

预习报告		实验记录		分析讨论		总成绩	
25		25		30		80	

年级、专业：	2022 级物理学	组号：	实验组 E2
姓名：	戴鹏辉、杨舒云	学号：	22344016、223444020
实验时间：	2024/03/04	教师签名：	

实验二 基本电路元件伏安特性的测量

【实验报告注意事项】

1. 实验报告由三部分组成：
- (a) 预习报告：课前认真研读实验讲义，弄清实验原理；实验所需的仪器设备、用具及其使用、完成课前预习思考题；了解实验需要测量的物理量，并根据要求提前准备实验记录表格（可以参考实验报告模板，可以打印）。**（20 分）**

(b) 实验记录：认真、客观记录实验条件、实验过程中的现象以及数据。实验记录请用珠笔或者钢笔书写并签名（**用铅笔记录的被认为无效**）。**保持原始记录，包括写错删除部分，如因误记需要修改记录，必须按规范修改。**（不得输入电脑打印，但可扫描手记后打印扫描件）；离开前请实验教师检查记录并签名。**（30 分）**

(c) 数据处理及分析讨论：处理实验原始数据（学习仪器使用类型的实验除外），对数据的可靠性和合理性进行分析；按规范呈现数据和结果（图、表），包括数据、图表按顺序编号及其引用；分析物理现象（含回答实验思考题，写出问题思考过程，必要时按规范引用数据）；最后得出结论。**（30 分）**
- 实验报告就是将预习报告、实验记录、和数据处理与分析合起来，加上本页封面。**（80 分）**
2. 每次完成实验后的一周内交**实验报告**（特殊情况不能超过两周）。
3. 其它注意事项：
- (a) 请认真查看并理解实验讲义第一章内容；

(b) 注意实验器材的合理使用；

(c) 使用结束使用各种仪器之后需要将其放回原位。

目录

1	实验二 基本电路元件伏安特性的测量 预习报告	3
1.1	实验目的	3
1.2	仪器用具	3
1.3	原理概述	3
1.4	实验预习题	5
2	ETX 实验名称 ××× 实验记录	8
2.1	实验内容、步骤与结果	8
2.1.1	操作步骤记录	8
2.1.2		8
2.2	原始数据记录	9
2.3	实验过程遇到问题及解决办法	9
3	ETX 实验名称 ××× 分析与讨论	10
3.1	实验数据分析	10
3.1.1		10
3.1.2		10
3.1.3		10
3.2	实验后思考题	10
4	ETX 实验名称 ××× 结语	11
4.1	实验心得和体会、意见建议等	11
4.2	参考文献	11
4.3	附件及实验相关的软硬件资料等	11

## 实验二 基本电路元件伏安特性的测量 预习报告

### 1.1 实验目的

1. 学习基本电路元件伏安特性的测试方法。
2. 进一步练习直流稳压电源、万量表的使用方法。

### 1.2 仪器用具

编号	仪器用具名称	数量	主要参数（型号，测量范围，测量精度等）
1	电路原理实验箱	1	《元件伏安特性的研究》单元和《受控源 1、受控源 2》单元
2	线性电阻元件	2	$R_1 = 10K \cdot 120\Omega$ $R_2 = 51\Omega$
3	非线性电阻元件	1	12V 白炽灯
4	电位器 $R_w$	1	可接成固定电阻、可调电阻和分压器三种形式
5	直流稳压电源	1	
6	直流电流表、电压表	1	
7	直流电压表	1	
8	电流表专用线及实验导线	若干	

### 1.3 原理概述

1. **伏安特性**：也称为电压-电流特性，是描述电路元件在不同电压作用下电流变化规律的一种特性。它反映了元件两端电压与通过元件的电流之间的关系。可以通过绘制伏安特性曲线来直观表示，其中横轴通常是电压（V），纵轴是电流（I）。

