

基于实验创新培养学生的思维品质

——以优化设计“探究感应电流的产生条件”为例

谢建伟

(江苏省武进高级中学, 江苏 常州 213161)

摘要: 本文基于教材、学情的分析以及学生思维发展的实际过程, 呈现教学设计和课堂教学发展的 3 个阶段. 重点阐述通过实验器材和实验操作的创新设计, 让学生在科学探究和逻辑思辨过程中, 培养学生问题解决等高阶思维能力和思维品质, 指向物理学科核心素养的发展.

关键词: 实验创新; 科学探究; 思维品质

人教版选修 3-2 第 4 章第 2 节“探究感应电流的产生条件”一课, 是物理实验探究教学的经典案例. 参加了江苏省高中物理实验教学创新设计大赛. 笔者从前期备课阶段的磨课到形成自身特色的课堂教学, 本节课设计思路的发展呈现为 3 个阶段, 重点阐述课堂实验的优化与创新对培养学生批判性思维、创造性思维等高阶思维能力, 实现知识型课堂向素养型课堂转变的作用.

1 紧扣教材, 重视实验的传统教学

教师引导学生对教材提供的 3 个学生实验依次探究, 从不同角度观察、记录实验现象, 结合理论分析, 总结归纳出产生感应电流的条件. 教师重视实验在创设情境、发现规律、解决问题等方面的作用, 紧扣教材、逐步推进, 通过实验探究和逻辑推理归纳、理解物理规律, 不失为一种好的教学方法. 基本环节如表 1.

表 1

环节	引课实验置疑: 无线充电、无线传声等	教材实验 1: 闭合电路的一部分切割磁感线	教材实验 2: 条形磁体插入、抽出、静止线圈中	教材实验 3: 模拟法拉第的实验, 如图 1	对教材 3 个实验分析论证, 归纳结论	应用规律释疑: 解决实际问题
目标	创设情境	唤醒前认知	培养科学探究等核心素养		形成物理观念	培养问题解决能力

引课实验置疑, 创设情境, 激发了学生的探究欲望; 课堂结尾释疑, 应用规律解决问题, 这是常用的教学手段. 教材实验 1 的设计意图是和初中衔接, 唤醒前认知. 在教材内容后段, 也从高中视角, 保持磁感应强度 B 不变, 通过改变回路面积 S , 来改变磁通量 Φ . 教材实验 2, 通过磁铁与线圈的相对运动, 说明 B 变 S 不变, 来改变磁通量 Φ .

教材实验 3 (如图 1), 电路较为复杂、探究情景单一, 用开关或变阻器控制线圈中的电流, 实质还是归结到 B 发生变化上来; 其次, 不能用来探究 B 不变 S 变、 B 变 S 变但 Φ 不变的情形; 再次, 两个线圈各成回路, 即使作为演示实验, 在连接电路、操作讲解、记录现象、原理分析等方面也会对教师和学生形成障碍. 作为学生分组实验, 学生在

认识电路、连接电路上花费过多时间, 不利于将思维集中在实验现象的分析、规律本质的归纳上.

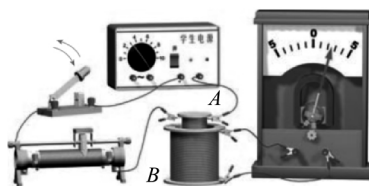


图 1

教材通过 3 个实验的探究, 归纳出产生感应电流的条件与 B 、 S 的变化都有关系, 从而用磁通量描述感应电流的产生条件, 显得较为牵强. 如果能设计实验, B 变 S 变但 Φ 不变, 也不能产生感应电流作为佐证, 在逻辑上更为严谨.

基金项目: 本文系江苏省教育科学“十三五”规划课题“基于问题解决培养高中学生思维品质的策略研究”(课题批准文号: D/2018/02/215) 阶段性成果.

2 突出学生主体,优化实验实施方案

传统教学突出了实验的重要地位和探究功能,主要通过教师演示实验、分析论证、归纳结论,充分体现了教师的主体性。但是,教材中的 3 个实验,对学生而言是新的认识和新的体验。教师尝试提供多种实验器材,引导学生自行设计实验方案,体验探究、发现的过程,突出学生的主体性。

2.1 自制实验,引出问题

教师演示“无源小灯珠发光”。魔术盒(带铁芯的变压器线圈)点亮与小线圈连接的 LED 灯珠,如图 2。

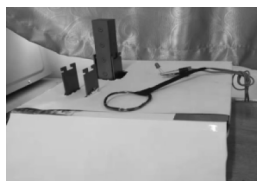


图 2

引导学生回顾物理学史,奥斯特 20 年梦圆“电生磁”,法拉第 10 年心系“磁生电”。下面,我们循着科学家的足迹一起来探究,要抓住两个关键:磁场、回路。磁场从哪来?怎样检验微电流?为后续探究做好准备。

