

# 物理实验报告



南方科技大学  
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

学号: 114514 姓名: SUSTech 日期: 2025/04/15 时间: 周二下午

## 1 实验名称: 线性与非线性元件伏安特性的测量

## 2 实验目的

1. 熟练使用电学实验的常用仪器, 掌握电流、电压、电阻等电学量的测量方法。
2. 理解制流电路和分压电路的工作原理, 学习恒压源与恒流源的使用。
3. 测量小灯泡的伏安特性曲线, 掌握电流表的内接法和外接法。
4. 测量发光二极管及稳压二极管的伏安特性曲线。

## 3 实验原理

### 1、制流电路、分压电路、电流表内接法、电流表外接法

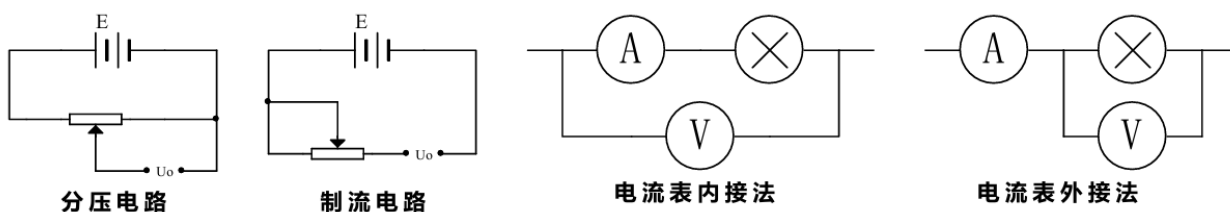


Figure 1: 电路图

### 2、恒压源、恒流源

恒压源就是常说的稳压电源, 在额定输出电流范围内, 能够对负载提供稳定的输出电压。理想的恒压源内阻为零, 负载改变时, 输出电流发生相应变化, 输出电压维持恒定不变; 恒流源也叫稳流电源, 在额定输出电压范围内, 能够对负载提供稳定的输出电流。理想的恒流源内阻为无穷大, 负载改变时, 输出电压发生相应变化, 输出电流维持恒定不变。更高级的电源由恒压和恒流两部分组成, 两种工作状态自动切换。电源工作在恒压状态时, 恒流部分起限流保护作用; 电源工作在恒流状态时, 恒压部分起限压保护作用。

## 4 实验仪器

稳压电源, 稳流电源, 毫安表, 万用表, 小灯泡, 发光二极管, 稳压二极管, 导线若干

## 5 实验内容

### 5.1 测量钨丝小灯泡和定值电阻的伏安特性曲线

1. 分别采用电流表内接法和电流表外接法测量小灯泡的伏安特性曲线。使用恒压电源输出, 逐渐增大电压, 记录对应的电流值。要求电压在  $0 \sim 7.000 \text{ V}$  范围内, 每隔  $\sim 0.500 \text{ V}$  记录一组数据点。
2. 根据 (1) 中所测数据, 在同一坐标系中绘制两条小灯泡的伏安特性曲线 ( $V-I$  曲线), 比较内接法伏安特性曲线和外接法伏安特性曲线的差异, 定性分析差异产生的原因。

5.2 测量发光二极管的伏安特性曲线

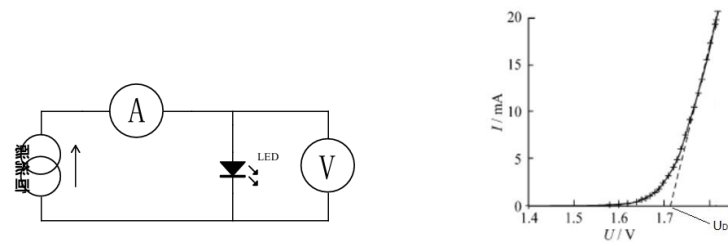


Figure 2: 发光二极管伏安特性曲线

- 1 使用恒流源，按照电流表外接法电路图连接电路。
- 2 逐渐增大电流，记录相应的电压值，分别测量红色、绿色、蓝色发光二极管的正向伏安特性曲线。
- 3 根据（2）中所测数据，在同一坐标系中绘制三种发光二极管的正向伏安特性曲线。
- 4 根据发光二极管的正向伏安特性曲线，得到发光二极管的阈值电压  $U_D$ ，并根据下面的公式  $eU_D = h\frac{c}{\lambda}$  计算三种发光二极管的发光波长  $\lambda$ 。

