

物理

动态电路易错题分析

北京市第一四二中学 薛珊珊 贾全

电学部分的动态电路是对欧姆定律、滑动变阻器和串并联电路的综合运用,是初中学考物理科目中比较容易产生区分度的部分,重点考查学生的审题能力、逻辑分析能力和语言表达能力。

物理的魅力之一就是可以“把复杂问题简单化处理”,比如利用画等效电路图的方法,可以把一个复杂的动态电路问题分解成几个简单的静态电路问题,通过等量关系列出等式进行推理或计算,分析各个物理量的变化情况。

整理等效电路的基本方法是,先将电压表摘掉,将电流表视为导线,再分析电路的串并联情况,然后确定电压表和电流表测量的对象。考生需要注意的是,当电压表并联的部分里,同时有用电器和电源时,务必仔细分析,明白此时电压表测量的是其两个接线柱外侧的用电器电压。

本文主要以开关引起的动态电路问题、电路中的部分电阻发生变化引起的动态问题为例,分析易错点和基本的解题流程。

一、开关引起的动态电路问题

多开关的不同状态会引起电路连接方式的改变,从而导致电表示数的变化。

(一) 并联电路中的动态问题

例题1:如图1所示的电路中,电源电压保持不变,开关 S_1 、 S_2 均闭合。当开关 S_2 由闭合到断开时,电路中()

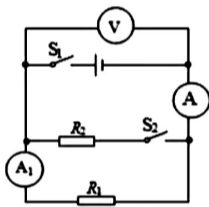


图1

- A. 电压表V的示数变小
- B. 电流表A的示数变大
- C. 电压表V示数与电流表A示数的比值变大
- D. 电压表V示数与电流表A示数的比值变大

例题分析:开关 S_2 闭合与否,对 R_1 所在支路没有影响。需要关注的是,电压表与电流表示数的比值,一般是指某个电阻的阻值大小。此题正确答案为D。

(二) 串联电路中的动态电路问题

例题2:如图2所示电路中, R_1 、 R_2 为定值电阻,电源电压不变,闭合开关 S_1 、 S_2 ,两表均有示数,若闭合开关 S_1 ,断开开关 S_2 ,则()

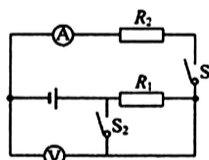


图2

- A. 电流表的示数变小,电压表与电流表示数之比变小
- B. 电流表的示数变大,电压表与电流表示数之比变小
- C. 电流表的示数变小,电压表与电流表示数之比不变
- D. 电流表的示数变大,电压表与电流表示数之比变大

例题分析:开关的通断可能会造成局部电路的短路,影响到局部和整个电路的分压分流情况。解决此类问题,学生可画出等效电路分析。此题中当两个开关都闭合时,等效电路如图3;而闭合开关 S_1 ,断开开关 S_2 时,学生可整理出等效电路如图4所示,这个地方极易错判电压表的测量对象。若将图4继续整理成图5,则是对此题最有效的等效电路。此题正确答案为C。

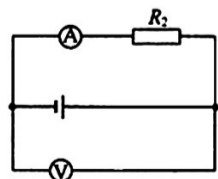


图3

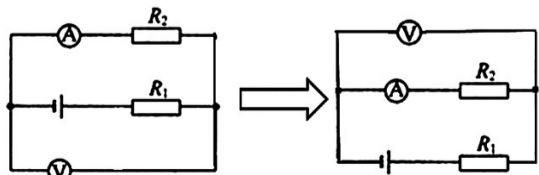


图4

图5

动态问题一旦以分析论述题目的形式考查学生的思维过程和思维深度时,学生往往会因为不会使用物理语言解答题目而不知所措。如:

变式:在例2中,若两个开关都断开,电压表的示数_____。请写出必要的公式推导:_____。

变式讲解:两个开关均断开时,学生画出的等效电路如图6所示,从而可得出电压表示数约等于电源电压的结论。但是在分析问题,考生会因为电压表内阻特别大, R_1 阻值很小而直接将其等效为一根导线,然后直接得出电压表示数等于电源电压的结论。而实际上,此题应该解读为:“电源电压一定,电压表和定制电阻 R_1 串联时,由于电压表的内阻很大,电压表的分压比较多,为什么?”推导过程最好从串联分压的角度来分析。简洁的推导见下:

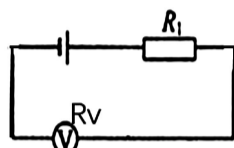


图6

$$I = \frac{U}{R_1 + R_v} \quad U_v = IR_v = \frac{UR_v}{R_1 + R_v}$$

$$\therefore R_v \text{ 远大于 } R_1$$

$$\therefore \frac{R_v}{R_1 + R_v} \approx 1$$

$$\therefore U_v \approx U$$

二、电阻发生改变引起的动态电路问题

(一) 更换串联电路中的部分电阻引起的动态问题

例题3:小圆连接了如图7所示的电路, R 为定值电阻,电源两端的电压保持不变,闭合开关 S ,读出并记录电压表的示数 U_1 。断开开关 S ,将 R_1 换为不同阻值的另一个电阻 R_2 ,再次闭合开关 S ,小圆读出并记录电压表的示数 U_2 ,发现 $U_1 > U_2$ 。请结合公式分析说明 R_1 和 R_2 的大小关系。

