

实验专题

专题16 电学实验



考题一 多用电表的原理、使用及读数问题

考题二 伏安法测电阻

考题三 测定电源的电动势和内阻

考题四 电学创新拓展实验

知识精讲

1. 游标卡尺、螺旋测微器的读数技巧

记住两点：一是所有读数一定以毫米为单位并注意主尺刻度对应的毫米数，根据结果再变换单位；二是以毫米为单位，小数点后数字分别是，螺旋测微器是 3 位、20 分度和 50 分度游标卡尺是 2 位、10 分度游标卡尺和毫米刻度尺是 1 位。

2. 电压表、电流表、多用电表的读数技巧

(1) 对电表读数问题，要先弄清楚电表的精确度，即每小格的数值，再确定估读的方法，~~是~~ $\frac{1}{5}$ 还是 $\frac{1}{10}$ 估读，明确读数的小数位数。

(2) 多用电表的使用问题，在弄清其基本原理的基础上，会选择测量项目及量程、挡位，能区分机械调零和欧姆调零的区别，掌握测量电阻的步骤，此外，会看多用电表表盘，最上排不均匀刻度为测电阻时读数刻度，读出表盘刻度后应乘以挡位倍率；中间刻度是均匀的，为测量电压和电流的读数刻度，下面三排数字为方便读数所标注；最下排刻度专为测量 2.5 V 以下交流电压所用，一般较少使用。

3.欧姆表的原理

(1)欧姆表内有电源，红表笔与内部电源负极相连，黑表笔与内部电源的正极相连，故其电流方向为“红表笔流进，黑表笔流出”。

(2)测电阻的原理是闭合电路欧姆定律.当红、黑表笔短接时，调节滑动变阻器 R_0 (即欧姆调零)，使灵敏电流计满偏， $I_g = \frac{E}{R_g + R_0 + r}$ ，此时中值

电阻 $R_{中} = R_g + R_0 + r$ ，当两表笔接入电阻 R_x 时 $I = \frac{E}{R_g + R_0 + r + R_x}$ ，电阻

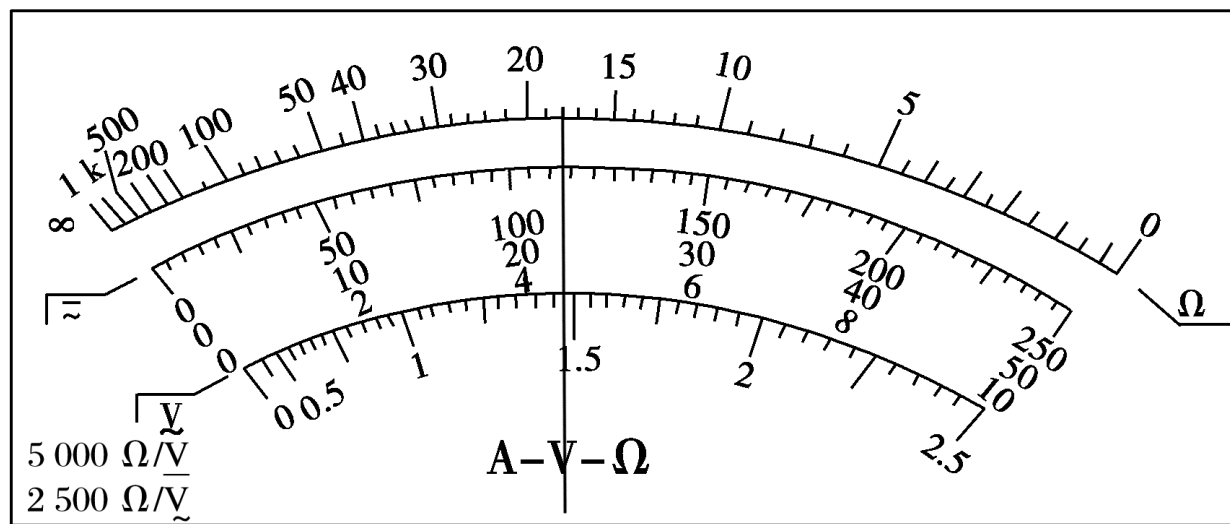
R_x 与电路中的电流相对应，但不是线性关系，故欧姆表刻度不均匀.

4. 欧姆表使用六注意

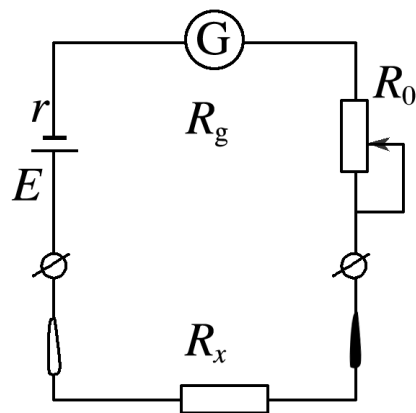
(1) 选挡接着调零；(2) 换挡重新调零；(3) 待测电阻与电路、电源要断开；(4) 尽量使指针指在表盘中间位置附近；(5) 读数之后要乘以倍率得阻值；(6) 用完后，选择开关要置于“OFF”挡或交流电压最高挡。

典例剖析

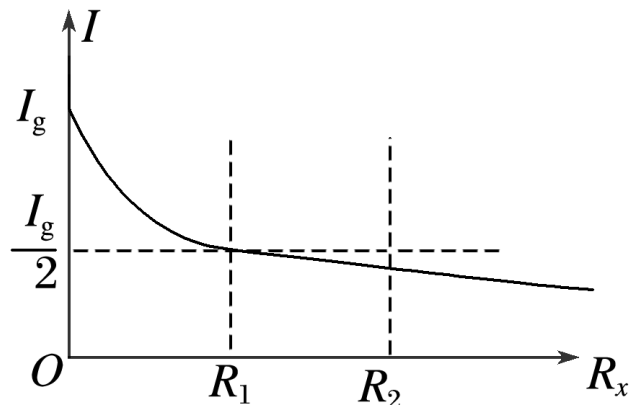
例 1 (1) 指针式多用电表是实验室中常用的测量仪器，请完成下列问题：



甲



乙



丙

图 1

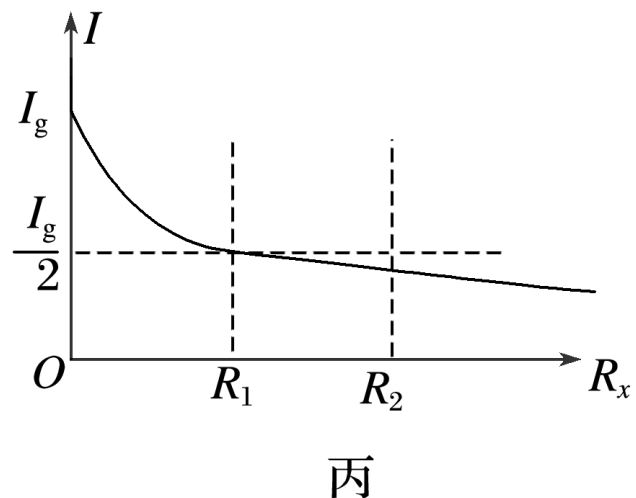
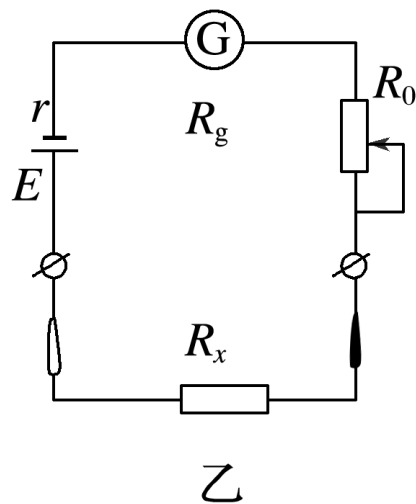
在使用多用电表测量时，指针的位置如图 1 甲所示，若选择开关拨至“ $\times 1$ ”挡，则测量的结果为 18 Ω ；若选择开关拨至“50 mA”挡，则测量结果为 22.6(22.4 ~ 22.8) mA.

(2) 多用电表测未知电阻阻值的电路如图乙所示，电池的电动势为 E 、内阻为 r ， R_0 为调零电阻， R_g 为表头内阻，电路中电流 I 与待测电阻的阻值 R_x 关系

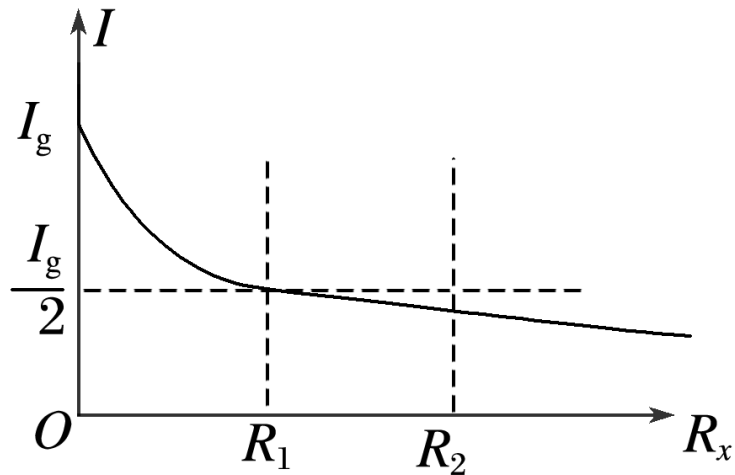
$$I = \frac{E}{r + R_0 + R_g + R_x}$$

解析 如图乙所示电路该图象可得数关系

$$I = \frac{E}{R_{\text{总}}} = \frac{E}{r + R_0 + R_g + R_x}$$



(3) 下列根据图丙中 $I - R_x$ 图线作出的解释或判断中正确的是 ? _____.



丙

A. 因为函数图线是非线性变化的，所以欧姆表的示数左小右大

B. 欧姆表调零的实质是通过调节 R_0 使 $R_x = 0$ 时电路中的电流 $I = I_g$

C. R_x 越小，相同的电阻变化量对应的电流变化量越大，所以欧姆表的示数

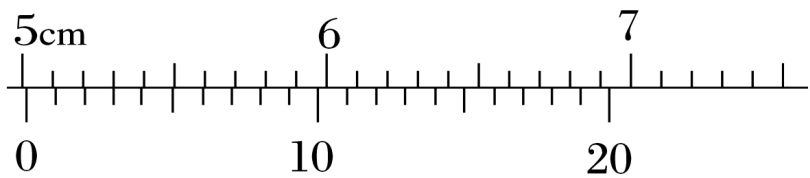
左密右疏

[变式训练]

