

用动态法测定良导体的热导率实验

- [教学目的]: 1. 学习一种测量热导率的方法。
2. 了解动态法的特点和优越性。
3. 认识热波, 加强多波动理论的理解。

- [教学内容]: 1. 简要原理, 为使问题简化, 令热量沿一维传播, 将样品制成棒状, 采用非稳态法, 根据付利叶导热定律, 热流密度为:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -k \frac{\partial T}{\partial x}, \quad k \text{ 为待测材料热导率, } q: \text{ 流过样品的热量, } T: \text{ 温度。}$$

t: 时间, x: 距离。

$$\text{由热平衡方程可得到热流方程: } \frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

其中: $\alpha = \frac{k}{c\rho}$, 称为热扩散系数。C: 样品比热容, ρ : 样品密度。

若令热端的温度按简谐变化, 解上述热流方程, 可得到热波波速 $v = \sqrt{2\alpha\omega}$ 等。

2. 由实验中测得的热波波速及已知条件, 利用公式:

$$k = \frac{v^2 c\rho}{4\pi} T_{\text{period}}, \quad T_{\text{period}} = 180 \quad (\text{s})$$

可求出待测样品热导率, 单位: W/m.K。

- [教学难点]: 1. 严格按“注意事项”规定的步骤开机、关机。
2. 调节水流约 150~200ml/min, 并保持水流稳定, 尤其是热端水流量。
3. 按讲义要求操作控制软件的参数设置, 选择测点 1~10 个进行观测。
4. 系统稳定后, 当屏幕显示等幅正弦波曲线三簇以上时, 在热源降温阶段点击“暂停”, 记录各簇峰值所对应时间 t_1, t_2, \dots, t_i 。
5. 注意实验时间, 防止微机内存溢出而丢失数据。

- [教学要求]: 1. 依据上述观测得到的峰值时间 t, 求出时间差的平均值 $\overline{t_2 - t_1}, \dots$

$$\overline{t_i - t_1}。$$

2. 作 $\overline{t_i - t_1} - (i-1) l_0$ 图, 由斜率求出波速 v, 进而求出热导率 k。
3. 用最小二乘法处理数据, 采用自变量等间距的简便算法计算斜率, 由斜率求出波速, 进而求出热导率。
4. 用实验室提供的自编“用统计方法处理数据”软件处理数据并与 3. 处理的结果进行比较. 注意选取合理的数据进行处理。
五. [问题讨论]: 对本实验中的误差进行分析. 可由水流的稳定、水温的变化、样品、环境影响及读数等方面考虑。