

电磁学实验报告

姓名：蒋薇 学院及专业：计算机学院（工科试验班） 学号：2110957 组别：C组
座号：10 实验日期：2022.4.26 星期二 早上

实验题目：伏安法测电阻

一：实验原理：

1：伏安特性曲线的定义

任何一个二端元件可用该元件上的端电压 U 与通过该元件的电流 I 之间的函数关系 $I = f(U)$ 来表示，即可用 $I-U$ 平面上的一条曲线来表征，这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。

2：不同元件对应伏安特性曲线的特点：

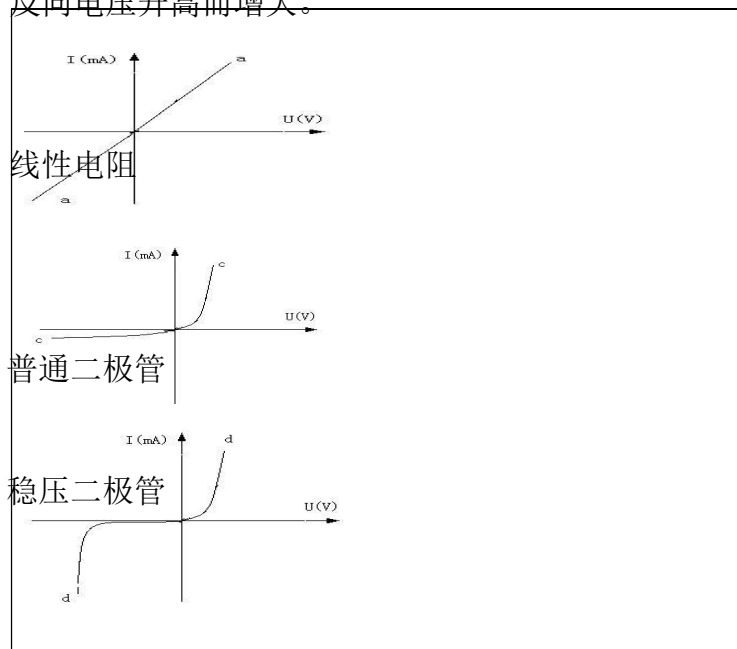
A: 线性电阻器是理想元件，在任何时刻它两端的电压与其电流的关系服从欧姆定律，它的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线；

B: 非线性电阻器元件的伏安特性不是一条通过原点的直线，其阻值 R 不是常数，即在不同的电压作用下，电阻值是不同的。常见的非线性电阻如白炽灯丝、普通二极管、稳压二极管等

a: 一般的白炽灯在工作时灯丝处于高温状态，其灯丝电阻随着温度的升高而增大，通过白炽灯的电流越大，其温度越高，阻值也越大；

b: 普通的半导体二极管的正向压降很小，正向电流随正向压降的升高而急剧上升，而反向电压从零一直增加到十多至几十伏时，其反向电流增加很小；

c: 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管，其正向特性与普通二极管类似，但其反向电压开始增加时，其反向电流几乎为零，但当反向电压增加到某一数值时（稳压值），电流将突然增加，以后它的端电压将维持恒定，不再随外加的反向电压升高而增大。



二：主要仪器品牌和型号

- 1: 直流稳压电源:
- 2: 台式万用表：编号：20154849（部门：基础物理实验室）
- 3: 手持万用表：UT61B(UNI—T)
- 4: 滑动变阻器:BX 7-11(上海胜新电器厂)

三：万用表测量数据

- 1: 金属膜电阻 R_x 阻值 $R_x = 109.9\ \Omega$
- 2: 实验中直流稳压电源输出电压 $U = 1.52V$
- 3: 二极管方向（二极管正向偏置电压）
- 4: 电表内阻 $R_v = 10.02M\ \Omega$ ， $R_A = 2.00\ \Omega$ ，电压表应内接。

