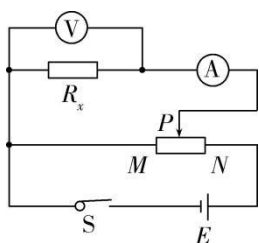
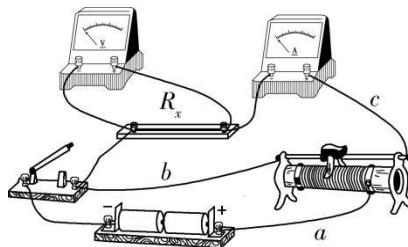


课时作业 51 测量金属的电阻率

1. [2023·北京卷·15(2)]采用图甲所示的电路图来测量金属丝 R_x 的电阻率。



甲



乙

- ① 实验时，闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑片 P 应处在_____（选填“ M ”或“ N ”）端。
- ② 按照图甲连接实物图，如图乙所示。闭合开关前检查电路时，发现有一根导线接错，该导线为_____（选填“ a ”“ b ”或“ c ”）。若闭合开关，该错误连接会带来_____的问题。

【答案】① M

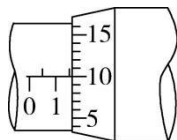
② b ； R_x 被短路，无法测量

【解析】

- ① 闭合开关 S 瞬间，应使得 R_x 上的电压最小，所以闭合开关 S 前，滑动变阻器的滑片 P 应处在 M 端。
- ② 导线 b 的右端应接在滑动变阻器的左下接线柱上，图中导线 b 的右端接在了滑动变阻器的左上接线柱上，所以导线 b 接错。该错误连接带来的问题是 R_x 被短路，移动滑片时 R_x 两端电压和流过 R_x 的电流均为零，无法测量。

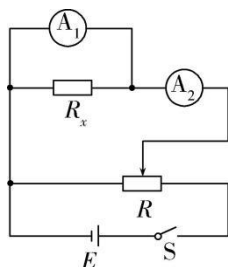
2. [2024·四川成都模拟]为测量金属丝电阻率，某同学先利用螺旋测微器测量了该金属丝的直径。

(1) 如图甲所示，则其读数为 $D =$ _____cm。



甲

(2) 该同学设计了如图乙所示的电路对金属丝电阻 R_x 进行测量, 已知电流表 A_1 内阻为 r_1 、示数为 I_1 ; 电流表 A_2 内阻为 r_2 、示数为 I_2 , 则待测电阻的表达式为 $R_x =$ _____ (选用已知量字母表示)。



乙

(3) 若测得该金属丝电阻 $R_x = 0.4\Omega$, 长度为 $L = 31.4\text{cm}$, 直径已经在(1)中测出, 则该金属丝的电阻率为 $\rho =$ _____ (π 取 3.14)。

【答案】 (1) 0.1600

(2) $\frac{I_1 r_1}{I_2 - I_1}$

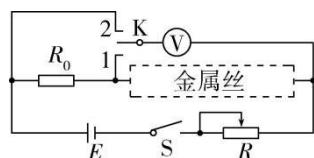
(3) $2.56 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$

【解析】

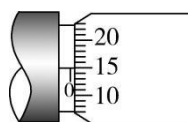
(2) 由串并联关系可知 $R_x = \frac{U_x}{I_x}$, $U_x = I_1 r_1$, $I_x = I_2 - I_1$, 联立解得 $R_x = \frac{I_1 r_1}{I_2 - I_1}$;

(3) 由电阻定律可知 $\rho = R_x \frac{S}{L} = R_x \frac{\pi(\frac{d}{2})^2}{L} = 2.56 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

3. [2023·全国乙卷·23, 10分]一学生小组测量某金属丝(阻值约十几欧姆)的电阻率。现有实验器材:螺旋测微器、米尺、电源 E 、电压表(内阻非常大)、定值电阻 R_0 (阻值 10.0Ω)、滑动变阻器 R 、待测金属丝、单刀双掷开关 K 、开关 S 、导线若干。图甲是学生设计的实验电路原理图。完成下列填空:



甲



乙

(1) 实验时, 先将滑动变阻器 R 接入电路的电阻调至最大, 闭合 S 。

(2) 将 K 与1端相连, 适当减小滑动变阻器 R 接入电路的电阻, 此时电压表读数记为 U_1 , 然后将 K 与2端相连, 此时电压表读数记为 U_2 。由此得到流过待测

金属丝的电流 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ ，金属丝的电阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（结果均用 R_0 、 U_1 、 U_2 表示）

(3) 继续微调 R ，重复 (2) 的测量过程，得到多组测量数据，如表所示。

$U_1(\text{mV})$	0.57	0.71	0.85	1.14	1.43
$U_2(\text{mV})$	0.97	1.21	1.45	1.94	2.43

(4) 利用上述数据，得到金属丝的电阻 $r = 14.2\Omega$ 。

(5) 用米尺测得金属丝长度 $L = 50.00\text{cm}$ 。用螺旋测微器测量金属丝不同位置的直径，某次测量的示数如图乙所示，该读数为 $d = \underline{\hspace{1cm}}\text{mm}$ 。多次测量后，得到直径的平均值恰与 d 相等。

(6) 由以上数据可得，待测金属丝所用材料的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{1cm}} \times 10^{-7}\Omega \cdot \text{m}$ 。（保留 2 位有效数字）

【答案】 $\frac{U_2 - U_1}{R_0}$ ； $\frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$ ； 0.150； 5.0

【解析】 (2) 当开关 K 接 1 端时，电压表测量金属丝两端的电压，当开关 K 接 2 端时，电压表测量定值电阻和金属丝两端的总电压，所以两次电压表的示数的差值就是定值电阻两端的电压，由欧姆定律就可以算出流过待测金属丝的电流

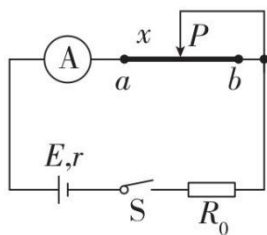
$I = \frac{U_2 - U_1}{R_0}$ 。此时金属丝两端的电压等于 U_1 ，由欧姆定律可知，金属丝的电阻 $r =$

$$\frac{U_1}{I} = \frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}。$$

(5) 螺旋测微器读数时要估读，由题图可得读数为 0.150mm 。

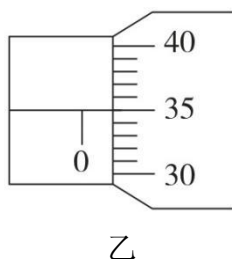
(6) 由电阻定律 $r = \frac{\rho L}{S}$ ， $S = \frac{\pi d^2}{4}$ ，代入数据可得电阻率 $\rho \approx 5.0 \times 10^{-7}\Omega \cdot \text{m}$ 。

4. [2024·河北保定二模] 为了测量电阻丝的电阻率 ρ ，某同学设计了如图甲所示的电路，电路中的 ab 是一段电阻率较大、粗细均匀的电阻丝，保护电阻 $R_0 = 5.0\Omega$ ，电源电动势 $E = 3.0\text{V}$ ，电流表的内阻可忽略不计，滑片 P 与电阻丝始终接触良好。

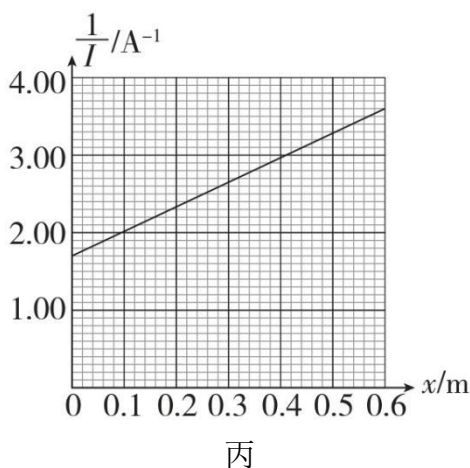


甲

(1) 实验中用螺旋测微器测得电阻丝的直径如图乙所示，其示数为
 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm。



(2) 实验时闭合开关 S ，调节滑片 P 的位置，分别测量出每次实验中 a 、 P 间的长度 x 及对应的电流 I ，实验获得多组数据后，以 $\frac{1}{I}$ 为纵轴、 x 为横轴，描点作出的图像如图丙所示，则该图像的斜率的表达式为 $k = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中的字母表示)，电阻丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (结果保留 2 位有效数字) $\Omega \cdot \text{m}$ ，若丙图中纵轴上的截距为 b ，则电源的内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 b 、 E 和 R_0 表示)。



【答案】 (1) 0.350

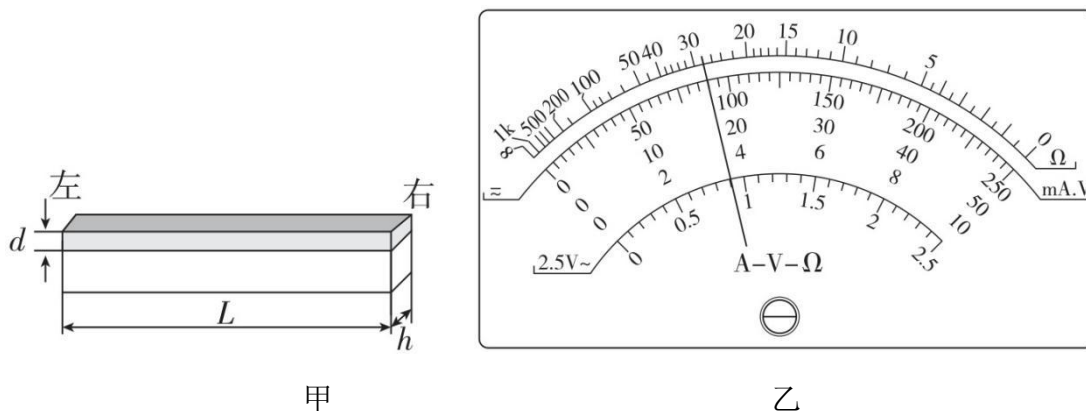
(2) $\frac{4\rho}{\pi d^2 E}$; 9.1×10^{-7} ; $bE - R_0$

【解析】

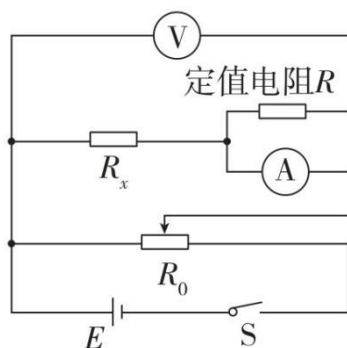
(1) 实验中用螺旋测微器测得电阻丝的直径如题图乙所示，其示数为 $d = 0 + 35.0 \times 0.01\text{mm} = 0.350\text{mm}$ 。