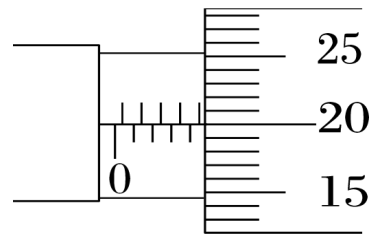
1. 某同学要测量一个由均匀新材料制成的圆柱体的电阻率 ρ . 步骤如下：

(1) 用 20 分度的游标卡尺测量其长度如图 2 甲所示，可知其长度为

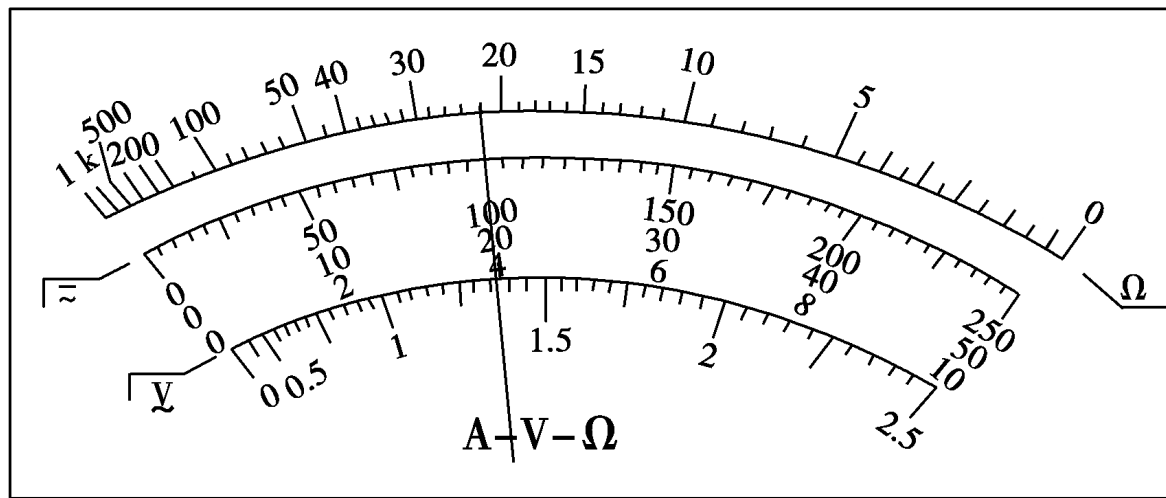
_____ mm ；



甲



乙

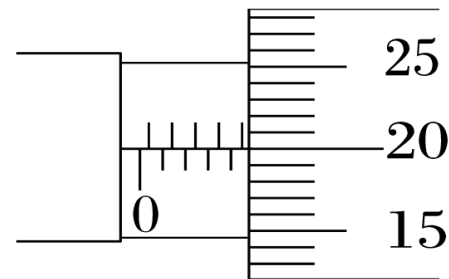


丙

图 2

解析 游标卡尺的读数为 $L = 50 \text{ mm} + 3 \times 0.05 \text{ mm} = 50.15 \text{ mm}$ ；

(2) 用螺旋测微器测量其直径如图乙所示，可知其直径为 4.700 mm ；

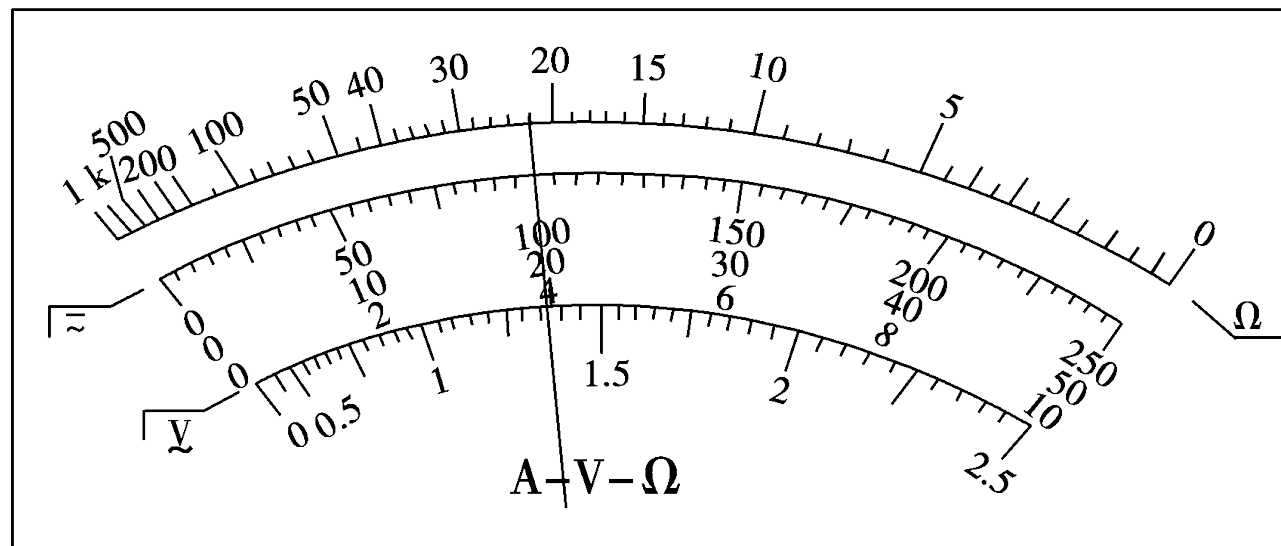


乙

解析 螺旋测微器的读数为

$$D = 4 \text{ mm} + 0.5 \text{ mm} + 20.0 \times 0.01 \text{ mm} = 4.700 \text{ mm} ;$$

(3) 用多用电表的电阻“ $\times 10$ ”挡，按正确的操作步骤测此圆柱体的电阻，表盘的示数如图丙所示，则该电阻的阻值约为 220 Ω .



丙

解析 欧姆表的读数为 $R = 22 \times 10 \Omega = 220 \Omega$.

2. 已知 G 表的内阻 R_g 为 990Ω ，满偏电流 $I_g = 100 \mu A$. 用它改装成如图 3 所示的一个多量程多用电表，电流、电压和电阻的测量都各有两个量程（或分度值）不同的挡位 .1、2 两个挡位为电流表挡位，其中的大量程是小量程的 10 倍.

?

(1) 关于此多用电表，下列说法错误的是 _____.

- A. 当转换开关 S 旋到位置 4 时，是电阻挡
- B. 当转换开关 S 旋到位置 6 时，是电压挡
- C. 转换开关 S 旋到 5 的量程比旋到 6 的量程大
- D. A 表笔为红表笔 B 表笔为黑表笔

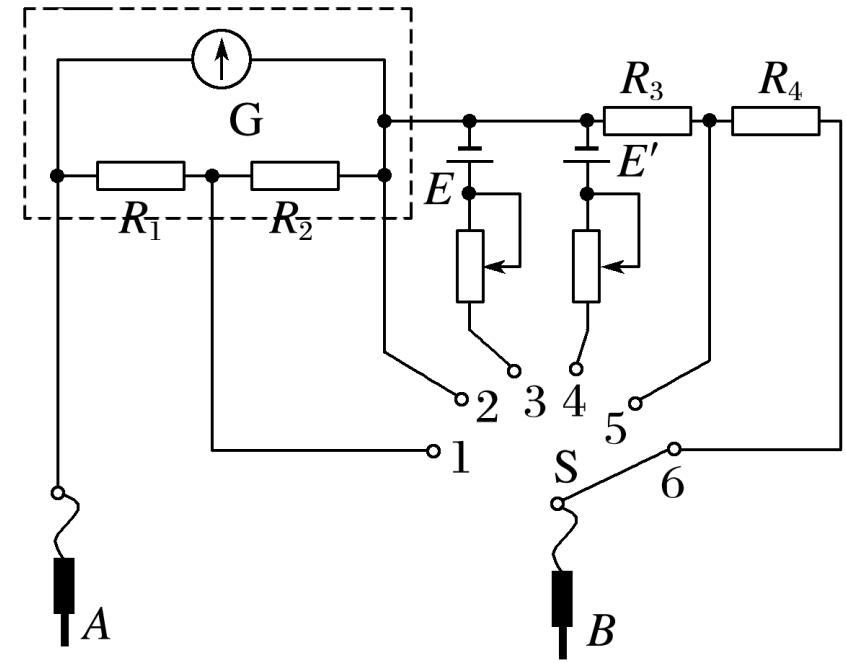


图 3

(2) 图中电源电动势均为 3.5 V ，当把选择开关 S 旋到位置 4，在 AB 之间接 $3500\ \Omega$ 电阻时，表头 G 刚好半偏，该测量过程操作的顺序和步骤都正确无误，则 $R_1 = \underline{\quad\quad} \Omega$ ， $R_2 = \underline{\quad\quad} \Omega$.

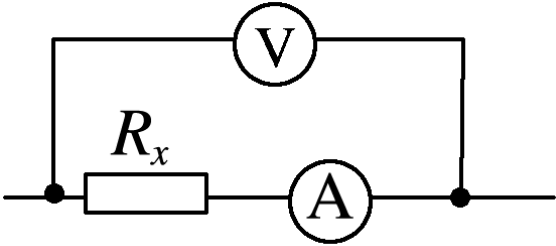
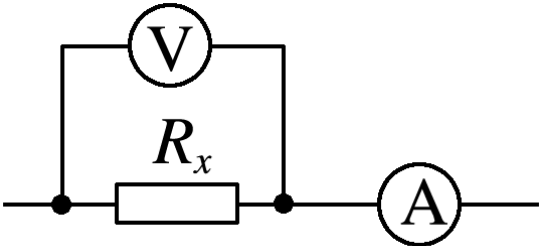
1. 仪器的选择

(1) 电源的选择：一般根据待测电阻的额定电流或额定电压选择符合需要的直流电源。

(2) 电表的选择：一般根据电源的电动势或待测用电器的额定电压选择电压表；根据待测电路的最大电流选择电流表；电表的指针摆动的幅度不宜较大，一般应使指针能达到半偏左右。

2. 电路的选择

(1) 测量电路的选择

比较项目	电流表内接法	电流表外接法
电路		
误差来源	电流表的分压	电压表的分流
测量结果	$R_{\text{测}} = \frac{U}{I} > R_x$ ，偏大	$R_{\text{测}} = \frac{U}{I} < R_x$ ，偏小
适用条件	$R_x \gg R_A$ (测大电阻)	$R_V \gg R_x$ (测小电阻)

(2) 控制电路的选择：

① 从节能的角度考虑，优先选用限流式。

② 以下三种情况必须用分压式：

a. 要求待测电路的 U 、 I 从 0 变化。

b. $R_{滑} \ll R_x$ 。

c. 选用限流式， U_x 、 I_x 过大（超过电流表量程，烧坏电表、电源或用电器等）。

3. 伏安法测电阻的常规设计实验

需要一个电流表和一个电压表，利用欧姆定律求其电阻。但有时题目中缺少电压表或缺少电流表，或电压表、电流表的量程不符，这时可以把已知内阻的电流表当作电压表来使用，把已知内阻的电压表当作电流表来使用，甚至可以把已知内阻的电流表（或电压表）和电阻箱改装成符合要求的电压表（或电流表）。

4. 定值电阻作为保护电阻，是定值电阻最常见的应用

近几年考题当中，经常出现用阻值已知的定值电阻（或电阻箱）充当电压表，或用阻值已知的定值电阻（或电阻箱）充当电流表。

典例剖析

例 2 发光二极管在生产和生活中得到了广泛的应用，如图 4 所示是一种发光二极管的实物图，正常使用时，带“+”号的一端接高电势，带“-”号的一端接低电势，某同学想描绘它的伏安特性曲线，实验测得它两端的电压 U 和通过它的电流 I 的数据如下表所示。

U/V	0	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80
I/mA	0	0.9	2.3	4.3	6.8	12.0	19.0	30.0

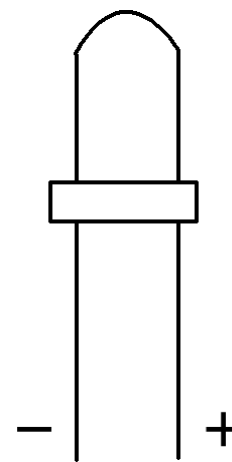


图 4

(1) 实验室提供的器材如下：

A. 电压表 (量程 $0 \sim 3 \text{ V}$, 内阻约 $10 \text{ k}\Omega$)

B. 电压表 (量程 $0 \sim 15 \text{ V}$, 内阻约 $25 \text{ k}\Omega$)

C. 电流表 (量程 $0 \sim 50 \text{ mA}$, 内阻约 50Ω)

D. 电流表 (量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$, 内阻约 1Ω)

E. 滑动变阻器 (阻值范围 $0 \sim 10 \Omega$, 允许最大电流 3 A)

F. 电源 (电动势 6 V , 内阻不计)

G. 开关 , 导线若干

该同学做实验时 , 电压表选用的是 **A** , 电流表选用的是 **C** . (填选项字母)

