



## 专题 13 电学实验答案

1. 【答案】  $R_{x1}$ ，大于，小于。

【解析】 因为  $\frac{R_V}{R_x} = \frac{2000}{200} = 10$ ， $\frac{R_x}{R_A} = \frac{200}{10} = 20$ ，所以应采用图 1-1 电路测量，即  $R_{x1}$  更接近待测

电阻的真实值； $R_{x1} = \frac{U_{Rx} + U_A}{I_A} = R_x + R_A > R_x$ ，

$$R_{x2} = \frac{U_{Rx}}{I_{Rx} + I_A} = \frac{1}{\frac{I_{Rx}}{U_{Rx}} + \frac{I_A}{U_{Rx}}} = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V} = \frac{R_x}{1 + \frac{R_x}{R_V}} < R_x。$$

【解法研究】

设当  $R_x = R_0$  时两种接法误差相等时有： $R_A = R_0 - \frac{R_0 R_V}{R_0 + R_V}$ ，整理得：

$$R_0^2 - R_A R_0 + R_A R_V = 0，解得：R_0 = \frac{R_A \pm \sqrt{R_A^2 + 4R_A R_V}}{2}，$$

对于实际问题满足： $R_A \ll R_V$ ，于是有： $R_0 \approx \sqrt{R_A R_V}$ 。当  $R_x > R_0$  时用电流表内解法误差较小；当  $R_x < R_0$  时用电流表外解法误差较小。本题  $R_0 = \sqrt{R_A R_V} = \sqrt{10 \times 2000} = 141.4\Omega$ ，待测电阻  $R_x$  约为  $200\Omega$ ，满足  $R_x > R_0$ ，应采用电流表内解法。

2. 【答案】 ①  $c$ ；② 4.1（4.0~4.2）；③ 减小，M；④  $b, d$

【解析】 ① 采用电流表内接法电阻的测量值为  $R_{测} = R_x + R_A$ ，电阻的测量值偏大；采用电流表外

接法电阻的测量值为  $R_{测} = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V} = \frac{R_x}{\frac{R_x}{R_V} + 1}$ ，由于电压表可视为理想电压表，有： $R_{测} = R_x$ ，

即没有系统误差。综上所述，本题应采用电流表外接法，即电压表的  $a$  端应连接到电路的“ $c$ ”点。

② 由  $U-I$  图线可得： $R_x = \frac{U}{I} = \frac{0.80}{0.195} = 4.1\Omega$ 。

③ 由图 4 可知当风速增加时， $R_x$  会“减小”， $R_x + R_A$  减小，与滑片下电阻的并联值减小，分得的电压减小，为保持电阻丝两端电压为 10V，需要将滑动变阻器  $R_W$  的滑片向“M”端调节。④ 风速为零时， $b, d$  两点电势相等， $U_{bd} = 0$ ；风速从零开始增加， $d, c$  间的电阻减小， $d$  点电势降低， $U_{bd} > 0$ ；为满足风速从零开始增加，电压表的示数也从零开始增加，则电压表的“+”端和“-”端应分别连

接到电路中的“b”点和“d”点。

3. 【答案】①电路如图 ②B 【解析】

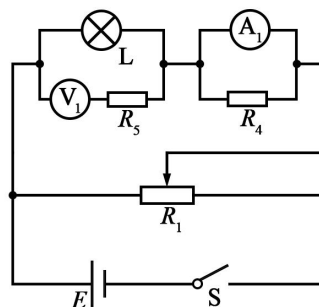
①用电压表  $V_1$  和  $R_5$  串联，可改装成量程为  $U = \frac{U_{V_1}}{r_{V_1}}(r_{V_1} + R_5) = \frac{3V}{3k\Omega}(3k\Omega + 1k\Omega) = 4V$  的电压表；

用电流表  $A_1$  与  $R_4$  并联可改装为量程为

$$I = I_{A_1} + \frac{I_{A_1} r_{A_1}}{R_4} = 0.2A + \frac{0.2A \times 10\Omega}{10\Omega} = 0.4A \text{ 的电流表；}$$

