



# 金属比热容的测量

大学物理实验（一）

# 主要内容

1

实验目的

2

实验原理

3

实验仪器

4

实验内容和步骤

5

报告要求

# 实验目的

**比热容：**单位质量的物质，其温度升高1K（1℃）所需的热量叫做该物质的比热容，用 $c$ 表示，其值随温度而变化。

- ❖ 利用牛顿冷却规律用比较法测量100℃时金属比热容
- ❖ 测量金属的冷却曲线

标准参照金属：铜

待测金属：铁、铝

# 实验原理

1、**牛顿冷却规律**：当物体表面与周围存在温度差时，单位时间从单位面积散失的热量与温度差成正比。（**比例系数称为热传递系数。**）

牛顿冷却定律是牛顿在1700年用实验确定的，在强迫对流时与实际符合较好，在自然对流时只在温度差不太大时才成立。

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = a S_1 (\theta_1 - \theta_0)^\alpha \quad (1)$$

$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ ：单位时间损失的热量       $a$ ：热交换系数       $S_1$ ：散热面积

$\theta_1$ ：样品温度， $\theta_0$ 环境温度

$\alpha$ ：常数(强迫对流 $\alpha = 1$ ,自然对流 $\alpha = \frac{5}{4}$ )

## 2、比热容的测量原理与方法:

质量为 $M_1$ 的样品加热后在低温环境冷却: 单位时间热量损失

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} \text{ 与温度下降速率 } \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} \text{ 成正比} \quad \frac{\Delta Q}{\Delta t} = aS_1(\theta_1 - \theta_0)^\alpha \quad (1)$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = c_1 M_1 \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} \text{-----} (2)$$

根据牛顿冷却定律有

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{样品1: } \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} = \frac{a_1 S_1}{c_1 M_1} (\theta_1 - \theta_0)^\alpha \\ \text{样品2: } \frac{\Delta \theta_2}{\Delta t} = \frac{a_2 S_2}{c_2 M_2} (\theta_1 - \theta_0)^\alpha \end{array} \right.$$

尺寸相同:  $S_1 = S_2$   
环境相同:  $a_1 = a_2$

$$\longrightarrow c_2 = c_1 \frac{M_1}{M_2} \frac{\left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t}\right)_1}{\left(\frac{\Delta \theta}{\Delta t}\right)_2} \text{---} (3)$$

样品1的降温速率

样品2的降温速率

$$c_2 = c_1 \frac{M_1}{M_2} \frac{(\frac{\Delta\theta}{\Delta t})_1}{(\frac{\Delta\theta}{\Delta t})_2} \text{-----} (3)$$

### 本实验温度用热电偶测量

分别测量100℃时Cu、Fe、Al的降温速率,即可求用(3)式算出Fe、Al的比热容

已知三个样品的质量:

