

武汉大学物理科学与技术学院

物理实验报告

测绘学院 测绘专业 2019年3月29日

实验名称	冷却法测量金属的比热容		
姓名	年级	大一	学号
			成绩

实验报告内容:

一、实验目的

二、主要实验仪器

三、实验原理

四、实验内容与步骤

五、数据表格

六、数据处理及结果表达

七、实验结果分析

八、习题

一、[实验目的]

1. 掌握冷却法测量金属的比热容
2. 了解金属的冷却速率与环境之间的温差关系, 以及进行测量的实验条件

二、[主要实验仪器]

冷却法金属比热容测量仪

三、[实验原理]

单位质量的物质, 其温度升高1K(或1°C)所需的热量叫做该物质的比热容, 其值随温度而变化. 将质量为 m 的金属样品加热后, 放到较低温度的介质(如室温的空气)中, 样品将会逐渐冷却. 其单位时间的热量损失($\Delta Q/\Delta t$)与温度下降的速率成正比, 于是得到下述关系式:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = C_1 m_1 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right) \quad \text{..... ①}$$

式中 C_1 为该金属样品在温度 θ_1 时的比热容, $\left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_1$ 为金属



样品在温度为 θ_1 时的温度下降速率,根据牛顿冷却定律有

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \alpha_1 S_1 (\theta_1 - \theta_0)^n \quad \text{----- (2)}$$

式中: α_1 为热交换系数, S_1 为该样品外表面的面积, n 为常量, θ_1 为金属样品的温度, θ_0 为周围介质的温度. 由①式和②式, 可得

$$C_1 m_1 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_1 = \alpha_1 S_1 (\theta_1 - \theta_0)^n \quad \text{----- (3)}$$

同理, 对于其他金属有

$$C_2 m_2 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_2 = \alpha_2 S_2 (\theta_2 - \theta_0)^n \quad \text{----- (4)}$$

式中: m_2 和 C_2 分别表示另一种金属样品的质量和比热容.

由③式和④式可得

$$\frac{C_1 m_1 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_1}{C_2 m_2 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_2} = \frac{\alpha_1 S_1 (\theta_1 - \theta_0)^n}{\alpha_2 S_2 (\theta_2 - \theta_0)^n}$$

$$C_2 = C_1 \frac{m_1 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_1 \alpha_2 S_2 (\theta_2 - \theta_0)^n}{m_2 \left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t} \right)_2 \alpha_1 S_1 (\theta_1 - \theta_0)^n} \quad \text{----- (5)}$$

当满足下述三个条件:

(1) 两样品的形状尺寸都相同, 即 $S_1 = S_2$, 两样品的表面状况也相同 (如涂层、色泽等), 而周围介质 (空气) 的性质也不变, 则有 $\alpha_1 = \alpha_2$;

(2) 当周围介质温度不变 (即室温 θ_0 恒定) 而样品又处于相同温度 $\theta_1 = \theta_2$;

(3) 两样品降温区间相同, 即 $\Delta \theta_1 = \Delta \theta_2$.

则⑤式可简化为



实验

姓

实验

一、实

二、主

三、实

四、实

一、I

1. 序

2. 3

测

二、I

冷

三、I

叫估

m

温

量

指

述关

式

中

$$C_2 = C_1 \frac{m_1 \Delta t_1}{m_2 \Delta t_2} \dots \dots \dots (6)$$

实验中只要测出两样品的质量 m_1, m_2 及两样品在相同升温区间内的升温时间 $\Delta t_1, \Delta t_2$, 就可求出待测金属材料

的比热容 C_2 . 已知标准样品1 (铜) 在 100°C 时的比热容为

$C_{Cu} = 393 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

IV. [实验内容与步骤]

1. 测量铜块和铝在 100°C 时的比热容

(1) 选取长度、直径、表面光洁度尽可能相同的三种金属样品 (铜、铁、铝), 用电子天平称出它们的质量, 再根据 $m_{Cu} > m_{Fe} > m_{Al}$, 将三种金属样品区分开来, 并将它们的质量记录下来.

(2) 使热电偶端的铜导线与数字表的正端相连; 冷端导线与数字表的负端相连, 已知:

$120^\circ\text{C} - 146.07\Omega; 105^\circ\text{C} - 140.40\Omega; 95^\circ\text{C} - 136.61\Omega; 50^\circ\text{C} - 119.40\Omega$

(3) 将金属 Fe 样品拧到仪器上, 打开加热开关, 观察欧姆示数. 当示数为 146.07Ω 时, 表明温度已达到 120°C , 关闭加热按钮, 将金属样品取出, 让其自然冷却, 当示数为 140.40Ω 时, 开始计时, 示数为 136.61Ω 时, 计时结束. 将时间 Δt_1 记录在表中, 反复观测五次.

(4) 最后一次测量后, 待欧姆示数达到 119.40Ω 以下时, 才可取下金属样品, 以免灼伤.