待测小灯泡的阻值较小，故采用电流表外接法；

为使曲线完整，滑动变阻器应采用分压接法，故选择总阻值小的滑动变阻器  $R_1$ ，电路如图。



②小灯泡灯丝的电阻随温度升高而变大，故该同学描绘出的  $I-U$  图线应该是 B。

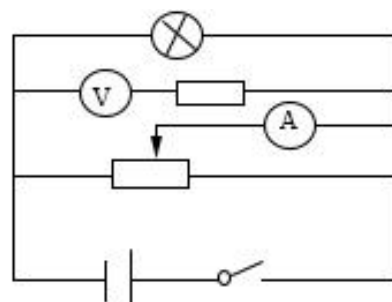
4. 【答案】(1) (2) 增大 增大 (3) 0.39 1.17

【解析】(1) 要能够实现在  $0 \sim 3.8V$  的范围内对小灯泡的电压进行测量，滑动变阻器应采用分压解法；

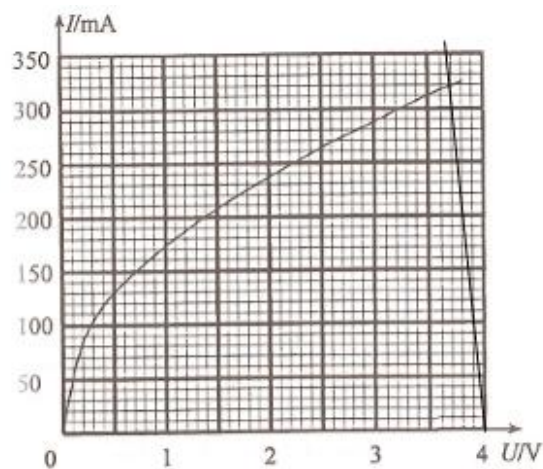
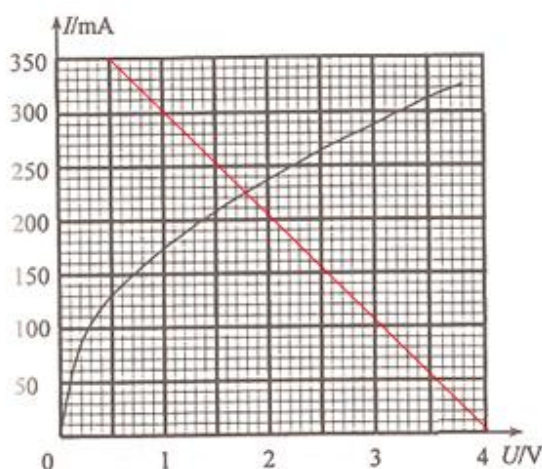
小灯泡的电阻较小，电流表应采用外接法；

由于电压表的量程小于小灯泡的额定电压，串联定值电阻  $R_0$ ，

使电压表的量程达到  $4V$ ，即改装后的电压表量程大于小灯泡的额定电压；实验电路如图。



(2) 如图 (a) 所示，随着电流的增大图线的斜率逐渐减小，故灯泡的电阻随电流的增大而增大，由电阻定律可知电阻率随电流的增大而增大。



(3) 当滑动变阻器的阻值为最大值  $9\Omega$  时，流过灯泡的电流最小，灯泡的实际功率最小，此时：

$$E_0 = U + I(R + r), \quad I = -\frac{1}{R+r}U + \frac{E_0}{R+r} = -\frac{1}{9+1}U + \frac{4}{9+1} = -\frac{1}{10}U + 0.4, \text{ 在图中做出该直}$$



线如上页左图所示，交点坐标约为  $U = 1.75\text{V}$ ， $I = 225\text{mA}$ ， $P_1 = UI = 0.39\text{W}$ ；

当滑动变阻器的阻值为最小值零时，流过灯泡的电流最大，灯泡的实际功率最大，此时：

$$E_0 = U + I(R + r), \quad I = -\frac{1}{R+r}U + \frac{E_0}{R+r} = -\frac{1}{0+1}U + \frac{4}{0+1} = -U + 4$$

在图中做出该直线如上页右图所示，此时交点坐标为  $U = 3.67\text{V}$ ， $I = 0.32\text{A}$ ，最大的功率为

$$P_2 = UI = 1.17\text{W}。$$

5. 【答案】(1)0.007mm、0.638mm；(2) 如图。

【解析】

(1)左图读数为 0.007mm，右图读数为 0.645mm，合金的直径为  $0.645\text{mm} - 0.007\text{mm} = 0.638\text{mm}$ 。