$$M_{\text{Cu}} = 4.830\text{g},$$

$$M_{\text{Fe}} = 4.028\text{g}$$

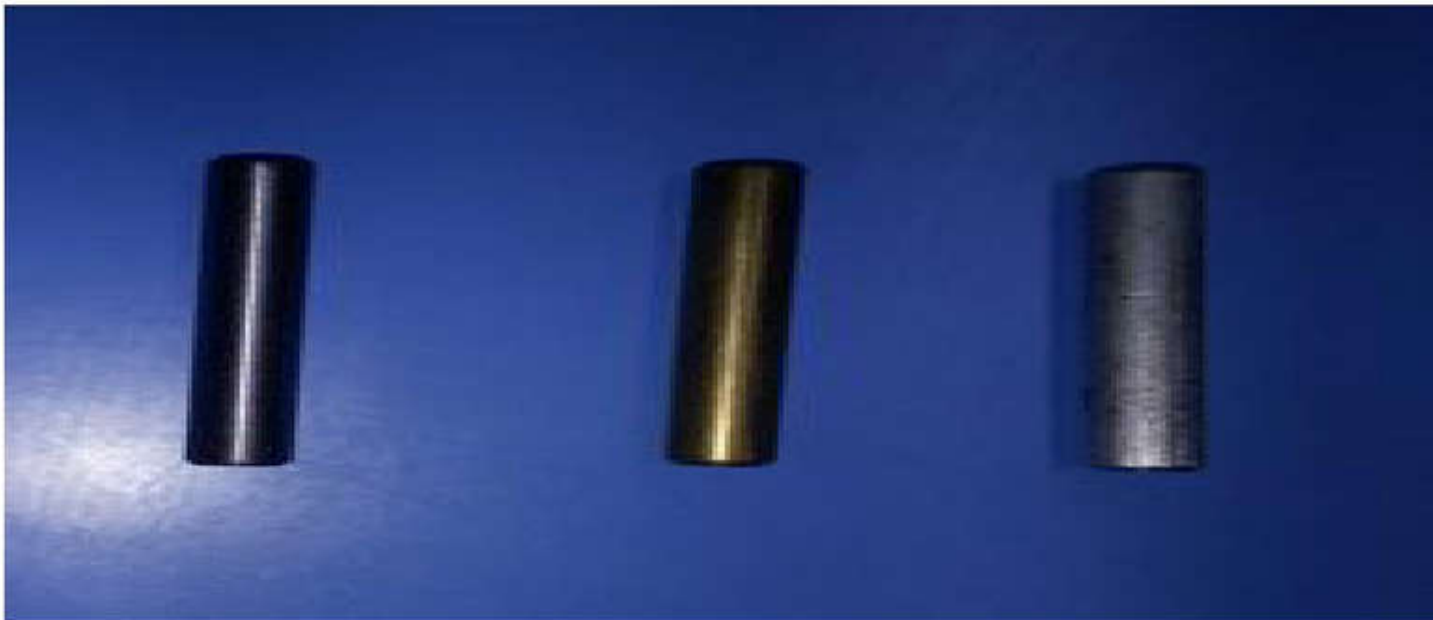
$$M_{\text{Al}} = 1.500\text{g}$$

已知铜的比热容:

$$C_{\text{Cu}} = 0.094\text{cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

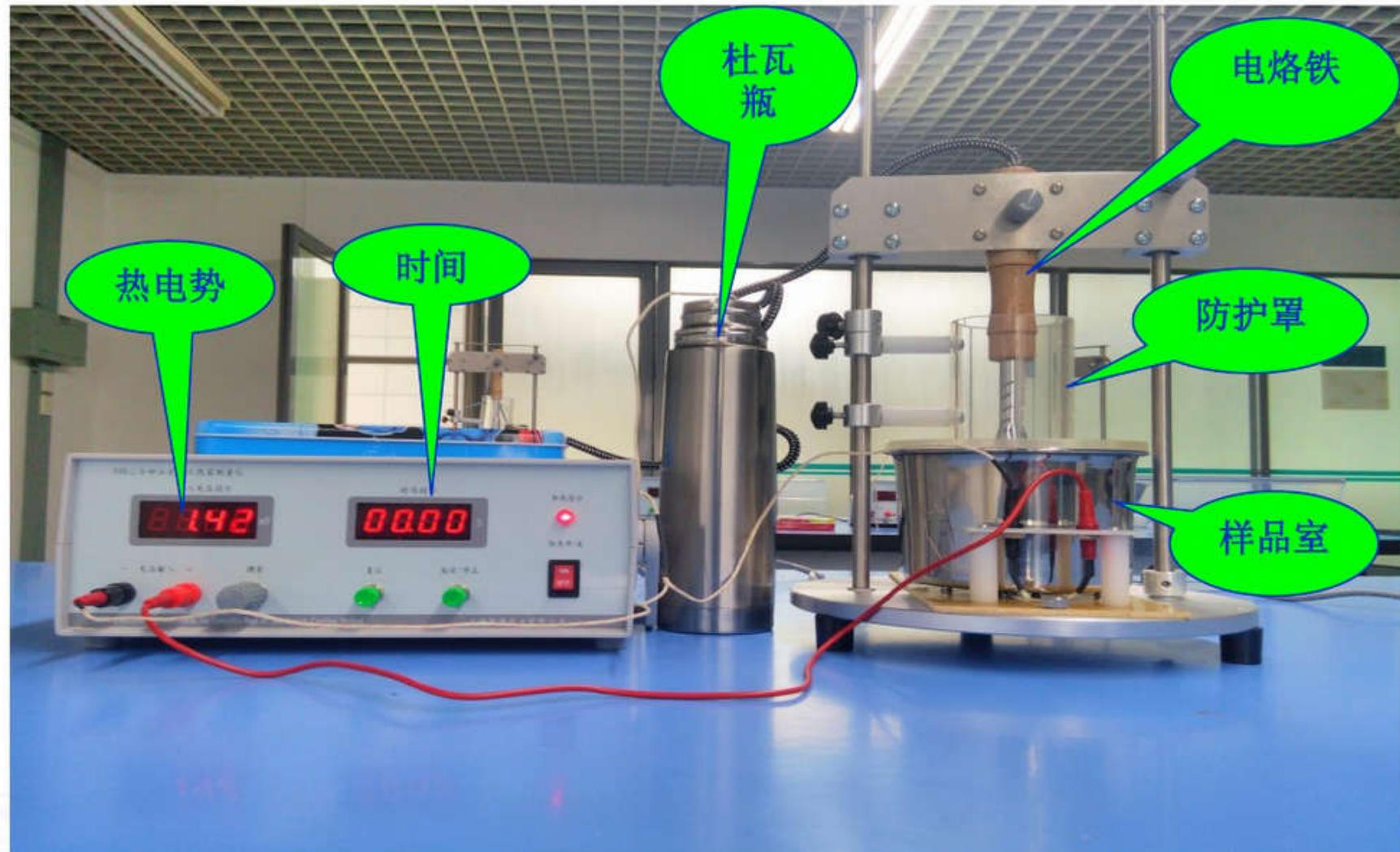
降温速率测量方法: 记录样品从102℃ (4.37mV)降温到98℃ (4.18mV)所需要的时间求出  $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

