基于“非常规”实验的跨学科实践

——以设计和制作一个“模拟的调光灯”为例

姚建民
(无锡市辅成实验学校,江苏 无锡 214023)

摘 要:基于“非常规”实验的跨学科实践,以设计和制作“模拟调光灯”为案例进行了实验教学设计.从实验器材、实验目的、实验内容、实验过程等多个方面着手,设计了一系列符合实际需求且激发学生探究兴趣的实践活动.

关键词:“非常规”物理实验;跨学科实践;应用型

“非常规”物理实验内涵为:有目的地选择和利用实验室之外的其他“存在物”及利用其创造新结构开展的一类体现自创性、体验性、趣味性、简易性、生活化的物理实验教学活动.其中“实验室之外的其他存在物”主要指学生熟悉的生活易得物品、材料、器具、交通工具、建筑设施、娱乐器材以及人体本身等.[1]探索以学生个体发展为出发点的物理“非常规”实验,尝试跨学科实践教学设计,为学生创设真实而丰富的物理学习情境,并提供具有不同思维层次的挑战性学习任务.跨学科实践主题可选择日常生活议题、实践操作、社会发展热点等相关情境,涉及的实验素材仅依靠实验室提供的常规实验,具有明显局限性,因此需要“非常规”物理实验作为补充.[2]

跨学科实践应立足于具体的学科教学,以本学科知识为主题,渗透相关学科知识的同时,仍要凸显本学科课程特点,因此选择合适的跨学科实践主题尤为重要.常见的跨学科实践可以是探究型的,也可以是应用型的.教师在跨学科实践时,可以选择尝试应用型跨学科实践.应用型跨学科实践以应用物理学为目的,在学生探究某一物理原理以后,还原生活情境或生产情境应用,设计应用该原理的跨学科应用.让学生通过调查、考察、设计、加工制作与实验等跨学科活动,提高其跨学科应用知识的能力、分析解决问题的综合能力及动手操作的实践能力.[3]

设计和制作一个“模拟的调光灯”是典型的应用型跨学科实践,具有明显物理学科特点,同时涉及多个其他学科,如数学、电气工程、材料科学、艺术、语文等,充分体现跨学科实践特点.此主题与学生日常生活密切相关,极易激发学生学习研究兴趣.本文以此为例,探讨了基于“非常规”实验的跨学科实践教学设计和实施.

1 背景和意义

近年来,随着智能家居技术的快速发展,人们对于家居照明的需求也越来越高.然而,传统台灯通常只有开与关两种状态,无法满足人们对于亮度的个性化需求.为此,本课旨在探索如何设计和制作调光灯,以提高人们的生活质量和舒适度.

2 教学内容与过程

2.1 实验器材选择

实验器材可以采用常规实验器材和非常规实验器材结合的方法.常规实验器材制作的调光灯形式往往较为单一,与实际生活中的调光灯有明显差异,因此添加形式多样的其他物品如灯罩、电位器、铅笔芯等非常规实验器材,更有助于促进学生主动学习、大胆设计、勇于创新.所选非常规实验器材应具有以下几个特点.

(1) 材料易得.

非常规物理实验注重利用学生熟悉的生活用品、材料和器具,教师可以选择一些学生常见、易得的材料等进行设计和实施.这样一方面可以节省实验成本,另一方面也便于学生自己在实验室以外的环境中进行实验.

(2) 操作简便.

在设计实验操作时,非常规物理实验也应注重简便性.它们通常不需要复杂的仪器设备和烦琐的操作步骤.相反,非常规物理实验的操作步骤

基金项目:本文系江苏省教育科学“十四五”规划重点课题“初中课后服务‘非常规’物理实验项目设计与实施”(课题编号:E-b/2021/13)阶段性研究成果.

中国知网 https://www.cnki.net

简单明了,可以降低学生在实验过程中的操作难度和错误率.

(3) 易于观察.

在实验内容的设计上,通常着重于能够直接观察到的现象和效果,不涉及复杂物理量的测量和计算,对于初中生来说,更容易理解和接受.

基于以上原则,本实验选择了以下实验器材.

常规实验器材:小灯泡(2.5 V 0.3 A),电源(1.5 V干电池 4 节),开关,导线,滑动变阻器,电压表,电流表.

非常规实验器材:铅笔芯(HB),电池盒,电位器,调光灯外壳,铜丝,声控调光灯,简易光控调光灯,自制子母调光灯.

2.2 设计方案、实验论证

从真实情境出发,设计思维不断提升的问题情境,建立从易到难的任务群. 学生在任务驱动下,设计电路图,如图 1 所示,选择器材连接电路,开展活动,进行实验验证,从而形成:情境—设计—实践为主线的学科实践活动.

