

《大学基础物理实验》课程实验报告

姓名：柯云超 学号：2413575

学院：计算机学院 时间：2025 年 3 月 25 日 组别：L 组 11 号

伏安法测定电阻

[实验原理]

线性元件和非线性元件

伏安特性曲线是以电流 I 为横坐标，电压 U 为纵坐标作出的 I-U 图。通常情况下，导电金属丝，碳膜电阻，金属膜电阻等的伏安特性曲线是一条直线，称其为线性元件；二极管等元件的伏安特性曲线不是一条直线，这类元件称为非线性元件。

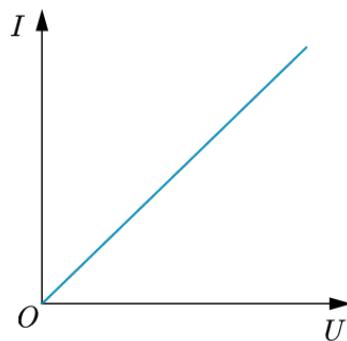


图 1: 线性元件

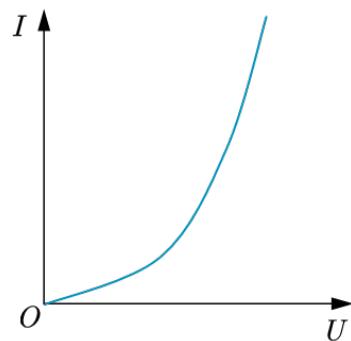
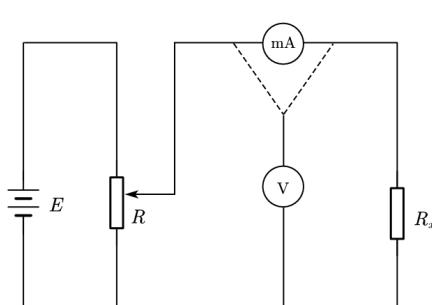


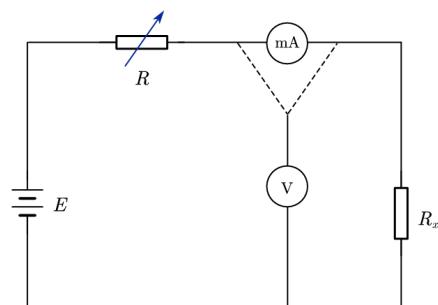
图 2: 非线性元件

测量电路

本实验中测量电路分为两种：分压式和限流式，本次实验选择分压电路，电压表内接



(a) 分压电路



(b) 限流电路

图 3: 测量电路选取

[主要仪器品牌与型号]

直流稳压电源
台式万用表: GDM8342
手持万用表: VT61B
滑动变阻器: BX7-11

[万用表测量数据]

金属膜电阻 R_x 阻值: 109.1Ω
直流稳压电源输出电压: $1.49V$
正向 PN 结电压: $0.385mV$
电表内阻 $R_V = 10M\Omega$, $R_A = 2\Omega$, 电压表应内接

[伏安法测量数据]

实验测量数据如下

$U(V)$	0.0055	0.0723	0.2110	0.2277	0.3918	0.4382
$I(mA)$	0.04	0.66	1.93	2.09	3.56	3.92
$U(V)$	0.4686	0.5640	0.7081	0.9434	1.1782	1.4032
$I(mA)$	4.29	5.16	6.49	8.63	10.87	12.85

表 1: 金属膜电阻原始数据

$U(V)$	0.0150	0.1451	0.2308	0.3104	0.4653	0.5440
$I(mA)$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.23	1.73
$U(V)$	0.5851	0.6046	0.6399	0.6552	0.6775	0.7056
$I(mA)$	4.00	5.72	10.44	13.47	19.42	31.92

表 2: 二极管原始数据

[数据处理]

使用 Python 绘制伏安特性曲线如下.

