

指向零刻度处,此时有  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0}{R_x}$ , 可得该液体的电阻为

$$R_x = \frac{R_2 R_0}{R_1}.$$

(4) 由电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  和  $\sigma = \frac{1}{\rho}$ , 可得  $\sigma = \frac{l}{RS}$ , 其中  $S =$

$\frac{1}{4} \pi d^2, l = h$ , 代入可得  $\sigma = \frac{4R_1 h}{\pi R_2 R_0 d^2}$ ; 一般来说, 易燃易爆液体多为高浓度的有机化合物, 导电能力差, 而安全液体如饮料通常含水量高, 溶解的电解质多, 导电能力相对较强, 故易燃易爆液体的电导率更低.

## 第十二章 电能 能量守恒定律

### 第1节 电路中的能量转化

#### 刷基础

1. D 【解析】主机电池充电完毕储存的电能为  $W_{\text{电}} = qU = 5200 \times 10^{-3} \times 3600 \times 14.4 \text{ J} = 269568 \text{ J}$ , 故 A 错误; 主机以额定

功率工作的时间约为  $t = \frac{W_{\text{电}}}{P} = \frac{269568}{69} \text{ s} = 3907 \text{ s} = 1.09 \text{ h}$ , 故

B 错误; 充电座以额定功率工作时, 1 s 内供给主机的电能约为  $W = UIt = 20 \times 1.2 \times 1 \text{ J} = 24 \text{ J}$ , 故 C 错误; 充电座以额定功率

工作时, 1 s 内产生的内能约为  $Q = P't - W = (28 \times 1 - 24) \text{ J} = 4 \text{ J}$ , 故 D 正确.

2. C 【解析】由于 A、B 两灯的额定电压都是 110 V, 额定功率分别为  $P_A = 100 \text{ W}$ 、 $P_B = 40 \text{ W}$ , 由  $P = \frac{U^2}{R}$  可知  $R_B > R_A$ , 甲电

路中, B 灯与滑动变阻器并联, 则并联部分的总电阻  $R_{\text{并}} < R_B$ , 当 A 灯与并联部分的总电阻相同时, A、B 能同时正常发光, 并联电路消耗的功率与 A 灯的额定功率相同, 所以甲电路消耗的总功率为 200 W; 乙电路中, 把 A、B 两灯并联之后与滑动变阻器串联, 当滑动变阻器的阻值与 A、B 两灯并联的总电阻相等时, A、B 可以正常发光, 此时滑动变阻器消耗的功率与 A、B 两灯额定功率之和相同, 所以乙电路消耗的总功率为 280 W, 由此可知, 甲、乙两电路消耗的电功率之比为 5:7, C 正确.

3. C 【解析】灯泡正常发光, 且  $U_{\text{灯}} + U_{\text{电}} = 220 \text{ V}$ , 说明电解槽和灯泡两端电压均为 110 V, 电路电流  $I = I_{\text{灯}} = \frac{P_{\text{灯}}}{U_{\text{灯}}} = \frac{6}{11} \text{ A}$ , 则电

解槽消耗的电功率  $P_{\text{电}} = P_{\text{灯}} = 60 \text{ W}$ , A 错误, C 正确; 电解槽的发热功率  $P_{\text{热}} = I^2 R_{\text{电}} \approx 1.3 \text{ W}$ , B 错误; 整个电路消耗的总

功率  $P_{\text{总}} = UI = 220 \times \frac{6}{11} \text{ W} = 120 \text{ W}$ , D 错误.

4. BD 【解析】电动机的电流为  $I = \frac{P}{U} = \frac{48}{24} \text{ A} = 2 \text{ A}$ , A 错误; 电动

机的效率约为  $\eta = \frac{P - I^2 r}{P} \times 100\% = \frac{48 - 2^2 \times 2}{48} \times 100\% = 83.3\%$ , B 正

确; 电动机输出的机械功率为  $P_{\text{出}} = P - I^2 r = 40 \text{ W}$ , C 错误; 1 min 内电动机产生的热量为  $Q = I^2 r t = 2^2 \times 2 \times 60 \text{ J} = 480 \text{ J}$ , D 正确.

#### 刷易错

★易错点 混淆用电器的总功率、发热功率和输出功率

5. D 【解析】充电宝的输出电压为  $U$ 、输出电流为  $I$ , 则充电宝输出的电功率为  $UI$ , A 错误; 充电宝内的电流也是  $I$ , 但其内

### 能量守恒定律

阻未知, 不能计算出充电宝的热功率,  $I^2 r$  为手机电池的发热功率, B 错误;  $U$  是充电宝的输出电压, 同时也是手机电池的输入电压, 由于充电过程中手机电池不是纯电阻用电器, 所以不能用  $\frac{U^2}{r} t$  计算手机电池产生的焦耳热, 手机电池产生的焦耳热为  $I^2 r t$ , C 错误; 根据能量守恒定律可知手机电池储存的化学能为  $UIt - I^2 r t$ , D 正确.

**易错分析** 在求解电功、电功率或电热、热功率时, 首先要判断电路的性质, 注意对非纯电阻元件不能直接用  $Q = \frac{U^2}{R} t$  求电热, 只能用  $Q = I^2 R t$  求电热.

### 第2节 闭合电路的欧姆定律

#### 课时1 闭合电路的欧姆定律的理解及应用

#### 刷基础

1. B 【解析】只有外电路断路时, 电源两端的电压在数值上才等于电源电动势, 故 A 错误; 从能量转化的角度看, 电源是通过非静电力做功把其他形式的能转化为电势能的装置, 故 B 正确; 电动势在数值上等于非静电力把 1 C 的正电荷在电源内部从负极移到正极所做的功, 故 C 错误; 闭合电路中, 在电源外部, 自由电子是从低电势处向高电势处移动, 在电源内部, 自由电子是从高电势处向低电势处移动, 故 D 错误.

2. D 【解析】电池容量是电池存储的电荷量(电流与时间的乘积)或电池能够输出的总电荷量的多少, 单位是“mA·h”, 不是电池能够输出的总电能, A 错误; 若给该手机充电的电流为 2 A, 则充满时间为  $t = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{2 \text{ A}} = 2 \text{ h}$ , B 错误; 该手机电池的电动势为  $E = 3.7 \text{ V}$ , 电池的外电路电压  $U < E$ , 无法达到 4.0 V, C 错误; 该手机播放视频时电流为  $I = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{15 \text{ h}} = \frac{800}{3} \text{ mA}$ , 该手机待机时电流为  $I' = \frac{4000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{20 \times 24 \text{ h}} = \frac{25}{3} \text{ mA}$ , 则  $I = 32I'$ , D 正确.

3. C 【解析】开关断开时电压表示数为 3.15 V, 则  $3.15 \text{ V} = \frac{ER_1}{R_1 + r}$ , 解得  $r = 1 \Omega$ , 若开关闭合,  $R_1$ 、 $R_2$  并联, 则外电路电阻为  $R_{12} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} \Omega = 2 \Omega$ , 电压表示数  $U = \frac{ER_{12}}{R_{12} + r}$ , 解得  $U = 2.8 \text{ V}$ , C 正确.

4. A 【解析】根据  $U = E - Ir$ , 知  $U-I$  图线与  $U$  轴交点的纵坐标表示电源的电动势, 由题图可知, 电源甲的电动势大于电源乙的电动势, 故 A 正确;  $U-I$  图线的斜率绝对值表示电源内阻的大小, 图线甲的斜率绝对值大于图线乙的斜率绝对值,

关键点: 清楚  $U-I$  图线斜率的含义

所以电源甲的内阻大于乙的内阻,故 **B 错误**;根据欧姆定律可知,外电阻  $R$ 、路端电压  $U$  与电流  $I$  的关系为  $R = \frac{U}{I}$ ,在  $U-I$  图线中甲、乙两图线的交点坐标为  $(I_0, U_0)$ ,说明路端电压都为  $U_0$  时,两电源的外电阻相等,故 **C 错误**;电源的内电压等于通过电源的电流与电源内阻的乘积,即  $U_{内} = Ir$ ,因为电源甲的内阻比乙的内阻大,所以当电流都为  $I_0$  时,电源甲的内电压较大,故 **D 错误**。

**关键点拨** 根据  $U = E - Ir$  可知,  $U-I$  图线与  $U$  轴交点的纵坐标表示电源的电动势,与  $I$  轴交点的横坐标表示短路电流,图线的斜率的绝对值等于电源内阻的大小(电动势与短路电流的比值);外电阻为  $R$  时,路端电压  $U$  与电流  $I$  的关系为  $U = IR$ ;电源的内电压等于通过电源的电流与电源内阻的乘积,即  $U_{内} = Ir$ 。

- 5. D** 【解析】设电源电动势为  $E$ ,内阻为  $r$ ,由闭合电路欧姆定律有  $U = E - Ir$ ,代入题图直线 I 中数据有  $0.75 \text{ V} = E - 1.5 \text{ A} \cdot r$ ,  $0 = E - 2.0 \text{ A} \cdot r$ ,解得  $E = 3.0 \text{ V}$ ,  $r = 1.5 \Omega$ ,故 **A、B 错误**;根据题意可知,当用该电源直接与小灯泡 L 连接成闭合电路时,小灯泡 L 两端的电压为  $U_L = 0.75 \text{ V}$ ,流过小灯泡 L 的电流为  $I_L = 1.5 \text{ A}$ ,可得小灯泡 L 接入电源时的电阻为  $R_L = \frac{U_L}{I_L} = 0.5 \Omega$ ,小灯泡 L 实际消耗的电功率为  $P = U_L I_L = 1.125 \text{ W}$ ,

**易错点:** 非线性元件的  $U-I$  图像上某点与原点  $(0,0)$  连线的斜率表示此时该元件的电阻,与图像切线斜率无关

故 **C 错误**, **D 正确**。

**关键点拨** 电源的路端电压与电流的关系图线与用电器的  $U-I$  曲线的交点,即为该电源直接与用电器连接成闭合电路时的工作点。非线性元件的  $U-I$  图像的切线斜率不等于电阻,接入电源时的电阻可直接用图像交点坐标计算。

- 6. (1)  $3 \Omega$   $12 \Omega$  (2)  $8 \text{ V}$   $1 \Omega$  (3) 滑动变阻器接入电路的电阻最大时电源的工作效率最大,为 93.75%**

**【解析】**(1) 由题图甲可知,电路为串联电路,  $V_1$  测  $R_0$  两端的电压,因此电压表  $V_1$  的示数随电流表示数的变化图线为  $AC$ ,  $V_2$  测

**关键点:**  $V_2$  的示数大于  $V_1$  的示数

路端电压,根据闭合电路欧姆定律可知,电压表  $V_2$  的示数随电流表示数的变化图线为  $BC$ ,则定值电阻  $R_0 = \frac{U_1}{I} = \frac{1.5}{0.5} \Omega = 3 \Omega$ ;

当  $I = 0.5 \text{ A}$  时,  $R_{外} = \frac{U_2}{I} = \frac{7.5}{0.5} \Omega = 15 \Omega$ ,则  $R = R_{外} - R_0 = 12 \Omega$ 。

(2) 根据闭合电路欧姆定律  $E = U_2 + Ir$  可得  $E = 7.5 + 0.5r(\text{V})$ ,  $E = 6 + 2r(\text{V})$ ,解得  $E = 8 \text{ V}$ ,  $r = 1 \Omega$ 。

(3) 电源的工作效率为  $\eta = \frac{U_2 I}{EI} \times 100\% = \frac{I(R_{滑} + R_0)}{I(R_{滑} + R_0 + r)} \times 100\% =$

$\frac{R_{滑} + R_0}{R_{滑} + R_0 + r} \times 100\% = \frac{1}{1 + \frac{r}{R_{滑} + R_0}} \times 100\%$ ,可知当  $R_{滑}$  最大时,电

源的工作效率最大,代入数值解得  $\eta = 93.75\%$ 。

- 7. D** 【解析】开关 S 处于闭合状态时,  $R_1$  和  $R_2$  与电源构成闭合回路,电路中的电流  $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = 1 \text{ A}$ ,故 **A 错误**;开关 S 闭