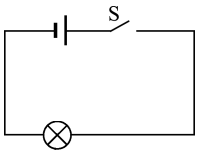

图 1 电路图

师:演示台灯(不能调光)的开与关.

学生设计出电路图,连接电路,使小灯亮或灭.

师:设计一个模拟台灯(不能调光).

提供实验器材:直流电源(电压 6 V),小灯泡(2.5 V 0.3 A),灯座,开关,导线,电压表,电流表.

学生设计出新的电路图,如图 2 所示,串联一个定值电阻. 学生交流解决方案,通过计算得出 R 的阻值.

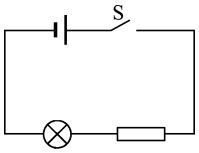

图 2 电路图

师:请设计一个模拟调光灯. 在上述实验器材基础上,再增加铅笔芯、铜丝、电位器、滑动变阻器等元件,要求:设计一个可以连续调光的调光灯.

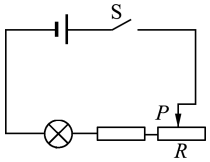

图 3 方案 1:使用滑动变阻器

学生自选实验器材,设计出调光灯电路图,有以下 3 种不同方案,如图 3～图 5 所示.

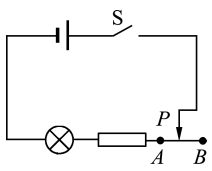

图 4 方案 2:使用铅笔芯

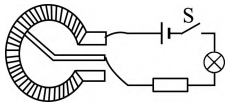

图 5 方案 3:使用电位器

学生根据自己设计的电路图选取器材,连接电路,如图 6～图 8 所示,调节灯泡的亮度,进行实验验证.

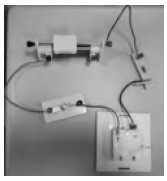
图 6 方案 1


图 7 方案 2

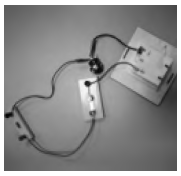
图 8 方案 3

2.3 制作模拟调光灯

学生自主选择方案,根据方案挑选器材,完成“梦幻小屋”调光灯的制作(图 9). 有了设计环节活动的铺垫,学生已经目的明确、思路清晰,制作会比较顺利. 调光灯的外盒可以选择传统台灯的形式,贴近生活实际;也可以通过 DIY 自创灯的外形,更具挑战性和趣味性.

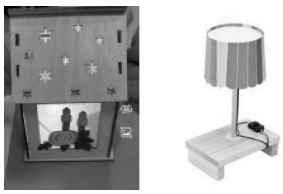
图 9 梦幻小屋

2.4 跨学科实践

在设计和制作过程中,注重科学、数学、工程及艺术等方面学科知识的综合运用,培养学生跨学科实践的能力.

科学知识. 调光灯的设计与制作基于初中物理学科电学相关原理,如欧姆定律,串联电路特点及动态电路知识的融会贯通,用发现生活中实际问题并提出解决方案的典型案例.

数学能力. 使用铅笔芯时,测出笔芯长度为 18 cm,阻值 20 Ω,请学生思考,如果没有使用保护电阻,至少需要接入多长的笔芯,才能使电灯不烧坏? 学生利用欧姆定律及串联电路特点,运用数学计算得出结果,在实验过程中学习运用数学计算解决实际问题.

艺术素养. 艺术素养涉及调光灯外壳的制作及配色等环节时,要考虑各元件布局是否合理,电路排布是否美观,视觉效果如何等问题. 在作品展示环节时语言表达艺术性效果,推广文案描绘审美价值等方面也体现艺术特征.

工程实践.

(1) 在开始设计调光灯时,有的学生没有连接保护电阻,灯泡很亮但马上又灭了,经过分析,发现电路出现断路故障,启发学生思考原因并找到解决方案,初步树立工程实践安全意识.

中国知网 https://www.cnki.net

(2) 使用电位器实验的小组,学生开始时并不清楚如何连接电位器,这时教师可以让学生用螺丝刀将其拆开,进一步观察电位器的构造后,发现接入中间及边缘任一个接线柱后可以达到改变电阻实现调光. 电位器在生活中应用非常广泛,又称“旋转变阻器”,学生在使用过程中会发现,其原理与滑动变阻器相同,所不同的是滑动变阻器的形状由直线型变成了圆弧型. 通过实践培养学生面对陌生实验器材时,阅读说明书或研究其内部构造后,合理使用器材的能力.

