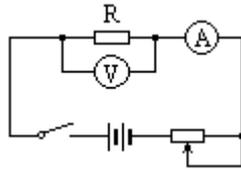


电路设计问题一

1. 在图的电路中, R 为待测电阻, 阻值约为 5 欧。给你的器材有: 滑动变阻器 (2 安, 0~10 欧); 电压表, 有 2 个量程, 分别为 0~3 伏、0~15 伏; 电流表, 有 2 个量程, 分别为 0~0.6 安、0~3 安; 电池组为新干电池 3 节串联。两只电表的量程可采用以下 4 种选法, 但为使测量时能较准确地读数, 最后, 两只电表的量程应采用 [ ]



- A. 0~0.6 安和 0~1.5 伏。 B. 0~3 安和 0~15 伏。  
C. 0~0.6 安和 0~3 伏。 D. 0~3 安和 0~3 伏。

思路点拨

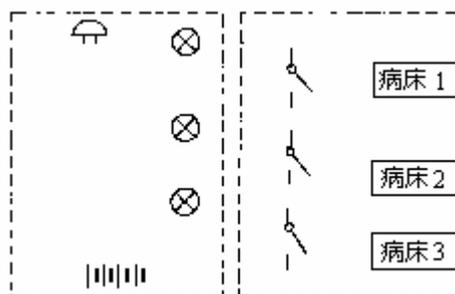
电学实验中, 为了安全、准确地测量和读取实验数据, 应该注意正确地选用有关的仪表, 通常最值得注意的有两点: 首先要注意安全, 即被测量的物理量的值不能超过所用仪表允许测量的最大值(即此仪表的量程); 其次要使被测量能尽量清楚准确地显示出来, 这就要求不能盲目地选用大量程的仪表而应该根据被测量的大小来选用适当大小量程的仪表, 例如有量程为 10A 的电流表和量程为 1A 的电流表各一只, 要测量约为 0.8A 的电流的大小, 显然应选用量程为 1A 的电流表来进行测量, 如果盲目地选大量程的表而选用了量程为 10A 的电流表去测量, 此时尽管被测电流没有超过此表的量程, 是很安全的(即不会因超量程而损坏电表), 但被测电流相对于此表的满偏电流来说是太小了, 则此时电流表的指针将偏转很少, 这是很难将其电流值读准的。

结合本题的实验电路和所提供的可供选择的器材来考虑: 电源为 3 节新电池串联, 则其所能提供的电压为 4.5V, 由于有一滑动变阻器与待测电阻串联, 注意到待测电阻约为 5Ω, 滑动变阻器最大阻值为 10Ω, 则通过调节滑动变阻器, 可以使待测电阻上的电压在 1.5V 至 4.5V 的范围内变化。这样, 为测量待测电阻两端的电压, 电压表的量程应选用 0~3V(如选用 0~15)V 量程, 则测量待测电阻上电压时电压表指针偏转都会太少, 这样读数的误差将太大而影响实验结果。而选用 0~3V 量程时, 则可通过滑动变阻器的调节, 使加在待测电阻上的电压在 3V 以内变化, 这样, 电压的读数误差就小多了。而所测出的待测电阻的阻值, 并不会因为加在它两端的电压小了而不准。加在待测电阻两端的电压最大值限制为 3V, 则通过它的电流便被限制在约 0.6A 之内, 所以电流表的量程应选 0~0.6A。

由上可见, 本题的 C 为正确选项。

答案: C

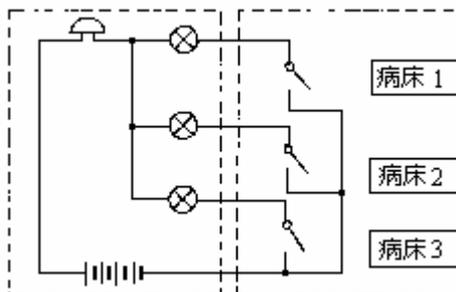
2. 某医院要安装一种呼唤电铃, 使各病床的病人均可单独呼叫, 只要一按床头的开关, 值班室的电铃就响, 且与该病床相对应的指示灯亮, 请在图中画出正确的连接方法。



### 思路点拨

按照要求,例如甲床头只要按自己的开关,则值班电铃就响,与甲床对应的指示灯就亮,可见,电源、开关、电铃和指示灯四者应连接成一闭合电路.而乙床按其所对应的开关时,则应该同样有电铃响,乙床的指示灯亮而甲床的指示灯不亮.可见在总的电路中,应该是将每个病床的开关与其对应的指示灯连接起来组成一条支路,将所有这些支路关联起来再与电源和电铃串联起来.

