

基于物理核心素养提升的教学设计策略

——以人教版“互感和自感”为例

任浩军

(浙江省上虞中学 浙江 绍兴 312300)

(收稿日期:2018-10-23)

摘要:核心素养的落地生根,需要体现在课堂教学上,但目前普遍存在“指向核心素养的教学目标研制困难和教师重经验轻证据(学情诊断)”的现象.笔者以“互感和自感”为例,阐述基于物理核心素养提升的教学设计策略和教学反思.

关键词:核心素养 教学目标研制 学情诊断 三阶测试 教学设计

随着新一轮课程改革的推进,核心素养已经成为主要的价值取向,大多数教师都有意识地在课堂教学中培育学生的学科核心素养.为使核心素养落地生根,避免假大空,我们需要解决两个问题——指向核心素养的教学目标研制问题和学情诊断评价问题.

笔者以人教版《物理·选修3-2》模块第四章第六节“互感和自感”为例,阐述基于物理核心素养提升的教学设计策略和实践反思:

(1) 通过厘清知识、能力和核心素养的关系,将宏观层面的课程目标与微观层面的课时教学目标进行有效衔接,制定出指向核心素养的教学目标.

(2) 对现有学情诊断手段进行了比较,实践发

现三阶测试是一种高效、准确的诊断评价方法,更好地体现了以学定教的课改理念.

1 教学设计策略

1.1 策略1:研制指向核心素养的教学目标

物理核心素养的提出很好地体现了物理学科的育人价值,而学生的物理核心素养是在具体学习活动中形成和发展的,所以教师有必要将物理核心素养目标与具体的教学目标进行整合,搞清楚课堂教学的终点.

指向核心素养的教学目标不再是通常“行为动词+知识内容”的描述方式,而是直接表述为经过学习学生拥有的素养,如表1所示^[1].

表1 物理核心素养的构成要素

物理 观念	知识 素养	科学术语	科学 探究	经历 素养	观察并记忆典型现象
		科学概念			体验并获取典型感受与认识
		科学规律(规则)			参与实验,获取操作体验和动作技能
		科学理论			观看动画模拟,获取动态表象
		科学模型			通过问题解决过程,获得提出问题、建立模型、解决问题的体验与经历
		科学器件			
科学 思维	思维 素养	物理方法	科学 态度	科学 态度 素养	崇尚科学的态度
		数学方法			尊重事实的态度
		思维方法			实证与推理相结合的态度
		思维策略			大胆猜想,严格求证的态度
		解决复杂问题的思维流程和规范要求			

厘清了知识、能力和核心素养之间的关系,就可以将宏观层面的课程目标与微观层面的课时教学

目标进行有效衔接,从而制定出指向核心素养的教学目标.据此笔者制定了“互感和自感”一课的教学

目标,如表2所示.

表2 指向核心素养的教学目标

物理观念	术语与概念:互感现象、自感现象、自感系数
	规律与理论:自感电动势的影响因素,感应电流方向判断方法(楞次定律)
	科学器件:变压器(基本工作原理),电感线圈(自感电动势阻碍电流的变化)
科学思维	(1) 通电(断电)时线圈的电流突然增大(减小),引起线圈中磁通量的变化,线圈中将会产生自感电动势,运用楞次定律可以判断感应电流的方向; (2) 自感现象有利也有弊,根据自感电动势的产生原因和影响因素可以利用或防止自感现象
科学探究	(1) 观察互感实验现象:A线圈中的电流变化引起了不相连的B线圈中产生感应电流(感应电动势); (2) 观察自感实验现象:通电瞬间,与线圈相连灯泡缓慢亮起;断电瞬间,与线圈相连的灯泡缓慢熄灭,另一并联支路的灯泡或缓慢熄灭或闪亮后熄灭; (3) 为观察线圈中电流变化而引起的自感现象,需要设计一个实验方案,选择灯泡便于显示电流(电压)的变化,与线圈并联支路的灯泡是用来作比较的,会不会闪亮取决于断电前两支路电流的大小关系
科学态度与责任	(1) 互感现象和自感现象是两种生活中常见的电磁感应现象,体会到物理与社会生活、科技生产的密切联系; (2) 研究物理现象,往往先猜想假设,逻辑推理,再实验验证; (3) 物理学家亨利热爱科学和淡泊名利的科学精神令人敬佩

