

基于物理核心素养导向的“电阻定律”教学设计*

何雨薇 王志红 徐平川 谭平静

(西华师范大学物理与空间科学学院 四川 南充 637009)

文章编号:1002-218X(2020)02-0058-02

中图分类号:G632.0

文献标识码:B

摘要:以“电阻定律”新课教学设计为例,从物理观念、科学思维、实验探究、科学态度与责任四个培养目标来设计教学,通过自制教具、实验探究和理论分析,让学生体会理论与实验相结合的科学研究思路,以培养学生的物理核心素养。

关键词:高中物理;核心素养;电阻定律;教学设计

以物理核心素养为导向的教学是体现物理课程价值的必由之路,如何有效促进学生科学素养的提升,是值得每一位教师深思的问题^[1]。通过教具和实验探究创新,使学生经历“电阻大小影响因素”的定量探究过程,促进学生物理核心素养的提升。

一、基于核心素养培养的教学分析

分析多种版本教材对“电阻定律”这一章节内容的安排,可以发现特点各有不同。由此借鉴沪科版和人教版教材强调学生的实验创新和设计能力的优势^[2],开展“电阻定律”教学,力求培养学生物理核心素养。

围绕物理核心素养,教师引导学生按照控制变量法,经历定量探究影响导体电阻因素的科学探究过程,熟悉利用表格法来分析实验数据,得出导体的电阻与材料、长度和横截面积的定量关系,形成对材料认识的物理观念。学生通过本节内容的学习,感受科学发展中理论分析与实验探究配合的作用,培养学生的科学思维。通过对不同材料导电属性的探究,引导学生关注新型材料的研究,能源和可持续发展,形成科学责任与态度。

在实验探究过程中,如何在初中所学基础上进一步通过实验设计、实验操作、数据记录并分析总结出导体电阻的影响因素,是教学的重点和难点。

二、实验方案

实验探究过程需要测量电阻的大小,而测电阻常用的方法是伏安法。但这种方法定量计算太多,不方便通过数据得出结论,故采用了“单伏法”测电阻。通过自制教具,如图1所示,利用几根材料、长度、横截面积均相同的电阻丝串联,定量探究电阻与长度之间的关系,再利用这些金属丝并联来探究电阻与横截面积之间的关系。实验中也通过不同材料、不同温度下导电属性的研究,全面总结导体电阻与其影响因素之间的定量关系,得出电阻定律。

三、基于核心素养培养目标的教学设计

1. 提出问题,引导猜想

影响导体电阻的因素有哪些呢?导体的长度、横截面积和材料,如何定量分析呢?

2. 定量探究导体的电阻与其长度及横截面积之间的关系

(1) 确定测电阻的实验方案

引导学生再思考:能不能在不影响电阻大小定量判定的情况下,通过测量电压和电流中的一个物理量来表示电阻。结合自制教具,选择单伏法测量电阻。

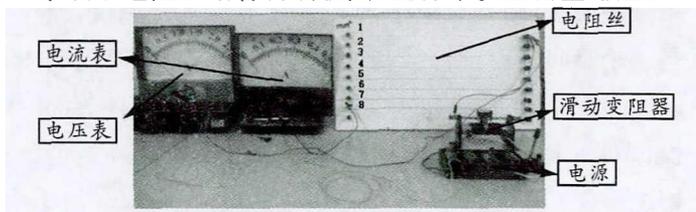


图1

根据以上实验方案,引导学生按照控制变量的方法,进行定量探究。

(2) 探究导体的电阻与其长度的关系

如图1所示,教师展示自制教具,用5根相同规格(直径为0.3 mm,长度相同)的金属丝(镍铬合金丝),平行固定在木板上,两端各有一接线柱。根据单伏法的实验原理,指导学生完成如下实验:将第1根金属丝作为导体a,将第2、3根金属丝串联起来作为导体b,并将a、b按图2连接。设导体a的长度为L,则导体b的有效长度为2L。用电压表分别测量a、b两端的电压,填入表格中。依次增加金属丝串联的数量,重复前面的测量,也将数据记入表1。

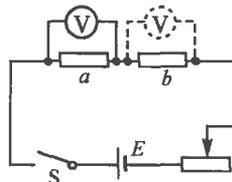


图2

表1 导体电阻与其长度的关系

导体	有效长度	电压(V)	长度之比 $L_a : L_b$	电压之比 $U_a : U_b$
a	L	U_a		
b	2L	U_b	1 : 2	
c	3L		1 : 3	
d	4L		1 : 4	

* 西华师范大学教学改革研究项目(JGXMYB1331),西华师范大学英才基金项目(17YC516),西华师范大学青年教师科研资助专项(17D085)资助。

分析数据得出 $U_a : U_b = R_a : R_b$, 进一步分析可以发现, 在误差范围内 $L_a : L_b = U_a : U_b = R_a : R_b$, 从而得出在其他条件不变时, 导体的电阻与其长度成正比。由串联模型 $R=nr$, 理论上得出横截面积一定的情况下, 导体电阻与其长度成正比。

