

实验日期:

组号: B4

教师签字:

预习成绩

总成绩:

实验二 惠斯通电桥与伏安特性

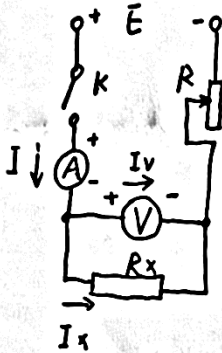
1. 实验目的

了解惠斯通电桥的构造和测量原理; 熟悉调节电桥平衡的操作步骤; 练习连接电路, 熟悉电阻箱、检流计等基本电学仪器使用; 了解元件伏安特性。

2. 实验原理

① 非线性元件(如半导体二极管)的 $u-i$ 关系为非线性, 称 $R_Q = \frac{u}{i}$ 为非线性元件在工作电压 u 下的静态电阻; 而将其在 u 附近的改变量与电流的改变量之比 $R_D = \frac{\Delta u}{\Delta i}$ 称为其在 u 下的动态电阻。

② 电流表外接测电阻:



$$R_x = R_{测} - R_A$$

$$R_x = \frac{R_V R_{测}}{R_V - R_{测}}$$

$$E = \frac{R_{测} - R_x}{R_x} = -\frac{R_x}{R_x + R_V}$$

电流表内接测电阻:

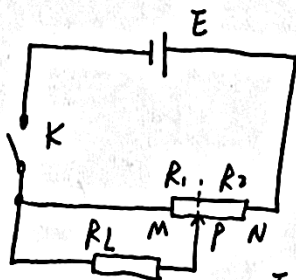
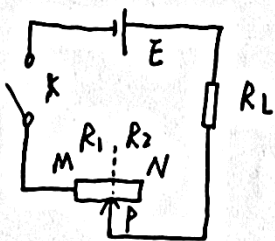


$$R_x = R_{测} - R_A$$

$$E = \frac{R_{测} - R_x}{R_x} = \frac{R_A}{R_x}$$

因此 $R_x \gg R_A$ 时采用内接误差小, $R_x \ll R_V$ 时, 外接误差小。

③ 制流电路与分压电路:

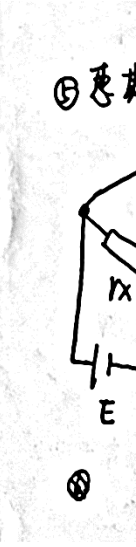


制流电路流过负载电阻 R_L 时电流为: $I = \frac{E}{R_L + R_1} = \frac{E}{R_L + R - R_2} = \frac{k I_0}{1 + k - \delta}$

其中 $k = \frac{R_L}{R_1 + R_2}$; $\delta = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ 为滑触点 P 的位置; $I_0 = \frac{E}{R_L}$ 为 $R_1 = 0$ 时的最大电流。

