

POE 和 PBL 教学策略下的物理实验探究

——以楞次定律为例

柳佳

(苏州中学园区校高中部 江苏 苏州 215000)

(收稿日期:2023-04-23)

摘要:很多教师在“探究影响感应电流方向的因素”实验中对于如何有效引导学生提出感应电流磁场这一概念,归纳形成简洁的、具有普遍意义的结论心存疑惑.在POE教学策略和PBL问题导向下,从物理规律出发,巧妙改进教材中实验情境,利用力学知识,深度分析楞次定律的内涵本质.

关键词:楞次定律;POE教学策略;PBL问题导向

1 问题的提出

物理教学不能仅限于学生获得知识,也应重视物理课程对学生物理学科核心素养的培养.应将“物理观念”“科学思维”“科学探究”等落实于教学活动中^[1].但在实际的物理教学中,特别是对于探究性实验的内容,部分教师不探究,直接给出结论;部分教师“假”探究,只是按照教材的既定步骤讲述一遍,没有把注意力集中在以学生为主体,让学生萌发问题、观察现象、收集信息、处理数据等,从而运用逻辑

球和匀速直线运动小球运动的同时性,从视觉和听觉获取信息,探究平抛运动水平方向的分运动.

(2) 持续水平喷射的细小水柱替换小球,实现平抛运动轨迹的持续性演示,并结合运动学规律,定量讨论了平抛运动竖直方向的分运动.

(3) 调整出水开关和滑块高度,能够演示不同初速度和不同高度平抛运动轨迹的变化,通过现象的分析,加深学生对平抛运动规律的认识.

(4) 透过有机玻璃板,参考水柱的轨迹,可以便捷地选取坐标,绘制平抛运动轨迹.

5 结束语

实验器具的改进与开发总是针对教学主题或教学内容,利用生活与社会资源设计的物理实验总体上要适合实际课堂教学,利用人的感官直接感知或借助技术手段能够间接接触感知物理现象,辅助抽

推导和现有知识进行科学论证和解释,违背了核心素养的要求.

2 POE 和 PBL 的概念

POE是Predict-Observe-Explain的缩写.它是从学生理解科学的探究方法中演化而来,建立在“观察渗透”理论哲学观念和建构主义、前概念、概念转变等教育理论基础上的的一种教学策略.该策略的基本程序是创设情境、学生预测、演示观察、(教师引导)学生解释.

象物理概念和规律的建构整合.开展教具的设计与制作,不仅能够提升教师的知识水平、创新思维、专业素养,而且通过自制教具开展课堂教学,能够打造出具有特色的教学环境,通过立体、直观的实验现象有效激发学生的科学探究欲望,拓展物理学习视野,助推物理学科核心素养发展.

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中教科书物理必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2020:10-13.
- [3] 彭钟樊,代伟,邹勤,等.多功能平抛运动演示仪[J].物理通报,2019(1):79-81.
- [4] 赵星宇.多功能光学与平抛演示仪[J].物理通报,2023(5):87,92.
- [5] 焦政翰,田建民,田博雅.多功能遥控式惯性现象演示装置的设计与教学实践[J].中学物理,2023,41(8):58-60.

PBL 是 Problem-Based-Learning 的缩写. 它是指以问题为导向, 强调在真实情境中以学生为主体、教师为主导、问题为导向来开展教学活动, 其基本程序是创设情境、提出问题、寻找证据、解释评估.

POE 和 PBL 教学策略的共性都是在创设的情境中, 以学生探究为主, 教师引导为辅. PBL 强调以问题为导向, 开展学习, 评估交流. POE 侧重从实验入手, 学生观察, 最终解释实验现象^[2]. 笔者认为若将 POE 和 PBL 两者结合, 可以培养学生具有准确表述问题, 解决过程与结果的意愿和能力, 将科学探究能力的培养渗透在物理教学的整个过程中, 避免虚假形式的物理探究.

3 紧扣课程标准 设计探究实验

3.1 提出问题 确定探究主题

在高中物理“楞次定律”的实验探究课中, 可先通过教材中的实验装置(图 1), 让学生自己动手体验如何使灵敏电流计指针发生偏转, 并通过实验发现, 不同的磁极插入和抽出线圈产生的电流方向不同. 此举目的是创设真实情境, 激发学生的好奇, 进而提出问题, 即感应电流的方向和哪些因素有关, 确定课堂探究学习的主题.

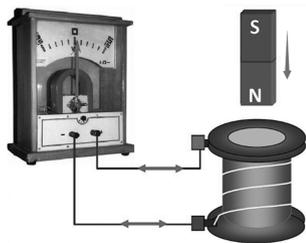


图 1 体会感应电流产生过程

3.2 演示观察 收集信息

为了更加直观地观察到实验现象, 笔者对教材提供的实验装置进行了改进. 如图 2 和图 3 所示, 在

自制的轻质小车上缠绕上 500 匝左右的铜质线圈, 将两个不同颜色的发光二极管正负极相反并联在线圈上, 如图 4 所示.

