物 理

一图通四关：初中电学核心实验解题攻略

北京市第十二中学　林国嵘

学习初中电学知识后，考生看到图1所示电路图应该会非常熟悉。那么，利用这个电路图，大家可以完成哪些实验呢？本期，笔者就为考生重点归纳与这一电路图密切相关的几个重要实验。

测A、B点间所接电阻的阻值

电路中的电压表可测出未知电阻两端的电压 U，电流表测出通过未知电阻的电流 I，考生利用公式 $R=\frac{U}{I}$ 即可求出未知电阻的阻值。这种方法常被称为“伏安法”。

讨论1：电流表外接与内接的选择

图1采用的是电流表外接的方式，其实也可以采用电流表内接的方式，两种方式测电阻的原理都是 $R=\frac{U}{I}$，但为什么初中学段常采用电流表外接的方式呢？下面，笔者带领大家利用所学的知识分析一下。

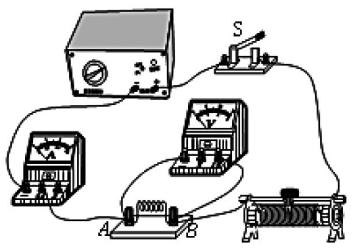

图1

实际上，无论电流表还是电压表都是有内阻的，电流表的电阻很小，电压表的电阻很大。在实际操作时，电表的电阻必然影响测量结果，造成误差，因此考生要选择恰当的连接方式以尽量减小误差。

电流表外接（如图2所示）：

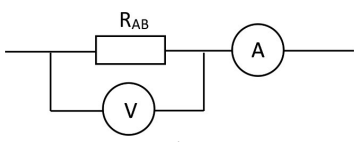

图2

这种方式下，电压表测的是 R_{AB} 两端的电压，但电流表测出的并不是流经电阻 R_{AB} 的电流，而是流经电阻 R_{AB} 和电压表的电流之和，因此所测电流比实际电流大，再代入公式 $R=\frac{U}{I}$ 计算电阻，会造成电阻的测量值偏小。

这种方式适用于测量阻值较小的待测电阻。根据并联分流公式，并联电路各支路电流与其电阻成反比，则待测电阻的阻值越小，它分得的电流越大，也就是通过待测电阻的电流在干路电流中所占比例越大，因此电流表的示数也就越接近流经待测电阻的电流，此时测量结果更接近真实值。初中学段所测电阻阻值一般都较小，因此常采用这种方式。

电流表内接（如图3所示）：

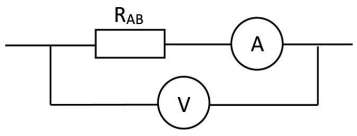

图3

这种方式下，电流表测的是流经 R_{AB} 的电流，但电压表测的是电阻 R_{AB} 和电流表两端的电压之和，因此所测电压比实际电压大，再代入公式 $R=\frac{U}{I}$ 计算电阻，则会导致电阻的测量值偏大。

这种方式适用于测量阻值较大的待测电阻。根据串联分压公式，串联电路各部分电压与电阻成正比，则待测电阻的阻值越大，它两端的电压越大，即待测电阻两端的电压在总电压中所占的比例越大，电压表的示数也就越接近待测电阻两端的电压，从而使测量结果更精确。

讨论2：定值电阻与小灯泡的差异

如果在A、B两点间分别接入电阻丝或小灯泡，并调节滑动变阻器，测出多组电流、电压值，计算它们的阻值，考生会发现：几次实验所测电阻丝的阻值几乎相同，但小灯泡的灯丝电阻却发生明显变化——当所加电压越高时，灯丝阻值越大。

测电功率

若将电路中所测得的电压 U 和电流 I 代入公式 $P=UI$，考生便可求出A、B两点间所接用电器的电功率。

若在A、B两点间接入小灯泡，调节滑动变阻器使小灯泡两端的电压达到其额定电压时，考生记录电流表示数，利用 $P=UI$，可求出小灯泡的额定电功率，同时观察到小灯泡正常发光；接下来，多次调节滑动变阻器，使小灯泡两端实际电压不同，并记录电压和电流值，可计算出小灯泡的多组实际电功率，同时注意观察和比较每次小灯泡的亮度，考生会发现，实际功率越大时，小灯泡越亮。

探究电流与电压的关系

利用图1，考生可探究流经电阻的电流与其两端电压的关系。在此探究实验中，应采用控制变量法：考生应控制A、B间电阻阻值不变，改变并测量自变量——电阻两端电压，比较并测量因变量——流经电阻的电流。因此，考生要在A、B间始终接入同一根电阻丝，以实现控制变量；通过调节滑动变阻器来改变电阻丝两端的电压，利用电压表测出电阻丝两端的电压值并记录，以实现改变并测量自变量；利用电流表测出每次通过电阻丝的电流并记录，以完成因变量的测量。采集多组数据后，考生可归纳得出结论。