合时,电容器两端的电压等于电阻  $R_2$  两端的电压,即  $U_C = U_2 =$

**突破点:** 开关 S 闭合后,电容器与电阻  $R_2$  并联,两端电压相等

$IR_2 = 6 \text{ V}$ ,故此时电容器 C 所带电荷量为  $Q = CU_2 = 1.8 \times 10^{-4} \text{ C}$ ,故 **B 错误**;开关 S 断开,电路稳定后,电容器两端的电压等于电源电动势,为  $U'_C = E = 10 \text{ V}$ ,电容器两端的电压变大,变化量为  $4 \text{ V}$ ,故电容器 C 处于充电状态,通过电阻  $R_1$  的电荷量为  $\Delta Q = C(U'_C - U_C) = 1.2 \times 10^{-4} \text{ C}$ ,故 **C 错误**, **D 正确**。

**关键点拨** 解答本题的关键是对含电容器电路的正确分析。电路稳定时电容器所在支路为断路,电容器两端的电压等于与其并联的元件两端的电压;电路稳定前,电容器充电或放电。

- 8. B** 【解析】若定值电阻  $R_1$  短路,总电阻变小,总电流变大,小灯泡 A 会变亮,故 **A 错误**;若定值电阻  $R_4$  短路,总电阻变小,总电流变大,小灯泡 A 会变亮,故 **D 错误**;若  $R_2$  断路,总电阻变大,总电流减小,小灯泡 A 会变暗,根据闭合电路欧姆定律可知  $U_{并} = E - I_{总}(R_A + R_4 + r)$ ,则  $R_1$  和  $R_3$  所在并联支路的电压增大,根据  $I_{总} = I_1 + I_3$ ,因为总电流减小,通过  $R_3$  的电流  $I_3 = \frac{U_{并}}{R_3}$  增大,所以通过  $R_1$  的电流减小,  $R_1$  两端的电压减小,又  $R_1$  和小灯泡 B 所在支路的电压增大,所以小灯泡 B 两端的电压增大,小灯泡 B 会变亮,故 **B 正确**;若  $R_3$  短路,会使与之并联的支路(即  $R_1$  所在支路)中无电流,小灯泡 B 熄灭,故 **C 错误**。

### 刷易错

**★易错点 1 容易忽视图像坐标轴不是从零取值**

- 9. C** 【解析】随着电路中电流增大,定值电阻  $R$  两端的电压增大,故图线甲反映定值电阻  $R$  的  $U-I$  关系,其阻值  $R = \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} =$

$\frac{4.0 - 2.0}{2.0 - 1.0} \Omega = 2.0 \Omega$ ,故 **A 错误**;根据闭合电路欧姆定律得

$U = E - Ir$ ,当  $I = 0$  时,  $U = E$ ,因此图线乙的纵截距等于电源的电动势,如图所示,可得电源电动势  $E = 6.0 \text{ V}$ ,故 **B 错误**;由

$U = E - Ir$  可知,电源的内阻等于图线乙斜率绝对值的大小,则

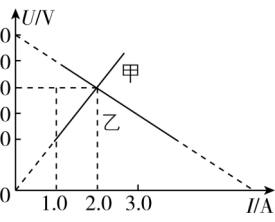
$r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{5.0 - 4.0}{2.0 - 1.0} \Omega = 1 \Omega$ ,若

将该电源与两个定值电阻  $R$  串联构成闭合回路,通过定值电阻

$R$  的电流大小为  $I = \frac{E}{2R + r} = 1.2 \text{ A}$ ,

电源内阻  $r$  的热功率为  $P = I^2 r = 1.44 \text{ W}$ ,故 **C 正确**, **D 错误**。

**一题多解** 对 C 选项,利用数学方法求解电源的路端电压与电流的表达式  $U = E - Ir$  和串联后电阻两端电压与电流的表达式  $U = IR$ ,代入数据可得两图像的交点坐标为  $(1.2 \text{ A}, 4.8 \text{ V})$ ,即通过定值电阻  $R$  的电流大小为  $1.2 \text{ A}$ ,故 **C 正确**。



**易错分析** 本题特别注意图像纵轴、横轴均不是从零开始的,电源路端电压随电流变化的图像与纵轴交点的纵坐标不是电动势,与横轴的交点的横坐标也不是短路电流。

★易错点2 对闭合电路输出功率最大的条件适用对象不明确、掌握不到位

10. (1)  $R_0 = 100 \Omega$  1 W (2) 0.16 W (3)  $R_0 = 0$  3.6 W

【解析】(1)  $R_0$  消耗的功率  $P = \left( \frac{E}{R_0 + R + r} \right)^2 R_0 = \frac{E^2}{\frac{(R+r)^2}{R_0} + R_0 + 2(R+r)}$ , 由数学知识知, 当  $R_0 = r + R = 100 \Omega$

时,  $R_0$  消耗的功率最大, 最大功率  $P_{\max} = \frac{E^2}{4(r+R)} = 1 \text{ W}$ .

(2)  $R$  与  $r$  消耗的功率之和  $P' = \left( \frac{E}{R_0 + R + r} \right)^2 (R+r)$ , 由数学知识可得, 当  $R_0 = 400 \Omega$  时,  $R$  和  $r$  消耗功率之和最小, 代入数据得  $P'_{\min} = 0.16 \text{ W}$ .

(3)  $R$  消耗的功率  $P'' = \left( \frac{E}{R_0 + R + r} \right)^2 R$ , 由数学知识可知, 当  $R_0 = 0$

时,  $R$  消耗的功率最大, 最大功率  $P''_{\max} = \left( \frac{E}{R+r} \right)^2 R = 3.6 \text{ W}$ .

**易错分析** 本题容易错误判断功率最大或最小的条件. 当电源的内阻和外电路总电阻相等时, 电源的输出功率最大; 定值电阻消耗功率最大的条件是通过的电流最大(可变电阻接入电路的阻值为零); 可变电阻消耗功率最大的条件不好判断, 通常的分析方法是把定值电阻和电源看成一个整体, 分析等效电源的输出功率的变化情况, 即外电路只有一个可变电阻, 当等效电源的输出功率最大时, 可变电阻消耗的功率最大。

## 课时2 电阻表的原理

### 刷基础

1. C 【解析】由题图可知, 表笔 A 与电源的负极相连, 电流会从表笔 A 流入电阻表, 由“红进黑出”知, 表笔 A 为红表笔, 故 A 错误;  $R_3$  的作用是进行欧姆调零, 而不是机械调零, 故 B 错误; 当红、黑表笔短接, 通过表头的电流达到最大值, 待测电阻阻值为 0, 电流为满偏电流  $I_g = 1 \text{ mA} = \frac{E}{R_{\text{内}}}$ , 当电阻表指针指到表盘中央时, 电流为  $\frac{I_g}{2} = \frac{E}{R_{\text{内}} + R_{\text{测}}}$ , 联立解得待测电阻的阻值  $R_{\text{测}} = 1.5 \text{ k}\Omega$ , 故 C 正确, D 错误。

2. AD 【解析】电阻表的电流从黑表笔流出, 从红表笔流入, 所以 A 处应该接红表笔, B 处接黑表笔, B 错误; 根据闭合电路欧姆定律, 满偏时有  $E = I_g(R_g + r + R)$ , 接入  $R_1 = 200 \Omega$  的电阻时, 指针指在 3 mA, 有  $E = I(R_g + r + R + R_1)$ , 联立解得电动势  $E = 1.5 \text{ V}$ ,  $r + R = 270 \Omega$ , 故 A 正确; 根据闭合电路欧姆定律, 当流过毫安表的电流为 2.5 mA 时有  $E = I_1(R_g + r + R + R_2)$ , 代入数据解得  $R_2 = 300 \Omega$ , 故 C 错误; 当流过毫安表的电流为 4 mA 时有  $E = I_2(R_g + r + R + R_3)$ , 代入数据解得  $R_3 = 75 \Omega$ , 故 D 正确。

3. D 【解析】欧姆调零后, 电阻表的内阻保持不变, 不会随待

测电阻的增大而逐渐变大, 故 A 错误; 根据闭合电路欧姆定律  $I = \frac{E}{r_{\text{内}} + R_x}$  可知, 若待测电阻的阻值变为原来的 2 倍, 电路中的电流不是变为原来的  $\frac{1}{2}$ , 故 B 错误; 根据闭合电路欧姆

定律  $I = \frac{E}{r_{\text{内}} + R_x}$  可知, 若电源内阻增大, 未重新进行欧姆调零, 则电阻表内阻  $r_{\text{内}}$  变大, 不能准确测量待测电阻, 故 C 错误; 欧姆调零时, 有  $I_m = \frac{E}{r_{\text{内}}}$ , 若电阻表指针指在半偏刻度, 根据闭合电路欧姆定律有  $\frac{1}{2}I_m = \frac{E}{r_{\text{内}} + R_x}$ , 则待测电阻等于调零后(测量前)的电阻表总内阻, 故 D 正确。

4. (1) 480  $R_g$  (2) 红 (3) 160 880 1.5

【解析】(1) 由题意可知, 流过电流计的电流是流过电阻箱电流的 2 倍, 根据并联分流原理可知, 电流计的阻值是电阻箱阻值的  $\frac{1}{2}$ , 即灵敏电流计 G 的内阻为  $480 \Omega$ . 电路总电阻的最小值为

$R_{\min} = \frac{1.5}{250 \times 10^{-6}} \Omega = 6000 \Omega$ , 则滑动变阻器选择  $R_8$ .

(2) 电流从电阻表的红表笔流入, 从黑表笔流出, 可知红表笔接电阻表电源的负极, 故题图乙中的 A 端与红色表笔相连接。

(3) 开关接 2 时, 为直流电流 1 mA 挡, 则  $R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} =$

$\frac{250 \times 10^{-6} \times 480}{1 \times 10^{-3} - 250 \times 10^{-6}} \Omega = 160 \Omega$ , 电流计与  $R_1$ 、 $R_2$  并联的总电阻

为  $R_c = \frac{r_g(R_1 + R_2)}{r_g + R_1 + R_2} = 120 \Omega$ , 开关接 4 时为直流电压 1 V 挡, 则

关键点: 串联电阻较小, 分压小, 故为 1 V 挡

$R_5 = \frac{U}{I} - R_c = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} \Omega - 120 \Omega = 880 \Omega$ , 由题意, “ $\times 100$ ”挡电

阻表的中值电阻为电阻表的内阻  $R_g = 15 \times 100 \Omega = 1500 \Omega$ , 电源电动势为  $E = IR_g = 1 \times 10^{-3} \times 1500 \text{ V} = 1.5 \text{ V}$ .

5. (1) 红 (2) B (3) 20 4 990 5 000 (4) 70 (5) 等于

【解析】(1) 题图(a)中的 B 端与内部电源的负极连接, 即与红色表笔相连接。

(2)  $R_6$  是电阻挡调零电阻, 即使用电阻挡时, 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, 故选 B.

(3) 根据电表改装原理可知, 当 B 端接 2 时是直流电流 1 mA 挡, 则  $R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.5 \times 10^{-3} \times 20}{1 \times 10^{-3} - (1 - 0.5) \times 10^{-3}} \Omega = 20 \Omega$ , 电流表内阻为

$R_A = \frac{(R_1 + R_2) R_g}{R_1 + R_2 + R_g} = 10 \Omega$ , 当 B 端接 4、5 时分别为直流电压 5 V

挡和 10 V 挡, 则  $R_4 = \frac{U_1 - IR_A}{I} = \frac{5 - 1 \times 10^{-3} \times 10}{1 \times 10^{-3}} \Omega = 4990 \Omega$ ,

$R_5 = \frac{U_2 - IR_A}{I} - R_4 = \frac{10 - 1 \times 10^{-3} \times 10}{1 \times 10^{-3}} \Omega - 4990 \Omega = 5000 \Omega$ .

(4) 由题图(b)可知, 读数为  $7 \times 10 \Omega = 70 \Omega$ .

