

高中物理实验情境化教学研究

——以“楞次定律探究实验”教学为例

彭 芳

(华东师范大学第二附属中学 上海 201203)

摘 要:实验是培养学生核心素养的重要途径,利用情境化的物理实验教学创建积极互动的教学环境,培养学生的实验探究能力和科学思维能力。以“楞次定律探究实验”教学为例,利用情境化教学培养学生的核心素养,为物理教学提供有效策略。

关键词:楞次定律;物理核心素养;情境化教学;高中物理实验

文章编号:1002-218X(2024)02-0058-04

中图分类号:G632.0

文献标识码:B

一、引言

物理学科以实验为基础,物理学科的发展和进步、学生核心素养的形成和发展均离不开物理实验,特别是随着新课改的不断推进和深化,实验教学更加注重对学生实践能力和创新能力的培养。

在基于核心素养的高中物理实验教学过程中,情境创设尤为关键。优质的教学情境不仅能激发学生积极主动地获取知识、发展能力,而且能促使学生养成科学品质和形成科学世界观。聂六英在2004年便提出用“随堂实验”“探索性实验”代替以往的“演示实验”和“验证性实验”,从而构建更加科学有效的物理实验情境^[1];李肖杰提出高中物理教师可以开发校本化的物理实验教学活动,利用简单、贴近生活、随手可得的器具去组织实验,从而有效增强理论联系实际的能力,激发学生的学习兴趣^[2];郑幼文提出教师必须以物理实验教学目标为引领,选用实验方案、开展思路、落实方式等最易被学生接受的模式予以改进、变革、优化,从而全面提升实验指导的延展性、发散性和创造性^[3]。

综上,当前高中物理实验教学领域正从传统的实验操作过渡到开放、多元、个性化定制、追求“素质升级”方面。但由于高中物理课程的课时有限,实验课时的安排、实验内容的设计等受到限制。此外,部分教师仍以提高学生成绩为单一目标,对学生实验能力及核心素养的培养缺乏应有的关注与重视,导致学生仍存在实践能力弱、创新能力不足、社会责任

感弱、持续发展意识不足等问题。

二、“楞次定律探究实验”教学设计

基于上述问题,笔者以“楞次定律”部分的“探究影响感应电流方向的因素”实验为例,对物理学科核心素养的内涵进行科学的理解,尝试构建情境化的实验教学课程体系与时效性的评价标准。以帮助教师将学科核心素养与实验教学有机结合,从实际出发对实验教学进行改革,合理设计实验教学,激发学生学习兴趣,以逐步提高学生的实践能力、创新思维、社会责任感和持续发展意识。

1. 学情分析

从知识储备来看,学生已经学习了感应电流的产生条件、安培定则、磁场方向、磁通量等电磁学的基本理论,且高二学生已具有一定的实验操作、观察、分析、归纳总结的能力,为楞次定律的探究打下了基础。从心理特点来分析,这个阶段的学生好奇心强、求知欲强烈,其逻辑思维和参与意识逐步发展,已经具备一定的实验探究能力。从认知角度来看,学生的抽象思维和空间想象能力仍有欠缺,需要教师以学生掌握的知识和经验为基础,引导学生构建逻辑思维,设计出最高效的教学程序^[4]。

2. 教材实验内容分析

楞次定律选自沪科版选修3—2“第六章电磁感应定律”第一节的内容,本节课是在学生认识电磁感应现象和探究了感应电流的产生条件之后的学习内容。楞次定律的学习既是对电磁感应现象

的进一步探索,也是分析和理解电磁感应现象的基础,与法拉第电磁感应定律紧密相连^[5],在高中知识体系中占有重要地位。楞次定律涉及的因素较多,如原磁场、感应电流的方向、感应电流的磁场方向、磁通量变化等,物理量间的关系复杂,且规律比较隐蔽,学生往往只能记住楞次定律的内容而无法灵活应用。原因是电磁感应现象的实验现象不易观察,实验过程中的逻辑链条较长,学生的逻辑推理能力有所欠缺等。笔者尝试设计现象直观的实验方案,将复杂的物理逻辑推理转化为直观的实验现象,帮助学生简化思考过程,以更直接的方式理解和应用核心知识。

