

电阻测量 (电桥法)

76+10=86

闫

5

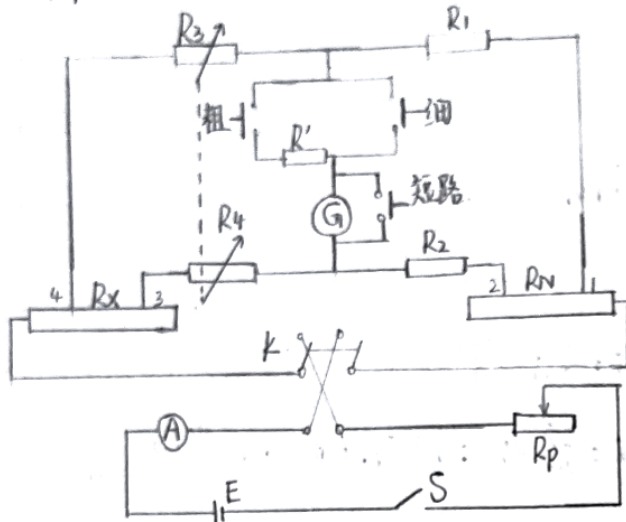
一、预习报告

1. 实验目的: 通过电桥法测量电阻大小, 熟悉电桥法测量电阻的原理和方法, 掌握电桥法的技能, 巩固和加强一元线性回归法处理数据。

2. 实验要求: (1) 掌握平衡电桥的原理 (2) 学习灵敏度的概念
(3) 学习用交换测量法消除系统误差 (4) 掌握电学实验操作规程。
(5) 学习测量电阻常用电子仪器仪表的正确使用方法。
(6) 掌握测量电阻的基本方法。

3. 实验内容: 开尔文电桥法测低值电阻, 惠斯通电桥法测中值电阻。

4. UJ19 双电桥测铜杆电阻电路图。



铜杆直径测量数据记录表。

测量次数 i	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值
铜杆直径 D_{mm}	4.02	4.04	4.00	4.02	4.02	4.00	4.04	4.02	4.02

10

铜杆电阻测量数据记录表。

$R_N = 10^{-3} \Omega$

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8
待测电阻长度 L_{mm}	50.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0
电阻 R_1 / Ω	10^3	10^3	10^3	10^2	10^2	10^2	10^2	10^2
电阻 R_2 / Ω	290.11	585.26	887.84	119.54	149.68	180.02	210.01	240.02
电阻 R_3 / Ω	296.84	588.99	899.98	120.74	151.18	182.08	212.04	242.42
R_3 平均值 \bar{R}_3 / Ω	293.475	587.125	893.91	120.14	150.43	181.05	211.025	241.22
电阻 R_2 / Ω	10^3	10^3	10^3	10^3	10^2	10^2	10^2	10^2
电阻 $R_x = \frac{R_N}{R_1} R_2 / \Omega$	293.475	587.125	893.91	1201.4	1504.3	1810.5	2110.25	2412.2

4.627

5. 惠斯通电桥测电阻 实验方案

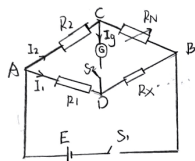
(R_N 为精密标准电阻, R_x 为待测电阻, R_1, R_2 为两电阻)

调节 R_1, R_2 和 R_N 使检流计 G 中示数为 0

$$\text{由 } \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_N} \text{ 得 } R_x = R_N \frac{R_1}{R_2}$$

实验电路图:

待测物理量数据表:



电阻 R_1/Ω	$R_1 = R_2$	电阻 $R_x = \sqrt{R_N R_1}/\Omega$	99.55
电阻 R_2/Ω	$R_1 = R_2$	$\Delta R_N/\Omega$	0.2
电阻 R_N/Ω	99.6	Δn / 格	10
电阻 R_N'/Ω	99.5	灵敏度 $S = \frac{\Delta n}{\Delta R_N}$	50

Qua.7

二. 数据处理

1) 铜杆直径 $\bar{D} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 D_i = 4.02 \text{ mm}$

