

以“真实验”为载体构建思维生长课堂^{*}

——以“互感和自感”教学为例

党强强 (江苏省前黄高级中学 江苏 213161)

摘 要 以“互感和自感”实验教学为例,突破传统教学的弊端,开展“真实验”教学,师生站在未知者的角度思考和设计实验,在对实验过程的批判和结果的评价中产生新疑问,在解决疑问过程中构建新的思维发展点,将知识转化为问题研究与解决,构建思维生长课堂。

关键词 真实验 思维生长 批判质疑 问题解决

文章编号 1002-0748(2025)10-0027

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 观察·思辨:完成知识到原理的显性化表达

1.1 隔空传音实验——促进互感概念的自然生成

实验器材:线圈 2 个,导线若干,音响 1 台,手机 1 部。

实验现象:将音响与一个线圈相连,手机与另一个线圈相连,两线圈相互独立(见图 1)。用手机播放音乐时,音响能同步播放相同的音乐,线圈靠得越近,音响声音越响。



图 1

实验解释:线圈 A 中通有变化的电流,在周围空间会产生变化的磁场,导致线圈 B 中的磁通量发生变化,进而在线圈 B 中产生感应电动势(感应电流),自然生成互感概念。图 1 中的手机和音响播放相同的音乐也从侧面反映互感现象中电流是“同频变化”的。

问题提出:学生对实验解释产生一个共性的疑问:既然线圈 A 和 B 中的电流是同频变化的, B 线圈中的电流是否会对 A 线圈产生影响?这个问题的研究能让学生充分理解互感现象中的“相互性”。那么,如何设计实验演示这个相互影响的特点呢?

1.2 金属探测器实验——加深对互感概念的深度理解

为了让学生直观感受互感现象中的“相互性”,可通过设计金属探测器实验让学生经历“观察现象—理论分析—实验验证”的思维过程,既证实学生

对金属探测器工作原理解释的正确性,也让学生真正理解互感现象中的“相互性”。

环节 1:观察现象—理论解释

学生解释:金属探测仪线圈中通有变化电流,当探测到金属时,金属中会产生同频变化的涡流,涡流的磁场反过来会影响线圈中的电流,使仪器报警。

教师提问:所有的猜想都要经历实验的检验,如何设计实验来验证涡流的磁场反过来会影响线圈中的电流呢?

环节 2:创新设计—实验验证

实验器材:学生电源 1 个,线圈 2 个(可直接用变压器的原副线圈),小灯泡 2 个,开关 2 个,导线若干。

实验步骤:①连接电路(见图 2),接通电源观察灯泡 A、B 的亮暗情况;②断开灯泡 A 所在回路,再次观察灯泡 B 的亮度变化。

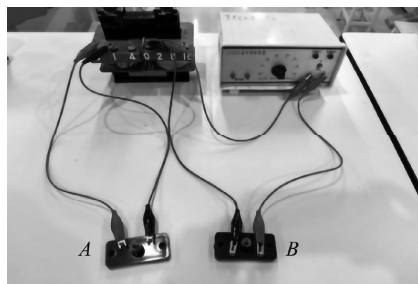


图 2

实验分析:接通电源,灯泡 A、B 同时发光,说明两线圈发生了互感现象;灯泡 A 所在回路断开后,灯泡 B 的亮度发生明显变化,说明线圈 A 确实

^{*} 基金项目:本文系江苏省教学科学“十四五”规划课题“促进深度学习发生的物理实验 5E 教学模式研究”(课题编号:JS/2021/GH0305-08435),和江苏省中小学教学研究第十五期立项课题“新时代区域深度教研的实践探索”(课题编号:2023JY15-GL-L19)的研究成果。

会影响线圈 B , 验证了互感现象的相互性。

问题提出: 刚才的实验已经诠释了互感现象, 按照科学发展的思维逻辑, 一个线圈中电流发生变化时, 是否同样能够产生感应电动势。在理论分析的基础上, 实验验证上又该如何设计呢?

