

17. (1)  $5.0 \times 10^{-3} \text{ m}$  (2)  $0.11 \text{ m}$ 

**思路导引** 本题考查带电液滴在电场中的偏转, 先分析第一个过程: 液滴在电场中受到电场力, 沿电场力方向做初速度为零的匀加速直线运动, 垂直于电场力方向做匀速直线运动; 第二个过程, 液滴离开电场后做匀速直线运动, 把速度沿水平和竖直两个方向分解, 利用  $x=vt$  求解。

**【解析】**(1) 液滴在电场中做类平抛运动, 由牛顿第二定律得, 液滴在水平方向的加速度大小为

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = 100 \text{ m/s}^2,$$

液滴在竖直方向上做匀速直线运动, 通过电场的时间为

$$t_1 = \frac{l}{v} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ s},$$

液滴离开电场时在水平方向加速偏转的距离为

$$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ m}.$$

(2) 液滴离开电场时水平方向上的速度大小

$$v_x = at_1 = 1.0 \text{ m/s},$$

带正、负电荷的液滴离开电场后做匀速直线运动, 分别到达 A、B 收集管, 运动的时间为

$$t_2 = \frac{h}{v} = 0.05 \text{ s},$$

液滴在水平方向上匀速运动的距离为

$$x_2 = v_x t_2 = 5.0 \times 10^{-2} \text{ m},$$

则 A、B 细胞收集管之间的距离为

$$d = 2x_1 + 2x_2 = 0.11 \text{ m}.$$

**一题多解** (2) 设带电液滴到达收集管时水平方向偏转

$$\text{距离为 } x, \text{ 由几何关系得 } \frac{x}{x_1} = \frac{h + \frac{l}{2}}{\frac{l}{2}},$$

解得  $x = 0.055 \text{ m}$ , 则 A、B 细胞收集管之间的距离为  $d = 2x = 0.11 \text{ m}$ .

### 刷原创

**1. D** **【解析】** 小球在 A、B 两点受到的电场力均为两点电荷电场力的合力, 根据力的合成法则, 电场力的大小均为  $\frac{\sqrt{2}kQq}{2L^2}$ , 等量同种点电荷产生的电场关于两点电荷连线对称, 故 A 点

和 B 点的电场强度大小相等, 方向相反, 带电小球在 A 点和 B 点受到的电场力方向不同, **A 错误**; 由对称性可知, 小球从 A 点到 B 点的过程中, 电场力先做正功, 后做负功, 所做的总功为零, 重力做负功, 由动能定理得  $-2mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ , 解得

$v_0 = 2\sqrt{gL}$ , **B 错误**; 等量同种点电荷连线的中垂线上, 从两点电荷连线中点沿中垂线向外电场强度由零先增大后减小到零,

**突破点**: 当中垂线上的点和一个点电荷的连线与中垂

线的夹角的余弦值为  $\frac{\sqrt{3}}{3}$  时, 该点的电场强度最大

则从 O 点到 A 点或 B 点, 电场强度先增大后减小, 故小球从 A 点到 O 点的过程中, 小球受到的电场力先增大后减小, 若小球在 A 点时, 电场力大于小球的重力, 小球从 A 点到 O 点运动的过程中合力将先向上增大, 再向上减小到零, 后向下增大到  $mg$ , 小球先做加速度增大的加速运动, 再做加速度减小的加速运动, 后做加速度增大的减速运动, **C 错误**; 小球从 O 点运动到 B 点的过程中, 电场力向下且先增大后减小, 重力方向向下, 故小球做减速运动, 且加速度先增大后减小, **D 正确**.

**2. CD** **【解析】** 小球受到的电场力大小为  $F_{\text{电}} = Eq = mg$ , 根据平行四边形定则可

得, 小球受到的合力大小为  $\sqrt{2}mg$ , 方向沿左下方与竖直方向夹角为  $45^\circ$ , 由静止释放后, 小球先做匀加速直线运动, 小球运动到 O 点正下方时, 绳子伸直, 之后小球做圆周运动, **A 错误**; 绳子伸直的瞬间, 小球沿绳方向的速度减为 0, 只剩垂直于绳方向的速度, 动能有损失, 故小球不会回到初始位置, **B 错误**; 小球运动到 O 点正下方绳子伸直, 此后小球做圆周运动, 小球运动到等效最低点时, 绳子拉力最大, 由 A 项分析可知, 合力方向沿左下方与竖直方向夹角为  $45^\circ$  时, 小球位于等效最低点, 即小球摆到 O 点左下方与竖直方向夹角为  $45^\circ$  时, 绳子拉力最大, **C 正确**; 若小球以某一初速度释放后能做完整的圆周运动, 如图所示, 临界情况为在等效最高点时, 绳子拉力为 0, 对小球有  $\sqrt{2}mg = m\frac{v^2}{l}$ , 设这种情况下小球释

放时的初速度大小为  $v_0$ , 则有  $-mg\frac{\sqrt{2}}{2}l + Eq\left(l - \frac{\sqrt{2}}{2}l\right) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ , 解得  $v_0 = \sqrt{(3\sqrt{2}-2)gl}$ , **D 正确**.

## 第十一章 电路及其应用

### 第 1 节 电源和电流

#### 刷基础

**1. B** **【解析】** 在电源内部, 电流从负极到正极, 不是靠库仑力搬运电荷, 故 **A 错误**; 有电源且闭合的回路中才能形成电流, 故 **B 正确**; 与电源相连的导线周围空间的电场是由电源、导线等电路元件所积累的电荷共同形成的, 故 **C 错误**; 电源的作用是保持导体两端的电势差, 使导体内的自由电荷定向移动, 并不是提供自由电荷的装置, 故 **D 错误**.

**2. C** **【解析】** 只有自由电荷的定向移动才能形成电流, 故 **A 错**

误; 根据  $I = neSv$  可知, 除了电子定向移动的平均速率  $v$ , 自由电子数密度  $n$ 、横截面积  $S$  对  $I$  也有影响, 故  $v$  越大, 电流不一定越大, 故 **B 错误**; 根据  $I = \frac{q}{t}$  可知, 电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量, 单位时间内通过导体横截面的电荷量越多, 导体中的电流越大, 故 **C 正确**; 电流虽然有方向, 但电流的运算并不遵循平行四边形定则, 所以电流是标量, 故 **D 错误**.

**3. A** **【解析】** 在  $\Delta t$  时间内, 以速率  $v$  定向移动的电子在铜导线中通过的距离为  $v\Delta t$ , 由于铜导线的横截面积为  $S$ , 则在  $\Delta t$  时

间内,电子经过的导线体积为  $V=vs\Delta t$ ,又由于单位体积的导线中有  $n$  个自由电子,则在  $\Delta t$  时间内,通过导线横截面的自由电子数目可表示为  $N=nsV\Delta t$ . 由于流过导线的电流为  $I$ ,则在  $\Delta t$  时间内,通过导线的电荷量为  $Q=I\Delta t$ ,而电子的电荷量为  $q$ ,则  $\Delta t$  时间内通过导线横截面的自由电子数目可表示为  $N=\frac{I\Delta t}{q}$ ,故选 A.

**关键点拨** 解决流体类问题的关键,首先建立柱体模型. 我们可以认为电流是流体,在  $\Delta t$  时间内通过横截面的电子在一段体积为  $V$  的柱体里,  $V=vs\Delta t$ ,已知单位体积的自由电子数,即可根据电流的定义式求解电流的微观表达式.

4. D 【解析】根据题干信息无法求出充满电时电池可储存的最大能量,故 A 错误;放电时电池可输出的最大电荷量为  $Q=4\times 3\,600\text{ C}=14\,400\text{ C}$ ,故 B 错误;播放视频时平均电流约为  $I_1=\frac{Q}{t_1}=\frac{14\,400}{17\times 3\,600}\text{ A}$ ,待机状态时平均电流约为  $I_2=\frac{Q}{t_2}=\frac{14\,400}{22\times 24\times 3\,600}\text{ A}$ ,播放视频时平均电流约为待机状态时平均电流的  $\frac{I_1}{I_2}\approx 31$  倍,故 C 错误, D 正确.

**教材变式** 本题目由教材 P56 第 3 题演变而来. 除了教材考查的播放视频的电流和待机电流的倍数关系,本题延伸考查了放电时电池可输出的最大电荷量.

5. B 【解析】电子运动的周期  $T=\frac{2\pi R}{v}$ ,等效电流  $I=\frac{ne}{T}$ ,联立得  $n=\frac{2\pi RI}{ev}$ ,故选 B.
6. A 【解析】设圆环运动一周的时间为  $T$ ,在时间  $T$  内通过圆环上任意一横截面的总电荷量就是圆环上所带的总电荷量  $q$ ,由电流的定义可得圆环转动产生的等效电流为  $I=\frac{q}{T}$ ,由几何关系可得圆环的半径为  $r=\frac{L}{\theta}$ ,由匀速圆周运动的规律可得  $v=\frac{2\pi r}{T}$ ,联立解得  $I=\frac{\theta qv}{2\pi L}$ ,故 A 正确.

**关键点拨** 本题考查电流的定义,要明确电流的定义,知道电流等于单位时间内流过导体横截面的电荷量.

### 刷易错

★易错点 不知道在气体电离时,通过横截面的电荷量为正、负电荷电荷量绝对值之和

7. D 【解析】根据题意可知,气体电离时通过导体截面的电荷量为  $4ne$ ,由电流定义式  $I=\frac{q}{t}$  得  $I=\frac{4ne}{t}$ ,故选 D.

**易错分析** 本题考查对电流的定义式中通过横截面的电荷量的理解,本题中气体电离时通过横截面的既有正离子,也有电子,但是运动方向相反,因此通过导体横截面的电荷量是正离子和电子所带电荷量的绝对值之和,本题易错选 A.

## 第2节 导体的电阻

### 刷基础

1. AB 【解析】由  $I=\frac{U}{R}$  可知,通过电阻的电流跟它两端的电压成正比,跟它的阻值成反比, A 正确;由  $U=IR$  可知,对一定的导体,通过它的电流越大,它两端的电压也越大, B 正确;导体的电阻是导体本身的一种性质,在数值上等于它两端的电压和通过它的电流的比值,决定它大小的有材料、长度和横截面积,与电压、电流无关, C 错误;欧姆定律只适用于纯电阻电路, D 错误.

2. (1) 0.50 大 小 (2) D E (3) 控制变量法

【解析】(1) 电压表量程为 3 V,分度值为 0.1 V,则电压表  $V_3$  示数为 0.50 V;由欧姆定律可知,电流相等,电压表示数越大,与之并联的导体电阻越大;由表中材料和电压表示数可知,当材料和长度相同时,横截面积越大,导体的电阻越小.

(2) 探究“导体电阻与长度的关系”时,需要保证材料和横截面积相同,长度不同,应选择代号为 B、D、E 的三段导体.

(3) 由实验操作可知,本实验主要运用的方法是控制变量法.

3. B 【解析】溶液的体积不变,有  $S_1 l_1 = S_2 l_2 = V$ ,管中盐水柱长为 30 cm 时,根据电阻定律可得  $R=\rho \frac{l_1}{S_1}=\rho \frac{l_1^2}{V}$ . 现将管中盐水柱均匀拉长至 50 cm,盐水柱的电阻  $R'=\rho \frac{l_2}{S_2}=\rho \frac{l_2^2}{V}=\frac{25}{9}R$ ,故选 B.

**教材变式** 本题目由教材 P61 第 5 题演变而来. 解答此类题目需要注意导体总体积不变这个隐含条件,长度变化,则横截面积也会变化,电阻的大小与导体长度、横截面积均有关.

4. B 【解析】金属丝上电流不变,由  $I=\frac{U}{R}$ ,  $R=\rho \frac{l}{S}$ ,可得  $U=\frac{l\rho}{S}x$ ,  $U-x$  图线的斜率之比等于电阻率之比,根据题图 2 可知  $k_1:k_2=1:2$ ,即  $\rho_a:\rho_b=1:2$ , B 正确, C 错误;两金属丝的长度之比为 3:1,由  $R=\rho \frac{l}{S}$  得  $R_a:R_b=3:2$ , A、D 错误.