综上所述: 在横截面积、材料相同的条件下, 导体的电阻与长度成正比。数学表达式为: $R \propto L$ 。

(3) 探究导体的电阻与其横截面积的关系

如图3所示, 将图1自制教具木板上第1根合金丝(直径为0.3 mm)作为导体a(面积设为S), 第2~5根(直径为0.3 mm)并联后作为导体b, 第6根合金丝(直径为1.2 mm)作为导体c, 此时导体c的横截面积为导体a的4倍(4S)。

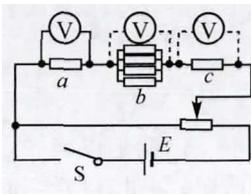


图3

按图4连接电路, 调节滑动变阻器的滑片, 使a两端的电压测得为某一可被4整除的数, 将数据记入表2。将电压表分别接在导体b、c两端, 读出电压值, 记入表2。

表2 导体电阻与其横截面积的关系

	导体a	导体b	导体c
直径 $d(\text{mm})$	0.3		0.6
面积 $S(\text{mm}^2)$	S	4S	4S
电压 $U(\text{V})$			

学生分析测量数据可以发现: 在实验误差范围内, 有 $U_a : U_c = S_c : S_a$ 。

教师介绍并联模型(n 个横截面积为S电阻并联等效为一个横截面积为 nS 的电阻)通过理论和实验都得出: 材料长度相同的情况下, 导体的电阻与横截面积成反比。数学表达式为: $R \propto \frac{L}{S}$ 。

(3) 结论

根据以上实验探究所得出的导体的电阻与其长度和横截面积的定量关系, 综合可得: $R \propto \frac{L}{S}$, 设比例系数为 k , 则 $R = k \frac{L}{S}$ 。

3. 探究导体的电阻与材料的关系

比例系数与哪些因素有关呢? 接下来, 将两根长度、横截面积相同但材料不同的金属丝(实验中采用的是镍铬合金丝和铜导线)串联在电源的两端, 如图4所示。为了使实验现象更明显, 在两根金属丝上分别缠上相同的纸张, 如图5所示。接通电源, 逐渐增大电压, 让学生观察左右两边会出现怎样的变化。

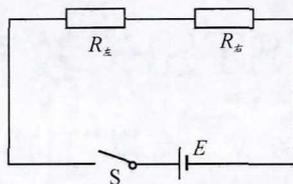


图4



图5

可以很明显地观察到左边不断冒出白烟, 而右边却没有, 是什么原因让这两边出现不同现象呢?

根据焦耳定律及串联电路的特点可知, 在电流一定时, 导体的电阻越大, 相同时间内产生的热量就越多。猜想右边金属丝电阻大, 接着用欧姆表证实右边金属丝的电阻的确更大, 揭秘右边与左边的金属丝材料不同。从而可以得出结论: 在导体长度和横截面积相同时, 导体的电阻与材料有关。随即引导学生得出电阻率的概念: 比例系数 k 可反映材料导电性能的优劣, 在物理学中叫作电阻率, 通常用 ρ 来表示。在其他条件不变时, 电阻率越大, 其电阻就越大。

4. 综合实验探究结论, 得出电阻定律

对于同种材料的导体, 电阻 R 与其长度 L 成正比, 与横截面积 S 成反比, 导体的电阻还与构成它的材料有关。表达式为: $R = \rho \frac{L}{S}$, 得出电阻定律。

5. 探究导体电阻与温度的关系

让学生观察教材上的电阻率表并思考: 为什么要标明在 20°C 下呢? 猜想: 导体的电阻是否还与温度有关。接着引导学生自主设计实验方案来探究导体电阻与温度的关系, 得出结论: 各种材料的电阻一般都随温度的变化而变化, 可以用电阻率的值来表征。再引导学生去了解不同材料电阻率随温度变化的特点。

通过实验, 引领学生形成了对物质导电属性认识的物理观念。结合科学家对不同材料导电性能的研究, 让学生体会探索、认识自然界的艰辛; 并以此为契机让学生学以致用, 使学生养成科学责任与态度。

四、总结与反思

科学探究活动是产生创造思维的重要途径, 教学过程的设计必须符合学生的认知规律^[3]。教学实施过程中, 教师要提高学生参与实验的热情, 提升效率, 通过小组实验展现合作探究的成果。再通过总结、质疑和反思, 不断深入认识物质的性质, 促进学生物理核心素养的提升。

参考文献

- [1] 林钦, 陈峰, 宋静. 关于核心素养导向的中学物理教学的思考[J]. 课程·教材·教法, 2015, 35(12): 90-95.
- [2] 施坚. 借鉴多种版本优势, 尝试“电阻定律”创新教学[J]. 教育科学论坛, 2014(12): 47-49.
- [3] 伍建兵, 徐平川, 唐秋梅. 基于微电流放大的“感应电流方向规律探究”的教学设计[J]. 物理教学探讨, 2017, 35(10): 73-76.

(本文编辑: 瑾 董)