

第 7.4 节 描绘小灯泡的伏安特性曲线

{INCLUDEPICTURE"15WL7-69+.TIF"}

一、实验目的

- (1)描绘小灯泡的伏安特性曲线。
- (2)分析伏安特性曲线的变化规律。

二、实验器材

小灯泡、电压表、电流表、滑动变阻器、学生低压直流电源(或电池组)、开关、导线若干、坐标纸、铅笔。

考点一 实验原理与操作

[典例 1] 为探究小灯泡的电功率 P 和电压 U 的关系，小明测量小灯泡的电压 U 和电流 I ，利用 $P=UI$ 得到电功率。实验所使用的小灯泡规格为“3.0 V 1.8 W”，电源为 12 V 的电池，滑动变阻器的最大阻值为 $10\ \Omega$ 。

(1)准备使用的实物电路如图实-8-1 所示。请将滑动变阻器接入电路的正确位置。(用笔画线代替导线)

{INCLUDEPICTURE"15WL7-70.tif"}

图实-8-1

(2)现有 $10\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 和 $50\ \Omega$ 的定值电阻，电路中的电阻 R_1 应选_____ Ω 的定值电阻。

(3)测量结束后，应先断开开关，拆除_____两端的导线，再拆除其他导线，最后整理好器材。

(4)小明处理数据后将 P 、 U^2 描点在坐标纸上，并作出了一条直线，如图实-8-2 所示。请指出图像中不恰当的地方。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-71.TIF"}

图实-8-2

[题组突破]

1. 图实-8-3 为“测绘小灯泡伏安特性曲线”实验的实物电路图，已知小灯泡额定电压为 2.5 V。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-73.TIF"}

图实-8-3

(1)完成下列实验步骤：

- ①闭合开关前，调节滑动变阻器的滑片，_____；
- ②闭合开关后，逐渐移动变阻器的滑片，_____；
- ③断开开关，……根据实验数据在方格纸上作出小灯泡灯丝的伏安特性曲线。

(2)在虚线框中画出与实物电路相应的电路图。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-74.tif"}

2. 某同学在探究规格为“6 V,3 W”的小灯泡伏安特性曲线实验中:

(1)在小灯泡接入电路前,使用多用电表直接测量小灯泡的电阻,则应将选择开关旋至_____挡进行测量。(填选项前的字母)

- A. 直流电压 10 V B. 直流电流 5 mA
C. 欧姆 $\times 100$ D. 欧姆 $\times 1$

(2)该同学采用图实-8-4 所示的电路进行测量。图中 R 为滑动变阻器(阻值范围 $0\sim 20\ \Omega$, 额定电流 1.0 A), L 为待测小灯泡, { eq \o\ac(○,V)} 为电压表(量程 6 V, 电阻 20 k Ω), { eq \o\ac(○,A)} 为电流表(量程 0.6 A, 内阻 1 Ω), E 为电源(电动势 8 V, 内阻不计), S 为开关。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-75.tif"}

图实-8-4

I.在实验过程中,开关 S 闭合前,滑动变阻器的滑片 P 应置于最_____端;(填“左”或“右”)

II.在实验过程中,已知各元件均无故障,但闭合开关 S 后,无论如何调节滑片 P ,电压表和电流表的示数总是调不到零,其原因是_____点至_____点的导线没有连接好;(图中的黑色小圆点表示接线点,并用数字标记,空格中请填写图实-8-4 中的数字)

III.该同学描绘出小灯泡的伏安特性曲线示意图如图实-8-5 所示,则小灯泡的电阻值随工作电压的增大而_____。(填“不变”、“增大”或“减小”)

{INCLUDEPICTURE"15WL7-76.TIF"}

图实-8-5

考点二 数据处理与误差分析

[典例 2] 物理兴趣小组的同学们从实验室中找到一只小灯泡,其标称功率值为 0.75 W,额定电压值已模糊不清。他们想测定其额定电压值,于是先用欧姆表直接测出该灯泡的电阻约为 $2\ \Omega$,然后根据公式计算出该灯泡的额定电压 $U=\{\text{eq \r(PR)}\}=\{\text{eq \r(0.75\times 2)}\}\text{ V}=1.22\text{ V}$ 。他们怀疑所得电压值不准确,于是,再利用下面可供选择的实验器材设计一个电路,测量通过灯泡的电流和它两端的电压并根据测量数据来绘制灯泡的 $U-I$ 图线,进而分析灯泡的额定电压。

