



南昌大学实验报告

学生姓名： 马文青 学 号： 5502215035 专业班级： 应用物理学 152 班
 实验类型： ☐ 验证 ☐ 综合 ☐ 设计 ☐ 创新 实验日期： 2016.3.10 实验成绩： _____

一、实验项目名称

金属导热系数的测量

二、实验目的

用稳态法测定金属良导热体的导热系数，并与理论值进行比较。

三、实验基本原理

利用傅里叶导热方程： $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda S \frac{T_1 - T_2}{h}$ ($T_1 > T_2$) 进行测量，式中 $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$

为热流量， λ 为该物质的导热率（又称作导热系数）。 λ 在数值上等于相距单位长度的两平面的温度相差一个单位时，单位时间内通过单位面积的热量，其单位是 $W/(m \cdot K)$ 。

组装好实验仪器，发热器通电后，热量从 A 盘传到 B 盘，再传到 P 盘，在样品 B 上、下分别有一小孔，可用热电偶测出其温度 T_1 和 T_2 。由傅里叶导热方程可知，单位时间内通过待测样品 B 任一圆截面的热流量为

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \frac{(T_1 - T_2)}{h_B} \pi R_B^2$$

式中 R_B 为样品的半径， h_B 为样品上下小孔之间的距离，当热传导达到稳定状态时， T_1 和 T_2 的值不变，于是通过 B 盘上表面的热流量与由铜盘 P 向周围的散热速率相等，因此，可以通过

铜盘 P 在稳定温度 T_3 时的散热速率来求出热流量 $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ 。实验中，在读得稳定时的 T_1 、 T_2 和 T_3 后，即可将 B 盘移去，而使 A 盘的底面与铜盘 P 直接接触。当铜盘 P 的温度上升到高于稳定时的 T_3 值若干摄氏度后，再将圆盘 A 移开，让铜盘 P 自然冷却。观察其温度 T 随时间 t 的

变化情况，然后由此求出铜盘在 T_3 的冷却速率 $\left. \frac{\Delta T}{\Delta t} \right|_{T=T_2}$ ，而 $mc \left. \frac{\Delta T}{\Delta t} \right|_{T=T_2} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ (m 为铜盘 P 的质量， c 为铜材比热容)，就是铜盘 P 在温度为 T_3 时的散热速率。考虑到物体的冷却速率与它的表面积成正比，在稳态是铜盘散热速率的表达式应作如下修正：

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)}{(2\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)}$$

代入前面所得式，得

$$\lambda = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(R_p + 2h_p) \cdot h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2}$$

四、主要仪器设备及耗材

TC-3 型导热系数测定仪、杜瓦瓶、游标卡尺。

五、实验步骤

(1) 先将两块树脂圆环套在金属筒两端，并在金属圆筒两端涂上导热硅胶，然后置于加热盘 A 和散热盘 P 之间，调节散热盘 P 下方的三颗螺丝，使金属圆筒与加热盘 A 及散热盘 P 紧密接触。

(2) 在杜瓦瓶中放入冰水混合物，将热电偶的冷端插入杜瓦瓶中，热端分别插入金属筒侧面上、下的小孔中，并分别将热电偶的接线连接到仪器面板的传感器 I、II 上。

(3) 接通电源，将加热开关置于高档，当传感器 I 的温度 T_1 对应的热电势约为 3.5mV 时，再将加热开关置于低挡，约 40min。

(4) 待达到稳态时 (T_1 与 T_2 的数值在 10min 内的变化小于 0.03mV)，每隔 2min 记录 T_1 和 T_2 的值。

(5) 测量记录散热盘 P 的温度 T_3 。

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

(6) 测量散热盘在稳态值 T_2 附近的散热速率 $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ：移开加热盘 A，先将两侧温热端取下，再将 T_2 的测温热端插入散热盘 P 的侧面小孔，取下金属圆筒，并使加热盘 A 与散热盘 P 直接接触，当散热盘 P 的温度上升到高于稳态 T_3 的值对应的热电势约为 0.2mV 时，再将加热盘 A 移开，让散热盘 P 自然冷却，每隔 30s 记录此时的 U_3 值。

(7) 用游标卡尺测量金属圆筒的直径和厚度，各 5 次。

(8) 记录散热盘 P 的直径、厚度、质量。

六、实验数据及处理结果

1、散热盘 P: $m = 819g$ $R_P = 6.39cm$ $h_P = 0.72cm$

2、金属（铝）圆筒: $R_B = 1.95cm$ $h_B = 9.0cm$

3、稳态时 T_1 、 T_2 对应的热电势的数据:

| 序次 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| U_1/mV | 1.83 | 1.85 | 1.84 | 1.85 | 1.85 | 1.84 |
| U_2/mV | 1.58 | 1.59 | 1.58 | 1.58 | 1.57 | 1.58 |

稳态时 T_3 对应的热电势数据 $U_3 = 1.37 mV$

4、散热速率:

| 时间/s | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| U_3/mV | 1.58 | 1.52 | 1.44 | 1.36 | 1.29 | 1.24 | 1.18 | 1.10 |

$$\lambda = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(R_p + 2h_p) \cdot h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2}$$

5、经计算， $\lambda = 125(W/(mK))$ (与

理论值相比偏小)。

七、思考讨论题或体会或对改进实验的建议

- 1、误差主要来自：实验装置接触不够紧密，散热面积有所偏差；实验中所使用的铝纯度及杂质未知；热电偶的两端在插入时深浅对实验有一定的影响；计算方式上可能存在偏差。
- 2、处于稳态的时候，冷却速度和温度呈线性关系，测量结果更为准确。
- 3、轴流式风机的作用是强化换热，若不工作，可能会烧毁元件，使实验无法进行。

八、参考资料

原始数据：

应物152班 马文青 5102215035

散热盘P: $m = 819\text{ g}$, $\bar{R}_P = \overset{6.39}{12.78}\text{ cm}$, $\bar{h}_P = 0.12\text{ cm}$ 铝筒: $\bar{R}_B = 1.95\text{ cm}$
 $\bar{h}_B = 9.0\text{ cm}$

稳态时 T_1, T_2 对应的热电势数据

| 序次 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| U_1/mV | 1.83 | 1.85 | 1.84 | 1.85 | 1.85 | 1.84 |
| U_2/mV | 1.58 | 1.59 | 1.58 | 1.58 | 1.57 | 1.58 |

稳态时 T_3 对应的热电势数据 $U_3 = 1.37\text{ mV}$

散热速率 $\frac{\Delta U}{\Delta t} = 2.3 \times 10^{-3}\text{ mV/s}$

| 时间/s | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| U_3/mV | 1.58 | 1.52 | 1.44 | 1.36 | 1.29 | 1.24 | 1.18 | 1.10 |

邵子 3.10