30

线性回归计算:

设 $y = a + bx$ 其中 $x_i = (i - 5) = R_{xi}$ 则

$$\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i = 225 \text{ mm} \quad \bar{y} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 y_i = 1351.645 \times 10^{-6} \Omega$$

$$b = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - \bar{x}^2} = 6.071 \times 10^{-6} \Omega/\text{mm} \quad a = \bar{y} - b\bar{x} = -14.393 \times 10^{-6} \Omega$$

$$\text{故 } \rho = \frac{\pi D^2 R_x}{4l} = \frac{\pi \bar{D}^2}{4} b = 7.706 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$$

相关系数 $r = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - \bar{y}^2)}} = 0.99999$ 可见线性关系很强.

17

不确定度: $U(b) = b \sqrt{\frac{1}{k_2} (t_{\alpha})} = 0.0109 \times 10^{-6} \Omega/\text{mm} \quad -2.5$

$$U_a(D) = \sqrt{\frac{1}{k_1} (t_{\alpha})} = 5.345 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

无计算式-1

$$U_b(D) = \frac{\Delta R_x}{\Delta l} = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 1.155 \times 10^{-2} \text{ mm} \quad \therefore U(D) = \sqrt{U_a(D)^2 + U_b(D)^2} = 0.0127 \text{ mm}$$

由 $\rho = \frac{\pi D^2 R_x}{4l}$ 得 $\frac{U(\rho)}{\rho} = \sqrt{\left(\frac{U(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{U(b)}{b}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2 \times 1.23 \times 10^{-2}}{4.02}\right)^2 + \left(\frac{0.0109}{1.071}\right)^2} = 6.583 \times 10^{-3}$

$$\Rightarrow U(\rho) = \rho \cdot \frac{U(\rho)}{\rho} = 7.706 \times 10^{-5} \times 6.583 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{mm} = 5.073 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

最终结果表达为 $\rho \pm U(\rho) = (7.71 \pm 0.05) \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{mm}$
 $= (7.71 \pm 0.05) \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$

(2) $R_x = \sqrt{R_{A1} \cdot R_{A2}} = 99.55 \Omega$. 灵敏度 $S = \frac{\Delta R}{\Delta R_m} = 50 \text{ div}/\Omega$. 6

仪器误差限. $\Delta R_1 = \Delta R_2 = 90 \times 0.2 \times 10^{-2} + 9 \times 10^{-2} \times 0.5 + 0.55 \times 5 \times 10^{-2} \approx 2.5 \times 10^{-3}$
 $= 0.2775 \Omega$ -2

$U(R_1) = U(R_2) = \frac{\Delta R}{\sqrt{3}} = 0.1602 \text{ V}$. 由于 $U_{\text{表}}(R) \ll U(R_1) = U(R_2)$ 按数字误差舍去. -2

由 $R_x = \sqrt{R_{A1} R_{A2}}$ $\frac{U(R_x)}{R_x} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U(R_1)}{R_{A1}}\right)^2 + \left(\frac{U(R_2)}{R_{A2}}\right)^2} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{0.1602}{99.6}\right)^2 + \left(\frac{0.1602}{99.5}\right)^2} = 1.138 \times 10^{-3}$ -2

$\Rightarrow U(R_x) = \frac{U(R_x)}{R_x} \cdot R_x = 1.138 \times 10^{-3} \times 99.55 \Omega = 0.113 \Omega$

最终结果 $R_x \pm U(R_x) = (99.6 \pm 0.1) \Omega$.

三. 课后思考题 8

- ① 电路未正确连接. 电源正负极未接好 或检流计未正确接入
- ② 电路未接通, 电路处于断路或导线虚接导致接触不良.
- ③ 采用粗调或检流计灵敏度过低.

2. 在实验中采用示零法有什么特点?

- ① 精度高
- ② 灵敏度高
- ③ 适用范围广
- ④ 准确度高 可消除电压表内阻影响.

-2