5. C 【解析】根据题意可知,流经导线 A 的电流为  $I=\frac{q}{t}=\frac{5\times 10^{18}\times 1.6\times 10^{-19}}{5}\text{ A}=0.16\text{ A}$ ,故 A 正确;根据电阻定律  $R=\rho \frac{l}{S}$ ,可得导线 A、B 的电阻之比为  $R_A:R_B=S_B:S_A=2:1$ ,故 B 正确;导线 A、B 串联,流经 A、B 的电流相等,则相同时间内通过 A、B 横截面的电荷量相等,即 5 s 内有  $5\times 10^{18}$  个自由电子通过导线 B 的横截面,故 C 错误;根据电流微观表达式  $I=neSv$ ,可得  $v=\frac{I}{neS}$ ,由于流经导线 A、B 的电流相等,单位体积内的自由电子数相等,则自由电子在导线 A 和 B 中定向移动速率之比为  $v_A:v_B=S_B:S_A=2:1$ ,故 D 正确. 本题选说法错误的,故选 C.

6. CD 【解析】电阻率反映导体的导电性能,电阻率越小,导电性能越好, A 错误;导体的电阻与电阻率、长度和横截面积有

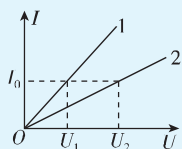
关,可知电阻率大的导体,电阻不一定大,B 错误;用来制作标准电阻的材料电阻率几乎不随温度的变化而变化,C 正确;电阻率与导体的材料有关,与导体的长度和横截面积无关,D 正确.

7. C 【解析】由欧姆定律可得,电热膜的电阻  $R = \frac{U}{I}$ ,电热膜的横截面积为  $S = \pi Dd$ ,根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$ ,联立可得镀膜材料的电阻率  $\rho = \frac{SR}{l} = \frac{\pi DdU}{IL}$ ,故 C 正确.

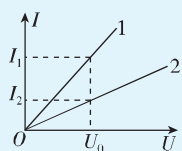
8. AD 【解析】根据欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$  可知,题图中  $I-U$  图线的斜率表示导体电阻的倒数,故 B 错误;图线 1 的斜率大于图线 2 的斜率,结合上述分析可知  $R_1 < R_2$ ,故 A 正确;将  $R_1$  与  $R_2$  串联后接于电源上,则电流相等,根据串联电路知识可知电压与电阻成正比, $R_1 < R_2$ ,则  $U_1 < U_2$  故 C 错误;将  $R_1$  与  $R_2$  并联后接于电源上,电压相等,根据并联电路知识可知电流与电阻成反比, $R_1 < R_2$ ,则  $I_1 > I_2$ ,故 D 正确.

**一题多解** 对于 C、D 两项,可直接读图.

将  $R_1$  与  $R_2$  串联后接于电源上,电流相等,平行于  $U$  轴作一条直线,与图线交点表示电流相等的点,可得  $U_1 < U_2$ ,C 错误.



将  $R_1$  与  $R_2$  并联后接于电源上,电压相等,平行于  $I$  轴作一条直线,与图线交点表示电压相等的点,可得  $I_1 > I_2$ ,D 正确.



9. C 【解析】由题图可知,加 5 V 的电压时,电流为 1.0 A,  $R = \frac{U}{I} = 5 \Omega$ ,故 A 错误;由题图可知加 12 V 的电压时,电流为 1.5 A,  $R' = \frac{U'}{I'} = 8 \Omega$ ,故 B 错误;由题图可知,随着电压的增大, $I-U$  图像上的点与原点连线的斜率逐渐减小,则导体的电

**易错点:** 易误认为图线切线的斜率表示导体的电阻,导致错解

阻不断增大,故 C 正确,D 错误.

**刷易错**

★易错点 1 忽略了导线长度变化导致的横截面积的变化

10. C 【解析】设未处理时导线的电阻为  $R$ ,把其中的一根均匀拉长到原来的 2 倍,体积不变,则横截面积变为原来的  $\frac{1}{2}$ ,根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  得,拉长后导线的电阻  $R_1 = 4R$ ;把另一根对折起来,长度减小为原来的  $\frac{1}{2}$ ,体积不变,则横截面

积变为原来的 2 倍,根据电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  得,对折后导线的电阻  $R_2 = \frac{1}{4}R$ ,则两导线的电阻之比为 16:1. 由题知,加在两导线上的电压相等,根据欧姆定律可知,通过两者的电流之比为 1:16,根据  $q = It$  可知,在相同时间内通过两导线横截面的电荷量之比为 1:16,故 C 正确.

**易错分析** 要根据总体积不变求出横截面积的变化. 由体积  $V = lS$  可知,长度变化,则横截面积会变化,再由电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  得到变化后的电阻. 解决此类问题时易忽略导线长度变化导致的横截面积的变化,从而导致错解.

★易错点 2 不能用  $I-U$  图线与横轴的夹角的正切值计算电阻

11. AD 【解析】两电阻并联接在电源两端时,二者电压相等,根据伏安特性曲线可知,电压为 10 V 时,通过电阻  $a$  的电流小于通过电阻  $b$  的电流,由欧姆定律可知,此时电阻  $a$  的阻值大于电阻  $b$  的阻值,A 正确;根据电阻  $b$  的图线可得,电阻  $b$  的阻值  $R_b = \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 2 \Omega$ ,不能用图线与横轴夹角的正切值计算,故 B 错误;在两图线交点处,电压与电流分别相等,根据欧姆定律可知, $a$ 、 $b$  的阻值相等,故 C 错误;电阻  $b$  的阻值为一定值,根据上述分析可知,在电阻  $b$  两端加 4 V 电压时,流过电阻的电流  $I = \frac{U}{R_b} = \frac{4}{2} \text{ A} = 2 \text{ A}$ ,故 D 正确.

**易错分析** 利用伏安特性曲线计算电阻时,图像上的某一点与 (0,0) 点连线的斜率表示电阻的倒数,由于横轴与纵轴的标度并不固定,因此不能用图线与横轴的夹角的正切值的倒数来计算,本题易误选 B.

**方法总结** 在某些图像中,同时描绘满足不同函数关系的两个或多个图像,比如本题的伏安特性曲线,我们除了可以用斜率、截距等找各物理量的关系,交点也是我们常用到的信息,比如本题 C 选项,伏安特性曲线交点表示二者的阻值相同,瞬时功率相同;比如本题 A 选项,从直线  $U = 10 \text{ V}$  与两图线的交点可以看出此时通过电阻  $a$  和电阻  $b$  的电流的大小关系.

## 专题 5 电学实验基础

**刷题型**

1. A 【解析】由题意可知,  $\frac{R_x}{R_A} = \frac{60}{0.2} = 300$ ,  $\frac{R_y}{R_x} = \frac{3000}{60} = 50$ ,则有

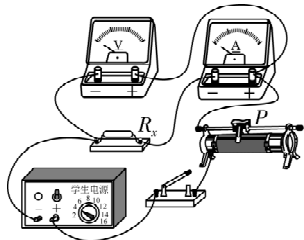
$\frac{R_x}{R_A} > \frac{R_y}{R_x}$ ,因此电流表采用内接法,即采用题图甲所示电路测出的电阻值更接近真实值;根据欧姆定律,电阻的测量值  $R_{x\text{测}} = \frac{U}{I}$ ,题图甲中,误差来源于电流表分压,电阻的真实值  $R_{x\text{真}} = \frac{U - U_A}{I} < \frac{U}{I} = R_{x\text{测}}$ ,即电阻测量值大于真实值,故 A 正确, B、C、D 错误.

2. (1) A C 乙 (2) 见解析

【解析】(1) 电源电压为 4 V,电压表若选择 D,则未超过其量

程的三分之一,为减小测量误差,则电压表应选择 C;通过待测电阻的最大电流约为  $I = \frac{U}{R_x} = \frac{3}{50} \text{ A} = 0.06 \text{ A} = 60 \text{ mA}$ ,则电流表应选择 A;由于  $\frac{R_x}{R_A} \approx \frac{50}{0.2} = 250$ ,  $\frac{R_V}{R_x} \approx \frac{3\,000}{50} = 60$ ,则  $\frac{R_V}{R_A} > \frac{R_x}{R_A}$ ,所以电流表采用内接法,应选择题图乙所示电路图。

(2) 根据题图乙所示电路图连接实物电路图,如图所示。



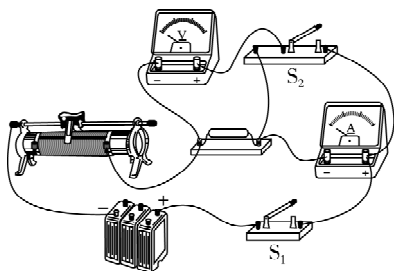
- 3. A** 【解析】电流相对变化为  $\frac{|\Delta I|}{I} \times 100\% = \frac{I' - I}{I} \times 100\% = 100\%$ ,电压相对变化为  $\frac{|\Delta U|}{U} \times 100\% = \frac{U' - U}{U} \times 100\% = 5\%$ ,  
电流表示数变化明显,则电压表分流对实验影响大, **D 错误**;

→ **突破点**: 无法直接比较被测电阻与电压表内阻和电流表内阻之间的大小关系时,可以选择试触法,注意试触法要根据电压表和电流表示数的相对变化,而不是绝对变化,判断哪个电表的内阻影响大,从而选择合适的电路减小误差

为了减小电压表分流作用的影响,应选择电流表内接法(题图甲),被测阻值为  $R_x = \frac{U}{I} = 2\,000 \, \Omega$ ,由于电压表的读数大于待测电阻两端电压,则测量值偏大,即真实值应小于  $2\,000 \, \Omega$ , **A 正确, B 错误**;不能用不同电路测得的电压和电流求电阻, **C 错误**。

- 4. (1) 见解析 (2) b 2.9**

【解析】(1) 实物连线如图所示。



- (2) 根据  $\frac{|\Delta U|}{U_1} \times 100\% = \frac{10.92 \text{ V} - 1.35 \text{ V}}{1.35 \text{ V}} \times 100\% \approx 32\%$ ,  
 $\frac{|\Delta I|}{I_1} \times 100\% = \frac{0.32 \text{ A} - 0.30 \text{ A}}{0.30 \text{ A}} \times 100\% \approx 7\%$ ,可知电压表示数变化明显,说明电流表分压作用明显,因此采用电流表外接法测量时相对准确,即  $S_2$  处于位置 b,根据欧姆定律可得  $R_x = \frac{U_2}{I_2} = \frac{0.92}{0.32} \, \Omega \approx 2.9 \, \Omega$ 。

- 5. C** 【解析】由电路图可知,采用了电流表内接法,由于电流表的分压使电压测量值偏大,由欧姆定律可知,  $R_x$  测量值偏大,故 **A 错误**;测量值为电流表的内阻与  $R_x$  真实值之和,且  $R_{测} = \frac{U}{I} = \frac{16}{0.2} \, \Omega = 80 \, \Omega$ ,故电阻的真实值为  $R_x = R_{测} - R_A = 80 \, \Omega - 0.6 \, \Omega = 79.4 \, \Omega$ ,故 **C 正确, B、D 错误**。

- 6. B** 【解析】由题图可知,电流表采用外接法,由于电压表的分流作用,电流测量值大于真实值,由  $R = \frac{U}{I}$  可知,电阻测量值小于真实值,故 **A 错误, B 正确**;电阻  $R_x$  的真实值  $R_{x真} = \frac{U_{x真}}{I_{x真}} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}} = \frac{UR_V}{IR_V - U}$ ,故 **C、D 错误**。

