



广西师范大学
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

大学物理实验(I)

金属比热容的测定

▶ 授课老师 - 孔文婕



目录

一、实验目的

二、实验原理

三、实验仪器

四、实验内容与步骤

五、数据记录

六、数据处理



一、实验目的

- 1 学用PT100铂电阻测量物体的温度。
- 2 在强制对流冷却的环境下测量铁、铝样品在 100°C 时的比热容。
- 3 在自然冷却的环境下测量铁、铝样品在 100°C 时的比热容。



二、实验原理

单位质量的物质，其温度升高 1 K (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_1 的金属样品加热后,放到较低温度的介质(例如: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

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = C_1 M_1 \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} \quad (1)$$

(1) 式中 C_1 为该金属样品在温度 θ_1 时的比热容， $\frac{\Delta \theta_1}{\Delta t}$ 为金属样品在 θ_1 时的温度下降速率。



二、实验原理

根据冷却定律有：

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = a_1 s_1 (\theta_1 - \theta_0)^m \quad (2)$$

(2) 式中 a_1 为热交换系数, s_1 为该样品外表面的面积, m 为常数, θ_1 为金属样品的温度, θ_0 为周围介质的温度。由式 (1) 和 (2), 可得

$$C_1 M_1 \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} = a_1 s_1 (\theta_1 - \theta_0)^m \quad (3)$$

同理样品2也具有上式表达式

$$C_2 M_2 \frac{\Delta \theta_2}{\Delta t} = a_2 s_2 (\theta_2 - \theta_0)^m \quad (4)$$

式(3)除以式(4)化简后可得:

$$C_2 = C_1 \frac{M_1 \frac{\Delta \theta_1}{\Delta t} a_2 s_2 (\theta_2 - \theta_0)^m}{M_2 \frac{\Delta \theta_2}{\Delta t} a_1 s_1 (\theta_1 - \theta_0)^m}$$



二、实验原理

如果两样品的形状尺寸都相同,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,于是当周围介质温度不变(即室温恒定而样品又处于相同温度)时,即当 $S_1 = S_2$ 、 $\alpha_1 = \alpha_2$ 、 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$ 上式可以简化为:

$$C_2 = C_1 \frac{M_1 \left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \right)_1}{M_2 \left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \right)_2} \quad (5)$$

若使两样品的温度下降范围 $\Delta\theta$ 相同,(5)式可进一步简化为:

$$C_2 = C_1 \frac{M_1 (\Delta t)_2}{M_2 (\Delta t)_1} \quad (6)$$



三、实验仪器

FD-JSBR-B型冷却法金属比热容测量实验仪主要由实验主机、加热器、样品室、风扇、PT100铂电阻等组成





三、实验仪器

铂电阻测温原理



导体的电阻值随温度变化而变化，通过测量其电阻值可推算出被测物体的温度。

PT100就是利用铂电阻的阻值随温度变化而变化这一特性来进行测温。

在 0°C 时，PT100的阻值为 100Ω ，它的阻值会随着温度上升而成近似匀速的增长，但它们之间的关系并不是简单的线性关系，而更趋近于一条抛物线，通常可通过查表的方式来得到较为准确的温度值。



四、实验内容与步骤

1 在强制对流冷却的环境下测量铁、铝样品在 100°C 时的比热容。

1. 将实验装置上的加热器与风扇通过电缆线分别连接至实验主机面板上的相应位置，位于滑杆末端的两根引线为PT100铂电阻的两端，通过手枪插与实验主机面板上的欧姆表相连。
2. 开启实验主机，将滑杆拉到底，而后开启加热器电源，预热20分钟左右。
3. 用物理天平或电子天平分别称量铜、铁、铝三个金属样品的质量，并记录下来（可根据相同体积下这一特点来区分这三种样品）。