样品 Fe、Cu和Al。





# 实验仪器





# 实验内容

## 1、用比较法测量100℃时Fe和Al的比热容

已知三个样品的质量：

$$M_{\text{Cu}} = 4.830\text{g},$$

$$M_{\text{Fe}} = 4.028\text{g}$$

$$M_{\text{Al}} = 1.500\text{g}$$

已知铜的比热容：

$$C_{\text{Cu}} = 0.094\text{cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

样品由102℃ (4.37mV)下降到98℃ (4.18mV)所需要的时间

次数 样品	1	2	3	4	5	平均值 $\overline{\Delta t}$
Fe						
Cu						
Al						

## 2、测量Cu的冷却规律

电压 (mV)	6.0							
时间(s)								
电压 (mV)								
时间(s)								

## 实验步骤

1. 短接调零数字电压表（每换一次材料都调）。
2. 按实验要求连接好加热仪和热电偶测试仪。
3. 将实验样品套在容器内的热电偶上，不盖有机玻璃盖，下降实验架，使电烙铁全套在样品上给样品加热。把样品加热到约 $131^{\circ}\text{C}$ （数字电压表读数 $6.00\text{mV}$ ）时，断开加热开关。上升加热源（有机玻璃罩和盖都盖好），使样品在样品室自然冷却。

## 实验步骤

- ❖ 4. 记录试验样品温度从102℃（数字电压表读数4.37mV）下降到98℃（数字电压表读数4.18mV）所需要时间 $\Delta t$ 。
- ❖ 5. 分别测量铜、铁、铝的温度下降速度，每一样品重复测量5次。
- ❖ 6. 加温到6.5mV。从6.0mV开始，按表格时间记录电压，做出铜的温度℃~时间t的冷却速率关系