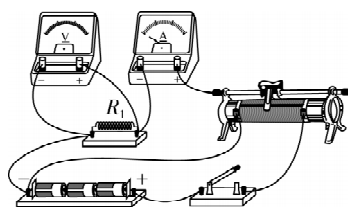
- 7. C** 【解析】由电路图可知,  $R_1$  与  $R_2$  串联,电压表测  $R_1$  两端的电压,电流表测电路中的电流. 为保证电路安全,两电表均不能超量程使用,当电压表的示数最大为  $U_0 = 3 \text{ V}$  时,电路中的电流为  $I = \frac{U_0}{R_1} = \frac{3}{5} \text{ A} = 0.6 \text{ A}$ ,可知电路中的最大电流为  $0.6 \text{ A}$ ,故 **A 错误**;在保证电路安全的情况下,滑动变阻器  $R_2$  接入电路的最大阻值为  $20 \, \Omega$ ,故 **B 错误**;由  $P = I^2 R$  可知,当电路中的电流最大时,定值电阻  $R_1$  消耗的功率最大,且最大功率为  $P_{1max} = I_{max}^2 R_1 = 0.6^2 \times 5 \text{ W} = 1.8 \text{ W}$ ,故 **C 正确**;由  $P = UI$  可知,当电路中的电流最大时,电路消耗的总功率最大,即  $P_{max} = UI_{max} = 6 \times 0.6 \text{ W} = 3.6 \text{ W}$ ,当滑动变阻器  $R_2$  接入电路的阻值最大时,电路总电阻最大,由  $P = \frac{U^2}{R}$  可知,电路消耗的总功率最小,即  $P_{min} = \frac{U^2}{R_{总max}} = \frac{U^2}{R_1 + R_{2max}} = \frac{6^2}{5 + 20} \text{ W} = 1.44 \text{ W}$ ,因此电路的总功率的变化范围为  $1.44 \sim 3.6 \text{ W}$ ,故 **D 错误**。

**关键点拨** 电路中的最大电流不能超过电流表的量程和  $R_2$  的额定电流,  $R_1$  两端的最大电压不能超过电压表的量程. 当电压表的示数  $U_0 = 3 \text{ V}$  时,根据欧姆定律求出电路中的电流,从而解得电路中的最大电流.  $R_1$  与  $R_2$  串联,滑动变阻器  $R_2$  接入电路的最大阻值为  $20 \, \Omega$ . 当电路中的电流最大时,定值电阻  $R_1$  消耗的功率最大,由功率公式求出  $R_1$  消耗的最大功率以及电路消耗的总功率的最大值. 当滑动变阻器  $R_2$  接入电路的阻值最大时,电路总电阻最大,由  $P = \frac{U^2}{R}$  求出电路消耗的总功率的最小值,从而得到电路的总功率的变化范围。

- 8. (1) C D (2) 见解析 (3) C**

【解析】(1) 电源电压为  $4.5 \text{ V}$ ,电压表量程为  $0 \sim 3 \text{ V}$ ,电路中的最大电流约为  $I_{max} = \frac{U_V}{R_1} = 0.5 \text{ A}$ ,则电流表应选择 C,滑动变阻器采用分压式接法,为方便操作,滑动变阻器应选择最大阻值较小的 D。

(2) 电路连接如图所示。



(3) 无论如何移动滑动变阻器的滑片,发现电压表有示数且



几乎不变,电流表始终没有示数,可能是电压表被串联进电路中,则待测电阻  $R_2$  与电流表 A 之间的导线断路. 故选 C.

### 第3节 实验:导体电阻率的测量

#### 刷基础

1. (1) 17.6 23.25 3.20 (2) D H C 6.700

【解析】(1) 题图甲读数为  $17\text{ mm}+6\times 0.1\text{ mm}=17.6\text{ mm}$ ; 题图乙读数为  $23\text{ mm}+5\times 0.05\text{ mm}=23.25\text{ mm}$ ; 题图丙读数为  $3\text{ mm}+10\times 0.02\text{ mm}=3.20\text{ mm}$ .

(2) 用螺旋测微器测小球直径时,先转动旋钮 D 使测微螺杆 F 靠近被测小球,再转动微调旋钮 H 使测微螺杆 F 夹住小球,直到听到“喀喀”声为止,拨动锁紧装置 G 使 F 固定后读数,小球直径为  $6.5\text{ mm}+20.0\times 0.01\text{ mm}=6.700\text{ mm}$ .

2. (1) 0.633 (0.632~0.634 均可) (2) A D (3) 乙 丁

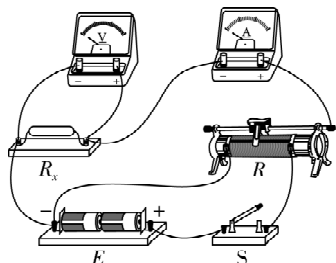
(4) 见解析

【解析】(1) 螺旋测微器精度为  $0.01\text{ mm}$ ,故测量结果为  $0.5\text{ mm}+0.01\text{ mm}\times 13.3=0.633\text{ mm}$ .

(2) 电路中最大电流  $I_{\text{max}}\approx \frac{E}{R_x}=\frac{3}{6}\text{ A}=0.5\text{ A}$ ,故电流表应选 A. 为使电压调节范围尽量大,滑动变阻器应采用分压式接法,为了方便调节,应选择最大阻值较小的 D.

(3) 由以上分析可知  $R_x<\sqrt{R_1 R_A}$ ,故电流表采用外接法,即用电部分应选择题图乙接法. 由(2)中分析可知,滑动变阻器采用分压式接法,故供电部分应选用题图丁接法.

(4) 结合第(3)问电路图,实物连接如下.

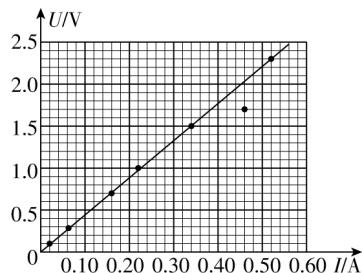


3. (1) 0.395 (2) BD (3) 见解析 4.4 (4) C

【解析】(1) 金属丝的直径  $D=0\text{ mm}+39.5\times 0.01\text{ mm}=0.395\text{ mm}$ .

(2) 用米尺测量金属丝接入电路中的长度,测量三次算出其平均值, A 错误;用螺旋测微器在金属丝三个不同部位各测量一次直径,算出其平均值, B 正确;电流表采用外接法测量时,由于电压表的分流,则电流的测量值偏大,根据  $R=\frac{U}{I}$  可知,电阻测量值偏小,根据  $R=\rho \frac{l}{S}$  可知,  $\rho_{\text{测}}<\rho_{\text{真}}$ , C 错误;实验中,为保持金属丝的温度不变,每次读完示数后应立即断开开关, D 正确.

(3) 描绘出的  $U-I$  图线如图所示. 由图线得金属丝的阻值  $R=\frac{U}{I}=\frac{2.30-0.10}{0.520-0.022}\Omega\approx 4.4\Omega$ .



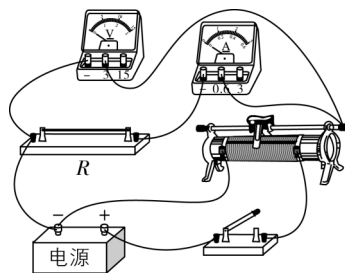
(4) 根据电阻定律  $R=\rho \frac{l}{S}=\frac{4\rho l}{\pi D^2}$ , 可得  $\rho=\frac{\pi D^2 R}{4l}=\frac{3.14\times (0.395\times 10^{-3})^2\times 4.4}{4\times 0.5}\Omega\cdot\text{m}\approx 1\times 10^{-6}\Omega\cdot\text{m}$ , 故选 C.

4. (1) ③ (2) 0.700 (3) 见解析 (4)  $\frac{k\pi d^2}{4}$  (5) 见解析

【解析】(1) 为了保护螺旋测微器,当测微螺杆靠近电阻丝时,应停止使用旋钮,改用微调旋钮,听到“喀喀”声时停止,螺旋测微器上的③为微调旋钮.

(2) 螺旋测微器的精度为  $0.01\text{ mm}$ ,电阻丝的直径  $d=0.5\text{ mm}+20.0\times 0.01\text{ mm}=0.700\text{ mm}$ .

(3) 实验时要求电流表的示数从零开始测量,因此滑动变阻器采用分压式接法,电源电压为  $3.0\text{ V}$ ,电压表选用  $0\sim 3\text{ V}$  量程,电路中最大电流约为  $\frac{3.0\text{ V}}{10\Omega}=0.3\text{ A}$ ,电流表选用  $0\sim 0.6\text{ A}$  量程,电路连接如图所示.



(4) 根据电阻定律  $R=\rho \frac{l}{S}=\rho \frac{l}{\pi(\frac{d}{2})^2}=\frac{4\rho}{\pi d^2}l$ ,  $R-l$  图像的斜率  $k=\frac{4\rho}{\pi d^2}$ , 解得  $\rho=\frac{k\pi d^2}{4}$ .

(5) 不同意小明同学的观点. 理由:实验采用电流表内接法,只会导致测量值  $R$  相对电阻丝的电阻在图像中向上平移  $R'$ ,不会改变图像的斜率,所以不影响电阻丝电阻率  $\rho$  的测量值.

### 第4节 串联电路和并联电路

#### 课时1 串、并联电路的特征

#### 刷基础

1. C 【解析】两个电阻并联时的总电阻为  $R_{\text{并}}=\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$ , 若  $R_2=0$ , 则  $R_{\text{并}}=0$ , 所以一个电阻  $R$  和一根电阻为零的理想导线并联, 总电阻为零,  $R_{\text{并}}=\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}=\frac{R_1}{\frac{R_1}{R_2}+1}$ , 若  $R_2=\infty$ , 则  $\frac{R_1}{R_2}\approx 0$ , 则  $R_{\text{并}}\approx R_1$ , 故 A 正确, C 错误; 根据并联电阻与各个电阻之间的关系式  $\frac{1}{R_{\text{并}}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\dots$ , 可知  $\frac{1}{R_{\text{并}}}>\frac{1}{R_1}$ , 所以  $R_{\text{并}}<R_1$ , 同理

可知  $R_{并} < R_2$ , 所以并联电路的总电阻一定小于任意支路的电阻, 若  $R_1$  增大或减小, 则总电阻  $R_{并}$  将随之增大或减小, 所以在并联电路中, 任意支路电阻增大或减小时, 总电阻将随之增大或减小, 故 **B、D 正确**. 本题选说法错误的, 故选 **C**.

**2. B** 【解析】同一根导体上的电流处处相等; 根据电流微观表达式  $I = neSv$ , 可得  $v = \frac{I}{neS}$ , 可知粗的地方电荷定向移动速率小, 细的地方大. 故选 **B**.

**3. ACD** 【解析】电流表为理想电表, 故其两端为等势点,  $R_1$  与  $R_3$  并联,  $R_2$  与  $R_4$  并联,  $R_1$  与  $R_3$  两端的电压相等, 故 **A 正确**;  $R_1$  与  $R_3$  并联电阻为  $R_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 2 \Omega$ , 同理,  $R_2$  与  $R_4$  并联电阻为  $R_{24} = 2 \Omega$ ,  $U_{AB} = 12 \text{ V}$ , 由串并联知识可知  $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 6 \text{ V}$ , 由欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$  可得  $I_1 = I_4 = 2 \text{ A}$ ,  $I_2 = I_3 = 1 \text{ A}$ , 流过电流表的电流  $I = I_1 - I_2 = 1 \text{ A}$ , 方向向下, 故 **B 错误, C、D 正确**.