5.3 测量稳压二极管的伏安特性曲线

参考发光二极管伏安特性曲线的测量方法，自拟表格，分别测量稳压二极管的正向和反向伏安特性曲线。为了避免二极管烧坏，确保正反向电流均不超过 50mA。根据所测数据，在同一坐标系中绘制稳压二极管的正向和反向伏安特性曲线。

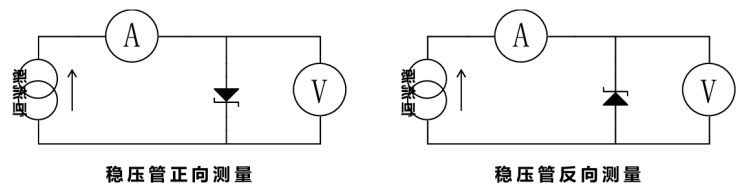


Figure 3: 稳压二极管伏安特性曲线

6 数据记录

进行实验，记录数据，并输入进 excel

小灯泡															
外接	U/V	0.269	0.636	1.067	1.493	1.923	2.363	2.827	3.303	3.739	4.223	4.677	5.126	5.585	6.02
	I/mA	18	25	31	36	42	46	51	56	60	64	67	73	78	81
内接	U/V	0.474	0.963	1.468	1.963	2.46	2.957	3.453	3.949	4.445	4.94	5.438	5.935	6.432	6.925
	I/mA	18	26	32	38	43	48	52	57	61	66	70	74	78	82
发光二极管															
I/mA	1	2	4	6	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
V蓝	2.695	2.765	2.873	2.942	3.007	3.06	3.146	3.209	3.252	3.301	3.346	3.375	3.406	3.437	
V绿	2.335	2.423	2.579	2.711	2.777	2.886	3.02	3.157	3.221	3.292	3.363	3.412	3.48	3.542	
稳压二极管															
I/mA	0	1	2	4	6	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50
正向U/V	0	0.75	0.769	0.787	0.798	0.805	0.812	0.825	0.835	0.842	0.849	0.855	0.861	0.865	0.869
I/mA	0	-1	-2	-4	-6	-8	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
反向Ug/V	0	-2.648	-2.827	-3.062	-3.216	-3.32	-3.405	-3.551	-3.658	-3.719	-3.775	-3.822	-3.856	-3.885	-3.912

Figure 4: 实验数据

## 7 数据处理

### 7.1 钨丝小灯泡和定值电阻的伏安特性曲线

由实验数据作出钨丝小灯泡和定值电阻的伏安特性曲线，并进行分析

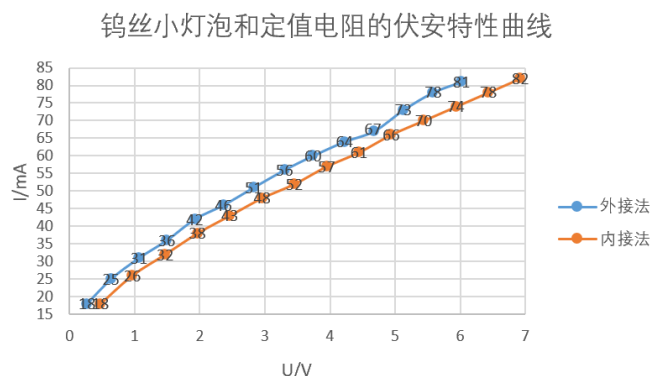


Figure 5: 钨丝小灯泡和定值电阻的伏安特性曲线

由曲线可知：

$V$  相同时  $I_{\text{内}} < I_{\text{外}}$

分析：由于  $I_{\text{内}} = \frac{V}{R_{\text{灯}} + R_A}$ ,  $I_{\text{外}} = \frac{V}{R_{\text{灯}}} + \frac{V}{R_V}$ 。又有  $R_{\text{灯}}^2 + R_{\text{灯}}R_A + R_AR_V > 0 \Rightarrow (R_{\text{灯}} + R_V)(R_{\text{灯}} + R_A) > R_{\text{灯}}R_V \Rightarrow \frac{1}{R_{\text{灯}} + R_A} < \frac{1}{R_{\text{灯}}} + \frac{1}{R_V} \Rightarrow \frac{V}{R_{\text{灯}} + R_A} < \frac{V}{R_{\text{灯}}} + \frac{V}{R_V} \Rightarrow I_{\text{内}} < I_{\text{外}}$ 。

误差

内接法的伏安特性曲线整体位于外接曲线的左上方。内接法的误差来源：电流表分压， $\Delta V = I \cdot R_A$ ，误差随电流增大线性增加，导致小灯泡的等效电阻计算值偏大， $R_{\text{测}} = R_L + R_A$ 。