3. 教学目标

课程标准要求通过探究影响感应电流方向的因素,理解楞次定律,强调探究、重在理解;教学重点为设计并探究影响感应电流方向的因素,教学难点为揭示电磁感应现象的逻辑关系,展现感应电流方向影响因素的探索、发现过程,以及体会实验探究中的思维方式。

(1)通过观察二极管的发光情况,分析感应电流的方向所遵循的规律(即楞次定律);

(2)通过对数据的分析,推出楞次定律,培养勤于思考的习惯和科学探究的意识;

(3)经历物理实验探究的过程,体会用物理语言和思维进行推理的科学探究方法;

(4)利用楞次定律理解磁铁与小车间的相互作用现象,促进科学探究素养的提升。

4. 实验装置设计

教材中的实验设计如图1所示,将磁体的一极分别插入或抽出感应线圈,观察与感应线圈组成闭合回路的灵敏电流计指针的偏转情况,然后分析判断感应电流方向的规律。在此实验过程中,学生需关注电流流向和指针偏向关系,且感应电流微弱、持续时间短,电流计指针偏转后会出现左右晃动的现象。因此,教材实验设计可能存在加长学生思维链条、影响授课时间和效率的问题。笔者的实验设计如图2所示,选用发光二极管来替代电流计,利用红色和绿色的发光二极管来直观显示电流的方向变化。由于发光二极管具有单向导电性^[6],通过观察二极管的发光情况来推断感应电流的流向,实

验现象明显,且线圈绕向指导图直观明了,可大大节约授课时间,提高授课效率。

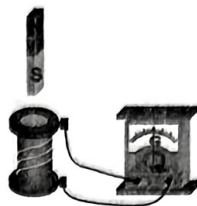


图1 教材实验设计图

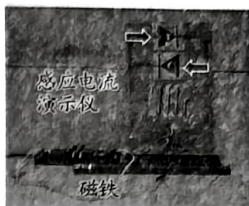


图2 自主实验设计图

图3所示为验证发光二极管的单向导电性演示装置,采用干电池试触法,干电池放电时电流从电池正极流出,从负极流入。更换电源的正负极方向,二极管的发光情况不同,表明电流总是从二极管三角形标志的底端流入,顶端流出,反向不能导通。通过演示让学生看清电流的流向与二极管发光情况的关系。

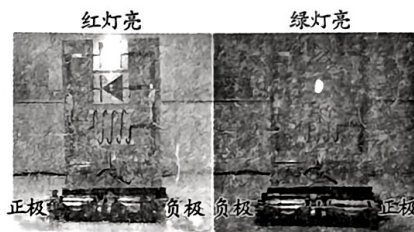


图3 发光二极管单向导电性演示装置

在教学设计过程中,通过设计演示实验引导学生,观察二极管的发光情况,培养学生“探究影响感应电流方向的因素”的物理观念;通过分组实验搭建生动的实验环境,设定阶梯性的实验问题,启发学生逐层思考,基于对数据的合理分析培养学生的科学思维;师生共同制定实验探究方案,使学生参与并经历实验探究的过程,培养其科学探究素养;鼓励学生制作并使用创新器材,在实验中注重反思和总结,通过探索楞次定律,理解磁铁与小车间的相互作用,达到知识应用、拓展延伸的效果,培养其科学态度和责任素养。

三、实验教学片段

1. 演示实验,提出问题

师 实验装置如图4所示,演示磁铁N极插入线圈,让学生观察现象并提问“为什么出现这种现象”?

生 观察到绿灯亮,因为环形线圈内产生感应电流。

师 从右往左看,线圈内感应电流的方向向哪?影响感应电流方向的因素有哪些?