四：伏安法测量数据

1：测金属膜伏安特性曲线原始数据表

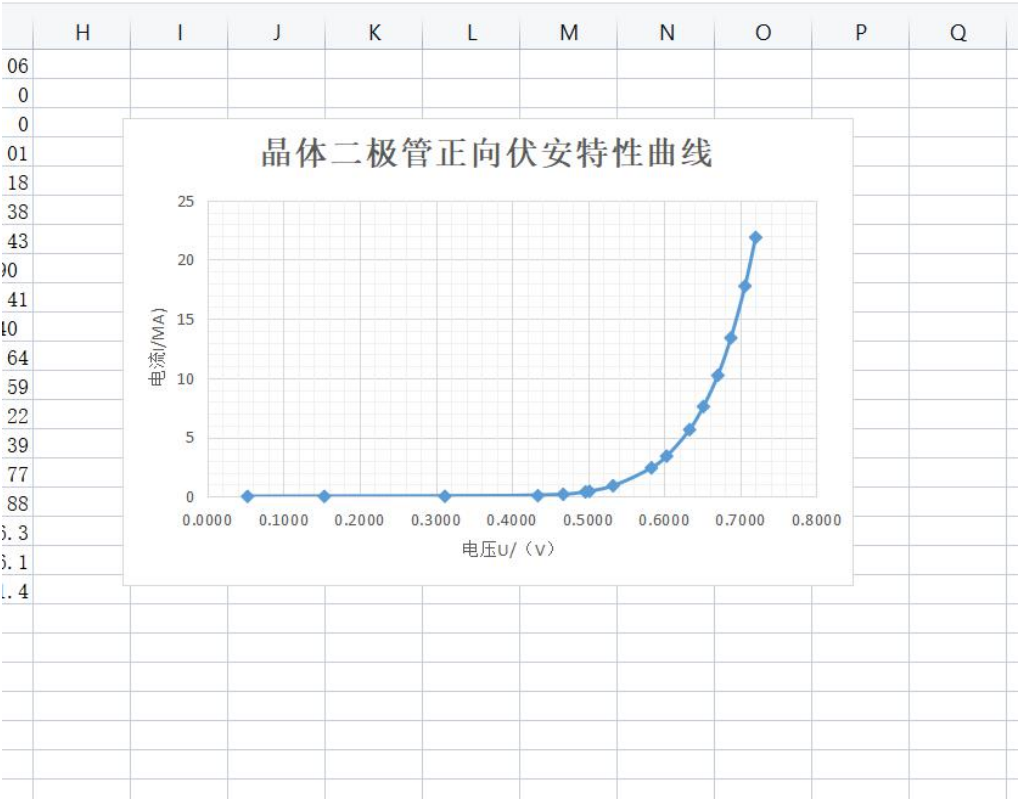
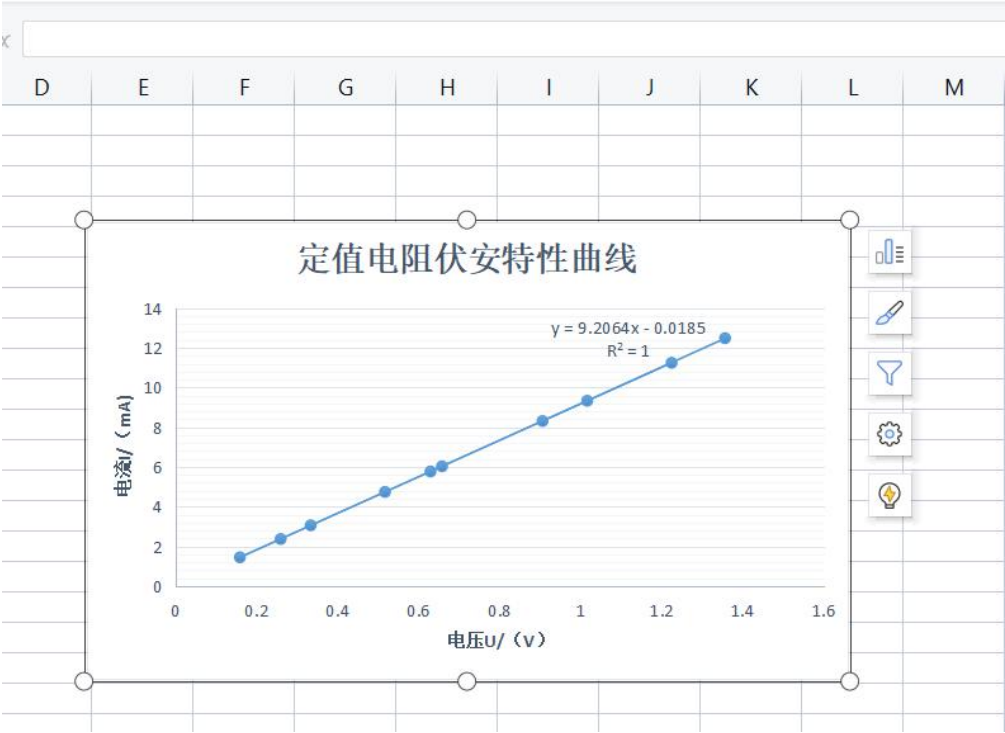
U（V）	0.1824	0.2137	0.3925	0.5647	0.6324	0.7012	0.9638	1.124	1.321	1.3818
I（mA）	1.66	1.95	3.60	5.18	5.72	6.44	8.85	10.33	12.14	12.70