(2) 由闭合电路欧姆定律，可得 $I = \frac{E}{r+R_0+R}$ ，又 $R = \rho \frac{x}{\pi(\frac{d}{2})^2}$ ，整理可得 $\frac{1}{I} = \frac{r+R_0}{E} + \frac{4\rho}{\pi d^2 E} \cdot x$ ，则该图像的斜率的表达式为 $k = \frac{4\rho}{\pi d^2 E}$ ；电阻丝的电阻率 $\rho = \frac{\pi k d^2 E}{4}$ ，其中 $k = \frac{3.6-1.7}{0.6} = \frac{19}{6}$ ，联立解得 $\rho \approx 9.1 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ ；若题图丙中纵轴上的截距为 b ，则 $\frac{r+R_0}{E} = b$ ，解得 $r = bE - R_0$ 。

5. [2024·广东广州三模]掺氧化锡(ITO)玻璃由一层厚度均匀的具有导电性能的薄膜和不导电的玻璃基板构成,在太阳能电池研发等多个领域有重要应用。为测量薄膜的厚度 d ,进行如下操作:



- (1) 如图甲是一块长度为 L 、宽度为 h 的长条形 ITO 玻璃。
- (2) 先使用多用电表的欧姆挡粗测,选择开关置于“ $\times 1$ ”挡,进行__调零后,将红黑表笔接在薄膜左右两端面中点,示数如图乙所示,读得电阻 $R_x = \Omega$ 。
- (3) 为进一步测得准确值,设计如图丙所示的电路,器材如下:



丙

- A. 电源 E (电动势为 $3V$, 内阻可忽略)
- B. 电压表 V (量程 $0\sim 3V$, 内阻约 $1k\Omega$)
- C. 电流表 A (量程 $0\sim 10mA$, 内阻 $R_A = 9\Omega$)
- D. 滑动变阻器 R_0 (最大阻值为 10Ω)
- E. 定值电阻 $R_1 = 1\Omega$
- F. 定值电阻 $R_2 = 100\Omega$
- G. 开关一个, 导线若干

为较好地完成实验，定值电阻 R 应选_____（选填“ R_1 ”或“ R_2 ”）。

（4）实验中，当滑片位于变阻器中间时，电流表示数为 I_0 ；若滑片滑到变阻器最右端，则电流表的读数增加量___（选填“大于”“小于”或“等于”） I_0 。当滑片置于恰当位置时，电压表读数为 U ，电流表读数为 I ，则薄膜的电阻的表达式为 $R_x =$ _____（用 U 、 I 、 R_A 和 R 表示）。

（5）为测得该薄膜的厚度 d ，除了上述测得的物理量和题中的已知量，还需要知道的物理量是该薄膜的_____。（用文字表述）

【答案】 欧姆； 28； R_1 ； 大于； $\frac{(U-IR_A)R}{I(R+R_A)}$ ； 电阻率

【解析】（2）先使用多用电表的欧姆挡粗测，选择开关置于“ $\times 1$ ”挡，进行欧姆调零后，将红黑表笔接在薄膜左右两端面中点，示数如图乙所示，读得电阻 $R_x = 28\Omega$ 。

（3）根据欧姆定律得 $I_m = \frac{U_m}{R_x} = \frac{3}{28}A \approx 0.107A = 107mA$ ，可知需要扩大电流表的量程到原来的10倍，由 $I_g R_g = (10I_g - I_g)R$ ，解得 $R = 1\Omega$ ，故选 R_1 。

（4）实验中，当滑片位于变阻器中间时，由于测量电路与变阻器左半部分并联，其电阻小于变阻器总阻值的一半，所分电压也小于电源电动势的一半，若滑片滑到变阻器最右端，测量电路的电压为电源电动势，所以电流表的读数增加量大于 I_0 。由欧姆定律可得， $R_x = \frac{U-IR_A}{I+\frac{IR_A}{R}} = \frac{(U-IR_A)R}{I(R+R_A)}$ 。

（5）根据电阻定律，有 $R_x = \rho \frac{L}{hd}$ ，联立解得 $d = \frac{I\rho L(R+R_A)}{(U-IR_A)hR}$ ，可知为测得该薄膜的厚度 d ，除了上述测得的物理量和题中的已知量，还需要知道的物理量是该薄膜的电阻率。

课时作业 52 测量电阻的其他常见方法

1. 某同学为测定电阻 R_x （约 90Ω ）的阻值，实验室提供以下实验器材：

A. 电流表 A_1 （量程为 $0\sim 90mA$ ，内阻 $r_1 = 10\Omega$ ）

B. 电流表 A_2 （量程为 $0\sim 15mA$ ，内阻 $r_2 = 30\Omega$ ）

C. 电流表 A_3 （量程为 $0\sim 0.6A$ ，内阻 r_3 约为 0.2Ω ）

D. 电压表 V （量程为 $0\sim 6V$ ，内阻约为 $10k\Omega$ ）

E.定值电阻 $R_0 = 20\Omega$

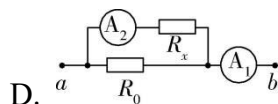
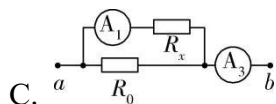
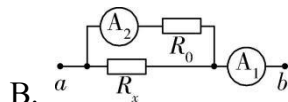
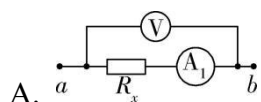
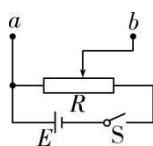
F.滑动变阻器 R ，最大阻值约为 10Ω

G.电源 E （电动势为 $1.5V$ ，内阻很小）

H.开关 S 、导线若干

测量要求电表读数不得小于量程的三分之一。

（1）该同学设计了如图所示的部分电路以后，又给出了以下四种设计方案准备接入 a 、 b 两点之间，其中合理的是_____；



（2）根据所选择的电路，说明实验中应测物理量为

_____，写出测定电阻 R_x 阻值的字母表达式为 $R_x =$ _____。

【答案】（1） D

（2） 电流表 A_1 与电流表 A_2 的读数 I_1 和 I_2 ； $\frac{(I_1 - I_2)R_0}{I_2} - r_2$

【解析】

（1） 因为电源电动势 $E = 1.5V$ ，电压表量程为 $0\sim 6V$ ，指针偏角过小，误差较大，不能用电压表；电流表 A_3 的量程太大，导致指针偏角较小，误差较大，舍去； A_1 量程比 A_2 的大，故应将电流表 A_1 放在干路， A_2 放在支路，因为 R_x 的阻值约为 90Ω ，定值电阻 $R_0 = 20\Omega$ ，电流表 A_2 内阻 $r_2 = 30\Omega$ ，故为了使电表读数不小于量程的 $\frac{1}{3}$ ，应将 R_x 与电流表 A_2 串联后再并上定值电阻 R_0 。故选 D。

（2） 根据（1）中所选电路，实验中应测物理量为电流表 A_1 与电流表 A_2 的读数 I_1 和 I_2 ，根据串、并联电路特点结合欧姆定律可得 $(I_1 - I_2)R_0 = I_2(R_x + r_2)$ ，解得

$$R_x = \frac{(I_1 - I_2)R_0}{I_2} - r_2。$$

2. 某实验小组利用如图甲所示的电路测量电流表 A 的内阻，可选用的器材有：

A. 待测电流表 A（量程为 $0\sim 1\text{mA}$ ，内阻 r_g 约为 100Ω ）

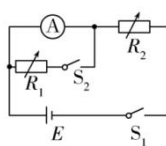
B. 电阻箱 R_1 （最大阻值为 999.9Ω ）

C. 电阻箱 R_2 （最大阻值为 99999.9Ω ）

D. 电源 E_1 （电动势约为 6V ）

E. 电源 E_2 （电动势约为 12V ）

F. 开关、导线若干

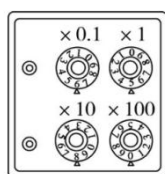


甲

(1) 按图甲电路，闭合开关 S_1 前，应将 R_2 调到最大；合上开关 S_1 ，调节 R_2 使电流表满偏。

(2) 再闭合开关 S_2 ，调节 R_1 ，使电流表半偏，此过程中 R_2 应_____。

(3) 实验中 R_1 的示数如图乙所示，被测电流表的内阻 $r_g = \underline{\quad}\Omega$ 。



乙

(4) 关于实验测量误差的分析正确的是。

A. 测得的电流表内阻偏大

B. 测得的电流表内阻偏小

C. 为减小测量误差应选择电动势大的电源

D. 为减小测量误差应选择电动势小的电源

(5) 若要将已测内阻的电流表改装成量程为 $0\sim 1.5\text{V}$ 的电压表，则与其连接的电阻阻值为_____ Ω ，为校准该电压表，用笔画线代替导线完成校准电路的实物图连接。



【答案】 (2) 保持不变

(3) 85.6

(4) BC

(5) 1414.4; 见解析

【解析】

(2) 本实验采用半偏法测电阻，闭合 S_2 后，调节 R_1 ，使电流表半偏，此过程 R_2 应保持不变。

(3) 当电流表半偏时，可认为通过 R_1 和电流表的电流近似相等，所以 $r_g = R_1 = 85.6\Omega$ 。

(4) 本实验采用半偏法测电流表内阻，认为在闭合开关 S_2 并调节 R_1 使电流表半偏后干路电流不变，但 R_1 接入电路后，电路总电阻减小，干路电流会增大，所以当电流表半偏时，通过 R_1 的实际电流大于 $\frac{I_g}{2}$ ，则此时 R_1 的阻值小于 r_g ，即测得的电流表内阻偏小，故 A 错误，B 正确；根据前面分析可知， R_2 接入电路的阻值越大，闭合开关 S_2 并调节 R_1 使电流表半偏后，干路电流的变化越小，系统误差越小，故应选择电动势大的电源，C 正确，D 错误。

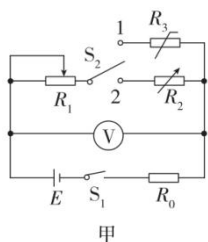
(5) 根据电表改装原理可知与电流表连接的电阻阻值为

$R = \frac{U}{I_g} - r_g = 1414.4\Omega$ ，电流表应与定值电阻串联，标准电压表应并联在改装的电压表两端。为了使两个电表的示数从零开始变化，从而实现校准目的，滑动变

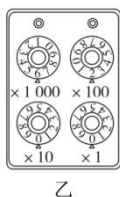


阻器应采用分压式接法。实物图如图所示。

3. [2024·贵州贵阳模拟]晓宇同学利用如图甲所示的电路探究了热敏电阻 R_3 的特性。实验时：

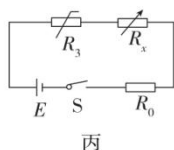


(1) 晓宇将开关 S_1 闭合，单刀双掷开关 S_2 扳到 1，移动滑动变阻器的滑片，读出电压表的示数 U ；保持滑片的位置不变，将单刀双掷开关 S_2 扳到 2，调节电阻箱 R_2 ，使电压表的示数仍为 U ，电阻箱的示数如图乙所示，则热敏电阻 R_3 的阻值为_____ Ω ；



(2) 晓宇同学通过查阅资料了解到，该规格热敏电阻的阻值随温度的变化规律为 $R_T = \frac{144000}{t} + 200(\Omega)$ ，其中 t 为环境的摄氏温度，则第(1)问中，热敏电阻 R_3 所处环境的温度为___ $^{\circ}\text{C}$ （结果保留 1 位小数）；