# 电压表调零

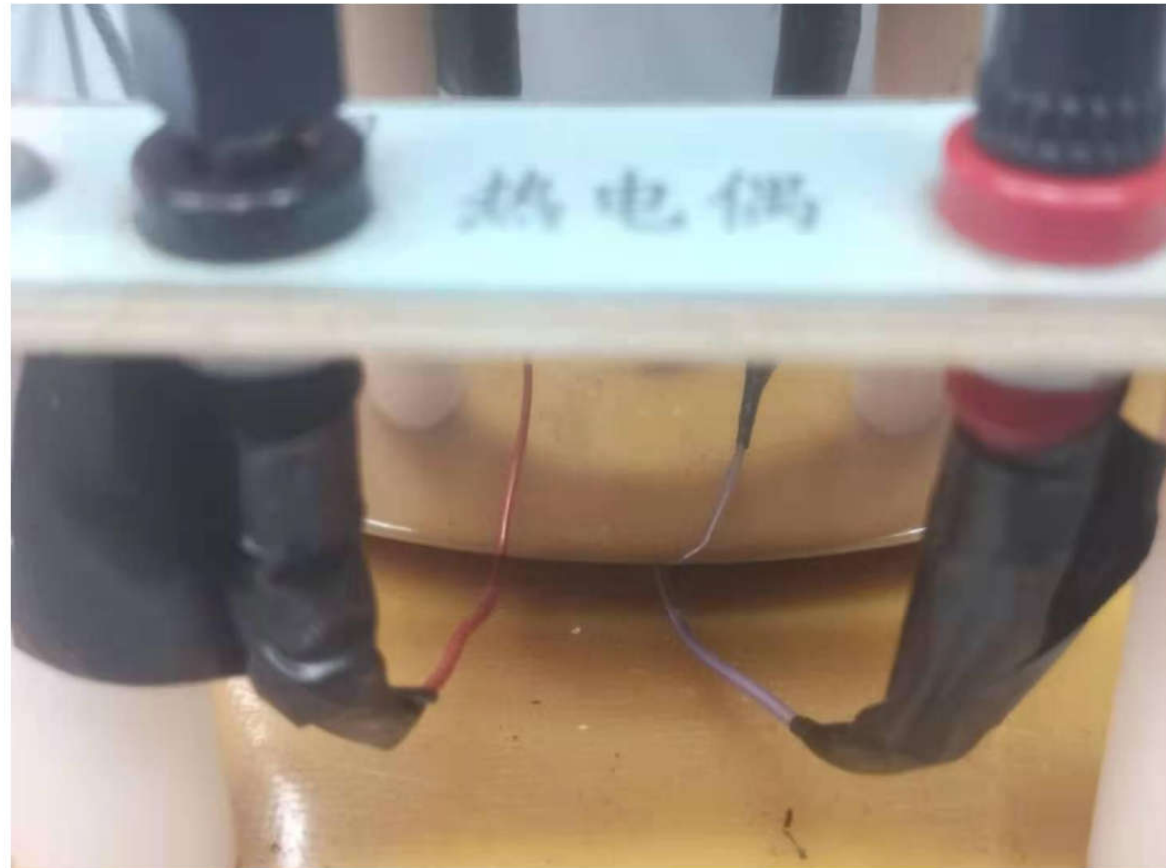
目的 原理 仪器 步骤 报告要求

## 电压表正负极相连短路