解析 由表中数据可知 : 最大电压为 2.8 V , 电压表选 A ;

(2) 请在图 5 中以笔画线代替导线，按实验要求将实物图中的连线补充完整。

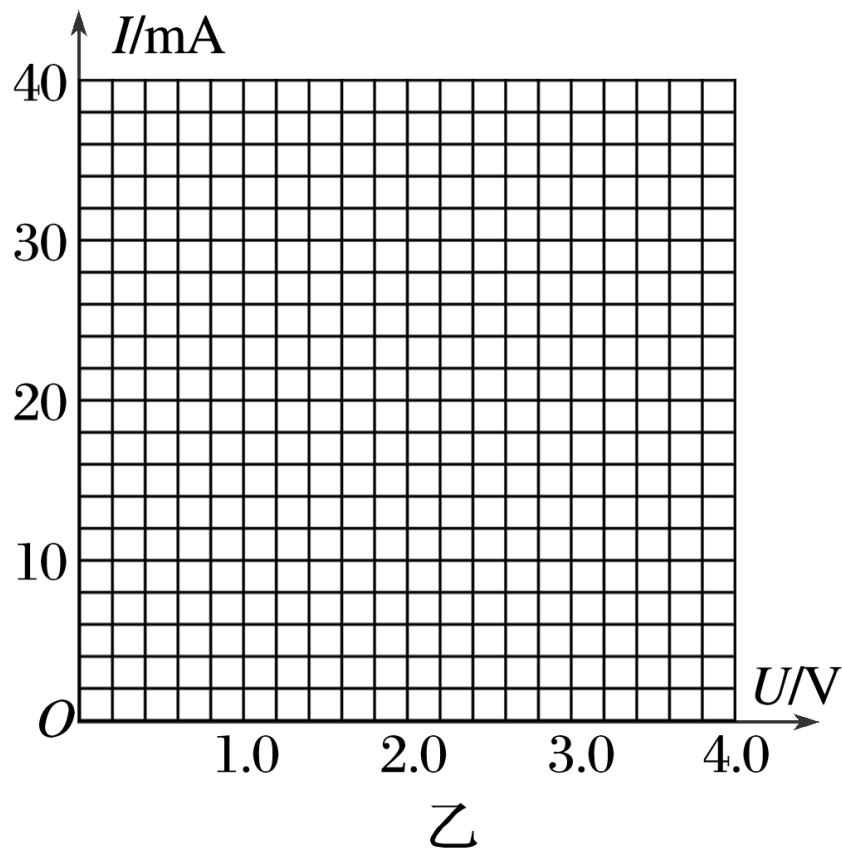
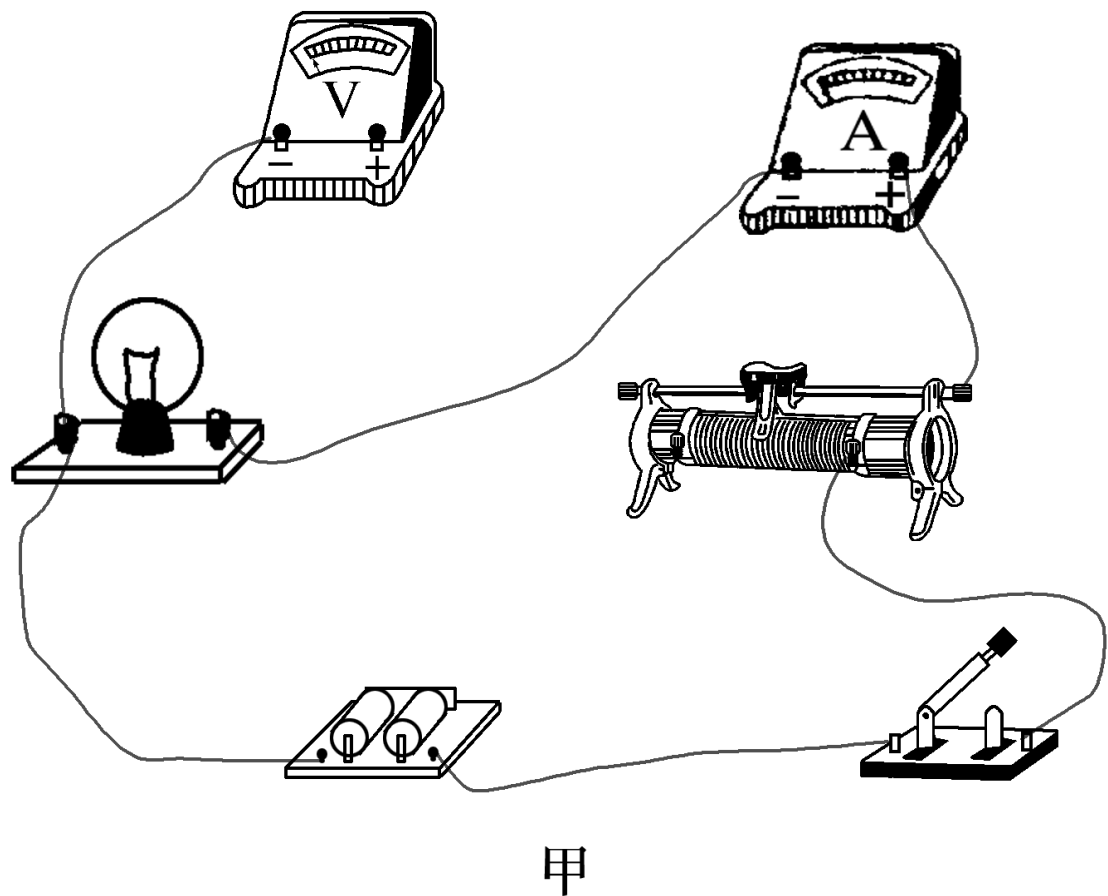
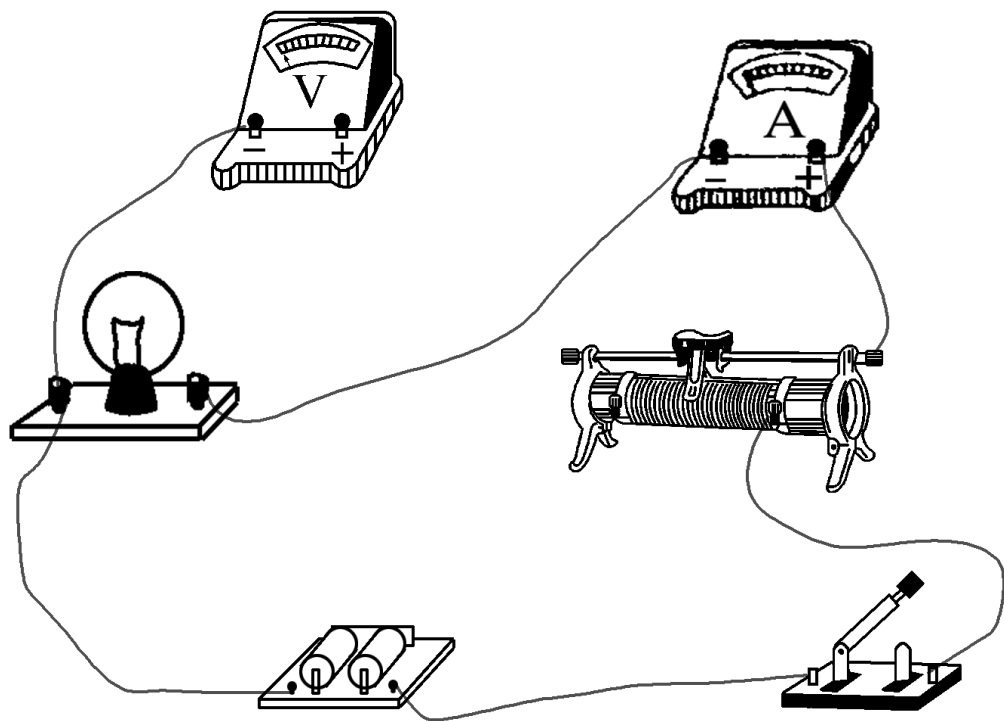
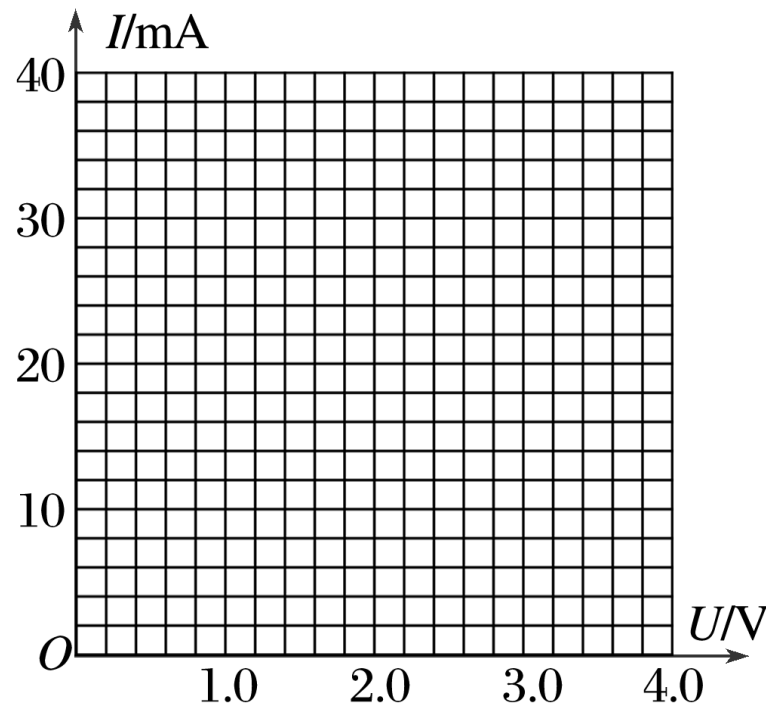


图 5

(3) 在实验过程中，开关 S 闭合前，滑动变阻器的滑片应置于最 左 端；
(填“左”或“右”).



