

# 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  $\Phi$ . 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  $\Phi$ .

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  $\Phi$  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.

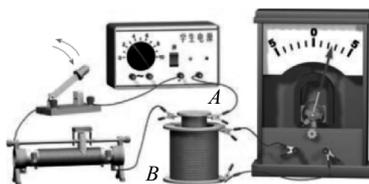


图 1

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  $\Phi$  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。

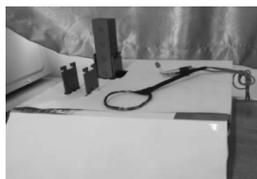


图 2

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

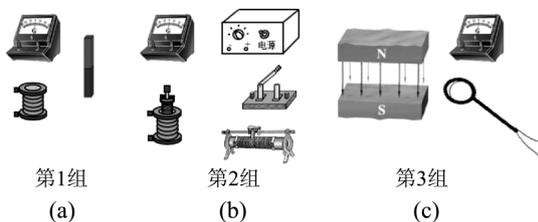


图 4

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

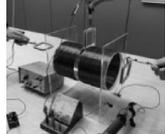
感应电流的产生与  $B$ 、 $S$  的变化都有关系,而且应该是两者共同作用的结果,能找到一个物理量将这两个因素统一起来吗?物理规律具有简洁美,师生通过合理外推,归纳出产生感应电流的本质原因。接着,教师带领学生揭开引课实验“魔术盒”的奥秘;现场展示手机无线充电过程,进而解释汽车无线充电原理;课后亲身实践教材中的“做一做:摇绳能发电吗?”结合真实情境,应用物理规律解决实际问题,能够帮助学生强化知识与情境相联系的意识,提升思维的创造性。

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  $\Phi$  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						
	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,  $\phi$  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)