师编号: ____ 成绩: ____

$t_n/^{\circ}\text{C}$	21	26	31	36	41	46	51	56
n_n/mm	0.2000	0.2099	0.2468	0.2762	0.3084	0.3296	0.3653	0.4111

$t_n/^{\circ}\text{C}$	61	66	71	76
n_n/mm	0.4400	0.4643	0.4950	0.5235

4.14

