



基于体验反思促进物理观念建构的教学策略

——以“楞次定律”教学为例

孙春成

江阴市青阳中学,江苏 无锡 214401

摘要:学习是一种基于精心设计的体验之上的社会化过程,体验及对其的反思是连接学习者与知识意义的桥梁,是促进身体与环境交互的主要方式,是零散概念上升为物理观念的主要路径。文章首先探讨物理观念的价值,其次分析体验反思对促进物理观念建构的作用,最后以“楞次定律”教学为例,探讨基于具体体验、促进问题生成;基于审辨反思、促进关联整合;基于抽象概括、促进内化理解;基于行动应用、促进意义建构的有效策略。

关键词:体验;反思;物理观念

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1003-6148(2022)5-0006-4

1 物理观念的价值

“物理观念”是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的深刻认识;是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华。它是在具体的物理知识都忘掉时头脑中“剩下的东西”,是超越零散的事实性知识而形成的上位认识。

物理观念的价值只有在教学实施的过程中才能被准确把握和体现出来,其在宏观上是连接课标与教学的“纽带”,中观上是贯通单元与课时的“链条”,微观上是设计问题与活动的“路标”。

物理观念是连接课标与教学的“纽带”。物理观念是物理学科核心素养的重要组成部分,向上承接课程标准中的重要内容,通过对高中物理新课标的研究,不难发现很多表述都涉及物理观念;向下为教学目标的设置、评价标准的制订、教学活动的开展提供依据。物理观念本身也是重要的学习目标,是连接课标和教学的“纽带”。

物理观念是贯通单元与课时的“链条”。物理观念的建构过程只靠几个课时是无法完成的,而是需要几个单元甚至高中三年的持续探究,从而实现内化与升华。物理观念由于其中心性和意义性,是单元整体规划和课时教学设计的重要依据,是有机贯通它们的“链条”。

物理观念是设计问题与活动的“路标”。教学中设计的学习任务、问题和活动是否有助于目标的落实?这需要教师在教学设计以及教学实施过程中不断对标物理观念的内容和学业质量的5个水平要求,不断反思并改进问题和活动流程,它是问题与活动设计的“路标”。

2 体验反思对促进物理观念建构的作用

大卫·库伯在他的著作《体验学习:让体验成为学习和发展的源泉》中提出:学习是一种基于精心设计的体验之上的社会化过程,体验学习过程包括具体体验、反思观察、抽象概括和行动应用四个过程。而知识来源于获取经验和转化经验的结合,从体验学习的维度划分了四种不同形式的基本知识:基于感知获取经验,并通过缩小内涵的方式获得发散性知识;基于领悟获取经验,然后通过缩小内涵转换经验获得同化性知识;基于领悟获取经验,并通过扩大外延转换经验获得辐合性知识;基于感知获取经验,并通过扩大外延转换经验获得顺应性知识,如图1所示。这四种基本知识是更高知识水平发展的基础,物理观念属于对知识本质、意义和价值的理解,所以体验及其反思是促进物理观念建构的主要路径。

收稿日期:2022-01-01

基金项目:江苏省教育科学“十四五”规划课题“指向科学思维的高中物理信息化实验教学研究”(D/2021/02/95)。

作者简介:孙春成(1979-),男,中学高级教师,主要从事初高中物理教学和研究工作。

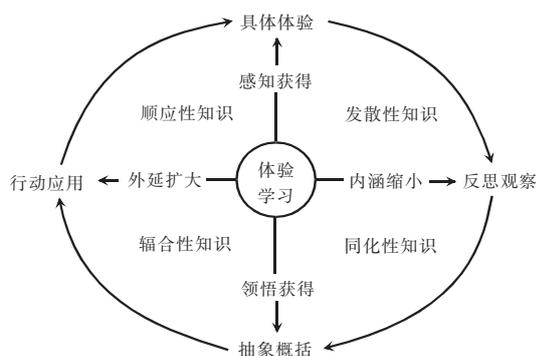


图1 体验学习的过程与基本知识的关系

首先,从学习的方式角度看,体验反思是获得知识的主要路径。从上面的“体验学习圈”中不难看出感知获得、领悟获得都属于体验的范畴,感知获得与身体体验和情感体验相对应,领悟获得与思维体验相对应。身体体验和情感体验是思维体验的基础,在思维体验的基础上对概念与规律进行抽象概括形成物理观念。

其次,从学习的内容角度看,体验反思是整合知识的有效工具。内涵缩小的过程就是对事实、已有经验和知识进行整合、凝练并理解物理观念内涵的过程,外延扩大的过程是应用物理观念实践迁移解决实际问题的过程,在应用的过程中进一步提升对物理观念的理解,整合凝练与实践应用都离不开体验与反思。

3 基于体验反思促进物理观念建构的教学策略

3.1 基于具体体验,促进问题生成

体验是促进深度学习获得物理观念的基础。学生在具体体验的基础上,一方面对体验对象、体验过程和体验结果产生情感关联,激发学习兴趣;另一方面能引发一些物理问题,这些问题来自学生的强烈感受,是进一步深入探究的基础。

