



第十一章 电路及其应用

1 电源和电流

★教材 P56【练习与应用】

1. $1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$ 1×10^{15} 个

【解析】通过这条导线某一横截面的电荷量 $q = It = 50 \times 10^{-6} \times$

$3.2 \text{ C} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$; 通过该横截面的电子数 $n = \frac{q}{e} =$

$\frac{1.6 \times 10^{-4}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ 个} = 1 \times 10^{15} \text{ 个}.$

2. 0.3 A

【解析】电流 $I = \frac{q}{t} = \frac{3}{10} \text{ A} = 0.3 \text{ A}.$

3. $7.58 \times 10^{-3} \text{ A}$ 31 倍

【解析】待机电流 $I_1 = \frac{q}{t_1} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{22 \text{ d}} = \frac{4 \text{ A} \cdot \text{h}}{22 \times 24 \text{ h}} \approx 7.58 \times 10^{-3} \text{ A};$

播放视频的电流 $I_2 = \frac{q}{t_2} = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}} = \frac{4 \text{ A} \cdot \text{h}}{17 \text{ h}} \approx 0.235 \text{ A},$ 设播

放视频的电流是待机电流的 n 倍, 则 $n = \frac{I_2}{I_1} \approx 31.$

2 导体的电阻

★教材 P61【练习与应用】

1. $R_A > R_B = R_C > R_D$

【解析】A、B、C、D 四个点与 O 点连线的斜率表示电阻, 则由题图可知 $R_A > R_B = R_C > R_D.$

2. 【解析】小灯泡的电阻为 $R = \frac{U}{I} = \frac{3}{0.25} \Omega = 12 \Omega.$ 导线一般为

铜丝, 20°C 下铜丝的电阻率为 $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m},$ 若铜丝长为

$10 \text{ cm},$ 横截面积为 $1 \text{ mm}^2,$ 则铜丝的电阻为 $R' = \rho \frac{l}{S} = 1.7 \times$

$10^{-8} \times \frac{0.1}{1 \times 10^{-6}} \Omega = 1.7 \times 10^{-3} \Omega,$ 即 R' 远小于 $R,$ 故可以不考虑

导线的电阻.

3. 1.49 V

【解析】铜导线的电阻 $R = \rho \frac{l}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{50}{4 \times 10^{-6}} \Omega \approx$

$0.213 \Omega,$ 这段导线上损失的电压约为 $U_{\text{损}} = IR = 7 \times$

$0.213 \text{ V} \approx 1.49 \text{ V}.$

4. $2.83 \times 10^{-3} \text{ V}$

【解析】鸟两爪间铜质裸导线的电阻 $R = \rho \frac{l}{S} =$



$$\frac{1.7 \times 10^{-8} \times 4 \times 10^{-2}}{120 \times 10^{-6}} \Omega \approx 5.67 \times 10^{-6} \Omega, \text{鸟两爪之间的电压 } U =$$

$$IR = 500 \times 5.67 \times 10^{-6} \text{ V} \approx 2.83 \times 10^{-3} \text{ V}.$$

5. $\frac{16}{9}R$

【解析】盐水柱的体积不变,故拉长后横截面积变为原来的

$$\frac{3}{4}, \text{因此 } \frac{R'}{R} = \frac{l_2}{l_1} \times \frac{S_1}{S_2} = \frac{4}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{16}{9}, \text{得 } R' = \frac{16}{9}R.$$

6. $\frac{Rbc}{a} \quad \frac{Rb^2}{a^2}$

【解析】电流沿 AB 方向时样品的电阻为 R ,由 $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{a}{bc}$,

得样品的电阻率 $\rho = \frac{Rbc}{a}$; 电流沿 CD 方向时样品的电阻 $R' =$

$$\rho \cdot \frac{l'}{S'} = \frac{Rbc}{a} \cdot \frac{b}{ac} = \frac{Rb^2}{a^2}.$$

7. 【解析】(1) 肥胖的人与消瘦的人电阻不同的主要原因是横截面积不同.

