



HIT大物实验交流群2019

扫一扫二维码，加入群聊。



哈尔滨工业大学

公众号 99: 1689929593

实验名称: 准稳态法测绝热材料的导热系数和比热

实验序号: _____ 实验日期: 2019.11.26

实验室名称: _____

同组人: _____

实验成绩: _____ 总成绩: _____

教师评语:

教师签字:

年 月 日

1. 实验目的

- 1) 掌握使用热电偶测量温度及温差的方法;
- 2) 认识和使用数字化仪表测量温度和温差;
- 3) 快速测量绝热材料的导热系数和比热。

2. 实验原理

本实验是根据第2类边界条件, 无限大平板的导热问题设计的。

任何瞬间平板厚度方向的温度分布:

$$t(x, \tau) - t_0 = \frac{q}{\lambda} \left[\frac{a^2}{8} - \frac{x^2 - 4x^4}{6\delta} + \delta \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{2}{n^2} \sin^2 \left(\frac{n\pi x}{\delta} \right) \exp(-n^2 F_0) \right] \quad (1)$$

随着时间的延长, F_0 数变大, 式(1)中的级数项项数变少, 当 $F_0 > 0.5$ 时, 级数项项数很小可以忽略, 式(1)变成

$$t(x, \tau) - t_0 = \frac{q\delta}{\lambda} \left(\frac{a^2}{8\delta^2} + \frac{x^2}{2\delta^2} - \frac{1}{6} \right) \quad (2)$$

由此可见, 当 $F_0 > 0.5$ 后, 平板各处的温度和时间成线性关系, 温度随时间变化的系数是常数, 并且到处相同, 这种状态称准稳态。

此时:

$$t(0, \tau) - t_0 = \frac{q\delta}{\lambda} \left(\frac{a^2}{8\delta^2} - \frac{1}{6} \right)$$

$$t(\delta, \tau) - t_0 = \frac{q\delta}{\lambda} \left(\frac{a^2}{8\delta^2} + \frac{1}{3} \right)$$

$$\Delta t = t(\delta, \tau) - t(0, \tau) = \frac{2}{3} \frac{q\delta}{\lambda} \quad (3)$$

如已知 q 、 δ 、再测出 Δt ，就可以由式 (3) 求出导热系数

$$\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t} \quad (4)$$

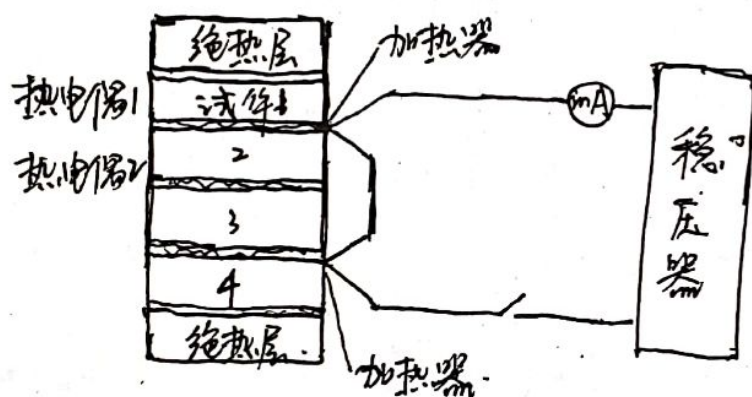
由热平衡原理，在准稳态时，有下列关系：

$$qA = c \cdot \rho \cdot \delta A \cdot \frac{dt}{dt} \quad (5)$$

$$c = \frac{q}{\rho \delta \cdot \frac{dt}{dt}} \quad (6)$$

用此式可求出试件的比热。

3. 实验装置示意图。



4. 仪器设备简介

- 1) 试件
- 2) 加热器
- 3) 绝热层
- 4) 热电偶
- 5) 稳压器
- 6) 毫安表

5. 数据处理

(1) 导热系数计算

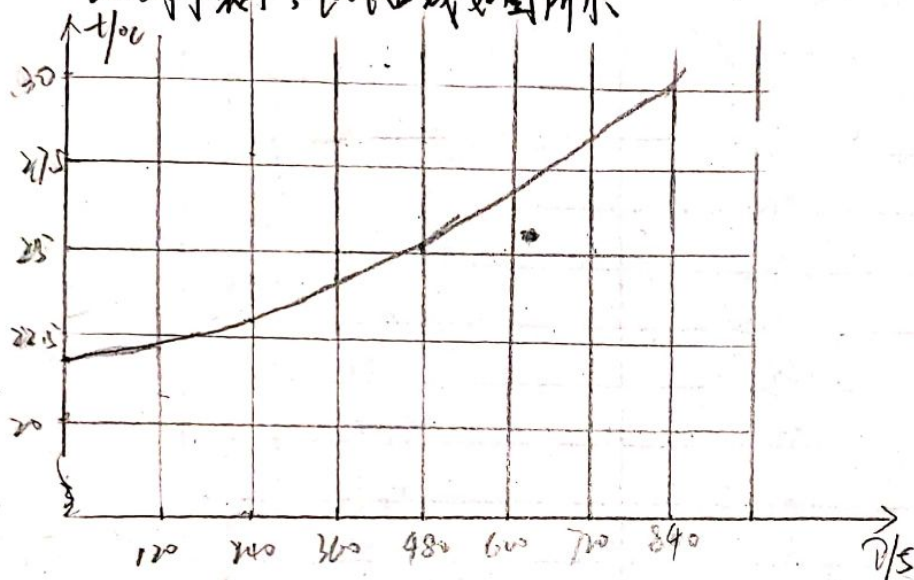
$$q = 117.8 \text{ W/m}^2, \quad \delta = 10^{-2} \text{ m}$$

对于表1: $\Delta t = 3.10 \text{ K}$.

$$\text{由 } \lambda = \frac{q\delta}{\Delta t} \text{ 得 } \lambda_1 = 0.019 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

对于表2, $\Delta t = 3.05 \text{ K}$, 得 $\lambda_2 = 0.020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

(2) 对于表1, $t-\tau$ 曲线如图所示.