(5) 电阻表仍能调零, 电池电动势不变, 内阻变大, 调零时, 表头满偏时干路电流不变, 则电阻表内阻  $R_{\text{内}}$  不变, 按正确使用方法测电阻时, 其测量结果与原结果相等。

6. (1)黑 d 欧姆调零 320 (2)30.0 (3)大于

【解析】(1)题图甲中  $a$  与内部电源的正极连接,为黑表笔;根据电表改装原理可知,选择开关  $c$  接  $d$  时,对应的电流量程较大,根据  $R_{\text{内}} = \frac{E}{I_A}$  可知,内阻较小,即电阻表中值电阻较

小,挡位越小

小,则为“ $\times 10$ ”挡,则要测量阻值小于  $500 \Omega$  的定电阻  $R_x$ ,选择开关  $c$  应与  $d$  相连,然后进行欧姆调零;测量  $R_x$  时指针位置如题图乙所示,电阻表的读数为  $32 \times 10 \Omega = 320 \Omega$ .

(2)当  $c$  接  $e$  时为“ $\times 100$ ”挡,题图乙中电阻表盘的中间示数为“15”,则电阻表内阻为  $15 \times 100 \Omega = 1500 \Omega$ ,则两表笔短接

时电流  $I_m = \frac{E}{R_{\text{内}}} = \frac{1.5}{1500} \text{ A} = 1 \text{ mA}$ ,题图甲中  $R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I_m - I_g} = \frac{100 \times 10^{-6} \times 270}{1 \times 10^{-3} - 100 \times 10^{-6}} \Omega = 30.0 \Omega$ .

(3)欧姆调零时,由  $E = I_g R_{\text{内}}$  可知,电动势减小,则  $R_{\text{内}}$  变小;测量电阻时有  $E = I(R_{\text{内}} + R_x)$ ,则  $R_x = \frac{E}{I} - R_{\text{内}}$ ,由于  $R_{\text{内}}$  变小,则电阻测量值大于真实值.

## 专题 6 闭合电路的欧姆定律的综合应用

### 刷题型

1. B 【解析】物块和力敏电阻由  $A$  点缓慢移动到  $B$  点,物块对力敏电阻的压力逐渐增大,可知力敏电阻  $R_2$  的阻值逐渐减小,根据“串反并同”可知电压表  $V_1$  的示数  $U_1$  增大,电压表  $V_2$  的示数  $U_2$  减小,故 A 错误, B 正确;根据串并联电路特点和闭合电路欧姆定律可得  $U_1 = I_1 R_1$ ,  $E = I_1 r + U_2$ ,可知  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} =$

$R_1$ ,  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I_1} = r$ ,由于  $r$  与  $R_1$  的关系未知,故无法判断  $\Delta U_1$  和  $\Delta U_2$  的大小关系,故 C 错误;由题中条件无法判断  $R_2$  消耗电功率的变化情况,故 D 错误.

2. BD 【解析】当  $R_1$  的滑片  $P$  向下滑动时,  $R_1$  接入电路的阻值变大,根据“串反并同”可知,  $V_1$  的示数  $U_1$  变大,  $V_2$  的示数  $U_2$  变小,  $V_3$  的示数  $U_3$  变大,故 A 错误;根据欧姆定律可得  $R_1 = \frac{U_1}{I}$ ,  $R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{\Delta U_2}{\Delta I}$ ,  $R_1 + R_2 = \frac{U_3}{I}$ ,因为  $R_2$  为定值电阻,  $R_1$  接入电路的阻值变大,所以  $\frac{U_2}{I}$  不变,  $\frac{U_1}{I}$  和  $\frac{U_3}{I}$  均变大,故 B 正

确;根据闭合电路欧姆定律可得  $U_1 = E - I(R_2 + r)$ ,  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I} = R_2 + r$ ,

$\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_2$ ,可知  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I}$  和  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I}$  均不变,故 C 错误;根据闭合电路欧

姆定律可得  $U_3 = E - Ir$ ,则  $\frac{\Delta U_3}{\Delta I} = r$ ,可知  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I}$  和  $\frac{\Delta U_3}{\Delta I}$  均不变,故 D 正确.

3. B 【解析】开关  $S$  断开时,  $R_1$  断路,若  $R_2$  的滑片向下移动,  $R_2$  接入电路的阻值变小,则电路中的总电阻减小,根据闭合电路欧姆定律可知,电路总电流增大,路端电压减小,则  $A_1$ 、 $A_2$  的示数都变大,根据闭合电路欧姆定律可得  $E = U + I_1(r +$

$R)$ ,则  $U = E - I_1(r + R)$ ,可知  $\frac{\Delta U}{\Delta I_1} = -(R + r)$ ,即  $V$  和  $A_1$  的示数变化量之比不变,故 A 错误, B 正确;闭合开关  $S$ ,  $R_1$  与  $R_2$  并联,电路中总电阻减小,根据闭合电路欧姆定律可知,电路总电流增大,路端电压减小,则  $A_1$  的示数变大,  $R$  两端电压变大,所以电压表  $V$  的示数变小,通过  $R_2$  的电流减小,则  $A_2$  的示数变小,故 C、D 错误.

易错点: 开关闭合前,通过  $R_2$  的电流是电路的干路电流,闭合开关后,通过  $R_2$  的电流是支路电流,不能直接根据干路电流的变化判断通过  $R_2$  的电流变化情况

4. D 【解析】根据闭合电路的欧姆定律可得  $U = E - I(R_2 + r)$ ,由题图乙可知,当  $U_1 = 2 \text{ V}$  时,  $I_1 = 0.1 \text{ A}$ ;当  $U_2 = 1 \text{ V}$  时,  $I_2 = 0.3 \text{ A}$ ,代入上式可得  $E = 2.5 \text{ V}$ ,  $r = 1 \Omega$ ,故 A 错误;电源的效率  $\eta = \frac{U + IR_2}{E} \times 100\%$ ,代入数据可得  $\eta_1 = \frac{2 + 0.1 \times 4}{2.5} \times 100\% = 96\%$ ,  $\eta_2 = \frac{1 + 0.3 \times 4}{2.5} \times 100\% = 88\%$ ,则  $\eta_1 > \eta_2$ ,故 B 错误;  $R_1$  消耗的功率

$P = I^2 R_1 = \left( \frac{E}{R_1 + R_2 + r} \right)^2 R_1 = \frac{E^2}{R_1 + \frac{(R_2 + r)^2}{R_1} + 2(R_2 + r)}$ ,由数学知识

知,当  $R_1 = R_2 + r = 5 \Omega$  时,  $R_1$  消耗功率最大,故 C 错误;当电流为  $0.2 \text{ A}$  时,由题图乙可得  $U_3 = 1.5 \text{ V}$ ,则  $R_1$  接入电路的电阻为

$R'_1 = \frac{U_3}{I_3} = 7.5 \Omega$ ,故 D 正确.

教材变式 本题由教材 P100 第 7 题演变而来.教材考查了各图线斜率所代表的物理量,本题延伸考查了电源电动势、内阻和  $R_1$  最大功率的计算.

5. CD 【解析】当电路中的电流最大时定值电阻  $R_2$  消耗的功率最大,可知当滑动变阻器的滑片在最右端时电路的总电阻最小,电流最大,由闭合电路欧姆定律得电路中最大电流  $I_m = \frac{E}{R_2 + r} = \frac{6}{1 + 3} \text{ A} = 1.5 \text{ A}$ ,定值电阻  $R_2$  消耗的最大功率为  $P_2 = I_m^2 R_2 = 1.5^2 \times 1 \text{ W} = 2.25 \text{ W}$ ,故 A 错误;定值电阻  $R_1$  消耗

的功率为  $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1}$ ,可知定值电阻  $R_1$  两端的电压越大,其消耗的功率越大,由电路图可知,当滑动变阻器的滑片位于最左端时,  $R_1$  两端的电压最大,即  $R_3 = 10 \Omega$  时  $R_1$  消耗的功率最大,故 B 错误;电源的效率  $\eta = \frac{UI}{EI} \times 100\% = \frac{I(R_{\text{并}} + R_2)}{I(R_{\text{并}} + R_2 + r)} \times$

$100\% = \frac{1}{1 + \frac{r}{R_{\text{并}} + R_2}} \times 100\%$ ,滑片从最右端滑至最左端的过程

中,电阻  $R_3$  增大,  $R_{\text{并}}$  增大,电源的效率增大,故 C 正确;当外电路的总电阻等于电源内阻时,电源的输出功率最大,此时

滑动变阻器与定值电阻  $R_1$  并联的总电阻  $R_{\text{并}} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = r =$

$R_2 = 2 \Omega$ ,代入数据解得  $R_3 = \frac{8}{3} \Omega$ ,此时干路电流为  $I =$

$\frac{E}{R_{\text{外}} + r} = \frac{E}{2r} = \frac{6}{2 \times 3} \text{ A} = 1 \text{ A}$ ,电源的最大输出功率为  $P_m = EI - I^2 r$ ,

代入数据解得  $P_m = 3 \text{ W}$ ,故 D 正确.

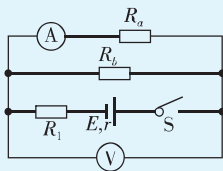


**关键点拨** 当电路中的电流最大时,定值电阻  $R_2$  消耗的功率最大,通过闭合电路欧姆定律计算电路中的总电流,再计算  $R_2$  消耗的最大功率. 根据电功率计算公式分析定值电阻消耗的功率,当外电阻等于电源内阻时,电源的输出功率最大.

- 6. BD** 【解析】由题图丙可知,短路电流为  $I_{\text{短}} = 3 \text{ A}$ , 有  $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$ , 解得  $r = \frac{E}{I_{\text{短}}} = \frac{6}{3} \Omega = 2 \Omega$ , 由电源的效率  $\eta = \frac{UI}{EI} \times 100\% = \frac{U}{E} \times 100\% = \frac{R}{R+r} \times 100\% = \frac{1}{1+\frac{r}{R}} \times 100\%$  可知, 滑动变阻器连入电路的阻值最大时, 电源效率最大, 由题图丁知, 电源的最大效率为  $\eta = 80\%$ , 代入有  $\eta = \frac{R_d}{R_d+r} \times 100\%$ , 解得  $R_d = 8 \Omega$ , 则  $d$  点坐标为  $(8 \Omega, 80\%)$ , **D 正确**; 电源输出功率最大为  $P_m = \frac{\left(\frac{R_a}{R_a+r}E\right)^2}{R_a} = P_m$ , 解得  $R_a = r$ , 路端电压  $U = \frac{R_a}{R_a+r}E = 3 \text{ V}$ , 则  $a$  点坐标为  $(3 \text{ V}, 4.5 \text{ W})$ , **A 错误**; 滑动变阻器的滑片  $P$  在  $B$  端时, 对应题图乙、丙、丁中的  $b$ 、 $c$ 、 $d$  三点,  $b$  点、 $c$  点对应电路中  $R_b = 8 \Omega$ ,  $I_b = I_c = \frac{E}{R_b+r} = \frac{6}{8+2} \text{ A} = 0.6 \text{ A}$ ,  $U_c = U_b = E - I_b r = (6 - 0.6 \times 2) \text{ V} = 4.8 \text{ V}$ ,  $P_b = U_b I_b = 4.8 \times 0.6 \text{ W} = 2.88 \text{ W}$ , 所以  $b$  点坐标为  $(4.8 \text{ V}, 2.88 \text{ W})$ ,  $c$  点坐标为  $(0.6 \text{ A}, 4.8 \text{ V})$ , **B 正确, C 错误**.

**7. ABD**

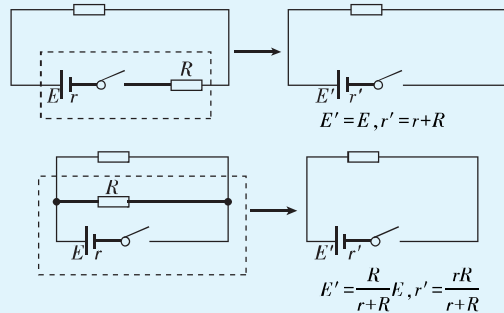
**思路导引** 将题图甲所示电路等效为如图所示电路, 然后根据串并联电路规律进行分析.