**4. A** 【解析】当  $a$ 、 $b$  两端接入  $100 \text{ V}$  电压时, 用理想电压表测得  $c$ 、 $d$  两端电压为  $20 \text{ V}$ , 有  $U_{cd} = \frac{U_{ab} R_2}{2R_1 + R_2}$ , 整理得  $\frac{R_1}{R_2} = 2$ , 当  $c$ 、 $d$  两端接入  $100 \text{ V}$  电压时, 用理想电压表测得  $a$ 、 $b$  两端电压为  $50 \text{ V}$ , 有  $U'_{ab} = \frac{U'_{cd} R_2}{2R_3 + R_2}$ , 整理得  $\frac{R_2}{R_3} = 2$ , 所以  $R_1 : R_2 : R_3 = 4 : 2 : 1$ , 故 **A 正确, B、C、D 错误**.

**5. B** 【解析】根据并联电阻表达式, 并联电路的阻值小于任意支路的电阻, 因此, 当滑动变阻器的滑片在最左端时, 电路总电阻最大, 最大值为  $3 \Omega$ , 则最小电流为  $I_{\min} = \frac{E}{R_{\max}} = \frac{4.5}{3} \text{ A} = 1.5 \text{ A}$ , 设  $R_2$  滑片左端电阻为  $R_a$ , 则电路总电阻  $R_{\text{总}} = \frac{R_1 R_a}{R_1 + R_a} + (R_2 - R_a) = R_2 - \frac{R_a^2}{R_1 + R_a} = R_2 - \frac{1}{\frac{R_1}{R_a^2} + \frac{1}{R_a}}$ ,  $R_a > 0$ , 可得  $R_{\text{总}}$  随  $R_a$  的增大而减小, 由于  $R_2 = R_1$ , 可知, 当滑动变阻器的滑片在最右端时, 电路总电阻最小, 最小值为  $1.5 \Omega$ , 则最大电流为  $I_{\max} = \frac{E}{R_{\min}} = \frac{4.5}{1.5} \text{ A} = 3.0 \text{ A}$ , 故选 **B**.

**6. C** 【解析】由题意可得  $U_{AB} = I_1 R_1 = 1 \text{ V}$ ,  $U_{AC} = I_2 R_2 = 0.1 \text{ V}$ , 可知  $A$  点电势比  $B$  点电势高  $1 \text{ V}$ , 比  $C$  点电势高  $0.1 \text{ V}$ , 故  $C$ 、 $B$  两点间电势差  $U_{CB} = U_{AB} - U_{AC} = 0.9 \text{ V}$ , 可知通过电阻  $R_3$  的电流方向为从  $C$  到  $B$ , 大小为  $I_3 = \frac{U_{CB}}{R_3} = 0.3 \text{ A}$ , 因此电流表的电流方向向左, 电流大小为  $I_A = I_3 - I_2 = 0.2 \text{ A}$ , 即电流表示数为  $0.2 \text{ A}$ . 故 **C 正确**.

**7. C** 【解析】流过  $R_1$  和  $R_2$  的电流  $I = \frac{U_{ac}}{R_1 + R_2} = \frac{10}{2+3} \text{ A} = 2 \text{ A}$ , 则  $U_{R1} = IR_1 = 2 \times 2 \text{ V} = 4 \text{ V}$ ,  $U_{R2} = IR_2 = 2 \times 3 \text{ V} = 6 \text{ V}$ , **A、B 错误**; 根据并联电路电流的特点有  $I_3 : I_4 = R_4 : R_3 = 3 : 2$ , 又  $I_3 + I_4 = I = 2 \text{ A}$ ,  
 突破点: 根据并联电路电流的特点和支路与干路电流的关系进行分析  
 解得  $I_3 = 1.2 \text{ A}$ ,  $I_4 = 0.8 \text{ A}$ , **C 正确, D 错误**.

## 刷提升

**1. C** 【解析】若灯泡  $L_1$  断路, 则  $L_1$  不会发光, 故 **A 错误**; 若灯泡  $L_3$  断路, 电流表  $A_2$  没有示数, 而灯泡  $L_2$  有电流通过, 则灯泡  $L_2$  发光, 故 **B 错误**; 若灯泡  $L_2$  短路, 电流表内阻不计, 灯泡  $L_3$  被短路, 此时灯泡  $L_2$ 、 $L_3$  均不亮, 电流表  $A_2$  没有示数, 有电流通过电流表  $A_1$ , 所以电流表  $A_1$  有示数, 故 **C 正确**; 若灯泡  $L_3$  短路, 电流表内阻不计, 灯泡  $L_2$  被短路, 电流表  $A_2$  有电流通过, 有示数, 故 **D 错误**.

**2. ABC** 【解析】设两电压表的内阻为  $R_V$ , 只合上  $S_1$  时, 电压表  $V_1$  与  $R_1$  并联后再与  $R_2$  串联, 由串并联电路特点可得  $U_1 = \frac{\frac{R_1 R_V}{R_1 + R_V}}{\frac{R_1 R_V}{R_1 + R_V} + R_2} U = \frac{R_1 R_V}{R_1 R_V + R_1 R_2 + R_2 R_V} U$ , 只合上  $S_2$  时, 电压表  $V_2$  与  $R_2$  并联后再与  $R_1$  串联, 则  $U_2 = \frac{\frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V}}{\frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V} + R_1} U = \frac{R_2 R_V}{R_1 R_V + R_1 R_2 + R_2 R_V} U$ , 又  $R_1 < R_2$ , 故  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$ ,  $U_1 < U_2$ ,  $U_1 + U_2 < U$ , 故 **A、B、C 正确, D 错误**.

**3. B** 【解析】若把滑动变阻器的滑片放在  $R_{DP} = \frac{2}{3} R_0$  处,  $AB$  间不接负载时, 滑片把滑动变阻器分成上下两部分的电阻之比为  $2 : 1$ , 由串联电路特点可知,  $A$ 、 $B$  端输出电压为电源电压的  $\frac{1}{3}$ , 即  $U_{AB} = \frac{1}{3} U$ , **A 错误**; 当  $AB$  间接上负载  $R$  时, 电路总电阻减小, 干路电流变大, 滑动变阻器  $PD$  部分分得的电压变大, 所以  $A$ 、 $B$  端输出电压  $U_{AB} < \frac{U}{3}$ , **B 正确**; 负载电阻  $R$  越小, 电路总电阻越小, 总电流越大, 滑动变阻器  $PD$  部分分得的电压越大,  $U_{AB}$  越远离  $\frac{U}{3}$ , **C 错误**; 接上负载后会使得电路总电阻减小,  $PD$  部分电阻与  $PC$  和负载  $R$  并联部分的电阻之比大于  $2 : 1$ , 要使  $U_{AB} = \frac{U}{3}$ , 需要将滑片  $P$  向上移动, **D 错误**.

**4. A** 【解析】由于定值电阻  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 2 : 3$ , 设定值电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  的阻值分别为  $1 \Omega$ 、 $2 \Omega$  和  $3 \Omega$ ,  $a$ 、 $b$  两端所加电压  $U = 6 \text{ V}$ , 题图甲中, 三个电阻为并联关系, 根据欧姆定律得, 通过定值电阻  $R_1$  的电流  $I_{R1} = \frac{U}{R_1} = \frac{6}{1} \text{ A} = 6 \text{ A}$ , 通过定值电阻  $R_2$  的电流  $I_{R2} = \frac{U}{R_2} = \frac{6}{2} \text{ A} = 3 \text{ A}$ , 通过定值电阻  $R_3$  的电流  $I_{R3} = \frac{U}{R_3} = \frac{6}{3} \text{ A} = 2 \text{ A}$ , 电流表  $A_1$  的示数为通过  $R_2$  和  $R_3$  的电流之和, 即  $I_1 = I_{R2} + I_{R3} = 3 \text{ A} + 2 \text{ A} = 5 \text{ A}$ , 电流表  $A_2$  的示数为通过  $R_1$  和  $R_2$  的电流之和, 即  $I_2 = I_{R1} + I_{R2} = 6 \text{ A} + 3 \text{ A} = 9 \text{ A}$ , 故  $I_1 : I_2 = 5 : 9$ ; 题图乙中, 三个电阻为串联关系, 电路中的电流  $I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6}{1+2+3} \text{ A} = 1 \text{ A}$ , 电压表  $V_1$  测量  $R_1$  和  $R_2$  两端

的电压,故  $U_1 = I(R_1 + R_2) = 1 \times (1 + 2) \text{ V} = 3 \text{ V}$ , 电压表  $V_2$  测量  $R_2$  和  $R_3$  两端的电压, 故  $U_2 = I(R_2 + R_3) = 1 \times (2 + 3) \text{ V} = 5 \text{ V}$ , 故  $U_1 : U_2 = 3 : 5$ , 故 **A 正确, B、C、D 错误**.

**方法总结** 本题采用赋值法可以使解题过程简化, 弄清电路的连接方式是解题的关键, 在简化电路时可以把理想电流表看作导线, 把理想电压表看成断路.

### 刷素养

**5. C** 【解析】当  $R_x$  增大时, 左部分并联总电阻增大, 右部分电阻减小, 所以  $R_L$  两端的电压  $U$  应随  $R_x$  增大而增大; 由于  $R_{L1} = 2\,000\ \Omega \gg R_0 = 50\ \Omega$ , 左部分并联总电阻小于但接近于滑动变阻器左部分电阻,  $R_L$  两端的电压比  $R_x$  均匀变化时偏

**突破点:** 一个电阻与远大于它阻值的电阻并联, 并联后的阻值几乎不变

小但接近均匀变化, 即图线接近③; 由于  $R_{L2} = 20\ \Omega < R_0$ ,  $R_x$

**突破点:** 当  $R_L$  趋近于无穷大时, 负载电阻两端的电压  $U$  随  $R_x$  变化的图线是一条过原点和  $(R_0, U_0)$  点的直线, 为均匀变化的线

并联  $R_{L2}$  后, 对应于同一个  $R_x$  值, 左部分分得的电压将比并联  $R_{L1}$  时小, 所以图线接近④. 故选 C.

## 课时2 电流表和电压表的改装

### 刷基础

**1. B** 【解析】表头改装成量程更大的电流表需并联一个电阻,

根据并联电路的分流原理知, 要并联的电阻阻值为  $R = \frac{I_g R_g}{I - I_g} =$

$\frac{5 \times 10^{-3} \times 30}{3 - 5 \times 10^{-3}}\ \Omega \approx 0.05\ \Omega$ , 故 **B 正确, A、C、D 错误**.

**2. B** 【解析】电流表的改装需要并联一个分流电阻, 故改装后甲表是电流表, 改装后量程为表头 G 满偏时通过改装表的总

电流,  $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_0} = \frac{I_g (R_0 + R_g)}{R_0}$ , 可知改装后并联的分流电阻越

大, 其量程越小, **A 错误, B 正确**; 电压表的改装需要串联一个分压电阻, 故改装后乙表是电压表, 改装后量程为表头 G 满偏时加在改装表两端的总电压,  $U = I_g R_g + I_g R_0 = I_g (R_g + R_0)$ , 改装后串联的分压电阻越小, 其量程越小, **C、D 错误**.

**3. ACD** 【解析】灵敏电流表 G 的满偏电压为  $U_g = I_g R_g = 0.6\ \text{V}$ , 故 **B 错误**; 用灵敏电流表 G 和电阻箱 R 串联将灵敏电流表 G 改装成电压表, **A 正确**; 改装后的电压表的量程为  $U = I_g (R_g + R) = 3\ \text{V}$ , 故 **C 正确**; 灵敏电流表 G 原表盘上  $1\ \text{mA}$  刻度线对应的电压值为  $U' = I (R_g + R) = 1 \times 10^{-3} \times 1\,500\ \text{V} = 1.5\ \text{V}$ , 故 **D 正确**.