1.2 策略2:准确诊断学情 为实现核心素养导向的精准教学提供证据

大多数教师都习惯于凭经验教学,但“年年岁岁花相似,岁岁年年人不同”,缺少对学生的充分了解,教学的针对性就大打折扣.学生作为学习活动的主体,他们在接受新知识之前,已经积累了一定的生活经验与基础知识,教师必须通过学情诊断手段准确了解学生的基本情况,这是课堂教学的起点.正如美国心理学家奥苏贝尔所说:“如果我们不得不将教育心理学还原为一条原理的话,我将会说,影响学习的最重要因素是学生已经知道了什么,我们应该根据学生原有的知识状况去进行教学.”

目前教师了解学情的诊断手段主要有两种——选择题测试和学生访谈,选择题测试适用于大样本诊断,具有快速、易操作的特点;访谈具有较强的针对性,能有效了解学生的思维过程和心理状况,但费时,不适用于大样本测试.在实际操作中,可以两者综合使用,选择题测试为主,学生访谈为辅^[2].

笔者通过实践发现,三阶测试是一种高效、准确的诊断评价方法.三阶测试题由三阶构成,即答案阶、理由阶、信心指数阶.信心指数阶要求学生对自己前两阶答案的确定性程度做出评价,即0(完全靠猜测)~100%(完全有把握),目的在于区分学生出

错的原因是由于迷思概念的存在还是知识缺失,也可区分正确答案的得出是猜测还是真正理解.

下面这道三阶测试题是“互感和自感”新课教学前的学情诊断题之一.

【学情诊断题】法拉第在1831年发现了“磁生电”现象,图1是法拉第用过的线圈.如图2所示,他把两个线圈绕在同一个软铁环上,线圈A和电池连接,线圈B用导线连通.当线圈A电路导通的瞬间,则:

(1) 线圈B会有感应电流吗?若有,方向如何? ()

- A. 线圈B没有感应电流
- B. 线圈B有感应电流,方向沿顺时针
- C. 线圈B有感应电流,方向沿逆时针
- D. 无法确定



图1 法拉第用过的线圈

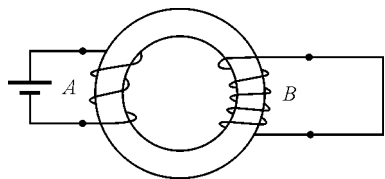


图2 学情诊断题电路示意图

(2) 你做出以上判断的理由是()

- A. 线圈A与线圈B没有连接,线圈B中没有电源
B. 线圈B有感应电流,因为线圈B中有磁通量

变化,根据楞次定律,由右手螺旋定则可判断

C. 线圈B有感应电流,因为线圈B中有磁通量变化,根据楞次定律,由左手定则可判断

D. 线圈B有感应电流,因为线圈B中有磁通量变化,两个线圈中的电流方向应该相同(相反)

(3) 你对上两题的答案确定吗?()

- A. 确定 B. 不确定

笔者是使用机读卡进行三阶测试,统计比较方便.上题学生的选择情况汇总结果如表3所示.

表3 学情诊断题的选择情况汇总

选项	迷思概念	人数比例/%	信心指数/%
1A2A	线圈A与线圈B相连才会有感应电流	2.0	50.0
1B2B	楞次定律“增反减同”策略运用有误,不排除误选的可能	17.8	78.2
1B2C	运用楞次定律时使用左手判断感应电流的方向	10.6	82.3
1B2D	知道有感应电流,认为两个线圈中的电流方向是相同或相反	4.5	65.5
1C2B	正解,有误打误中的可能	56.2	90.2
1C2C	右手螺旋定则理解成了左手螺旋定则	5.6	89.8
1C2D	知道有感应电流,认为两个线圈中的电流方向是相同或相反	1.3	63.2
1D	缺少判断感应电流方向的程序性知识	2.0	0

从中不难发现:

- (1) 学生基本能正确判断是否会发生电磁感应现象——只有1位学生判断错误;
- (2) 有90%以上的学生知道需要运用楞次定律判断感应电流的方向;
- (3) 有16%的学生运用楞次定律时使用左手判断感应电流的方向;
- (4) 只有56.2%的学生能正确运用楞次定律判断感应电流的方向.

