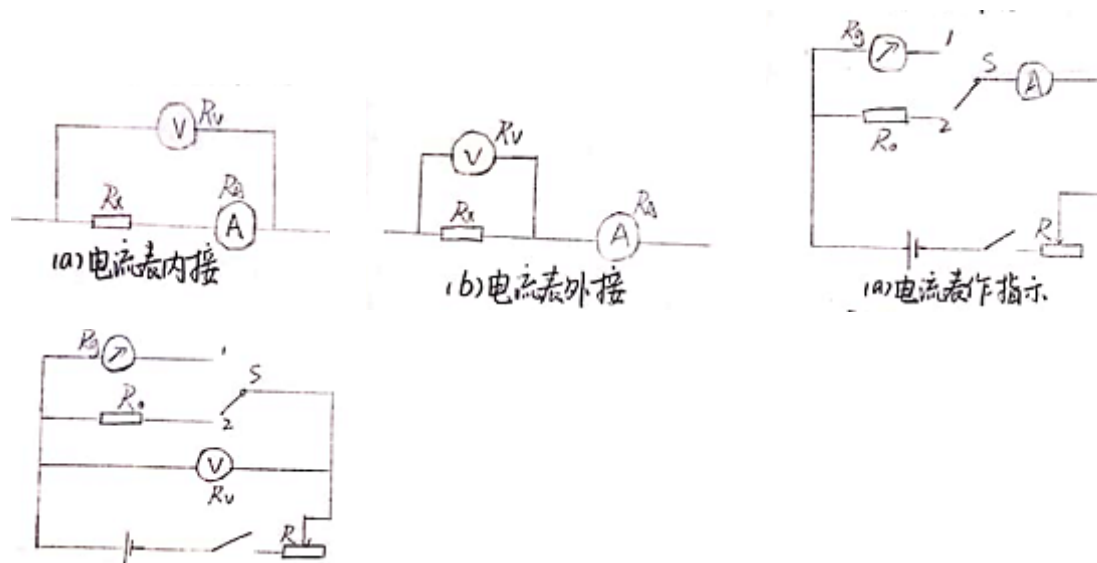


1041 电阻的测量

一 实验原理

实验一 伏安法测电阻



伏安法是同时测量电阻两端电压和流过电阻的电流，由欧姆定律求阻值 R ，左图为伏安法测电阻的原理电路，由于 R_V 、 R_A 的影响都不能严格满足欧姆定律

1. 电流表内接时系统误差的修正：

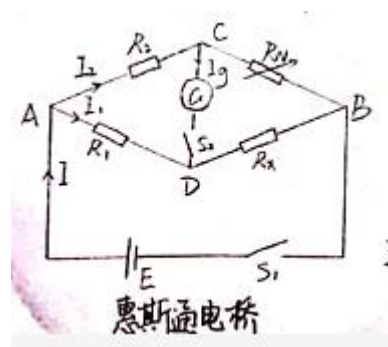
$$R_x = V/I - R_A$$

2. 电流表外接时系统误差的修正：

$$R_x = \frac{V}{I} \cdot \frac{R_V}{R_V - V/I} = R'_x \cdot \frac{R_V}{R_V - R'_x}$$

3. 电表内阻的测量：替代法原理如左图所示，用标准电阻替代被测表，并保持回路中的端电压或电流不变，则标准电阻的值就是电测表的电阻，当 $R_g \gg R$ 内时用(a)电路 $R_g \ll R$ 内时用(b)电路图。

实验二 电桥法测电阻



惠通斯电桥如左图所示，由四个电阻和检流计组成， R_N 为精密电阻， R_x 为待测电阻，接通电路后调节 R_1 、 R_2 和 R_N 使检流计中电流为 0，电桥平衡：