**4. B** 【解析】量程为  $0.6\ \text{A}$  时, 有  $(R_1 + R_2)(I - I_g) = I_g R_g$ , 量程为  $3\ \text{A}$  时, 有  $R_1(I_2 - I_g) = I_g (R_g + R_2)$ , 联立解得  $R_2 = 16\ \Omega$ , **B 正确**.

**教材变式** 本题目由教材 P71 第 5 题演变而来. 解答本题需要明确两种不同的量程对应的电路. 量程  $0.6\ \text{A}$  对应的电路是  $R_1$  和  $R_2$  串联后再与  $R_g$  并联, 量程  $3\ \text{A}$  对应的电路是  $R_2$  和  $R_g$  串联后再与  $R_1$  并联.

**5. A** 【解析】由题图可知, 当  $S_1$  和  $S_2$  均断开时, G 与  $R_1$  串联, 电阻较大, 可等效为电压表, 量程为  $U = I_g (R_g + R_1) = 0.001 \times (100 + 1\,900)\ \text{V} = 2\ \text{V}$ , 故 **A 正确, B 错误**; 当  $S_1$  和  $S_2$  均闭合时, G 与  $R_2$  并联, 电阻较小, 可等效为电流表, 量程为  $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_2} = 0.001\ \text{A} + \frac{0.001 \times 100}{100} \text{ A} = 1\ \text{A}$ , 故 **C、D 错误**.

**6. D** 【解析】接  $ab$  两端时是电流表, 电流表量程  $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1}$ , 则  $R_1$  的阻值越大, 电流表量程越小, **A、B 错误**. 接  $ac$  两端时是电压表, 电压表量程  $U = I_g R_g + \left( I_g + \frac{I_g R_g}{R_1} \right) R_2$ , 若  $R_2$  保持不变, 则  $R_1$  的阻值越大, 电压表量程越小; 若  $R_1$  保持不变, 则  $R_2$  的阻值越大, 电压表量程越大, **C 错误, D 正确**.

**7. BCD** 【解析】若改装后的电流表示数比标准表稍小一些, 说明流过表头的电流小, 可以增大分流电阻使其分流少些, 从而增大流过表头的电流使其准确, 故应该给并联电阻串联一个较小的电阻, 故 **A 错误**; 若改装后的电压表示数比标准表稍小一些, 说明流过表头的电流小, 应该减小串联电阻, 或给串联电阻再并联一个较大的电阻, 故 **B 正确**; 小量程电流表内阻为  $R_g$ , 给它并联一个电阻  $R$ , 改装后的电流表量程为  $I = I_g + \frac{I_g R_g}{R} = \frac{R + R_g}{R} I_g$ , 故 **C 正确**; 分压式电路中电压、电流可以从零开始调节, 可以实现对改装电表的逐格校准, 故 **D 正确**.

**8. (1) 100 (2) 910 (3) A (4) 偏大**

【解析】(1) 根据题意,  $R_1$  与表头 G 构成量程为  $1\ \text{mA}$  的电流表, 则  $I_g R_g = (I - I_g) R_1$ , 解得  $R_1 = 100\ \Omega$ , 此时电流表的电阻为

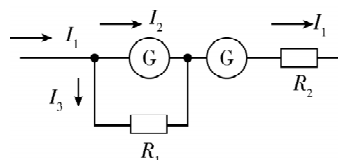
$R_A = \frac{R_1 R_g}{R_1 + R_g} = 90\ \Omega$ , 然后再将其与  $R_2$  串联改装成量程为  $3\ \text{V}$

的电压表, 则  $\frac{I_g R_g}{R_A} = \frac{U - I_g R_g}{R_2}$ , 解得  $R_2 = 2\,910\ \Omega$ .

(2) 用量程为  $3\ \text{V}$ 、内阻为  $2\,500\ \Omega$  的标准电压表 V 对改装电压表进行校准. 在闭合开关 S 前, 滑动变阻器的滑片 P 应靠近 A 端, 可以使电压表从零开始逐格校准.

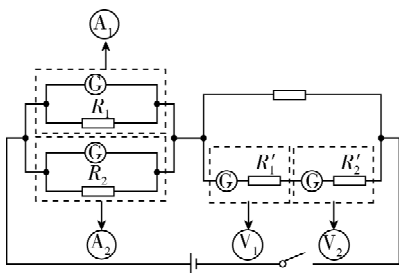
(3) 若表头 G 内阻的真实值小于  $900\ \Omega$ , 则实际通过表头 G 的电流偏大, 则会造成改装后电压表的读数与标准电压表的读数相比偏大.

**9. B** 【解析】电流表改装成电压表需串联阻值较大的分压电阻; 电流表改装成大量程电流表需并联阻值较小的分流电阻; 两表串联后, 通过改装成的大量程电流表的电流与通过电压表的电流相等, 画出其内部电流流向如图所示, 可得  $I_1 = I_2 + I_3$ , 所以  $I_2 < I_1$ , 即电流表指针的偏转角度小于电压表指针的偏转角度, 故 **A、C、D 错误, B 正确**.



**关键点拨** 电流表改装成电压表需串联阻值较大的分压电阻;电流表改装成大量程电流表需并联阻值较小的分流电阻;将电压表和电流表串联,分析通过表头的电流关系,判断指针偏转角度的大小关系。

- 10. A** 【解析】将电流表和电压表内部电路补全,如图所示。根据电路图可知,电流表  $A_1$ 、 $A_2$  的两个表头并联,因此其两端的电压相等,又两个表头相同,则流过两个表头的电流相同,指针偏转角度相同,而电流表  $A_1$  的量程大于  $A_2$  的量程,则电流表  $A_1$  的示数大于  $A_2$  的示数,故 **A 正确, B 错误**;电压表  $V_1$ 、 $V_2$  的两个表头串联,因此流过两个表头的电流相同,指针偏转角度相同,而电压表  $V_1$  的量程大于  $V_2$  的量程,则电压表  $V_1$  的示数大于电压表  $V_2$  的示数,故 **C、D 错误**。



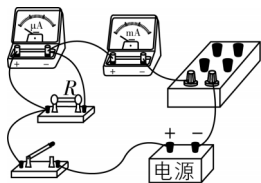
**关键点拨** 解决此类问题的关键是熟悉改装后的电压表、电流表的内部结构,画出电流表和电压表内部电路,利用串并联电路的知识分析电压、电流大小关系。需要注意的是,指针偏转角度代表的是通过表头的电流的大小,通过表头的电流大,则指针偏转角度大,通过表头的电流相同,则指针偏转角度相同,且指针偏转角度相同时电表示数之比等于量程之比。

### 刷提升

- 1. BC** 【解析】由电路相关知识可知,闭合开关时,电压表量程为  $U_1 = I_g \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r_g \right)$ ,断开开关时,电压表量程为  $U_2 = I_g (R_1 + r_g)$ ,可知开关断开时,改装后的电压表的量程大,故 **A 错误, B 正确**;改装后的电压表示数偏小,即实际流过表头的电流偏小,分压电阻偏大,只需将分压电阻减小一点,可在分压电阻  $R_1$  两端并联一个阻值远大于  $R_1$  的电阻进行调整,故 **C 正确, D 错误**。

- 2. (1)** 见解析 **(2) B** **(3) AC** **(4)**  $\frac{49}{39}$

【解析】(1) 根据电路图连接实物图,如图所示。



- (2) 串联电路中电流处处相等,根据比例关系得,当标准毫安表示数为  $8.0 \text{ mA}$  时,由题图乙可知,对应微安表的示数为  $160 \mu\text{A}$ ,说明量程扩大到了 50 倍,所以当微安表的示数为  $250 \mu\text{A}$  时,毫安表的示数应为  $12.5 \text{ mA}$ ,即改装后电表的量

程为  $12.5 \text{ mA}$ ,故选 **B**。

- (3) 由(2)问分析可知,如果  $R$  值计算错误,改装后电流表量程偏大,则流过分流电阻的电流偏大,由并联电路特点可知,分流电阻阻值偏小,即接入的电阻偏小,故 **C 正确, D 错误**;把微安表改装成电流表需要并联分流电阻,分流电阻阻值为  $R = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$ ,如果微安表内阻  $R_g$  测量错误,微安表内阻实际阻值大于  $1200 \Omega$ ,即内阻  $R_g$  测量值偏小,分流电阻阻值偏小,会导致改装后电流表量程偏大,故 **A 正确, B 错误**。

- (4) 由(2)(3)问分析可知,流过分流电阻的电流为流过微安表电流的 49 倍,则分流电阻为  $R = \frac{R_g}{49}$ ,可得  $R_g = 49R$ ,把微安表改装成量程为  $10 \text{ mA}$  的电流表,分流电阻的阻值为  $R' = \frac{I_g R_g}{I' - I_g} = \frac{250 \times 10^{-6} \text{ A} \times R_g}{10 \times 10^{-3} \text{ A} - 250 \times 10^{-6} \text{ A}} = \frac{R_g}{39} = \frac{49R}{39} = kR$ ,则  $k = \frac{49}{39}$ 。

### 刷素养

- 3. (1) 10 (2) 9 (3) 100**

【解析】(1) 根据并联电路分流,并联电阻越大分流越小可知,开关转换至触点 1、2、3 时,电流表的量程分别为  $1 \text{ mA}$ 、 $10 \text{ mA}$ 、 $100 \text{ mA}$ ,所以开关转换至触点 2 时,电流表应为  $10 \text{ mA}$  挡位。

- (2) 设表头的满偏电流为  $I_0$  (mA),内阻为  $r$ ,则量程分别为  $1 \text{ mA}$ 、 $10 \text{ mA}$ 、 $100 \text{ mA}$  时,有  $\frac{I_0}{1 \text{ mA} - I_0} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{r}$ ,  $\frac{I_0}{10 \text{ mA} - I_0} = \frac{R_2 + R_3}{r + R_1}$ ,  $\frac{I_0}{100 \text{ mA} - I_0} = \frac{R_3}{r + R_1 + R_2}$ ,将  $R_1 = 90 \Omega$  代入,解得  $R_2 = 9 \Omega$ ,  $R_3 = 1 \Omega$ 。

- (3) 设用来修复该电流表的表头内阻为  $r'$ ,当开关转换至触点 1 时,则有  $0.5 \text{ mA} \times r' = (1 \text{ mA} - 0.5 \text{ mA}) \times (R_1 + R_2 + R_3)$ ,解得  $r' = 100 \Omega$ 。

## 实验 1 电阻的测量

### 刷题型

- 1. (1)** 见解析 **(2) a** **(3)** 见解析 **(4) 5.0** **(5)** 大于 **(6)** 由于待测电阻阻值相对较小,所以建议电流表采用外接法

【解析】(1) 根据电路图连接实物图,实物图如图 1 所示。

- (2) 由电路图可知,滑动变阻器采用分压式接法,为保护电路,使闭合开关时并联部分电压最小,闭合开关前,滑动变阻器的滑片  $P$  应置于  $a$  端。

- (3) 将偏离较远的点舍掉,把其他点连成直线,如图 2 所示。

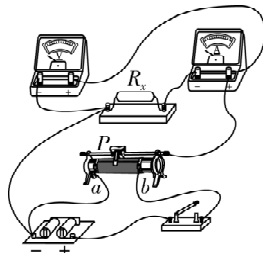


图 1

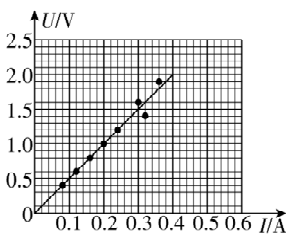


图 2

- (4) 由  $U-I$  图像可知,该未知电阻的阻值  $R_x = \frac{U}{I} = k = 5.0 \Omega$ 。

- (5) 由电路图可知,电流表采用内接法,由于电流表的分压作



用,所测电压偏大,由  $R_x = \frac{U}{I}$  可知,电阻测量值大于真实值。

(6) 因为  $\frac{R_V}{R_x} > \frac{R_A}{R_x}$ , 即待测电阻阻值相对较小, 则电流表采用外接法可以减小实验误差。

2. (1) 左 (2)  $\frac{U_1 - U_2}{U_2} R_0$  存在 (3) 320

【解析】(1) 根据题图甲正确连接电路, 闭合开关 S 前, 为确保实验仪器的安全, 滑动变阻器的滑片应置于最左端。

(2) 闭合开关 S 后, 由串联电路的特点和欧姆定律可知, 通过待测电阻  $R_x$  的电流为  $I_x = I_0 = \frac{U_2}{R_0}$ , 则待测电阻  $R_x = \frac{U_1 - U_2}{I_x} =$