为更全面了解学生已有的知识、能力等情况,这样的学情诊断题是以题组形式出现的,由于篇幅所限,这里不一一呈现.

随后笔者根据三阶测试结果,有针对性地对进行了学生访谈,对学情有了更详实的了解:

(1) 学生已经学习了电磁感应现象,知道了产生感应电流的条件,基本掌握运用楞次定律判断感应电流方向的程序性知识(复杂情境还是有困难,如二次感应);

(2) 对于生活中的互感现象也有了初步的感性认识,但是学生对“线圈中通以变化的电流时,线圈

自身也会产生感应电动势”的自感现象觉得不可思议,对其分析和理解自感现象造成一定的困难;

(3) 学生已经具备基本的科学探究能力,能相互合作,设计简单的实验,知道探究的程序.

2 基于以上策略的“互感和自感”教学设计

教师只有在正确定位教学目标,充分了解学生学情的基础上,才有可能将核心概念(规律)与情境化素材有机融合,设计出既符合学科知识的逻辑顺序,又符合学生的认知发展规律和心理特征的教学活动.

笔者根据教学目标和学生情况,在教学活动设计中体现“问题引领下,学生经历了知识的发生过程(规律的探究过程),从而理解知识的本质,建构知识的意义”的理念,以“开发学生实验,激发学生思维”为主线.在研究自感现象时,先让学生自己设计实验方案,相互评价,改进方案,再实验验证;在解释现象时,强调建立规范的逻辑推理程序;关注实验方案的传统与现代相结合,运用传感器观察感应电流的变化情况.

教学过程设计大致如下。

互感现象教学：

演示实验 1：将一个环形灯管放到一个纸板箱上(内有特斯拉线圈)，发现灯管被点亮。逐渐增加环形灯管的个数，可以观察到灯管全部被点亮，如图 3 所示。

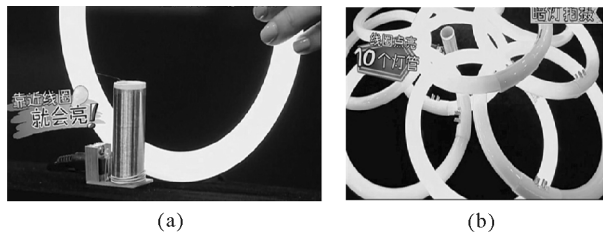


图 3 演示实验 1

演示实验 2：将手机音频输出端与一个线圈相连，音箱与另一线圈相连，播放音乐，音箱里传出了好听的歌曲，当两个线圈相互靠近(远离)时，音箱声音会变响(变轻)。

问题设计：环形灯管没有连接电源，为什么灯管靠近特斯拉线圈时会被点亮？两个线圈彼此隔开，没有连接，为什么音箱中能发出手机中播放的音乐声？

设计意图：利用生活中的手机和环形灯管演示互感现象，一方面体现了物理与生活的紧密联系，实验所营造的问题情境更具生活力和吸引力；另一方面，从能量和信息两个角度引出互感现象及其应用，充分激发学生的求知欲。

自感现象教学：

问题设计：互感现象是一个线圈的电流发生变化导致另一个线圈产生感应电动势，那么当通过线圈的电流发生变化时，线圈自身会不会产生感应电动势？能否用实验来验证？请同学们设计一个实验方案。

