

伏安法测电阻

Aozhe Zhang 2313447

2024 年 5 月 27 日

目录

1 实验目的	2
2 实验仪器	2
3 实验原理	2
3.1 线性元件和非线性元件	2
3.2 测量电路的选取	2
4 实验内容和步骤	3
5 实验数据分析	3
5.1 数据呈现	3
5.1.1 金属膜电阻实验数据	3
5.1.2 晶体二极管实验数据	4
5.1.3 参考值	4
5.2 数据处理	5
5.2.1 金属膜	5
5.2.2 晶体二极管	5
6 分析与讨论	5
6.1 欲测导线电阻 (约 0.05Ω), 给定直流电流表 (15mA , 2.4Ω), 甲电池, 滑线电阻 (100Ω , 1.5A), 画出电路图并说明测量方法。	5

1 实验目的

1. 学会设计用伏安法测电阻的实验电路。
2. 掌握各种电阻元件伏安特性曲线的测量方法。
3. 学会用作图法处理实验数据。

2 实验仪器

待测电阻 R_x (约 110Ω), 待测晶体二极管、直流电压表 (指针式电压表或台式数字万用表), 直流电流表 (指针式电流表或手持数字万用表), 滑动变阻器 (BX7-11), 手持式万用表 (UT61B), 直流稳压电源。

3 实验原理

3.1 线性元件和非线性元件

当一电阻元件两端加上不同的直流电压 U 时, 元件内则有相应的电流 I 流过, 以电流 I 为纵坐标, 电压 U 为横坐标, 作出 $I-U$ 关系曲线, 这便是该电阻元件的伏安特性曲线。通常情况下, 导电金属丝、碳膜电阻、金属膜电阻等, 其伏安特性曲线是一条通过原点的直线, 如下左图所示。这类元件称为线性元件, 其阻值是一个不随 I 、 U 变化的常数。对于像晶体二极管、热敏电阻等类元件, 它们的伏安特性曲线不是一条直线, 这类元件称为非线性元件, 其阻值不是常数。如下右图所示为某一晶体二极管的伏安特性曲线。



图 1: 线性元件和二极管的伏安特性曲线

3.2 测量电路的选取

由于电流表的内阻已知, 本次实验采用分压-电压表外接电路测定待测电阻的伏安特性曲线, 如图所示。

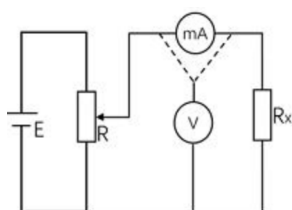


图 2: 分压电路

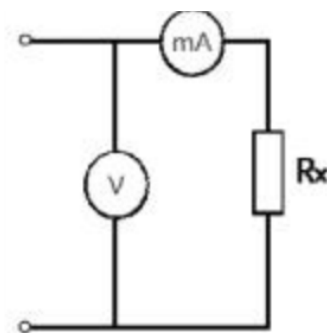


图 3: 电压表外接

这种由连接方法引入的误差通常称为方法误差，电压表外接的方法误差为

$$\rho_{\text{外}} = \frac{R_A}{R_x}$$

对结果进行修正

$$R_x = \frac{U}{I} - R_A$$

4 实验内容和步骤

1. 测量金属膜电阻的阻值

根据“仪器用具”栏目所给实物的参数，选择适当的电路，并画好电路图。在电表量程范围内，均匀地选测十组 U 、 I 数据，作 I - U 伏安特性曲线。如为直线，可在直线两端选两组 U 、 I 值，由直线斜率即可算出 R_r 值。要求修正掉方法误差，算出测量误差。

2. 测量晶体二极管的伏安特性曲线

晶体二极管由于其 PN 结具有单向导电性，故正、反向电阻差异很大。小功率晶体二极管其正向电阻一般只有几十到几百欧姆，而反向电阻则在几百千欧姆 (10Ω) 以上。选择适当电路，测出十组 U 、 I 值，作出伏安特性曲线。在 2.00mA 和 8.00mA 电流下，分别算出电阻值 (即 U/I 值)。

5 实验数据分析

5.1 数据呈现

5.1.1 金属膜电阻实验数据

U (V)	0.0189	0.1202	0.1501	0.3581	0.4352	0.5068	0.5595	0.7594	0.8317	1.0284
I (mA)	0.16	1.05	1.3	3.13	3.77	4.39	4.85	6.57	7.22	8.95

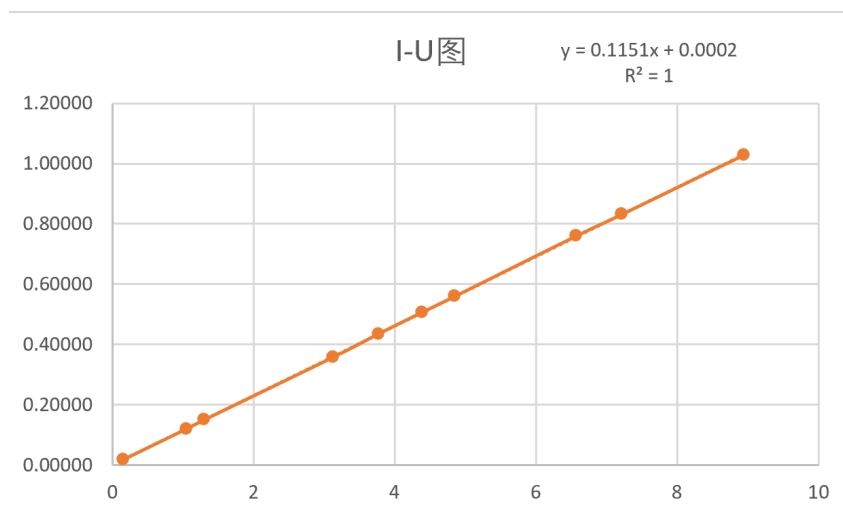


图 4: I-U 图

5.1.2 晶体二极管实验数据

U(V)	0.3885	0.4658	0.4919	0.5295	0.5454	0.5657	0.5979	0.6552	0.7057
I(mA)	0.03	0.31	0.64	1.38	1.86	2.76	4.19	7.79	10.7