**【解析】** 设滑动变阻器的滑片左侧部分电阻为  $R_a$ , 右侧部分电阻为  $R_b$ , 当  $R_a = R_b$  时, 并联部分的电阻最大, 电压表示数最大, 由题图乙可知, 此时电压表示数为  $U_2 = 5.0 \text{ V}$ , 电流表示数即流过  $R_a$  的电流  $I_a = 0.50 \text{ A}$ , 由欧姆定律得  $R_a = \frac{U_2}{I_a} = \frac{5.0 \text{ V}}{0.50 \text{ A}} = 10 \Omega$ , 又  $R_a = R_b$ , 则滑动变阻器的总阻值为  $R_{2\text{总}} = 2R_a = 2 \times 10 \Omega = 20 \Omega$ , 当电压表示数  $U_1 = 4.0 \text{ V}$  时, 电流表示数为  $I_1 = 0.25 \text{ A}$  或  $I_3 = 1.00 \text{ A}$ , 根据闭合电路欧姆定律得  $E = U_1 + (I_1 + I_3)(R_1 + r)$ ,  $E = U_2 + 2I_a(R_1 + r)$ , 联立解得  $E = 9 \text{ V}$ ,  $R_1 + r = 4 \Omega$ , 故 **A 正确, C 错误**; 电源效率  $\eta = \frac{U_{\text{外}} I}{EI} \times 100\% = \frac{U_{\text{外}}}{E} \times 100\%$ , 当电压表示数为  $5.0 \text{ V}$  时, 并联部分电阻最大, 则外电路电阻最大, 此时路端电压最大, 电源效率最高, 故 **B 正确**; 将  $R_1$  看作电源内阻的一部分, 则等效电源内阻  $r' = R_1 + r = 4 \Omega$ ,  $R_2$  消耗的功率  $P = \left(\frac{E}{R_2 + r'}\right)^2 R_2 = \frac{E^2}{R_2 + 2r' + \frac{r'^2}{R_2}}$ , 由数学知识知, 当  $R_2 = r'$  时,  $P$  有最大值, 此时  $U_{\text{外}} = \frac{E}{2}$ , 当电压表示

数为  $\frac{E}{2} = 4.5 \text{ V}$  时, 可知  $R_2$  接入电路的总电阻恰好等于  $r'$ , 可知此时  $R_2$  消耗的功率最大, 故 **D 正确**.

**方法总结** 在电路较复杂时我们通常把与电源串联或并联的定值电阻与电源一起组成等效电源, 如图.



- 8. BC** 【解析】滑动变阻器的滑片向  $b$  端移动, 则滑动变阻器接入电路的电阻减小, 电路总电阻减小, 则干路电流增大, 由  $U_c = E - I(R_1 + r)$  可知电容器两端电压减小, 两板间场强减小, 油滴所受电场力减小, 故油滴将向下运动, 故 **A 错误**; 由于干路电流增大, 而  $U_c = U_3$ , 故  $U_3$  减小, 因此  $I_3$  减小, 而  $I_1 = I_2 + I_3$ , 故流过  $R_2$  的电流  $I_2$  增大, 电流表示数变大,  $R_2$  两端电压  $U_2$  增大, 而  $U_3 = U_2 + U_{\text{滑}}$ , 故滑动变阻器两端电压减小, 即电压表示数减小, 故 **B 正确**; 由题意可知  $R_{\text{外}} > r$ , 且  $R_{\text{外}}$  减小, 与电源内阻越来越接近, 故电源的输出功率增大, 而电源效率  $\eta = \frac{U}{E} \times 100\% = \frac{R_{\text{外}}}{R_{\text{外}} + r} \times 100\% = \frac{1}{1 + \frac{r}{R_{\text{外}}}} \times 100\%$ , 可知电源的效率逐渐减小, 故 **C 正确**; 干路电流增大, 故  $R_1$  消耗的功率增大, 流过  $R_2$  的电流  $I_2$  增大, 故  $R_2$  消耗的功率增大, 故 **D 错误**.

- 9. ABD** 【解析】当汽车启动时, 开关  $S$  闭合, 车灯突然变暗, 则流过车灯的电流变小, **A 正确**; 车灯突然变暗, 车灯两端电压变小, 即路端电压变小, **B 正确**; 由  $U_{\text{路}} = E - Ir$  可知, 电路的总电流  $I$  变大, 电源的总功率  $P = EI$  变大, **C 错误, D 正确**.

**突破点:** 也可根据并联电路特点判断电路的总电流变化情况

- 10. CD** 【解析】根据闭合电路欧姆定律有  $E = U + Ir$ , 即  $U = 3 - 2.5I(\text{V})$ , 将此函数关系图像与小灯泡的  $I-U$  图像画在同一坐标系中, 如图所示, 交点即为该灯泡在电路中的工作点, 由图可知  $U = 2.0 \text{ V}$ ,  $I = 0.4 \text{ A}$ , 即小灯泡中的电流为  $0.4 \text{ A}$ , 两端电压为  $2.0 \text{ V}$ , 则小灯泡的工作电阻为  $R = \frac{U}{I} = 5 \Omega$ , 消耗的电功率为  $P = IU = 0.8 \text{ W}$ , **C、D 正确**.

### 第3节 实验: 电池电动势和内阻的测量

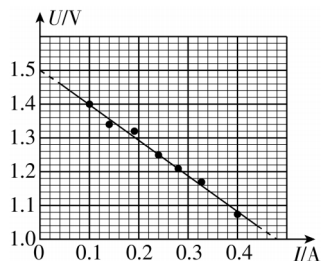
#### 刷基础

1. (1)  $V_1$   $A_1$   $R_1$  (2) 1.50 1.04 (3)  $\frac{R_V r}{R_V + r}$   $\frac{R_V E}{R_V + r}$

**【解析】** (1) 一节干电池的电动势大约  $1.5 \text{ V}$ , 电压表应选择量程为  $3 \text{ V}$  的  $V_1$ ; 一节干电池的内阻约为几欧, 为了精确测

量电路中电流,电流表应选择量程为 0.6 A 的  $A_1$ ;电路中的最大电阻约为  $R = \frac{E}{I_g} = \frac{1.5}{0.6} \Omega = 2.5 \Omega$ ,为了便于调节电路,滑动变阻器应选择  $R_1$ .

(2)根据题图 2 中的点迹作图,如图所示.根据闭合电路欧姆定律可得  $U = E - Ir$ ,根据图像可知干电池的电动势  $E = 1.50 \text{ V}$ ,干电池的内阻  $r = \frac{1.50 - 1.00}{0.48} \Omega \approx 1.04 \Omega$ .



(3)实验系统误差来自电压表的分流.如果考虑电表内阻影响,由闭合电路欧姆定律可知  $E = U + \left( I + \frac{U}{R_V} \right) r$ ,解得  $U = \frac{R_V r}{R_V + r} I + \frac{R_V E}{R_V + r}$ .

**突破点:** 利用数学方法得出路端电压的表达式,能更好地了解实验误差产生的原因

2. (1) 1.16 4.64 (2)  $A_1$  B 图 3 相等 相等 (3) 1.2

**【解析】**(1)当  $R_1$ 、 $R_2$  串联再和毫安表并联时对应量程 0.6 A,  $R_2$  和毫安表串联再与  $R_1$  并联时对应量程 3 A,由串并联电路特点得  $I_g R_g = (I_1 - I_g)(R_1 + R_2)$ ,  $I_g(R_g + R_2) = (I_2 - I_g) \cdot R_1$ ,代入数据解得  $R_1 = 1.16 \Omega$ ,  $R_2 = 4.64 \Omega$ .

(2)若滑动变阻器选 C,则最小电流约为  $I = \frac{E}{R_1} = 0.025 \text{ A}$ ,远小于两个电流表的量程,所以滑动变阻器应选 B;电路中的最小电流约为  $I' = \frac{E}{R_3} = 0.25 \text{ A}$ ,为使读数较准确,且避免电路中电流过大,温度升高,导致测量误差较大,所以电流表应选  $A_1$ ;由于电流表的内阻已知,用题图 3 来测电池的电动势和内阻时可以消除系统误差,因此选题图 3,电动势和内阻的测量值均等于真实值.

(3)由闭合电路欧姆定律得  $U = E - 2(R + r)I$ ,代入数据得  $U = 5 - 10I(\text{V})$ ,在小灯泡  $U-I$  图像中作出这个函数关系的图像,两个图像的交点即为小灯泡的工作电压与电流,如图所示,交点为  $(0.3 \text{ A}, 2 \text{ V})$ ,则两个小灯泡的总功率为  $P = 2 \times 2 \times 0.3 \text{ W} = 1.2 \text{ W}$ .

3. (1)  $R_2$  (2) 8.3 16.7 (3) 偏小

**【解析】**(1)由电路图可知,滑动变阻器和待测电阻串联,滑动变阻器起调节电流的作用,如果选择  $R_1$ ,则电路中的最小电流约为  $I = \frac{E}{R_x + R_{1\text{max}} + r} = 200 \text{ mA}$ ,电路中的最小电流大于电流表的量程,为了确保能完成实验,因此应该选择最大电阻较大的滑动变阻器  $R_2$ .

(2) $S_2$  接  $a$  时,电压表测量的是滑动变阻器和待测电阻的总电压; $S_2$  接  $b$  时,电压表测量的是滑动变阻器两端的电压,由于滑动变阻器和待测电阻是串联关系,当电路中电流相同时,总电阻大的电压大,因此  $S_2$  接  $b$  时,得到的  $U-I$  图线是题图乙中的②, $S_2$  接  $a$  时,得到的  $U-I$  图线是①.  $S_2$  接  $a$  时,根据闭合电路欧姆定律可得  $U = E - Ir$ ,则电源的内阻  $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| \approx 8.3 \Omega$ .  $S_2$  接  $b$  时,根据闭合电路欧姆定律可得  $U = E - I(r + R_x)$ ,则  $r + R_x = \left| \frac{\Delta U'}{\Delta I'} \right| = 25.0 \Omega$ ,则待测电阻的阻值为  $R_x = 25.0 \Omega - 8.3 \Omega = 16.7 \Omega$ .

(3)由闭合电路欧姆定律有  $E = U + (I_V + I_A)r$ ,如果电表为理想电表,即  $I_V = 0$ ,此时得到的电源内阻为准确值.若电表不能视为理想电表,即  $I_V \neq 0$ ,由以上公式可知,电源内阻的测量值偏小.

4. (1) 3 0.6 1 0~10 (2) BC (3) 1.5 0.6 (4) A

**【解析】**(1)由于一节干电池的电动势约为 1.5 V,所以选量程为 3 V 的电压表;估算电流时,考虑到干电池的内阻一般为几欧,加上保护电阻,最大电流在 0.5 A 左右,所以选量程为 0.6 A 的电流表;由于电池内阻很小,所以保护电阻不宜太大,否则会使电流表、电压表读数较小,使得误差较大,所以  $R_0$  选  $1 \Omega$  的定值电阻;滑动变阻器的最大阻值一般比电池内阻大几倍就可以,0~10  $\Omega$  的滑动变阻器就能很好地控制电路中的电流和电压,若选 0~100  $\Omega$  的滑动变阻器会出现电表读数开始几乎不变最后突然变化的现象,故  $R$  应选 0~10  $\Omega$  的滑动变阻器.

(2)本实验中由于电压表的分流作用造成电流表读数总是比真实值小,故 A 错误, B 正确;读数过程中存在的是偶然误差,故 C 正确, D 错误.

(3)由闭合电路欧姆定律有  $E = U + I(R_0 + r)$ ,得  $U = E - I(R_0 + r)$ ,由题图乙可知  $E = 1.5 \text{ V}$ ,  $r = \frac{1.5 - 0.7}{0.5} \Omega - R_0 = 0.6 \Omega$ .

(4)路端电压与电流的图像,纵截距为电源电动势,横截距为  $I = \frac{E}{R_0 + r}$ .通过分析电路图可知,当电流表示数为零时,由于电压表的电阻不是无穷大,电压表的示数小于电源电动势的真实值,即纵截距小于  $E$ ,当电压表的示数为零时,横截距  $I = \frac{E}{R_0 + r}$ ,与测量值相等. A 正确.