实验研究

生 顺时针。

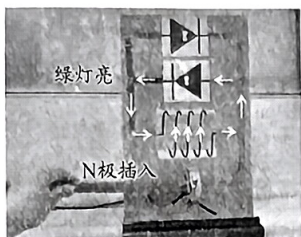


图4 磁铁N极插入线圈演示实验装置

设计意图 引导学生思考“影响感应电流方向的因素”问题,也即引入楞次定律的探究实验。演示实验现象明显,通过问题导入教学,激发学生的探究欲望。

2. 设计实验,绘制表格

师 根据图4中的实验装置,让学生思考需要做几组对比实验,如何设计表格。

生 需要做四组对比实验,分别为N极插入、N极拔出、S极插入和S极拔出。

师 引导学生仿照演示实验,探究并记录四组对比实验中二极管的发光情况。

根据二极管的发光情况可直接判定线圈中感应电流的方向。请同学们分析线圈中感应电流的方向(从右往左看,是顺时针还是逆时针?)。

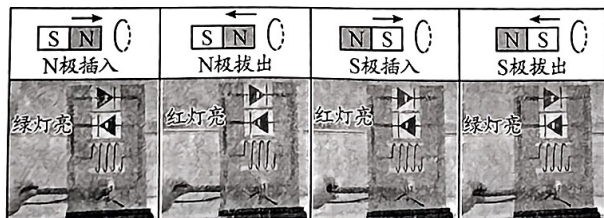


图5 四组对比实验二极管的发光情况

引导学生分析并记录线圈中感应电流的方向,参考图6甲、乙中感应电流方向模型图。

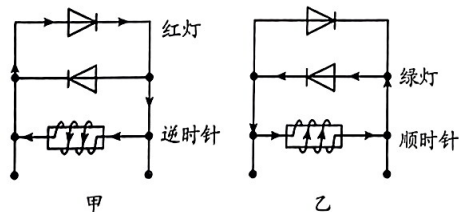


图6 感应电流方向模型图

师 线圈中为何产生感应电流?

生 因为通过线圈的磁通量发生变化。

基于学生的回应,进一步引导学生分析并记录线圈内磁通量的增、减情况。

师 磁通量发生变化,是什么原因导致的?

生 磁铁插入或抽出线圈导致的。

师 磁铁的磁场方向指向哪里?磁铁的磁场是引起感应电流的磁场,我们称之为原磁场。请分析并记录原磁场的方向。

此过程衔接引入“原磁场方向”这一物理概念。

表1 楞次定律探究实验数据

观察项目	 N极插入	 N极拔出	 S极插入	 S极拔出
实验现象	绿灯亮	红灯亮	红灯亮	绿灯亮
感应电流方向 (从右往左看)	顺时针	逆时针	逆时针	顺时针
磁通量变化	增大	减小	增大	减小
原磁场方向	→	→	←	←
感应电流的磁场方向	←	→	→	←
感应电流的磁场方向 与原磁场方向的关系	相反	相同	相反	相同

师 观察表1记录的文字与现象,能否直接得出感应电流的方向与磁通量变化、原磁场方向间的规律?

生(分析和探究数据) 找不出规律。

师 是否还有其他因素影响感应电流的方向呢?通过安培定则可以判定感应电流的磁场方向,请大家分析并记录感应电流的磁场方向。

设计意图 水到渠成地引入“感应电流的磁场方向”这一物理概念,也是楞次定律内容的核心概念,为推出楞次定律的内容做好铺垫。基于学生思维特点,顺着逻辑引入物理量,启发学生逐层思考,物理量引入关联图如图7所示。

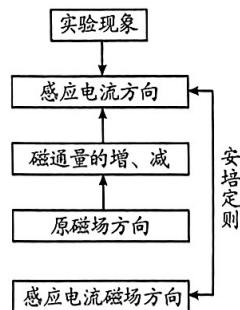


图7 物理量引入关联图

3. 分析数据,追寻规律

师 基于表2中的数据无法直接找出感应电流的方向与磁通量变化、原磁场方向间的规律,依

据感应电流的磁场方向,通过安培定则可以判定出感应电流的方向。是否可以转换下思路,找出感应电流的磁场方向与磁通量变化、原磁场方向间的规律呢?图8所示为楞次定律的推导思维图,通过分析数据,学生可归纳出感应电流的磁场方向与磁通量变化、原磁场方向间的规律。教师把规律概括为“增反减同”,即当磁通量增大时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,感应电流的磁场好像减少或削弱了磁通量的增大;当磁通量减小时,感应电流的磁场方向与原磁场方向相同,感应电流的磁场好像减少或削弱了磁通量的减小,总结为“感应电流的磁场减小或削弱了磁通量的变化”。