答案:如图所示.

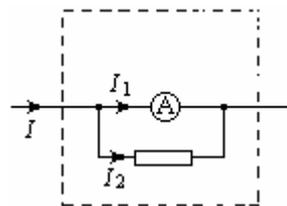


### 电路设计问题二

做电学实验时需要测量约 0.5 安的电流,但是实验室内当时只有一个量程为 0.3 安的电流表.如果手边有 12 伏学生电源、0~50 欧的滑动变阻器、电炉用的电阻丝,以及导线和开关,有什么简单办法可以把电表的量程临时地近似改为 0.6 安?画出电路图,简述操作步骤.

### 思路点拨

如图,设有某一很小的电阻与电流表 A 并联,当它们接入电路中时,通过电流表的电流为  $I_1$ ,通过电阻 R 的电流为  $I_2$ ,通过这一并联部分的总电流为  $I = I_1 + I_2$ .显然,若我们把图中虚线框内的整体视为一个新的电流表 A',则流过原电流表 A 的电流为  $I_1$  时,流过新电流表 A' 的电流便为  $I (I = I_1 + I_2)$ .若  $I_1$  为 A 的量程,则 I 便为 A' 的量程.



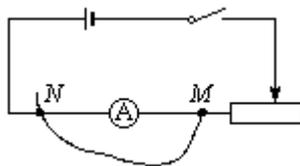
答案:电路图如图

操作步骤:

(1)照图连接电路,滑动变阻器的滑片放在电阻最大的位置,开关处于断开状态,电阻丝的 M 端拧在电流表的一个接线柱上, N 端暂时不连;

(2)闭合开关,调节滑动变阻器,使电流表达到满刻度;

(3)试看将电阻丝的不同位置连在电流表的另一个接线柱上,以改变接入电路中电阻丝的长度,当电流表达到半偏时(即电流表指针指在满刻度一半的地方时)将这个位置拧紧在接线柱上.



### 引申拓展

平时我们在进行电路计算时,通常都没有考虑电流表的电阻,即认为电流表的电阻是零.事实上,任何一个电流表都有它一定的电阻,只是这个阻值一般都很小(相对于电路中其它电阻来说),因此将它忽略不计并不会对计算结果有明显影响.而在本题中,要把电流表的量程扩大,相当于对电流表本身做一次改造,显然这时是不能忽略它的电阻了.

本题做法的道理是:由于电流表的电阻远小于滑动变阻器接入电路的电阻,则当再以一

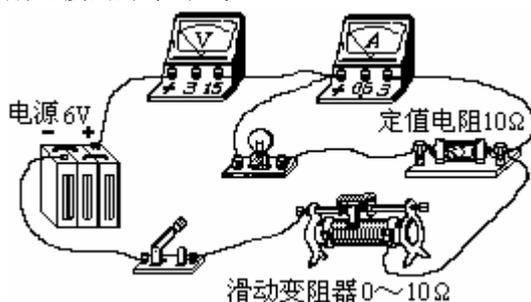
电阻丝与电流表并联后，两者并联后的总电阻将比原电流表的电阻更小，而这样对整个电路来说，由于滑动变阻器的滑片未动，其接入电路的电阻未变，则相当于整个电路的总电阻只发生了微小的可忽略的变化，即此时通过电路的总电流不变，仍为原来使电流表满偏的电流。而此时电流表显示的数字则只有原来的一半，表明另一半电流是由电阻丝中通过了(由并联规律可以看到，此时电阻丝接入电路的电阻与原电流表本身的电阻相等)。这样，把电阻丝和原电流表视为一个新的电流表，则这个新电流表的量程便是原电流表量程的 2 倍了。

### 电路设计问题三

在一次实验中需要测量小灯泡两端的电压和流过它的电流。聪明而粗心的小刚连接了如图所示的电路。同组的小林发现有错，主张拆了以后重新连接，可是时间来不及了，小刚眼珠一转，在图示电路中只增加了一根导线，电路就正常工作了。问：