#### 一题多解

(4)通过分析电路可知,本实验的系统误差来源于电压表的分流,根据电流与电阻的关系,滑动变阻器阻值越大,电流表示数越小,电压表分流所占总电流的百分比越大,即电流真实值与测量值的差值随电流表示数的增大而减小,当  $U = 0$  时,电压表分流为零,电流的测量值等于真实值,如图所示, A 正确.

#### 方法总结 电流表内接法、外接法造成的误差分析

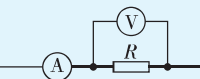
(1)电流表内接法

$R_{\text{测}} = R_A + R$ ,电压表示数  $U_V = U_R + U_A > U_R$ ,电流表示数  $I_A = I_R$ ,  $R_{\text{测}} = \frac{U_V}{I_A} > \frac{U_R}{I_R} = R_{\text{真}}$ ,误差来源于电流表的分压.

(2) 电流表外接法

$$R_{\text{测}} = \frac{R_V R}{R_V + R}, \text{电压表示数 } U_V = U_R, \text{电流}$$

表示数  $I_A = I_R + I_V > I_R$ ,  $R_{\text{测}} = \frac{U_V}{I_A} < \frac{U_R}{I_R} = R_{\text{真}}$ , 误差来源于电压表的分流。



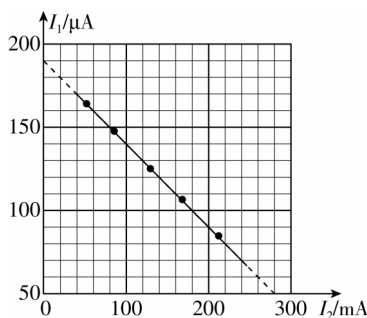
## 实验3 测电池电动势和内阻的创新实验

## 刷题型

1. (1)  $A_2$   $R_2$  (2) 1.9 1.0 (3) 等于

【解析】(1) 一节蓄电池电动势约为 2 V, 电流表  $A_1$  与定值电阻  $R_2$  串联改装成电压表, 改装后电压表量程为  $200 \mu\text{A} \times (800 \Omega + 9200 \Omega) = 2 \text{ V}$ , 则电流表  $A_2$  与滑动变阻器串联, 测量电路中的电流, 故虚线框内的电表应选  $A_2$ , 虚线框内的定值电阻应选  $R_2$ 。

(2) 根据闭合电路欧姆定律可得  $I_1(R_2 + R_{A1}) = E - (I_1 + I_2)(r + R_1)$ , 整理得  $I_1 = \frac{E}{R_2 + R_{A1} + r + R_1} - \frac{r + R_1}{R_2 + R_{A1} + r + R_1} I_2$ , 把题图乙中的图线延长, 如图所示, 可得  $\frac{E}{R_2 + R_{A1} + r + R_1} = 190 \times 10^{-6} \text{ A}$ ,  $\frac{r + R_1}{R_2 + R_{A1} + r + R_1} = \frac{(190 - 50) \times 10^{-6}}{(280 - 0) \times 10^{-3}}$ , 解得  $E \approx 1.9 \text{ V}$ ,  $r \approx 1.0 \Omega$ 。



(3) 考虑到电表内阻, 实验对电表分流的影响进行了修正, 电动势和内阻的测量值均等于真实值。

2. (1)  $\frac{(U_{20} - U_{10}) R_m}{U_{10}}$  (2)  $\frac{k U_0}{k - 1}$   $\frac{R_0}{k - 1}$ 

【解析】(1) 由串联电路的电压、电流规律可知, 定值电阻的阻值

$$R_0 = \frac{U_{R0}}{I_{R0}} = \frac{U_{20} - U_{10}}{\frac{U_{10}}{R_m}} = \frac{(U_{20} - U_{10}) R_m}{U_{10}}.$$

(2) 电压表为理想电压表, 由闭合电路欧姆定律可知, 电池组的电动势  $E = U_2 + Ir = U_2 + \frac{U_2 - U_1}{R_0} r$ , 整理得  $U_1 = \frac{R_0 + r}{r} U_2 - \frac{ER_0}{r}$ , 结

合题图乙可知,  $U_0 = \frac{ER_0}{R_0 + r}$ ,  $k = \frac{R_0 + r}{r}$ , 解得待测电池组的电动势

$$E = \frac{k U_0}{k - 1}, \text{内阻 } r = \frac{R_0}{k - 1}.$$

3. (1)  $\frac{R_A + R_1}{R_1} I$  (2) 3.0 0.67

【解析】(1) 由题图 1 可知, 电流表和电阻  $R_1$  并联, 通过电阻

$$R_1 \text{ 的电流 } I_{R1} = \frac{I R_A}{R_1}, \text{ 则通过 } R_0 \text{ 的实际电流为 } I_{R0} = I + \frac{I R_A}{R_1} =$$

$$\frac{R_A + R_1}{R_1} I.$$

(2) 根据闭合电路欧姆定律, 可得  $E =$

$$\left( I + \frac{I R_A}{R_1} \right) \left( R + r + R_0 + \frac{R_1 R_A}{R_1 + R_A} \right), \text{ 整理可得 } \frac{1}{I} = \frac{R_1 + R_A}{R_1 E} R + \frac{R_1 + R_A}{R_1 E}.$$

$$\left( R_0 + r + \frac{R_1 R_A}{R_1 + R_A} \right), \text{ 结合题图 2 可得 } \frac{R_1 + R_A}{R_1 E} = \frac{12 - 6}{6 - 0} \text{ V}^{-1}, \frac{R_1 + R_A}{R_1 E}.$$

$$\left( R_0 + r + \frac{R_1 R_A}{R_1 + R_A} \right) = 6 \text{ A}^{-1}, \text{ 解得电动势 } E = 3.0 \text{ V}, \text{ 内阻 } r \approx 0.67 \Omega.$$

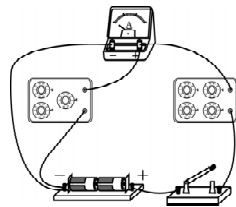
4. (1) 乙  $R_1$  2 (2) 见解析 (3) 3.00 1.02 (4) 等于

【解析】(1) 结合所给器材规格可知, 若采用电路图甲, 电阻箱  $R_2$  的最大阻值接入电路时, 该电路中的电流约为  $I = \frac{E}{R_{2m} + R_A} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$ , 大于表头的量程, 不能完成实验, 所以

电路图乙较合适. 结合电表改装原理, 有  $\frac{I_g R_A}{R_1} = 99 I_g$ , 解得

$R_1 = 2 \Omega$ , 则应将电阻箱  $R_1$  的阻值调为  $2 \Omega$ 。

(2) 实物图连接如图所示。



(3) 由闭合电路欧姆定律得  $E = 100 I \left( R_2 + \frac{R_1 R_A}{R_1 + R_A} + r \right)$ , 整理得  $\frac{1}{I} =$

$$\frac{100}{E} R_2 + \frac{198 \Omega + 100r}{E}, \text{ 结合题图 (c) 得 } \frac{100}{E} = \frac{200 - 100}{3} \text{ V}^{-1},$$

$$\frac{198 \Omega + 100r}{E} = 100 \text{ A}^{-1}, \text{ 解得 } E = 3.00 \text{ V}, r = 1.02 \Omega.$$

(4) 结合上述分析可知, 在不考虑实验操作和读数带来的误差时, 电池组电动势的测量值和内阻的测量值均等于真实值。

5. (1) 串联 2 000 (3)  $\frac{5}{3b}$   $\frac{k}{b} R_0$ 

【解析】(1) 电压表改装成一个更大量程的电压表, 需要串联一个电阻, 故电阻箱  $R_2$  与电压表 V 串联, 由欧姆定律可知

**突破点:** 牢记电表改装的原理

$U = U_V + \frac{U_V}{R_V} R_2$ , 代入数据解得  $R_2 = 2000 \Omega$ , 故应将  $R_2$  的阻值调到  $2000 \Omega$ 。

(3) 根据闭合电路欧姆定律得  $E = \frac{5}{3} U + \frac{\frac{5}{3} U}{R_1} (R_0 + r)$ , 整理可得

$$\frac{1}{U} = \frac{5}{3E} + \frac{5(R_0 + r)}{3E} \cdot \frac{1}{R_1}, \text{ 可知 } k = \frac{5(R_0 + r)}{3E}, b = \frac{5}{3E}, \text{ 解得电源}$$

$$\text{电动势为 } E = \frac{5}{3b}, \text{ 内阻为 } r = \frac{k}{b} R_0.$$

## 第4节 能源与可持续发展

## 刷基础

1. C 【解析】燃料燃烧时, 化学能转化成内能, 部分内能转化

为运载火箭的机械能,还有部分内能损耗掉了,故 **A 错误**;火箭加速升空的过程中,其动能和重力势能均增大,则火箭的机械能增大,故 **B 错误**;在一定条件下各种形式的能量都可以相互转化,比如动能可以转化为内能、内能可以转化为机械能等,故 **C 正确**;能量在转移和转化的过程中总会有损耗,但能量的总量保持不变,既不会增加,也不会减少,故 **D 错误**。

**2. A 【解析】**能量在转化过程中,有一部分能量转化为内能,我们很难把这些内能收集起来重新利用,这种现象叫作能量的耗散,能量是守恒的,能量不会凭空产生,也不会凭空消失, **A 正确, B 错误**;在能源的利用过程中,能量的总量保持不变,能量耗散表明,在能源的利用过程中,虽然能量总量不会减少,但是可利用的品质降低了, **C、D 错误**。

**3. AB 【解析】**绿色植物进行光合作用时,将太阳能转化为化学能,故 **A 正确**;太阳能热水器中水吸收热量,内能增大,是通过热传递的方式将太阳能转化为水的内能,故 **B 正确**;太阳能交通信号灯是利用光电转换装置,将太阳能转化为电能,再将电能转化为信号灯的光能,故 **C 错误**;首架环球航行的太阳能飞机是利用光电转换装置,将太阳能转化为电能,再将电能转化为飞机的机械能,故 **D 错误**。

**4. A 【解析】**帽子上的太阳能电池板将太阳能转化为电能,供小电扇工作,小电扇工作时消耗电能,将电能转化为扇叶的机械能,故选 **A**。

**5. C 【解析】**自然界中的能量是守恒的,即能量在数量上是保持不变的,但是由于能量在转化过程中具有方向性,且随着能量的转化,能源的品质会降低,所以人类可利用的能源是有限的,人类需要节约能源, **A、B 错误, C 正确**;核能是不可再生能源, **D 错误**。

**6. C 【解析】**单位时间内太阳垂直射到地面附近单位面积的能量约为  $E = \frac{4 \times 10^{26} \times \frac{1}{2}}{4\pi r^2} \text{ J} \approx 708 \text{ J}$ , 一块光伏组件接收到的太阳能的功率约为  $P_1 = 708 \times 0.72 \text{ W} \approx 510 \text{ W}$ , **A、B 错误**; 一块光伏组件的发电功率为  $P_1' = \frac{1.2 \times 10^6}{1.2 \times 10^4} \text{ W} = 100 \text{ W}$ , 该光伏组件的光电转换效率约为  $\eta = \frac{P_1'}{P_1} \times 100\% = \frac{100}{510} \times 100\% \approx 20\%$ , **C 正确**; 一块光伏组件工作一天可发电约为  $E_{\text{电}} = 100 \text{ W} \times 12 \text{ h} = 1.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$ , **D 错误**。

易错点: 平均每天光照时间约 12 h, 不是 24 h

## 第十二章素养检测

### 刷速度

**1. B 【解析】**电动势是描述电源把其他形式的能转化为电势能本领的物理量,是非静电力做功能力的反映,由非静电力的特性决定,电动势越大,表明电源将其他形式的能转化为电势能的本领越大,但不表明电源储存的电能越多,故 **A 正确, B 错误**;电源未接入电路时,电流  $I=0$ ,由闭合电路欧姆定律  $U=E-Ir$ ,可知  $U=E$ ,所以电动势在数值上等于未接入电路时电源两端的电压,故 **C 正确**;电动势在数值上等于非静电力把 1 C 的正电荷在电源内部从负极搬运到正极所做的