如制流比 $\frac{I}{I_0} = \frac{k}{1 + k - \delta}$ 可知 k 越大时调节的线性越好, 但可调节范围较小, 一般

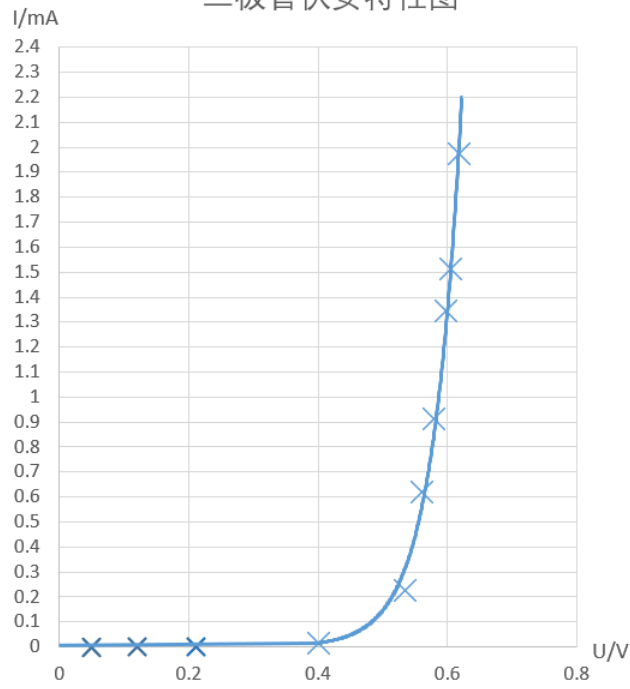
k 取 $0.5 \sim 1$ 。



3. 数据处理

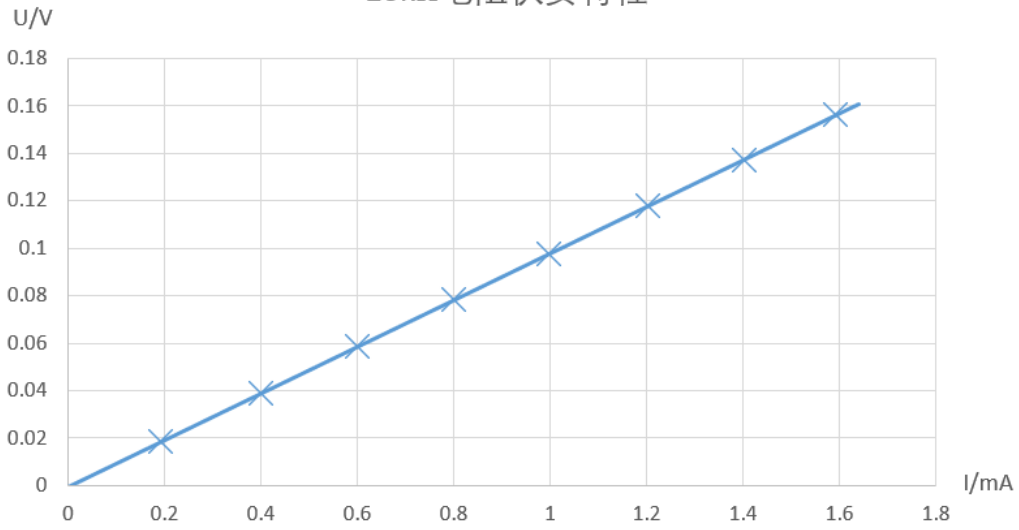
- ① 绘制二极管伏安特性曲线

二极管伏安特性图



② 绘制 10kΩ 电阻伏安特性曲线

10kΩ电阻伏安特性



③ 惠斯通电桥

电阻(Ω)	N	$R_s(\Omega)$	$R_x(\Omega)$	$\Delta R_s(\Omega)$	$\Delta n(\text{格})$	S(格)
1k	$\times 10^{-2}$	99475.0	994.750	1000	7	696.33
10k	$\times 1$	10057.0	10057.0	10	13	13074

其中:

$$S_1 = \frac{\Delta n R_s}{\Delta R_s} = \frac{7 \times 99475.0}{1000} = 696.33 \text{ (格)}$$

$$S_2 = \frac{\Delta n R_s}{\Delta R_s} = \frac{13 \times 10057.0}{10} = 13074 \text{ (格)}$$

N	$R_s(\Omega)$	$R_x(\Omega)$	$\Delta R_s(\Omega)$	$\Delta n(\text{格})$	S(格)
$\times 1$	996.8	996.8	1	19	18939.2
$\times 0.1$	9965.0	996.5	10	6	5979.0

其中：

$$S_1 = \frac{\Delta n R_s}{\Delta R_s} = \frac{19 \times 996.8}{1} = 18939.2 \text{ (格)}$$

$$S_2 = \frac{\Delta n R_s}{\Delta R_s} = \frac{6 \times 9965.0}{10} = 5979.0 \text{ (格)}$$