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

采用交换测量法可消除系统误差，交换 R_N 和 R_x 的位置不改变 R_1 、 R_2 ，再次调节电桥平衡，

记下此时电阻箱的值，设为 R_N' ，则 $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_N'$

所以 $R_x = \sqrt{R_N R_N'}$

在电桥平衡后将 R_x 改变 ΔR_x ，电桥将失衡，检流计指针有 Δn 的偏转

$S = \frac{\Delta n}{\Delta R_x}$ 为电桥灵敏度

$$\Delta R_x = \frac{R_1}{R_2} \Delta R_N$$

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta R_x} = \frac{R_2 \cdot \Delta n}{R_1 \cdot \Delta R_N}$$

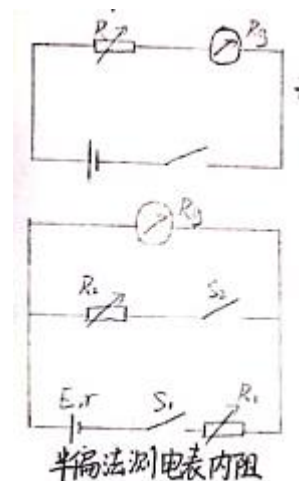
当 $R_1=R_2$ 时

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

可取 $\Delta n=5 \text{ div}$

$$\Delta e = \frac{0.2}{s}$$

实验三 半偏法测检流计内阻与电流常数



如左图所示， R 为可变电阻调节 $R=R_1$ ，待测表指针满偏，再调节使待测表指针半偏，若选择合适电源电压当 $R_1=0$ 时待测表示值为 I_m 则 $R_g=R_2$

测量电路如左图所示，因检流计不能通过较大的电流，故采用两次分压电路，第一次分压取自滑动变阻器，由电压表测数据，第 2 次分压取自 R_1 的端电压

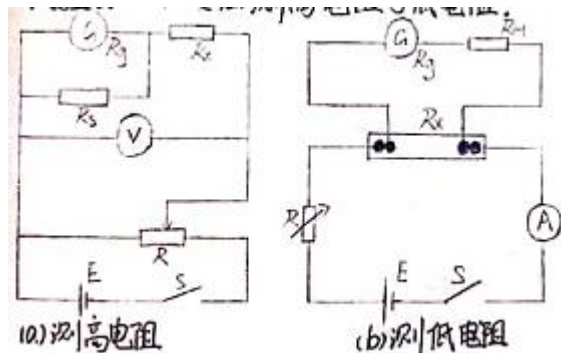
测量方法 设定 r_2 为 0，调节某个元件参数（如： R_0 ）使检流计为满刻度，再调节 R_2 并保持 R_1 上的电压不变，使检流计指示正好为满度之半，则 $R_g=R_2$

检流计的电流常数 k_i 即为检流计每小格所代表的电流值，其大小可结合测量内阻时检流计满偏的电压表读数 V 算出

$$V_1 = \frac{R_1 V}{R_0 + R_1}$$

$$k_i = \frac{I_g}{d} = \frac{R_1 V}{(R_0 + R_1) R_g d}$$

实验四 伏安法测高电阻与低电阻



用伏安法测高电阻和低电阻的原理相似，测高电阻 ($>10^4 \Omega$) 时由于通过电阻的电流太小，一般电流表测不出，故采用灵敏电流计如左图 (a)，测低电阻 ($<1 \Omega$) 是采用灵敏电流计测出小电压，如左图 (b)

二 实验仪器

电阻箱，指针式检流计，固定电阻两个，直流稳压电源，滑动变阻器 (200Ω)，待测电阻，开关等，QJ45 型箱型电桥，FMA 型电子检流计

三 实验内容

1 测线性电阻

选择伏安法测中电阻，惠通斯电桥测中电阻，半偏法测检流计和电流常数，伏安法测高(低)电阻

2 数据处理

(1) 列表记录原始数据

(2) 计算线性电阻值及其不确定度。

实验一：伏安法测电阻

原始数据记录：

	1	2	3	4	5	6	7	8
$y=U/V$	#y1#	#y2#	#y3#	#y4#	#y5#	#y6#	#y7#	#y8#
$x=I/A$	#x1#	#x2#	#x3#	#x4#	#x5#	#x6#	#x7#	#x8#
$y^2=U^2/V^2$	#y21#	#y22#	#y23#	#y24#	#y25#	#y26#	#y27#	#y28#
$x^2=I^2/A^2$	#x21#	#x22#	#x23#	#x24#	#x25#	#x26#	#x27#	#x28#
$xy=IU/AV$	#xy1#	#xy2#	#xy3#	#xy4#	#xy5#	#xy6#	#xy7#	#xy8#

