



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

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

利用傅里叶导热方程: 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 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

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 $m c \left. \frac{\Delta T}{\Delta t} \right|_{T=T_2} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ (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, 在稳态时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，将加热开关置于高挡，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：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: $m = 819 \text{ g}$	$\bar{R}_p = \frac{6.39}{278} \text{ cm}$	$\bar{h}_p = 0.72 \text{ cm}$						
铝筒: $\bar{R}_B = 1.95 \text{ cm}$		$\bar{h}_B = 9.0 \text{ cm}$						
稳态时 T_1, T_2 对应的电热势数据								
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