

原理：当 A.B 的电势相等即电桥平衡时。

四个电阻满足关系： $R_x = R_0 \frac{R_1}{R_2}$ 。

这样便可将电阻测量由测量电压电流变为测量其他电阻，精度提高。

2. 直流电桥灵敏度的定义为  $R_x$  的相对改变量  $(\frac{\Delta R_x}{R_x})$  所引起的检流计偏转格数  $\Delta n$

$$S = \frac{\Delta n}{\frac{\Delta R_x}{R_x}}$$

相关参数：检流计灵敏度，电源电压，桥臂电阻比例，桥臂电阻和，检流计内阻  $R_g$ 。

研究方法：~~实验法~~

$$I_g = E \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1 + R_x} + \frac{1}{R_2 + R_0}\right) + R_g} \quad ①$$

$$\text{证：} \therefore R_x = R(I_g, E, R_1, R_2, R_0, R_g) \quad ②$$

$$S = R_x \cdot \left(\frac{\partial R_x}{\partial I_g}\right)^{-1} \cdot S_i \quad ③$$

3. 误差来源：桥臂电阻具有不稳定性。  
检流计的灵敏度。

定量推导： $R_x =$   ~~$\frac{R_0 R_1}{R_2}$~~

$$R_x = \frac{R_0 R_1}{R_2}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{R_x} &= \sqrt{(\sigma_{R_x})^2 + \left(\frac{\partial R_x}{\partial R_0}\right)^2 \sigma_{R_0}^2 + \left(\frac{\partial R_x}{\partial R_1}\right)^2 \sigma_{R_1}^2 + \left(\frac{\partial R_x}{\partial R_2}\right)^2 \sigma_{R_2}^2} \\ &= \sqrt{(\sigma_{R_x})^2 + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \sigma_{R_0}^2 + \left(\frac{R_0}{R_2}\right)^2 \sigma_{R_1}^2 + \left(\frac{R_0 R_1}{R_2^2}\right)^2 \sigma_{R_2}^2} \end{aligned}$$

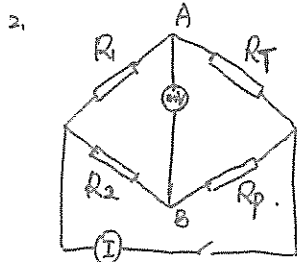
## 实验十五. 非平衡电桥测量铂电阻的温度系数.

1. 非平衡电桥与平衡电桥的主要不同是电桥两端电势是否相等.

平衡电桥用于测量电阻的定值的器件电阻.

非平衡电桥用于测量电阻的微小变化.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_T + R_p$$



$$i_A = I \cdot \frac{R_2 + R_p}{R_s}$$

$$i_B = I \cdot \frac{R_1 + R_T}{R_s}$$

$$\therefore U_{AB} = R_1 i_A - R_2 i_B$$

$$= \frac{I}{R_s} \cdot [R_1(R_2 + R_p) - R_2(R_1 + R_T)]$$

$$= \frac{I(R_1 R_p - R_2 R_T)}{R_1 + R_2 + R_p + R_T}$$

线性:

$$K = \frac{\partial U_{AB}}{\partial R_T} = - \frac{I R_2}{R_1 + R_2 + R_p + R_T} - \frac{I(R_1 R_p - R_2 R_T)}{(R_1 + R_2 + R_p + R_T)^2}$$

$$= - \frac{I}{R_1 + R_2 + R_p + R_T} \left( R_2 + \frac{R_1 R_p - R_2 R_T}{R_1 + R_2 + R_p + R_T} \right)$$

K 更接近于为定值, 则表现出线性关系越好.

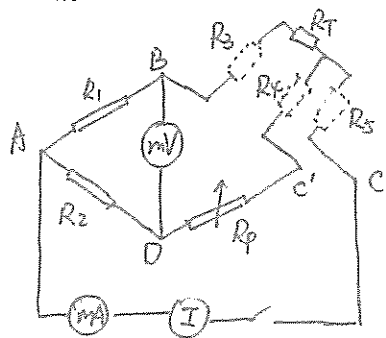
即  $R_T$  相变

$$K' = \frac{\partial U_{AB}}{\partial T} = \frac{\partial U_{AB}}{\partial R_T} \frac{dR_T}{dT}$$

若使  $U_{AB}$  与  $T$  更线性, 则需要额外在  $R_T$  与  $T$  的关系线性.

若上述条件不满足, 则计算温度系数时需要线性拟合, 使不确定度增加.

3. 在远距离测量, 即导线电阻和接触电阻较大时, 使用三线法测量.



三线法与二线法相比, 可以将  $R_3, R_4$  的电阻变化抵消掉.

支路电流  $I_1, I_2$  应当相等, 这样  $\Delta R_3, \Delta R_4$  带来

的电阻变化可以被抵消掉.

4. 应使用传感器前端 10mm 以内的敏感部位, 与温度计靠近.