图8 楞次定律的推导思维图

师 楞次在大量实验的基础上,于1834年发现了相同的规律,并称这一“规律”为“阻碍”,且“阻碍”作用一直存在,将其进一步完善为“总是阻碍”。磁通量的变化是引起感应电流的原因,也称为“引起感应电流的磁通量的变化”。因此,楞次认为“感应电流具有这样的方向:感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化”,即楞次定律。楞次定律揭示了影响感应电流方向的因素。

设计意图 通过探究与启发的教学方式,引入楞次对于这一现象的研究及其研究结论,得到楞次定律的内容。这一过程的设计符合学生的认知发展特点,在分析探究中寻找规律,能够激发学生的创造性思维。

4. 知识应用,拓展延伸

师 如图9所示,磁铁N极分别插入和拔出线圈,观察小车的运动情况及二极管的发光情况。提问:为何N极插入线圈时,小车向后退;而磁铁N极拔出线圈时,小车向前进?且二极管的发光情况不同。能否利用楞次定律解释上述现象?

引导总结 磁铁N极插入线圈时,穿过线圈的磁通量增加,线圈内产生感应电流,感应电流的磁场会阻碍磁通量的增加,体现为小车向后退。同

理,磁铁N极拔出线圈时,感应电流的磁场会阻碍磁通量的减小,体现为小车向前进。二极管的发光情况不同,表明磁铁N极插入和拔出线圈时,产生的感应电流方向不同。

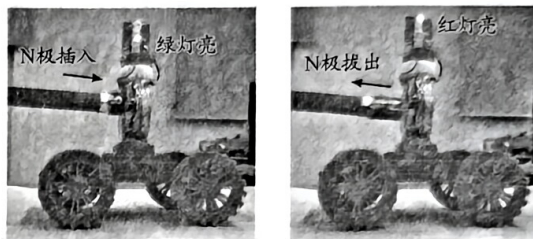


图9 磁铁插入和抽出带有线圈的小车装置

结合小车“动态阻碍”模型,启发学生利用楞次定律解释磁铁与小车间的相对运动,使学生对“阻碍”效果有一个直观的感受,从而加强学生对楞次定律的应用和理解。整个实验教学过程现象直观明了,从现象观察到评估,符合物理规律的探究过程,教学逻辑严谨、设计具有创新性,对楞次定律的实验教学具有指导价值。

四、结语

在“楞次定律的探究实验”教学过程中,我们采用问题导向的方式引导学生亲身体验物理规律的实验探究过程,利用情境化教学的方法鼓励学生提出问题、进行实验探索,并通过观察、分析数据等一系列活动,促使他们领悟物理概念的内涵和本质。实践发现,利用情境化物理实验教学,可以有效培养和提升学生的物理学科核心素养。

参考文献

- [1] 聂六英. 中学物理实验情境教学研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2004.
- [2] 李肖杰. 高中物理实验教学中培养学生创新能力的探索[J]. 中学理科园地, 2020, 16(06): 58-59.
- [3] 郑幼文. 核心素养下高中物理实验教学策略探究[J]. 考试周刊, 2023(22): 116-120.
- [4] 樊小莉, 王正全, 冯洁, 等. 科学思维指向下的高中物理探究实验教学设计: 以“楞次定律”为例[J]. 中学物理教学参考(中旬·学研), 2023, 52(02): 42-45.
- [5] 代伟, 黎蕊, 张奕, 等. 基于核心素养的“楞次定律”实验创新与教学设计[J]. 物理教师, 2021, 42(09): 17-19.
- [6] 郭远道. 创新实验设计 提升核心素养: 以“楞次定律”的实验创新为例[J]. 中学物理教学参考(下旬·综合), 2023, 52(01): 42-44.

(本文编辑:杨博闻)