四、实验内容与步骤

4. 在强制对流冷却的环境下测量铁、铝样品在 100°C 时的比热容

- ① 开启风扇电源，**打开样品室上盖**，将铜样品套在封装有PT100铂电阻的不锈钢圆柱上，并手动旋上样品底部的螺纹（注意不必旋得很紧），盖回样品室上盖；
- ② 将滑杆推到底使样品进入加热器，注意观察PT100铂电阻的阻值。当铂电阻温度超过某一定值（如 **120°C 即 146.07Ω** ）时，立即拉出滑杆，此时风扇刚好正对样品进行强制对流冷却。因热传导产生的延后性，铂电阻所测得的温度会上升一端时间后才开始下降。当温度降低到 **105°C （即 140.40Ω ）**时按下秒表开始计时（由于欧姆表示值并不连续，因此当其示值一降到小于等于 **140.40Ω** 时就可立即按下秒表），降低到 **95°C （即 136.61Ω ）**时，再次按下秒表停止计时，记录所需时间，并重复测量5次；
- ③ **待样品温度降至 50°C （即 119.40Ω ）以下，更换样品**，测量铁、铝样品的，并计算铁、铝样品的比热容。



四、实验内容与步骤

2 在自然冷却的环境下测量铁、铝样品在 100°C 时的比热容。

关闭风扇电源，用实验过程4中所述同样的方法测量并计算铜、铁、铝三个样品的比热容，并与实验过程4所测得的结果作比较（更换样品时可用风扇冷却）。

5. 实验完成后关闭加热器，可利用风扇为样品降温，而后取下样品，关闭风扇及实验主机电源。

特别注意

一定待样品温度降至 50°C （即 119.40Ω ）以下，方可更换样品，以免烫伤！！



五、数据记录

	$\Delta t(s)$					平均值 $\overline{\Delta t}(s)$
	1	2	3	4	5	
铜						
铁						
铝						

$$M_{cu} = \underline{\quad} \pm \underline{\quad} g \quad M_{Fe} = \underline{\quad} \pm \underline{\quad} g \quad M_{Al} = \underline{\quad} \pm \underline{\quad} g$$

自然冷却法数据记录表格与风冷法相同



六、数据处理

$$C_{\text{铁}} = C_{\text{铜}} \frac{M_{\text{铜}} (\Delta t)_{\text{铁}}}{M_{\text{铁}} (\Delta t)_{\text{铜}}} = \quad C_{\text{铝}} = C_{\text{铜}} \frac{M_{\text{铜}} (\Delta t)_{\text{铝}}}{M_{\text{铝}} (\Delta t)_{\text{铜}}} =$$

$$\frac{U_C (c_{\text{Fe}})}{c_{\text{Fe}}} = \sqrt{\left(\frac{U_B (m_{\text{Cu}})}{m_{\text{Cu}}}\right)^2 + \left(\frac{U_B (m_{\text{Fe}})}{m_{\text{Fe}}}\right)^2 + \left(\frac{U_A (u_{\Delta t_{\text{Cu}}})}{\Delta t_{\text{Cu}}}\right)^2 + \left(\frac{U_A (u_{\Delta t_{\text{Fe}}})}{\Delta t_{\text{Fe}}}\right)^2}$$

铝的结果需要做同样计算。

最终测试结果： $C_{\text{Fe}} = \bar{C}_{\text{Fe}} \pm u_C (\bar{C}_{\text{Fe}}) =$

$$C_{\text{Al}} = \bar{C}_{\text{Al}} \pm u_C (\bar{C}_{\text{Al}}) =$$



附录

铂电阻分度表 (-40℃-299℃)

温度 /℃	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	电阻值/Ω									
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52
80	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33
90	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69
120	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46
130	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21
140	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.20	156.58	156.95
150	157.33	157.70	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68
160	161.05	161.43	161.80	162.17	162.54	162.91	163.29	163.66	164.03	164.40
170	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167.00	167.37	167.74	168.11
180	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.70	171.07	171.43	171.80
190	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49
200	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16
210	179.53	179.89	180.26	180.63	180.99	181.36	181.72	182.09	182.46	182.82

常见金属材料的比热容公认值为：

$$C_{Cu} = 0.39J / (g \cdot ^\circ C)$$

$$C_{Fe} = 0.46J / (g \cdot ^\circ C)$$

$$C_{Al} = 0.88J / (g \cdot ^\circ C)$$



广西师范大学
GUANGXI NORMAL UNIVERSITY

大学物理实验(I)

感谢您的观看

▶ 授课老师 – 孔文婕