$\frac{U_1 - U_2}{\frac{U_2}{R_0}} R_0$ ; 由于电压表  $V_2$  的分流作用, 由该实验方法计算得

出通过待测电阻  $R_x$  的电流比实际值偏小, 因此计算得出待测电阻  $R_x$  的值比实际值偏大, 因此该实验方法, 存在理论上的实验误差。

(3) 由串联电路的特点和欧姆定律可得  $U_1 = U_2 + \frac{U_2}{R_0} R_x =$

$(1 + \frac{R_x}{R_0}) U_2$ , 结合题图乙可知  $U_1 - U_2$  图像的斜率为  $1 + \frac{R_x}{R_0} =$

$\frac{14.0}{10.0}$ , 解得  $R_x = 320 \Omega$ 。

3. (1)  $R_1$  (2) 待测电阻的阻值与毫安表的内阻之和  
(3) 19.0 (4) 9.0

【解析】(1) 由题图甲可知滑动变阻器采用分压式接法, 为方便调节, 应选用最大阻值较小的  $R_1$ 。

(2) 单刀双掷开关  $S_2$  置于  $a$  时, 电压表测量待测电阻和毫安表两端的电压, 所以  $U-I$  图像的斜率表示待测电阻的阻值与毫安表的内阻之和。

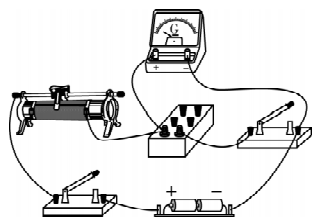
(3) 将单刀双掷开关  $S_2$  置于  $b$ , 保持滑动变阻器滑片位置不变, 调节电阻箱  $R_0$  的阻值, 使电压表  $V$  的示数与单刀双掷开关  $S_2$  置于  $a$  时相同, 则毫安表  $mA$  的内阻与电阻箱的阻值相等, 由题图丙可得  $R_{mA} = R_0 = 19.0 \Omega$ 。

(4) 由题图乙可得毫安表  $mA$  的内阻与待测电阻  $R_x$  的电阻之和为  $R_{mA} + R_{x准} = \frac{U}{I} = \frac{2.80 V}{100 mA} = 28.0 \Omega$ , 则待测电阻的准确阻值为  $R_{x准} = 28.0 \Omega - 19.0 \Omega = 9.0 \Omega$ 。

4. (1)  $R_2$  (2) 见解析 (3) 10.0 (4) 小于

【解析】(1) 实验原理是半偏法测电流表内阻, 为了在闭合  $S_2$  时, 回路电阻变化较小, 则滑动变阻器应选择最大阻值较大的  $R_2$ 。

(2) 按照题图甲所示电路图连接实物图乙, 如图所示。



(3) 如果干路电流不变, 则  $G$  的示数为满偏示数的一半时, 通过电阻箱的电流也是满偏示数的一半, 可知  $G$  的内阻  $R_G =$

$R_0 = 10.0 \Omega$ 。

(4) 由于 (3) 中测电阻时, 实际干路电流大于电流表的满偏电流  $I_g$ , 则通过电阻箱的电流大于  $\frac{I_g}{2}$ , 则电阻箱的电阻小于  $G$  的内阻, 即所测电流表  $G$  的内阻偏小。

5. (1)  $b$  30 (2)  $90^\circ C$  (4)  $0^\circ C$

【解析】(1)  $R_2$  与  $R_1$  串联,  $R_4$  与  $R_3$  串联, 再并联在  $36 V$  的直流电源两端, 因  $180^\circ C$  时电压表指针指到 0 刻度线, 即  $\varphi_a = \varphi_b$ , 此后温度降低, 热敏电阻  $R_4$  的阻值变小, 其分得的电压变小,  $b$  点的电势升高, 电压表显示为正电压, 电压表的正接线柱应连接  $b$ ; 根据题图乙可得金属热敏电阻的阻值随温度的变化函数为  $R_4 = 90 + \frac{1}{3} t (\Omega)$ , 则  $t = 180^\circ C$  时,  $R_4 = 150 \Omega$ ,

此时电压表指针指到 0 刻度线, 即  $\varphi_a = \varphi_b$ , 有  $\frac{UR_2}{R_2 + R_1} = \frac{UR_4}{R_4 + R_3}$ ,

可得  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$ , 代入数据解得  $R_3 = 30 \Omega$ 。

(2)  $R_2$  两端电压为  $U_{R2} = \frac{UR_2}{R_2 + R_1} = 30 V$ , 当电压表示数为

$1.2 V$  时, 有  $U'_{R4} = \frac{UR'_4}{R'_4 + R_3} = (30 - 1.2) V = 28.8 V$ , 解得  $R'_4 =$

$120 \Omega$ , 代入  $R_4 = 90 + \frac{1}{3} t (\Omega)$ , 可得温度为  $t' = 90^\circ C$ 。

(4) 该测温计所测温度为最低温度时, 电压表的示数为  $3 V$ ,

有  $U''_{R4} = \frac{UR''_4}{R''_4 + R_3} = (30 - 3) V = 27 V$ , 解得  $R''_4 = 90 \Omega$ , 代入  $R_4 =$

$90 + \frac{1}{3} t (\Omega)$ , 可得最低温度为  $t'' = 0^\circ C$ 。

## 实验 2 伏安特性 (或 $U-I$ 曲线) 的描述

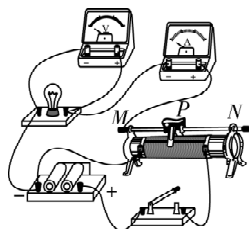
### 刷难关

1. (1) D E (2) 见解析 (3)  $M$  (4) 1 (5) 增大

【解析】(1) 由题意可知, 小灯泡的额定电流为  $I_L = \frac{P_L}{U_L} = 0.5 A$ ,

则电流表应选 D; 由电路图可知, 滑动变阻器为分压式接法, 为方便实验操作, 滑动变阻器应选最大阻值较小的 E。

(2) 对照电路图, 实物连接如图所示。



(3) 闭合开关前, 应将滑片移到  $M$  端, 使闭合开关时小灯泡两端电压为零, 保护电路元件, 同时使小灯泡两端电压从零开始调节。

(4) 根据小灯泡的  $U-I$  图像和  $R = \frac{U}{I}$  得电压为  $0.4 V$  时小灯

泡电阻为  $R_1 = \frac{0.4}{0.2} \Omega = 2 \Omega$ , 电压为  $1.2 V$  时小灯泡电阻为

$R_2 = \frac{1.2}{0.4} \Omega = 3 \Omega$ , 所以电压从  $0.4 V$  增至  $1.2 V$  的过程中小灯泡的阻值增加了  $1 \Omega$ 。

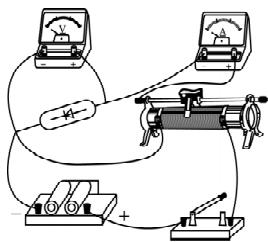
(5)  $U-I$  图像上的点与坐标原点  $(0,0)$  的连线的斜率表示电阻,由题图丙可知,图线与坐标原点  $(0,0)$  连线的斜率逐渐增大,则小灯泡的电阻随温度升高而增大。

**易错点:** 注意与  $U-I$  图线的切线斜率区分

2. (1) 乙 a (2) 见解析 (3) 不适用 适用 1.5

**【解析】**(1) 为了让电压、电流从 0 开始连续变化,滑动变阻器采用分压式接法,本实验应根据图乙来连接实物图;为了保证电路的安全,闭合开关前,滑动变阻器的滑片应置于  $a$  端。

(2) 实物连线如图所示。



(3) 半导体二极管的  $I-U$  图线不是直线,这类电学元件称为非线性元件,虽然欧姆定律不适用于非线性元件,但计算电阻的公式  $R = \frac{U}{I}$  适用于非线性元件。从  $I-U$  图线是一条曲线可以看出半导体二极管的电阻不是一个常数,当半导体二极管的电流为  $0.5 \text{ A}$  时,电压为  $3 \text{ V}$ ,则功率  $P = UI = 3 \times 0.5 \text{ W} = 1.5 \text{ W}$ 。

## 第 5 节 实验:练习使用多用电表

### 刷基础

1. **A** **【解析】**用电阻挡测电阻时,换挡则需要重新进行欧姆调零,不换挡则不需要重新进行欧姆调零,故 **A 正确**;用电阻挡测量电阻时,不可用双手捏住两表笔和电阻两端的接触处进行测量,故 **B 错误**;用两支表笔分别接电阻两端测量电阻时,因为是黑表笔跟电源正极连接,所以黑表笔接触点比红表笔接触点的电势高,故 **C 错误**;欧姆调零后,用“ $\times 100$ ”挡测量电阻的阻值,发现指针偏转角度过小,说明电阻读数较大,量程挡位选小了,为了提高测量精度,应换用“ $\times 1 \text{ k}$ ”挡,重新进行欧姆调零后再测量,故 **D 错误**。

2. **AB** **【解析】**根据多用电表“红进黑出”可知,测电压时,红表笔应接电势较高的点,即题图甲中红、黑表笔接法有误,应互换,故 **A 正确**;测电流时,电流从红表笔进入,且串联在电路中,故 **B 正确**;测电阻时,应将待测电阻与电源断开,故 **C 错误**;测二极管的反向电阻时,红表笔应接二极管正极,黑表笔应接二极管负极,故 **D 错误**。

**关键点:** 清楚多用电表内部电源的正负极是解题的关键,注意与测二极管正向电阻时多用电表两表笔的接法进行区分

3. (1) S (3) T 0 (4) ADC

**【解析】**(1) 机械调零时应旋动部件 S,使指针对准电流的“0”刻度线。

(3) 欧姆调零应旋动部件 T,使指针对准电阻的 0 刻度线。

(4) 指针偏转角度小,说明待测电阻大,所选倍率小,应改选更大的倍率,重新进行欧姆调零,所以应按 ADC 顺序操作。

4. (1) ① B ② A (2) ②  $e, f$  12.7 高温条件下灯丝电阻率变大,计算的电阻是正常工作时的高温电阻,而测量值为断电时的低温电阻

**【解析】**(1) ① 四节干电池串联之后的电压约为  $6 \text{ V}$ ,电压挡量程应选择  $10 \text{ V}$ ,故选 B。

② 测得  $c, d$  间电压约为  $5.8 \text{ V}$ ,接近电源电压,而且  $e, f$  间电压为  $0 \text{ V}$ ,由此可判断断路发生在  $c, d$  间,即 A 灯丝断开,故选 A。

(2) ②  $c, d$  间断路,测出的电阻应为无穷大,而读数为  $6 \Omega$ ,则此时测量的是  $e, f$  间的电阻,根据小灯泡的规格计算出的电阻为  $R = \frac{U}{I} = \frac{3.8 \text{ V}}{0.3 \text{ A}} \approx 12.7 \Omega$ ,不等于测量值,原因是高温条件下灯丝电阻率变大,计算的电阻是正常工作时的高温电阻,而测量值为断电时的低温电阻。

5. **B** **【解析】**二极管具有单向导电性,黑表笔接 E,红表笔接 F,电阻很小,此时二极管导通,电流从黑表笔流出,通过二极管后从红表笔流入,电流方向从 E 到 F,只有图 B 符合要求,故选 B。