(2) 激烈运动之后、沐浴之后,人体中脂肪和水的比例发生变化,导致人体的电阻发生变化,所以测量数据不准确.

3 实验:导体电阻率的测量

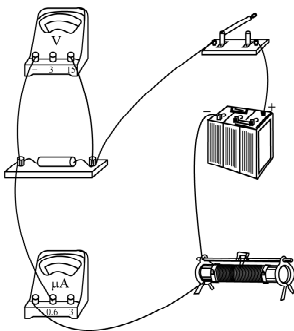
★教材 P67【练习与应用】

1. 13.7 mm 3. 275 mm

2. (1) 偏大 (2) 见解析

【解析】(1) 纯净水是不导电的,不合格的纯净水含的电解质较多,电阻率偏小,则电导率偏大.

(2) 电路连接图如图所示.



3. $1.27 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$

【解析】由题图可知电压表示数 $U = 1.20 \text{ V}$, 电流表示数 $I =$

$$0.50 \text{ A}, \text{由欧姆定律及电阻定律得 } R = \frac{U}{I} = \rho \frac{l}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}, \text{该金属}$$

$$\text{丝的电阻率 } \rho = \frac{\pi U D^2}{4 l I} = \frac{3.14 \times 1.20 \times (0.635 \times 10^{-3})^2}{4 \times 0.6 \times 0.50} \Omega \cdot \text{m} \approx$$

$$1.27 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$$



4 串联电路和并联电路

★教材 P71【练习与应用】

$$1. \frac{UR}{R_1+R} \leq U_R \leq U$$

【解析】根据串联电路规律得 $I = \frac{U}{R_{\text{滑}}+R}$, 电阻 R 两端的电压

$$U_R = I \cdot R = \frac{U}{R_{\text{滑}}+R} \cdot R. \text{ 当 } R_{\text{滑}} = 0 \text{ 时, } U_R = U; \text{ 当 } R_{\text{滑}} \text{ 取最大值}$$

$$R_1 \text{ 时, } U_R = \frac{UR}{R_1+R}. \text{ 故电阻 } R \text{ 两端电压 } U_R \text{ 的变化范围为}$$

$$\frac{UR}{R_1+R} \leq U_R \leq U.$$

$$2. (1) \frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \quad (2) \text{ 见解析}$$

【解析】(1) 因为 R_1 与 R_2 串联, 设通过它们的电流为 I , 则有

$$U_1 = IR_1, U = I(R_1+R_2), \text{ 所以 } \frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_1+R_2}.$$

(2) 设滑动变阻器最大阻值为 R , 下部分电阻为 R_x , C 、 D 两端电阻为 R_0 , 电路结构为 C 、 D 两端电阻 R_0 与 R_x 并联后再与

$$(R - R_x) \text{ 串联, 由串联分压可得 } U_{CD} = \frac{R_{\text{并}}}{R_{\text{并}}+(R-R_x)} U =$$

$$\frac{\frac{R_0 R_x}{R_0+R_x}}{\frac{R_0 R_x}{R_0+R_x}+(R-R_x)} U = \frac{R_0 R_x U}{R R_0 + R R_x - R_x^2}, \text{ 当 } R_x = 0 \text{ 时, } U_{CD} = 0, \text{ 当}$$

$R_x = R$ 时, $U_{CD} = U$, 故 U_{CD} 可取从 0 至 U 的任意值.

$$3. 80.4 \, \Omega \quad 87.5 \, \Omega \quad \text{见解析}$$

【解析】甲图中, 电阻的测量值为 R 和电压表并联的总电阻,

$$\text{即 } R_{\text{测甲}} = \frac{RR_V}{R+R_V} = \frac{87.4 \times 10^3}{87.4 + 10^3} \, \Omega \approx 80.4 \, \Omega; \text{ 乙图中, 电阻的测}$$