- A. 电压表 V (量程 3 V, 内阻约 3 k Ω) B. 电流表 A_1 (量程 150 mA, 内阻约 2 Ω)
C. 电流表 A_2 (量程 500 mA, 内阻约 0.6 Ω) D. 滑动变阻器 R_1 ($0\sim 20\ \Omega$)
E. 滑动变阻器 R_2 ($0\sim 100\ \Omega$) F. 电源 E (电动势 4.0 V, 内阻不计)
G. 开关 S 和导线若干 H. 待测灯泡 L (额定功率 0.75 W, 额定电压未知)

(1)在下面所给的虚线框中画出他们进行实验的电路原理图,指出上述器材中,电流表选择_____ (填“ A_1 ”或“ A_2 ”);滑动变阻器选择_____ (填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。

(2)在实验过程中,该同学将灯泡两端的电压由零缓慢地增加,当电压达到 1.23 V 时,

发现灯泡亮度很暗，当达到 2.70 V 时，发现灯泡已过亮，便立即断开开关，并将所测数据记录在下边表格中。

次数	1	2	3	4	5	6	7
U/V	0.20	0.60	1.00	1.40	1.80	2.20	2.70
I/mA	80	155	195	227	255	279	310

请你根据表中实验数据在图实-8-6 中作出灯泡的 $U-I$ 图线。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-78.TIF"}

图实-8-6

(3)由图像得出该灯泡的额定电压应为_____V；这一结果大于 1.22 V，其原因是

_____。

[题组突破]

3. 要测绘一个标有“3 V 0.6 W”小灯泡的伏安特性曲线，灯泡两端的电压需要由零逐渐增加到 3 V，并便于操作。已选用的器材有：

电池组(电动势为 4.5 V，内阻约 1 Ω)；

电流表(量程为 0~250 mA，内阻约 5 Ω)；

电压表(量程为 0~3 V，内阻约 3 k Ω)；

电键一个、导线若干。

(1)实验中所用的滑动变阻器应选下列中的_____ (填字母代号)。

A. 滑动变阻器(最大阻值 20 Ω ，额定电流 1 A)

B. 滑动变阻器(最大阻值 1 750 Ω ，额定电流 0.3 A)

(2)实验的电路图应选用下列的图_____ (填字母代号)。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-163.TIF"}

图实-8-7

(3)实验得到小灯泡的伏安特性曲线如图实-8-8 所示。如果将这个小灯泡接到电动势为 1.5 V，内阻为 5 Ω 的电源两端，小灯泡消耗的功率是_____ W。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-164.TIF"}

图实-8-8

4. 有一个小灯泡上标有“4.8 V,2 W”的字样，现在测定小灯泡在不同电压下的电功率，并作出小灯泡的电功率 P 与它两端电压的平方 U^2 的关系曲线。有下列器材可供选用：

A. 电压表 V_1 (0~3 V，内阻 3 k Ω)

B. 电压表 V_2 (0~15 V，内阻 15 k Ω)

C. 电流表 A(0~0.6 A，内阻约 1 Ω)

D. 定值电阻 $R_1=3$ k Ω

E. 定值电阻 $R_2=15\text{ k}\Omega$

F. 滑动变阻器 $R(10\text{ }\Omega, 2\text{ A})$

G. 学生电源(直流 6 V , 内阻不计)

H. 开关、导线若干

(1)实验中所用电压表应选用_____，定值电阻应选用_____ (均用序号字母填写)；

(2)为尽量减小实验误差，并要求从零开始多取几组数据，请在方框内画出满足实验要求的电路图；



(3)利用上述实验电路图测出的电压表读数 U_V 与此时小灯泡两端电压 U 的定量关系是_____，下图的四个图像中可能正确的是_____。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-87.TIF"}

图实-8-9

考点三 实验的改进与创新

[典例 3] 硅光电池在无光照时不产生电能，可视为一电子元件。某实验小组设计如图实-8-10 甲电路，给硅光电池加反向电压(硅光电池负极接高电势点，正极接低电势点)，探究其在无光照时的反向伏安特性。图中电压表 V_1 的量程选用 3 V ，内阻为 $6.0\text{ k}\Omega$ ；电压表 V_2 量程选用 15 V ，内阻约为 $30\text{ k}\Omega$ ； R_0 为保护电阻；直流电源电动势 E 约为 12 V ，内阻不计。