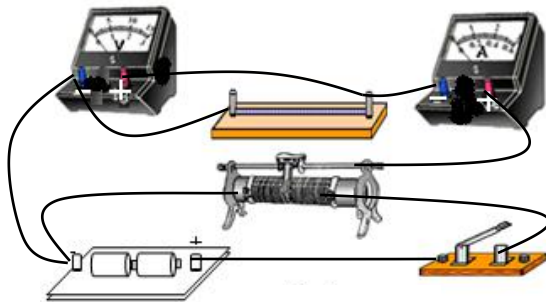
答案：0.007mm、0.638mm。

(2)按照电路原理图完成实物电路连接，如图。

【解法研究】

(1)左图读数应该是零，但现在读数是 0.007mm，因此应在右图读数中减去；

(2)电路可按照先连接干路，再连接支路；先连接电源、电键、负载、电流表，后加上电压表。连接时要注意电源、电表的极性。



6. 【答案】(1) 并联 5.0； (2) ①倾斜直线 (略)；②1.50 ~ 1.55，1.60 ~ 2.00

【解析】(1)  $I_g = 100\mu\text{A}$ ， $R_g = 2500\Omega$ ，量程扩大到  $I = 50\text{mA}$ ，有  $n = \frac{50\text{mA}}{100\mu\text{A}} = 500$ 倍，

并联分流电阻为  $R_{\text{并}} = \frac{R_g}{n-1} = \frac{2500\Omega}{500-1} = \frac{2500}{499}\Omega \approx 5\Omega$ ，改装后的电流表的内阻为

$$R_{\text{mA}} = \frac{R_g}{n} = \frac{2500}{500} = 5\Omega。$$

(2) 根据闭合电路欧姆定律， $E = IR + Ir$ ，即  $IR = E - Ir$ ，所以  $IR - I$  图像的纵轴截距即等于电池的电动势  $E$  的大小，斜率的绝对值即等于电池内阻  $r$  与改装后电流表电阻  $R_{\text{mA}}$  之和，即

$$|k| = r + R_{\text{mA}} = r + 5。$$

在图 2 中描点并画  $IR - I$  图线，该图线与纵轴的交点坐标为  $(0, 1.52\text{V})$ ，于是有电池的电动势  $E = 1.52\text{V}$ ，该图线与横轴的交点坐标为  $(62.0\text{mA}, 1.10\text{V})$ ，有

$$|k| = \left| \frac{1.10\text{V} - 1.52\text{V}}{62.0\text{mA} - 0} \right| = \frac{420}{62} = 6.77\Omega = r + 5，\text{可见电池内阻 } r = 1.77\Omega。$$

7. 【答案】(3) ①  $aa'$   $bb'$  ②1.41 (1.36~1.44 均可) 0.5 (0.4~0.6 均可)

**【解析】**①用多用电表的电压挡检测电路故障，电压表的表头是电流计，原电路有断路，回路中无电流，将电压表接在  $a$ 、 $b'$  间有示数，说明电路被接通，即  $a$ 、 $b'$  间有断路故障，再测量  $a$ 、 $a'$  间电压，电压表读数不为零，说明断路故障的范围被缩小到  $a$ 、 $a'$  间；若读数为零，则说明电路仍未被接通，断路故障的范围被确定在  $bb'$  间。

②根据闭合电路欧姆定律有： $E = I_1(R_1 + r_1) + (I_1 + I_2)(R_0 + r)$

由于  $I_1 \ll I_2$ ，上式可简化为： $E = I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_0 + r) = I_1 \times 10^4 + I_2(3 + r)$

做  $I_1$ - $I_2$  图像的延长线与纵轴的交点坐标为  $(0, 0.141)$ ，代入上式可得：

$$E = 0.141 \times 10^{-3} \times 10^4 = 1.41V$$

做  $I_1$ - $I_2$  图像的延长线与横轴的交点坐标为  $(260.0, 0.050)$ ，可得：

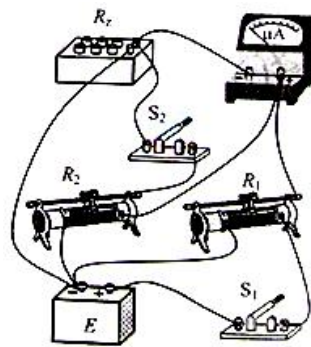
$$1.41 = 0.050 \times 10^{-3} \times 10^4 + 260.0 \times 10^{-3}(3 + r) = 0.50 + 0.260(3 + r) \text{ 解得: } r = 0.50\Omega$$