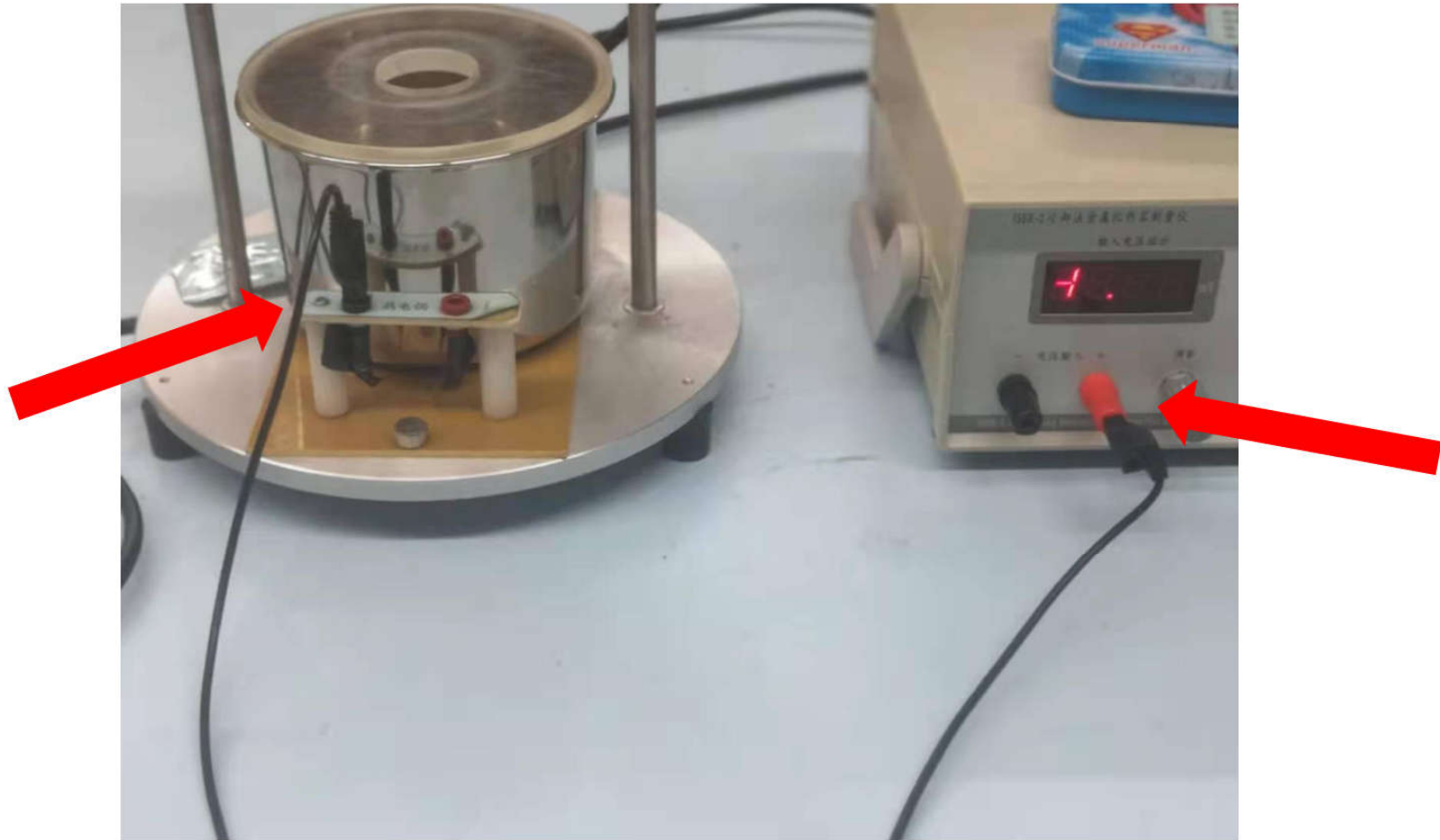
# 红色为铜；白色为康铜

- 导线被包裹的，以文字为准
- 导线裸露的，以颜色为准

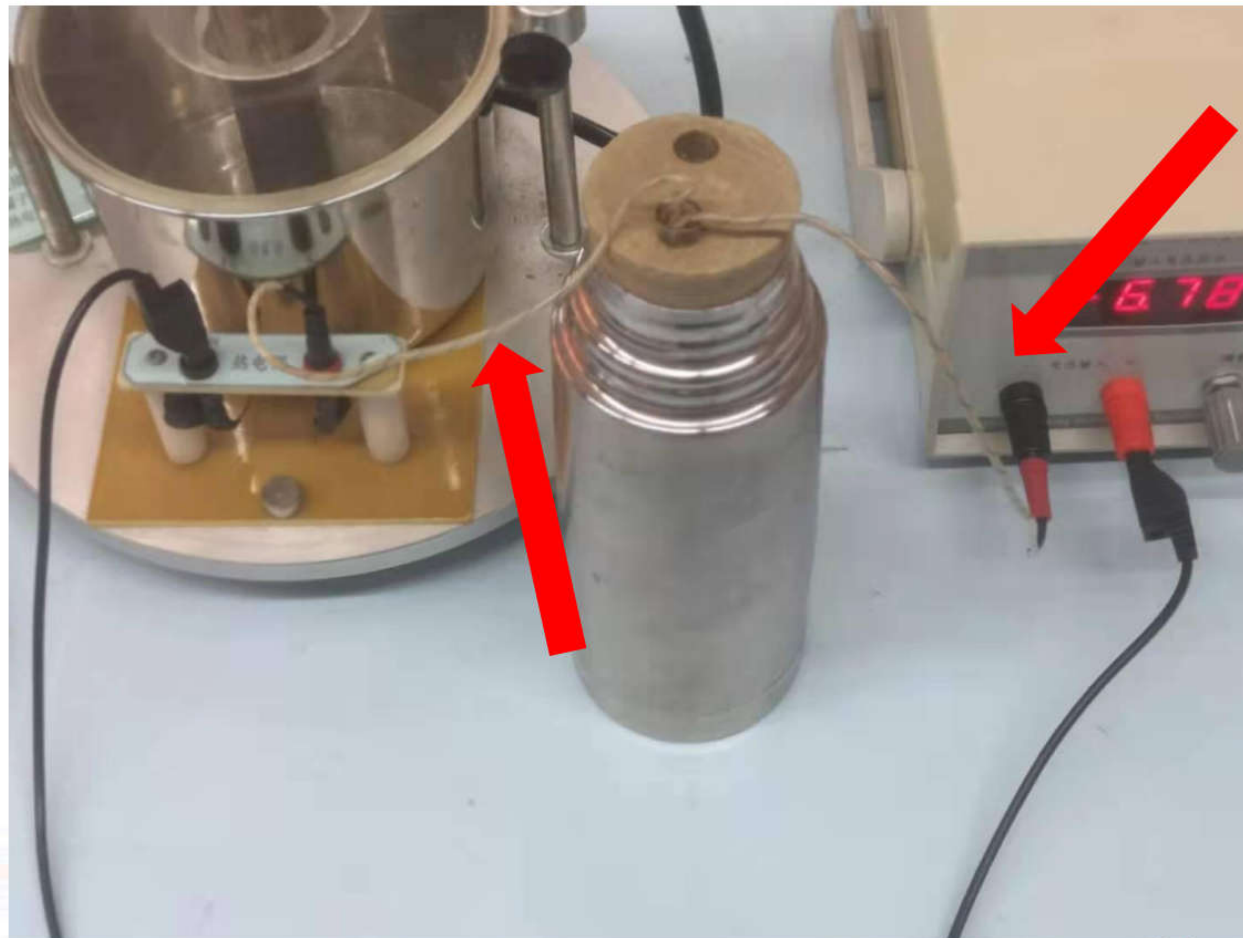