(3) 晓宇同学了解热敏电阻的特性后，设计了如图丙所示的报警电路：电源电动势为 30V、内阻可忽略，电阻箱 R_x 的最大阻值为 5k Ω ，电路中的电流达到 4mA，报警装置开启；当电阻箱 R_x 的阻值调为 0，环境温度达到 80 $^{\circ}\text{C}$ 时电路中的电流为 6mA，则保护电阻 R_0 的阻值为_____ Ω ；若要报警装置在环境温度为 50 $^{\circ}\text{C}$ 时开启，电阻箱 R_x 的阻值应该设为_____ Ω 。



【答案】 (1) 6 200

(2) 24.0

(3) 3 000; 1 420

【解析】

(1) 由图乙可知，电阻 R_3 阻值为 $6 \times 1000\Omega + 2 \times 100\Omega = 6200\Omega$ 。

(2) 热敏电阻阻值随温度变化规律为 $R_T = \frac{144000}{t} + 200(\Omega)$ ，则阻值为 6200 Ω 时，温度为 $t = 24.0^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 当环境温度为 80°C 时, 由 $R_T = \frac{144000}{t} + 200(\Omega)$ 可得, $R_3 = 2000\Omega$, 电路电流为 6mA , 总电阻为 $R = \frac{E}{I} = 5000\Omega$, 故保护电阻 $R_0 = 3000\Omega$; 当环境温度为 50°C 时, $R'_3 = 3080\Omega$, 总电阻 $R' = \frac{E}{I'} = 7500\Omega$, 则电阻箱 R_x 的阻值为 1420Ω 。

4. [2022·山东卷·14, 8分]某同学利用实验室现有器材, 设计了一个测量电阻阻值的实验。实验器材:

干电池 E (电动势 1.5V , 内阻未知);

电流表 A_1 (量程 10mA , 内阻为 90Ω);

电流表 A_2 (量程 30mA , 内阻为 30Ω);

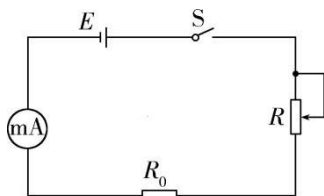
定值电阻 R_0 (阻值为 150Ω);

滑动变阻器 R (最大阻值为 100Ω);

待测电阻 R_x ;

开关 S , 导线若干。

测量电路如图所示。



(1) 断开开关, 连接电路, 将滑动变阻器 R 的滑片调到阻值最大一端, 将定值电阻 R_0 接入电路; 闭合开关, 调节滑片位置, 使电流表指针指在满刻度的 $\frac{1}{2}$ 处。

该同学选用的电流表为 _____ (选填 “ A_1 ” 或 “ A_2 ”); 若不考虑电池内阻, 此时滑动变阻器接入电路的电阻值应为 Ω 。

(2) 断开开关, 保持滑片的位置不变, 用 R_x 替换 R_0 , 闭合开关后, 电流表指针指在满刻度的 $\frac{3}{5}$ 处, 则 R_x 的测量值为 $___\Omega$ 。

(3) 本实验中未考虑电池内阻, 对 R_x 的测量值 (选填 “有” 或 “无”) 影响。

【答案】 (1) A_1 ; 60

(2) 100

(3) 无

【解析】

(1) 回路中的电流 $I < \frac{E}{R_0} = 10\text{mA}$ ，即不可能使 A_2 半偏，故选用的电流表为 A_1 ；

当 A_1 半偏时，回路中的电流 $I = 5\text{mA}$ ，若不考虑电池内阻，有 $I = \frac{E}{R_0 + R_{A1} + R}$ ，代入数据解得此时滑动变阻器接入电路的阻值 $R = 60\Omega$ 。

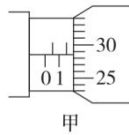
(2) 电流表指针指在满刻度的 $\frac{3}{5}$ 处，此时回路中的电流 $I' = 6\text{mA}$ ，由

$$I' = \frac{E}{R_x + R_{A1} + R}，解得 R_x = 100\Omega。$$

(3) 若考虑电池内阻，则 $I = \frac{E}{R_0 + R_{A1} + R + r}$ ， $I' = \frac{E}{R_x + R_{A1} + R + r}$ ，其中 $R_{A1} + R + r$ 不变，故未考虑电池内阻，对 R_x 的测量值无影响。

5. [2024·广东广州模拟] 小星同学发现家里有一卷标称为 100m 的铜导线，他想在不拆散导线的情况下测定该导线的实际长度，通过查找资料得知该导线电阻率 $\rho = 1.78 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ 。

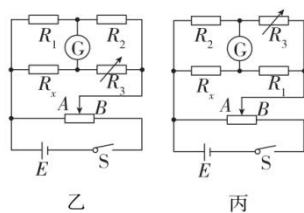
(1) 该同学剥去导线一端的绝缘皮，用螺旋测微器测得导线的直径 d ，如图甲所示，则铜导线的直径为 $d = \underline{\hspace{1cm}}\text{mm}$ 。



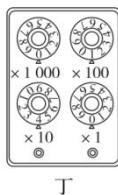
(2) 该同学想通过实验测导线的总电阻，可供选择的实验器材有：

- A. 待测导线一卷 R_x (长约为 100m)
- B. 标准电阻 R_1 (阻值为 1Ω ，允许通过的最大电流为 2A)
- C. 标准电阻 R_2 (阻值为 100Ω ，允许通过的最大电流为 0.5A)
- D. 灵敏电流计 G (量程为 $0 \sim 300\mu\text{A}$)
- E. 电阻箱 R_3 ($0 \sim 9999\Omega$ ，允许通过的最大电流为 0.5A)
- F. 滑动变阻器 (最大阻值为 20Ω ，允许通过的最大电流为 2A)
- G. 电源 (电动势 3.0V，内阻约为 0.2Ω)
- H. 开关，导线若干

① 实验电路应选图 (选填“乙”或“丙”) 所示电路。



- ②开关闭合前，滑动变阻器滑片应置于_____（选填“*A*”或“*B*”）端。
- ③多次调节滑动变阻器和电阻箱，使电流计指针稳定时指向中央零刻度线位置。
- ④电阻箱示数如图丁所示，电阻箱接入电路的阻值 $R_3 = \underline{\quad\quad} \Omega$ 。



(3) 导线的长度的表达式为 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ρ 和 d 表示）。

【答案】 (1) 1.785

(2) 丙；*A*；140

(3) $\frac{\pi d^2 R_1 R_2}{4 \rho R_3}$

【解析】

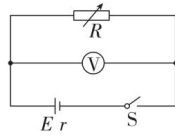
(1) 铜导线的直径为 $d = 1.5\text{mm} + 28.5 \times 0.01\text{mm} = 1.785\text{mm}$ 。

(2) ①该实验用电桥电路测量电阻，当灵敏电流计示数为零时，电桥电路平衡，根据电桥电路平衡条件可知，实验电路应选图丙所示电路。②开关闭合前，滑动变阻器滑片应置于*A*端。④电阻箱接入电路的阻值 $R_3 = 140\Omega$ 。

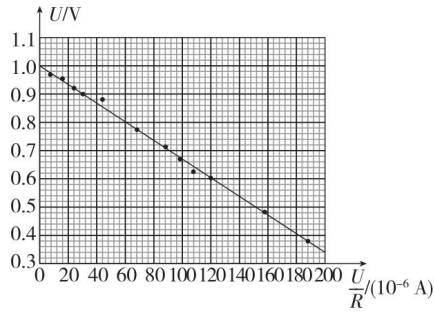
(3) 图丙所示电路中，当电流计读数为零时， $\frac{R_2}{R_x} = \frac{R_3}{R_1}$ ， $R_x = \rho \frac{L}{S} = \frac{4\rho L}{\pi d^2}$ ，导线长度的表达式为 $L = \frac{\pi d^2 R_1 R_2}{4 \rho R_3}$ 。

课时作业 53 测量电源的电动势和内阻

1. [2024·北京卷·15(3)，4分]某兴趣小组利用铜片、锌片和橘子制作了水果电池，并用数字电压表（可视为理想电压表）和电阻箱测量水果电池的电动势 E 和内阻 r ，实验电路如图甲所示。连接电路后，闭合开关 S ，多次调节电阻箱的阻值 R ，记录电压表的读数 U ，绘出 $U - \frac{U}{R}$ 图像，如图乙所示，可得：该电池的电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ V，内阻 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ k Ω 。（结果保留 2 位有效数字）



甲



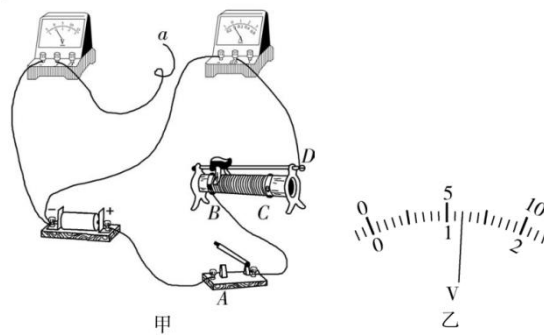
乙

【答案】 1.0; 3.3

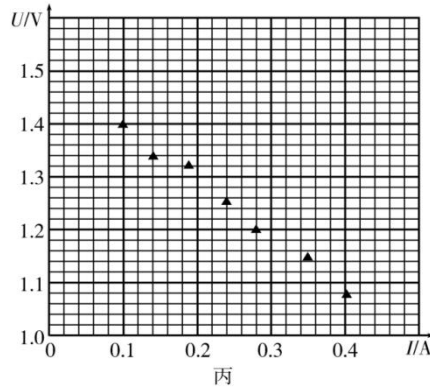
【解析】 由闭合电路欧姆定律得 $E = U + \frac{U}{R}r$, 即 $U = -\frac{U}{R}r + E$, 结合题图可得 $E = 1.0\text{V}$, $r = |k| = \frac{1.0-0.34}{200 \times 10^{-6}} \Omega = 3.3\text{k}\Omega$ 。

2. [2023·浙江6月选考卷·16-II, 5分] 在“测量干电池的电动势和内阻”实验中

(1) 部分连线如图甲所示, 导线a端应连接到_____ (选填“*A*” “*B*” “*C*” 或 “*D*”) 接线柱上。正确连接后, 某次测量中电压表指针位置如图乙所示, 其示数为__V。



(2) 测得的7组数据已标在如图丙所示 $U - I$ 坐标系上, 用作图法求干电池的电动势 $E = \underline{\quad}\text{V}$ 和内阻 $r = \underline{\quad}\Omega$ 。(计算结果均保留2位小数)