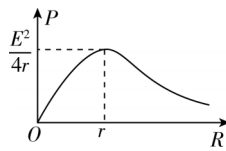
功,故 **D 正确**,B 符合题意。

**2. B 【解析】**指示灯 L 和电动机 M 均正常工作,可知 L 两端电压  $U_L = 4 \text{ V}$ ,由于电动机与指示灯并联,根据并联电路特点,有  $U = U_M = U_L = 4 \text{ V}$ ,由闭合电路欧姆定律得  $E = U + Ir$ ,解得干路电流  $I = 1 \text{ A}$ ,指示灯正常工作,则有  $I_L = \frac{P_L}{U_L} = 0.2 \text{ A}$ ,故通过电动机的电流  $I_M = I - I_L = 0.8 \text{ A}$ ,电动机的总功率  $P_M = I_M U_M = 3.2 \text{ W}$ ,电动机线圈的热功率  $P_{\text{热}} = I_M^2 r_M = 0.64 \text{ W}$ ,则电动机输出的机械功率  $P_{\text{输出}} = P_M - P_{\text{热}} = 2.56 \text{ W}$ ,故选 **B**。

**3. C 【解析】**根据闭合电路欧姆定律有  $E = U_1 + Ir$ ,整理得  $I = \frac{U_1}{r} + \frac{E}{r}$ ,结合题图乙中的图线 B 可知  $-\frac{1}{r} = \frac{\Delta I}{\Delta U_1} = \frac{0-1.20}{12.0-0} \Omega^{-1}$ ,  $\frac{E}{r} = 1.20 \text{ A}$ ,解得电源的内阻  $r = 10 \Omega$ ,电源电动势  $E = 12 \text{ V}$ ,即  $\left| \frac{\Delta U_1}{\Delta I} \right| = r = 10 \Omega$ , **B 正确**;  $V_2$  测  $R_1$  两端的电压,  $I - U_2$  图像对应题图乙中的图线 A,可知电阻  $R_1 = \frac{8.0}{0.40} \Omega = 20 \Omega$ ,把  $R_1$  和电源等效为新的电源,则等效电阻  $r' = R_1 + r = 30 \Omega$ ,当  $R_2 = r' = 30 \Omega$  时,滑动变阻器  $R_2$  消耗的功率最大,为  $P_m = \frac{E^2}{4r'} = 1.2 \text{ W}$ , **D 正确**;当  $R_2$  接入电路的阻值为零时,电流表的示数最大,为  $I_m = \frac{E}{R_1 + r} = \frac{12}{30} \text{ A} = 0.4 \text{ A}$ , **A 正确**;  $V_2$  测  $R_1$  两端的电压,根据欧姆定律有  $R_1 = \frac{U_2}{I} = \left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I} \right| = 20 \Omega$ , **C 错误**。本题选说法错误的,故选 **C**。

**4. A 【解析】**光照强度增加,则光敏电阻  $R_1$  阻值变小,外电路的总电阻变小,根据闭合电路欧姆定律得  $I = \frac{E}{R_1 + R_0 + r}$ ,可知总电流  $I$  变大,即电流表的示数变大,根据  $U_V = E - I(R_0 + r)$  可知,电压表的示数变小,故 **A 正确**;根据  $U_V = E - I(R_0 + r)$  可得  $\frac{\Delta U}{\Delta I} = R_0 + r$ ,故 **B 错误**;根据电路可知,电容器右极板带正电,左极板带负电,由 A 选项分析知,电压表的示数减小,根据  $Q = CU_V$  可知电容器所带电荷量变小,电容器放电,则有从向左的电流流过  $R_2$ ,故 **C 错误**;  $R_0$  的功率为  $P_0 = I^2 R_0$ ,因电流  $I$  变大,故  $R_0$  的功率  $P_0$  变大,因不知道  $R_1 + R_0$  与电源内阻  $r$  的大小关系,故电源的输出功率变化情况无法确定,故 **D 错误**。

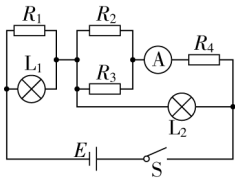
**5. D 【解析】**开关 S 与触点 1 连接,电路中  $R_1$  和  $R_4$  串联,如果仅将  $R_4$  的滑片向上滑动,总电阻减小,总电流增大,根据  $P = I^2 R_1$  可知,  $R_1$  消耗的功率增大,故 **A 错误**;电源的输出功率随外电阻的变化关系如图所示,原来  $R_1$  和  $R_4$  接入电路的总电阻大于电源内阻,如果仅将  $R_4$  的滑片向上滑动,外电阻接近电源内阻,则电源的输出功率增大,故 **B 错误**;开关 S 与触点 1 连接,电容器两端电压等于  $R_1$  两端电压,如果仅将  $R_4$  的滑片向下滑动,总电阻增大,总电流减小,  $R_1$  两端电压减小,则电容器两极板间的电势差减小,故 **C 错误**;开关 S 与触点 1 连接,电路的电流  $I =$





$\frac{E}{R_1+R_4+r}$ ,  $R_1$  两端电压  $U_1=IR_1$ ,  $R_4$  两端电压  $U_4=IR_4$ , 此时电容器所带的电荷量  $Q_1=CU_1$ , 电容器左极板电势高, 若仅将开关 S 由触点 1 拨向触点 2, 电路稳定后电容器所带的电荷量  $Q_2=CU_4$ , 此时电容器左极板电势低, 所以流过导线 d 某横截面的电荷量为  $Q=Q_1+Q_2$ , 代入数据解得  $Q=1.75 \times 10^{-6}$  C, 故 D 正确。

**6. A** 【解析】电路简化图如图所示。若  $R_1$  断路, 则电路中总电阻增大, 总电流减小,  $L_1$  右侧部分总电阻不变, 则右侧分压将减小, 电流表 A 的读数变小, 灯  $L_2$  变暗, 灯  $L_1$  两端的电压将增大, 则灯  $L_1$  将变亮, A 正确; 若  $R_2$  断路, 则电路中总电阻增大, 总电流减小, 右侧部分总电阻增大, 分压增大, 左侧部分分压减小, 可知  $L_1$  变暗, 故 B 错误; 若  $R_3$  短路, 则  $R_2$  被短路, 电路中总电阻将减小, 电路中电流增大, 灯  $L_1$  两端的电压增大,  $L_1$  变亮,  $L_2$  两端的电压减小, 灯  $L_2$  变暗, 总电流变大, 通过  $L_2$  的电流变小, 通过  $R_4$  的电流变大, 则电流表的读数将增大, 故 C 错误; 若  $R_4$  短路, 则电路中总电阻减小, 电路中总电流增大, 左侧部分分压增大, 右侧部分分压减小,  $L_1$  变亮,  $L_2$  两端的电压减小, 故  $L_2$  变暗, 总电流变大, 通过  $L_2$  的电流变小, 则电流表 A 的读数增大, 故 D 错误。



**7. D** 【解析】由题意可知, 光照强度增大时, 光敏电阻阻值减小, 则电路中总电阻减小, 电路中总电流增大, 由  $U_{R_1}=E-Ir-IR_{R_1}$ , 可知光敏电阻两端电压减小, 故 A 错误; 同理, 光照强度减弱时, 光敏电阻阻值增大, 电路中总电阻增大, 总电流减小, 由闭合电路欧姆定律可知, 光敏电阻与小灯泡两端电压增大, 所以小灯泡变亮, 故 B 错误; 在光照条件不变时, 滑动变阻器的滑片向左滑, 则滑动变阻器接入电路的阻值变大, 电路中总电阻变大, 所以总电流变小, 小灯泡与光敏电阻两端电压变小, 小灯泡变暗, 电源的输出功率  $P=UI=\frac{E^2 R_{外}}{(R_{外}+r)^2}=\frac{E^2}{\frac{(R_{外}-r)^2}{R_{外}}+4r}$ , 因为内、外电阻的关系未知, 故无法确定电源的输出功率的变化情况, 故 C 错误, D 正确。

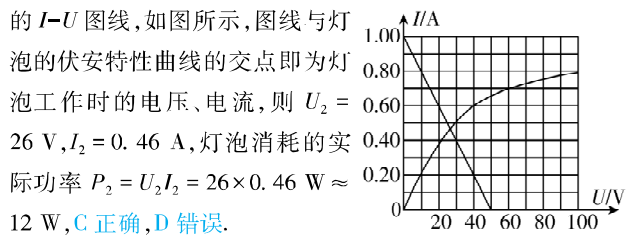
**8. ABD** 【解析】电源的总功率  $P_E=EI$ , 可知  $P_E-I$  图线为直线 a, 故 A 正确; 电源的输出功率  $P_R=EI-I^2 r$ , 可知  $P_R-I$  图线应为开口向下的曲线, 所以曲线 b 表示电源的输出功率与电流的  $P_R-I$  图线, 故 B 正确; 由图线 b 可知, 当  $I=2$  A 时,  $P_R=0$ , 说明此时外电路短路, 则电源电动势  $E=\frac{P_E}{I}=\frac{8}{2}$  V=4 V, 内阻  $r=\frac{E}{I}=\frac{4}{2}$  Ω=2 Ω, 故 C 错误; 电源的输出功率  $P_R=EI-I^2 r$ , 由曲线 b 可知, 当  $I=1$  A 时, 电源的输出功率最大, 可得  $P_m=4 \times 1$  W- $1^2 \times 2$  W=2 W, 故 D 正确。

**方法总结** 总功率  $P_E$ 、输出功率  $P_R$  和电源内部的发热功率  $P_r$  随电流  $I$  变化的图线是我们所不熟悉的图线, 我们需要把三个表达式写出来, 利用数学知识判断图像是何种图像,  $P_E=EI$ ,  $P_E-I$  图线是一条直线, 我们很容易区分, 另外两条图线是曲线, 我们可以根据顶点坐标和开口方向来区分。

**9. AC** 【解析】当开关 S 断开时, 灯泡消耗的实际功率为 24 W, 即电压与电流的乘积为 24 W, 根据题图乙可知, 此时电压为  $U_1=40$  V, 电流为  $I_1=0.60$  A, 由电路图可得  $U_1=E-I_1 R_1$ , 解得  $R_1=100$  Ω, A 正确, B 错误; 根据题意, 定值电阻  $R_1=R_2$ , 可知  $R_2=100$  Ω, 开关 S 闭合后, 可把电源、 $R_1$  和  $R_2$  等效成一个新电源, 此新电源电动势和内阻分别为  $E_1=\frac{E}{R_1+R_2} R_2=\frac{100}{100+100} \times 100$  V=50 V,  $r_1=\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}=50$  Ω, 此新电源的短路电流为  $I_{短}=\frac{E_1}{r_1}=1.0$  A, 在题图乙中画出此新电源的  $I-U$  图线, 如图所示, 图线与灯泡的伏安特性曲线的交点即为灯泡工作时的电压、电流, 则  $U_2=26$  V,  $I_2=0.46$  A, 灯泡消耗的实际功率  $P_2=U_2 I_2=26 \times 0.46$  W  $\approx 12$  W, C 正确, D 错误。

**易错点:** 注意电源内阻不计

**关键点拨** 开关闭合后, 可把电源和  $R_1$ 、 $R_2$  等效成一个新电源, 求出此新电源的电动势和内阻。新电源与灯泡串联组成闭合回路, 灯泡此时的工作电压和电流可以通过新电源电流与路端电压的关系图线与灯泡的伏安特性曲线的交点找到。



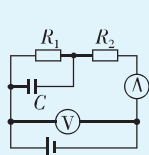
**10. AC** 【解析】由题图知, A 板带正电, B 板带负电, 两板间的电场方向水平向右, 由平衡条件可知小球受到的电场力方向也水平向右, 则小球带正电, 故 A 正确; 滑动变阻器处于含容支路中, 相当于导线, 所以若将  $R_2$  的滑片 P 向 b 端移动, 电路中电流和电压均不变, 即  $I$ 、 $U$  均不变, 两板间的场强不变, 则  $\theta$  也不变, 故 B 错误; 保持  $R_2$  的滑片 P 不动, 用较强的光照射  $R_1$ ,  $R_1$  阻值减小, 电路总电阻  $R$  减小, 根据闭合电路欧姆定律得  $I=\frac{E}{r+R}$ , 可知干路电流  $I$  增大, 路端电压  $U=E-Ir$  减小, 即电压表示数  $U$  减小, 两板间电压  $U_{AB}=E-I(r+R_3)$  减小, 根据  $E_{AB}=\frac{U_{AB}}{d}$ , 可知板间场强减小, 则  $\theta$  变小, 故 C 正确; 保持  $R_2$  的滑片 P 不动, 用较强的光照射  $R_1$ , 则  $R_1$  阻值减小, 电源输出功率  $P=\left(\frac{E}{r+R_1+R_3}\right)^2 (R_1+R_3)$ , 且  $R_3>r$ , 根据数学知识可知, 电源的输出功率将增大, 故 D 错误。