③

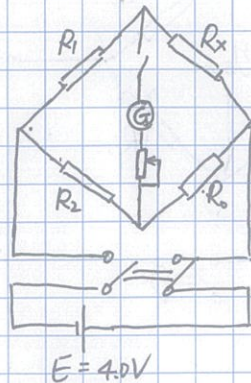
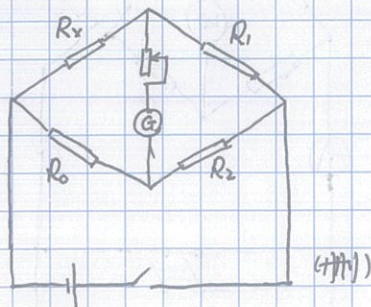
日期 B16210.12

姓名 雷逸峰 学号 2300011454

星期一 第 5 组 台号: 2 页码 01/

## 一. 平衡电桥

1. 电路图:



用表测阻值

2. 测  $R_x$  及电桥灵敏度  $S$  ( $E = 4.0V$ ) 数据.

$R_x$	$R_1/R_2$	测量量		$\Delta n$ (格)	$R_x (\Omega)$	$\Delta R_0 (\Omega)$	$S$ (格)	$\sigma_{R_x}$ (欧)
		$R_0 (\Omega)$	$R_0' (\Omega)$					
$R_{x1} \sim 47\Omega$	100/1000	472.5	473.5	4.0	47.25	1.0	1890.	
	1000/1000	47.2; 47.3 偏1 偏1 +? -?	47.5	4.2	47.25 (线内差)	0.25	793.8	0.06. ✓
$R_{x2} \sim 360\Omega$	100/100	375.1	375.6	4.2	374.9	0.4	3938	
	100/100	374.8	374.3	4.2		0.4	3936	

$R_{x3} \sim 45k\Omega$  100/100. 4462. 4402 3.8 4462 60 282.6 ✓

$$3. \sigma_{R_x} = \sqrt{\left(\frac{0.2 \Delta R_x}{\Delta n}\right)^2 + \left(\frac{R_0}{R_2}\right)^2 \sigma_{R_1}^2 + \left(\frac{R_0 R_1}{R_2^2}\right)^2 \sigma_{R_2}^2 + \left(\frac{R_0}{R_2}\right)^2 \sigma_{R_0}^2}$$

$\sigma_{R_0} \approx \frac{0.08\Omega}{\sqrt{3}} \approx 0.05\Omega$

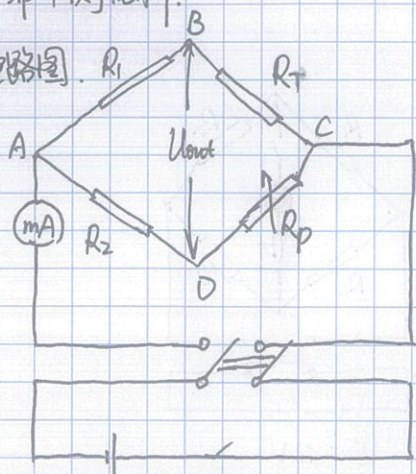
$$\sigma_{R_{x1}} = 0.49\Omega \quad 0.5\Omega \quad 0.06\Omega. \quad \checkmark$$

∴ 最大误差来源是电阻箱阻值的误差. ✓

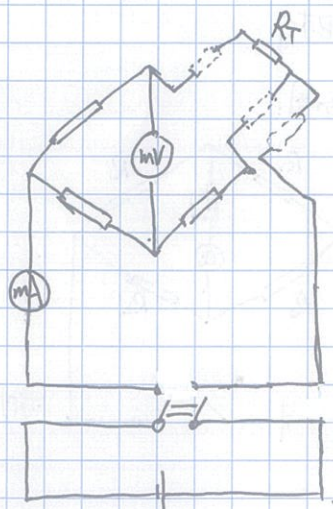


## 二. 非平衡电桥.

1. 电路图.



原理图



接线图

## 2. 实验数据.

稳压源: 10V

测量条件:

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_p = 99.7 \Omega$$

$$I_{\text{总}} = 4.00 \text{ mA}$$

$T / ^\circ\text{C}$	0.02	9.9	21.3	30.0	40.3	50.1	59.8	70.3
$U_{\text{out}} / \text{mV}$	-0.06	7.13	15.75	22.46	30.04	37.59	45.28	53.12

$T / ^\circ\text{C}$	79.7	90.2	100.0
$U_{\text{out}} / \text{mV}$	60.25	68.13	75.52

保证传感器温度一致的操作:

① 让温度传感器距杯底一定距离.

② 用搅拌器搅拌, 使水在杯中上下温度一致.

③ 等一段时间再记录数据.

线性拟合:

$$U_{\text{out}} = 0.759 T - 0.305$$

$$A_1 = \frac{2U_{\text{out}}}{4.00 \times 10^{-3} \times 99.7} = 3.81 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$R_0 = \dots R_p$$

公式:  $\Delta U_{\text{out}} = \frac{1}{2} I_0 R_0 A_1 \Delta T$ 1.  $\Delta U_{\text{out}} \times 2$  近似略粗