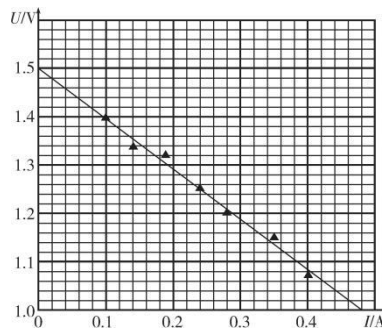
【答案】 (1) B; 1.20

(2) 1.50; 1.04

【解析】

(1) 电压表测量路端电压，开关需要控制所有元件，可知导线a端应该接B接线柱；电压表分度值为0.1V，示数为1.20V。

(2) 根据已知数据连线作图如图所示，根据闭合电路欧姆定律知 $U = E - Ir$ ，

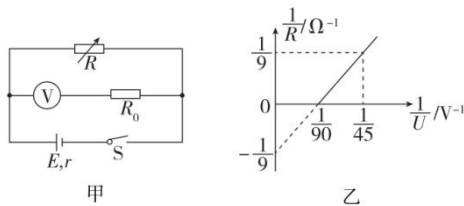


则 $E = 1.50\text{V}$ ， $r = \frac{1.5-1.0}{0.48}\Omega \approx 1.04\Omega$ 。

3. [2024·甘肃酒泉三模]某兴趣小组为了测量某电动汽车上安装的电池的电动势 $E(300\sim 400\text{V})$ 和内阻 $r(0\sim 10\Omega)$ ，利用实验室现有器材进行实验。

(1) 实验室只有一个量程为 $0\sim 100\text{V}$ 、内阻为 $R_V = 5\text{k}\Omega$ 的电压表，现把此电压表改装成量程为 $0\sim 400\text{V}$ 的电压表，需___(选填“串联”或“并联”)一个阻值为 $R_0 = \text{ k}\Omega$ 的电阻，然后再测量电池的电动势和内阻。

(2) 该兴趣小组将电阻箱 R 和改装后的电压表(电压表的表盘没有改变，示数记为 U)连接成如图甲所示的电路，来测量该电池的电动势和内阻，根据电阻箱接入电路的阻值 R 和电压表的示数 U 作出 $\frac{1}{R} - \frac{1}{U}$ 图像，如图乙所示，则该电池的电动势 $E = \underline{\quad}\text{V}$ 、内阻 $r = \underline{\quad}\Omega$ 。



(3) 由实验可知, 电池电动势的测量值__ (选填“大于”“等于”或“小于”) 真实值; 内阻的测量值__ (选填“大于”“等于”或“小于”) 真实值。

【答案】 (1) 串联; 15

(2) 360; 9

(3) 小于; 小于

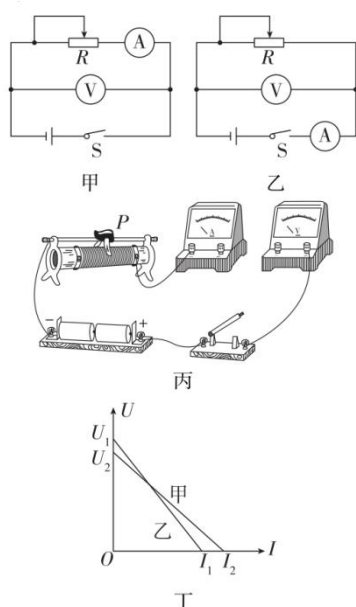
【解析】

(1) 根据电表改装原理可知, 将小量程电压表改装成大量程电压表需要串联较大电阻, 该串联电阻阻值为 $R_0 = \frac{U-U_V}{I_V} = \frac{U-U_V}{\frac{U_V}{R_V}} = 15\text{k}\Omega$ 。

(2) 根据闭合电路欧姆定律可得 $4U = E - \frac{4U}{R} \cdot r$, 整理可得 $\frac{1}{R} = \frac{E}{4r} \cdot \frac{1}{U} - \frac{1}{r}$, 结合图像可得 $\frac{E}{4r} = \frac{1}{90} \text{ A}$, $\frac{1}{r} = \frac{1}{9} \text{ }^{-1}$, 联立解得 $E = 360\text{V}$, $r = 9\Omega$ 。

(3) 根据等效法, 将电压表和 R_0 看成是新电源的一部分, 该部分与电源并联, 所以新电源的电动势和内阻均减小, 所以电动势和内阻的测量值均小于真实值。

4. [2024·辽宁辽阳二模] 为测量干电池的电动势 E (约为 1.5V) 和内阻 r (约为 1Ω), 某同学将两节相同的干电池串联后设计了如图甲、乙所示的实验电路图。已知电流表的内阻约为 1Ω , 电压表的内阻约为 $3\text{k}\Omega$, 滑动变阻器最大阻值为 20Ω 。



- (1) 按照如图甲所示电路图，将图丙中的实物连线补充完整。
- (2) 闭合开关 S 前，图丙中的滑动变阻器的滑片 P 应移至最（选填“左”或“右”）端。
- (3) 闭合开关 S 后，移动滑片 P 改变滑动变阻器接入电路的阻值，记录下多组电压表示数 U 和对应的电流表示数 I ，将实验记录的数据在坐标系内描点并作出 $U - I$ 图像。
- (4) 在图丙中通过改变导线的接线位置，完成了如图乙所示电路图的实物连接，重复步骤 (2) (3)。将实验记录的数据在同一坐标系内描点并作出对应的 $U - I$ 图像，如图丁所示，图丁中 U_1 、 U_2 、 I_1 、 I_2 均已知。
- (5) 利用图丁中提供的信息可知，每节干电池的电动势 E 的准确值为 _____，每节干电池的内阻 r 的准确值为 _____。

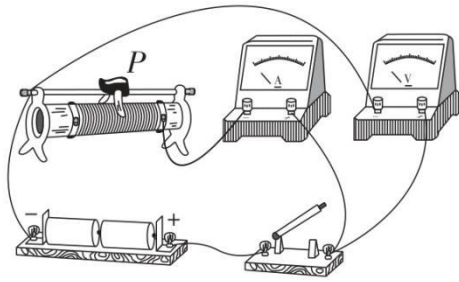
【答案】 (1) 见解析

(2) 左

(5) $\frac{U_1}{2}$; $\frac{U_1}{2I_2}$

【解析】

(1) 按照题图甲所示电路图，连接实物图如图所示。

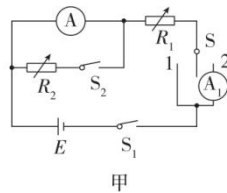


(2) 闭合开关 S 前，滑动变阻器接入电路的阻值应最大，即滑片 P 应移至最左端。

(5) 对于图甲所示电路，根据闭合电路欧姆定律，有 $U = 2E - (\frac{U}{R_V} + I)2r$ ，整理可得 $U = -\frac{R_V \cdot 2r}{R_V + 2r}I + \frac{2R_V E}{R_V + 2r}$ ，当 $I = 0$ 时，有 $U_2 = \frac{2R_V E}{R_V + 2r}$ ，对于图乙所示电路，根据闭合电路欧姆定律，有 $U = 2E - I(R_A + 2r)$ ，整理可得 $U = -(R_A + 2r)I + 2E$ ，当 $I = 0$ 时，有 $U_1 = 2E$ ，所以电动势的真实值为 $E = \frac{U_1}{2}$ ，当图甲短路时有 $I_2 = \frac{2E}{2r}$ ，可得内阻的真实值为 $r = \frac{E}{I_2} = \frac{U_1}{2I_2}$ 。

5. [2024·广东名校联考]为了测定电流表的内阻和电源的电动势、内阻，实验室提供的实验器材有：两个电阻箱 R_1 、 R_2 ，待测电流表 A（内阻未知），标准电流表 A_1 ，开关若干，待测电源，导线若干。

(1) 现实验小组成员先测量电流表内阻，实验电路如图甲所示，实验操作为：



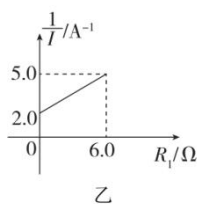
①将电阻箱 R_1 的电阻适当调大，单刀双掷开关 S 接 2。 S_2 断开，闭合开关 S_1 。

②调节电阻箱 R_1 使电流表 A 满偏，记下电流表 A_1 的示数 I_0 。

③保持其他开关不变，闭合开关 S_2 。调节电阻箱_____（选填“ R_1 ” “ R_2 ” 或 “ R_1 和 R_2 ”），使电流表 A_1 的示数为 I_0 ，且电流表 A 的读数为满刻度的三分之一，此时 $R_2 = 2.0\Omega$ ，由此可得电流表的内阻 R_A 的测量值为 Ω 。

(2) 测定电流表内阻后，将单刀双掷开关 S 接 1，保持电阻箱 R_2 的电阻不变，且 S_2 始终闭合。调节电阻箱 R_1 ，并记录电阻箱 R_1 的阻值和电流表的示数 I 。作出 $\frac{1}{I} -$

R_1 图像如图乙所示，则电源的电动势为__V，内阻为__ Ω 。（结果均保留2位有效数字）



【答案】 (1) R_1 和 R_2 : 4.0

(2) 6.0; 2.7

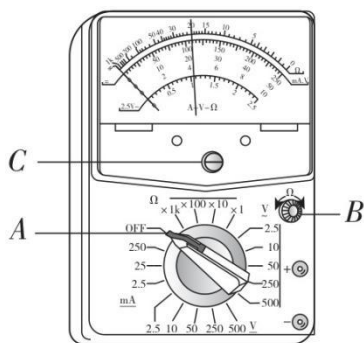
【解析】

(1) 闭合开关 S_2 后，使电流表 A_1 的示数为 I_0 ，且电流表A的读数为满刻度的三分之一，则电流表A两端电压变小， R_1 两端电压变大，其电阻也要变大，故应调节 R_1 和 R_2 。电流表A与电阻箱 R_2 并联，电压相同，A的电流为 $\frac{1}{3}I_0$ ，总电流为 I_0 ，所以通过电阻箱 R_2 的电流为 $\frac{2}{3}I_0$ ，所以 $R_A = 2R_2 = 4.0\Omega$ 。

(2) 根据闭合电路欧姆定律有 $E = I_{\text{干}}(r + R_1) + IR_A = 3I(r + R_1) + 4I$ ，整理得 $\frac{1}{I} = \frac{3R_1}{E} + \frac{3r+4}{E}$ ，结合图乙可知 $\frac{3}{E} = \frac{5.0-2.0}{6.0}V^{-1}$ ， $\frac{3r+4}{E} = 2A^{-1}$ ，解得 $E = 6.0V$ ， $r \approx 2.7\Omega$ 。

课时作业 54 使用多用电表测量电学中的物理量

1. [2025·河北保定模拟]某同学使用如图所示的多用电表检测某二极管的极性。



(1) 使用前发现指针没有停在表盘左侧的0刻线上，他需要适当的调节旋钮_____，使指针停在表盘左侧的0刻线上，然后将旋钮_____旋到合适的位置，接下来进行欧姆调零，将红、黑表笔短接，调节旋钮_____使指针指到表盘右侧的0刻线。（均选填“ A ”“ B ”或“ C ”）