2:测晶体二极管正向伏安特性曲线原始数据表

U（V）	0.0527	0.1536	0.3219	0.4179	0.4342	0.4612	0.4917	0.5109
I（mA）	0	0	0.01	0.05	0.06	0.16	0.34	0.45
U（V）	0.5430	0.6021	0.6428	0.6627	0.6755	0.6924	0.7128	0.7211
I（mA）	0.92	3.29	4.97	8.89	10.03	14.37	17.88	23.90

五：数据处理

1：在坐标纸上做金属膜电阻和二极管伏安特性曲线，表明图名、轴名、单位



2: 从金属膜电阻伏安特性曲线上取相距尽量远的两点,

($I_1 = 1.66\text{mA}$, $U_1 = 0.1824\text{V}$), ($I_2 = 12.70\text{mA}$, $U_2 = 1.3818\text{V}$);

计算 $R_x = (U_2 - U_1) / (I_2 - I_1 - (U_2 - U_1) / R_V) = (1.3818 - 0.1824) / (12.70 - 1.66 - (1.3818 - 0.1824) / 10.03 \times 10^6) \times 1000 = 108.6 \Omega$

3: 根据仪表的现实情况判断测量误差 $\Delta U = \pm (0.02\% U_{\max} + 4 \times 0.0001) = \pm (0.02\% \times 1.3818 + 4 \times 0.0001) = \pm 0.00067628$, $\Delta I = \pm (1.2\% \times I_{\max} + 3 \times 0.01) = \pm (1.2\% \times 12.70 + 3 \times 0.01) = \pm 0.1824$;

在由此计算金属膜电阻的测量误差:

相对误差 $\rho_x = \sqrt{(\rho_x^2 + \rho_i^2)} = \sqrt{((\Delta U / (U_2 - U_1))^2 + ((\Delta I / (I_2 - I_1))^2)} = \sqrt{((0.00067628 / 1.1994)^2 + (0.1824 / 11.04)^2)} = 0.0165$

绝对误差 $\Delta R = R_x \times \rho_x = 108.6 \times 0.0165 = 1.8 \Omega$

最终测量结果为: $R_x = (108.6 \pm 1.8) \Omega$

4: 从二极管伏安特性曲线图中读取数据, 根据有效数字运算规律计算 晶体二极管的阻值:

(a) 在 2.00mA 下的阻值 $= U_a / I_a = 0.5700 / 2.00 = 2850 \Omega$

(b) 在 8.00mA 下的阻值 $= U_b / I_b = 0.6600 / 8.00 = 825.0 \Omega$

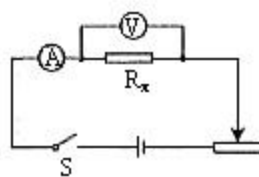
六: 回答思考题

1: 欲测量 50Ω 左右的电阻 R_x , 现有直流电流表量限 30mA , 内阻 2.0Ω , 1.0 级; 直流电压表, 一种量限是 1V , 内阻 2000Ω , 0.5 级, 另一种量限是 1.5V , 内阻 500Ω , 1.0 级; 可调直流电源。如果不修正方法误差, 该选哪两只电表才能获得最佳测量精度? 画出电路图并说明理由。

选用直流电流表 (量限 30mA , 内阻 2.0Ω , 1.0 级);

直流电压表 (量限是 1V , 内阻 2000Ω , 0.5 级)

由 $R_x \ll R_A \times R_V$, 应使用电压表内接



串联电压表内接电路图如图:

理由: 其精度 0.5 高于另一电压表精度 1.0 , 结果更准确;

其内阻 2000Ω 大于另一电压表, 电压表并联在电路中, 电阻越大, 误差越小, 实验更准确。