量值为 R 和电流表串联的总电阻, 即 $R_{\text{测乙}} = R + R_A = 87.4 \, \Omega +$

$0.1 \, \Omega = 87.5 \, \Omega$. 由于电压表和电流表的内阻的影响, 两种

接法均存在系统误差, 甲图中测量值小于真实值, 乙图中测

量值大于真实值, 但相比而言, 乙图接法的测量误差较小.

$$4. 9.5 \times 10^3 \, \Omega \quad 9 \times 10^4 \, \Omega$$

【解析】当使用 A 、 B 两个端点时, 有 $I_g(R_g + R_1) = 10 \, \text{V}$, 解得

$$R_1 = 9.5 \times 10^3 \, \Omega. \text{ 当使用 } A、C \text{ 两个端点时, 有 } I_g(R_g + R_1 + R_2) =$$

$$100 \, \text{V}, \text{ 解得 } R_2 = 9 \times 10^4 \, \Omega.$$

$$5. 0.41 \, \Omega \quad 3.67 \, \Omega$$

【解析】当使用 A 、 B 两个端点时, R_2 与 R_g 串联后与 R_1 并联,

可得 $(R_g + R_2)I_g = (I_1 - I_g)R_1$; 当使用 A 、 C 两个端点时, R_1 与 R_2

串联后与 R_g 并联, 可得 $R_g I_g = (I_2 - I_g)(R_1 + R_2)$, 联立解得

$$R_1 \approx 0.41 \, \Omega, R_2 \approx 3.67 \, \Omega.$$

5 实验:练习使用多用电表

★教材 P74【练习与应用】

1. 【解析】

表 用多用电表测量直流电压,直流电流,电阻

序号	所测物理量	量程或倍率	指针	读数
1	直流电压	50 V	a	13.5~13.8 V
2	直流电流	10 mA	b	8.3 mA
3	电阻	$\times 100$	a	$5.5 \times 10^3 \Omega$
4	电阻	$\times 1$	b	4 Ω

2. DBE

【解析】已知待测电阻的阻值大约为 2 k Ω ,故在用红、黑表笔接触这个电阻两端之前,需先将选择开关旋转至“ $\times 100$ ”位置,将红、黑表笔接触,调节欧姆调零旋钮使表针指向欧姆零点.

3. (1)红表笔 (2)红表笔

【解析】(1)(2)测直流电流和直流电压时,根据电流“红进黑出”可知,红表笔电势高.

4. 甲的做法符合规范 有可能烧坏多用电表

【解析】根据多用电表使用注意事项,多用电表使用完之后必须将选择开关置于 OFF 挡或者交流电压最高挡,所以甲的做法符合规范.这主要是防止将多用电表的电阻挡拿去测电流或电压从而烧坏多用电表.而多用电表选择开关在交流电压最高挡的位置,无论拿去误测了什么,都不会损坏多用电表.

5. 【解析】(1)用多用电表红、黑表笔分别接触电池两端接线柱,如电表有读数,则电池有电,反之无电.

(2)用多用电表红、黑表笔分别接触开关两端接线柱,如电表有读数,则说明开关接触不良,反之接触良好.

(3)用多用电表红、黑表笔分别接触灯泡两端接线柱,如电表有读数,则说明灯泡和灯泡座接触不良,反之接触良好.

复习与提高

★教材 P75

A 组

1. 1 A

【解析】一个大电阻和一个小电阻并联时的总电阻接近小电阻的阻值,串联时总电阻接近大电阻的阻值,由此可估算 A、B 间的总电阻约为 10 Ω . 根据欧姆定律可知,干路中的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10 \text{ V}}{10 \Omega} = 1 \text{ A}.$$

2. 变暗

【解析】滑动变阻器 R_1 和灯泡 L 并联后总电阻 $R = \frac{R_1 R_L}{R_1 + R_L}$, 设

电源电压为 E , 内阻不计, 通过电源的电流 $I = \frac{E}{R_0 + R}$, 灯泡两端



$$\text{的电压 } U = IR = \frac{E}{R_0 + R} R = \frac{E}{\frac{R_0}{R} + 1} = \frac{E}{\frac{R_0(R_1 + R_L)}{R_1 R_L} + 1} = \frac{E}{\frac{R_0 \left(1 + \frac{R_L}{R_1}\right)}{\frac{R_L}{R_1}} + 1},$$

将滑动变阻器滑片向右滑动, R_1 减小, 灯泡两端的电压 U 减小, 故灯泡的亮度变暗.