(2) 他将多用电表红、黑表笔与二极管的 M 、 N 端连接形成闭合电路，当红表笔与二极管的 M 端接触时，多用电表的指针几乎没有偏转，而当红表笔与二极管的 N 端接触时，多用电表的指针发生了较大的偏转。由此可以推断， M 端为二极管的___（选填“正极”或“负极”）。

【答案】 (1) C ; A ; B

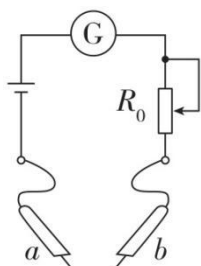
(2) 正极

【解析】

(1) 使用前发现指针没有指在左侧 0 刻线上，需要机械调零，即调节旋钮 C ；为了检测二极管的极性，需要将多用电表调为欧姆挡，需要调整选择开关，即旋转旋钮 A ；在欧姆调零的过程中，在将红、黑表笔短接后需要调节欧姆调零旋钮，即调节旋钮 B 。

(2) 使用多用电表的欧姆挡时，电流从黑表笔流出，从红表笔流入，黑表笔电势高，红表笔与二极管的 N 端接触时，多用电表的指针发生了较大的偏转，二极管是导通状态，所以 M 端为二极管的正极。

2. [2025·湖北名校联考]如图甲所示为实验室一个多用电表欧姆挡内部电路示意图。电流表满偏电流为 1mA 、内阻为 99Ω ；电池电动势为 1.5V 、内阻为 5Ω 。



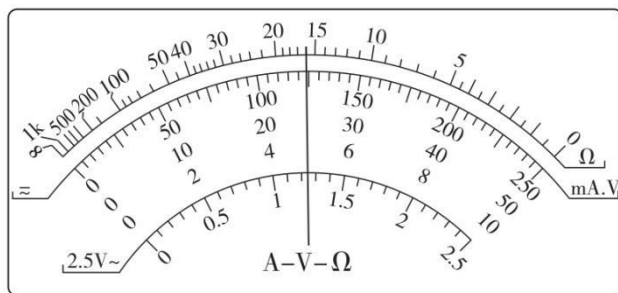
甲

(1) 图甲中表 b 为色（选填“红”或“黑”）。调零电阻 R_0 可能是下面两个滑动变阻器中的_____（选填选项序号）。

A.电阻范围为 $0 \sim 2000\Omega$

B.电阻范围为 $0 \sim 200\Omega$

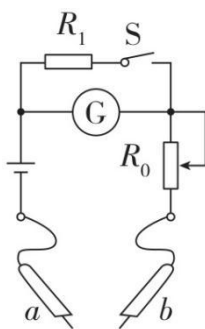
(2) 在进行欧姆调零后，正确使用该多用电表测量某电阻的阻值，电表读数如图乙所示，被测电阻的阻值为_____ Ω 。



乙

(3) 若该欧姆表使用一段时间后，电池电动势变为 1.4V ，内阻变为 10Ω ，但此表仍能进行欧姆调零，用此表测量电阻为 1500Ω ，则该电阻真实值为 $\underline{\quad\quad}\Omega$ 。

(4) 如图丙所示，某同学利用定值电阻 R_1 给欧姆表增加一挡位“ $\times 1$ ”，则定值电阻 $R_1 = \underline{\quad}\Omega$ 。（结果保留 1 位小数）



丙

【答案】 (1) 黑；A

(2) 1 600

(3) 1 400

(4) 1.0

【解析】

(1) 多用电表红、黑表笔的特点是“红进黑出”，所以 b 为黑表笔；欧姆表在欧姆调零时，电路中总电阻为 $R' = \frac{E}{I_m} = 1500\Omega$ ，所以滑动变阻器应该选 A。

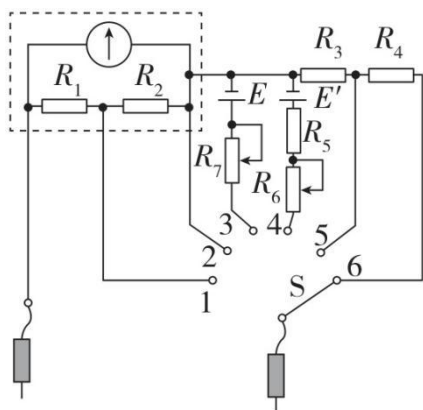
(2) 可以先求欧姆表的中值电阻，当表针指在表盘的正中央时对应的电流为满偏电流的一半，对应的电阻为中值电阻， $E = \frac{1}{2}I_g(R_{中} + R_{内})$ ，

$R_{中} = R_{内} = 1500\Omega$ ，即表盘刻度为 15 时代表 1500Ω ，倍率为 $\times 100$ ，所以被测电阻为 1600Ω 。

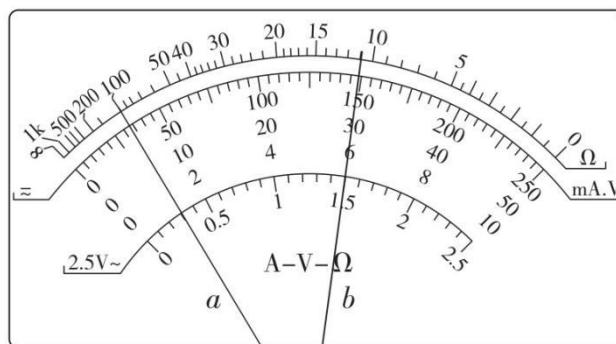
(3) 若电源电动势为 1.4V ，满偏电流不变，则调零后中值电阻为 1400Ω ，所以半偏时电阻为 1400Ω 。

(4) 倍率为 $\times 1$ 时，中值电阻为 15Ω ，即内阻为 15Ω ，由此可知，满偏电流变为原来的 100 倍，即 0.1A ，由 $1 \times 10^{-3}\text{A} \times 99\Omega = (0.1\text{A} - 1 \times 10^{-3}\text{A})R_1$ ，解得 $R_1 = 1.0\Omega$ 。

3. 图甲所示为某种多用电表内部电路图，图乙为其刻度盘。表头的满偏电流 $I_g = 50\text{mA}$ ，多用电表选择开关 S 接 1、2 时，分别为 $0 \sim 500\text{mA}$ 、 $0 \sim 100\text{mA}$ 量程的电流表；选择开关 S 接 3、4 时，分别为“ $\times 1$ ”“ $\times 10$ ”倍率的欧姆表。



甲



乙

(1) 某同学用该表测量某定值电阻的阻值，选择不同的倍率时指针位置分别如图乙中的 a 、 b 所示，则该电阻的阻值为 $\underline{\quad}\Omega$ 。

(2) 若该表使用一段时间后电源电动势变小，内阻变大，但此表仍能进行欧姆调零，按正确使用方法测量上述电阻，其测量结果将 $\underline{\quad}$ (选填“变大”“变小”或“不变”)。

(3) 根据题干信息可知 $R_1:R_2 = \underline{\quad}$ ；电源 E 的电动势为 $\underline{\quad}\text{V}$ 。

【答案】 (1) 110

(2) 变大

(3) 1:4; 1.5

【解析】

(1) 选择开关 S 接 3、4 时，分别为“×1”“×10”倍率的欧姆表，为了读数准确，应使指针在靠中间部分，根据题图乙可知应按 b 位置指针读数，选择的是“×10”挡位，则电阻的阻值为 110Ω。

(2) 当电源电动势变小、内阻变大时，需要重新进行欧姆调零，由于满偏电流 I_g 不变，由公式 $I_g = \frac{E}{R_{内}}$ 可知，欧姆表内阻 $R_{内}$ 需要调小，待测电阻的测量值是通过

电流表的示数体现出来的，由 $I = \frac{E}{R_{内} + R_x} = \frac{I_g R_{内}}{R_{内} + R_x} = \frac{I_g}{1 + \frac{R_x}{R_{内}}}$ 可知，当 $R_{内}$ 变小时， I

变小，指针跟原来的位置相比偏左了，欧姆表的示数变大了。

(3) 选择开关接 1 时，对应的电流表最大测量值 $I_1 = I_g + \frac{I_g(R_g + R_2)}{R_1} = 500\text{mA}$ ，

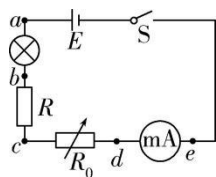
选择开关接 2 时，对应的电流表最大测量值 $I_2 = I_g + \frac{I_g R_g}{R_1 + R_2} = 100\text{mA}$ ，解得

$R_1 : R_2 = 1 : 4$ ，根据题图乙可知，“×1”挡位中值电阻，即欧姆表内阻为 15Ω，

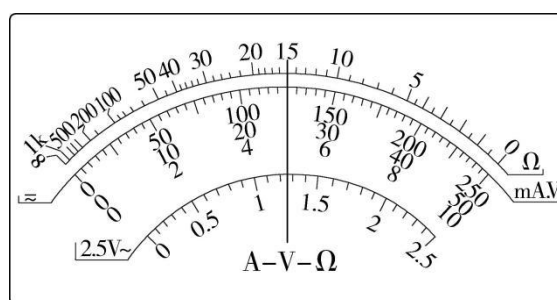
所以 $E = I_2 R_{内} = 1.5\text{V}$ 。

4. 某实验小组在练习使用多用电表时，他们正确连接好电路如图甲所示。闭合开关 S 后，发现无论如何调节电阻箱 R_0 ，灯泡都不亮，电流表无示数，他们判断电路可能出现故障。经小组讨论后，他们尝试用多用电表的欧姆挡来检测电路。

已知 R 为保护电阻，电流表量程为 0~50mA。操作步骤如下：

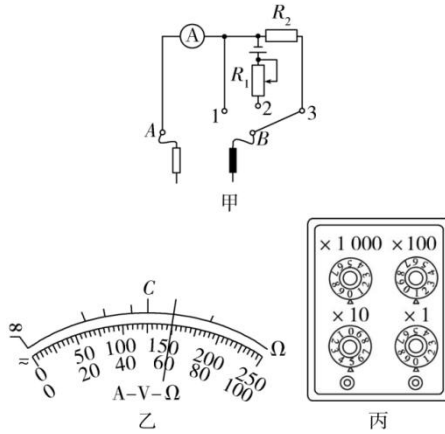


甲



乙

10Ω 、满偏电流 $I_g = 10\text{mA}$ ，定值电阻 $R_2 = 240\Omega$ 。该多用电表表盘如图乙所示，下排刻度均匀， C 为上排刻度线的中间刻度，为考查大家对多用电表的理解，上排刻度线对应数值没有标出。



(1) 当选择开关接 3 时，电表为_____（选填“电压表”或“电流表”），量程为_____。

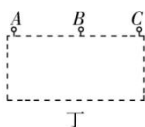
(2) 为了测该多用电表欧姆挡的内阻和表内电源的电动势，该同学在实验室找到了一个电阻箱，设计了如下实验：

- ①将选择开关接 2，红、黑表笔短接，调节 R_1 的阻值使电表指针满偏；
- ②将多用电表红、黑表笔与电阻箱相连，调节电阻箱使多用电表指针指在 C 处，此时电阻箱如图丙所示；
- ③计算得到多用电表内电源的电动势为___V。