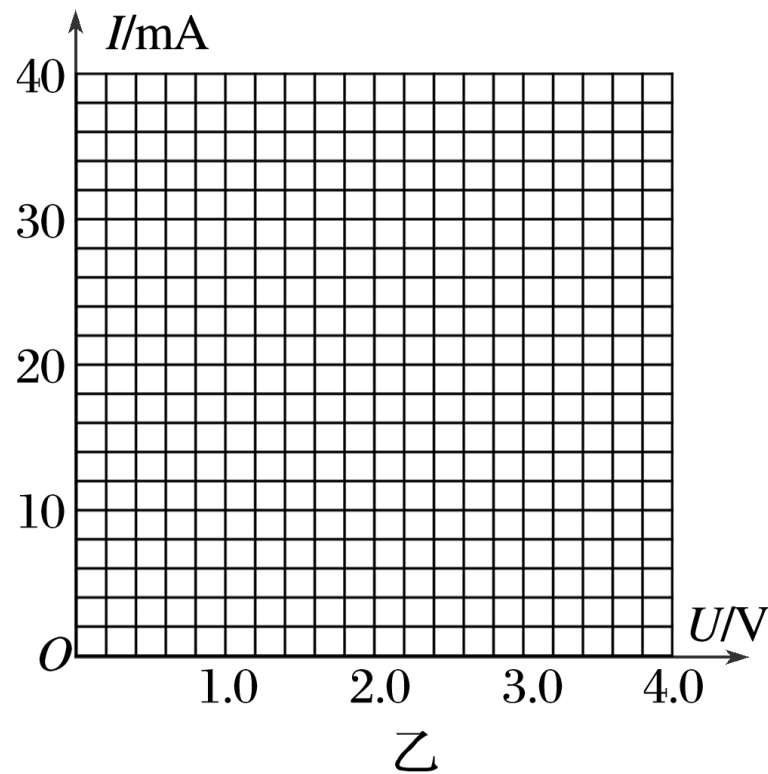
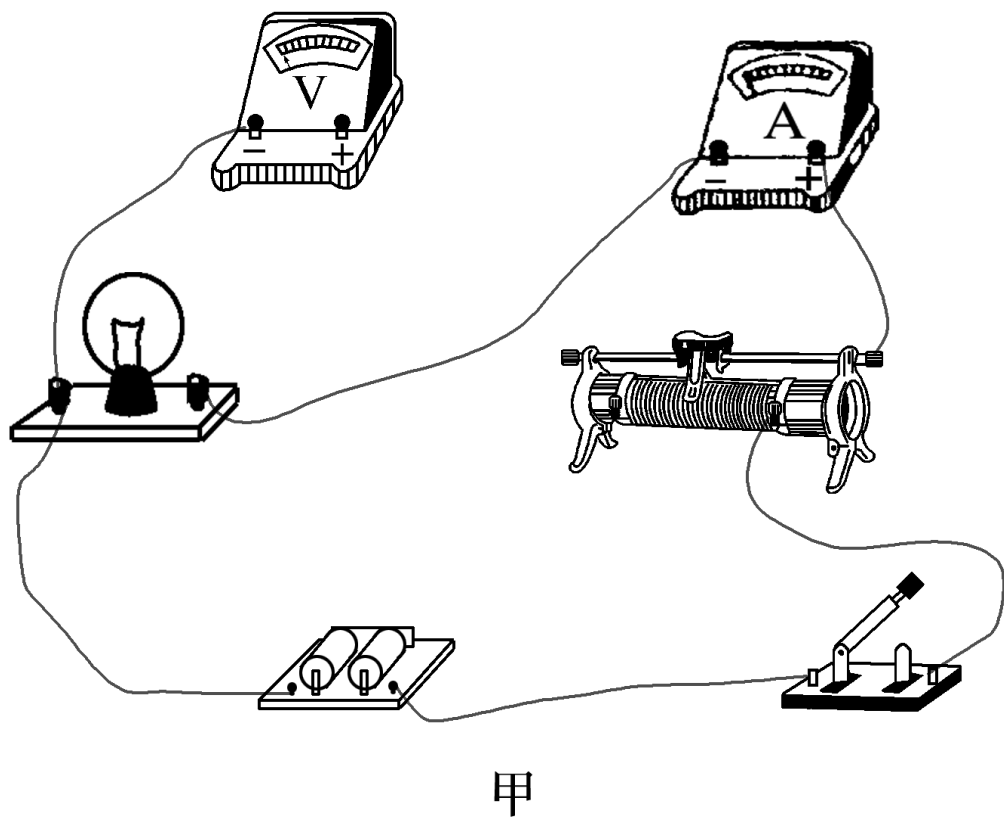
甲



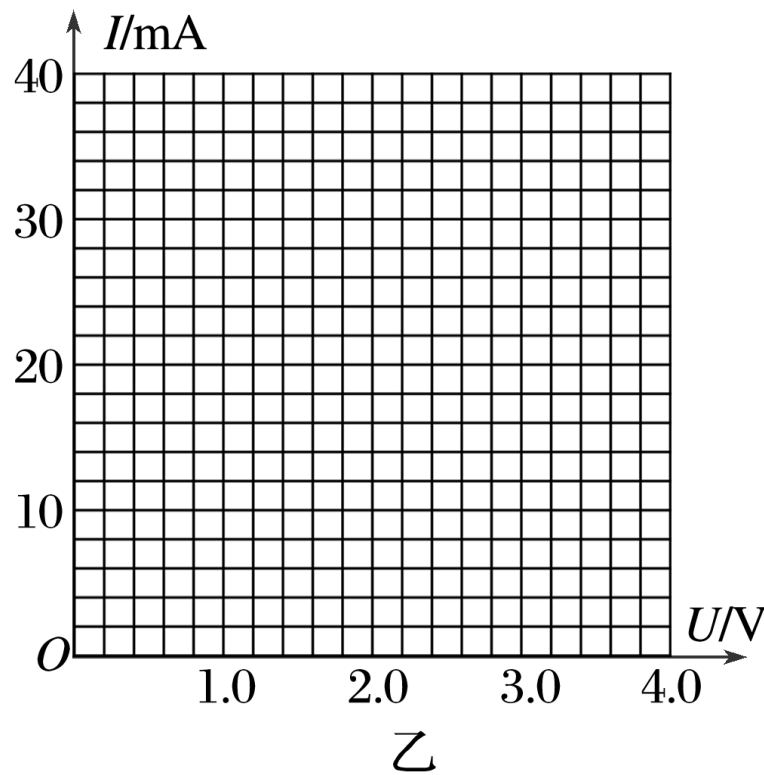
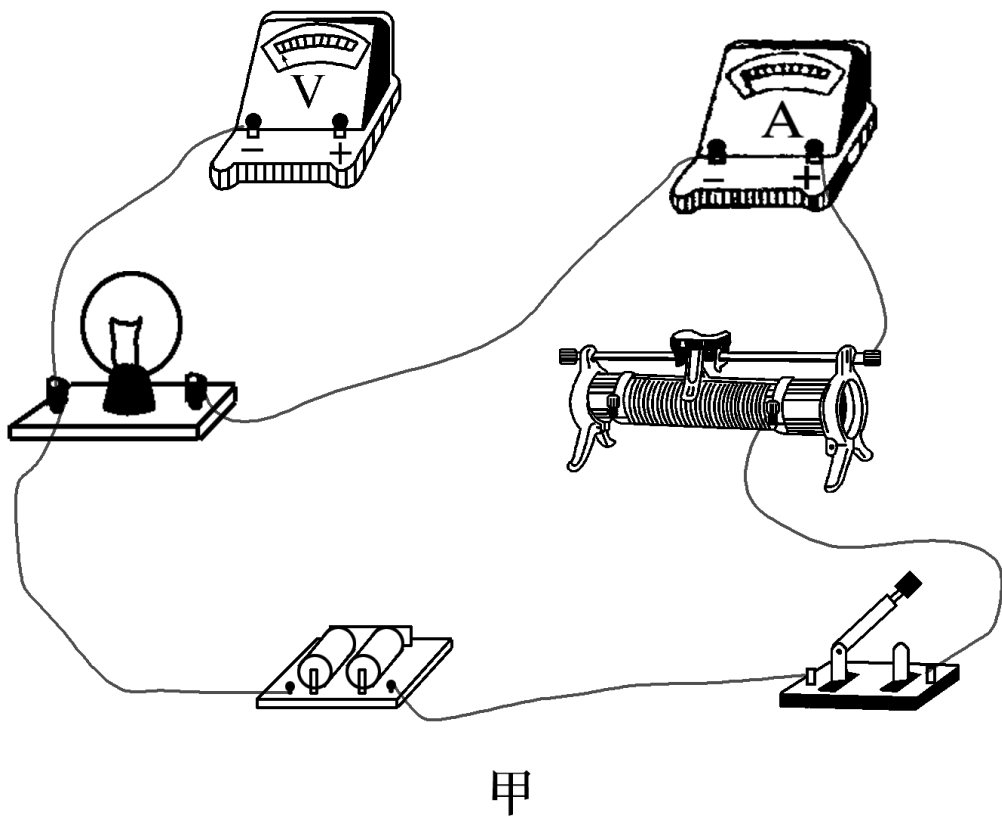
乙

解析 因滑动变阻器是分压式接法，在开始前滑动变阻器的滑片应置于最

(4) 根据表中数据，在图乙所示的坐标纸中画出该发光二极管的 $I - U$ 图线。



(5) 由 $I - U$ 图线可知：二极管的电阻值随工作电压的增大而 减小
 (填“不变”“增大”或“减小”)

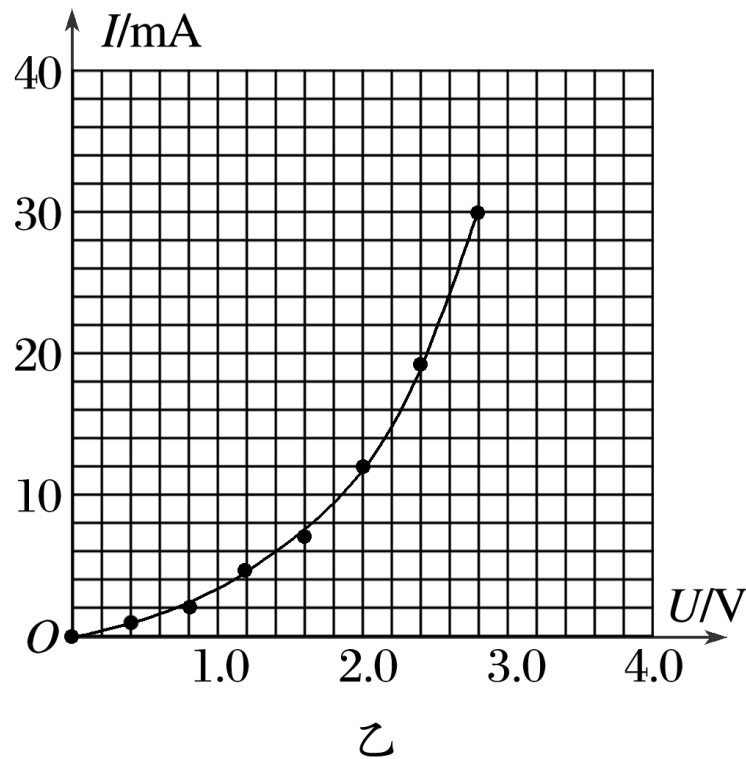


解析 由图线可知，二极管的电阻值随电压的增大而减小；

(6) 若此发光二极管的最佳工作电流为 10 mA，现将此发光二极管与电动势为 3 V、内阻不计的电池组相连，还需串联一个阻值 110 Ω 的电阻，才能使它工作在最佳状态。(结果保留三位有效数字)

解析 根据 $U - I$ 图线，当二极管的工作电压为 1.9 V 时，工作电流约为 10 mA，串联电阻上分到电压应为 1.1 V，故应串联的电阻为：

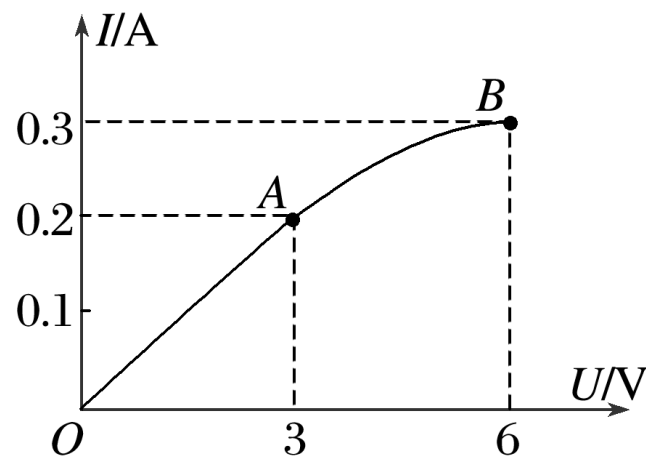
$$R = \frac{1.1}{0.01} \Omega = 110 \Omega.$$