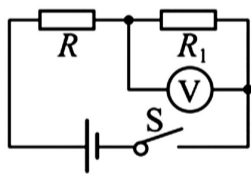


图7

例题分析:看到这种分析题,同学们容易陷入繁杂的数学推导,而忘了应用最基本的欧姆定律及推导式解决问题。常见思路见下图,这个思路比较绕,但也能解答出来,可以得满分,但是不推荐同学们使用。

$$\therefore U = IR, U = I'R' \text{ (更换后的)}, I = \frac{U_1}{R_1}, I' = \frac{U_2}{R_2}$$

$$\therefore U = \frac{U_1}{R_1}(R_1 + R) \quad U = \frac{U_2}{R_2}(R_2 + R)$$

$$\therefore \frac{U_1}{R_1}(R_1 + R) = \frac{U_2}{R_2}(R_2 + R)$$

$$\therefore \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2(R_1 + R)}{R_1(R_2 + R)}$$

$$\therefore U_2 > U_1$$

$$\therefore R_2(R_1 + R) > R_1(R_2 + R)$$

$$R_1R_2 + RR_2 > R_1R_2 + RR_1$$

$$\therefore RR_2 > RR_1$$

$$\therefore R \text{ 为正数}$$

$$\therefore R_2 > R_1$$

下面的解答逻辑清晰、思维简洁。

$$\therefore U_2 > U_1, \text{ 而总电压不变 } U_1 + U_{R_1} = U_2 + U_{R_2}$$

$$\therefore U_{R_1} > U_{R_2}$$

$$\therefore R \text{ 为定值电阻, 而 } I_1 = \frac{U_{R_1}}{R}, I_2 = \frac{U_{R_2}}{R}$$

$$\therefore I_1 > I_2$$

$$\therefore R_{\text{总}1} < R_{\text{总}2} \text{ 即 } R + R_1 > R + R_2$$

$$\therefore R_1 < R_2$$

(二) 滑动变阻器引起的动态问题

1.“真”滑动变阻器型:调节滑片后,电路中的电阻变化,进而引起电流或电压的变化。

例4:如图8所示,电源电压不变, R_0 为定值电阻, R 为滑动变阻器。当开关 S 闭合后,滑片 P 向左移时,电压表的示数_____,电流表A的示数_____,电压表与电流表示数的比值_____。(选填“变大”“变小”或“不变”)

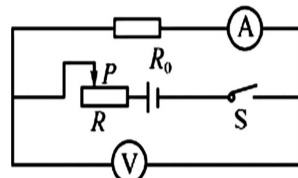


图8

例题分析:解答此题的关键点就是明确电压表、电流表的测量对象。电压表并联部分有电源和滑动变阻器,学生容易弄错电压表的测量对象。该易错点的突破方法是:画等效电路图如图9所示,很容易看出电压表测的是定值电阻 R_0 的电压。

其次,分析当 P 左移时, R 变大,引起电路中总电阻 $R_{\text{总}}$ 变大;由于电源电压不变,由 $I = U/R$ 可知,电流表示数 I 变小, R_0 的分压 $U_0 = IR_0$,因此 R_0 不变, I 变小, U_0 变小。电压表与电流表示数的比,就是电阻 R_0 的阻值。

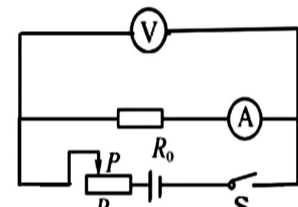


图9

2.“假”滑动变阻器型:移动滑片不能改变电阻,此时的滑变就相当于定值电阻,因而电路中电流也不变。

例5:如图10,图甲是某款电子秤的外观图,图乙是它的原理图,表盘是由电压表改装而成的,下列判断正确的是()

- A. 物体质量越大,电子秤示数越大,电路中电流不变
- B. 物体质量越大,电子秤示数越小,电路中电流不变
- C. 物体质量越大,电子秤示数越大,电路中电流越大
- D. 物体质量越大,电子秤示数越小,电路中电流越大

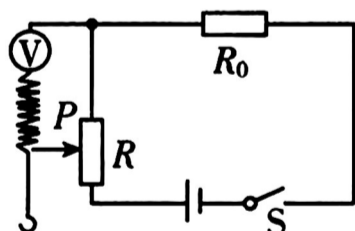


图10

例题讲解:这种类型看似考查滑动变阻器,实际上连入电路中的阻值并没有改变,但是电压表测量部分的阻值在变化。

变式思考:例5中的电路图,若将电压表 V 换成一个用电器呢(如图11)?(此处适合进行深入思考,做好初高中衔接,理解高中的分压式接法与限流式接法的区别)初中使用滑动变阻器的接法是“一上一下”,但是假滑动变阻器的接法,还是“一上一下”么?

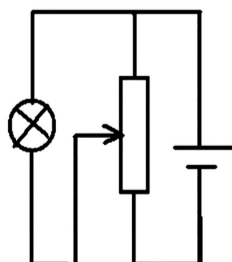


图11

初中电学中的动态问题,除了开关、滑动变阻器引起的动态变化,还有使用电压表等检测电路故障等。学生要明确此类题的基本解题思路:判断电路状态(画等效)是核心,搞懂表检测谁是关键,一定要不断地练习,优化思维。