**关键点拨** 本题考查了黑箱问题,多用电表内置电源正极与黑表笔相连,负极与红表笔相连;二极管加正向电压时电阻很小,加反向电压时电阻很大;知道多用电表结构与二极管特性判断出二极管的接法是解题的关键。

6. (1) da fb (2) 2 200 (3) A

**【解析】**(1) 由题图乙可知,选择“ $\times 10$ ”挡位时,指针偏转角度过小,故倍率选择偏小,应选择稍大的挡位,再进行欧姆调零,然后进行测量,最后将电表归位,正确的操作步骤为 da fb。

(2) 由题图丙可得,被测电阻的阻值为  $R_x = 22 \times 100 \Omega = 2200 \Omega$ 。

(3) 由表格中的数据可知,红、黑表笔在  $b, c$  点互换时,阻值不变,故  $b, c$  间应为定值电阻;红  $b$ 、黑  $a$  时阻值为  $80 \Omega$ ,红  $a$ 、黑  $b$  时阻值为无穷大,说明  $a, b$  间接二极管,且  $a$  端接正极,  $b$  端接负极;红  $c$ 、黑  $a$  时阻值为  $380 \Omega$ ,红  $a$ 、黑  $c$  时阻值为无穷大,可知二极管与定值电阻通过  $b$  点串联,故选 A。

## 第十一章素养检测

### 刷速度

1. **A** **【解析】**灯泡的灯丝随温度的升高电阻率增大,属于非线性元件,故 **A 正确**;电阻定律适用于粗细均匀的金属导体,也适用于浓度均匀的电解液,故 **B 错误**;电阻的电阻率与导体材料、温度有关,与电阻连接方式无关,两段相同的导线串联或并联,电阻加倍或减半,电阻率不变,故 **C 错误**;由  $R = \rho \frac{l}{S}$  可知,对于一般金属导体,电阻  $R$  取决于导体电阻率、长度和横截面积,温度越高,一般金属导体的电阻率越大,故一般金属导体的电阻与温度高低有关,故 **D 错误**。

**2. A** 【解析】设导体的电阻率为  $\rho$ , 单位体积内的自由电荷数为  $n$ , 每个电荷所带电荷量为  $q$ , 则有  $R_1 = \rho \frac{a}{bc}$ ,  $R_2 = \rho \frac{b}{ac}$ , 可得  $R_1 : R_2 = a^2 : b^2$ , 故 **A 正确**; 根据欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$ , 可得  $I_1 : I_2 = R_2 : R_1 = b^2 : a^2$ , 故 **B 错误**; 根据电流的微观表达式  $I = nqvS$ , 可得  $v_1 = \frac{I_1}{nqbc}$ ,  $v_2 = \frac{I_2}{nqac}$ , 则有  $v_1 : v_2 = b : a$ , 故 **C 错误**; 根据  $E = \frac{U}{d}$ , 可得  $E_1 = \frac{U}{a}$ ,  $E_2 = \frac{U}{b}$ , 则有  $E_1 : E_2 = b : a$ , 故 **D 错误**.

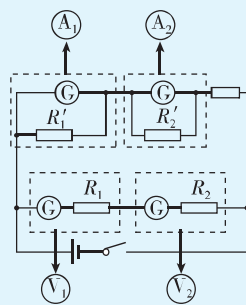
**3. B** 【解析】串联后通过  $V_1$ 、 $V_2$  的电流相同, 两表由相同的电流计改装而成, 故指针偏转角度相等, 故 **C 错误**; 由  $U = IR$ , 可知两电压表满偏时, 通过电流计的电流相同, 则两电压表的电阻之比为  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_{1m}}{U_{2m}} = \frac{1}{3}$ , 根据串联分压, 则  $U_1 : U_2 = R_1 : R_2 = 1 : 3$ , 故 **A 错误, B 正确**; 由前面分析可知, 电阻  $R$  两端的电压为  $U_R = U_1 + U_2 = 4U_1$ , 则通过电阻  $R$  的电流为  $I = \frac{U_R}{R} = \frac{4U_1}{R}$ , 故 **D 错误**.

**4. B** 【解析】根据欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$ , 可知  $I-U$  图线上各点与原点连线的斜率表示电阻的倒数, 由图像可知各点与原点连线的斜率逐渐减小, 说明该金属导体的电阻随电压的增大而增大, 故 **A、C 错误**; 该金属导体在  $M$  点对应的电压是  $2.0 \text{ V}$ , 对应的电流是  $0.3 \text{ A}$ , 则有  $R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{2.0}{0.3} \Omega \approx 6.7 \Omega$ , 故 **B 正确**; 由图像可知,  $N$  点对应的电阻是  $R_N = \frac{U_N}{I_N} = \frac{5.0}{0.5} \Omega = 10 \Omega$ , 则金属导体在  $M$  点和  $N$  点对应的电阻之比是  $R_M : R_N = 2 : 3$ , 故 **D 错误**.

**5. C** 【解析】将开关  $S$  闭合、调整  $R_2 = 0 \Omega$  时, 相当于并联了一个分流电阻  $R_1$ , 改装成电流表的量程为  $I_1 = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1} = I_g \left( 1 + \frac{R_g}{R_1} \right) = 1 \times \left( 1 + \frac{199}{1} \right) \text{ mA} = 0.2 \text{ A}$ , 故 **A 错误**; 将开关  $S$  闭合, 若要改装成量程为  $3 \text{ V}$  的电压表, 此时电阻箱  $R_2$  的阻值为  $R'_2 = \frac{U - I_g R_g}{I_g + \frac{I_g R_g}{R_1}} = \frac{3 - 1 \times 10^{-3} \times 199}{1 \times 10^{-3} + \frac{1 \times 10^{-3} \times 199}{1}} \Omega = 14.005 \Omega$ , 故 **B 错误**; 将开关  $S$  断开时, 若要改装成量程为  $3 \text{ V}$  的电压表, 此时电阻箱  $R_2$  的阻值为  $R''_2 = \frac{U}{I_g} - R_g = \left( \frac{3}{1 \times 10^{-3}} - 199 \right) \Omega = 2801 \Omega$ , 故 **C 正确, D 错误**.

**6. C**

**思路导引** 画出四个电表的内部结构, 根据电路特点进行分析.



【解析】改装成两个电流表时, 并联了不同的电阻, 而  $A_1$ 、 $A_2$  又是串联关系, 则通过  $A_1$ 、 $A_2$  的电流相等, 所以  $A_1$ 、 $A_2$  的读数相同;  $A_1$  的量程大于  $A_2$  的量程, 量程大的电流表, 并联的电阻较小, 即  $A_1$  并联的电阻所分的电流更多, 表头分的电流更少, 故  $A_1$  指针偏转角度比  $A_2$  指针偏转角度小, 故 **A、B 错误**.

**突破点:**  $A_1$ 、 $A_2$  串联, 示数相等, 指针偏转角度之比等于量程的反比

两个电压表量程不同, 即两电压表的内阻不同, 量程大的电压表内阻大,  $V_1$  的量程大于  $V_2$  的量程,  $V_1$  的内阻大于  $V_2$  的内阻, 两电压表串联, 内阻大的分压多, 即  $V_1$  的读数比  $V_2$  的读数大, 故 **C 正确**. 两个电压表串联, 则通过两个电压表的电流相等, 通过两表头的电流也相等, 所以  $V_1$ 、 $V_2$  指针的偏转角度相同, **D 错误**.

**7. AC** 【解析】当其中一个小灯泡的灯丝熔断时, 发生断路的地方电压接近电源电压  $220 \text{ V}$ , 氧化层被击穿, 细金属丝与灯丝支架导通, 其他小灯泡仍能发光, 故 **A 正确, B 错误**; 由于灯丝熔断的小灯泡相当于导线, 整个彩灯串上相当于少了一个小灯泡, 根据串联电路特点可知, 总电阻减小, 总电流略有增大, 所以彩灯串上其他小灯泡两端电压均略有增加, 故 **C 正确, D 错误**.

**8. BD** 【解析】由题意知电流表  $G$  满偏电流、内阻分别为  $I_g = 500 \mu\text{A} = 500 \times 10^{-6} \text{ A}$ 、 $R_g = 100 \Omega$ , 开关接  $a$  时量程为  $I_1 = \frac{I_g(R_g + R_2)}{R_1} + I_g$ , 开关接  $b$  时量程为  $I_2 = \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2} + I_g$ , 可知  $I_2 < I_1$ , 故开关接  $b$  时为小量程电流表, 即量程为  $0 \sim 1 \text{ mA}$ , 故 **A 错误**; 开关接  $a$  时量程为  $100 \times 10^{-3} \text{ A} = \frac{I_g(R_g + R_2)}{R_1} + I_g$ , 开关接  $b$  时量程为  $1 \times 10^{-3} \text{ A} = \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2} + I_g$ , 联立解得  $R_1 + R_2 = 100 \Omega$ ,  $\frac{R_2}{R_1} = 99$ , 故 **B 正确, C 错误**; 用量程  $0 \sim 1 \text{ mA}$  改装表测电流时, 设通过  $G$  的电流为  $I$ , 则有  $I R_g = (0.5 \text{ mA} - I)(R_1 + R_2)$ , 解得  $I = 250 \mu\text{A}$ , 故 **D 正确**.

**9. ACD** 【解析】由题图可知, 灯泡 4 两端的电压为  $4 \text{ V}$  时, 电流为  $0.4 \text{ A}$ , 可得电阻为  $R_{L4} = \frac{U_L}{I_L} = 10 \Omega$ , **A 正确**; 灯泡 3 两端的电压为  $U_3 = 6 \text{ V} - 4 \text{ V} = 2 \text{ V}$ , 则由题图可知通过灯泡 3 的电流为  $0.3 \text{ A}$ , **B 错误**; 灯泡 1 和灯泡 2 两端电压之和为  $2 \text{ V}$ , 且两灯泡完全相同, 则灯泡 1 两端电压为  $1 \text{ V}$ , **C 正确**; 由题图

可知,通过灯泡 1 的电流为 0.2 A,则通过定值电阻的电流为  $I_R = 0.2 \text{ A} + 0.3 \text{ A} - 0.4 \text{ A} = 0.1 \text{ A}$ ,定值电阻两端电压为  $U_R = 4 \text{ V}$ ,则阻值  $R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{4}{0.1} \Omega = 40 \Omega$ ,D 正确.

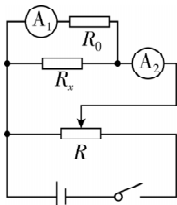
10. (1) 6.123 (6.122~6.124 均可) 10.230 (2)  $\times 1$  12

(3) 见解析 (4)  $\frac{I_1(R_0 + R_x)}{I_2 - I_1}$

【解析】(1) 金属棒的直径为  $d = 6 \text{ mm} + 12.3 \times 0.01 \text{ mm} = 6.123 \text{ mm}$ ,长度为  $L = 102 \text{ mm} + 6 \times 0.05 \text{ mm} = 102.30 \text{ mm} = 10.230 \text{ cm}$ .

(2) 用多用电表粗测金属棒的阻值,当用“ $\times 10$ ”挡时发现指针偏转角度过大,说明所选挡位偏大,所以要换成倍率较小的挡位,即“ $\times 1$ ”挡,金属棒的阻值为  $R_x = 12 \times 1 \Omega = 12 \Omega$ .

(3) 由于题目中没有给出电压表,且已知电流表  $A_1$  的内阻,则应用电流表  $A_1$  与定值电阻  $R_0$  串联后并联在金属棒两端,由于要精确测量金属棒的阻值,且电流表  $A_1$  和电阻  $R_0$  的阻值已知,故电流表  $A_2$  应选择外接法;滑动变阻器的最大阻值较小,为完成实验,滑动变阻器应采用分压式接法,设计的电路图如图所示.



