

## 实验题目: 电学基本测量

### 测绘线性电阻和非线性电阻的伏安特性曲线

学号: 42 姓名: 班级: 2010 成绩: 9.5  
同组人: 实验日期、时段: 日 时段 教师签名: 范

#### 一、实验目的与要求

1. 掌握: 二极管的单向导电性、作图法的注意事项、事项
2. 熟悉: 电学基本测量所用器件
3. 了解: 两种基本电路
4. 用伏安法测电阻和二极管特性曲线
5. 滑线变阻器的分压限流接法
6. 电学实验数据处理方式

#### 二、实验仪器

C65.2型 1.0级磁电式电压表(伏特表)、C65.2型 1.0级磁电式毫安表、SS1792F 数显直流稳压电源、滑线变阻器、待测电阻、待测二极管等

#### 三、实验原理(必须有电路图)

伏安法测电阻有两种接法, 分别如图1和图2所示。由于电表内阻的影响, 两种接法都存在电表的接入误差, 但如果知道电表内阻, 经过修正可以获得正确结果。

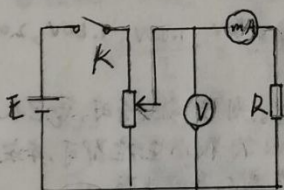


图1 电压表外接电路图

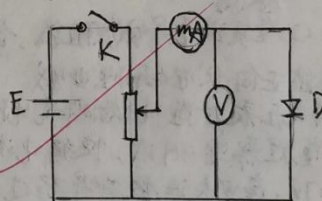


图2 电压表内接电路图

#### 1. 电压表外接电路

通过

图1中, 电流表测量的是待测电阻 $R$ 通过的电流, 但电压表测的是待测电阻两端的电压与电流表两端的电压之和。由电压表和电流表计算出的电阻 $R_0$ 偏大,  $R_0 = R + R_A$ , 式中 $R_A$ 为电流表内阻。

当  $R \gg R_A$  时, 相对误差  $R_A/R$  很小。所以, 电流表的内阻小, 待测电阻大时, 使用电压表外接电路比较合适。

2. 电压表内接电路  
图2中, 电压表测量的是待测二极管两端的电压, 但电流表测量的是通过二极管和通过电压表的电流之和。由电流表读数  $I$  和电压表读数  $U$  计算出的二极管的正向阻值  $R_D$  偏小,  $R_D = \frac{U}{I + R_V^{-1}}$  式中  $R_V$  为电压表内阻。当  $R_V \gg R$  时, 相对误差  $R/R_V$  很小。所以电压表内阻大, 待测电阻小时, 使用电压表内接电路比较合适。

#### 四、实验内容与步骤

##### 1. 测绘金属膜电阻的伏安特性曲线

测绘待测电阻板上的1号电阻, 约为100欧姆。选择图1电压表外接电路测量给定电阻阻值。电压表量程和电流表的量程比值略大于待测线性电阻即可。

电压表选3V量程, 毫安表选30mA量程。电源输出电压要略高于所选电压表的量程, 取3.5V。

(1) 按图1电压表外接电路摆好仪器

(2) 根据电路图按回路法接线, 电压正负极要注意。

(3) 检查接线, 确认无误后, 将仪器置于正常使用状态, 分压器置于最小位置, 试合开关, 注意电表指针偏转方向及大小, 确认电表处于合适量程。

(4) 合上开关, 调节滑线变阻器, 使电压表指示0.2~0.40V, 读取毫安表记录数据。

(5) 重复调节滑线变阻器, 使电压表指示为0.80V, 1.20V, 1.60V, 2.00V, 2.40V, 2.80V。

##### 2. 测绘二极管的正向伏安特性曲线

选择图2的电压表内接电路测量电阻板上的二极管。测量二极管时, 毫安表选择30mA量程, 电压表量程需要测试, 使得电流能达到30mA的最小量程即可, 本实验选1.5V。电源电压取1.7V。毫安表读数不得超过二极管允许的最大正向电流。