数据处理：线性回归：

$\bar{y}=\text{ave_y\#}$

$\bar{x}=\text{ave_x\#}$

$$b = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\bar{x}^2 - \bar{x}^2}} = \#b\#$$

$$a = \#a\#$$

$$r = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\bar{x}^2 - \bar{x}^2)(\bar{y}^2 - \bar{y}^2)}} = \#r\# \quad \text{相关性强}$$

$$R_2 = R_g$$

$$R_x = b - R_g = \#R_x\# \quad \Omega$$

Rx 不确定度计算:

$$u_a(b) = b \sqrt{\frac{1}{k-2} \left(\left(\frac{1}{r} \right)^2 - 1 \right)} = \#u_{a_b}\#$$

$$u(U) = \frac{\Delta_{f_k(V)}}{\sqrt{3}} = 0.00433$$

$$u(I) = \frac{\Delta_{f_k(A)}}{\sqrt{3}} = 4.33E-5 \text{ A}$$

$$u_b(R_x)/R_x = \sqrt{\left(\frac{u(U)}{U} \right)^2 + \left(\frac{u(I)}{I} \right)^2} = \#u_{b_rx_rx}\#$$

$$u_b(R_x) = \#u_{b_rx}\#$$

$$u(R_x) = \sqrt{u_a(R_x)^2 + u_b(R_x)^2} = \#u_{rx}\#$$

$$R_x = \#fin_R_x\# \quad \Omega$$

实验二 半偏法测检流计内阻和电流常数 k_i

原始数据记录:

R1/ Ω	U/V	R0/ Ω	d/div	R2/ Ω
#2r1#	#2v#	#2r0#	#2d#	#2r2#

$$R_g = R_2 = \#2r2\#$$

不确定度计算:

$$u_b(R_2) = \Delta R_2 / \sqrt{3} = \#u_{r2}\#$$

$$R_g \pm u(R_g) = \#2r2\# + \#u_{rg}\#$$

$$k_i = \frac{R_1 V}{(R_0 + R_1) R_{gd}} = \#2k_i\#$$

$$u(R_0) = \#u_{r0}\#$$

$$u(R_1) = \#u_{r1}\#$$

$$u(R_2) = \#u_{r2}\#$$

$$u(V) = \#u_v\#$$

$$u(d) = \#u_d\#$$

$$u(R_0 + R_1) = \#u_{mix}\#$$

$$u(k_i) = \#u_{ki}\#$$

$$\text{则 } k_i = \#2k_i\# + \#u_{ki}\#$$

实验三 伏安法测高电阻

Rs/ Ω	V/V	d/dw	Rg/ Ω	k_i
#3rs#	#3v#	#3d#	#3rg#	#3ki#

$$R_{xh} = (R_s) / ((R_s + R_g) k_i) * (v/d) = \#3rxh\# \Omega$$

$$U(R_s) = (\Delta \text{ 仪 } (R_s) / \sqrt{3}) = \#u3_rs\#$$

$$U(R_g) = \#u3_rg\#$$

$$U(R_g + R_s) = \sqrt{U(R_g)^2 + U(R_s)^2} = \#u3_r\#$$

$$U(V) = (\Delta \text{ 仪 } (V) / \sqrt{3}) = \#u3_v\#$$

$$U(d) = \#u3_d\#$$

$$U(k_i) = \#u3_ki\#$$

$$U(R_{xh}) / R_{xh} = \#fin_u_3rxh_3rxh\#$$

$$U(R_{xh}) = \#fin_u_3rxh\# \Omega$$

$$R_{xh} = \#3rxh\# \pm \#fin_u_3rxh\#$$