

# 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： 金属导热系数的测量

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： B103 座位号： 14

实验时间： 第十四周星期四上午十点开始

### 【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。

### 【实验原理】

1882 年法国数学家、物理学家傅里叶给出了一个热传导的基本公式——傅里叶导热方程。该方程表明，在物体内部，取两个垂直于热传导方向、彼此间相距为  $h$ 、温度分别为  $T_1$ 、 $T_2$  的平行平面设 ( $T_1 > T_2$ )，若平面面积均为  $S$ ，在  $\Delta t$  时间内通过面积  $S$  的热量  $\Delta Q$  满足下述表达式：

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda S \frac{T_1 - T_2}{h} \quad (1)$$

式中  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  为热流量， $\lambda$  为该物质的热导率（又称作导热系数）。 $\lambda$  在树枝上等于相距单位长度的两平面的温度相差 1 个单位时，单位时间内通过单位面积的热量，其单位是  $W/(m \cdot K)$ 。

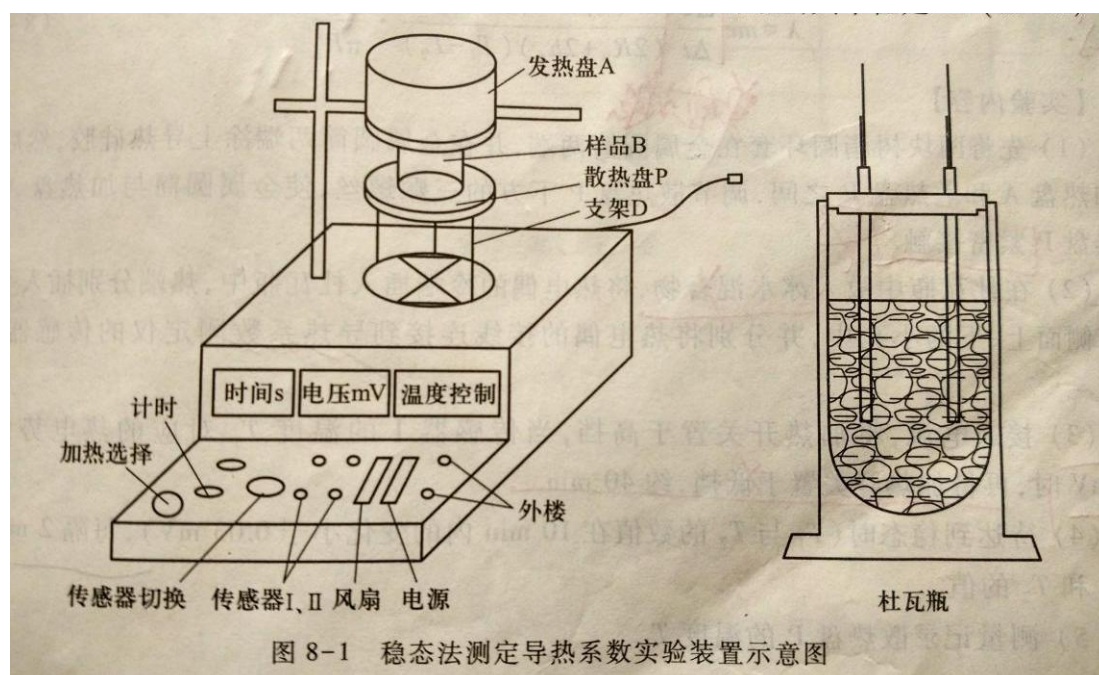


图 8-1 稳态法测定导热系数实验装置示意图

本实验仪器如图 8-1 所示。在支架 D 上先放置散热盘 P，在散热盘 P 的上面放上待测样品 B，再把带发热器的圆铜盘 A 放在 B 上，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  $T_2$ 。由式 (1) 可以知道，单位时间内通过待测样品 B 任一圆截面的热流量为

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

式中  $R_B$  为样品半径， $h_B$  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  $T_2$  值不变，于是通过 B 盘上表面的热流量与由铜盘 P 向周围散热的速率相等，因此，可通过铜盘 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值  $T_3$  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  $\left. \frac{\Delta T}{\Delta t} \right|_{T=T_3}$ ，而 ( $m$  为铜盘 P 的质量， $c$  为铜材的比热容)，就是铜盘 P 在温度为  $T_3$  时的散热速率。但要注意，这样求出的  $\frac{\Delta T}{\Delta t}$  是铜盘的