3. $2.04 \times 10^{-2} \Omega$ 2.9Ω 见解析

【解析】根据电阻定律得, 铜导线的电阻 $R_1 = \rho_1 \cdot \frac{l_1}{S_1} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{0.6}{0.5 \times 10^{-6}} \Omega = 2.04 \times 10^{-2} \Omega$, 铝导线的电阻 $R_2 = \rho_2 \cdot \frac{l_2}{S_2} = 2.9 \times 10^{-8} \times \frac{10 \times 10^3}{1 \times 10^{-4}} \Omega = 2.9 \Omega$.

因为做电学实验时, 导线短, 电阻小, 故电阻可忽略不计. 而输电线路导线较长, 故电阻不能忽略.

4. 【解析】证明: (1) 串联电路的等效电阻为 R , 则 $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$, 其中任一电阻增大时, R 增大.

(2) 并联电路的等效电阻为 R' , 则 $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$, 由此式可知, 当其中任一电阻增大时, 式子右端的值变小, 则 R' 增大. 因此, 在串、并联组合的电路中, 任一电阻增大而其余电阻不变时, 整个电路的等效电阻都增大.

5. (1) 40Ω (2) 80 V

【解析】(1) 当 C 、 D 端短路时, R_2 、 R_3 并联之后和 R_1 串联, R_2 、 R_3 并联时的等效电阻与 R_2 、 R_3 的关系为 $\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$, 解得 $R_{23} = 30 \Omega$, 故 A 、 B 之间的等效电阻 $R = R_1 + R_{23} = 10 \Omega + 30 \Omega = 40 \Omega$.

(2) 当 A 、 B 两端接通测试电源时, C 、 D 两端的电压等于电阻 R_3 两端的电压, $U = \frac{E}{R_1 + R_3} \cdot R_3 = 80 \text{ V}$.

6. (1) 电流的“0”刻度线 (2) “ $\times 1$ ”

(3) 电阻的“0”刻度线 (4) 19

7. 【解析】(1) 黑表笔接在 B 点所示的接线柱上, 如果电表示数为 6 V , 说明 A 、 B 间断路; 如果电表示数为 0 , 则说明 A 、 B 间不断路.

当确定 A 、 B 间不断路后, 黑表笔接在 D 点所示接线柱上, 如果电表示数为 6 V , 则 C 、 D 间断路; 如果电表示数为 0 , 则 C 、 D 间没断路. 若 AB 、 CD 都没断路, 则 E 、 F 间断路.

(2) 用直流 2.5 V 挡, 多用电表可能烧坏.

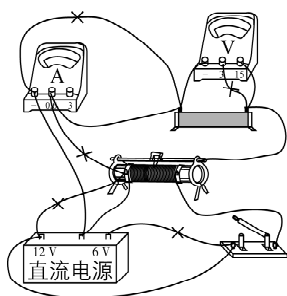
用直流 0.5 A 挡, 多用电表可能烧坏.

因为被检测的电路为含源电路, 所以选用电阻挡一定不行, 多用电表极易烧坏.

8. 【解析】① 电压表和电源接法有错误, 定值电阻的额定电压为 $U = IR = 0.3 \times 25 \text{ V} = 7.5 \text{ V}$, 电压表应选大量程, 电源电压选 12 V .

② 电流表接法有错误, 应该将导线与两接线柱反过来接.

③滑动变阻器接法有错误,应将电流表与滑动变阻器上接线柱连接的导线改接至下接线柱.