4. 实验结论及现象分析

- ① 由二极管的伏安特性图可知，二极管正向电压小于 0.4V 时几乎不导通，在正向电压大于 0.4V 时电流急剧增加，并且呈指数型，电阻急剧减小。
- ② 由 10k Ω 定值电阻的伏安特性图可知，定值电阻两端的电阻和电流成正比，电阻阻值不发生变化。

5. 讨论问题

① 电桥测电阻为什么不能测量小于 1 Ω 的电阻？

答：因为导线也有比较小的电阻，大约在 $10^{-2} \sim 10^{-5} \Omega$ 范围内，在测量较大电阻时这些微小的电阻可以被忽略，但是当所测电阻小于 1 Ω 时，这些微小电阻就会造成较大的误差，造成测量不准确。

② 用什么办法保护电流计，不至于因为电流过大而损坏？

答：首先使用较小的灵敏度检测，当电流计小灵敏度无法检测出电流变化之后在逐渐增加灵敏度，防止在使用高灵敏度检测较大电流时损坏电流计。同时在接通电流计时应点按开关，防止电流过大损坏电流计

③ 当电桥平衡后，若互换电源和检流计的位置，电桥是否仍然平衡？并给出证明。

答：仍然平衡，证明如下：

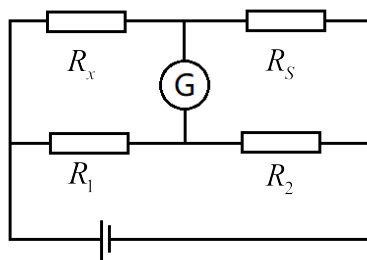


图 1

如图 1，当电桥平衡时有：

$$\textcircled{1}: \frac{R_x}{R_s} = \frac{R_1}{R_2}$$

将图 1 中电桥和电源位置互换得图 2，由图 2 得图 3

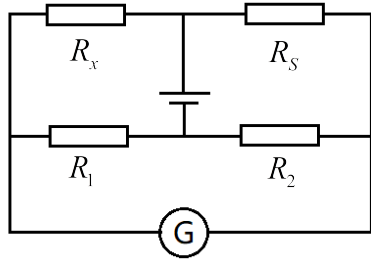


图 2

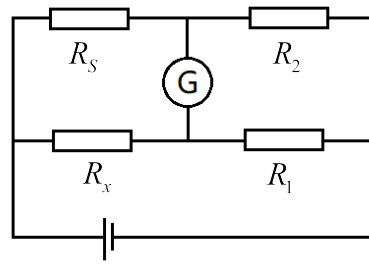


图 3

此电桥得平衡条件是：

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

该式与①式等价，因此当电桥平衡后，若互换电源和检流计的位置，电桥仍然平衡。

实验现象与原始数据.

1. 伏安特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U (V)	0.0536	0.1173	0.2127	0.4007	0.5356	0.5600	0.5773	0.5984	0.6044	0.6174
I (mA)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0175	0.2274	0.6212	0.9144	1.3429	1.5138	1.9716

二极管

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
U (V)	0.916	0.4010	0.5998	0.7988	0.9968	1.2028	1.4016	1.5914
I (mA)	0.0184	0.0390	0.0586	0.0782	0.0976	0.1180	0.1374	0.1562

电阻 (10kΩ)

2. 惠斯通电桥

电阻	N	$R_s (\Omega)$	$R_x (\Omega)$	$\Delta R_s (\Omega)$	$\Delta n (\text{格})$	S (格)
1 kΩ	$\times 10^{-2}$	99475.0 99475 99475.0	99475.0 99475 10057.0	1000	17	696.3
10 kΩ	$\times 10$	99475 10057.0	99475 10057.0	510	13	13074.1

N	$R_s (\Omega)$	$R_x (\Omega)$	$\Delta R_s (\Omega)$	$\Delta n (\text{格})$	S (格)
1	996.8	996.8	1	19	18939.2
0.1	9965.0	996.5	10	6	5979

学生姓名: 刘序明
 学号: 190320528
 日期: 2020.09.15
 签字: 刘序明

教师签字: 王国强