(1) 按图2电压表内接电路摆好线路 (2) 检查接线无误后, 将分压器电压置于最小位置, 试合开关, 注意电表指针偏转方向及大小, 确认电表处于合适量程。

(3) 合上开关, 调节滑线变阻器, 使毫安表指示值为26.0mA, 读电压表记录数据。

(4) 逐步调节, 使毫安表指示为24.0mA, 22.0mA, ..., 2.0mA, 0.0mA, 记录电压表数据。

##### 3. 复原仪器

数据经指导教师检查合格后, 拆除电路, 整理复原。

河北工业大学物理实验中心网址: <http://wlzx.hebut.edu.cn>

网上选课地址: <http://202.113.124.190>



# 物理实验报告

## 五、数据记录

### (一) 电阻的伏安特性

电流表型号 C65, 量程 15 mA, 分度值 0.1 mA, 准确度等级  $\alpha = 1$

电压表型号 C43, 量程 3 V, 分度值 0.04 V, 准确度等级  $\alpha = 1.0$

V/V	0.00	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80
I/mA	0.00	1.73	3.68	5.50	7.34	9.12	11.10	12.90

### (二) 二极管的伏安特性

电流表型号 C65, 量程 30 mA, 分度值 0.2 mA, 准确度等级  $\alpha = 1$

电压表型号 C43, 量程 1.5 V, 分度值 0.02 V, 准确度等级  $\alpha = 1.0$

V/V	1.16	1.10	1.04	0.98	0.92	0.86	0.80	0.72	0.65	0.57	0.50	0.40	0.30	0.00
I/mA	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0	16.0	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	0.0

## 六、数据处理(包含特性曲线, 作图用坐标纸)

### 1. 电阻

① 在电阻伏安特性曲线上任取两点 A B

A:  $V_1 = 0.9V$   $I_1 = 4.20mA$

B:  $V_2 = 3.0V$   $I_2 = 13.80mA$

$$k = \frac{I_2 - I_1}{V_2 - V_1} = \frac{13.80mA - 4.20mA}{3.0V - 0.9V} = \frac{9.6}{2.1} mA/V$$

$$R = \frac{1}{k} = 218\Omega$$

② 在表(一)中选一组数据  $V = 2.00V$   $I = 9.12mA$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2.00V}{9.12mA} = 219\Omega$$

$$\sigma_V = \frac{\text{量程} \times \alpha}{\sqrt{3}} = \frac{3V \times 1.0\%}{\sqrt{3}} = 0.0173V$$

$$\sigma_I = \frac{\text{量程} \times \alpha}{\sqrt{3}} = \frac{15mA \times 1\%}{\sqrt{3}} = 0.0866mA$$

$$E_R = \frac{\sigma_R}{R} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_V}{V_R}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I_R}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0.0173}{2.00}\right)^2 + \left(\frac{0.0866}{9.12}\right)^2} = 1\%$$

$$\sigma_R = R \cdot E_R = 219 \times 1\% \Omega = 2\Omega$$

$$R = (219 \pm 2)\Omega$$

$$E_R = 1\%$$

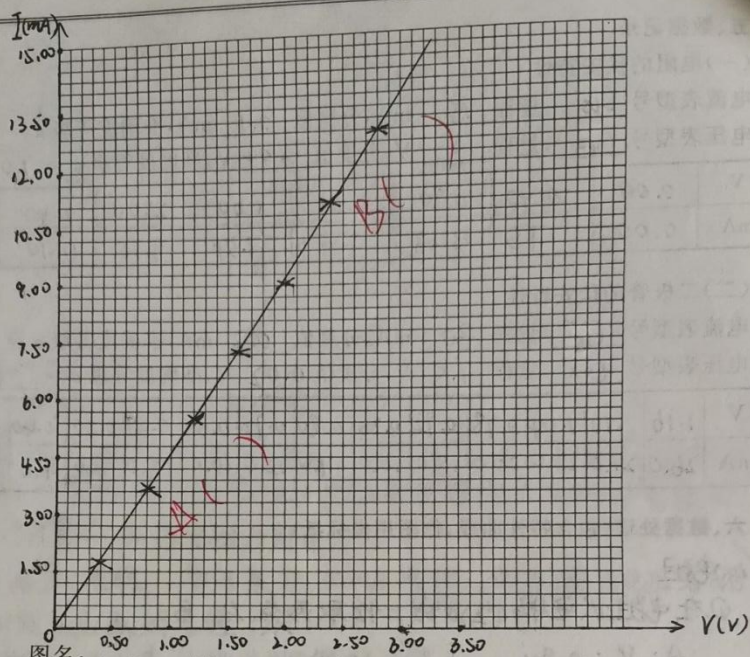
河北工业大学物理实验中心网址: <http://wlzx.hebut.edu.cn>