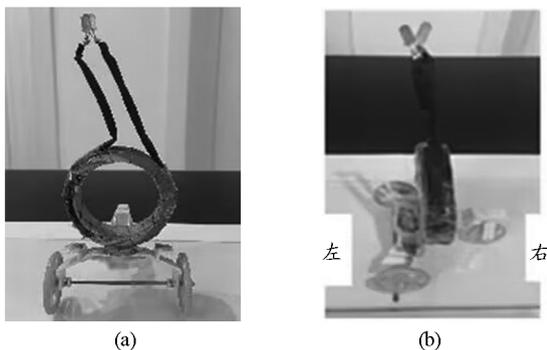


图 2 改装后的轻质小车



图 3 强磁铁

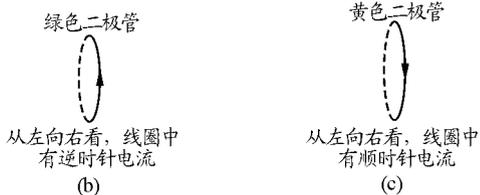
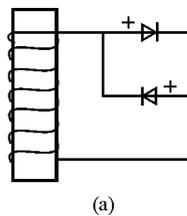


图 4 线圈中电流方向判断

利用强磁铁抽出、插入线圈, 引导学生观察实验现象, 进而让探究活动真实地发生.

在具体实施时, 笔者认为可以以任务为驱动, 设计问题链如表 1 所示. 以资源为载体、思维为主线、行为为中心展开探究.

表 1 实验记录表

示意图				
小车运动	向左	向左	向右	向右
二极管发光	绿色	黄色	黄色	绿色
感应电流方向(从左向右看)	逆时针	顺时针	顺时针	逆时针
原磁场的方向	向左	向右	向左	向右
磁通量的变化	减少	减少	增加	增加

3.3 结果分析 交流评估

在表1中记录探究实验现象,引导学生分析感应电流的方向和哪些因素有关。

学生讨论:与车运动的方向无关,与二极管的发光情况无关,与原磁场的方向无关,与磁通量的变化无关。

至此,探究似乎陷入绝境.笔者继续启发学生,从力的角度考虑小车运动的原因,引导学生分析线圈中有感应电流产生,而感应电流也会产生磁场,相当于磁体,和原来的强磁铁之间由于同名磁极相互排斥,异名磁极相互吸引的作用而致使小车运动起来.这样就顺理成章地请学生们讨论感应电流的磁场方向与表中其他信息的关联,最终得到楞次定律的结论,如图5所示。

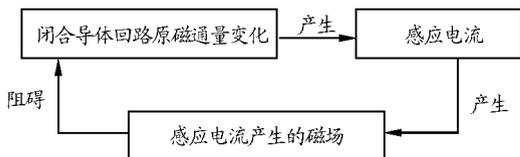


图5 感应电流产生过程

笔者认为,通过改进的探究实验,以层层递进的问题为导向,可以有效避免教科书中原实验关于“感应电流的磁场”这个概念提出的突兀性,拒绝形式主义假探究。

3.4 提出引领性问题 深度学习

在得出楞次定律的结论之后,笔者认为,可以通过进一步创设情境,提出问题,引导学生深层次讨论楞次定律的特点,实现POE教学策略和PBL问题导向下的深度学习。

问题提出:

(1)“阻碍”是指感应电流的磁场总与原磁场方向相反?

(2)可否将“阻碍”更换成“阻止”?

(3)如图6所示,光滑导轨上有两根导体棒 ab 、 cd ,当竖直向下的匀强磁场 B 在增大时,试判断导体棒 ab 、 cd 所受的安培力的方向。

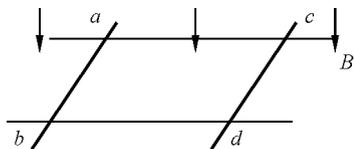


图6 判断导体棒安培力方向

学生在分析第(3)问讨论安培力方向时,很容易产生困惑:究竟是原磁场 B 还是感应电流产生的磁场

B' 会对感应电流产生安培力的作用呢,如图7所示。

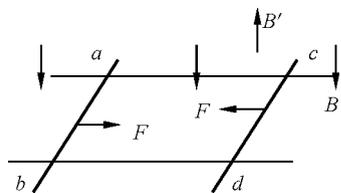


图7 受力分析

教师可以以此为契机,明确物理概念,即力是物体与物体间的相互作用,感应电流产生的磁场 B' 是不可能对电流本身产生力的作用的.教师继续引导学生观察导体棒 ab 、 cd 所受的安培力的方向与磁通量变化的关系,得到关于阻碍的深层理解。

总结1:回路面积有扩大或缩小的趋势,“增缩减扩”。

重新回到前述小车的实验现象中分析,当强磁铁S极向右插入小车线圈时,小车向右运动,黄色二极管亮,线圈中产生顺时针方向感应电流,如表1中第4列.尝试引导学生利用产生的安培力方向解释小车运动的结果,如图8所示。