B 组

1. qv 方向向左

【解析】棒沿轴线方向以速度 v 做匀速直线运动时,每秒通过的距离为 v 米,每秒 v 米长的橡胶棒上电荷都通过棒的横截面,每秒内通过横截面的电荷量 $Q=q \cdot v$,根据电流的定义式 $I=\frac{Q}{t}$, $t=1\text{ s}$,得到等效电流为 $I=qv$. 负电荷定向移动方向与电流方向相反,故电流方向向左.

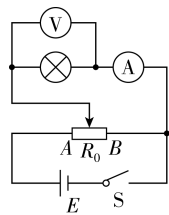
2. 【解析】由于 $\frac{R_x}{R_A}=20$, $\frac{R_V}{R_x}=10$, 即 $\frac{R_x}{R_A} > \frac{R_V}{R_x}$, 所以采用电流表的内接法测量时更加接近待测电阻的真实值,即 $R_{x\text{甲}}$ 更接近真实值. 采用电流表内接法时,电流表测量的是准确值,而电压表测量值比真实值偏大,则电阻 R_x 测量值比真实值偏大.

3. (1)见解析 (2)B 端 (3)5.68 Ω

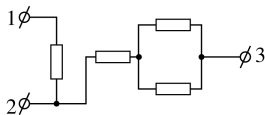
【解析】(1)因 $\frac{R_L}{R_A} < \frac{R_V}{R_L}$, 所以电流表应采用外接法,电路图如图所示.

(2)开关 S 闭合之前,电流表及灯泡所在支路电压应调为零,则滑动变阻器的滑片应置于 B 端.

(3)小灯泡的额定电压为 2.5 V,由题图乙可知电流约为 0.44 A,根据欧姆定律得灯泡正常工作时的电阻 $R=\frac{U}{I}=\frac{2.5}{0.44}\Omega \approx 5.68\Omega$.



4. 【解析】由题意可知 1、2 接线柱间有一个电阻,2、3 接线柱间两电阻并联,再与一电阻串联,故电阻连接方式如图所示.



5. (1)图甲 $R_1=4.2\Omega$, $R_2=37.9\Omega$ 图乙 $R_1=4.0\Omega$, $R_2=42.1\Omega$ (2)见解析

【解析】(1)对于甲电路,量程为 0~10 mA 时,有 $I_g(r_g+R_2)=(I_1-I_g)R_1$, 量程为 0~1 mA 时,有 $I_g r_g=(I_2-I_g)(R_1+R_2)$, 联立解得 $R_1 \approx 4.2\Omega$, $R_2 \approx 37.9\Omega$. 对于乙电路,量程为 0~10 mA 时,有 $I_g r_g=(I_1-I_g)R_1$, 量程为 0~1 mA 时,有 $I_g r_g=(I_2-I_g)R_2$, 联立解得 $R_1 \approx 4.0\Omega$, $R_2 \approx 42.1\Omega$.



(2) 甲电路比较实用, 无安全问题. 乙电路在通电状态下, 更换量程时会造成两分流电阻都未并联在电流表两端, 使流过表头的电流超过其满偏电流而致表头损坏.

6. (1) 红表笔 (2) 见解析

【解析】(1) 根据多用电表“红进黑出”的规则, 红表笔始终接触 A 点.

(2) 黑表笔接触 B 点, 如果电表有示数, 则说明 B 点和电源负极之间电路没问题, 反之则说明有问题; 黑表笔接触 C 点, 如果电表有示数, 则说明 C 、 B 之间没问题, 反之说明 C 、 B 之间有问题; 黑表笔接触 D 点, 如果电表有示数, 则说明 D 、 C 之间没问题, 反之说明 D 、 C 之间有问题; 黑表笔接触 E 点, 如果电表有示数, 则说明 E 、 D 之间没问题, 反之说明 E 、 D 之间有问题; 黑表笔接触 F 点, 如果电表有示数, 则说明 F 、 D 之间没问题, 反之说明 F 、 D 之间有问题.