(3) 掌握多用电表的使用方法也能够帮助我们识别或者检测简单的电路。在一密封盒里，可能有干电池、电阻、晶体二极管、电容器等元件，盒外有 A 、 B 、 C 三个接线柱，用多用电表测量结果如下：

- ①用直流电压挡测量， A 、 B 、 C 三点间均无电压。
- ②用欧姆挡测量， A 、 C 间正、反接电阻阻值相等。
- ③用欧姆挡测量，黑表笔接 A 点，红表笔接 B 点，电阻很小；反接电阻很大。
- ④用欧姆挡测量，黑表笔接 C 点，红表笔接 B 点，指针先摆向“ 0Ω ”，再返回指向一确定值，所得阻值比②中测得的略大；反接现象相似，但电阻很大。

试在图丁中画出盒内电路结构。



【答案】 (1) 电压表； $0 \sim 2.5V$

(2) 1.5

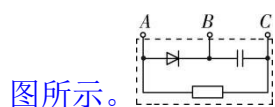
(3) 见解析

【解析】

(1) 根据电表的改装原理可知，当选择开关接3时，电表为电压表，最大测量值为 $U = I_g(R_g + R_2) = 2.5V$ 。

(2) 由图丙可知电阻箱阻值为 150Ω ；C为上排刻度线的中间刻度，指针处于C时电流为 $I = 5mA$ ；C处为中值电阻，则欧姆表内阻为 $R_{内} = R_{中} = 150\Omega$ ，电源电动势为 $E = I(R_{内} + R_{中}) = 1.5V$ 。

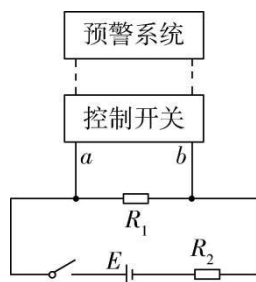
(3) 用直流电压挡测量，A、B、C三点间均无电压，说明盒内没有电源；用欧姆挡测量，A、C间正、反接电阻阻值相等，说明A、C间接有定值电阻；用欧姆挡测量，黑表笔接A点，红表笔接B点，电阻很小，反接电阻很大，说明A、B间接有二极管，且A点接二极管的正极；用欧姆挡测量，黑表笔接C点，红表笔接B点，指针先摆向“ 0Ω ”，再返回指向一确定值，所得阻值比②中略大，反接现象相似，但电阻很大，说明B、C之间有电容器，根据题意可得盒内电路结构如图



图所示。

高考真题集训 10 电路及其应用

1. [2022·北京卷·13, 3分]某同学利用压力传感器设计水库水位预警系统。如图所示，电路中的 R_1 和 R_2 ，其中一个是定值电阻，另一个是压力传感器（可等效为可变电阻）。水位越高，对压力传感器的压力越大，压力传感器的电阻值越小。当a、b两端的电压大于 U_1 时，控制开关自动开启低水位预警；当a、b两端的电压小于 U_2 （ U_1 、 U_2 为定值）时，控制开关自动开启高水位预警。下列说法正确的是（ ）

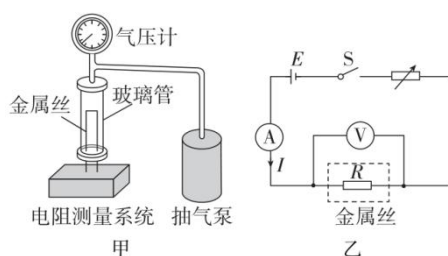


- A. $U_1 < U_2$
- B. R_2 为压力传感器
- C. 若定值电阻的阻值越大，开启高水位预警时的水位越低
- D. 若定值电阻的阻值越大，开启低水位预警时的水位越高

【答案】C

【解析】由于低水位预警要求 a 、 b 两端电压大于 U_1 ，高水位预警要求 a 、 b 两端电压小于 U_2 ，可知水位越高时，压力传感器的阻值越小， a 、 b 两端电压越低，而压力传感器阻值越小，电路中电流越大，定值电阻两端电压越高，故 R_1 是压力传感器， R_2 是定值电阻，且 $U_1 > U_2$ ，A、B错误。假设恰好开启水位预警，若此时定值电阻的阻值增大，则电路中电流会随之减小，从而导致 a 、 b 两端电压变小，若想恢复原本电压，则需增大传感器电阻，即降低水位，C正确，D错误。

2. [2024·湖南卷·11，7分]某实验小组要探究一金属丝的阻值随气压变化的规律，搭建了如图甲所示的装置。电阻测量原理如图乙所示， E 是电源， V 为电压表， A 为电流表。

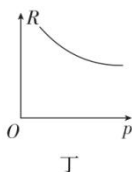


(1) 保持玻璃管内压强为 1 个标准大气压，电流表示数为 100mA，电压表量程为 0 ~ 3V，表盘如图丙所示，示数为 _____ V，此时金属丝阻值的测量值 R 为 _____ Ω （保留 3 位有效数字）；



(2) 打开抽气泵，降低玻璃管内气压 p ，保持电流 I 不变，读出电压表示数 U ，计算出对应的金属丝阻值；

(3) 根据测量数据绘制 $R - p$ 关系图线，如图丁所示；



(4) 如果玻璃管内气压是 0.5 个标准大气压，保持电流为 100mA，电压表指针应该在图丙指针位置的侧（选填“左”或“右”）；

(5) 若电压表是非理想电压表，则金属丝电阻的测量值__真实值（选填“大于”“小于”或“等于”）。

【答案】 (1) 1.23 (1.22 ~ 1.25 均可)；12.3 (12.2 ~ 12.5 均可，要与上一空对应)

(4) 右

(5) 小于

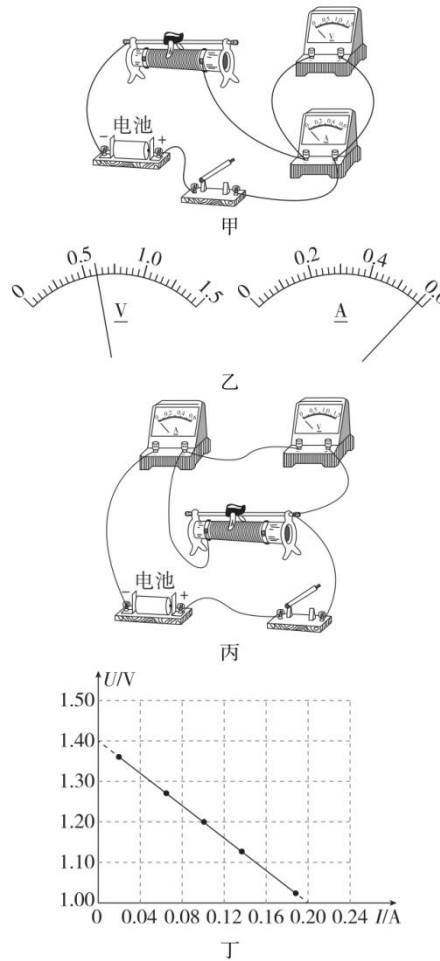
【解析】

(1) 由题图丙可知，电压表的分度值为 0.1V，估读到 0.01V，则示数为 1.23V，此时金属丝阻值的测量值 $R = \frac{U}{I} = \frac{1.23\text{V}}{0.1\text{A}} = 12.3\Omega$ ；

(4) 由题图丁可知气压减小，金属丝的阻值 R 增大，电流不变，则电压 $U = IR$ 增大，指针向右偏；

(5) 由于电压表分流，导致电流测量值偏大，则金属丝电阻的测量值偏小。

3. [2024·甘肃卷·12, 9分]精确测量干电池电动势和内阻需要考虑电表内阻的影响。可用器材有：电压表（量程 0 ~ 1.5V，内阻约为 1.5kΩ）、电流表（量程 0 ~ 0.6A）、滑动变阻器、开关、干电池和导线若干。某小组开展了以下实验。



(1) 考虑电流表内阻影响

① 用图甲所示电路测量电流表的内阻。从图乙电压表和电流表读数可得电流表内阻 $R_A = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ (保留 2 位有效数字)。

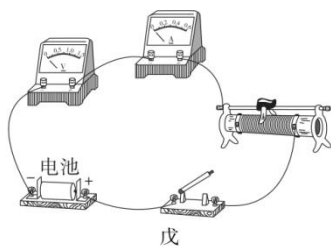
② 用图丙所示电路测量干电池电动势和内阻。电压表读数、电流表读数、干电池内阻和电流表内阻分别用 U 、 I 、 r 和 R_A 表示, 则干电池电动势

$E = U + \underline{\hspace{2cm}}$ (用 I 、 r 和 R_A 表示)。

③ 调节滑动变阻器测得多组电表读数, 作出图丁所示的 $U - I$ 图像。则待测干电池电动势 $E = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$ (保留 3 位有效数字), 内阻 $r = \underline{\hspace{1cm}} \Omega$ (保留 1 位小数)。

(2) 考虑电压表内阻影响

该小组也尝试用图戊所示电路测量电压表内阻, 但发现实验无法完成。原因是 (单选, 填正确答案标号)。



- A. 电路设计会损坏仪器 B. 滑动变阻器接法错误
C. 电压太大无法读数 D. 电流太小无法读数

【答案】① 1.0

② $I(r + R_A)$

③ 1.40; 1.0

(2) D

【解析】

① 由题图乙可知，电压表读数为 $U = 0.60\text{V}$ ，电流表读数为 $I = 0.58\text{A}$ ，根据欧姆定律可得电流表内阻为 $R_A = \frac{U}{I} = \frac{0.60}{0.58}\Omega \approx 1.0\Omega$ 。

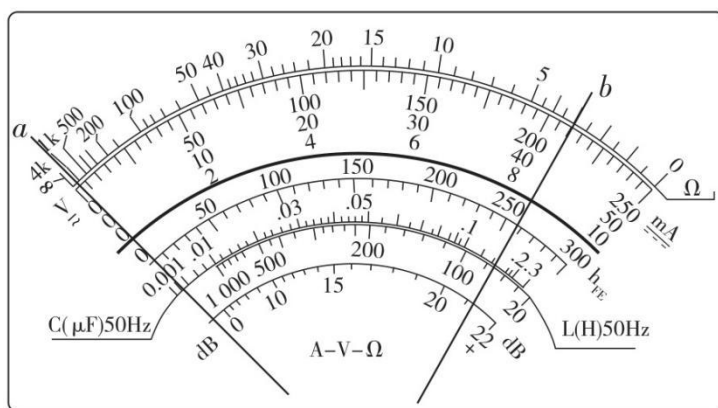
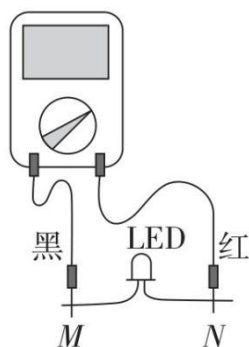
② 由闭合电路欧姆定律可知，干电池电动势的表达式为 $E = U + I(r + R_A)$ 。