在“楞次定律”教学中设置“隔墙猜抽签”小游戏让学生体验:将一个可拆变压器的线圈取下来,用白纸将导线包起来,并将匝数最多的两个接线柱做成签筒。用白纸将两个完全相同的条形磁铁和一个与条形磁铁形状相同的铜条包起来,分别在白纸外面写上:上上签、上签和上平签,将它们都放在签筒中,其中两个条形磁铁分别以N极向下和S极向下的方式放在铜条的两侧(防止两磁铁吸在一起)。用长导线将“签筒”的两个引线和灵敏电流计串在一起,用一个边长为1.5 m的正方形不透明塑料板隔在“签筒”和灵敏电流计中间,如图2所示。

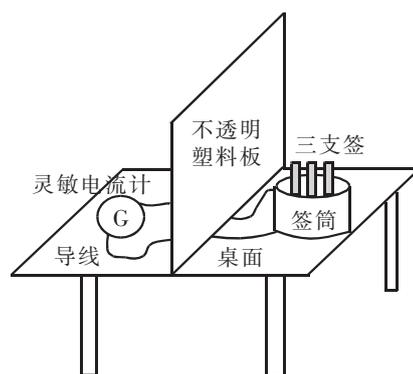


图2 魔术“隔墙猜抽签”的装置

教学活动1:将灵敏电流计用一块布遮起来,只有站在旁边的老师能看到表盘。让一位同学在“签筒”中抽签,由于老师站在桌子对面,完全被不透明塑料板挡住,所以看不到抽签结果。这位同学抽签后向班级同学展示(不出声),老师虽然低着头(可以让另一位同学站在老师旁边公正),但每次都能猜中抽签的结果。

教学活动2:在学生惊讶之余,将白纸和遮挡的布都拿掉,再次进行“抽签”,为了让学生看清楚,可以用投影仪投影灵敏电流计表盘。发现当S极拔出和N极拔出时,灵敏电流计指针均偏转,但方向相反;当铜条拔出时指针不偏转。

师:为什么会有这样的现象呢?

生1:根据感应电流产生的条件,当S极拔出和N极拔出时,线圈的磁通量发生变化,产生感应电流,指针偏转;当铜条拔出时,线圈的磁通量始终为零,所以指针不偏转。

师:很好,S极拔出和N极拔出时,指针偏转方向不同说明了什么呢?

生2:说明产生的感应电流方向相反。

明确本节课的核心问题:探究感应电流方向的判定方法。

3.2 基于审辩反思,促进关联整合

对体验的过程、方式和结果进行回顾、评价和升华,获得概念和规律。对零散概念及其之间的关系进行审辩式反思,是深刻理解和内化物理观念的重要途径,审辩反思是一种重要的学习方式,是将公共知识内化为个人知识的有效途径。

给每一小组相同的实验器材:一个线圈、若干导线、一个灵敏电流计、一个条形磁铁。实验探究影响感应电流方向的因素有哪些?

学生结论1:当S极拔出和N极拔出时,指针偏转方向相反,说明感应电流的方向与磁极的极性有关,即与磁场的方向有关。

学生结论2:当N级插入和N极拔出时感应电流的方向相反,插入时线圈的磁通量增大,拔出时磁通量减小,说明感应电流的方向与磁通量的变化情况有关。

学生结论3:当将磁铁以N极向下的方式在线圈上方靠近和远离线圈时,感应电流的方向相反,也说明感应电流的方向与磁通量的变化情况有关。

为了帮助学生认识感应电流方向与线圈绕向的关系,演示一组对比实验:用两个绕向不同的线圈先后与同一个灵敏电流计相连,并且两次

都是将N极插入,让学生观察指针的偏转情况。

在学生反思理解感应电流方向影响因素的基础上,让学生采用控制变量的思想再次实验探究。实验前,先用一节干电池通过试触法确定电流流向与指针偏转的关系。由于每一个线圈的绕向是可以看出来的,结合电流计指针偏转情况就能知道感应电流方向,所以线圈绕向这个因素不是学习重点,实验时只要选用绕向相同的线圈就可以了。借助控制变量的思想可以让学生自主设计记录表(表1),寻找实验规律。

学生继续小组合作实验探究,完成表格内容。

表1 感应电流方向记录表

磁铁运动情况	1.N极下插	2.N极上拔	3.S极下插	4.S极上拔
线圈中产生的感应电流方向(俯视)	逆时针	顺时针	顺时针	逆时针
磁铁产生磁场方向	向下	向下	向上	向上
线圈磁通量变化	增加	减少	增加	减少

得出表1后,让学生小组讨论:感应电流的方向与磁场的方向、磁通量的变化有什么关系?