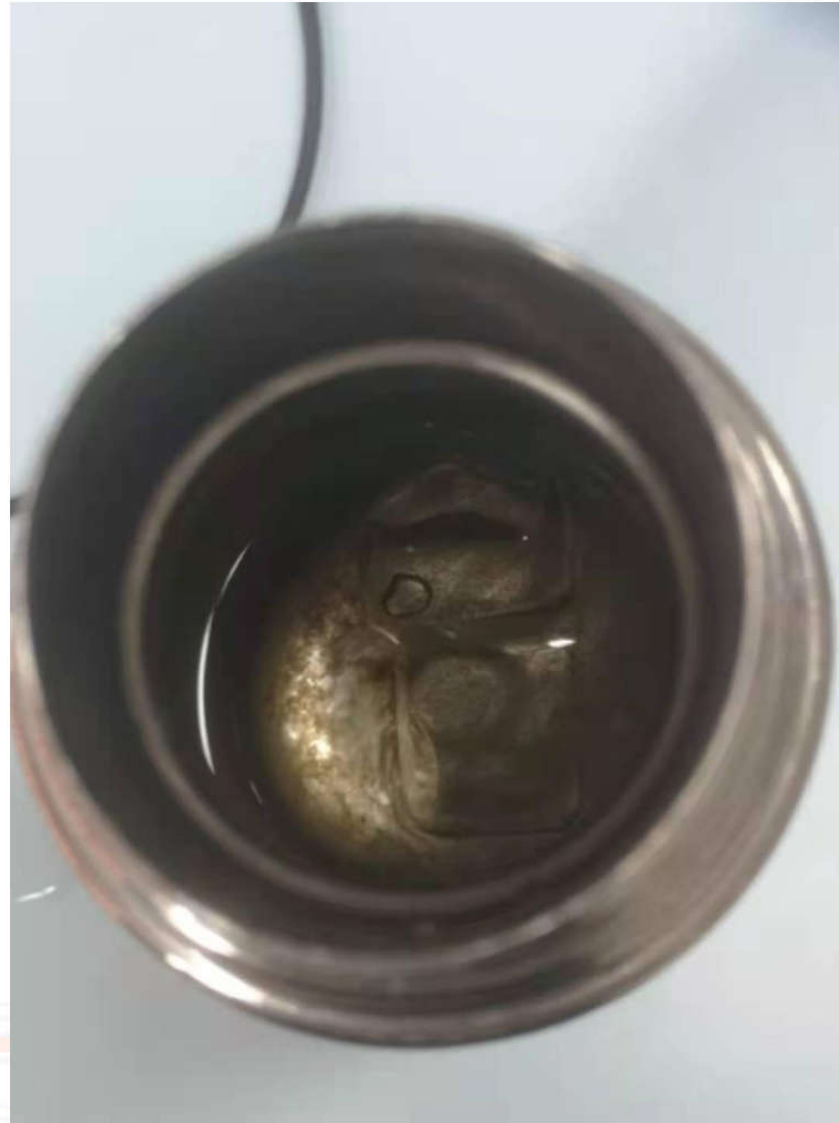
1. 装于实验样品中热电偶的铜导线即热端与电压表电压输入的接线柱 (+) 相连；