外接法的误差来源：电压表分流， $\Delta I = \frac{V}{R_V}$ ，误差随电压增大线性增加，导致等效电阻计算值偏小， $R_{\text{测}} = \frac{R_LR_V}{R_L + R_V}$ 。

### 7.2 发光二极管的伏安特性曲线

由实验数据作出发光二极管的伏安特性曲线，并进行分析

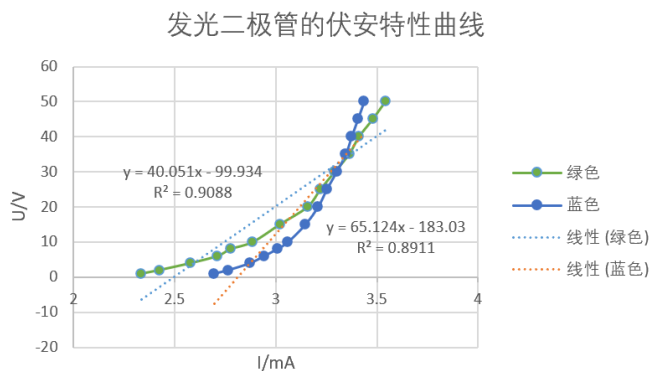


Figure 6: 发光二极管的伏安特性曲线

对两条曲线最后五组数据进行线性拟合，得到  $x$  轴截距，即两种发光二极管的阈值电压分别为  $U_G \approx 2.91 V$ ,  $U_B \approx 3.11 V$ 。由公式  $eU_D = h\frac{c}{\lambda}$ ，即  $\lambda = \frac{hc}{eU_D}$ ，得到两种发光二极管的波长分别为：

$$\lambda_G = \frac{6.626 \times 10^{-34} J \cdot s \times 2.998 \times 10^8 m \cdot s^{-1}}{1.602 \times 10^{-19} C \times 2.91 V} \approx 426.1 nm$$

$$\lambda_B = \frac{6.626 \times 10^{-34} J \cdot s \times 2.998 \times 10^8 m \cdot s^{-1}}{1.602 \times 10^{-19} C \times 3.11 V} \approx 398.7 nm$$

### 7.3 稳压二极管的伏安特性曲线

根据实验数据做出稳压二极管的伏安特性曲线：

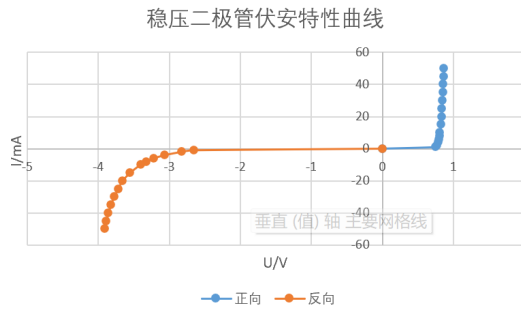


Figure 7: 稳压二极管的伏安特性曲线

## 8 误差分析

1. 实验仪器精度不足；
2. 导线有电阻；
3. 发光二极管的光不是单色光，有杂光；
4. 电流的热效应导致元件升温而电阻发生变化。

## 9 问题思考

探讨两种颜色发光二极管伏安特性曲线的相似与不同之处，并给出合理的解释。

相似之处：随着电压增大，伏安曲线先缓慢上升，之后迅速爬升，且在较高电压下呈现出近似线性的增长趋势。

解释：当正向电压较小时，二极管处于截止状态，PN 结的内建电场尚未被完全中和，载流子扩散受限，故电流随电压变化较小，使曲线呈现平缓上升；当电压超过开启电压后，二极管进入导通状态，载流子大量注入，电流迅速增大，曲线斜率急剧上升，呈指数增长趋势；继续增大电压时，由于电流主要受外部限流电阻控制，曲线整体上趋向于线性增长。

不同之处：导通状态下，两种颜色发光二极管伏安曲线中线性部分延长线与  $x$  轴的交点（即阈值电压）存在差异。

解释：不同颜色的发光二极管采用的半导体材料不同，导致 PN 结特性存在差异。波长较短的发光二极管（如蓝色）需要更高能量以促使电子与空穴复合释放光子，因此其阈值电压较高；而波长较长的发光二极管（如红色）的阈值电压则相对较低。

## 10 实验结论

本次实验测量并绘制了钨丝小灯泡、绿色和蓝色发光二极管、稳压二极管正反向的伏安特性曲线。通过计算得到两种发光二极管发出光的波长分别为  $\lambda_G = 426.1 nm$ ,  $\lambda_B = 398.7 nm$ 。