③ 将 $E = U + I(r + R_A)$ 变形为 $U = -(r + R_A)I + E$ ，根据图像可知，纵截距 $b = E = 1.40\text{V}$ ，图线斜率的绝对值 $|k| = r + R_A = \frac{1.40 - 1.00}{0.20 - 0}\Omega = 2.0\Omega$ ，所以干电池内阻为 $r = 1.0\Omega$ 。

(2) 将电压表串联接在电路中，电压表内阻很大，分得的电压大，电路中电流太小，电流表指针偏转不明显，导致无法读数，D 正确。

4. [2024·河北卷·12, 8分]某种花卉喜光，但阳光太强时易受损伤。某兴趣小组决定制作简易光强报警器，以便在光照过强时提醒花农。该实验用到的主要器材如下：学生电源、多用电表、数字电压表(0~20V)、数字电流表(0~20mA)、滑动变阻器 R (最大阻值 50Ω ， 1.5A)、白炽灯、可调电阻 R_1 (0~50k Ω)、发光二极管 LED、光敏电阻 R_G 、NPN 型三极管 VT、开关和若干导线等。

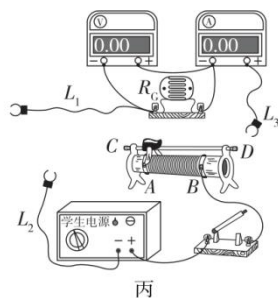
(1) 判断发光二极管的极性使用多用电表的“ $\times 10\text{k}$ ”欧姆挡测量二极管的电阻。如图甲所示，当黑表笔与接线端 M 接触、红表笔与接线端 N 接触时，多用电表指针位于表盘中 a 位置(见图乙)；对调红、黑表笔后指针位于表盘中 b 位置(见图乙)。由此判断 M 端为二极管的___(选填“正极”或“负极”)。



甲

乙

(2) 研究光敏电阻在不同光照条件下的伏安特性

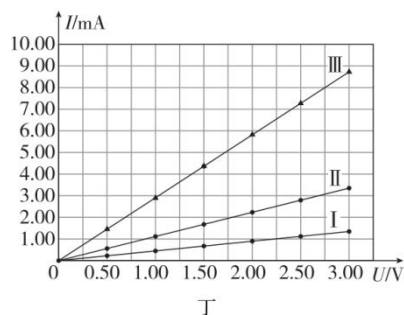


丙

① 采用图丙中的器材进行实验，部分实物连接已完成。要求闭合开关后电压表和电流表的读数从 0 开始。导线 L_1 、 L_2 和 L_3 的另一端应分别连接滑动变阻器的 _____、_____、_____ 接线柱（以上三空填接线柱标号

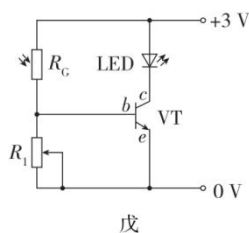
“ A ” “ B ” “ C ” 或 “ D ”）。

② 图丁为不同光照强度下得到的光敏电阻伏安特性曲线，图中曲线 I、II 和 III 对应光敏电阻受到的光照由弱到强。由图像可知，光敏电阻的阻值随其表面受到光照的增强而__（选填“增大”或“减小”）。



(3) 组装光强报警器电路并测试其功能

图戊为利用光敏电阻、发光二极管、三极管（当 b 、 e 间电压达到一定程度后，三极管被导通）等元件设计的电路。组装好光强报警器后，在测试过程中发现，当照射到光敏电阻表面的光强达到报警值时，发光二极管并不发光，为使报警器正常工作，应___（选填“增大”或“减小”）可调电阻 R_1 的阻值，直至发光二极管发光。



【答案】（1） 负极

（2） ① A ； A ； D （或 C ）

② 减小

（3） 增大

【解析】

（1） 多用电表欧姆挡内部电流方向是红表笔进、黑表笔出，即内部电源的负极靠近红表笔，指针位于 a 位置表示测量电阻很大，二极管反向截止，相当于断路，指针位于 b 位置表示测量电阻很小，二极管正向导通，说明 M 端为二极管的负极。

（2） ① 电表读数从 0 开始，就必须采用分压式接法连接滑动变阻器。 L_2 和 L_1 的另一端接 A ， L_3 的另一端接 D （或 C ）。

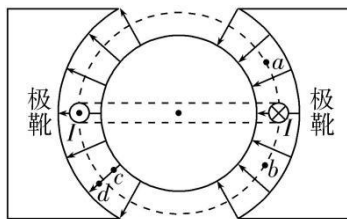
② $I-U$ 图像中图线上某点与原点连线的斜率表示电阻的倒数，从曲线 I 到曲线 II 再到曲线 III ，受到的光照越来越强，电阻越来越小，故光敏电阻的阻值随其表面受到光照的增强而减小。

(3) 发光二极管没发光说明二极管没导通，三极管也没导通，故要增加 b 、 e 间的电压，即增大 R_1 连入电路的阻值来增大其两端的电压。

课时作业 55 磁场 磁场对电流的作用

基础达标练

1. [2024·浙江1月选考卷·4, 3分]磁电式电表原理示意图如图所示，两磁极装有极靴，极靴中间还有一个用软铁制成的圆柱。极靴与圆柱间的磁场都沿半径方向，两者之间有可转动的线圈。 a 、 b 、 c 和 d 为磁场中的四个点。下列说法正确的是 ()

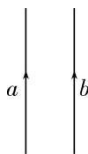


- A. 图示左侧通电导线受到安培力向下
- B. a 、 b 两点的磁感应强度相同
- C. 圆柱内的磁感应强度处处为零
- D. c 、 d 两点的磁感应强度大小相等

【答案】 A

【解析】根据左手定则可知，左侧通电导线所受安培力竖直向下，A 正确； a 、 b 两点磁场方向不同，所以磁感应强度不同，B 错误；磁感线是封闭的曲线，在圆柱内磁感应强度不处处为零，C 错误； c 、 d 两处，磁感线密集程度不同， c 处磁感应强度较大，D 错误。

2. 如图所示，两根平行固定放置的长直导线 a 和 b 通有大小、方向均相同的电流， a 受到的磁场力大小为 F ，当加入一垂直于纸面向外的匀强磁场后， a 受到的磁场力大小变为 $3F$ ，则此时 b 受到的磁场力大小为 ()

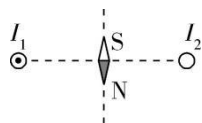


- A. F
- B. $2F$
- C. $3F$
- D. $4F$

【答案】 A

【解析】由题意可知，加匀强磁场前， b 受到的磁场力大小为 F ，方向水平向左。加匀强磁场后 a 受到的磁场力大小为 $3F$ ，方向向右，则匀强磁场施加给 a 的力向右、大小为 $2F$ ，施加给 b 的力也向右、大小也为 $2F$ ，则此时 b 受到的磁场力大小为 $2F - F = F$ ，所以A正确，B、C、D错误。

3. 如图，两根平行通电长直导线固定，左边导线中通有垂直纸面向外、大小为 I_1 的恒定电流，两导线连线（水平）的中点处，有一可自由转动的小磁针，小磁针静止时N极所指的方向平行于纸面向下。忽略地磁场的影响。关于右边导线中的电流 I_2 ，下列判断正确的是（ ）

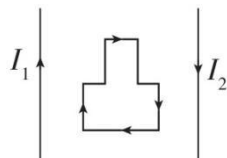


- A. $I_2 < I_1$ ，方向垂直纸面向外 B. $I_2 > I_1$ ，方向垂直纸面向外
C. $I_2 < I_1$ ，方向垂直纸面向里 D. $I_2 > I_1$ ，方向垂直纸面向里

【答案】B

【解析】小磁针静止时N极所指的方向平行于纸面向下，说明该处的磁场方向平行于纸面向下，因 I_1 在该处形成的磁场方向平行于纸面向上，则 I_2 在该处形成的磁场方向平行于纸面向下，且比 I_1 在该处形成的磁场强，由安培定则可知 I_2 方向垂直纸面向外，且 $I_2 > I_1$ ，故B正确。

4. [2024·贵州卷·5，4分]如图，两根相互平行的长直导线与一“凸”形导线框固定在同一竖直平面内，导线框的对称轴与两长直导线间的距离相等。已知左、右两长直导线中分别通有方向相反的恒定电流 I_1 、 I_2 ，且 $I_1 > I_2$ ，则当导线框中通有顺时针方向的电流时，导线框所受安培力的合力方向（ ）



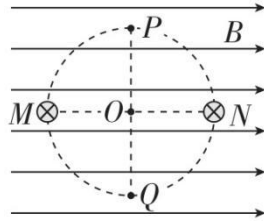
- A. 竖直向上 B. 竖直向下 C. 水平向左 D. 水平向右

【答案】C

【解析】根据右手螺旋定则可知导线框所在位置的磁场方向垂直纸面向里，每根长直导线在距其相等距离的位置产生的磁场磁感应强度大小相等，根据左手定则结合 $F = BIL$ 可知导线框水平部分受到的安培力的合力为0，由于 $I_1 > I_2$ ，导线框左侧竖直部分导线处的磁感应强度比右侧竖直部分导线处的大，则左侧竖直部

分的导线所受的水平向左的安培力大于右侧竖直部分导线所受的水平向右的安培力，故导线框所受安培力的合力方向水平向左，C 正确。

5. [2024·广东汕头模拟]如图所示，在水平向右磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，竖直面内以 O 点为圆心的圆周上有 M 、 N 、 P 、 Q 四个点，将两根长直导线垂直于纸面放在 M 、 N 处，并通入相同的电流， Q 点磁感应强度大小为 0 。则（ ）

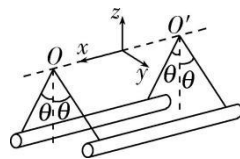


- A. P 点磁感应强度大小为 0
- B. P 点磁感应强度大小为 $2B$
- C. M 处导线受安培力方向竖直向上
- D. M 处导线受安培力方向斜向右上方

【答案】B

【解析】 Q 点磁感应强度大小为 0 ，则 M 、 N 处的导线在 Q 点产生的合磁场的磁感应强度大小为 B ，方向水平向左，根据对称性可知， M 、 N 处的导线在 P 点产生的合磁场的磁感应强度与在 Q 点产生的合磁场的磁感应强度等大反向，即 M 、 N 处的导线在 P 点产生的合磁场的磁感应强度大小为 B ，方向水平向右，所以 P 点磁感应强度大小为 $2B$ ，方向水平向右，故A 错误，B 正确；根据右手螺旋定则可知， N 处的导线在 M 处产生的磁场方向竖直向上，则 M 处合磁场方向斜向右上方，根据左手定则， M 处导线受安培力方向斜向右下方，故C、D 错误。

6. **多选** 如图所示，两根通电直导线用四根长度相等的绝缘细线悬挂于 O 、 O' 两点，已知 O 、 O' 连线水平，导线静止时绝缘细线与竖直方向的夹角均为 θ ，保持导线中的电流大小和方向不变，在导线所在空间加上匀强磁场后绝缘细线与竖直方向的夹角均增大了相同的角度，下列分析正确的是（ ）