网上选课地址: <http://202.113.124.190>

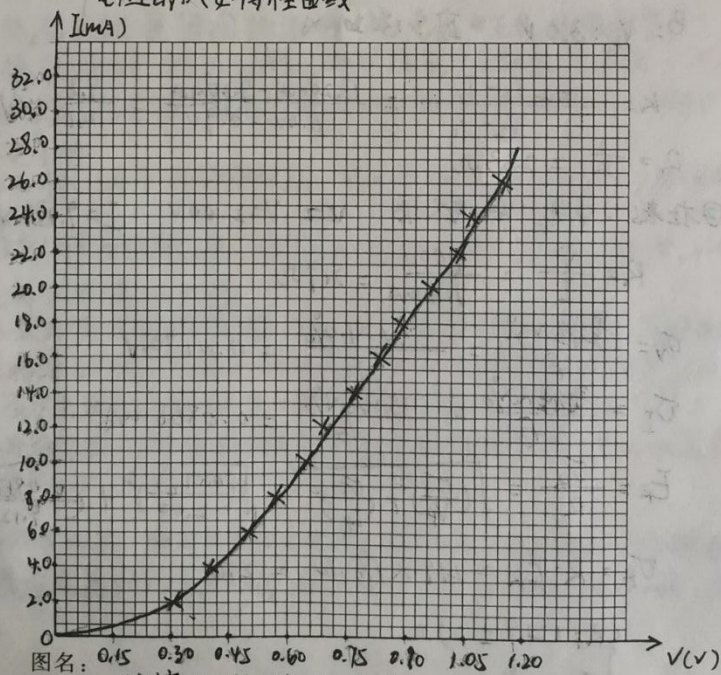
• 177 •

### 2. 二极管

电阻随电压的增大而减小,



图名: 电阻的伏安特性曲线



图名: 二极管的伏安特性曲线

## 七、实验分析

1. 安装线路时,要按照“仪器位置合理,操作观察简便”的原则。可以根据电路图从电源正极开始按回路法逐个接线,另外要使每个接线至端的导线尽可能少,注意电表的“+”“-”极。
2. 实验通过开关和分压器均可保护电路。闭合开关前,把分压器电压置于最小位置可保护电路。
3. 在正式测量前要试开开关,可以帮助选择电表的合适量程,并能防止因电表接反导致的损坏电表。
4. 实验对电流表、电压表采取了理想化,认为它们的电阻忽略不计。而实际中电表的电阻必会对结果造成影响,使实验结果出现误差。

电压表外接时,电流表的示数即为通过电阻的电流,而电压表测的是电阻和电压表的电压,所以  $U = \frac{U}{R} - R$

电压表内接时,电压表示数即电阻两端电压,而电流表测通过电阻和电压表的电流,所以  $\frac{1}{R} = \frac{1}{U} - \frac{1}{R}$



## 思考题与思维拓展:

- 1、伏安法测电阻时,电表的接法有何不同?不同接法适用条件是什么?
- 2、试总结做电学实验应注意的问题(包括电表量程的选取原则;怎样估读)。
- 3、在测量中改变电流表与电压表的量程,对测量结果有无影响?为什么?在实验中是否允许改变量程?
- 4、当已知电压表(或电流表)的内阻时,求出修正的被测电阻值,此时电阻不确定公式是什么?

1、伏安法测电阻时,可以采用毫安表内接法和毫安表外接法两种接法,当  $\frac{R_{测}}{R_I} > \frac{R_V}{R_{测}}$  时,选毫安表内接法;当  $\frac{R_{测}}{R_I} < \frac{R_V}{R_{测}}$  时,应选毫安表外接法

( $R_{测}$  为待测电阻阻值,  $R_I, R_V$  分别为电流表、电压表阻值)

2. ① 电表量程选取:最好使指针达到  $2/3$  量程到满偏之间 不能选过大、过小的量程。

② 估读:当分度值以“1”结尾,估读到下一位,其它情况估读在本位

③ 注意不要接反正、负极

3. 有影响 若换成大量程电表,读数误差会偏大,若换成小量程电表可能会损坏电表,实验的结果的不确定度也会改变  
实验中不允许改变量程

4. 电压表外接:  $R = \frac{U}{I} - R_I$  电压表内接  $\frac{1}{R} = \frac{1}{U} - \frac{1}{R_V}$

$$\sigma_V = \frac{\text{量程} \times 0.5\%}{\sqrt{3}}$$

$$\sigma_I = \frac{\text{量程} \times 0.5\%}{\sqrt{3}}$$

$$E_R = \frac{\sigma_R}{R} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I}\right)^2}$$

$$\sigma_R = R \cdot E_R = R \cdot \sqrt{\left(\frac{\sigma_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I}\right)^2}$$