1.3 蜂鸣器实验——创设自感现象直观化体验环境

实验器材: 学生电源 1 个, 线圈 1 个, 蜂鸣器 1 个, 导线若干。

实验步骤: ①接好电路 (见图 3), 接通交变电源; ②将蜂鸣器导线接到线圈的 0 和 200 匝, 听蜂鸣器的响度; ③将蜂鸣器导线接到线圈的 0 和 800 匝, 听蜂鸣器的响度, 对比前后的响度。

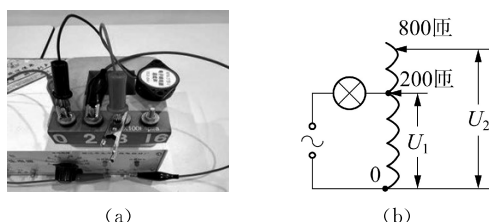


图 3

实验思考: 当蜂鸣器导线接到线圈的 0 和 800 匝时蜂鸣器的声音更响, 说明匝数越多, 线圈两端的电动势越高, 引发学生思考是否因为线圈自身产生了感应电动势, 为后续自感现象的定义提出和验证提供了一个完美的开端。

2 设计·检验: 将学习内容转化为研究课题

自主实验设计应该是实验教学最重要的组成部分, 学生设计实验的过程即为问题研究的过程。本节课抛弃常规教学中采用断电自感和通电自感演示器 (见图

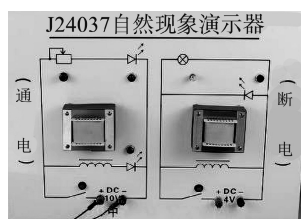


图 4

4) 的演示实验方式, 而是带领学生经历真实的实验过程, 自主设计实验解决一个个自然生成的问题, 将学习内容转化为研究课题。比如: 自感现象的研究中为什么采用干电池? 为什么用 DIS 实验方法而不直接使用电压表来观测? 等等。

2.1 基于学生思维构建实验的真过程

2.1.1 如何实现回路中变化的电流

探究自感现象时需要在线圈中通入变化的电流, 如何实现呢? 这个问题看似简单, 其实问题背后有着

深层的逻辑关系。例如, 教学中学生的第一反应都是采用交流电, 而不是用电路的通断来构造交流电, 说明这个问题是学生思维的盲点, 有深入研究价值的。

学生: 方案一, 用学生电源给线圈通交流电; 方案二, 用干电池连接滑动变阻器来改变电流; 方案三, 用通断电路的办法改变电流。

教师: 线圈中产生变化的电流后, 我们需要测量哪个物理量呢?

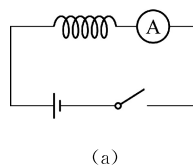
学生: 测量线圈所在回路中的电流。

教师: 既然要测量的是电流, 大家思考一下上述三个方案中哪一个方案更加合理呢?

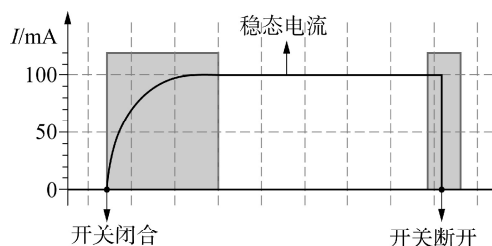
学生: 采用方案三, 通过电路的通断来改变电流, 因为前两种方案本身都会引起回路中的电流发生变化, 无法证明开关通断时电流的变化是否真的是由自感现象引起的。

2.1.2 如何设计电路来观察自感现象

在教师引导下, 学生设计如图 5(a) 所示电路图, 并用电流传感器测量电流随时间变化情况。此处为什么采用电流表而非电压表也是后文中着重研究的一个思维点, 此处先不明确。



(a)



(b)

图 5

实验器材: 干电池 1 节, 开关 1 个, 线圈 1 个, 微电流传感器 1 个。

实验现象: 开关闭合瞬间, 电流的增加受到“阻碍”, 且阻碍的效果越来越小。

问题提出: 开关闭合瞬间, 实验效果符合理论预期。开关断开瞬间电流减小到 0, 此时为何没有受到阻碍呢?