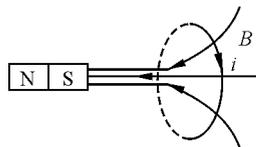


图8 分析线圈安培力

利用微元法的思想,研究线圈顶端一小段导线的受力情况,如图9所示.顶端处导线有垂直于纸面向外的感应电流,故而受到垂直于磁场方向的斜向右下方的安培力 F ,按照作用效果可以将此安培力分解为水平向右的分力 F_1 和竖直向下的安培力分力 F_2 .其中 F_2 使小车的线圈有面积收缩的趋势,深化了上述阻碍的第一个深层理解.另外, F_1 使小车向右运动起来.这样我们就引导学生得到了阻碍的第二个深层理解。

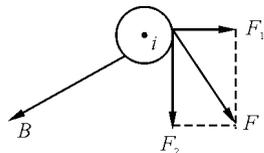


图9 顶部线圈安培力方向

总结2:就运动而言,“阻碍”相对运动,有“来拒去留”的特点。

在《普通高中物理课程标准(2017年版)》中,新增了从能量守恒的角度看楞次定律,而这种能量的转化与守恒关系是通过“阻碍”作用具体体现出来

的,这也是对楞次定律更深层的认识.笔者认为,这时仍旧可以利用 POE 和 PBL 教学策略,在问题导向下,通过创设情境,层层启发,从而收获结论.

设计“落磁”实验,如图 10 所示.把两根长为 1 m,口径相同的空心铝管和塑料管竖直放置,分别将圆柱形小磁铁(直径略小于管口内径)从管口上端由静止释放,比较两管中小磁铁下落的快慢情况.

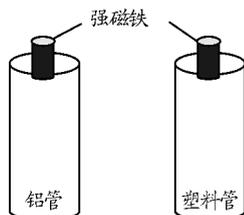


图 10 比较强磁铁在管中的下落时间

学生很容易从实验现象中发现,小磁铁在塑料管中几乎做自由落体运动,但在铝管中下落时,时间明显变长.学生此时已经可以从前述分析中知道,小磁铁在铝管中下落,铝管中产生感应电流,感应电流产生的磁场与下落磁铁的磁场方向相反,磁铁受到对其向上的斥力阻碍其下落造成运动时间变长,顺便再一次强化了“来拒去留”的特点.笔者认为,教师可以继续深挖,提问.众所周知,在自由落体运动中,磁铁机械能守恒,重力势能转化为动能,那么铝管中的小磁铁的能量是如何转化的呢?减少的重力势能是否全部转化为动能?如果没有,那么其余的能量去哪里了呢?此情景下,学生自然很容易想到铝管中有感应电流,电流产生热量,转化为了内能.这种能量的转化与守恒关系正是通过“阻碍”具体

体现出来的,这时学生很容易理解楞次定律的深刻意义了,即感应电流沿着楞次定律所述的方向,是能量守恒定律的必然结果.

4 教学思考和总结提升

笔者认为,物理学科是一门以实验探究为基础的自然科学课程,融合了观察、实验、理论思维以及数学方法的应用.如果不做实验,倾全力于“理论思维”的物理深度教学都是畸形的,制约着课程理念的落实.物理认知体系是以实验探究为载体,以“探究行为”为核心,格物致理,知(物理认知)行(探究行为)合一.

笔者利用 POE 教学策略和 PBL 问题导向,对楞次定律开展了一次科学探究的尝试.以教材为基础,以学生为主体,创设真实实验情境,激发学生学习兴趣,观察、记录、讨论实验结果,寻找有价值的问题作为导向,在教师的层层指引下,从而完成关于楞次定律的深度学习.深度学习不是知识难度的加深,容量的堆砌,它是主体思维的真实参与过程,是知识结构重组与理解深化的过程.作为教师,要引导学生在科学探究的过程中提出具有引领价值的问题,让学生感受物理学之美,体会学习乐趣,获得学习成就感.

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 王贤勇,喻斌.POE和PBL导向下“弹性碰撞”的深度学习[J].物理教师,2022,10(2):8-10.

Exploration on Physical Experiments under POE and PBL Teaching Strategies

—Taking Lenz's Law as an Example

LIU Jia

(Senior High of Suzhou High School-SIP, Suzhou, Jiangsu 215000)

Abstract: “Senior High School Physics Curriculum Standards (2017 Edition)” clearly set forth teaching requirements for Lenz's Law, emphasizing the necessity to conduct experiments such as “investigating the factors affecting the direction of the induced current”. Students are expected to obtain reliable experimental phenomena, analyze to discover experimental rules, and then generalize to form concise and universally valid conclusions. Many teachers are perplexed about how to effectively guide students towards the concept of the magnetic field of an induced current. This paper, under the teaching strategies of POE (Predict-Observe-Explain) and PBL (Problem-Based Learning), starts from the physical laws, cleverly improves the experimental situations in the textbook, and uses mechanical knowledge to deeply analyze the connotation and essence of Lenz's Law.

Key words: Lenz's Law; POE teaching strategy; PBL problem-oriented