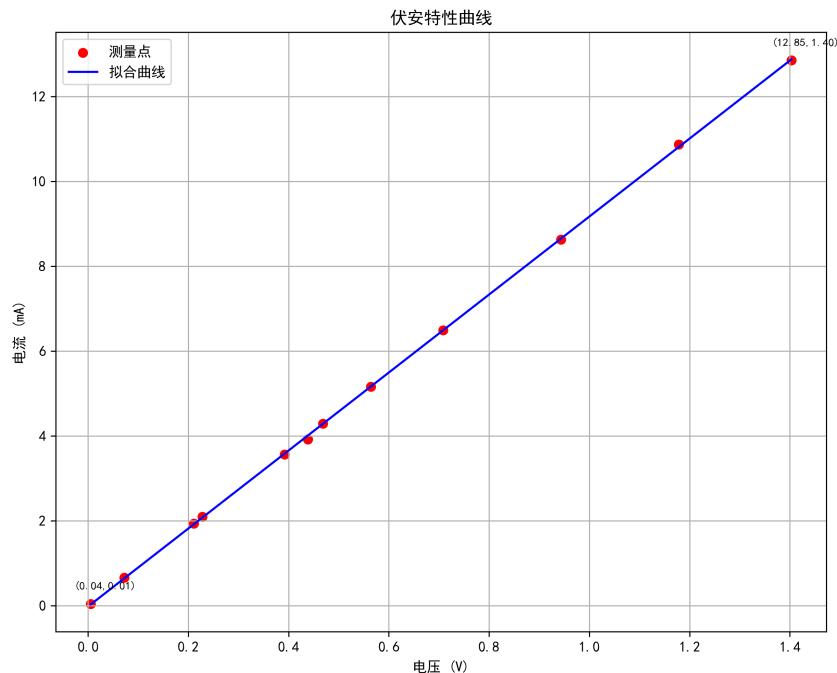


图 4: 线性电阻直线拟合

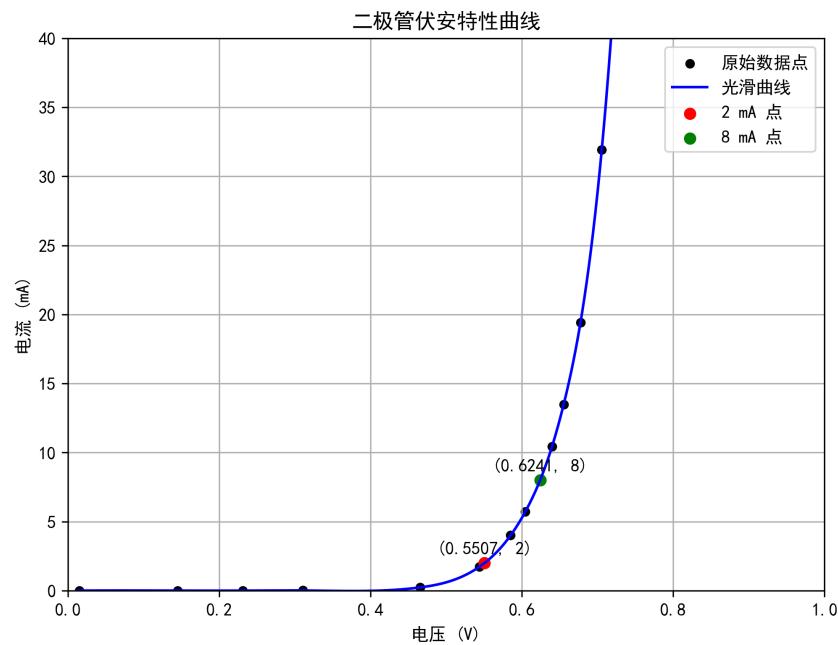


图 5: 非线性电阻直线拟合

金属膜电阻数据处理

选取直线上距离最远的两个点，带入公式

$$\overline{R}_x = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} - \frac{U_2 - U_1}{R_V}$$

计算得 $\overline{R}_x = \frac{1.40 - 0.01}{12.85 - 0.04} \times 1000 \approx 108.51\Omega$

下面进行误差分析：

首先计算仪表误差：

$$\Delta U = \pm(0.0002 * 1.40 + 4 * 0.0001)$$

$$\Delta I = \pm(0.012 * 12.85 + 3 * 0.01)$$

计算相对误差 ρ_x

$$\rho_x = \sqrt{\rho_V^2 + \rho_z^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U_2 - U_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I}{I_2 - I_1}\right)^2} = 0.014$$

则误差为 $\Delta R = \overline{R}_x \times \rho_x = 1.52\Omega$, 求得最终结果为

$$R_x = (108.51 \pm 1.52)\Omega$$

二极管数据处理

从图中读取数据，根据有效位数“多取一位”原则，保留三位有效数字。

- (a) 在 2.00mA 下的阻值为 $\frac{0.5507}{2} * 1000 = 275\Omega$
- (b) 在 8.00mA 下的阻值为 $\frac{0.6241}{8} * 1000 = 78.0\Omega$

[思考题]

分析：三个元件的阻值数量级差别都很大，在现有条件下无论选择怎样的方法都会造成较大的误差。

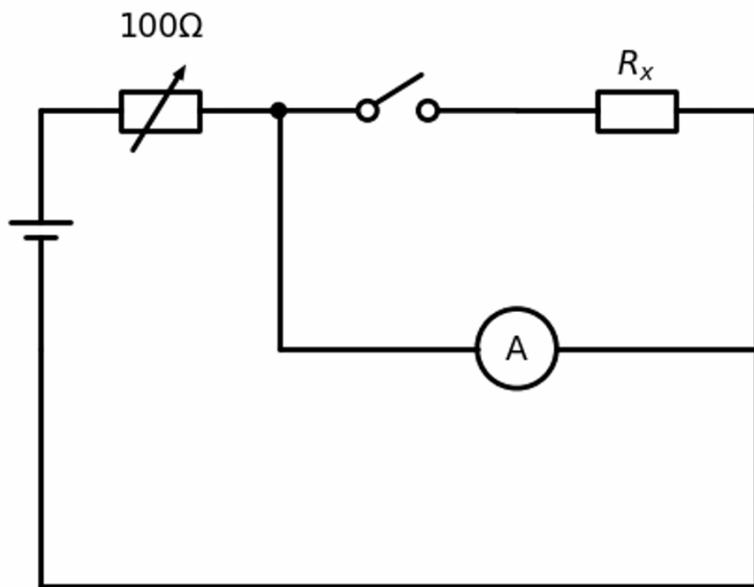


图 6: 思考题 2

按照图中的方法，可以先断开开关，根据 $(100 + R_G)I_{G1} = U$ 先求得电路总电压，然后合上开关，利用 $\frac{U - I_{G2}R_G}{100} - I_{G2} = \frac{I_{G2}R_G}{R_x}$ 求得 R_x 。