这是在实验基础上自然生成的问题, 学生好奇同样是电流变化, 为何会有不同的实验结果, 真正的现象带来真实的思考, 激发真实的思维冲突。

学生讨论发现,当开关断开时没有回路所以观察不到变化的电流,因此需要构建新的回路。引导学生设计电路[见图 6(a)]。

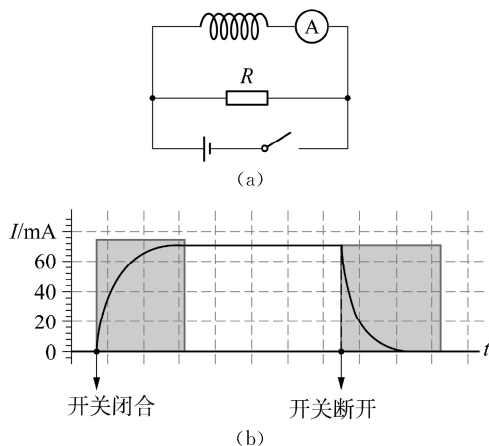


图 6

实验器材:干电池 1 节,开关 1 个,线圈 1 个,定值电阻 1 个,微电流传感器 1 个。

实验现象:开关断开瞬间,电流减小受到“阻碍”,且阻碍的效果越来越小[见图 6(b)]。

2.2 基于图象分析诠释实验的本质解

通电自感解释:开关闭合瞬间,回路中电流增大,线圈磁通量增加,产生感应电动势,而且电动势方向与原电源电动势方向相反。

断电自感解释:开关断开瞬间,回路中电流减小,线圈磁通量减小,产生感应电动势,而且电动势方向与原电源电动势方向相同。

实验数据除了验证理论解释外,我们还发现 $I-t$ 图象分为开关闭合瞬间、回路电流稳定、开关断开瞬间三个部分。当回路电流稳定后阻碍效果消失,即自感现象消失,开关闭合和断开瞬间阻碍最大。结合图象可知,此效果正好与 $I-t$ 图线的斜率变化趋势相同,所以完全可以推测自感电动势 $E \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$ 。这是实验带来的真实效果,是可靠的,可以为理论推导提供支持,让学生全面地了解自感现象。

3 体悟·践行:由感官体验进阶到问题化解

“千人震”实验是本节课教学中比较常见的实验,往往以课堂引入或结尾验证自感现象的形式出现,实验时表面看着热闹,但实验比较单一、缺乏思维,丧失了实验应有的价值。笔者对该实验重新做了教学安排,解决了三个问题:一是为什么不能用电压表直接测量线圈两端的电压来研究自感电动势?

二是如何设计电路解决大功率电器中自感现象带来的危害?三是断电自感回路中电流是如何变化的?

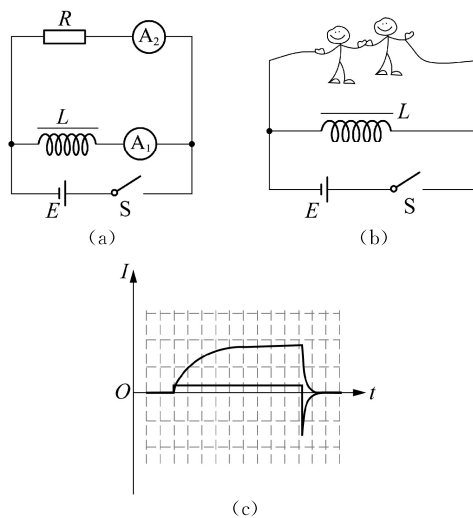


图 7

实验器材:干电池 1 节,开关 1 个,线圈 1 个,微电流传感器 2 个。

实验现象:两位同学手牵手,按照如图 7 所示接入回路,在开关断开的瞬间,学生会明显感受到电击而跳起来。

实验分析:开关闭合,电路稳定后通过线圈的电流为 I_1 ,通过人的电流为 I_2 ,由电阻关系知 $I_1 > I_2$ 。开关断开瞬间,有电流通过人,在人两端产生很大的电动势,产生电击感。

问题解决一:断电后回路电流如何变化?

根据 $I-t$ 图象发现稳定后的电流 $I_1 > I_2$,开关断开后通过定值电阻 R 的瞬间 I_2 变为 I_1 (此处可根据能量理解),导致电阻 R 两端的电压急剧增大,使人产生电击感。

问题解决二:为什么不能用电压表测量自感电动势?

因为电压表内阻很大,可以类比成人,如果直接将电压表接在线圈两端,在开关断开的瞬间,电压表两端的电压很大,有可能烧坏电压表。

问题解决三:如何设计电路来解决断电自感带来的影响?

实验器材:干电池 1 节,开关 1 个,线圈 1 个,二极管 1 个。

实验分析:两位同学手牵手,按照如图 8 所示接入回路,开关断开瞬间学生没有感受到电击感。当接入二极管后,回路中电流主要通过二

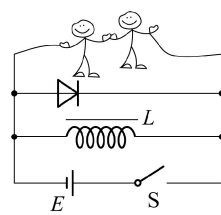


图 8

极管,使得人两端的电压大大降低,从而将课堂实验直接应用到工业生产生活中,体现课堂教学的价值。

4 本节课实验教学的主要亮点

本文以“真实验”为抓手,通过对常规课堂中“理所当然”的实验环节批判质疑,让学生经历体验、生成、论证、应用等全过程,将知识转化为问题解决与研究,促进学生思维品质的提升。

4.1 从“理所应当”转变为“严谨论证”

本节课的实验设计突破固有认知,引导学生从未知者的视角去思考问题,对每一个实验都开展严谨的分析论证,让课堂真正有思维。例如:

(1) 为什么探究自感现象时,常规教学都抛弃交变电流而采用直流电源?