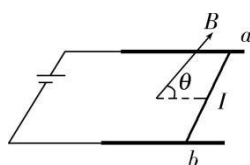
- A. 两导线中的电流方向一定相同

- B. 两导线中的电流方向一定相反
- C. 所加磁场的方向可能沿x轴正向
- D. 所加磁场的方向可能沿z轴负向

【答案】BD

【解析】同向电流互相吸引，反向电流互相排斥，两导线互相排斥，所以两导线中的电流方向一定相反，故 A 错误，B 正确；若磁场的方向沿x轴正向，与导线中电流的方向平行，对导线没有力的作用，不符合题意，故 C 错误；若磁场的方向沿z轴负向，根据左手定则可知，两导线所受匀强磁场的安培力方向均在水平方向上，故 D 正确。

7. 如图所示，金属棒 ab 质量为 m ，通过的电流为 I ，处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面夹角为 θ ， ab 静止于宽为 L 的水平导轨上。下列说法正确的是（ ）



- A. 金属棒受到的安培力大小为 $F = BIL\sin\theta$
- B. 金属棒受到的摩擦力大小为 $f = BIL\cos\theta$
- C. 若只改变电流方向，金属棒对导轨的压力将增大
- D. 若只增大磁感应强度 B ，金属棒对导轨的压力将增大

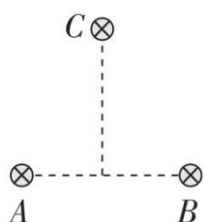
【答案】C

【解析】金属棒受到的安培力大小为 $F = BIL$ ，故 A 错误；电流方向从 a 到 b ，根据左手定则知，安培力方向斜向左上，根据平衡条件有 $f = F\sin\theta = BIL\sin\theta$ ， $N = G - F\cos\theta = G - BIL\cos\theta$ ，若只增大磁感应强度 B ，导轨对金属棒的支持力减小，所以金属棒对导轨的压力减小，故 B、D 错误；若只改变电流方向，安培力方向将变为斜向右下，金属棒对导轨的压力将增大，故 C 正确。

能力强化练

8. [2024·辽宁名校联盟模拟]如图所示，导线A、B通以大小、方向均相同的恒定电流，在A、B连线的垂直平分线上放置一段长为 L 的直导线C，A、B、C刚好

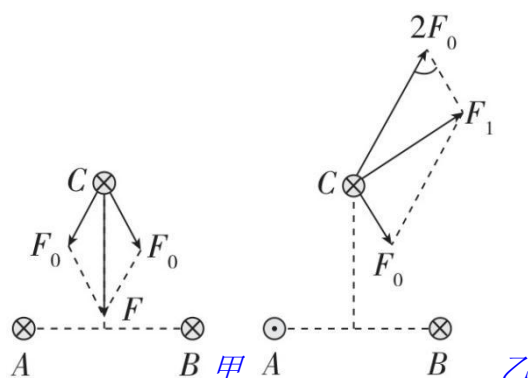
在正三角形的三个顶点上。C中通以恒定电流，C受到的安培力大小为 F 。现将导线A的电流反向，且增大为原来的两倍，则C受到的安培力大小变为（ ）



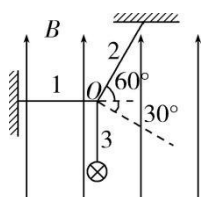
- A. F B. $2F$ C. $\frac{\sqrt{3}}{3}F$ D. $\sqrt{3}F$

【答案】A

【解析】A中电流反向前，对C受力分析如图甲所示，设导线A给C的力大小为 F_0 ，则 $F = 2F_0 \cos 30^\circ = \sqrt{3}F_0$ ，将导线A的电流反向，并增大到2倍后，对C受力分析如图乙所示，有 $F_1 = F_0 \tan 60^\circ = \sqrt{3}F_0 = F$ ，故选A。



9. 如图所示，竖直平面内有三根轻质细绳，绳1水平，绳2与水平方向成 60° 角，O为结点，绳3的下端拴接一质量为 m 、长度为 l 的导体棒，棒垂直于纸面静止，整个空间存在竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。现向导体棒通入方向向里、大小由零缓慢增大到 I_0 的电流，可观察到导体棒缓慢上升到绳3与绳1所处的水平面成 30° 角时保持静止。已知重力加速度为 g 。在此过程中，下列说法正确的是（ ）



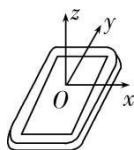
- A. 绳1受到的拉力先增大后减小 B. 绳2受到的拉力先增大后减小

C. 绳 3 受到的拉力最大值为 $\sqrt{3}mg$ D. 导体棒中电流 I_0 的值为 $\frac{\sqrt{3}mg}{Bl}$

【答案】D

【解析】对绳 3 和导体棒整体分析，重力大小和方向不变，根据左手定则，安培力方向水平向右，由平衡条件可知在水平方向有 $F_1 = F_2 \cos 60^\circ + BIl$ ，竖直方向有 $F_2 \sin 60^\circ = mg$ ，电流逐渐变大，则 F_1 增大， F_2 不变，故 A、B 错误；当电流增大到 I_0 时，安培力与重力的合力最大，绳 3 受到的拉力最大，有 $\sin 30^\circ = \frac{mg}{F_3}$ ，解得 $F_3 = 2mg$ ，故 C 错误；对导体棒受力分析得 $\tan 30^\circ = \frac{mg}{BI_0 l}$ ，得 $I_0 = \frac{\sqrt{3}mg}{Bl}$ ，故 D 正确。

10. [2022·全国乙卷·18, 6分] **多选** 安装适当的软件后，利用智能手机中的磁传感器可以测量磁感应强度 B 。如图，在手机上建立直角坐标系，手机显示屏所在平面为 xOy 面。某同学在某地对地磁场进行了四次测量，每次测量时 y 轴指向不同方向而 z 轴正向保持竖直向上。根据表中测量结果可推知（ ）



测量序号	$B_x/\mu\text{T}$	$B_y/\mu\text{T}$	$B_z/\mu\text{T}$
1	0	21	-45
2	0	-20	-46
3	21	0	-45
4	-21	0	-45

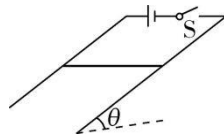
- A. 测量地点位于南半球 B. 当地的地磁场大小约为 $50\mu\text{T}$
 C. 第 2 次测量时 y 轴正向指向南方 D. 第 3 次测量时 y 轴正向指向东方

【答案】BC

【解析】表格中的 B_z 数据都是负的，表明 B_z 方向竖直向下，则测量地点位于北半球，A 错误；当地的磁感应强度为两个方向磁感应强度的矢量和，大小约为 $50\mu\text{T}$ ，B 正确；当地的磁感应强度的水平分量指向北方，第 2 次测量时 B_y 为负值，表明

此次测量时y轴正向指向南方，C正确；第3次测量时 B_x 为正值，表明此次测量时x轴正向指向北方，此时y轴正向指向西方，D错误。

11. 多选 如图所示，在倾角 $\theta = 37^\circ$ 的光滑导体滑轨的上端接入一个电动势 $E = 3V$ 、内阻 $r = 0.5\Omega$ 的电源，滑轨间距 $L = 50cm$ ，将一个质量 $m = 40g$ 、电阻 $R = 1\Omega$ 的金属棒水平放置在滑轨上，不计其他电阻。若滑轨所在空间加一匀强磁场，当闭合开关S后，金属棒刚好静止在滑轨上。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10m/s^2$ ，下列说法正确的是（ ）



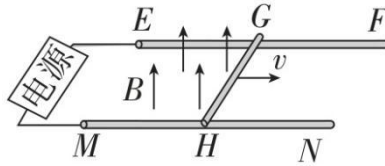
- A. 磁感应强度有最小值，为 $0.24T$ ，方向垂直滑轨平面向下
- B. 磁感应强度有最大值，为 $0.4T$ ，方向水平向右
- C. 磁感应强度有可能为 $0.3T$ ，方向竖直向下
- D. 磁感应强度有可能为 $0.4T$ ，方向水平向左

【答案】AC

【解析】由闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{3}{1+0.5}A = 2A$ ，对金属棒受力分析可知，当安培力方向沿滑轨向上时，安培力最小，此时 $F_{Amin} = mg\sin\theta = 0.04 \times 10 \times 0.6N = 0.24N$ ，当安培力最小，且磁感应强度方向与电流方向相互垂直时，磁感应强度最小，为 $B_{min} = \frac{F_{Amin}}{IL} = \frac{0.24}{2 \times 0.5}T = 0.24T$ ，由左手定则可知，磁感应强度的方向为垂直滑轨平面向下，故A正确；当磁感应强度方向水平向右时，金属棒受到的安培力方向竖直向上，当 $BIL = mg$ 时，金属棒刚好静止在滑轨上，可得 $B = \frac{mg}{IL} = \frac{0.04 \times 10}{2 \times 0.5}T = 0.4T$ ，但此时磁感应强度并不是最大值，故B错误；当磁感应强度方向竖直向下时，金属棒受到的安培力方向水平向右，由金属棒受力平衡可得 $B'IL\cos 37^\circ = mg\sin 37^\circ$ ，解得 $B' = \frac{mg\sin 37^\circ}{IL\cos 37^\circ} = \frac{0.04 \times 10 \times 0.6}{2 \times 0.5 \times 0.8}T = 0.3T$ ，故C正确；当磁感应强度方向水平向左时，安培力竖直向下，金属棒不可能平衡，故D错误。

素养综合练

12. [2025·安徽芜湖模拟] **多选** 我国的航母安装了自主研发的电磁弹射装置。其简化原理如图所示，电源供给的恒定电流为 I ，轨道水平，弹射距离一定，圆柱形弹射体 GH 垂直导轨放置，导轨电流在弹射体处产生磁场，其磁感应强度的大小与电流成正比，不计导轨电阻及一切阻力，忽略磁场的边缘效应。下列措施可以增大弹射速度的是（ ）



- A. 增加轨道之间的距离
- B. 减小弹射体的半径
- C. 换用最大值为 I 的正弦交流电
- D. 换用密度更小的材料制作弹射体

【答案】 BD

【解析】 导轨中的电流为 I ，则磁感应强度大小 $B = kI$ ，弹射体所受的安培力 $F = BIL$ ，由动能定理得 $kI^2Lx = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中 $m = \pi r^2 L \rho$ ，联立解得 $v = \sqrt{\frac{2kxI^2}{\pi r^2 \rho}}$ ，则增加轨道之间的距离 L 对弹射速度无影响，选项 A 错误；减小弹射体的半径或换用密度更小的材料制作弹射体可增大弹射速度，选项 B、D 正确；换用最大值为 I 的正弦交流电，则有 $k(\frac{I}{\sqrt{2}})^2Lx = \frac{1}{2}mv'^2$ ，可知安培力做功减小，速度减小，选项 C 错误。