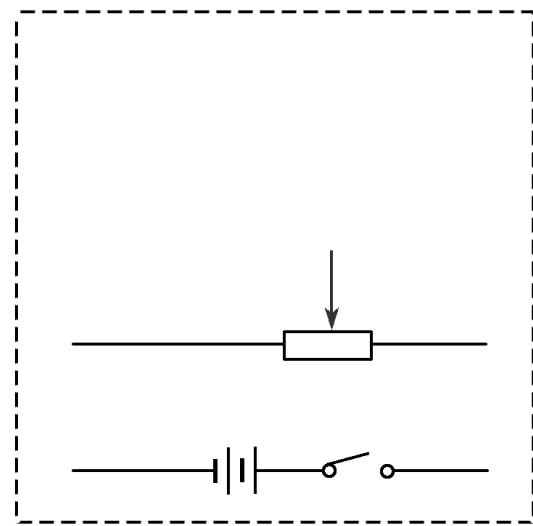
[变式训练]

3. 使用理想电压表、理想电流表、滑动变阻器、直流电源等仪器，研究一只小灯泡完整的伏安特性，测得 $I - U$ 图象如图 6 甲所示。已知滑动变阻器滑动片的有效移动长度为 30 cm，变阻器的最大阻值为 22.5Ω ，电源电动势为 6 V，内阻不计。

(1) 在图乙的虚线框内，不改变滑动变阻器和电源的位置，补上电压表、电流表、灯泡，画出完整的电路图。要求滑动变阻器的滑动片向左滑动时，灯泡的电压增大。



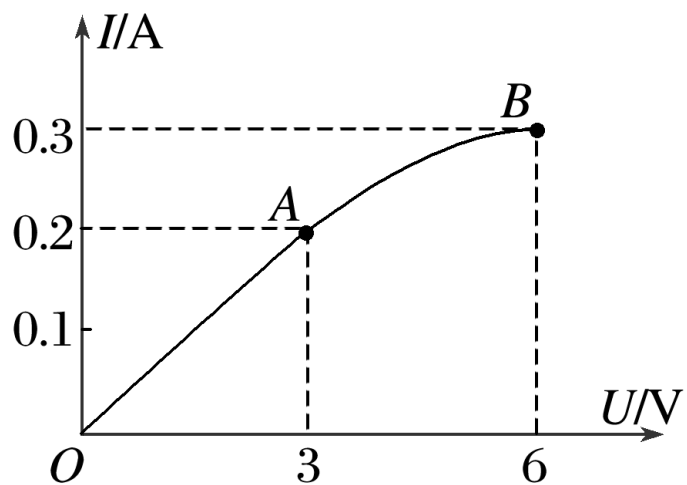
甲



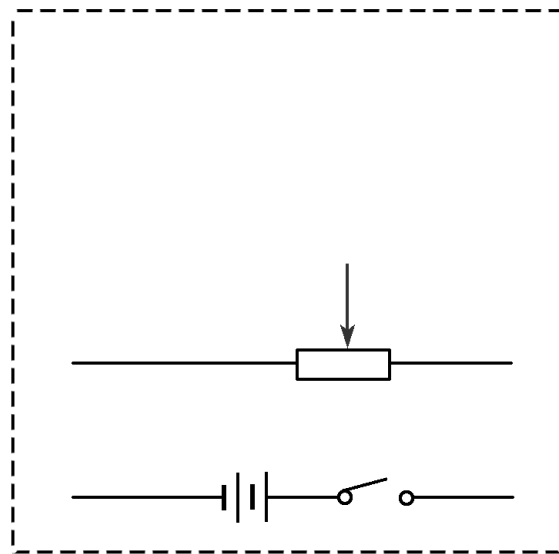
乙

图 6

(2) 根据 $I - U$ 图象可知：从 A 到 B 的过程中灯泡的电阻逐渐 增大 (选填“增大”或“减小”)，改变的阻值为 5 Ω 。



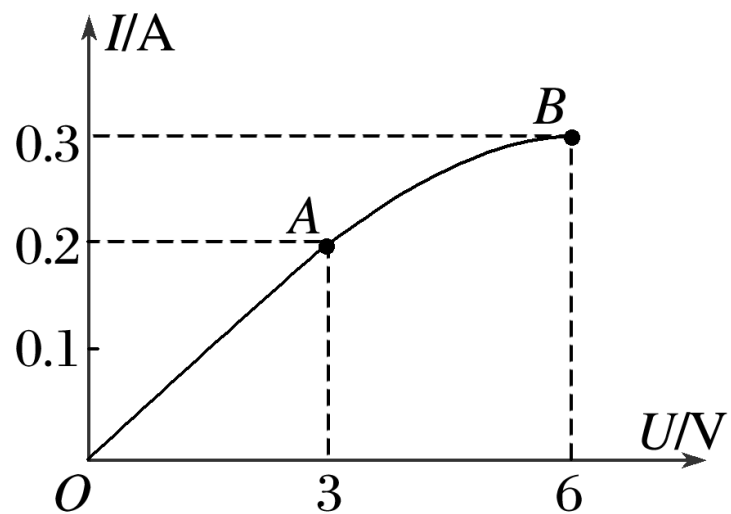
甲



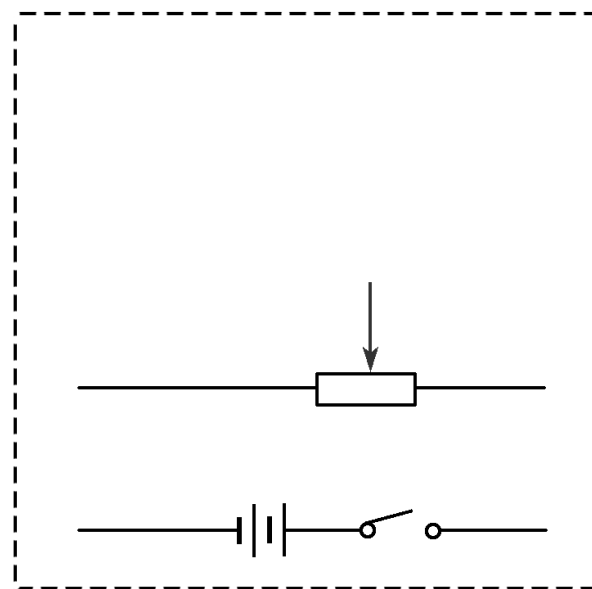
乙

解析 由 $I-U$ 图象可知，从 A 到 B 的过程中灯泡的电阻逐渐增大，由欧姆定律得：电阻的改变量 $\Delta R = R_B \frac{U_B}{I_B} - R_A \frac{U_A}{I_A} = 5 \Omega$ 。

(3) 在获得 $A \rightarrow B$ 段图线数据的过程中，滑动变阻器的滑动片向左移动了 10 cm 的长度。



甲



乙

4. 某待测电阻 R_x 的阻值在 $80 \sim 100 \Omega$ 之间，现要测量其阻值，实验室提供如下器材：

A. 电流表 A_1 (量程 30 mA ，内阻 $r_1 = 10 \Omega$)

B. 电流表 A_2 (量程 150 mA ，内阻 r_2 约为 30Ω)

C. 电压表 V (量程 15 V ，内阻约为 $10 \text{ k}\Omega$)

D. 定值电阻 $R_0 = 20 \Omega$

E. 滑动变阻器 R (最大电阻约 10Ω)

F. 电源 E (电动势为 4 V)

G. 开关 S 和导线若干

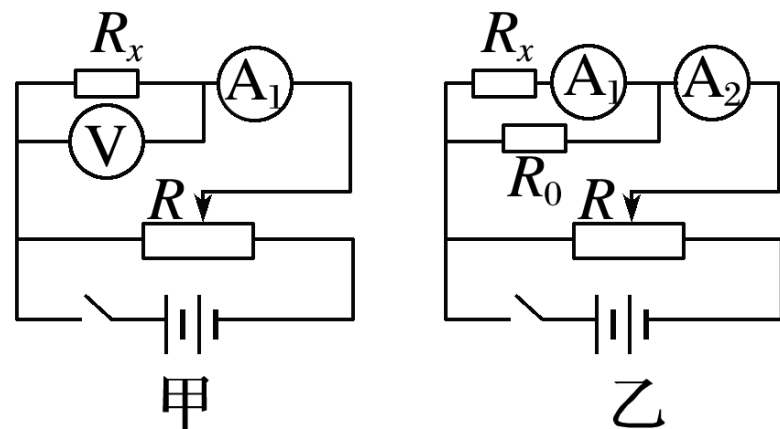


图 7

(1) 如果用图 7 甲来测量 R_x ，测得的电阻将 **小于** 真实值（填“大于”“小于”或“等于”）；

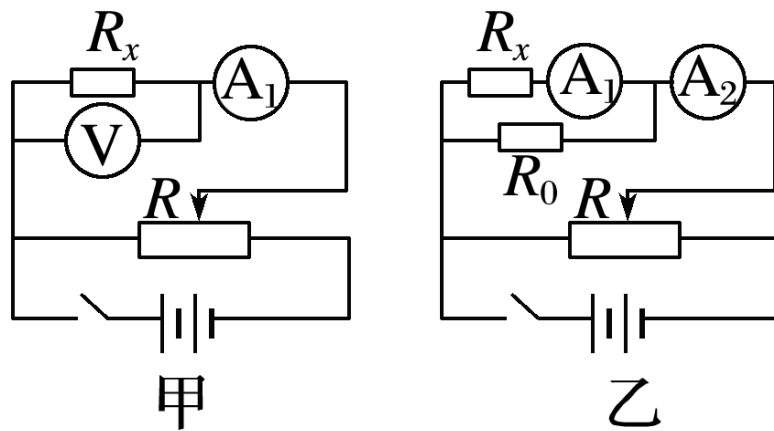


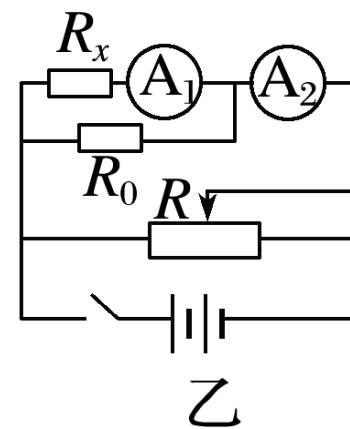
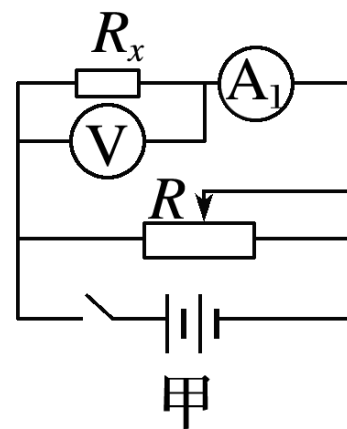
图 7

解析 因待测电阻 R_x 是小电阻，如果用图甲来测量 R_x ，由于电压表的分流作用，故测得的电阻将小于真实值。

(2) 如果用图乙来测量 R_x ，测量电流表 A_1 和 A_2 的读数分别为 I_1 和 I_2 ，则

$$R_x = \frac{I_2 - I_1}{I_1} R_0 - r_1$$

_____；



解析 如果用乙图来测量 R_x ，根据欧姆定律有，

并联部分(电压为)：故 $R_x = \frac{I_2 - I_1}{I_1} R_0 - r_1$.