(2) 为什么实验结果评价时都是观察、分析电流变化而不直接测量线圈两端电压?

(3) 如何用实验直观展示互感现象中的“相互性”?

4.2 从抽象的理论分析转变为直观的实验演示

本节课通过巧妙地实验设计将复杂的问题形象化展示,解决了单一理论解释的抽象和乏味性,让学生经历观察、思考、论证的过程。例如:

(1) 设计实验演示金属探测仪的工作原理,通过小灯泡亮暗变化验证互感现象中的“相互性”。

(2) 设计蜂鸣器实验直观感受自感电动势的存在及其大小的影响因素。

4.3 从自主实验设计到生活创新应用

本节课抛弃了直接采用通电自感和断电自感演

示仪的方法,而是让学生真正地参与到实验的设计、操作、验证、解释的环节中,让学生在设计和体验中掌握知识、增长思维。在“千人震”实验环节,根据学生受到电击的直观感受,让学生思考如何设计电路解决断电自感在大功率电器中的危害,将知识应用到生产、生活中。

5 结 语

本节实验教学紧紧抓住“真实验”这一关键,注重学生自主开展实验设计,重视学生探索的过程,而不片面追求实验结论。在教学中,引导学生对常规课堂中那些被认为“理所当然”的实验环节进行批判质疑,让学生完整经历体验、生成、论证、应用等过程。学生在体验中产生对知识的初步认知,进而生成疑问,然后通过论证去探寻答案,最终将知识运用到实际问题的解决与研究中,实现了将知识转化为问题研究和解决问题的学习过程。

参考文献

- [1] 梁兴祥. 传感器在高中物理实验中的应用[J]. 物理教学, 2022(4): 26—28.
- [2] 吴敏. 学习即研究: 物理教学开展主体实践的途径——以“互感和自感”教学为例[J]. 物理教学, 2024(5): 7—10.
- [3] 李春胜. 高中物理实验可视化: 价值、路径与实践——以“带电粒子在电场中的运动”为例[J]. 物理教学, 2023(5): 54—57.
- [4] 李圣浩. 基于科学探究, 培养核心素养——以“互感和自感”的教学为例[J]. 中学物理, 2024(11): 35—38.
- [5] 何智慧. 拓展经典实验项目 培养学生创新能力[J]. 物理通报, 2025(2): 118—126.

(上接第 58 页)

个可能影响水的沸点的猜想,可以是室温、大气压等外界环境因素,也可以是水的质量、密度、种类等自身因素,学生给出的结果必然是不确定的。因此,在开放性试题的评价中,应充分考虑现实情形中的问题解决途径和方法,给出科学合理、系统全面的预设答案。

4 结 语

考试命题由知识与技能立意转向核心素养立意是深入推进考试评价改革的题中之义。主题情境式命题在试题特征上凸显真正的问题解决,以真情境指向真问题;在评价策略上追求科学的多维评价,以真标准显化真素养。值得注意的是,主题情境试题并非通过加大试题难度或过程的复杂度去呈现,而是要以适切新颖的主题情境、不可预测的题型和设问为学生思维能力的彰显搭建平台。总之,主题情

境式命题为初中学业水平考试改革提供了有益的参考路径,为一线教师践行基于情境和问题导向的教学提供了可行的实践抓手,也为学生核心素养的全面提升提供了切实的学习指南。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 刘霁华. 素养导向下的物理命题策略[J]. 物理教师, 2023(12): 91—94.
- [3] 李勇. 高考物理情境化试题的命制理念、内涵和特点[J]. 基础教育课程, 2023(Z1): 54—63.
- [4] 崔允漷, 王少非, 杨澄宇, 等. 新课程关键词[M]. 北京: 教育科学出版社, 2023: 20.
- [5] 戴岳为, 王海伦, 莫洪全. 基于核心素养的初中物理开放性试题的命制与评价策略[J]. 物理教学探讨, 2023(8): 1—5.