(1) 如果闭合图示电路中的开关，电压表的读数约为多少？电流表的读数约为多少？小灯泡发光情况如何？

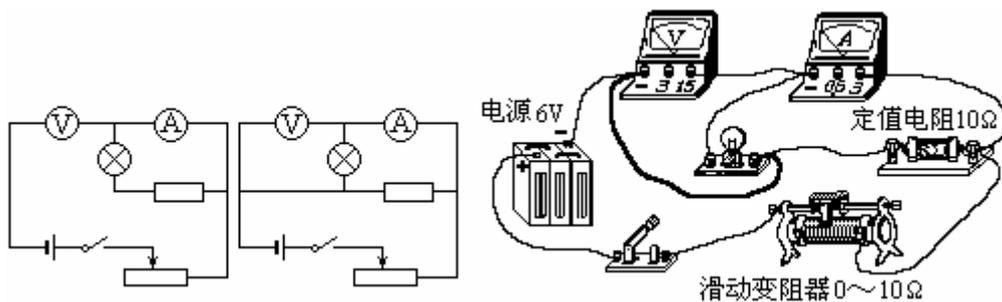
(2) 在图中画出小刚连接的那条导线。



#### 思路点拨

根据实物图，可以画出其对应的电路图，如图。此电路为小灯泡与定值电阻串联后再与电流表并联，然后这个并联部分再分别与电压表和滑动变阻器串联，由于电压表的电阻很大，且它又是串联在电路中，故此时若将开关闭合，通过电路的电流将很小(接近为零)，电源的全部电压都加在电压表上，由此，电压表的读数将约为 6V，电流表的读数将约为零，小灯泡将不会发光。

由图可以看到，为使电流表测得的是通过灯泡的电流，电压表测得的是灯泡两端的电压，可将上图改接为下图，在下图中，由于加接了一条导线而使得小灯泡和定值电阻间成了并联关系，并且此时正好是电流表测得通过小灯泡的电流而电压表测得小灯泡两端的电压。



**答案：**(1) 在图的电路中，若闭合开关，电压表的读数约为 6V，电流表的读数约为零，小灯泡不发光。

(2) 小刚连接那条导线后的实物图如图所示。

有些同学对看电路的实物图不太习惯，特别是在这样的图上来分析电路中的有关变化关

系更感棘手. 而对于普通的电路图则较为熟悉, 因此, 在遇到有关实物图的问题时, 不妨如本题画出其对应的电路图再来进行分析和求解.

#### 电路设计问题四

太阳能晒水箱中的水在冬天往往温度不够高, 同学们在水箱中加装了一个“220V, 2000 W”的电热管, 并利用一个“6V, 1W”的小灯泡和一段  $10\Omega/\text{m}$  的电阻丝, 为电热管安装了一个指示灯.

(1) 画出电热管及指示灯的电原理图.

(2) 在同学们的方案中, 小灯泡两端的电压是按 5V 设计的. 对于指示灯来说, 这样设计有什么好处?

(3) 按上述设计, 电阻丝需截用多长的一段?

(4) 安装指示灯后, 电热管的实际功率是额定功率的百分之几?

计算中可以认为电热管、小灯泡及电阻丝的电阻不随温度发生明显变化.

#### 思路点拨

小灯泡作为电热管的指示灯, 应该是电热管工作(电热管中有电流通过)时, 小灯泡发亮, 电热管不工作(电热管中没有电流)时, 小灯泡不发亮, 即小灯泡中的电流应随电热管中的电流有无而有. 为满足这一要求, 应将小灯泡和电热管串联.

另一方面, 还应该注意一下电热管和小灯泡正常工作时通过各自的电流大小. 电热管正常工作时, 通过它的电流大小为

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{2000}{220} \text{ A} = 9 \text{ A}$$

小灯泡正常工作时通过它的电流大小为

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{1}{6} \text{ A} = 0.17 \text{ A}$$

比较上述的  $I_1$  和  $I_2$  可知, 不可以将小灯泡和电热管简单地串起来就接在 220V 的电路中(如果这样, 通过小灯泡的电流必超过其额定电流而使小灯泡烧毁), 为使上述的串联关系成立而又不致使通过小灯泡的电流过大, 可以设法取另一电阻与小灯泡并联, 只要这一电阻的大小取值恰当, 便可将由电热管流来的电流分出一部分而使通过小灯泡的电流不超过其额定电流.