(3) 根据提供的器材要完成此实验，甲、乙两同学分别设计了如图甲、乙两种电路，你认为图 **乙** 更合适。

方法指导

测量电源的电动势和内阻的基本原理是闭合电路欧姆定律，数据处理的主要思想方法是“化曲为直”，常用的方法有三种：

1. 伏安法——利用电压表和电流表。闭合电路方程为 $E = U + Ir$ ，利用两组数据，联立方程求解 E 和 r ；也可作出 $U - I$ 图象，图线的纵截距表示电源的电动势，斜率的绝对值表示电源的内阻。

2.伏阻法——利用电压表和电阻箱.闭合电路方程为 $E = U(1 + \frac{r}{R})$.利用两组数据联立方程求解或将方程线性化,处理为 $\frac{1}{U} = \frac{r}{E} \cdot \frac{1}{R} + \frac{1}{E}$ 或 $U = -r \frac{U}{R} + E$, 作 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 图象或 $U - \frac{U}{R}$ 图象, 利用图线的截距和斜率求 E 和 r .

3.安阻法——利用电流表和电阻箱.闭合电路方程为 $E = I(R + r)$, 利用两组数据联立方程求解或将方程线性化, 处理为 $\frac{1}{I} = \frac{1}{E} \cdot R + \frac{r}{E}$, 作 $\frac{1}{I} - R$ 图象, 利用图线的截距和斜率求 E 和 r .

典例剖析

例 3 某同学用伏安法测一节干电池的电动势和内阻，现备有下列器材：

A. 被测干电池一节

B. 电流表 1：量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ ，内阻 $r = 0.3 \Omega$

C. 电流表 2：量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ ，内阻约为 0.1Ω

D. 电压表 1：量程 $0 \sim 3 \text{ V}$ ，内阻未知

E. 电压表 2：量程 $0 \sim 15 \text{ V}$ ，内阻未知

F. 滑动变阻器 1： $0 \sim 10 \Omega$ ， 2 A

G. 滑动变阻器 2： $0 \sim 100 \Omega$ ， 1 A

H. 开关、导线若干

伏安法测电池电动势和内阻的实验中，由于电流表和电压表内阻的影响，测量结果存在系统误差，在现有器材的条件下，要尽可能准确地测量电池的电动势和内阻。

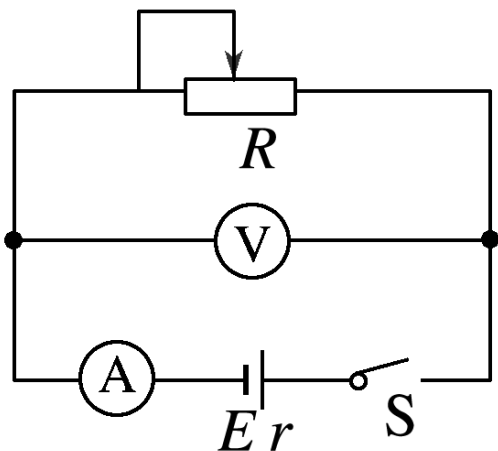
(1) 在上述器材中请选择适当的器材（填写器材前的字母）：电流表选择 **B**，电压表 **D** 选择 _____，滑动变阻器 **F** 选择 _____。

解析 一节干电池的电动势约为 1.5 V ，电压表选 D；

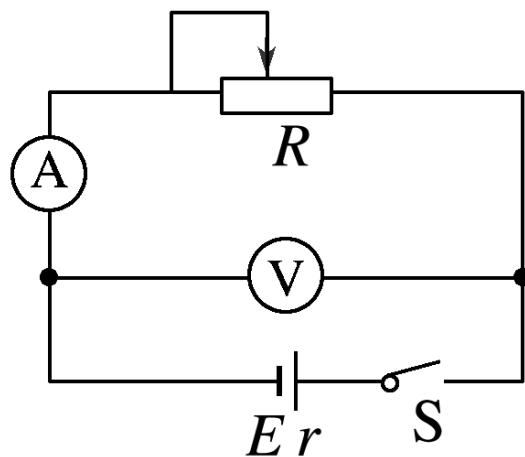
电流表的量程为 $0 \sim 0.6\text{ A}$ ，且明确电流表内阻，电流表选 B；

滑动变阻器阻值较小利于电表的数值变化，滑动变阻器选 F。

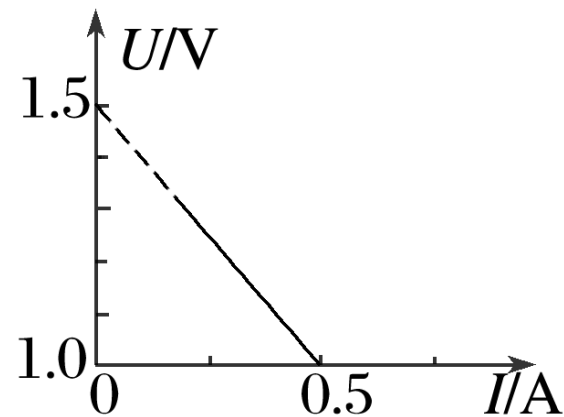
(2) 实验电路图应选择图 8 中的 甲 (填“甲”或“乙”) ;



甲



乙

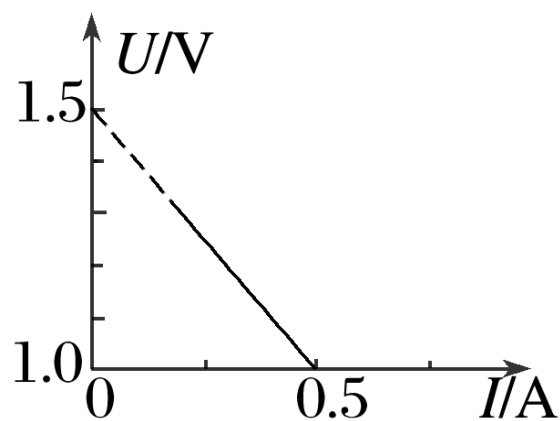


丙

图 8

解析 因电流表 B 的内阻已知，可将电流表内阻等效为电源内阻，求出等效电阻后，再求出实际电源内阻，故选用甲图；

(3) 根据实验中电流表和电压表的示数得到了如图丙所示的 $U - I$ 图象，则在修正了实验系统误差后，干电池的电动势 $E = \underline{\quad} \text{V}$ ，内电阻 $r = \underline{\quad} \Omega$ 。



丙

$$\frac{\Delta U}{\Delta I}$$

解析 由 $U - I$ 图可知，电源的电动势 $E = 1.5 \text{ V}$ ；等效内电阻 $r' =$

[变式训练]

5. 某同学设计了如图 9 甲所示的电路来测量电源电动势 E 及电阻 R_1 和 R_2 的阻值. 实验器材有: 待测电源 E (不计内阻), 待测电阻 R_1 , 待测电阻 R_2 , 电压表 V (量程为 3 V , 内阻很大), 电阻箱 R ($0 \sim 99.99\ \Omega$), 单刀单掷开关 S_1 , 单刀

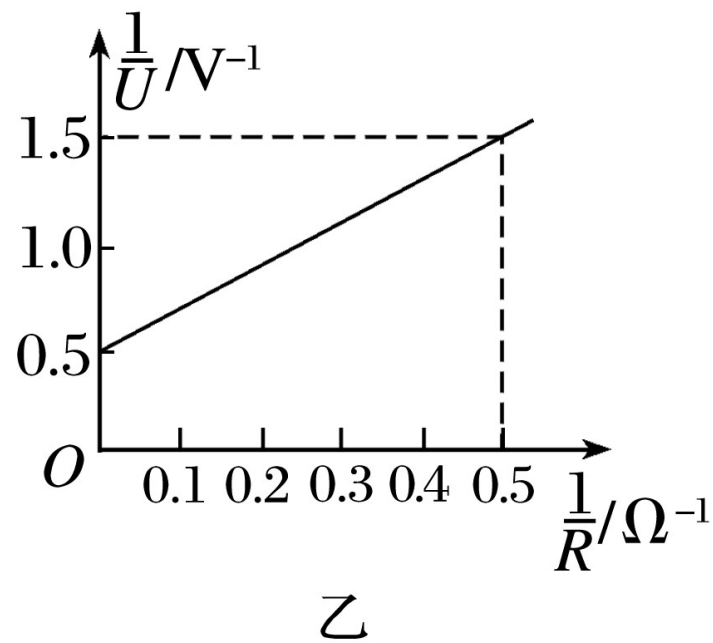
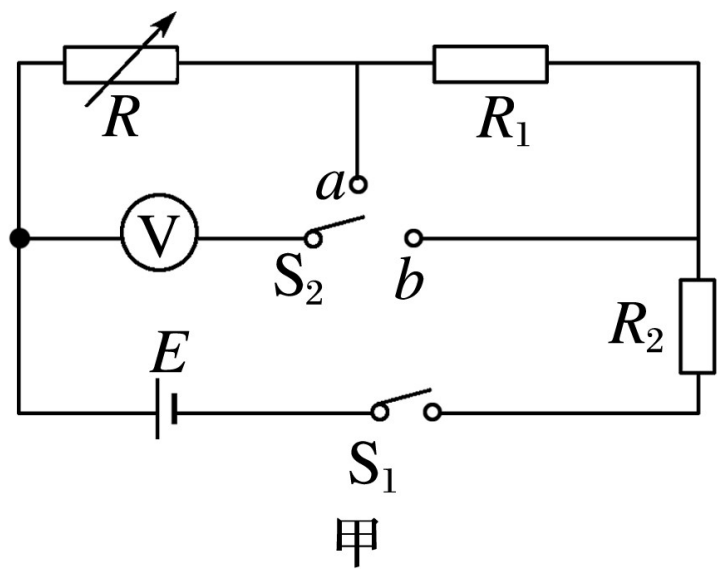
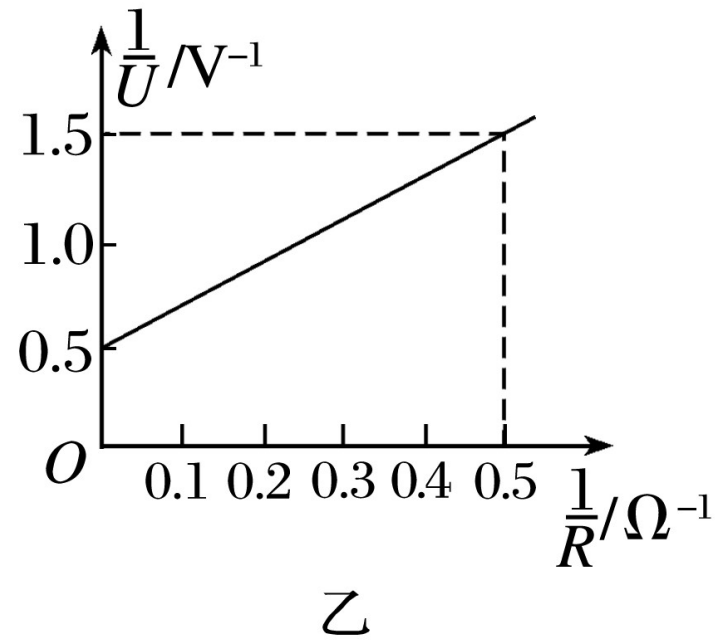
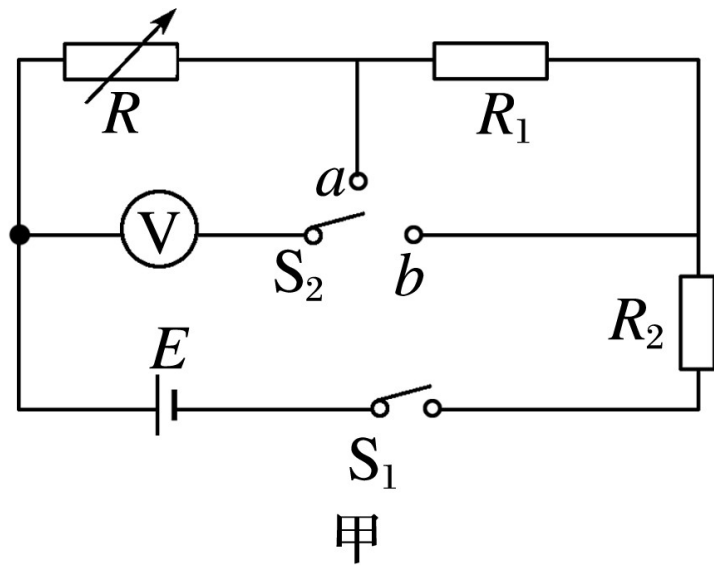