(5) 依次测量 C_{Cu}, Al , 步骤与 (3) 相同

(6) 完成实验, 整理仪器



五. [数据记录表格] (见实验全套数据记录单)

六. [数据处理及结果表达] Δt 为温度从 105°C 降到 95°C 所需时间

$$\text{样品Fe冷却平均用时 } \Delta t_1 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{1n} = 35.014\text{S}$$

$$\text{样品Cu冷却平均用时 } \Delta t_2 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{2n} = 33.06\text{S}$$

$$\text{样品Al冷却平均用时 } \Delta t_3 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{3n} = 20.97\text{S}$$

由⑥式, $m_{\text{Fe}} = 17.756\text{g}$, $m_{\text{Cu}} = 19.281\text{g}$, $m_{\text{Al}} = 5.493\text{g}$, 在 100°C 时,

$$C_{\text{Fe}} = C_{\text{Cu}} \frac{m_{\text{Cu}} \Delta t_1}{m_{\text{Fe}} \Delta t_2} = 393 \times \frac{19.281}{17.756} \times \frac{35.014}{33.06} = 452 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$C_{\text{Al}} = C_{\text{Cu}} \frac{m_{\text{Cu}} \Delta t_3}{m_{\text{Al}} \Delta t_2} = 393 \times \frac{19.281}{5.493} \times \frac{20.97}{33.06} = 875 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

七. [实验结果分析]

- ① 称量样品质量时应注意区分Fe和Cu, 并认真做好相应记录;
- ② 实验时应紧盯显示屏的电阻显示, 在示数到达 105°C 时对应的欧姆读数前更应做好准备, 到达相应读数时用手机即时读数与停表, 尽量减少由于反应速度带来的误差;
- ③ 在整个实验过程中, 应保持样品在相同条件下冷却, 不能冷却一种样品时开风扇, 冷却另一种样品时不开风扇, 整体实验条件一致, 数据才有可比性;
- ④ 取出金属样品时, 应使用工具将其按下或者待欧姆示数降低到 119.40Ω 以下时用手取下, 避免烫伤;
- ⑤ 加热样品时出现电阻不变的情况, 应检查电路是否断路;

⑥ 所用金属样品可能已被磨损, 形状、大小并不严格相同, 可能造成一定误差。

教师评语

指导教师:

Truy

年 4 月 12 日



武汉大学物理科学与技术学院

物理实验报告

测绘学院 测绘类专业 2019年3月29日

实验名称							
姓 名		年 级		学 号		成 绩	
<p>实验报告内容:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>一、实验目的</p> <p>二、主要实验仪器</p> <p>三、实验原理</p> <p>四、实验内容与步骤</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>五、数据表格</p> <p>六、数据处理及结果表达</p> <p>七、实验结果分析</p> <p>八、习题</p> </div> </div>							
<p>八. [习题]</p> <p>[预习思考题]</p> <p>不能利用本实验的方法测量金属在任意温度时的比热容。</p> <p>例如测量室温或低于室温时的比热容, 用现有仪器设备, 无法测出包含该温度降温区间所需时间。</p> <p>[课后习题]</p> <p>2. ① 计时误差: 由于人的反应速度及判定问题导致误差, 反应迅速、判断准确可减小误差;</p> <p>② 计时误差: 样品在加热和冷却过程应预留一定的缓冲区间, 如测量时应将电阻升至 146.01Ω 以下再冷却, 一定的缓冲时间可提高计时精度;</p> <p>③ 计时误差: 多次读数取平均可在一定程度上减小计时误差;</p>							



- ④ 冷却条件误差: 整个实验过程中应控制冷却条件相同, 保证实验周围环境稳定可减小由于冷却条件变化造成的误差(如: 统一不开风扇、盖上盖板等);
- ⑤ 样品磨损误差: 样品磨损后大小、形状不一致造成误差, 尽量使用新样品可减小误差;
- ⑥ 质量称量误差: 多次称量质量求平均可减小质量称量误差.



武汉大学物理实验数据记录单

学院: 物理学院 专业: 物理类

实验名称: 冷却法测量金属的比热容 实验仪器台号: _____

测量铁和铜在100°C时的比热容 (单位: $J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)

次数 \ 样品	17.756g 样品质量(Fe)	19.281g 样品质量(Cu)	5.493g 样品质量(Al)
1	33.25s	32.55s	20.86s
2	34.51s	33.18s	21.07s
3	35.61s	32.91s	20.76s
4	35.48s	33.12s	20.53s
5	36.22s	33.54s	21.63s
测量结果	$C_{Fe} = 452$	$C_{Cu} = 393$	$C_{Al} = 875$

温度 对应电阻
 120°C 146.07Ω
 105°C 140.40Ω
 95°C 136.61Ω
 50°C 119.40Ω

$$\Delta t_1 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{1n} = 35.014s$$

$$\Delta t_2 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{2n} = 33.06s$$

$$\Delta t_3 = \frac{1}{5} \sum_{n=1}^5 t_{3n} = 20.97s$$

$$C_{Fe} = C_{Cu} \frac{m_{Cu} \Delta t_1}{m_{Fe} \Delta t_2} = 393 \times \frac{19.281}{17.756} \times \frac{35.014}{33.06} = 452 J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$$

$$C_{Al} = C_{Cu} \frac{m_{Cu} \Delta t_3}{m_{Al} \Delta t_2} = 393 \times \frac{19.281}{5.493} \times \frac{20.97}{33.06} = 875 J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$$

指导教师: hy

年 3 月 28 日



扫描全能王 创建