

从实验原理出发 攻破 2016 年高考 全国卷 I 物理电学实验题

余潇杭 王劲松

(深圳大学师范学院附属中学 广东 深圳 518060)

(收稿日期:2016-12-27)

摘要:2016 年高考全国卷 I 物理电学实验题实验情境较新颖,考生需要根据已有知识和题目条件正确理解实验原理,才能对该题迎刃而解.从详细解读该题的实验原理出发,阐述如何攻破该题并提出相应的教学建议.

关键词:实验原理 物理 高考 电学 实验

2016 年高考全国卷 I 物理电学实验题考查“组装一个由热敏电阻控制的报警系统”的相关知识,该实验并非直接来源于课本的常规实验,对于题中设置的问题,考生多需在理解实验原理的基础上才能正确回答,因此,若是学生对该实验的实验原理解不够清晰,则容易导致答题错误.可见,突破该实验的实验原理对于解答该题便显得尤为重要.接下来,笔者从详细解读实验原理出发,阐述如何攻破该题,并提出相应的教学建议.

1 题目

现要组装一个由热敏电阻控制的报警系统,要求当热敏电阻的温度达到或超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,系统报警.提供的器材有热敏电阻、报警器(内阻很小,流过的电流超过 I_c 时就会报警)、电阻箱(最大阻值为 $999.9\text{ }\Omega$)、直流电源(输出电压为 U ,内阻不计)、滑动变阻器 R_1 (最大阻值为 $1\text{ }000\text{ }\Omega$)、滑动变阻器 R_2 (最大阻值为 $2\text{ }000\text{ }\Omega$)、单刀双掷开关一个、导线若干.

在室温下对系统进行调节,已知 U 约为 18 V , I_c 约为 10 mA ;流过报警器的电流超过 20 mA 时,报警器可能损坏;该热敏电阻的阻值随温度的升高而减小,在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时阻值为 $650.0\text{ }\Omega$.

(1) 在答题卡上完成待调节的报警系统原理电路图的连线(图 1).

(2) 在电路中应选用滑动变阻器 _____ (填“ R_1 ”或“ R_2 ”).

(3) 按照下列步骤调节此报警系统:

电路接通前,需将电阻箱调到一定的阻值,根据实验要求,这一阻值为 _____ Ω ;滑动变阻器的滑片应置于 _____ (填“a”或“b”)端附近,不能置于另一端的原因是 _____. 将开关向 _____ (填“c”或“d”)端闭合,缓慢移动滑动变阻器的滑片,直至 _____.

(4) 保持滑动变阻器滑片的位置不变,将开关向另一端闭合,报警系统即可正常使用.

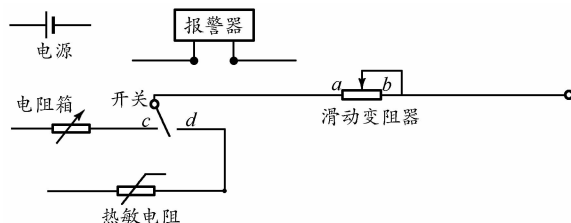


图 1 题图

2 突破实验原理

面对一个新的实验情境,其实验原理并不能一目了然,需要在已有知识的基础上,结合题目给的条件限制进行分析,一开始初步探索实验原理,接下来根据具体条件完善方案,最后根据要求形成方案,从而掌握题目中实验的原理.

2.1 初步探索

实验的目的是“组装一个由热敏电阻控制的报警系统”,显然根据已有的知识,一个最简单的热敏电阻控制的报警系统电路图如图 2 所示,由电源、开关、报警器、热敏电阻组成.

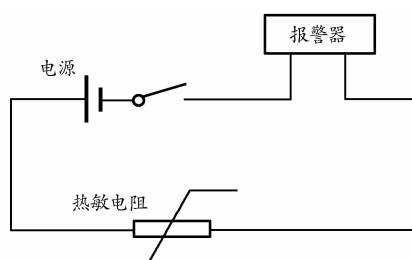


图2 简单热敏电阻控制的报警系统电路图

2.2 完善方案

然而,题目中的实验并非这么简单,要求热敏电阻的温度达到或超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,系统报警,并且还受到热敏电阻和报警器的特性、电源电压等实验条件的限制,如表1所示。