图 9

(2) 该同学已经测得电阻 $R_1 = 3.2 \Omega$ ，继续测电源电动势 E 和电阻 R_2 的阻值，其做法是：闭合 S_1 ，将 S_2 切换到 a ，多次调节电阻箱，读出多组电阻箱示数 R 和对应的电压表示数 U ，由测得的数据，绘出了如图乙所示的图线，则由图乙可求得电源电动势 $E = 0.8 \text{ V}$ ，电阻 $R_2 = 2 \Omega$ 。



6. 甲同学利用如图 10 所示的电路测定电源的电动势和内阻，提供的器材有：

- A. 干电池两节，每节电动势约为 1.5 V ，内阻未知
- B. 直流电压表 V_1 、 V_2 ，内阻很大
- C. 直流电流表 A ，内阻可忽略不计
- D. 定值电阻 R_0 ，阻值未知，但不小于 $5\ \Omega$
- E. 滑动变阻器
- F. 导线和开关

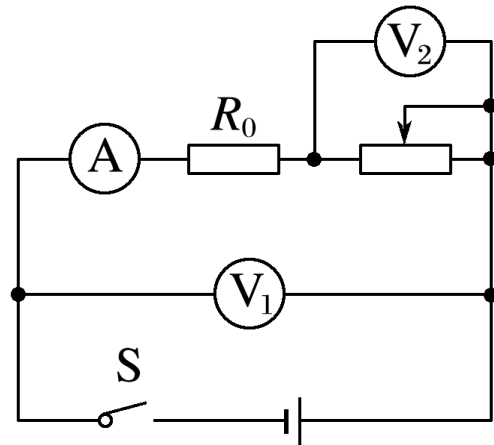


图 10

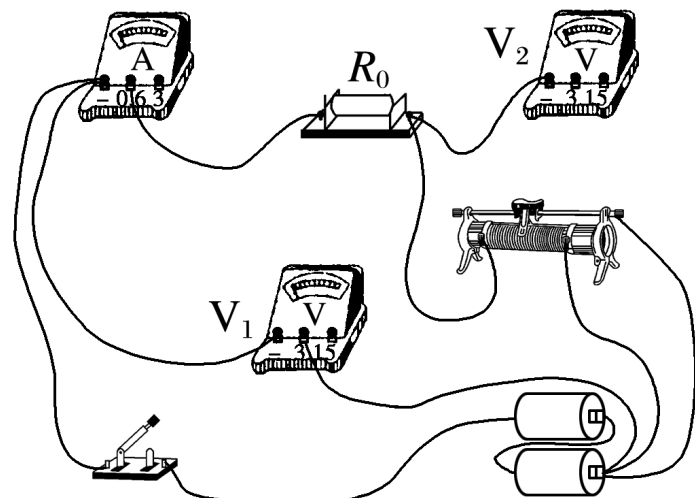


图 11

(1) 请根据所给电路图，以笔画线代表导线，

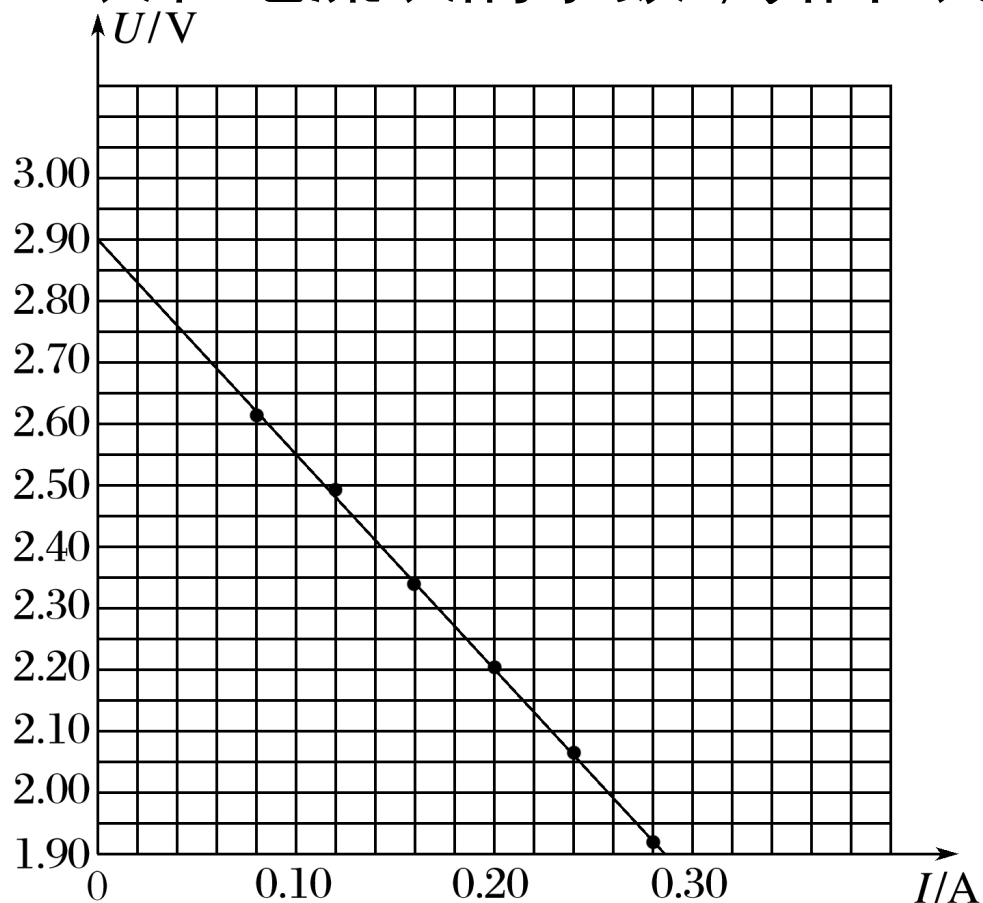
(2) 甲同学利用该电路完成实验时，由于某根导线发生断路故障，导致一只电压表始终没有读数，因此只记录了一只电压表和电流表的示数，如下表

所示： U/V	2.62	2.48	2.34	2.20	2.06	1.92
I/A	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28

利用表格中的数据在图 12 中作出 $U - I$

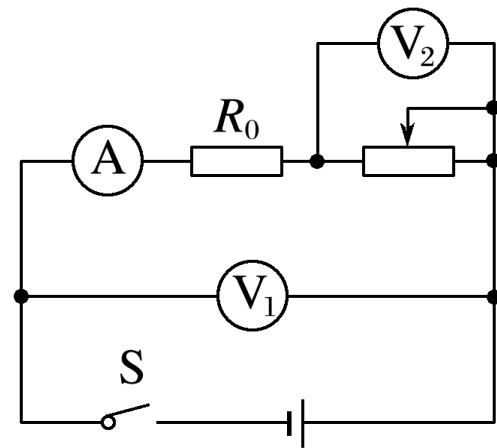
解析 将 (I, U) 作为坐标值将各点描出，并用直线将各点相连，作图象如图乙所示；

答案 见解析图



乙

(3) 由图象可知，两节干电池总电动势为 2.90 V，
总内阻为 3.50 Ω . 由计算得到的数据可以判断，能够
示数的电压表应为表 V₁ (选填“V₁”或“V₂”).

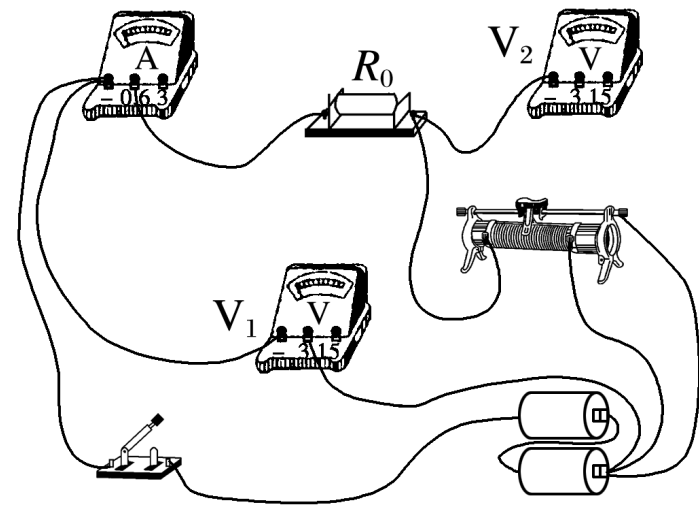


解析 由 $U = E - Ir$ 知；对比图象得 $E = 2.90 \text{ V}$ ，

$$r = \frac{2.90 - 1.92}{0.28} \Omega = 3.50 \Omega ; \text{若示数为 } V_2 \text{ 的, 则}$$

测量的内电阻一定有 R_0 ，而定值电阻大于 5Ω ，

故说明读数只能是 V_1 的.