**11. (1) 9.9 (2) 0.30 (3)  $\frac{1}{k} - \frac{a}{k} R_A$**   
【解析】(1) 由于两次测量过程中, 电流表  $A_2$  的示数始终不变, 当开关  $S_1$ 、 $S_2$  均闭合时, 电流表  $A_1$  指针偏转到满刻度的一半, 此时通过电阻箱  $R_2$  的电流与通过  $A_1$  的电流相等, 电阻箱  $R_2$  的阻值为 9.9 Ω, 则电流表  $A_1$  内阻的测量值也为 9.9 Ω。  
(2) 若将该电流表  $A_1$  改装成量程为 100 mA 的电流表 A, 有  $I_A R_A = I R_A$ , 代入数据解得  $R_A = \frac{3 \times 9.9}{100}$  Ω  $\approx 0.30$  Ω。  
(3) 根据闭合电路欧姆定律可得  $I = \frac{E}{R_A + R_0 + r}$ , 整理可得  $\frac{1}{I} =$

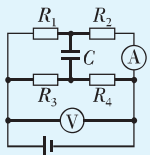
$\frac{1}{E} \cdot R_0 + \frac{R_A + r}{E}$ , 结合  $\frac{1}{I} - R_0$  图像可得, 斜率  $k = \frac{1}{E}$ , 纵截距  $a = \frac{R_A + r}{E}$ , 联立解得  $E = \frac{1}{k}$ ,  $r = \frac{a}{k} - R_A$ .

12. (1) 2.4 V  $4 \times 10^{-12}$  C (2) 减少了  $4 \times 10^{-12}$  C

**思路导引** 画出电路图, 根据串并联电路特点和闭合电路欧姆定律分析即可.



开关  $K_1$  闭合、 $K_2$  断开



开关  $K_1$ 、 $K_2$  均闭合

**【解析】**(1) 开关  $K_1$  闭合、 $K_2$  断开时, 电流表示数  $I_1 =$

$$\frac{E}{R_1 + R_2 + r}, \text{解得 } I_1 = 0.8 \text{ A},$$

电压表示数  $U_1 = I_1(R_1 + R_2)$ , 解得  $U_1 = 2.4 \text{ V}$ ,

电容器所带的电荷量为  $Q_1 = CI_1 R_1 = 4 \times 10^{-12} \text{ C}$ .

(2) 开关  $K_2$  闭合电路稳定后, 外电阻

$$R = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 2.25 \Omega,$$

总电流  $I = \frac{E}{R + r} = 1 \text{ A}$ , 电压表示数  $U_2 = IR = 2.25 \text{ V}$ , 电流表示

$$\text{数 } I_2 = \frac{U_2}{R_1 + R_2} = 0.75 \text{ A},$$

电容器两端电压  $U = I_2 R_1 - (I - I_2) R_3 = 0$ ,

所以此时电容器所带的电荷量为  $Q_2 = 0$ , 故电容器的电荷量变化量  $\Delta Q = Q_2 - Q_1 = -4 \times 10^{-12} \text{ C}$ , 即电荷量减少了  $4 \times 10^{-12} \text{ C}$ .

13. (1) 120 V  $2 \Omega$  (2) 92.3% (3) 3.2 m

**【解析】**(1) 闭合开关  $S_1$ , 断开开关  $S_2$  和  $S_3$ , 由闭合电路欧姆定律有  $E = I_1(R_1 + R_2 + r)$ ,

同时闭合开关  $S_1$  和  $S_2$ , 断开开关  $S_3$ , 由闭合电路欧姆定律有  $E = I_2(R_1 + r)$ ,

解得  $E = 120 \text{ V}$ ,  $r = 2 \Omega$ .

(2) 仅闭合开关  $S_3$ , 设电动机两端的电压为  $U$ , 由闭合电路欧姆定律有  $E = U + I_3 r$ ,

电动机的输出功率为  $P = UI_3 - I_3^2 R_M$ ,

$$\text{电动机正常工作时的效率 } \eta = \frac{P}{UI_3} \times 100\%,$$

代入数据解得  $\eta = 92.3\%$ .

(3) 设水的初速度大小为  $v_0$ , 在  $\Delta t$  时间内从喷管喷出的水的质量为  $\Delta m$ , 则  $\Delta m = \rho S v_0 \Delta t$ ,

$$\text{电动机的输出功率为 } P = \frac{\frac{1}{2} \Delta m \cdot v_0^2}{\Delta t}, \text{化简得 } P = \frac{\rho S v_0^3}{2},$$

解得  $v_0 = 8 \text{ m/s}$ ,

由竖直上抛运动规律得  $0 - v_0^2 = -2gh$ , 解得  $h = 3.2 \text{ m}$ .

## 第十二章高考强化

### 刷真题

1. A **【解析】**由电路图可知  $R_3$  与  $R_4$  串联后与  $R_2$  并联, 再与

$R_1$  串联. 并联电路部分的等效电阻为  $R_{\text{并}} = \frac{R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 2 \Omega$ ,

由闭合电路欧姆定律可知, 干路电流即经过  $R_1$  的电流为  $I_1 =$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_{\text{并}}} = 3 \text{ A}, \text{并联部分各支路电流大小与电阻成反比, 则}$$

$$I_2 = \frac{IR_{\text{并}}}{R_2} = 2 \text{ A}, I_3 = I_4 = \frac{IR_{\text{并}}}{R_3 + R_4} = 1 \text{ A}, \text{四个灯泡的实际功率分别}$$

为  $P_1 = I_1^2 R_1 = 18 \text{ W}$ 、 $P_2 = I_2^2 R_2 = 12 \text{ W}$ 、 $P_3 = I_3^2 R_3 = 2 \text{ W}$ 、 $P_4 = I_4^2 R_4 = 4 \text{ W}$ , 故四个灯泡中功率最大的是  $R_1$ . 故选 A.

2. (1) 右 (2) ②断开 40 ③闭合 60 (3) 100

**【解析】**(1) 由题图(a)可知,  $R_3$  与毫安表串联后, 整体并联在  $R_4$  两端, 所以在题图(b)中,  $R_4$  一端的导线应接到  $R_3$  的右端.

(2) 实验均在开关  $S_1$  闭合后测量, 毫安表示数变化与开关  $S_2$  开合有关,  $S_2$  断开时比闭合时回路中总电阻大, 则断开时毫安表示数小, 根据②③中毫安表示数大小可知, ②中应断开开关  $S_2$ , 根据电路串并联关系可知流过样品池的电流  $I_1 = I +$

$$\frac{IR_3}{R_4} = 40 \text{ mA}, \text{③中应闭合开关 } S_2, \text{流过样品池的电流 } I_2 = I' +$$

$$\frac{I'R_3}{R_4} = 60 \text{ mA}.$$

(3) 设电路中  $R_3$  和  $R_4$  两条支路的等效总电阻为  $R_0$ ,  $R_1$  和  $R_2$  并联电阻为  $R_{12}$ , 待测盐水的电阻为  $R$ , 由实验中开合  $S_2$  和闭合电路欧姆定律有  $E = I_1(R_2 + R_0 + R)$ ,  $E = I_2(R_{12} + R_0 + R)$ , 联立解得  $R = 100 \Omega$ .

3. (1) 短接 0 (2)  $\times 10$  160 (3) 2.8

**【解析】**(1) 电阻表测电阻时选择倍率后应先进行欧姆调零, 具体操作是将红黑表笔短接, 调节滑动变阻器的阻值, 使电流表 G 的指针指向电流满偏, 此时外部电阻为  $0 \Omega$ , 在刻度盘上指针指向“0”刻度位置.

(2) 电阻表表盘刻度不均匀, 为了减小读数误差, 测量时应使指针指向中值刻度附近. 根据题意可知表盘中值刻度为“15”, 测量  $150 \Omega$  的标准电阻, 应选电阻表的“ $\times 10$ ”挡, 由题图乙中的虚线位置可知对应测量值为  $160 \Omega$ .

(3) 闭合  $S_1$ 、断开  $S_2$ , 将滑动变阻器的阻值调到零, 此时电池组(电动势  $E$ , 内阻  $r$ )、电流表 G、电阻箱形成闭合回路. 由题可知当电阻箱阻值为  $R_1 = 228 \Omega$  时, 电路中电流  $I_1 = 10 \text{ mA}$ , 当电阻箱阻值为  $R_2 = 88 \Omega$  时, 电路中电流  $I_2 = 20 \text{ mA}$ . 根据闭合电路欧姆定律可得  $E = I_1(r + R_g + R_1)$ ,  $E = I_2(r + R_g + R_2)$ , 联立解得  $r = 7 \Omega$ ,  $E = 2.8 \text{ V}$ .

**易错分析** 在计算电源电动势时可能存在两处错误: 一是忽略了电流表 G 的内阻, 从而得到错误的电源内阻  $r = 52 \Omega$ ,  $E = 2.8 \text{ V}$ ; 二是不清楚有效数字的含义, 可能会出现 2.80 的结果.

4. (1) 10 (2) a (3) 0.7 (4) 2 700.0 (5) 增大 (6) 0.074 10

**【解析】**(1) 灯泡的额定电流为  $0.3 \text{ A}$ , 当流过灯泡的电流为  $300 \text{ mA}$  时, 假设滑动变阻器的滑片位于  $b$  端, 灯泡两端的电压为额定电压  $2.5 \text{ V}$ , 则  $R_0$  两端的电压  $U' = E - U_{\text{额}} = 3.5 \text{ V}$ ,

定值电阻  $R_0 = \frac{U'}{I} \approx 11.7 \Omega$ , 故选择定值电阻时其阻值不能超过  $11.7 \Omega$ , 故  $R_0$  应选取阻值为  $10 \Omega$  的定值电阻.

(2) 滑动变阻器采用分压式接法, 为保护电路, 应让小灯泡分压为零, 在闭合开关前, 应将滑片置于  $a$  端.

(3) 由题图(b)可知  $I = 10 \text{ mA}$  时,  $U = 7 \text{ mV}$ , 则  $R_L = \frac{U}{I - I_A} = \frac{7}{10 - \frac{7}{300}} \Omega \approx 0.7 \Omega$ .

(4) 由题意可知,  $U'_V = I_V(R_V + R_2) = \frac{U_V}{R_V}(R_V + R_2) = 3 \text{ V}$ , 解得  $R_2 = 2700.0 \Omega$ , 故应将电阻箱  $R_2$  调为  $2700.0 \Omega$ .

(5) 通过(b)图及表格可知, 随着  $U$  增加,  $I$  增加, 图线中各点与坐标原点的连线的斜率逐渐增大, 故灯丝的电阻增大.

(6) 由表格可知  $I = 160.0 \text{ mA}$  时,  $U = 46.0 \text{ mV}$ , 则小灯泡两端电压  $U_L = 0.46 \text{ V}$ , 所以  $P_1 = U_L \cdot I_L = U_L(I - I_V) = 0.46 \times \left(160 - \frac{46}{300}\right) \times 10^{-3} \text{ W} \approx 0.074 \text{ W}$ , 当  $I' = 300 \text{ mA}$  时,  $U' = 250.0 \text{ mV}$ , 则小灯泡两端电压  $U'_L = 2.50 \text{ V}$ , 所以  $P_2 = U'_L \cdot (I' - I'_V) = 0.75 \text{ W}$ , 所以  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{0.75}{0.074} \approx 10$ .