表1 实验要求及条件

实验要求	热敏电阻的温度达到或超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,系统报警
实验条件	1. 电源电压 U 约为 18 V
	2. 报警器的内阻很小;流过的电流超过 I_c (10 mA) 时就会报警;流过的电流超过 20 mA 时,可能损坏
	3. 热敏电阻的阻值随温度的升高而减小,在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时阻值为 $650.0\text{ }\Omega$
	4. 滑动变阻器 R_1 (最大阻值为 $1\text{ }000\text{ }\Omega$),滑动变阻器 R_2 (最大阻值为 $2\text{ }000\text{ }\Omega$)
	5. 电阻箱(最大阻值为 $999.9\text{ }\Omega$),单刀双掷开关一个,导线若干

可见,电路中的电流最大不能超过 20 mA ,若按照图1实验电路图,当热敏电阻的阻值为 $650.0\text{ }\Omega$ 时,电路中的电流 $I = \frac{U}{R} \approx 27.7\text{ mA} > 20\text{ mA}$,即在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,电路中的电流已经远超过报警器的报警电流,甚至超过可能烧坏报警器的最大电流。显然需要在原来图2所示电路图上增加电阻限制电路中的电流,防止报警器烧坏,并且该电阻的阻值 R_x 应该满足:当 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,电路中的电流刚好为 10 mA ,实现 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时刚好报警的功能。所以题目提供了滑动变阻器 R_1 和 R_2 供选择,那么应该选择哪一个呢?显然,防止报警器烧坏,电路中的总电阻至少为

$$R_{\text{总}} = \frac{U}{I} = \frac{18\text{ V}}{20\text{ mA}} = 900\text{ }\Omega$$

无论是 R_1 或 R_2 均可以满足该条件,那么此时就需要计算 R_x 的阻值

$$R_{\text{总}} = \frac{U}{I_c} = \frac{18\text{ V}}{10\text{ mA}} = 1\text{ }800\text{ }\Omega$$

$$R_x = R_{\text{总}} - R = 1\text{ }150\text{ }\Omega$$

显然, R_1 无法满足,需要选择 R_2 。此时,对图2的电路图进行完善,形成报警电路图,如图3所示。

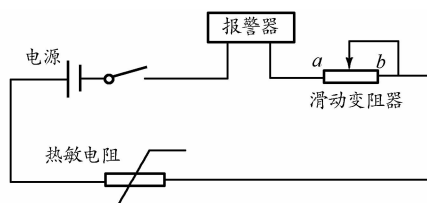


图3 报警电路图

但是又出现了问题,通过上面的分析,若想要热敏电阻的温度达到或超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,报警器报警,滑动变阻器的划片应该调节阻值在 $1\text{ }150\text{ }\Omega$ 的位置,然而,在现实中,无法准确判断滑片在哪个位置时滑动变阻器的阻值为 $1\text{ }150\text{ }\Omega$,且电源的电压并非准确为 18 V ,即计算出来滑动变阻器的阻值只是约为 $1\text{ }150\text{ }\Omega$,并不是准确值。回到实验目的,可以发现,只要在热敏电阻阻值为 $650.0\text{ }\Omega$ 时,先将滑动变阻器调在阻值最大处(目的是限制电路中的电流,保护元件),此时报警器未报警,逐渐调小滑动变阻器阻值,电路中的电流逐渐增大,直到达到 I_c ,报警器刚好报警,此时滑动变阻器的阻值 R_x 就是使报警器刚好在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 报警的准确值。

2.3 形成方案

从上面的分析可以看到,实验中需要在维持热敏电阻的阻值为 $650.0\text{ }\Omega$ 时,进行滑动变阻器的调节,那么便要求在现实中必须将热敏电阻所处的环境控制为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$,但是在现实中,这样的条件比较难以实现,于是此时需要另想办法。我们看到题目中还提供了电阻箱(最大阻值为 $999.9\text{ }\Omega$),控制环境温度目的是为了使热敏电阻的阻值为 $650.0\text{ }\Omega$,现在环境温度比较难控制,可以采用等效替代的方法,将电阻箱的阻值调节为 $650.0\text{ }\Omega$,代替热敏电阻,从而进行电路的调节,调节完滑动变阻器后,再用热敏电阻替换电阻箱的位置,所以得到调节电路如图4所示。