$t-\tau$ 曲线如图所示, $\frac{dt}{d\tau} = 0.012 \text{ K/s}$

$$\text{由 } c = \frac{q}{\rho\delta \frac{dt}{d\tau}}$$

$$\therefore c = \frac{117.8}{1200 \times 10^{-2} \times 0.012} = 905.4 \text{ (W}\cdot\text{s/kg}\cdot\text{°C)}$$

对于表2.

一、准稳态法测绝热材料的导热系数和比热实验数据表

班级: 11

学号: 1

姓名: 刘

实验台号:

实验时间: 2019.11.25

同组人:

加热器电流 I [A]: 0.125

两加热器电阻的平均值 R [Ω]: 100

试件截面尺寸 A [m^2]: 0.100

试件厚度 δ [m]: 0.01

试件材料密度 ρ [kg/m^3]: 1180

热流密度 q [W/m^2]: 10.53

实验数据记录与整理表 1

	温度 t_1 [$^{\circ}C$]	温度 t_2 [$^{\circ}C$]	$\Delta t = t_2 - t_1$ [$^{\circ}C$]
1	22.77	23.87	1.10
2	22.84	26.00	3.16
3	23.10	27.12	4.02
4	23.62	28.10	4.48
5	24.21	28.94	4.73
6	24.75	29.48	4.73
7	25.51	30.36	4.85
8	26.13	31.03	4.90
9	26.86	31.74	4.88
10	27.58	32.49	4.91
11	28.16	33.08	4.92
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

一、准稳态法测绝热材料的导热系数和比热实验数据表

2200 实验数据记录与整理表 2

	未知 1		未知 2	
	热电势数值	温度[°C]	热电势数值	温度[°C]
1	0.720	32.08	0	22.0
2	1.610	62.00	0	22.0
3	1.798	66.05	0.105	24.14 2.14
4	1.830	67.00	0.574	14.12
5	1.819	66.75	1.035	26.01
6	1.810	66.40	1.615	40.
7	1.800	66.12	2.110	51.6
8	1.790	65.81	2.691	64.0
9	1.780	65.70	3.175	75.4
10	1.770	65.13	3.700	87.96
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

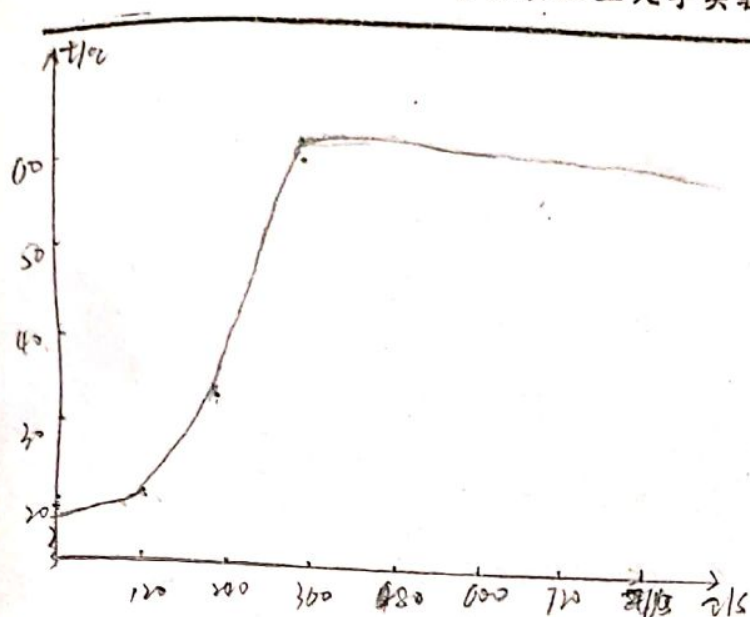


表2的曲线如图所示

$$\frac{dt}{dt} = 0.074 \text{ } ^\circ\text{C/s}$$

$$C_2 = \frac{q}{\rho s \frac{dt}{dt}} = 701.20 \text{ (J/kg}\cdot^\circ\text{C)}$$

六. 实验结果: $\lambda_1 = 0.019 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $C_1 = 854 \text{ (J/kg}\cdot^\circ\text{C)}$
 $\lambda_2 = 0.020 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$ $C_2 = 751.20 \text{ (J/kg}\cdot^\circ\text{C)}$

七. 思考题

1. 稳态传热: 物体中各点温度不随时间改变
 非稳态传热: 物体中各点温度随时间变化而变化
 准稳态传热: 无限接近于稳态传热。

2. 不能。因为金属材料导热系数较大, 使得两个端面温度很难有区别, 采用普通传感器测得温差很小, 会带来很大误差, 准稳态法只适用于导热系数小的材料。