2. 放于保温瓶中的热电偶铜导线即冷端与电压表输入的接线柱 (-) 相连；  
两热电偶的康铜线与康铜线相连接



学会接线后，在保温杯中放入**半杯水**和**两块冰块**，制成冰水混合物





往外拉这个  
按钮，可以  
上下调节

按下归零

按下计时，  
再按下停止

加热开关

ISBR-2 冷却法金属比热容测量仪

输入电压指示

0.24 mV

时间指示

0000 S

加热指示

加热开/关

- 电压输入 +

调零

复位

起动/停止

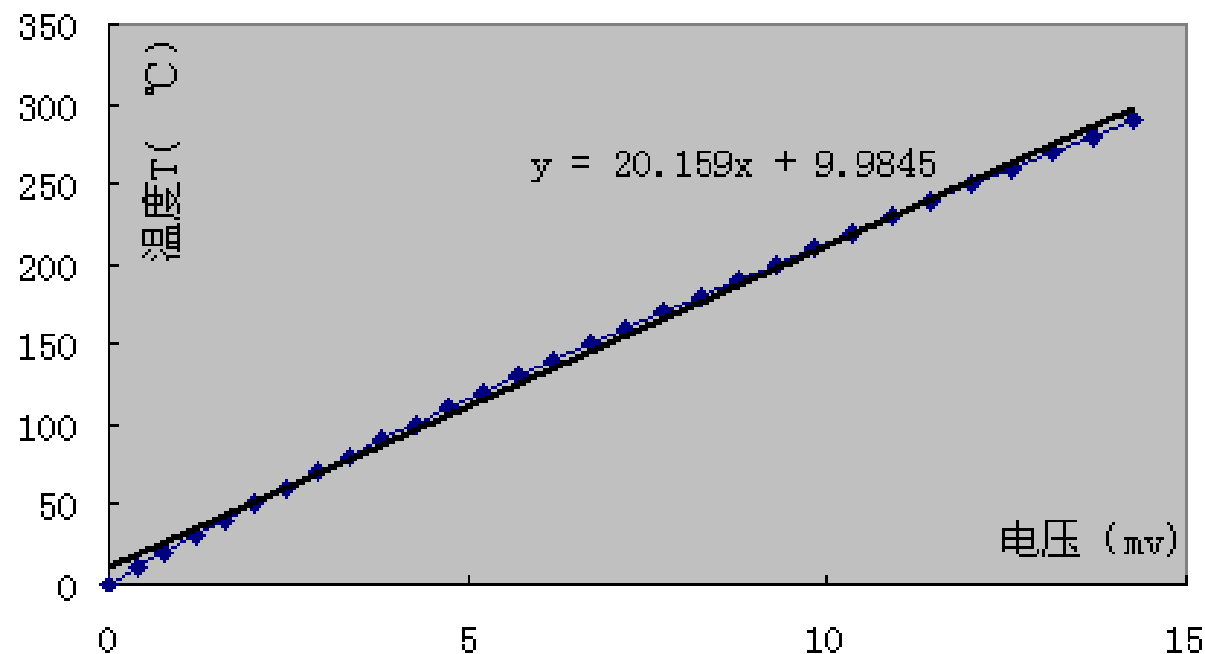
ISBR-2 Measurement Instrument for Specific Heat of Metal with Cooling Method