**方法总结** 描绘小灯泡伏安特性曲线是高考电学实验常考实验之一. 该实验一般从实验原理、实验电路、实验数据处理这三个方面进行考查.

(1) 实验原理: 伏安法测小灯泡电阻;

(2) 实验电路: 由于伏安特性曲线要求从“0”开始, 故滑动变阻器一般采用分压式接法; 由于小灯泡电阻较小, 故电流表一般采用外接法;

(3) 实验数据处理: 要求考生根据实验数据得出某一状态(如已知  $I$  或已知  $U$ )下小灯泡的相关电学参量( $U$ 、 $I$ 、 $R$ 、 $P$ ); 根据小灯泡伏安特性曲线确定接入不同电源电路时小灯泡的工作状态, 可采用电源  $U-I$  图像与小灯泡伏安特性曲线相结合的图像法, 利用数学工具解决物理问题.

### 5. 1.0 3.3

**【解析】** 根据闭合电路欧姆定律可知  $U = E - \frac{U}{R}r$ , 由题图2可知, 纵截距为电动势  $1.0 \text{ V}$ , 图线斜率的绝对值为电源内阻  $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{1.0 - 0.4}{180 \times 10^{-6}} \Omega \approx 3.3 \text{ k}\Omega$ .

6. (1) 保护 (2)  $\frac{1}{E}(R + r + R_0)$  (3) 1.47 (1.47~1.51)

1.3 (1.1~1.7) (4) 有

**【解析】** (1)  $R_0$  串联在电路中, 起保护作用.

(2) 由闭合电路欧姆定律得  $E = I(R + R_0 + r)$ , 整理得  $\frac{1}{I} = \frac{1}{E}(R + r + R_0)$ .

(3) 根据上述分析, 结合题图(b)可知,  $\frac{1}{E} = \frac{17}{25} \text{ V}^{-1}$ ,  $\frac{R_0 + r}{E} = 7 \text{ A}^{-1}$ , 解得  $E = 1.47 \text{ V}$ ,  $r = 1.3 \Omega$ .

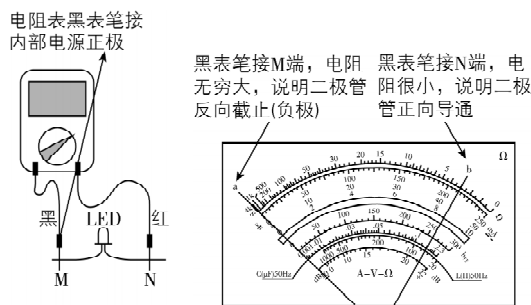
(4) 电流传感器有内阻时,  $E = I(R + R_0 + r_{\text{传}} + R_A)$ , 解得  $\frac{1}{I} =$

$\frac{1}{E}R + \frac{R_0 + r_{\text{传}} + R_A}{E}$ , 则  $\frac{R_0 + r_{\text{传}} + R_A}{E} = 7 \text{ A}^{-1}$ , 则  $r_{\text{测}} = r_{\text{传}} + R_A$ , 故电流传感器的电阻对干电池内阻的测量结果有影响.

**一题多解** 定性分析, 第(4)问, 可将电流传感器的电阻与干电池的内阻之和等效为电源的内阻, 实验测得的电源内阻为电流传感器的电阻与干电池内阻之和.

### 7. (1) 负极 (2) ①A A D(或C) ②减小

**【解析】** (1)



(2) ①题目要求电压表、电流表读数从零开始, 所以应该采用滑动变阻器分压式接法连接电路, 故  $L_1$ 、 $L_2$  接滑动变阻器  $A$  接线柱,  $L_3$  必须接在金属杆两端接线柱任意一个, 即  $C$  或  $D$ . ②由图像可知, 随光照强度增加,  $I-U$  图像斜率增大, 所以电阻减小.

### 刷原创

1. BCD **【解析】** 根据  $q = It$ , 电池容量  $q$  确定, 由于内阻阻碍了电流的流动, 使得充电电流无法快速达到理想值, 充电速度会明显变慢, 充电时间会变长, A 错误; 根据焦耳定律  $Q = I^2 Rt$ , 电池内阻增大, 电流不变, 则电池放电过程中, 电池消耗的电能增多, B 正确; 锂电池电动势不变, 在电动汽车急加速或者爬坡等需要大电流放电的情况下, 根据闭合电路欧姆定律可得  $U = E - Ir$ , 高内阻的电池其路端电压会迅速下降, 影响电动汽车的动力性能, C 正确; 锂离子带正电, 题图所示状态锂离子正在从负极移动到正极, 电势能增大, 非静电力做功, 将化学能转化为电能, 故 D 正确.

2. (1) 右 (2) 见解析 (3)  $\frac{F_0 v_0}{2}$  (4) 0.8  $U_0 I_0 = \frac{F_0 v_0}{2} + I_0^2 r$

**【解析】** (1) 由题图甲可知, 滑动变阻器采用分压式接法, 为了保护电路, 闭合开关前, 应先将滑动变阻器的滑片滑到最右端.

(2) 电动机被卡住后变为纯电阻用电器, 总功率全部转化为热功率, 电流瞬间增大, 线圈电阻产生大量热量, 温度升高, 电阻增大, 电流减小.

(3) 由题图丁可知, 电动机的拉力  $F$  大小等于力传感器示数的一半, 即  $F = \frac{F_0}{2}$ , 故电动机的机械功率为  $P_{\text{机}} = Fv_0 = \frac{F_0 v_0}{2}$ .

(4)  $OA$  段为直线, 说明电动机没有发生转动, 即此时的电动机可以看成纯电阻用电器, 电压表测量电动机两端的电压, 电流表测量流过电动机的电流, 所以此时电动机线圈电阻

$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{0.2 \text{ V}}{0.25 \text{ A}} = 0.8 \text{ } \Omega$ . 电动机匀速提升重物时, 电动机两端的电压为  $U_0$ , 通过电动机的电流为  $I_0$ , 因此电动机工作时的电功率为  $U_0 I_0$ , 故只需在实验误差允许范围内验证  $U_0 I_0 =$

$P_{\text{机}} + P_{\text{热}}$ , 即  $U_0 I_0 = \frac{F_0 v_0}{2} + I_0^2 r$ , 即可验证电动机的能量转化和守恒关系.

## 第十三章 电磁感应与电磁波初步

### 第1节 磁场 磁感线

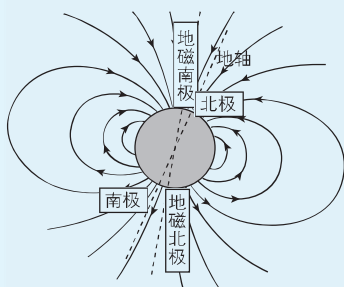
#### 刷基础

1. A 【解析】若圆盘无电流, 圆盘就不会产生磁场, 小磁针就不会发生偏转, 故 A 错误; 由题意可知, 小磁针受到磁场力的作用, 原因是电荷的定向移动形成电流, 而电流周围会产生磁场, 故 B 正确; 圆盘带负电, 根据安培定则可知, 产生的磁场方向沿中心轴向上, 等效为上方为 N 极的条形磁铁, 故小磁针处于圆盘的左上方时, 小磁针的 N 极将向左侧偏转, 故

**关键点:** 小磁针静止时, N 极所指的方向为该点磁场的方向

- C 正确; 同理, 若小磁针处于圆盘的左下方时, 则小磁针的 N 极向右侧偏转, 故 D 正确. A 符合题意.
2. B 【解析】磁场是客观存在的物质, 磁感线并不是真实存在的, 而是人们假想出来的, A 错误; 磁感线的疏密程度可以表示磁场的强弱, 磁感线的切线方向表示磁场方向, B 正确; 磁感线是假想的曲线, 磁铁周围磁感线的形状与铁屑在它周围排列的形状相同, 并不能说明磁场呈线条形状, 磁感线也不是磁场的客观反映, C 错误; 磁体外部磁感线从磁体的 N 极出发回到 S 极, 磁体内部磁感线从 S 极到 N 极, 磁感线是闭合曲线, D 错误.
3. A 【解析】磁感线为闭合曲线, “磁星”内部有磁场, A 正确; 根据地磁场磁感线分布情况可知, “磁星”表面赤道磁场较弱, B 错误; “磁星”两极附近磁感线非常密集但不可能相交, C 错误; 磁感线实际上不存在, D 错误.

**关键点拨** 磁感线的疏密表示磁场的强弱. 磁场是真实存在的, 磁感线是人为假想出来的, 磁感线不相交、也不相切. 地球周围磁场分布如图所示.



4. BC 【解析】题图甲中, 电流对小磁针的力的作用是通过电流的磁场发生的; 题图乙中, 磁体对通电导体的力的作用是通过磁体的磁场发生的; 题图丙中, 电流间的相互作用是通过电流产生的磁场发生的. 综上所述, 选项 B、C 正确, A、D 错误.

**教材变式** 本题由教材 P105 图 13.1-1、图 13.1-2 和图 13.1-3 演变而来. 解答本题的关键是清楚磁体对通电导体的作用和电流与电流间的作用的实质.

5. B 【解析】小磁针静止时的 N 极指向为该处的磁场方向, 根据安培定则可知通电螺线管的右端为 N 极, 左端为 S 极, 内部磁场方向是从 S 极到 N 极, 外部磁场方向从 N 极到 S 极, 故只有小磁针 2 的 N、S 极标注正确. B 正确.

6. D 【解析】蹄形磁铁和条形磁铁均可以形成如题图所示的磁场, 通电螺线管的磁场与条形磁铁的磁场相似, 根据安培定则, 结合电流方向可知也可形成如题图所示的磁场, 环形电流的磁场是垂直纸面方向的, 不能形成题图所示的磁场, 故选 D.

7. C 【解析】A 选项图中通电直导线电流从左向右, 根据安培定则可知, 在小磁针处, 导线产生的磁场方向垂直纸面向里, 所以小磁针静止时 N 极垂直纸面向里, A 错误; 根据安培定则可知, B 选项图中磁场方向为逆时针 (从上向下看), 因此小磁针静止时 N 极垂直纸面向里, B 错误; 根据安培定则可知, C 选项图中环中产生的磁场方向垂直纸面向外, 所以小磁针静止时 N 极垂直纸面向外, C 正确; 根据安培定则, 结合电流的方向可知, D 选项图中通电螺线管的内部磁场方向由右向左, 则小磁针静止时 N 极指向左侧, D 错误.

8. BC 【解析】向右飞行的正离子束形成的电流方向向右, 根据安培定则可知, 正离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向里, 则小磁针 S 极向纸外偏转, 不符合题意, 故 A 错误; 向左飞行的正离子束形成的电流方向向左, 根据安培定则可知, 正离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向外, 则小磁针 S 极向纸内偏转, 符合题意, 故 B 正确; 向右飞行的负离子束形成的电流方向向左, 根据安培定则可知, 负离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向外, 则小磁针 S 极向纸内偏转, 符合题意, 故 C 正确; 向左飞行的负离子束形成的电流方向向右, 根据安培定则可知, 负离子束在下方产生的磁场方向垂直纸面向里, 则小磁针 S 极向纸外偏转, 不符合题意, 故 D 错误.

9. B 【解析】圆环上带有大量的负电荷, 电流方向与负电荷定向移动的方向相反, 则当圆环沿顺时针方向转动时, 圆环中有沿逆时针方向的电流, 根据安培定则可知, 圆环内部磁场方向指向纸外, 圆环外部磁场方向指向纸内, 小磁针静止时, N 极所指的方向和磁场方向相同, 则 b 的 N 极向纸外偏转, 而 a、c 的 N 极向纸内偏转, B 正确, A、C、D 错误.

**关键点拨** 电荷的定向移动形成电流, 因此解决此类问题, 首先根据电荷定向移动的方向判断电流的方向, 再结合安培定则判断周围的磁场方向.

10. C 【解析】当开关 S 闭合后, 直导线电流从 B 流向 A, 根据安培定则可知磁场方向为逆时针方向 (俯视), 所以 a 点的小磁针 N 极应垂直纸面向里, 故 A 错误; 当开关 S 闭合后, 根据安培定则可知螺线管的右边是 N 极, 螺线管内部磁场方向由 S 极指向 N 极, 所以 c 点的小磁针 N 极指向正确, 外