2.2 自主设计方案,开展科学探究

教师演示教材实验 1,由于初中阶段对此已有认识,因此,着重引导学生如何观察实验现象,记录实验结论,为学生开展自主探究提供方向。接着,教师展示多个实验器材,如图 3。学生分组讨论,自主选择实验器材,设计实验方案。



图 3

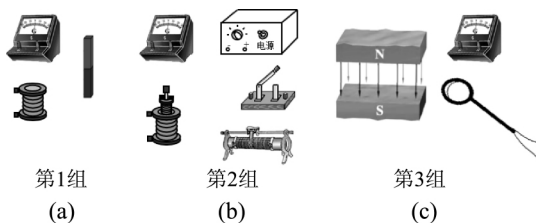


图 4

教师展示不同小组的实验方案,师生共同交流评价,补充完善实验方案。最终形成相对典型的

3 组,如图 4。由学生设计表格,分组开展实验探究,找到感应电流,尝试归纳产生感应电流的条件。

本教学环节注重学生间互动合作、自主探究、质疑评价,从“接受型教学”向“质疑式学习”转变。从教材实验 1 的导体切割磁感线到第 1 组方案中线圈和磁场相对运动,也体现多匝线圈切割磁感线放大电流的放大思想。第 2 组方案中,通过改变通电螺线管中的电流来改变磁场,体现替代思想,实现多种方式产生变化磁场。第 3 组方案,教师自主设计器材,形成近似的匀强磁场。通过进出匀强磁场区域、在匀强磁场中旋转线圈、挤扁线圈等方式改变线圈的有效面积,弥补了教材中不能探究 B 不变 S 变的缺陷。

2.3 合理外推,提升思维的逻辑性

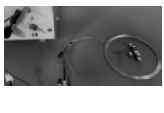




感应电流的产生与 B 、 S 的变化都有关系,而且应该是两者共同作用的结果,能找到一个物理量将这两个因素统一起来吗?物理规律具有简洁美,师生通过合理外推,归纳出产生感应电流的本质原因。接着,教师带领学生揭开引课实验“魔术盒”的奥秘;现场展示手机无线充电过程,进而解释汽车无线充电原理;课后亲身实践教材中的“做一做:摇绳能发电吗?”结合真实情境,应用物理规律解决实际问题,能够帮助学生强化知识与情境相联系的意识,提升思维的创造性。

本教学设计,学生在师生交互式的实验探究中建构物理观念、理解物理规律,体会科学探究的方法,学会抽象思维,发展发散思维、批判性思维和创造性思维能力。当然,三组实验方案,电路连接的复杂程度不同,好在师生共同交流完善时得到一些补偿。和第一种教学设计一样,没有设计实验“ B 变 S 变但 Φ 不变”说明磁通量的变化才是产生感应电流的本质条件,是一个缺憾。

3 整合实验方案,创新实验教学,培养思维品质

教师尝试创新设计实验器材,优化实施演示实验和学生分组实验,让学生在实验探究和逻辑思辨的过程中,参与活动的研究过程、知识的建构过程和问题解决过程。课堂教学的 6 个环节(如表 2),或以实验情境“设疑”、或以实验探究“质疑”、或以生活应用“释疑”,注重给学生鲜活的知识、鲜活的活动,让学习真实发生,核心素养的培养真正落地。

表 2

教学环节	1 寻找磁体, 激发前认知	2 整合演示实验, 思维再提升	3 创新分组实验, 探寻新规律	4 科学思辨, 引发认知冲突	5 逻辑推理, 归纳科学本质	6 学以致用, 解决实际问题																									
实验情境					<table border="1" data-bbox="1021 398 1185 510"> <tr> <td>实验名称</td> <td>探究</td> <td>验证</td> <td>探究</td> <td>验证</td> </tr> <tr> <td>实验器材</td> <td>导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠</td> <td>导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠</td> <td>导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠</td> <td>导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠</td> </tr> <tr> <td>实验现象</td> <td>LED灯珠发光</td> <td>LED灯珠发光</td> <td>LED灯珠发光</td> <td>LED灯珠发光</td> </tr> <tr> <td>实验结论</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> </tr> <tr> <td>实验评价</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> <td>产生磁场的磁体在哪里?</td> </tr> </table>	实验名称	探究	验证	探究	验证	实验器材	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	实验现象	LED灯珠发光	LED灯珠发光	LED灯珠发光	LED灯珠发光	实验结论	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	实验评价	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	
实验名称	探究	验证	探究	验证																											
实验器材	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠	导线、开关、变阻器、螺线管、LED灯珠																											
实验现象	LED灯珠发光	LED灯珠发光	LED灯珠发光	LED灯珠发光																											
实验结论	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?																											
实验评价	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?	产生磁场的磁体在哪里?																											
	两次魔术: 无源小灯珠发光	“放大思想”三次切割磁感线	大型通电螺线管, 多种情形探究	喇叭状磁感线模具的实验思辨	归纳演绎, 形成物理观念	“无线传声”等无线能量传输																									