答案:

(1) 电热管及指示灯的电原理图如图所示.

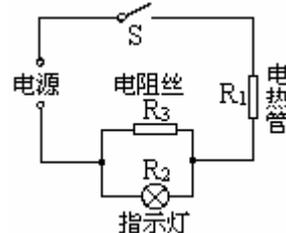
(2) 指示灯两端的电压按 5V 设计, 则实际工作时通过小灯泡的电流略小于小灯泡的额定电流, 这样可以延长指示灯的使用寿命.

(3) 由公式  $P = \frac{U^2}{R}$  得电热管的电阻为

$$R_1 = \frac{U_1^2}{P} = \frac{220^2}{2000} \Omega = 24.4 \Omega$$

电热管两端的实际电压  $U'_1 = 220\text{V} - 5\text{V} = 215\text{V}$

通过电热管的实际电流为  $I'_1 = \frac{U'_1}{R_1} = \frac{215}{24.4} \text{ A} = 8.884 \text{ A}$



$$\text{小灯泡的电阻 } R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = \frac{6^2}{1} \Omega = 36 \Omega$$

$$\text{通过小灯泡的实际电流 } I_2' = \frac{U_2'}{R_2} = \frac{5}{36} \text{ A} = 0.139 \text{ A}$$

$$\text{通过电阻丝的电流为 } I_3 = I_1' - I_2' = 8.884 \text{ A} - 0.139 \text{ A} = 8.745 \text{ A}$$

$$\text{电阻丝的电阻值为 } R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{5}{8.745} \Omega = 0.572 \Omega$$

$$\text{则所用电阻丝的长度应为 } l = \frac{0.572}{10} \text{ m} = 0.057 \text{ m}$$

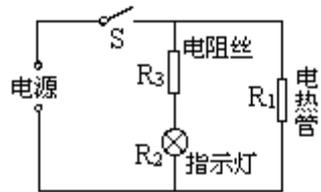
(4) 由电功率的公式  $P = \frac{U^2}{R}$  可知同一电阻在不同电压下其电功率与电阻两端电压的

平方成正比，故知此时电热管的实际功率与其额定功率的比值为

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{U_1'}{U_1}\right)^2 = \left(\frac{215}{220}\right)^2 \times 100\% = 96\%$$

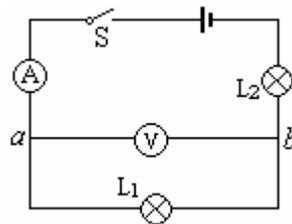
### 引申拓展

对于本题，有同学设计了如上图的电路，这一电路虽保证了电热管两端的电压为额定电压，但指示灯却不能显示电热管是否在正常工作。指示灯不亮时是指示灯所在支路中无电流，这时有两种可能：一种可能是整个电路的干路出故障，电热管两端无电压，电热管不工作；另一种可能是指示灯所在支路断路，但电路其他部分完好，则电热管仍能正常工作。指示灯亮时，表示指示灯所在支路中有电流通过，这最多也只能表示电热管两端有电压，却不能表示电热管中无电流通过，即不管电热管处是通路还是断路，指示灯都能正常发光。所以，上图的设计是不符合要求的。



### 电路故障问题一

1. 如图所示，闭合电键，两个灯泡都不亮，电流表指针几乎未动，而电压表指针有明显偏转，该电路的故障可能是 ( )



- A. 电流表坏了或未接好；
- B. 从 a 经过 L<sub>1</sub> 到 b 的电路中有断路。
- C. L<sub>2</sub> 灯丝烧断灯座未接通。

D. 电流表和  $L_1$ 、 $L_2$  都坏了。

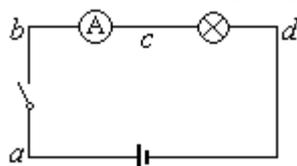
### 思路点拨

在图的电路中，闭合开关后，电压表指针有明显的偏转。（电压表的偏转实质上是由于其内有电流通过，不过通常通过电压表的电流都很小而已），表明至少由电源正极—开关—电流表—电压表—灯泡  $L_2$  —电源负极所构成的回路是导通的，但电流表的指针又几乎不动，表明此回路中的电流极其微小（因此也不能使灯泡  $L_2$  发光）。