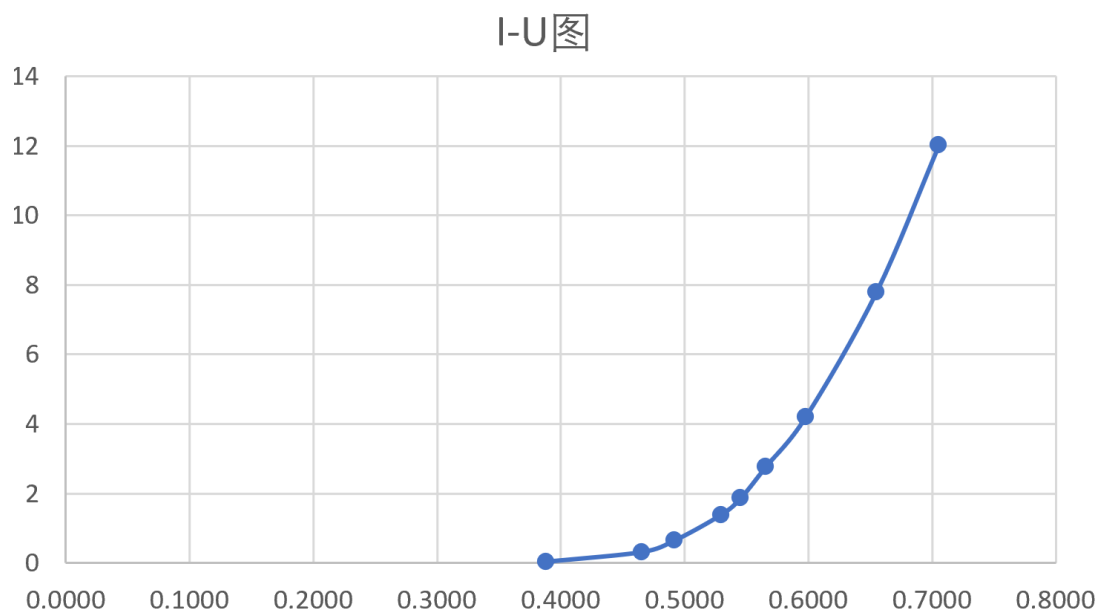


图 5: I-U 图

5.1.3 参考值

$$R_A = 2\Omega \quad R_V = 10^7\Omega$$

5.2 数据处理

5.2.1 金属膜

选取拟合直线上较远的点 (1.0284, 8.95), (0.1202, 1.05), 注意要减去电流表的内阻, 求得

$$R_x = 114.9620 - 2 = 112.9620\Omega$$

保留的数字还要根据绝对误差来确定, 根据相对误差的公式

$$\rho_X = \sqrt{\rho_U^2 + \rho_I^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U_2 - U_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I_2 - I_1}\right)^2}$$

$$\Delta U = \pm(0.02\%U_x \pm 0.0004) = \pm(0.000206 \pm 0.0004)V$$

$$\Delta I = \pm(0.12\%I_x \pm 0.03) = \pm(0.01074 \pm 0.03)mA$$

取较大的 $\Delta U = 0.000606V$ 和 $\Delta I = 0.01374mA$, 得

$$\rho_X = 0.0017405$$

则绝对误差为

$$\Delta R = R_x \times \rho_X = 0.19\Omega$$

最终结果表示为

$$R_x = (112.96 \pm 0.19)\Omega$$

5.2.2 晶体二极管

在 $2.0mA$ 下的阻值为

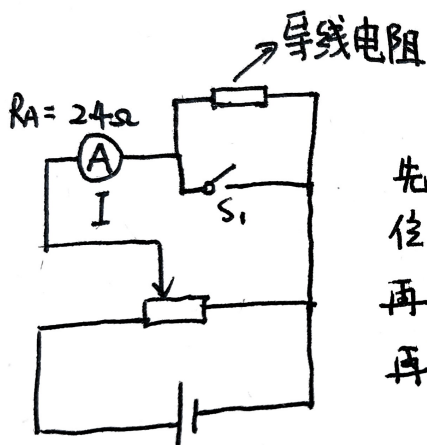
$$\frac{U_a}{I_a} \approx 275\Omega$$

在 $8.0mA$ 下的阻值为

$$\frac{U_a}{I_a} \approx 82.5\Omega$$

6 分析与讨论

6.1 欲测导线电阻 (约 0.05Ω), 给定直流电流表 ($15mA, 2.4\Omega$), 甲电池, 滑线电阻 ($100\Omega, 1.5A$), 画出电路图并说明测量方法。



先闭合 S_1 , 将滑动变阻器调节至适合的位置使 \textcircled{A} 表的示数适中。此时 I_1 示数。再断开 S_1 , 其余部分不动, 此时 I_2 示数再算得 $R_x = \frac{I_1 R_A}{I_2} - R_A$ 。