如Figure 1所示，电路的基本元件主要包括电阻器、电容器、电感器和二极管等。每种元件的伏安特性（即电压-电流关系）都有其特点：

- 电阻器：遵循欧姆定律，电流与电压成正比，其比例系数即为电阻值。伏安关系线性，通过原点。
- 电容器：电流与电压变化率成正比，关系式为  $I = C\frac{dV}{dt}$ ，其中  $C$  是电容值。伏安曲线表现为电压变化时电流的峰值。
- 电感器：电流的变化率与电压成正比，关系式为  $V = L\frac{dI}{dt}$ ，其中  $L$  是电感值。伏安特性显示在电流变化时电压的峰值。

- 二极管：具有非线性伏安特性，只有当电压超过一定阈值时电流才显著增加，显示出单向导电的性质。

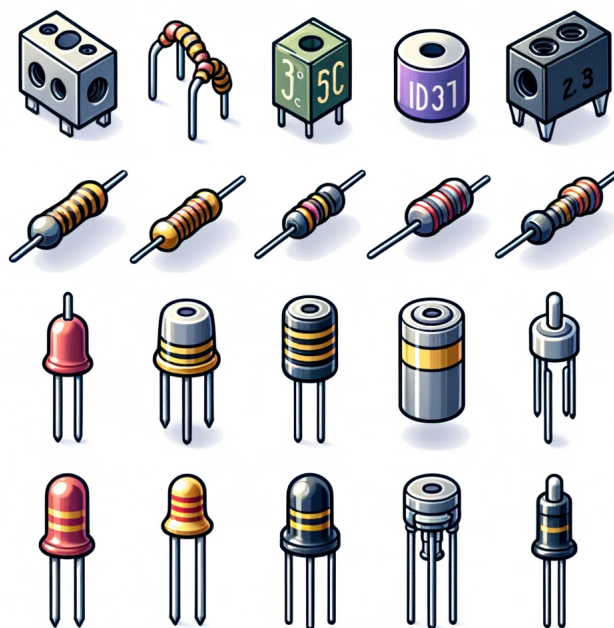


Figure 1: 一些元件

如果将电阻元件的电压视为横坐标，电流视为纵坐标，绘制电压与电流的关系曲线，这条曲线称为该元件的伏安特性。

2. **线性元件的伏安特性：**线性电阻元件的伏安特性在  $V - I$ （或  $I - V$ ）平面上是通过坐标原点的直线，与元件电压或电流的方向无关，是双向性的元件，最典型的线性元件是电阻器；其关系遵从欧姆定律，电阻值可由以下公式确定：

$$R = \frac{V}{I}$$

$R$  表示电阻阻值， $V$  表示电阻两端电压以及  $I$  表示流经电阻电流。

3. **考虑发热对电阻伏安特性的影响：**电阻在通电时会发热，称为焦耳热。电阻的温度升高会导致其电阻值变化（对于金属电阻，温度上升，电阻值增加；对于半导体材料，温度上升，电阻值减少）。这种现象会影响电阻的伏安特性，使得原本线性的关系出现偏差。

4. **常见非线性元件的伏安特性：**

- 电流控制型电阻元件：如果元件的端电压是流过该元件电流的单值函数，则称为电流控制型电阻元件。这类元件的电阻值随着通过它的电流的变化而变化，如 NTC（负温度系数）热敏电阻，其电阻随温度（进而是电流）的增加而减小。
- 电压控制型的电阻元件：如果通过元件的电流是该元件端电压的单值函数，则称为电压控制型的电阻元件。这类元件的电阻值随着两端电压的变化而变化，如 VDR（电压依赖性电阻器），其电阻随电压的增加而减小。

- 既是电流控制型又是电压控制型的电阻元件：如果元件的伏安特性曲线是单调增加或减少的，则该元件同时具有电流控制型和电压控制型的特性。某些特殊电阻元件可能同时受电流和电压的控制，如 MEMS（微电子机械系统）技术中的某些传感器。

