

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	
学号	202010401061	组别		成绩	
日期	2021.12.3	题目	固体密度的测定		

[实验目的]

1. 了解电阻应变片的应变效应和性能
2. 测量应变传感器的灵敏度
3. 利用压力传感器测量固体的密度

[实验仪器]

压力传感器, 砝码盘, 砝码, 温度计
固体与液体综合密度测量仪
测量仪, 防护座, 水平调节螺钉

[实验步骤]

1. 压力传感器灵敏度的测量

- (1) 将100g压力传感器输出插座与实验仪面板上“传感器”插座相连, 测量选择置于“内接”; 将砝码盘挂在挂钩上, 接通电源, 调节工作电压为6V, 预热5分钟, 待稳定后, 通过调零旋钮对毫安表进行调零; 在砝码盘中依次增加砝码数量, 每次10克, 至90克, 记录数据
- (2) 按序减去砝码数量至0g, 分别测传感器的输出电压并记录
- (3) 用逐差法处理数据, 利用公式 $S = \frac{\sum_{i=1}^5 (U_{i+5} - U_i)}{\sum_{i=1}^5 (m_{i+5} - m_i)}$ 求灵敏度S

2. 液体密度的测量

分别测出待测样品在空气中、浸没在水中以及浸没在待测液体中数字mV电压表的读数 U_1 、 U_2 及 U_3 , 并测出待测液体的温度, 查表得该温度时水的密度, 再利用公式计算出液体的密度

3. 固体密度的测量

分别测出待测固体样品在空气中及浸没在水中数字mV电压表的示数 U_1 及 U_2 ; 用温度计测量水的温度, 查表得水的密度 ρ_0 , 利用公式计算出固体的密度

[实验原理概述]

1. 用测长法测定规则固体的密度(规则)

根据密度的定义

$$\rho = \frac{m}{V}$$

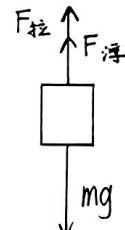
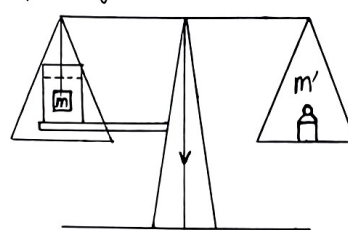
设物体的质量为 m , 体积为 V , 密度为 ρ

2. 用流体静力称衡法测定固体的密度

阿基米德原理

$$F_{\text{浮}} = \rho_0 g V_{\text{排}}$$

ρ_0 为液体(水)的密度, g 是重力加速度, $V_{\text{排}}$ 是物体排开液体的体积
 $\rho > \rho_0$ 时, 可全部浸没, $V = V_{\text{排}}$



$$\left. \begin{aligned} F_{\text{拉}} + F_{\text{浮}} &= mg \\ F_{\text{拉}} &= m'g \end{aligned} \right\}$$

$$\rightarrow F_{\text{浮}} = (m - m')g$$

m : 物体在空气中称得的质量

m' : 物体浸没入液体中称得的质量

$$F_{\text{浮}} = \rho_0 g V_{\text{排}} \quad F_{\text{浮}} = (m - m')g$$

$$\left. \begin{aligned} m - m' &= \rho_0 V_{\text{排}} \\ V &= V_{\text{排}} \\ m &= \rho V \end{aligned} \right\} \rho = \frac{m}{m - m'} \rho_0 \quad (\rho > \rho_0)$$

液体的密度 ρ_0 随温度变化

$$\rho_t = \rho_{t_1} + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} (\rho_{t_2} - \rho_{t_1})$$