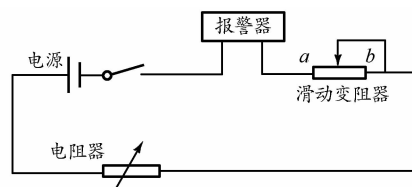


图4 报警系统的调节电路

此时,值得注意的是,不少考生在回答“电路接通前,需将电阻箱调到一定的阻值,根据实验要求,这一阻值为_____Ω”这一问时,填写了“650”,显然没有意识到题目中的电阻箱是有4位调节挡,精确到小数点后一位,因此正确写法应该是“650.0”。

最后,按照图4的实验电路,操作起来并不方便,调节完滑动变阻器后,需要将电阻箱撤下,换上热敏电阻,而题目还提供了单刀双掷开关,可见,可以利用单刀双掷开关将图3的报警电路与图4的调节电路进行融合,得到题目最终的实验电路图,如图5所示。

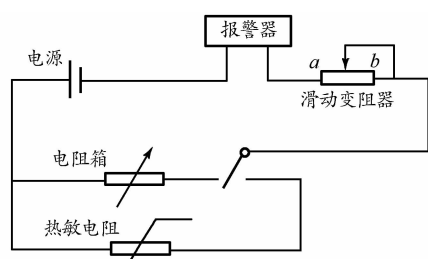


图5 最终的实验电路图

3 教学建议

本题不仅考查了电学方面的相关基础知识,如连接电路图、滑动变阻器、电阻箱、单刀双掷开关等的使用方法和注意事项等,还考查了学生对于新颖问题情境的分析和处理的能力。题中基本每个空都涉及到对实验原理的理解,学生若要准确解答该题,靠已有的知识还不足够,还需要结合题目情境,进行分析,了解实验原理。这就需要教师在平时的实验教学中,注重对学生分析、解决问题能力的培养,理解新颖实验情境的实验原理能力的培养,具体可从以下3方面入手。

(1) 贴近学生的最近发展区进行实验教学

题目实验原理的分析经历了“初步探索”“完善方案”“形成方案”的过程,可见,实验原理和实验方案的得出并不是一步到位,而是一个不断发现问题和解决问题的过程。最近发展区理论说明:儿童的实际发展水平与潜在发展水平之间存在差距,这个差距就是最近发展区^[1]。前者由儿童独立解决问题的能力而定,后者则是指在成人的指导下或是与能力较强的同伴合作时,儿童表现出来的解决问题的能力^[2]。因此,在物理实验教学中,学生已有的知识、能

力水平和最终理解实验原理的发展水平之间存在差距,这就需要教师将问题分解为若干个小问题,不断贴近学生的最近发展区提问,启发、引导学生不断利用自己已有的知识解决问题,从易到难,由浅入深,不断缩小学生已有的知识、能力水平和最终理解实验原理的发展水平之间存在的差距,最终达到理解实验原理,设计出实验方案的目的。

(2) 注重实验方案的得出过程

物理课程标准表明“过程与方法”为课程目标的维度之一,强调让学生经历科学探究过程,认识科学探究意义,尝试应用科学探究的方法研究物理问题^[3]。要让学生经历科学探究,便需要让学生经历实验方案的得出过程,而不是教师给出现成的实验方案。学生在“初步探索、完善方案、形成方案”的过程中,体会理解实验原理、设计实验方案的过程,分析、解决问题的能力得到加强,自然在考试中遇到较为新颖的实验问题情境时,也可以运用自己所学的知识,结合题目的条件迅速理解试题中的实验原理,从而对试题迎刃而解。

(3) 注重物理思想方法的渗透

物理实验中往往蕴含着科学研究的思想和方法,如控制变量法、等效替代法、放大法、化曲为直法等^[4],2016年高考全国卷I物理电学实验题体现了等效替代的物理思想方法。在实验教学中,除了要贴近学生的最近发展区进行教学,注重实验方案的得出过程,还需要注重物理思想方法的渗透,这有助于学生对实验原理的理解,它让学生不仅掌握了知识技能,还领悟了科学的研究方法和思想,若是以后遇到类似的问题,才能运用方法解决问题。

参考文献

- 1 张向葵. 发展心理学. 北京:教育科学出版社,2012. 51
- 2 李刚,侯恕,唐恩辉. 最近发展区理论指导下的中学物理实验追问式教学. 物理教师,2015(7):7
- 3 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2012. 9
- 4 刘世军. 浅析物理课程中的典型实验思想与方法. 物理教师,2013(12):71~72