学生活动设计：小组讨论、方案制定、组长交流、相互补充、改进方案。方案设计如图 4~7 所示。

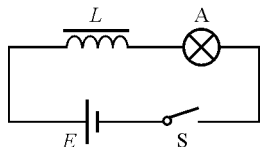


图 4 学生设计的通电实验的实验方案

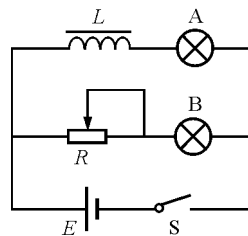


图 5 学生讨论改进后的实验方案

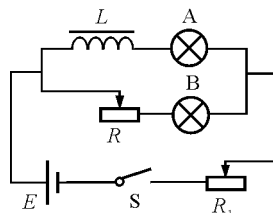


图 6 学生最终确定的实验方案

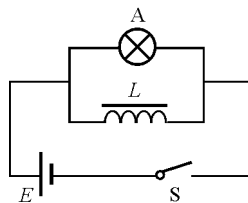


图 7 学生设计的断电实验的实验方案

研究灯泡是否会“闪亮”时学生设计的实验方案也如图 6 所示。

设计意图：以学生为中心的课堂教学，教师的教学在于引起、维持、促进学生的学习。在自感现象的教学中，教师通常会借助现成的通电、断电自感现象示教板边演示边讲解，直接将知识教给学生。教师在设计科学探究活动时，不仅要关注学生通过科学探究活动能获得多少知识，而且还要促使学生通过探究活动学会如何进行合作探究。教师只是一个助手，而不是主角，尽可能让学生观察、思考、交流、操作、评价，让学生的素养得到充分的发展。

用传感器研究自感现象：

传感器具有许多优点，如实时采集数据，快速处理数据(尤其是建立图像)，直观呈现不易观察或快速发生的实验现象等，但它也存在不足，传感器掩盖了物理现象(知识)发生的真实过程，学生会因此失去宝贵的分析推理的机会，就好像我们只看到计算结果而看不到表达式一样。

所以笔者建议在传统通电、断电实验之后再进一步进行传感器实验，这样可以使规律演化更加完整，更加

容易被学生吸收加工。

问题设计:(1) 观察电流传感器绘制的 $i-t$ 图像,如图 8 所示,比较分析通电和断电时的电流大小和方向的变化情况,并做出解释。

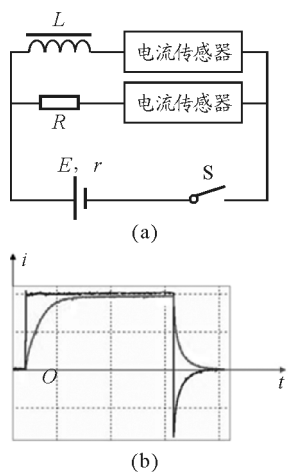


图 8 学生设计的实验方案和实验得到的 $i-t$ 图像

(2) 改变滑动变阻器 R 的阻值,观察电流传感器绘制的 $i-t$ 图像有没有发生变化,观察开关断开时流过电流传感器的 $i-t$ 图像,解释灯泡可能出现闪亮现象的原因。

(3) 体会到借助现代技术手段——传感器,我们的学习、科学研究、生活都变得非常便捷。

设计意图:高中物理知识虽然属于经典物理学中的基础知识,但我们的课堂教学要始终关注现代科技和社会生活,使学生既具有相对完整的物理观念,也具备有利于终身发展的学习能力.物理学科具有“实证+逻辑”的特点,要重视培养学生科学思维和科学探究的能力,以及正确的科学精神、科学本质观。

自感电动势和自感系数概念教学:

教师引导学生从法拉第电磁感应定律出发,逐步推导得到自感电动势的表达式,即 $E \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$,比例系数大小反映了线圈阻碍电流变化本领的大小.教师选择几根不同粗细、不同匝数的线圈进行自感现象的实验演示,学生体会到自感系数与线圈的大小、形状、圈数,以及是否有铁芯等因素有关.在自感系数单位教学时,教师可以简单介绍物理学家亨利热爱科学、淡泊名利的崇高品格。

设计意图:经历自感系数概念的建立过程,学生

能体会到物理量建立的需要且必要的原则,强化了对物理概念的重视.经历自感电动势表达式的建立过程,学生对重要概念(规律)的建立(发现)过程有了更深刻的体会.同时,学生对物理学家的科学精神也有了深刻的认识。

自感现象在生活中的利用和防止:

教师展示图 9 和图 10 两张图片,说明自感现象有利有弊。



图 9 煤气灶的点火装置



图 10 电路开关断开时,产生电火花

学生活动设计:千人震(图 11)。

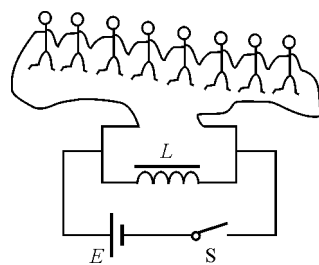


图 11 “千人震”实验示意图

实验器材:干电池 1 节,多匝线圈 1 只,导线若干,开关 1 只。

设计意图:学生通过亲身体会,体会到自感现象的确是有利有弊,对怎样利用和防止自感现象有内在的学习需求,实现有意义的学习.本节课始终紧密联系生活,从生活现象引入,最终又回到物理现象在社会生活中的应用,即从 STSE 的角度培养学生的科学态度与责任,真正做到从生活走进物理,从物理走向社会。

3 教学反思

(1) 制定教学目标时,要将物理核心素养目标逐一细化落实,只有这样课堂教学才能有的放矢.