(4) 由电路图及欧姆定律可得,金属棒的

$$\text{电阻为 } R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{I_1(R_0 + R_0)}{I_2 - I_1}.$$

11. (1)  $A_2$   $R_2$  (2) 甲 (3) 1.20 200

【解析】(1) 将小量程的电流表改装成电压表,需要知道电流表的量程和内阻,故电流表选  $A_2$ ;串联电阻的阻值  $R = \frac{U - I_g r_2}{I_g} = 5000 \Omega$ ,定值电阻应选  $R_2$ .

(2) 改装后的电压表内阻已知,则流过电压表的电流已知,故电流表应采用外接法,实验电路图应选甲.

(3) 由题图 2 可知,电压表读数  $U' = 1.20 \text{ V}$ ,待测电阻阻值  $R_x = \frac{U'}{I - \frac{U'}{R_2 + r_2}} = 200 \Omega$ .

12. (1)  $2 \times 10^{-4} \text{ F}$  (2)  $10 \Omega$   $6 \Omega$

【解析】(1) 在 c、d 端接一个电容器,待电路稳定时,电容器两端的电压与在 c、d 端接理想电压表时的示数相等,即  $U_c = 2.25 \text{ V}$ ,断开 S 后,电容器两端的电压相当于 a、b 两端恒定电压,即  $U'_c = 6 \text{ V}$ ,

$$\text{则电容器的电容 } C = \frac{\Delta Q}{\Delta U} = \frac{7.5 \times 10^{-4}}{6 - 2.25} \text{ F} = 2 \times 10^{-4} \text{ F}.$$

(2) a、b 端所加电压设为  $U$ ,根据题意,c、d 端接理想电流表时, $R_2$  两端的电压  $U_2 = IR_2 = 1 \text{ V}$ , $I = \frac{1}{3} \text{ A}$ ,则  $\frac{U - U_2}{R_1} = I + \frac{U_2}{R_3}$ ,c、d 端接理想电压表时,有  $\frac{U - U_3}{R_1} = \frac{U_3}{R_3}$ , $U_3 = 2.25 \text{ V}$ ,联立解得  $R_1 = 10 \Omega$ , $R_3 = 6 \Omega$ .

13. (1) 1.2 A (2)  $1.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  (3)  $4.8 \times 10^{-18} \text{ N}$

【解析】(1) 金属丝中的电流  $I = \frac{q}{t}$ ,解得  $I = 1.2 \text{ A}$ .

$$(2) \text{金属丝的电阻 } R = \frac{U}{I} = 20 \Omega,$$

$$\text{根据电阻定律 } R = \rho \frac{L}{S},$$

$$\text{代入数据解得 } \rho = 1.0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$$

$$(3) \text{金属丝内部恒定电场的电场强度大小为 } E = \frac{U}{L},$$

$$\text{一个电子在此恒定电场中所受的电场力大小 } F = eE,$$

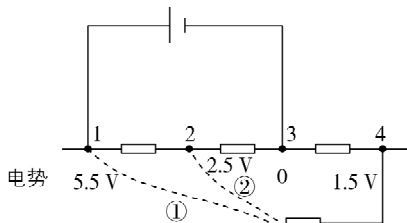
$$\text{解得 } F = 4.8 \times 10^{-18} \text{ N}.$$

## 第十一章高考强化

### 刷真题

1. B 【解析】由电阻定律  $R = \rho \frac{l}{S}$  得  $\frac{R_a}{2R_b} = \frac{l_1 S_2}{2l_2 S_1}$ ,由并联电路规律得  $\frac{I_a}{I_b} = \frac{2R_b}{R_a} = \frac{2l_2 S_1}{l_1 S_2}$ ,由  $I = nev$  得  $v_a : v_b = 2l_2 : l_1$ ,B 正确.

2. CD 【解析】画出 1、2、3、4 之间的电阻示意图,由题意可知,电势大小关系为  $\varphi_1 > \varphi_2$ 、 $\varphi_2 > \varphi_3$ 、 $\varphi_3 < \varphi_4$ ,取 3 点电势为零,标注各点电势大小,如图所示,因为接线柱之间接了一直流电源,所以电源负极一定接在接线柱 3,1 点电势最高,接电源正极;还有一电阻接在中间,很明显 4 点电势较小,应当由更高电势的点接电阻再到 4,故 1 接线柱和 2 接线柱均有可能,综上,电源接在 1、3 之间,R 接在 1、4 或者 2、4 之间,C、D 正确.



### 一题多解

| 选项                       | 电路图 | 分析                                    | 正误           |
|--------------------------|-----|---------------------------------------|--------------|
| A. 电源接在 1、4 间,R 接在 1、3 间 |     | $U_{12}$ 、 $U_{23}$ 、 $U_{34}$ 同为正值   | $\times$     |
| B. 电源接在 1、4 间,R 接在 2、4 间 |     | $U_{12}$ 、 $U_{23}$ 、 $U_{34}$ 同为正值   | $\times$     |
| C. 电源接在 1、3 间,R 接在 1、4 间 |     | $U_{12}$ 、 $U_{23}$ 为正值, $U_{34}$ 为负值 | $\checkmark$ |
| D. 电源接在 1、3 间,R 接在 2、4 间 |     | $U_{12}$ 、 $U_{23}$ 为正值, $U_{34}$ 为负值 | $\checkmark$ |

3. (1) M (2) 4 000 (3)  $\frac{U}{I} - R_1 - R_2$  (4) A (5) 0.86

【解析】(1) 为了保护电流表 G,闭合  $S_1$  瞬间电流表 G 应被短



路,故滑片  $P$  应移至  $M$  端。

(2)  $S_2$  接  $b$  时,改装电压表量程为  $1\text{ V}$ ,故  $1\text{ V} = I_g(R_g + R_1)$ ,  $S_2$  接  $a$  时,改装电压表量程为  $3\text{ V}$ ,故  $3\text{ V} = I_g(R_g + R_1 + R_2)$ ,把  $I_g = 500\text{ }\mu\text{A}$ 、 $R_g = 800\text{ }\Omega$ 、 $R_1 = 1\text{ }200\text{ }\Omega$  代入,解得  $R_2 = 4\text{ }000\text{ }\Omega$ 。

(3)  $S_2$  接  $a$  时,有  $U = I(R_g + R_1 + R_2)$ ,可得  $R_g = \frac{U}{I} - R_1 - R_2$ 。

(4)若改装后电压表读数始终比标准电压表读数偏大,说明电流表  $G$  与电阻箱串联后,电流表  $G$  分流较大,故增大电阻箱  $R_1$  的阻值即可。

(5)  $S_2$  与  $b$  连接,题图(2)中电流表  $G$  的示数为  $430\text{ }\mu\text{A}$ ,改装后电压表量程为  $1\text{ V}$ ,则有  $\frac{500\text{ }\mu\text{A}}{1\text{ V}} = \frac{430\text{ }\mu\text{A}}{U}$ ,解得  $U = 0.86\text{ V}$ 。

### 方法总结

|         | 改装成电压表                    | 改装成电流表                        |
|---------|---------------------------|-------------------------------|
| 电路      |                           |                               |
| $R$ 的作用 | 分压                        | 分流                            |
| $R$ 的阻值 | $R = \frac{U}{I_g} - R_g$ | $R = \frac{I_g}{I - I_g} R_g$ |
| 电表的总电阻  | $R_V = R_g + R$           | $R_A = \frac{R_g R}{R_g + R}$ |

4. (1) ①见解析 ②  $b$  ③  $c$  (2) ①见解析 ②  $\frac{U_c}{I_c} - \frac{U_d}{I_d}$

【解析】(1) ①为了使连线不交叉,则电流表外接时  $S_2$  接  $c$  端,电流表内接时  $S_2$  接  $d$  端,电路连接如图 1 所示;

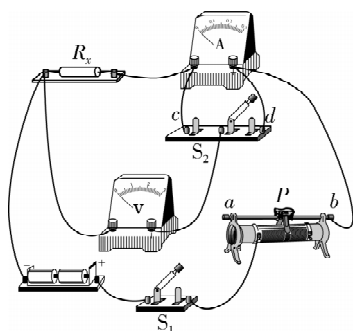


图 1

②由于滑动变阻器采用限流式接法,闭合  $S_1$  前,滑动变阻器的滑片  $P$  应置于  $b$  端;

③闭合  $S_1$  后,将  $S_2$  分别接  $c$  和  $d$  端,观察到这两种情况下电压表的示数有变化、电流表的示数基本不变,所以电流表分压比较显著,电压表分流不明显,所以电流表采用外接法,测量电阻时  $S_2$  应该接  $c$  端。

(2) ①为了消除(1)中实验电表引入的误差,该小组又设计的电路如图 2 所示;

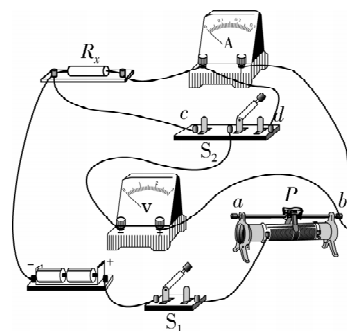


图 2

②将  $S_2$  接  $d$  端时求出电流表的内阻为  $R_A = \frac{U_d}{I_d}$ ,将  $S_2$  接  $c$  端

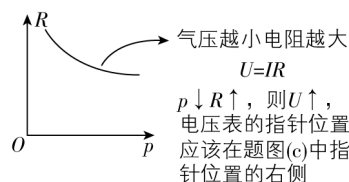
时求出电流表内阻与待测电阻的阻值之和为  $R_A + R_x = \frac{U_c}{I_c}$ ,待

测电阻阻值为  $R_x = \frac{U_c}{I_c} - \frac{U_d}{I_d}$ 。

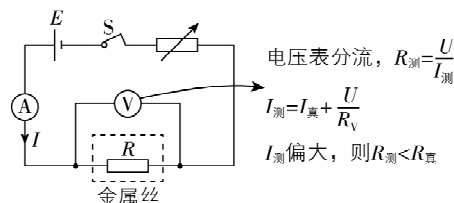
5. (1) 1.23 12.3 (4) 右 (5) 小于

【解析】(1) 电压表量程为  $3\text{ V}$ ,分度值为  $0.1\text{ V}$ ,电压表读数需估读一位,为  $1.23\text{ V}$ ,则金属丝阻值的测量值  $R = \frac{U}{I} = 12.3\text{ }\Omega$ 。

(4)



(5)



6. (1)  $a$  (2)  $0.377$  (或  $0.378$  或  $0.379$ ) (3)  $I-U_{ac}$  (4) 甲

【解析】(1) 电流从红表笔流入多用电表,故红表笔应连  $a$  点。

(2) 多用电表选择开关旋转到直流电压挡“ $0.5\text{ V}$ ”位置,由题图(c)知电表的读数为  $0.377\text{ V}$ 。

(3) 结合题图(a),根据串联分压知,电流表示数相同时,  $U_{ab} < U_{ac}$ ,故题图(b)中乙是  $I-U_{ac}$  曲线。

(4) 当此元件阻值较小时,电路中电流较大,由题图(b)知甲曲线与  $I-(U_{ac}-U_{bc})$  曲线更接近。

### 刷原创

1. (1) C (2)  $R_3$   $a$  (3) 零刻度处  $\frac{R_2 R_0}{R_1}$  (4)  $\frac{4R_1 h}{\pi R_2 R_0 d^2}$  低

【解析】(1) 测量圆柱体玻璃管的内径,需要用游标卡尺, C 正确。

(2) 由题图可知,滑动变阻器采用分压式接法,为了操作方便,滑动变阻器应选用最大阻值较小的  $R_3$ ,闭合开关前,为了保护电路,滑片应置于  $a$  端。

(3) 该实验用电桥法测电阻,调节电阻箱,使电流计指针稳定

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