就题述提供的各种可能故障看来，如果是电流表坏了或者未接好，或者是  $L_2$  的灯丝烧断或者灯座未接通，或者是电流表和灯泡  $L_1$ 、 $L_2$  都坏了，这几种情况都会导致上述的回路不导通，则电压表的指针根本不会发生转动，故以上几种故障都是不可能的，而若是从  $a$  经过  $L_1$  到  $b$  的电路中有断路现象，则电路的电流只能由前述的回路中通过，由于电压表的电阻很大，故此时电流是非常微小的，而正好形成了题述的现象。（反之，若从  $a$  经过  $L_1$  到  $b$  的电路中没有断路，则电流则可由电源出发，经电流表和两个灯泡而回到电源，由于灯泡的电阻不是很大，则电路中的电流不会很微小，这样，电流表指针将有明显的偏转，灯泡也会发光）。

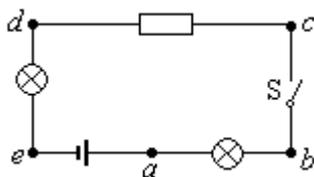
### 电路故障问题二

1. 在电学实验中遇到断路时，常常用伏特表来检测。某同学连接如图所示的电路，开关闭合后，电灯不亮，安培表无指示。这时用伏特表测得  $a$ 、 $b$  两点间和  $b$ 、 $c$  两点间的电压均为零，而  $a$ 、 $b$  间和  $b$ 、 $d$  间的电压均不为零，这说明 [ ]



- A. 电源接线柱接触不良。      B. 电键的触片或接线柱接触不良。  
C. 安培表接线柱接触不良。      D. 灯泡灯丝断了或灯座接触不良。

### 思路点拨



设有如图的电路，其中各元件和电路连接都是好的，若将开关  $S$  断开，则电路中无电流，此时  $e$ 、 $d$ 、 $c$  各点的电势相等，都与电源负极等电势。而  $a$ 、 $b$  两点也电势相等，它们是与电源正极等电势。因此， $b$  与  $c$ （或  $b$  与  $d$ ， $b$  与  $e$ ）之间则有电势差，其值等于电源电动势，此时若以电压表在各点间进行测量，则测量的两点是等电势的两点时，电压表的示数就是零，若测量的两点是不等电势的两点时，电压表的示数就不是零。

把断开的  $S$  看成是一个闭合电路中的一处断路故障，由以上分析便可借助于电压表在电路中进行检测而确定断路处的位置。这就是用电压表检测来查找断路故障位置的道理。

根据以上原理和本题所陈述的检测结果，容易看出本题的断路处应在图的  $c$ 、 $d$  两点之间，即是灯泡的灯丝断了或者是灯座的接触不良。

答案：D

2. 物理小组的同学们练习安装照明电路，接通电源之前，老师将火线上的保险丝取下，把

一个额定电压为 220 伏的灯泡作为检验灯泡连接在原来安装保险丝的位置,同时要求同学将电路中所有开关都断开。用这种方法可以检查电路中是否有短路,在接通电源后,下列说法中正确的是: [ ]

- A. 若检验灯泡正常发光,表明电路连接无误。
- B. 若检验灯泡不亮,但将某一个用电器的开关闭合后检验灯泡正常发光,表明这个开关的两端直接连到了火线和零线上。
- C. 检验灯泡不亮,但将某一个电灯的开关闭合后,这个电灯和检验灯泡都能发光,只是亮度都不够,这表明电路中出现了短路现象。
- D. 不论将电路中用电器的开关断开还是闭合,检验灯泡均不发光,这表明电路中有短路。

#### 思路点拨

当检验灯泡正常发光时,该灯泡两端的电压应为 220V,则此时一定是灯泡的一端与火线相接,另一端与零线相接。灯泡发光而亮度不够,则加在灯泡上必有电压,但此电压应小于 220V,则此时应该是检验灯泡与另一电阻(如另一灯泡)串联接在火线与零线之间。

**答案:** A 情况表示电路中有零线与火线短路的情况; B 表示灯亮时灯泡两端应分别与火线和零线相接,即该闭合的开关两端直接连到了火线和零线上; C 表示检验灯泡与另一灯泡串联接在火线与零线之间,这是一正常现象而不是表明电路中有短路现象; D 表示该电路中有断路现象。综合以上可见本题正确答案为 B。