知识精讲

高考中电学实验要拿到满分，考生应注意以下“三”个方面：

第一：认真完成课本上的每一个实验，知道每一个实验的目的，掌握每一个实验的原理，熟悉每一个实验步骤，领会每一个实验步骤的作用，学会每一个实验仪器的使用，学会每一个实验的处理方法，弄清每一个实验误差的来源等。

第二：对于给出实验电路图的创新性实验，要注意从原理出发，理解实验方法，找出图象中两个物理量之间的关系，理想图象中图线的斜率和截距的物理意义。

第三：对于设计性实验，要注意从原理出发找方法，选器材，定方案。高考中，对设计性实验的考查，一般不直接采用课本上的设计方案，但是其设计理念均取材于课本中的必考实验，因此考生要对课本上的每一个实验做到心中有数。

典例剖析

例 4 某同学尝试把一个灵敏电流表改装成温度表，他所选用的器材有：灵敏电流表（待改装），学生电源（电动势为 E ，内阻不计），滑动变阻器，单刀双掷开关，导线若干，导热性能良好的防水材料，标准温度计，PTC 热敏电阻 R_t (PTC 线性热敏电阻的阻值与摄氏温度 t 的关系为 $R_t = a + kt$ ， $a > 0$ ， $k > 0$)。设计电路如图 13 所示：

- (1) 按电路图连接好实验器材；
- (2) 将滑动变阻器滑片 P 滑到 a 端，单刀双掷开关掷于 c 端，调节滑片 P 使电流表满偏，并在以后的操作中保持滑片 P 位置不动，设此时电路总电阻

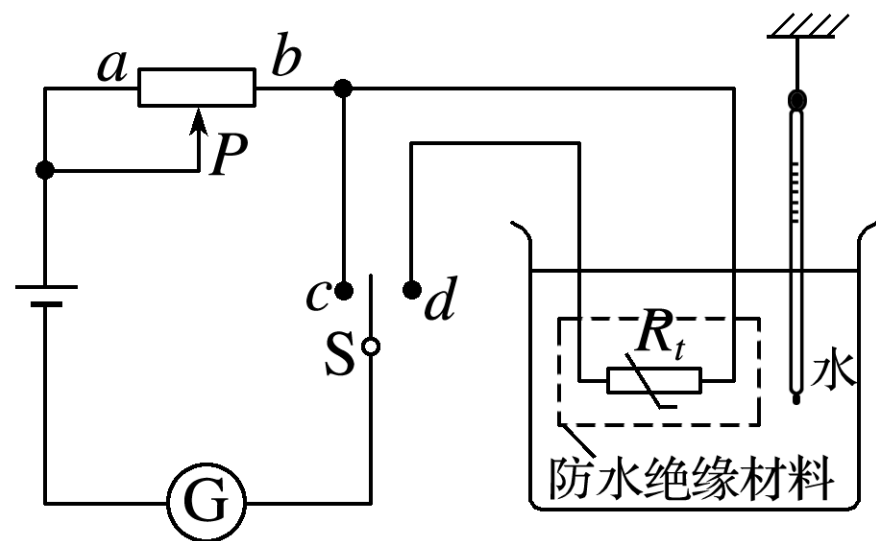


图 13

(3) 容器中倒入适量开水，观察标准温度计，每当标准电流表的示数下降 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，就将开关 S 置于 d 端，并记录此时的温度 t 和对应的电流表的示数 I ，然后断开开关，请根据温度表的设计原理和电路图，写出电流与温度的关系式 $I = \frac{E}{R + a + kt}$

解析——由题知 $R_t = a + kt$ ，由闭合电路的欧姆定律可得， $I = \frac{E}{R + R_t} =$

$$\frac{E}{R + a + kt}$$

(4) 根据对应温度记录的电流表示数，重新刻制电流表的表盘，改装成温度表，根据改装原理，此温度表表盘刻度线的特点是：低温刻度在 _____ 侧（填“左”或“右”），刻度线分布是否均匀？**否** _____（填“是”或“否”）。

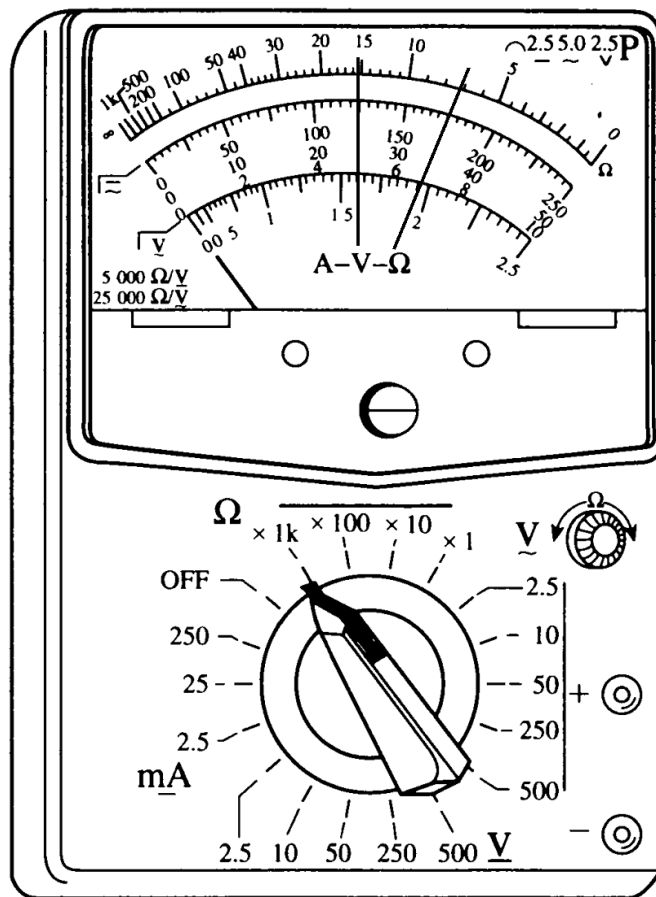
解析 由上式可知，温度越高，电流表中的电流值越小，则低温刻度在表盘的右侧；由于电流与温度的关系不是线性函数，所以表盘的刻度是不均匀的。

[变式训练]

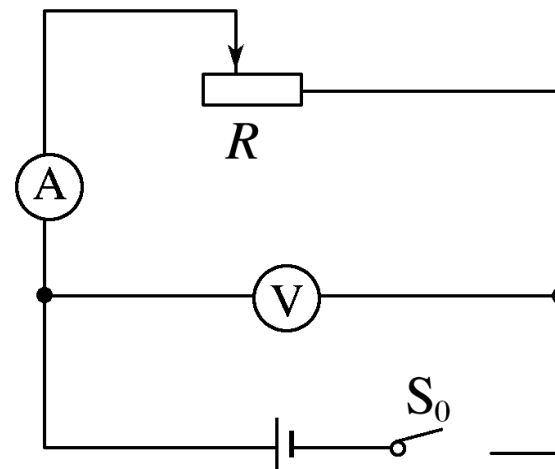
7. 图 14 甲图是乙图所示多用电表欧姆 $\times 1 \text{ k}$ 挡的工作电池，外壳上印着标称电动势 9 V ，但 A 、 B 两极极性没有标示。



甲



乙



丙

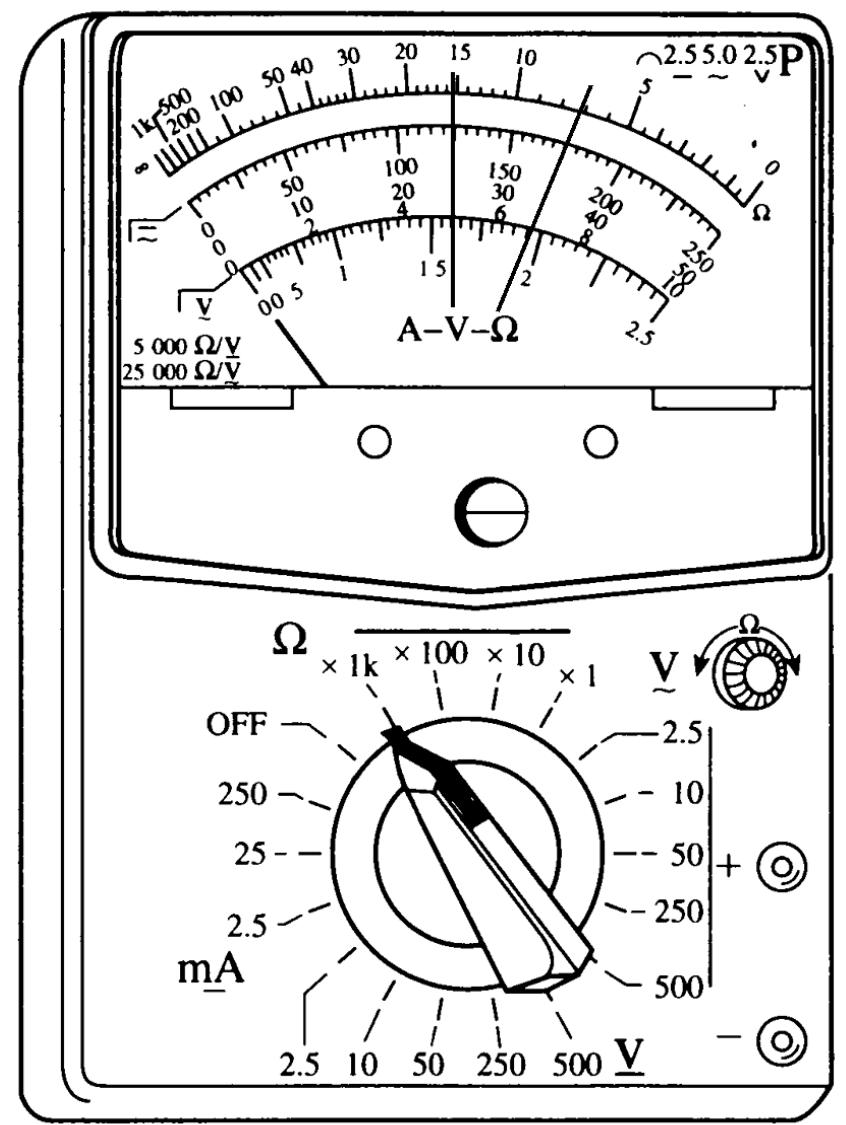
图 14

(1) 实验小组甲同学选择多用电表的直流电压挡对电池测量：将 (+)(-) 表笔分别与 A 、 B 相连时电表指针反偏；对调连接，电表有了正常示数；再在 A 、 B 两极间接入一只 $200\ \Omega$ 电阻，电表示数减小（如电表刻度盘所示）。由以上测量可以确定电池的**B**极的正极是 ____（填“ A ”或“ B ”）。

解析 电压表接入电路中时，正极应与电源正极相连，将 (+)(-) 表笔分别与 A 、 B 相连时电表指针反偏；对调连接，电表有了正常示数，说明 B 极为正极；

(2) 接着要测量这个电池的电动势 E 和内电阻 r . 乙同学说至少还需要电流表、电压表、滑动变阻器；丙同学说至少还需要电阻箱；丁同学说不再需要什么，利用甲的实验数据就可以了. 显然丁同学设计的方案不再需要实验操作，他能得到电池的电动势和内电阻么？若能，写出结论；若不能，简述理由 $E = 7.0 \text{ V}$ $r =$.

80Ω



乙

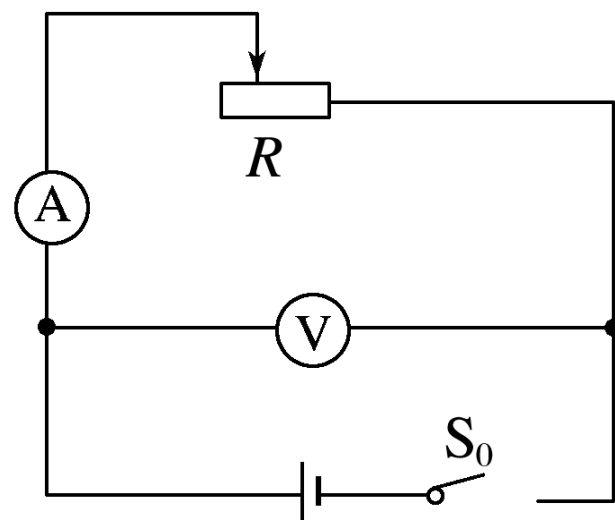
(3) 最后按图丙所示电路对该电池进行放电实验。实验中通过适时调整滑动变阻器，保持电流表示数为 10 mA 不变，每分钟记录一次电压表示数，实验历时 20 分钟。将各组电压—时间数据在坐标纸上描点作图，经拟合，可认为电压由 6.2 V 均匀下降到 5.8 V。则这次放电过程中通过电流表的电量是 _____ C，电流表和变阻器消耗的电能是 _____ J。

解析 这次放电过程中通过电流表的电量是 $q = It$

$$= 12 \text{ C}，\text{电流表和变阻器的平均电压 } \bar{U} = \frac{6.2 + 5.8}{2}$$

$$V = 6 \text{ V}，\text{则电流表和变阻器消耗的电能 } Q = \bar{U}It =$$

$$6 \times 12 \text{ J} = 72 \text{ J}.$$



丙