上海实博实业有限公司

# 数据处理要求

1、计算出Fe、Al的比热容

2、画出铜的冷却曲线（已知热电偶和温度的对应关系如图所示）

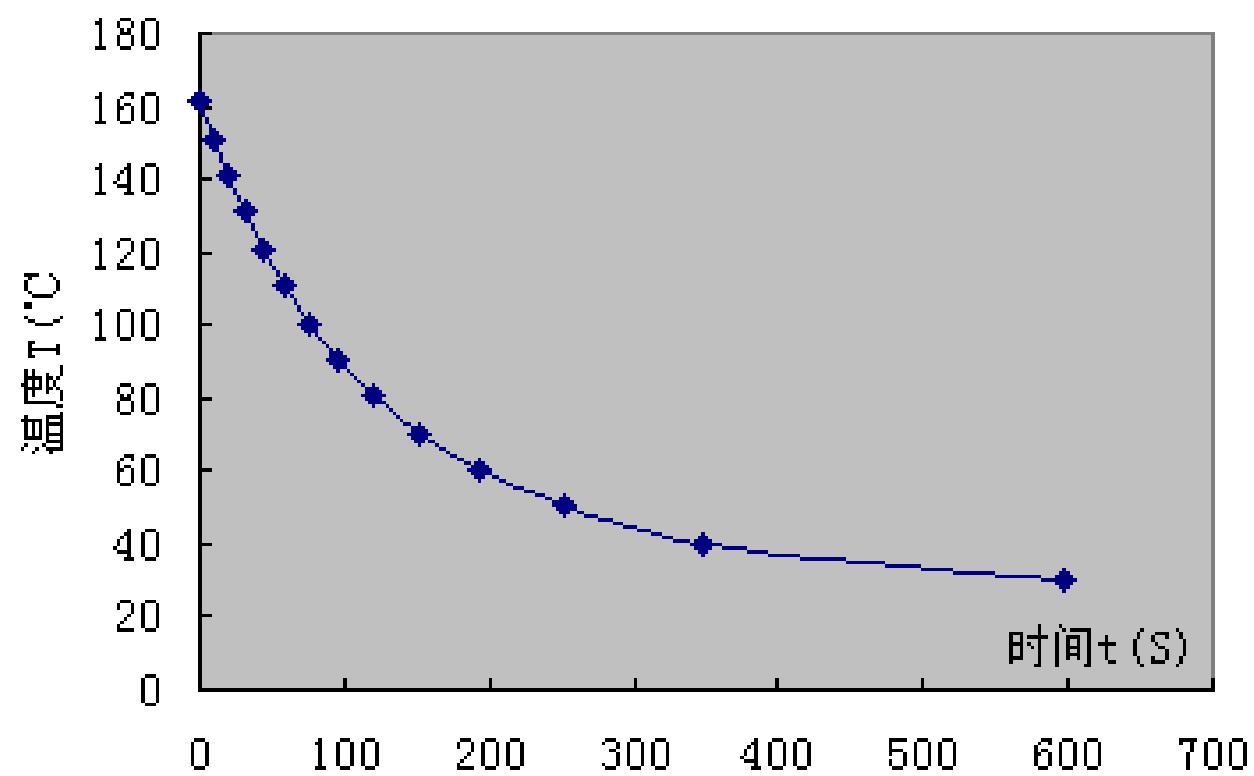


热电偶电压和温度关系曲线



## Cu的温度对时间的冷却规律（按下表的时间间隔）

时 间 (S)	0	15	30	45	60	75	90	105
电压 (mV)								
温 度 (℃)	(计 算)							
时 间 (S)	125	150	200	250	300	400	500	600
电压 (mV)								
温度 (℃)								



铜的冷却规律

## 思考题

课后1、3

---

# Thank You !