学生在反思讨论后得出一个初步结论:(B)向下(φ)增加、(B)向上(φ)减少时逆时针;(B)向下(φ)减少、(B)向上(φ)增加时顺时针。

上面的初步结论只适用于竖直放置的线圈,不具有普适性,所以需要进一步审辩反思、归纳升华。可以通过类比来关联整合:甲、乙两位同学之间有亲属关系,但他们不知道具体的关系,此时该如何确定呢?学生马上想到如果能找一个与他们都有亲属关系的长辈(丙)就可以了,这就相当于“中介”。接下来引导学生小组讨论,寻找到一个与感应电流方向和磁铁的磁场方向都有关

系的“中介”。

学生讨论后找到:“中介”是感应电流的磁场。感应电流能产生磁场,这个磁场与磁铁的磁场在同一个线圈中,且如果知道感应电流的磁场方向,根据右手定则就可判断出感应电流的方向。

3.3 基于抽象概括,促进内化理解

在体验的基础上,最关键是要引导学生抽象概括。抽象概括的过程是不断在不同概念与规律间建立联系的过程,是不断升华触及知识本质的过程,是整合自己所学内容自主建构物理观念的过程,抽象概括的程度决定物理观念理解的程度。

在上面学习的基础上,引导学生抽象概括,寻找规律。在表1的基础上学生得出表2。

表2 感应电流的磁场方向记录表

磁铁运动情况	1.N极下插	2.N极上拔	3.S极下插	4.S极上拔
感应电流的磁场方向	向上	向下	向下	向上
感应电流的磁场方向与原磁场方向的关系	相反	相同	相反	相同
感应电流的磁场方向与磁通量变化的关系	阻碍增加	阻碍减小	阻碍增加	阻碍减小

让学生概括总结得到:由磁通量的增加(或减少)产生的感应电流,其激发的磁场一定阻碍原来磁通量的增加(或减少)。

这样学生能更清晰地理解“阻碍”的内涵:不是阻碍引起感应电流的原磁场,而是阻碍原磁场磁通量的变化。请用一句话对其进行概括,看谁的概括既简洁又准确?

学生经过讨论后得出:感应电流具有这样的“反向”,即感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流磁通量的变化。这就是楞次定律的内容。

老师可以提供化学中化学平衡移动的规律(勒夏特列原理):如果改变可逆反应的条件,化学平衡就被破坏,并向减弱这种改变的方向移动。让学生对这两个规律的内容进行比较和讨论,并谈谈自己的体会。

不难发现,物理学中的楞次定律和化学中的勒夏特列原理十分相似,另外与“天之道,损有余而补不足”(《老子》第七十七章)的道理也相同。即:一个系统在外外部条件改变时,具有自我调节、阻碍变化、保持稳定的性质。通过学科联结和融通,帮助学生内化理解一个跨学科观念。

3.4 基于行动应用,促进意义建构

让学生行动起来尝试解决实际问题,在问题解决过程中引导学生对所学知识进行意义建构,总结提炼形成观念性认识,真正实现“做中学”和“用中学”。著名教育家埃里克森认为:知识只有上升到观念层面才能被灵活迁移,并在应用中进一步深化物理观念的内涵。

课堂上演示“跳环实验”,器材为:动态楞次定律演示仪(内部有一个大电容,开关打开先充电,开关闭合后瞬间,产生的大电流通过线圈)、线圈、铁芯和一个闭合铝环(其内径比铁芯大,比线圈的外径小),如图3所示。

先将铝环套在铁芯上,闭合开关,过几秒钟,断开开关,发现铝环神奇地跳起20多厘米高(跳起的高度与线圈匝数、铝环质量等有关)。接下来让学生分析和解释产生这一现象的原因。

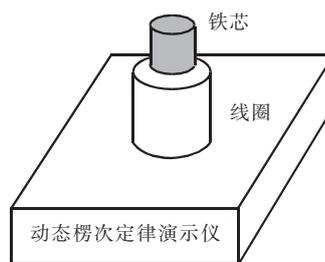


图3 跳环实验

学生在讨论后得出:电容器的放电电流通过线圈时,在铁芯作用下,产生一个很大的磁场,从而使穿过闭合铝环的磁通量增加。根据楞次定律,铝环将产生感应电流,感应电流的方向与线圈中的电流方向相反,因此与原线圈相斥,相斥的力大于铝环重力使得铝环跳起。

铝环通过远离线圈,实现了阻碍磁通量的增加。铝环跳起时其机械能增加,进一步拓展让学生分析“跳环实验”中的能量是如何转化的?通过分析能帮助学生理解楞次定律的意义与本质:电磁感应现象中的能量守恒。

通过实际问题的解决,一方面有助于评估学生对所学知识的理解程度,另一方面在问题解决的过程中促进学生对自己前面所学知识的综合应用,促进意义建构。

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]大卫·库伯.体验学习:让体验成为学习和发展的源泉[M].王灿明,朱水萍,等译.上海:华东师范大学出版社,2008.
- [3]格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计(第二版)[M].闫寒冰,宋雪莲,赖平,译.上海:华东师范大学出版社,2017.
- [4]罗祖兵,郭超华.知识学习的体验属性及其教学意蕴[J].教育研究,2019,40(11):81-90.
- [5]冯华.以物理观念统领物理教学[J].课程·教材·教法,2014,34(8):70-73,85.
- [6]邵朝友,崔允漷.指向核心素养的教学方案设计:大观念的视角[J].全球教育展望,2017,46(6):11-19.

(栏目编辑 赵保钢)