(1)根据图甲，用笔画线代替导线，将图乙连接成完整电路。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-81+.tif"}

图实-8-10

(2)用遮光罩罩住硅光电池，闭合开关 S ，调节变阻器 R ，读出电压表 V_1 、 V_2 的示数 U_1 、 U_2 。

①某次测量时，电压表 V_1 示数如图丙，则 $U_1=_____$ V ，可算出通过硅光电池的反向电流大小为_____ mA (保留两位小数)。

②该小组测出大量数据，筛选出下表所示的 9 组 U_1 、 U_2 数据，算出相应的硅光电池两端反向电压 U_x 和通过的反向电流 I_x (表中“—”表示反向)，并在坐标纸上建立 I_x - U_x 坐标系，标出了与表中前 5 组 U_x 、 I_x 数据对应的 5 个坐标点。请你标出余下的 4 个坐标点，并绘出 I_x - U_x 图线。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
U_1/V	0.00	0.00	0.06	0.12	0.24	0.42	0.72	1.14	1.74	

U_2/V	0.0	1.0	2.1	3.1	4.2	5.4	6.7	8.1	9.7	
U_x/V	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0	
I_x/mA	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.07	-0.12	-0.19	-0.29	

{INCLUDEPICTURE"15WL7-82.TIF"}

图实-8-11

③由 I_x-U_x 图线可知,硅光电池无光照下加反向电压时, I_x 与 U_x 成_____ (填“线性”或“非线性”)关系。

[题组突破]

5. 太阳能是一种清洁、“绿色”能源。在我国上海举办的 2010 年世博会上,大量利用了太阳能电池。太阳能电池在有光照时,可以将光能转化为电能,在没有光照时,可以视为一个电学器件。某实验小组根据测绘小灯泡伏安特性曲线的实验方法,探究一个太阳能电池在没有光照时(没有储存电能)的 $I-U$ 特性。所用的器材包括:太阳能电池,电源 E , 电流表 A , 电压表 V , 滑动变阻器 R , 开关 S 及导线若干。

(1) 为了达到上述目的,请将图实-8-12 甲连成一个完整的实验电路图。

(2)该实验小组根据实验得到的数据,描点绘出了如图乙所示的 $I-U$ 图像,由图可知,当电压小于 2.00 V 时,太阳能电池的电阻_____ (填“很大”或“很小”);当电压为 2.80 V 时,太阳能电池的电阻约为_____ Ω 。

{INCLUDEPICTURE"15WL7-85.tif"}

图实-8-12

6. 由金属丝制成的电阻阻值会随温度的升高而变大。某同学为研究这一现象,亲自动手通过实验描绘这样一个电阻器的伏安特性曲线。可供选择的实验器材有:

- A. 待测电阻器 R_x (2.5 V, 1.2 W)
- B. 电流表 A (0~0.6 A, 内阻为 1 Ω)
- C. 电压表 V (0~3 V, 内阻未知)
- D. 滑动变阻器(0~10 Ω , 额定电流 1 A)
- E. 电源($E=3$ V, 内阻 $r=1$ Ω)
- F. 定值电阻 R_0 (阻值 5 Ω)
- G. 开关一个和导线若干

(1)实验时,该同学采用电流表内接法,并且电阻器两端电压从零开始变化,请在方框内画出实验电路图。

(2)按照正确的电路图,该同学测得实验数据如下:

I/A	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.48
U/V	0.25	0.40	0.60	0.90	1.25	1.85	2.50	3.00
U_R/V								

{INCLUDEPICTURE"15WL7-149.tif"}

图实-8-13

其中, I 是电流表的示数, U 是电压表的示数, U_R 是电阻器两端的实际电压。请通过计算补全表格中的空格, 然后在坐标图实-8-13 中画出电阻器的伏安特性曲线。

(3)该同学将本实验中的电阻器 R_x 以及给定的定值电阻 R_0 二者串联起来, 接在本实验提供的电源两端, 则电阻器的实际功率是_____W。(结果保留 2 位小数)