依据课程目标,结合教学内容的内在逻辑,准确制定具体的教学目标,切忌对课程目标和物理核心素养的生搬硬套,而要结合教学内容的特点,正确处理知识、能力和核心素养之间的关系.

(2) 以往我们过多依赖经验,了解学生不够充分,尤其是对学生的认知规律研究得不够深入.课内不足课后补,学生要做大量的习题,苦不堪言.借助个别访谈和大样本三阶测试,我们可以充分了解学情,使精准教学成为可能.

(3) 在目标定位准确,学生起点掌握透彻的前提下,教师才有可能设计出既符合学科知识的逻辑顺序,又符合学生的认知发展规律和心理特征的教学活动.

笔者通过实践,认为比较科学有效的物理核心素养的培养路径如图 12 所示.

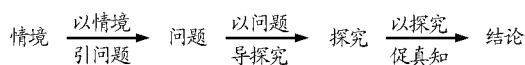


图 12 物理核心素养培养路径

教师通过创设好的物理情境,设计合理的针对学生最近发展区的问题链,引导学生进行探究活动,在活动中学生思维得以向更高层次发展,核心素养目标也逐一落实.

参考文献

- 1 梁旭. 指向核心素养的教学目标研制. 中学物理教学参考, 2017(4):5~6
- 2 郭芳侠, 陈楚琪. 三阶测试在中学物理教学的适用性研究. 考试研究, 2016(4):65~70
- 3 彭前程. 积极探索基于核心素养理念下的物理教学. 中学物理:高中版, 2016(3):1~2
- 4 黄晓标, 黄春如. 互感和自感现象的实验改进. 物理通报, 2011(10):64~65

(上接第 64 页)

取 $Q=3 \times 10^{-8} \text{ C}$, $R=0.1 \text{ m}$, 使用 Plot(绘图)函数, 可进行如下编程:

Plot[$9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8} \times x / \{(0.1^2 + x^2)^{3/2}\}$, {x, 0, 0.3}] (* 编程语言解释: [] 内为上述式(4) *)

运行结果如图 6 所示. 由式(1)、(4)和图 4、6 可以看出, 均匀带电圆环轴线上场强的变化情况类似于等量同种电荷. 与前文方法相同, 求出式(4)最大

值的位置为 $x = \frac{\sqrt{2}}{2} R$ ($x = -\frac{\sqrt{2}}{2} R$ 舍去).

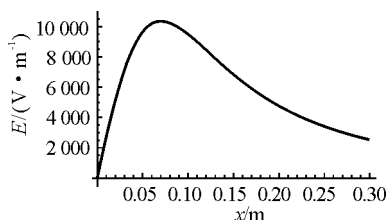


图 6 均匀带电圆环轴线上的场强

2.2 定量结论

均匀带电圆环轴线上的场强变化情况与等量同种电荷相似, 在 $x = \frac{\sqrt{2}}{2} R$ (即 $\tan \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\theta = 35.264^\circ$)

处, 场强最大, 且

$$E_{\max} = \frac{2\sqrt{3}kQ}{9R^2} \approx 0.385 \frac{kQ}{R^2}$$

3 结束语

本文的导数、积分看似复杂, 可能对于我们高中物理教师而言, 略有困难. 但在 Mathematica 软件的支持下, 使得复杂的数学计算得以解决. 这对我们深入研究某些物理规律、消除学生的思维障碍有着很大的帮助. 同时在由定性分析到定量计算的过程中, 既实践了物理学科的严谨, 也提升了高中生的物理核心素养.

参考文献

- 1 陈熙谋, 吴祖仁. 普通高中课程标准实验教科书物理选修 3-1. 北京: 教育科学出版社, 2017. 14
- 2 冯建跃. 用初等数学方法求等量同种电荷中垂线上电场强度的极值. 物理教师, 2015, 36(11):56~57
- 3 陈一垠. 关于两等量异种电荷中垂线上场强最大值的再思考. 物理通报, 2015(6):121~122