(3) 选择铅笔芯实验的小组,开始时有学生选择使用铜丝连入电路,发现改变铜丝接入长度时灯泡亮度不变,而且极易烧坏,学生分析原因后,及时将其更换成铅笔芯解决问题,在实践中初步体会工程材料科学的应用价值.

(4) 在学生进行电气工程实践过程中,会遇到很多实际问题:在进行实验前,确保所用材料和工具符合安全标准,遵循相关的操作规范;操作设备时,确保所有元器件的正确和安全使用;对于电路设计和制作,需仔细考虑电路板布局和元件选择,以确保电路稳定性和安全性;在整合系统时,需保证各部件之间的连接正确,并严格按照相关标准进行测试和检验.

以实践中遇到的问题为情境,引导学生展开思考及研讨,促进学生实践能力提升和科学思维养成. 对情境的学习力和迁移力是素养的核心. 素养在情境中形成、抽象、迁移、转换. 素养的形成意味着个体在以往的情境中有足够的学习力,能在新情境中迅速找到自己想要的资源,建立知识间的联系,对新情境进行判断,最终解决问题. 简而言之,这种在不同情境中创造性解决问题的能力就是“素养”.[4]

2.5 评价与交流

学生通过小组展示与交流,可以采用作品发布会的形式,以小组为单位,边操作边讲解,分析作品的优势和不足,进行自我评价与相互评价. 可以从以下几个维度进行评价:(1) 调光效果如何? (2) 电路稳定性怎样? (3) 是否安全? (4) 外观是否美观? (5) 操作便捷吗? (6) 可以批量开发和生产吗?

教师在评价维度上,将过程性评价和终结性评价结合起来,既要对学生的作品实物进行评价,更要关注学习及实践过程,对学生的学习态度,实验探究过程,实践中采用的方法等进行多方面评价. 教师在关注学生知识运用情况的同时,也关注其能力和情感态度的养成.[5]

2.6 拓展及延伸

随着科技的发展,人们对灯的使用有很多个性化的需求,例如经常使用的光控小夜灯、智能人体感应灯、声控家用灯、子母调光灯等,引导学生进行拓展和延伸,尝试设计多种智能调光灯,进一步开展基于非常规实验的跨学科实践.

案例 1:调光小夜灯.

创设情境:灯的亮度随光照强度连续改变,光照强时灯暗,光照弱时灯亮.

提供实验器材:6 V 电池盒、光敏电阻、定值电阻、发光二极管、灯座、导线等,展开探讨,尝试引导学生进行设计和制作. 学生设计电路时,会出现不同的电路连接方式(图 10),教师组织学生进行讨论和评价,选择其中一种方案,连接电路,在实验中感受调光效果.

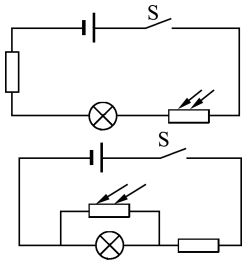

图 10 不同电路连接方式

案例 2:子母调光灯.

教师展示子母调光灯,如图 11 所示,调节旋钮开关,发现 L_1 变亮时 L_2 变暗,L_2 变亮时 L_1 变暗,出现“眨眼”的效果. 该现象使学生产生认知冲突,能充分激发学生兴趣. 教师引导学生思考,电路怎样连接可以达到这种效果,鼓励学生尝试画出电路设计图.

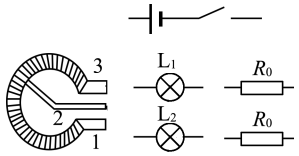

图 11 子母调光灯

案例 3:声控调光灯.

教师展示声控调光灯实物,教师发出“开灯”“变亮”“变暗”“关灯”等指令,请学生思考如何在普通调光灯的基础上进行改造,达到声控调光灯的效果.

课后让学生查阅相关资料,了解智能调光系统的集成化电路,激发学生深度学习和进一步探究的积极性.

参考文献:

1 张伟,郭玉英,刘炳昇. “非常规”物理实验概念探讨[J]. 物理教师,2006,27(8):27-30.
2 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.
3 母小勇,还原物理课程的跨学科实践逻辑[J]. 物理教师,2022,43(9):7.
4 夏雪梅,项目化学习设计:学习素养视角下的国际与本土实践[M]. 上海:教育科学出版社,2021.
5 范兵,蔡亚璇,熊健文. 核心素养视角下日本跨学科实践案例分析[J]. 物理教师,2023,44(4):39-42.

(收稿日期:2024-01-25)

中国知网 https://www.cnki.net