3.1 创设情境重在设疑, 提高思维品质的批判性

用魔术创设情境, 不仅仅是激趣, 更重要的设疑. 在教学环节 1 中, 初做魔术: LED 灯珠缓慢划过送电线圈上方, 多个无源 LED 灯珠却能被点亮. 生成问题: 产生磁场的磁体在哪里? 进而回顾物理学史(奥斯特“电生磁”)和对称性思想(法拉第“磁生电”), 引发学生在已有认知上的新思考, 进入新课.

在进入环节 3 前, 再做魔术: 几枚 LED 灯珠静止于送电线圈的磁场中, 并没有切割磁感线, 却也亮了. 引发认知冲突(生: 送电线圈产生变化的磁场), 学生带着问题“不切割磁感线能产生感应电流吗? 切割磁感线一定会产生感应电流吗?”自然过渡到环节 3: 创新器材, 分组探究产生感应电流的其它情形.

3.2 整合演示实验, 提高思维品质的深刻性

苏科版 9 年级教材就已经呈现过“教材实验 1”, 学生可能操作过并有了“磁生电”的前概念, 但是学习并不深入, 甚至存在错误认识: 只有切割磁感线才会产生感应电流; 切割磁感线就一定产生感应电流. 为了避免实验的简单重复, 完善知识体系, 提高思维品质的深刻性, 教师创新教材实验 1 和 2 的操作过程, 并改分组实验为演示实验.

在教学环节 2 中, 长约 5 m 的导线与灵敏电流表 G 形成闭合回路, 学生按照教材实验 1, 用单匝导线切割磁感线, G 表有偏转但极其微弱. 教师引导学生将导线多绕几圈, 用多匝导线再去切割磁感线, G 表发生了明显的偏转. 学生演示教材实验 2, 磁铁插入或抽出百匝线圈时, G 表发生大角度偏转甚至超过了量程; 但当磁铁停在线圈中, G 表不偏转.

学生用一匝线圈、几匝线圈到百匝线圈切割磁感线逐渐获得较大的感应电流, 既回顾了初中的前认知, 体会了相对运动、放大思想等物理方法, 在发现问题和解决问题的科学探究过程中, 得到规律, 发展科学思维.

3.3 创新分组实验, 提高思维品质的创造性

考虑到教材实验 3 的复杂性, 以及不能用来

探究 B 不变 S 变等方面的缺陷, 教师自制了大型螺线管(600—800 匝漆包线均匀绕在直径约 15 cm、长约 30 cm 的有机玻璃管上). 学生电源(直流 10—12 V)、开关、变阻器、大型螺线管串联成闭合电路, 螺线管中近似为匀强磁场, 并可以通过改变电流来改变磁感应强度的大小. 自制感应线圈和 G 表连接成另一个闭合电路.

在教学环节 3 中, 按 4—6 人/组分 2 次开展分组实验. 第 1 次分组实验, 在前面探究的基础上去求证“不切割磁感线也能产生感应电流; 切割磁感线也可能不会产生感应电流.”学生将线圈从通电螺线管中间上方开口处放入并保持静止, 迅速改变变阻器的阻值, 使管内的磁感应强度发生变化, 发现 G 表发生明显偏转; 保持螺线管内的匀强磁场不变, 将线圈在匀强磁场区域内上下平动, 线圈切割磁感线, 但 G 表的指针几乎不动. 各个小组先后找到是否产生感应电流的证据. 第 2 次开放性分组实验, 自主探究不同情形下是否产生感应电流. 学生通过断开、闭合开关, 线圈在螺线管外运动、在螺线管内旋转、挤扁线圈改变面积, 线圈在螺线管两侧进出的过程、在螺线管内平推... 学生基本能够预判实验现象, 初步归纳感应电流的产生条件.

创新实验器材, 避免学生在认识电路、连接电路上花费过多时间, 更多地去探究思考物理规律的本质. 本组实验达成多种情形下的探究目标, 培养了学生模型建构、质疑思辨、逻辑推理、创造性思维等科学思维能力.