8. **【答案】**

(1) 连线见解析 (2) ①20 ②左 ③相等 ④2 550

(3) 调节  $R_1$  上的分压，尽可能使微安表接近满量程

**【解析】**(1) 实物连线如图：



(2) ①滑动变阻器  $R_1$  要接成分压电路，则要选择阻值较小的  $20\Omega$  的滑动变阻器；②为了保护微安表，开始时将  $R_1$  的滑片 D 滑到接近图(a)中滑动变阻器的左端对应的位置；

③将电阻箱  $R_z$  的阻值置于  $2\,500.0\Omega$ ，接通  $S_1$ ；将  $R_1$  的滑片置于适当位置，再反复调节  $R_2$  的滑片 C 的位置；最终使得接通  $S_2$  前后，微安表的示数保持不变，这说明  $S_2$  接通前后在  $BC$  中无电流流过，可知  $B$  与  $C$  所在位置的电势相等；

④设滑片  $C$  两侧电阻分别为  $R_{2左}$  和  $R_{2右}$ ，因  $B$  与  $C$  所在位置的电势相等，可知： $\frac{R_{z1}}{R_{2左}} = \frac{R_A}{R_{2右}}$ ；同

理当  $R_z$  和微安表对调后，仍有： $\frac{R_A}{R_{2左}} = \frac{R_{z2}}{R_{2右}}$ ；联立两式解得：

$$R_A = \sqrt{R_{z1}R_{z2}} = \sqrt{2\,500 \times 2\,601}\Omega = 2\,550\Omega。$$

(3) 为了提高测量精度，调节  $R_1$  上的分压，尽可能使微安表接近满量程。

9. **【答案】**(1) 100 910 2 000 (2) 50 (3)  $M$  (4) 大于

**【解析】**(1)根据题意， $R_1$  与表头  $G$  构成  $1mA$  的电流表，则有： $I_g R_g = (I - I_g)R_1$ ，解得  $R_1 = 100\Omega$ ；



若使用 a、b 两个接线柱，电压表的量程为 1V，则有： $R_2 = \frac{U_{ab} - I_g R_g}{I} = 910\Omega$ ；

若使用 a、c 两个接线柱，电压表的量程为 3V，则有： $R_3 = \frac{U_{ab} - I_g R_g - IR_2}{I} = 2000\Omega$ 。

(2) a、c 间的总电阻为  $R_{ac} = \frac{900 \times 100}{900 + 100} + 910 + 2000 = 3000\Omega$ ，电压表与之并联之后电阻

为  $R_{并} = \frac{3000 \times 2500}{3000 + 2500} = 1363.6\Omega$ ，对于分压式电路，为便于调节，要求滑动变阻器的最大阻值远

小于并联部分，故滑动变阻器选择小电阻，即选择  $50\Omega$  的电阻。

(3) 如果滑动变阻器的滑动端 P 靠近“N”端，闭合开关 S，M、N 两端将获得接近 5V 的电压，超过标准电压表和改装表的量程，两块表都可能损坏，因此在闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑动端 P 应靠近“M”端。这样起到一种保护作用。

(4) 若使用 a、c 两个接线柱，电压表的量程为 3V，有  $3V = 1\text{mA} \times 3000\Omega$ 。当流过表头 G 的电流为  $i$  时改装后的电流表的读数为  $10i$ ，改装后的电压表的读数为  $U = 10i \times 3000\Omega$ 。

造成改装后电压表的读数比标准电压表的读数偏小，说明流过表头 G 的电流偏小，则实际其电阻偏大，故其实际阻值大于  $900\Omega$ 。

10. 【答案】红；5；变大。

【解析】(1) 据欧姆表原理图知接线柱 A 与电池负极相连，即红表笔与欧姆表内电池负极相连接。

(2) 欧姆调零时，通过表的电流为满偏电流；而接入电阻后，若指针指在表盘中央，则通过表的电流为满偏电流的一半，由闭合电路欧姆定律得： $I_g = \frac{E}{R_g + R + r}$ ，

$$\frac{1}{2} I_g = \frac{E}{R_g + R + r + R_x} \quad \therefore R_x = R_g + R + r = \frac{E}{I_g} = \frac{1.5}{300 \times 10^{-6}} = 5000\Omega = 5\text{k}\Omega$$