全部表面暴露于空气中的冷却速率其散热面积为  $2\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p$  (其中  $R_p$  与  $h_p$  分别为铜盘的半径与厚度). 然而, 在观察测试样品的稳态传热时, P 盘的上表面 (面积为  $\pi R_p^2$ ) 是被样品覆盖着的. 考虑到物体冷却速率与他的表面积成正比, 则稳态时铜盘的散热速率的表达式应作如下修正

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)}{(2\pi R_p^2 + 2\pi R_p h_p)} \quad (3)$$

将式 (3) 代入式 (2), 得

$$\lambda = mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(R_p + 2h_p) \cdot h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2} \quad (4)$$

### 【实验仪器】

TC-3 型导热系数测定仪、杜瓦瓶、游标卡尺.

### 【实验内容及步骤】

(1) 先将两块树脂圆环套在金属圆筒两端, 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) 在杜瓦瓶中放入常温水, 将热电偶的冷端插入杜瓦瓶中, 热端分别插入金属圆筒侧面上、下的小孔中, 并分别将热电偶的接线连接到导热系数测定仪的传感器 I、II 上.

(3) 接通电源, 将加热开关置于高档.

(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  $T_3$ .

(6) 测量散热盘 P 在稳态值  $T_2$  附近的散热速率  $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ : 移开加热盘 A 先将两侧测温热端取下, 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 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) 记录金属圆筒的直径和长度, 散热盘 P 的直径、厚度和质量.

### 【数据处理】

稳态时~对应的热电势的数据:

序次	1	2	3	4	5	平均值
$U_1 / \text{mV}$	2.55	2.54	2.54	2.55	2.55	2.546
$U_2 / \text{mV}$	2.46	2.46	2.47	2.47	2.48	2.468

稳态时~对应的热电势数据  $U_3 = 1.72\text{mV}$

时间/s	30	60	90	120	150	180	210	240
$U_3 / \text{mV}$	1.89	1.86	1.83	1.8	1.77	1.74	1.71	1.68

$$\text{散热速率: } \frac{\Delta \bar{U}}{\Delta t} = 0.001 / \text{mV} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\begin{aligned}\lambda &= mc \frac{\Delta T}{\Delta t} \frac{(R_p + 2h_p) \cdot h_B}{(2R_p + 2h_p)(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{\pi R_B^2} \\ &= 0.46 \text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \\ &= 194.20 \text{J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\end{aligned}$$

### 【误差分析】

1. 铝棒与散热盘接触不够紧密，使铝棒中的温度梯度发生改变.
2. 热电偶放的位置不对，测出的热电势不一定准确.
3. 塑料盘没有完整覆盖散热盘的上面，导致散热面积与理论计算时不同.

### 【实验结果分析与小结】

1. 这次实验中，老师的讲解让我知道，在进入实验室前需要明确实验目的和实验原理等. 我感觉我在这方面还做得不够，以后还需多加努力.
2. 这次实验我们并没有在杜瓦瓶中放冰水混合物，但依旧可以使实验正常进行，因为热电偶测出的只是冷热两端的温度差，并且做减法运算后并不影响实验的结果. 所以很多实验如果无法达到标准的实验器材，寻找替代品也不失为一种好办法.

### 【原始数据】（见下页）



# 南昌大学实验报告

学生姓名: 黄泽豪 学号: 5502115014 专业班级: 物理151班

实验类型: ☐验证 ☐综合 ☐设计 ☐创新 实验日期: 6.2 实验成绩: \_\_\_\_\_

序次	1	2	3	4	5
$U_1/mV$	<del>2.49</del> 2.55	2.54	2.54	2.55	2.55
$U_2/mV$	2.46	2.46	2.47	2.47	2.48

$$U_3 = 1.72 \text{ mV}$$

时间/s	30	60	90	120	150	180
$U_3/mV$	1.89	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
	210	240				
	1.71	1.68				



铜的比热  $0.09197 \text{ Cal g}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$   
P铜盘质量  $91.4 \text{ g}$   
P铜盘厚度  $0.92 \text{ cm}$   
P铜盘直径  $12.82 \text{ cm}$   
橡胶盘直径  $13.01 \text{ cm}$   
橡胶盘厚度  $0.91 \text{ cm}$   
B铝棒直径  $3.98 \text{ cm}$   
B铝棒长度  $9.51 \text{ cm}$

6.2