3.4 科学思辨, 提高思维品质的逻辑性

至此, 学生不断强化感应电流的产生与 B 、 S 的变化有关. 在教学环节四中, 强磁铁置于喇叭状模具上方, 保持软质线圈(约 10 匝)面积不变, 上下运动穿过强磁铁, G 表发生明显偏转; 用手收紧软质线圈, 使之紧贴模具外壁下滑的过程中, B 、 S 都发生变化(B 变小、 S 变大, ϕ 几乎不

(下转第 59 页)

(3) 用电机带动滚轮以拉动纸板匀速运动,如图 6 所示,能让纸板位移的均匀变化反映时间的均匀流逝.如果加装一个电机调速器,还可以演示纸板不同速度下运行时所绘振动图像的情况.

(4) 通过支架高度的调节,以改变摆长,如图 7 所示,可以演示不同摆长时的振动图像.

(5) 利用电磁开关,如图 8 所示,确保摆锤无初速释放.



图 7

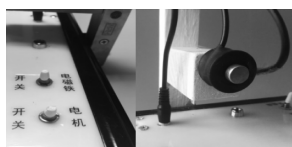


图 8

3 实验过程及效果

在本实验的课堂教学实践中,首先给学生展示常见的实验方案和教材提供的方案,引导学生发现各种实验方案中存在的问题.针对发现的问题启发、鼓励学生设计实验改进方案,通过师生之间、生生之间的交流探讨,优化改进方案,逐步在大家脑海中形成最为合理的改进方案,同时鼓励学生课后尝试完成各种富有创意的实验方案设想.在课堂实验教学中通过这样的方式,逐步培养学生的问题意识、创新能力,也深层次激发了学生学习物理的兴趣和探究自然奥妙的欲望.

在深入思考与讨论的基础上,教师再展示出

(上接第 57 页)

变),但 G 表几乎不发生偏转.再次引发学生的认知冲突,从而引导学生从磁通量是否变化的角度,以列表的方式,共同回顾上述课堂实验,得出感应电流的产生与磁通量发生变化的一一对应关系,最终归纳出科学本质.

通过对比实验,逻辑推理与实验现象不符对学生形成认知冲突,生成新问题.学生在不断解决问题的过程中,体会到科学探究的不完善性和发展性.本实验也是从逻辑上对产生感应电流的本质条件的进一步佐证,弥补了教材实验的不足.

3.5 解决实际问题,提高思维品质的灵活性

教学环节 6 基本保持第 2 种教学设计的思路,现场改装旧款手机实现无线充电功能,进而解释手机、汽车无线充电原理;展示改装的废弃音箱,实现无线传声;PPT 展示其它无线能量传输的生活应用.让学生将从一个情境中习得的知识迁移应用到其它情境中,培养学生思维品质的灵

改进方案的实验装置实物,同学生一起进行单摆振动图像的描绘,亲身体会简谐运动过程,观察单摆振动的规律,逐步认识单摆的运动是简谐运动.利用改进的实验装置,还可以进行摆长不变,纸板速度不同、摆长不同,纸板速度不变两种对比实验,进一步研究单摆的振动规律,例如,保持纸板运行速度不变,改变摆长,(抬高框架的高度,同时调节摆长),在纸板上各留下一个周期的痕迹,用剪刀剪下每一个周期对应的纸板进行对比,对比发现,纸板在相同速度运行下,摆长增长,一个周期内纸板运动的距离变长,说明单摆摆动的周期变大.这是学生学习过程中经常遇到的难点问题,通过这样直观的对比实验,学生很容易突破了知识难点.

4 对教学的启发

在学习物理的过程中,要形成物理概念和认识物理规律,培养科学探究意识和创新意识,全面提高学生的核心素养,实验教学是非常重要而且有效的一个环节和途径.精心设计的实验在学生对物理事实获得明确、具体认识的同时,通过学生的设计和过程的参与,学生的思维能力、实践操作能力、创新能力、合作探究的能力都会得到提高.

参考文献:

1 王立斌.水摆实验的改进[J].物理教师,2019(10):56-59.

(收稿日期:2020-09-15)

活性.

4 结束语

课堂教学要让学习真正发生,培养学生物理学科核心素养,需要在真实情境中围绕具有挑战性的学习主题,追求对知识本质的理解和对学习内容的批判性吸收,实现有效的学习迁移和实际问题的解决.笔者始终坚持实验在物理教学中的重要作用,注重实验器材的创新设计,并通过实验操作的创新设计有效实现课堂重构.体现学生的思维发展,优化课堂实验的组织实施,整合必要的演示实验、深入探究分组实验,在真实的实验情境中,体会实验魅力和逻辑力量,困惑中求发现,复杂中求简明,领悟中有升华.

参考文献:

1 李韵.自制教具探究“产生感应电流的条件”[J].物理教师,2018(3):38-39,47.
2 韦叶平.基于物理学史开展真实探究教学的实践研究——以“划时代的发现”教学为例[J].物理教师,2019(11):27-29. (收稿日期:2020-07-23)