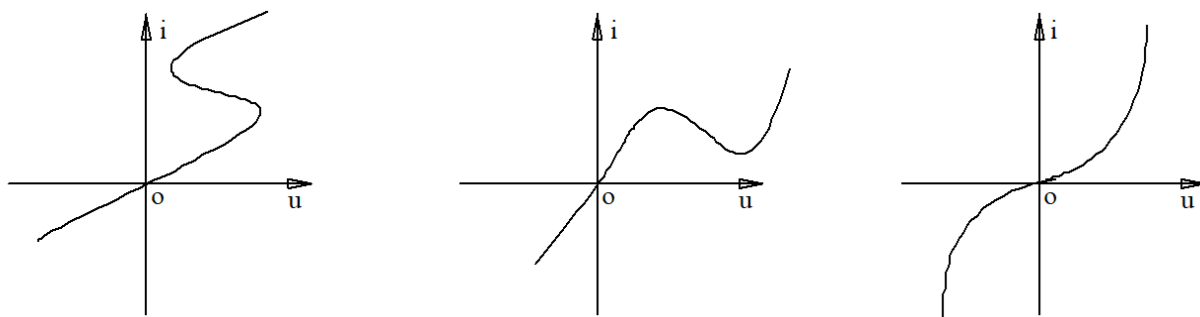


Figure 2: 非线性电阻元件的伏安特性示意图

## 5. 受控源：

- 什么是受控源：受控源分为独立源（如电池和发电机）和非独立源（也称受控源），受控源的输出电压或电流随网络中某支路的电压或电流变化而变化。
- 四种理想受控源的转移特性表示：
  - (a) 电压控制电压源（VCVS）：输出电压与输入电压成比例，转移电压比为  $\mu$ ，表示为  $U_2 = \mu U_1$ 。
  - (b) 电流控制电压源（CCVS）：输出电压与输入电流成比例，转移电阻为  $\gamma$ ，表示为  $U_2 = \gamma I_1$ 。
  - (c) 电压控制电流源（VCCS）：输出电流与输入电压成比例，转移电导为  $\gamma$ ，表示为  $I_2 = g U_1$ 。
  - (d) 电流控制电流源（CCCS）：输出电流与输入电流成比例，转移电流比为  $\beta$ ，表示为  $I_2 = \beta I_1$ 。

## 1.4 实验预习题

**思考题 1.1：**预习了解电路基本元件及其伏安特性；考虑发热对电阻伏安特性的影响。

见原理概述部分。

**思考题 1.2：**万用表电压档与电流档的内阻范围以及内阻对测量的影响

- 电压档：万用表在测量电压时具有较高的内阻（通常在  $M\Omega$  级别），以减小对电路的影响。
- 电流档：万用表在测量电流时的内阻相对较低，为了减少测量过程中的电压降。
- 万用表的内阻对测量结果有一定的影响。高内阻有助于电压测量时减少对电路的加载，而低内阻有助于电流测量时减小电压降，从而提高测量准确度。

**思考题 1.3：**受控源和独立源相比有何异同点？比较两种受控源的代号、控制量与被控制量的关系如何？

独立源与受控源：

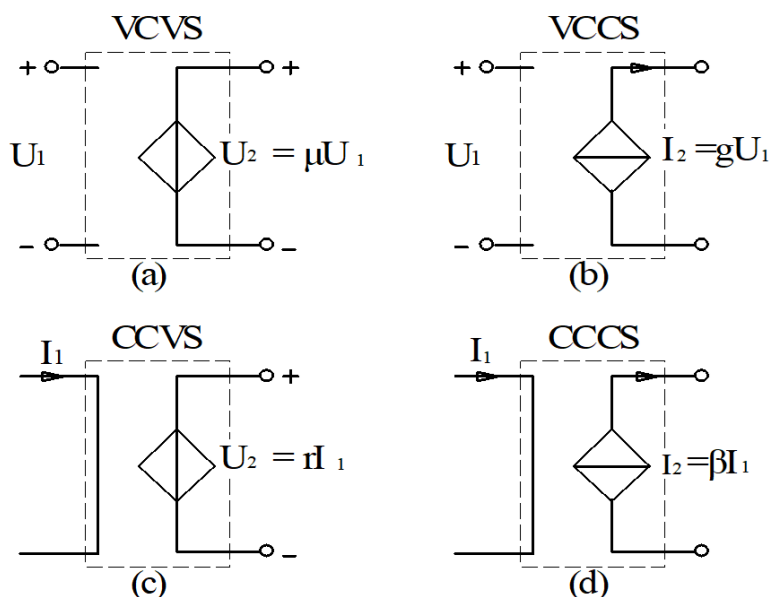


Figure 3: 四种理想受控源

- 独立源：其输出不依赖于电路中其他元件的电压或电流。分为电压源和电流源。
- 受控源：输出依赖于电路中某些其他元件的电压或电流。分为电压控制电压源（VCVS）、电流控制电压源（CCVS）、电压控制电流源（VCCS）和电流控制电流源（CCCS）。