t_1 和 t_2 是与 t 最接近 2 个已知密度的温度, ρ_{t_1} 和 ρ_{t_2} 是对应密度

3. 传感器: 一般指把被测量转化成按一定规律变化电信号或所需形式输出的器件

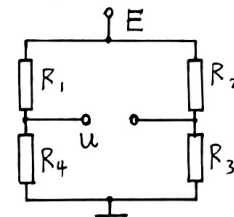
压力传感器: 指把压力、拉力转化成电信号

本实验: 力—应变—电阻变化—电压

测量电路

$$U = \frac{E \Delta R}{R}$$

$$\Delta U = S F$$



4. 固体密度测量

方案: 流体静力法

$$F_{\text{拉力}} = mg - m'g = \rho_0 V g = \rho_0 \frac{m}{\rho_x} g$$

空气中读数: $U_1 = S m g$

没入水中读数: $U_2 = S m' g$

$$\rho = \frac{m}{m - m'} \rho_0$$

$$\rho_x = \frac{U_1}{U_1 - U_2} \rho_0$$

[实验数据记录] 压气传感器灵敏度测量数据表 (E=6V)										
序号 i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m_i (g)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
加砝码 u (mV)	0	14.02	27.83	42.20	55.83	69.40	83.24	96.86	110.08	122.77
减砝码 u (mV)	-0.48	13.51	27.53	41.35	55.16	68.90	82.40	95.80	109.10	122.77
平均值	-0.24	13.765	27.68	41.775	55.495	69.15	82.82	96.33	109.59	122.77

固体的密度测量数据表							
样品	次数	1	2	3	4	5	平均值
铜	U_1 (mV)	122.40	123.40	122.55	125.40	123.40	123.430
	U_2 (mV)	110.80	110.39	110.71	109.69	110.40	110.398
铝	U_1 (mV)	82.98	82.42	82.29	83.32	82.85	82.772
	U_2 (mV)	53.55	53.70	53.83	53.75	54.11	53.788
不锈钢	U_1 (mV)	116.69	115.61	117.24	117.47	117.75	116.952
	U_2 (mV)	102.99	102.92	102.82	102.85	102.99	102.914

[数据处理及结果表达]

一、压力传感器灵敏度

$$S = \frac{\sum_{i=0}^9 (U_{i+5} - U_i)}{g \sum_{i=0}^9 (m_{i+5} - m_i)} = 139.67 \text{ (mV/N)}$$

二、固体的密度

室温约为 19°C , 查表得 $\rho_0 = 998.405 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1. 铜: $\bar{U}_1 = 123.430 \text{ mV}$ $\bar{U}_2 = 110.398 \text{ mV}$

铜的密度约为 $9456.19 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$$\rho = \frac{\bar{U}_1}{\bar{U}_1 - \bar{U}_2} \rho_0 = 9456.19 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

2. 铝: $\bar{U}_1 = 82.772 \text{ mV}$ $\bar{U}_2 = 53.788 \text{ mV}$

$$\rho = \frac{\bar{U}_1}{\bar{U}_1 - \bar{U}_2} \rho_0 = 2851.23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

铝的密度约为 $2851.23 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

3. 不锈钢:

$$\bar{U}_1 = 116.952 \text{ mV}$$

$$\bar{U}_2 = 102.914 \text{ mV}$$

$$\rho = \frac{\bar{U}_1}{\bar{U}_1 - \bar{U}_2} \rho_0 = 8317.81 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

不锈钢的密度约为 $8317.81 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

思考题]

1. 可以。

2. 不是平衡电桥。传感器采用的是非平衡电桥, 以更好更精确地测量物理量。

3. 不可以。水的密度是已知量, 如果不知道水的密度, 实验也就无法进行了。但如果知道其他某种液体的密度表, 用来替换水的密度, 实验就变得可行。

实验心得]

1. 水中的气泡会对实验造成干扰, 应该排尽气泡

2. 从水管中接出来的水温度较低, 应当在室内放置一会儿, 等温度稳定下来再测量

3. 了解了压力传感器的一些性质, 并掌握了一种测量固体密度的方法

说明: 实验报告共 50 分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共 5 分, 这三项要求课前完成; 实验原理概述 15 分 (课后完成); 数据记录 5 分 (课上完成); 数据处理及结果表达 10 分 (课后完成); 思考题 5 分 (课后完成); 实验心得 5 分 (课后完成); 报告整洁度 5 分。上课迟到扣 10 分, 未按时交实验报告扣 10 分, 补做实验扣 10 分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”, 实验数据首先记录于此, 经教师检查确定后再誊抄到实验报告上, 无“原始实验数据记录本”扣 20 分。