探究电流与电阻的关系

在该探究实验中，考生以图1方式连接电路，仍采用控制变量法：控制A、B间所接电阻两端的电压不变，改变自变量——A、B间所接电阻的阻值，比较因变量——流经电阻的电流。因此，考生在实验中应不断更换并记录A、B间所接电阻丝的阻值，或者接入一个电阻箱后多次调节并记录电阻箱的阻值，以实现自变量的改变。每次改变电阻后，考生都应调节滑动变阻器，使电阻两端电压保持不变（可观察电压表示数），以实现控制变量，然后记录每次电流表的示数，以完成因变量的测量。

掌握了以上实验方法与注意事项后，我们不妨通过两道往年的初中学考试题来检验一下自己的解题能力。

【例1】（2024年初中学考试题） 22. 某同学进行了如下实验：

（1）用图4所示的电路测量额定电压为2.5V的小灯泡 L_1 的额定功率，电源两端电压保持不变。

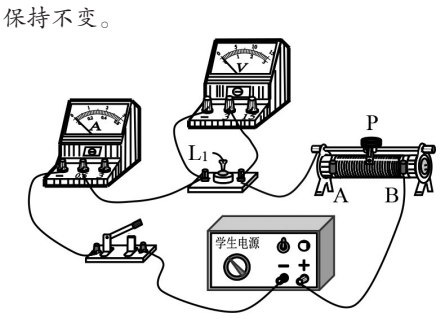

图4

①闭合开关前，滑动变阻器的滑片P应放置在_____端。

②闭合开关，应_____以确定小灯泡 L_1 正常发光，此时电流表示数如图5所示，则 L_1 的额定功率 P_1 =_____W。

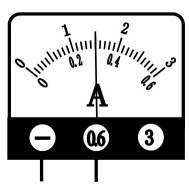

图5

（2）该同学想比较另一个额定电压为2.5V的小灯泡 L_2 的额定功率 P_2 与 P_1 的大小关系，他断开开关，保持滑动变阻器滑片位置不变，将 L_1 替换为 L_2，闭合开关后，发现电压表示数为2.3V。依据上述现象，可推断出 P_2 _____ P_1（选填“>”“=”或“<”），他继续完成了 P_2 的测量后，验证了推断。

【分析与解答】 滑动变阻器的使用要求是，闭合开关前，滑动变阻器的滑片应置于阻值最大处。根据本题图4中的连接情况，滑片P应放置在远离所接的下接线柱B的一端，即A端，这样才能确保滑动变阻器接入电路的阻值最大。要使灯泡 L_1 正常发光，该同学应调节滑动变阻器，使电压表的示数为2.5V，即灯泡 L_1 两端的电压为其额定电压2.5V，读取电流表示数0.3A，则 $P_1=U_1I_1=2.5\text{V}\times0.3\text{A}=0.75\text{W}$。滑动变阻器阻值不变，用灯泡 L_2 代替 L_1，灯泡两端电压由2.5V减小为2.3V。根据串联分压公式，考生可判断出 L_2 的阻值小于 L_1 阻值，因为 L_2 与 L_1 的额定电压相同，考生便可根据 $P=\frac{U^2}{R}$ 判断出 $P_2>P_1$。

【例2】（2021年初中学考试题） 22. 小圆想探究通过导体的电流与导体的电阻之间的关系，他利用干电池、电流表、电压表、多个阻值不同且已知的定值电阻、开关及导线，设计了如图6所示的电路。实验中，他将定值电阻 R 接入电路中，读出相应的电流表的示数并观察电压表的示数，记录实验数据。将 R 换为不同阻值的另一个电阻后，小圆观察到电压表的示数增大了。小圆意识到自己的实验设计不能实现探究目的。

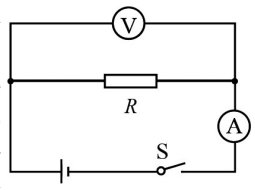

图6

（1）请你写出小圆的实验设计不能实现探究目的的原因：_____；

（2）请你画出能够实现探究目的的电路图（可以添加适当的实验器材）；

（3）依据你设计的电路图，针对小圆不能实现探究目的的原因，写出操作方法。

【分析与解答】 小圆要探究通过导体的电流与导体的电阻之间的关系，应控制导体两端的电压不变，测量多组电流与电阻值。由题意可知，更换电阻后电压表示数发生了改变，这正是无法实现探究目的的原因。初中生习惯于默认电源两端电压不变，而实际操作时会发现，当电路中的电阻改变时，电路两端的总电压会发生改变（具体原因会在高中学段学习）。因此，考生应尊重实验事实。为了实现导体两端电压不变，小圆可在电路中串联一个滑动变阻器，并在每次更换电阻后调节滑动变阻器，使电压表示数保持不变。