受控源的代号及其控制量与被控制量的关系：

- VCVS：电压控制电压源，输出电压与输入电压成正比。
- CCVS：电流控制电压源，输出电压与输入电流成正比。
- VCCS：电压控制电流源，输出电流与输入电压成正比。
- CCCS：电流控制电流源，输出电流与输入电流成正比。

详见原理概述部分。

**思考题 1.4：**两种受控源中的  $g$ 、 $\gamma$  的意义是什么？如何测得？

在受控源中，“ $g$ ”通常表示电压控制电流源（VCCS）的转移系数，即输出电流与输入电压的比例系数。而“ $\gamma$ ”表示电流控制电压源（CCVS）的转移系数，即输出电压与输入电流的比例系数。

这些转移系数可以通过实验测定，即通过改变输入量（电压或电流），观察输出量的变化，从而计算得到。

**思考题 1.5：**受控源输入输出是否符合能量守恒，其中的能量转移是怎么进行的？

受控源在理想情况下是符合能量守恒原则的，但它们不是能量的独立来源。受控源的输出能量来自于电路的其他部分或外部供电。在实际电路中，受控源模拟的是通过其他电路元件（如放大器）对输入信号进行

放大或转换的过程，这个过程中能量的来源是这些元件的供电，而不是受控源本身。因此，受控源的能量转移实际上是通过电路中的能量转换和放大来实现的，遵循能量守恒定律。

专业：	物理学	年级：	2022 级
姓名：	戴鹏辉、杨舒云	学号：	22344016、22344020
室温：		实验地点：	A522
学生签名：	见附件部分	评分：	
实验时间：	2024//	教师签名：	

ETX 实验名称 ×××

实验记录

2.1 实验内容、步骤与结果

2.1.1 操作步骤记录

1.

2.1.2

Table 1: 表格示例

组 1/序号 i	1	2	3	4	5
$v_{1i}(m/s)$	1.26	1.08	1.00	0.75	0.38
$f_{1i}(Hz)$	40073	40127	40105	40088	40066
组 2/序号 i	1	2	3	4	5
$v_{2i}(m/s)$	1.21	1.06	0.99	0.52	0.57
$f_{2i}(Hz)$	40143	40125	40084	40080	40067
组 3/序号 i	1	2	3	4	5
$v_{3i}(m/s)$	1.15	0.98	0.78	0.59	0.36
$f_{3i}(Hz)$	40135	40115	40092	40070	40044

1.



## 2.2 原始数据记录

实验记录本上的原始数据见

实验台桌面整理见

其它原始数据见

## 2.3 实验过程遇到问题及解决办法

- 1.

专业:	物理学	年级:	2022 级
姓名:	戴鹏辉、杨舒云	学号:	22344016、22344020
日期:	2024//	评分:	

ETX 实验名称 ×××

分析与讨论

3.1 实验数据分析

3.1.1

1.

3.1.2

1.

3.1.3

3.2 实验后思考题

思考题 3.1:

思考题 3.2:

思考题 3.3:

## ETX 实验名称 ××× 结语

### 4.1 实验心得和体会、意见建议等

1.

### 4.2 参考文献

[1] 维基百科 <https://zh.wikipedia.org>

[2] 沈韩. 基础物理实验.——北京: 科学出版社, 2015.2 ISBN: 978-7-03-043311-4

### 4.3 附件及实验相关的软硬件资料等

试验台桌面整理如

实验报告个人签名如Figure 4。

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be '杨舒云' (Yang Shuyun), followed by a red square seal. The seal contains the characters '楊舒雲印' (Seal of Yang Shuyun) in a stylized red font.

Figure 4: 个人签名

相关代码已上传至 Github。