(3) 当用电池电动势变小、内阻变大的欧姆表再次测电阻  $R_x$  时，分析

$I = \frac{E}{R_g + R + r + R_x}$  知，式中  $R_g$ 、 $R$ 、 $R_x$  没有变化，而  $E$  变小、 $r$  变大，则通过表的电流  $I$  减小，指针偏转角变小，即欧姆表刻度盘指示的电阻数值变大，由此得出测量结果比原结果大。

11. 【答案】(1) 黑 (2) B (3) 160 880 (4) 1.47 mA (或 1.48 mA) 1 100  $\Omega$  2.95V

【解析】

(1) 与多用电表内电源正极相连的是黑表笔。

(2)  $R_6$  是可变电阻，它的作用是欧姆表调零，使用欧姆挡时，先将两表笔短接，调整  $R_6$  使电表指针指在表盘右端电阻“0”位置。

(3) B 端与“2”相连时，对应的是量程 2.5 mA 挡的电流表，所以  $R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I_1 - I_g} = 160 \Omega$ ，式中

$I_1 = 1 \text{ mA}$ ；B 端与“4”相连时，对应的是量程 1 V 挡的电压表，所以  $R_4 = \frac{U_1 - I_g R_g}{I_1} = 880 \Omega$ ，式

中  $I_1 = 1 \text{ mA}$ 。

(4) 若此时 B 端与“1”相连，多用电表是量程为 2.5 mA 的电流表，则读数为 1.47 mA；

若此时 B 端与“3”相连，多用电表是欧姆  $\times 100 \Omega$  挡，则读数为 1 100  $\Omega$ ；

若此时 B 端与“5”相连，多用电表是量程为 5 V 的电压表，则读数为 2.95 V。

12. 【答案】(1)  $E_2$   $R_2$  (2) C (3) 不偏转 偏转 (4) ⑤④②③①

【解析】

(1) 由表格数据知，当温度为  $30^\circ$  时，热敏电阻阻值为  $199.5 \Omega$ ，继电器的阻值  $R_0 = 20 \Omega$ ，当电流为 15 mA 时， $E = I(R_t + R_0) = 3.3 \text{ V}$ ，所以电源选  $E_2$ 。

当温度为  $80^\circ$  时，热敏电阻阻值  $R_t = 49.1 \Omega$ ，则  $E_2 = I(R_t + R_0 + R)$ ，此时变阻器阻值  $R = 330.9 \Omega$ ，所以变阻器选择  $R_2$ 。

(2) 多用电表做电压表测量电压，旋钮旋至直流电压档 C 处；

(3) 若只有 b、c 间断路，表笔接入 a、b 时，整个回路断路，电表指针不偏转，接入 a、c 时电流流经电表，故指针偏转；

(4)  $50^\circ$  时，热敏电阻阻值为  $108.1 \Omega$ ，所以应将电阻箱阻值调至  $108.1 \Omega$ ，调节变阻器，使衔铁吸合，再将电阻箱换成热敏电阻，故顺序为⑤④②③①。

13. 【答案】AC

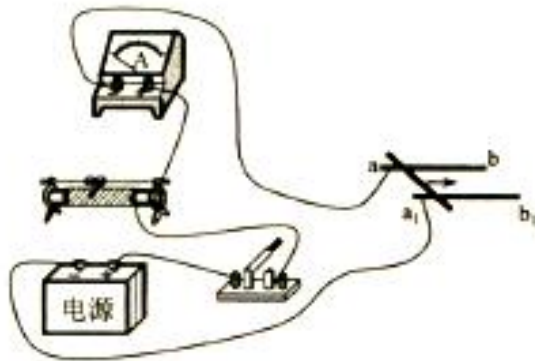
【解析】

(1) 电路连线如图。

(2) 根据动能定理可得：

$$(BIL - f)S = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$\text{解得：} v = \sqrt{\frac{2(BIL - f)S}{m}}$$



可见 A、C 选项正确，而换一根更长的金属棒，金属棒切割磁感线的有效长度即导轨的间距不变，而质量增大，金属棒的末速度减小。