

# 以物理概念教学促进科学探究能力的落实\*

——以“磁感应强度”教学为例

贺燕鹏 祝君宇 祁欢 惠治鑫

(宁夏师范学院物理与电子信息工程学院 宁夏 固原 756000)

(收稿日期:2023-05-31)

**摘要:**阐明物理概念教学与落实核心素养的联系,分析当前概念教学中存在的几个突出问题,脱离学生原有的经验、忽视学生的思维过程以及其他概念的干扰,最后针对这些问题提出促进科学探究能力的概念教学策略,并以“磁感应强度”教学为例具体展示,为高中物理概念教学提供参考。

**关键词:**物理概念教学;科学探究能力;教学策略

## 1 物理概念教学与学科核心素养的联系

高中物理学科核心素养包括了4个方面:物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任,4个方面是共同发展、彼此联系的。在物理概念教学时从概念到观念形成的过程中既有科学思维和科学探究能力的培养和发展,也有科学态度与责任形成。因此,在概念教学时不能把它们分割开来<sup>[1]</sup>。

### 1.1 概念教学是形成物理观念的基础

新课标指出:“物理观念是从物理学的视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识,是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华<sup>[2]</sup>。”

学生通过一步步对基本概念的学习和认识能逐渐建立起相应知识的观念。比如,要形成“物质是运动的”观念,学生要逐步通过学习关于物体机械运动的概念(包括质点、参考系、位置、位移、时间、时刻、速度、加速度以及匀变速直线运动、平抛运动、圆周运动和简谐运动等这些基本概念),以及关于电磁波和机械波等相关概念之后,才能够真正理解并建立起来。

### 1.2 概念教学是培养科学思维的过程

新课标指出:“科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;

是基于经验事实构建物理模型的抽象概括过程<sup>[2]</sup>。”

物理概念的形成过程就是人在头脑中把客观事物的共同属性及本质特性进行抽象、概括的过程,是需要通过观察、实验以及思维的过程才能实现。因此,科学思维能力能在概念的学习和形成中得到应用和发展。比如,要建立起“机械运动”概念,需要经过发现、抽象和概括等充分的思维过程,找出自然界中运动的事物(如柳絮的随风飘动、城市间穿梭的汽车以及日月星辰交替出现)所具有的一个本质的、共同的属性,也就是一个物体相对于另一个物体发生位置的变化才能实现。

### 1.3 概念教学是发展科学探究能力的过程

在概念教学中倡导的是运用探究式学习,需要给学生提供丰富的探究式学习机会,设计探究式的概念课堂,充分发展和培养学生的科学探究能力。科学探究既是人类在发现和探索自然相关科学知识的重要方法,也是一种关键的科学能力和素养<sup>[3]</sup>。比如,在探究滑动摩擦力与它所受正压力及接触面粗糙程度的关系时,就要通过学会使用控制变量法和图像处理法进行实验、处理结果,才能实现培养学生形成正确的科学认识。

### 1.4 概念的应用中发展科学态度与责任

科学态度与责任本质上就是能够在认识了科学

\* 宁夏自然科学基金,项目编号:2021AAC03241。

作者简介:贺燕鹏(1999-),男,在读硕士研究生,研究方向为中学物理教学。

通讯作者:惠治鑫(1982-),男,博士,教授,硕士生导师,研究方向为中学物理教学、低微材料的热力学性能和能量传输。

的本质之后,形成对于科学·技术·社会·环境等关系的正确认识,具有实事求是和坚持不懈的科学态度以及遵守社会公德、保护环境的责任感,规范我们的行为.因此,充分利用和社会生活联系十分紧密的物理概念知识,与当下社会、生活及科技等问题联系起来培养学生的正确态度与责任感,进而激发学生学习物理的兴趣和积极性.比如,将日常出行中十分常见的通过安检问题进行运用.在学习了电动势的概念之后,让学生判断30 000 mA·h的充电宝是否符合机场或者火车站的规定能够带上旅途.在这样一个与实际生活结合的应用中加深对于知识的理解,发展和培养学生的科学态度与责任感,学会遵守公共安全法则.

## 2 当前物理概念教学中存在的主要问题

### 2.1 脱离学生原有的经验

任何一个有效的教学都要开始于学生原有的经验,必须充分考虑到原有的认知起点.奥苏泊尔曾说:“假如让我把全部教育心理学仅仅归纳为一条原理的话,那么,我将一言以蔽之:影响学习的唯一最重要的因素就是学生已经知道了什么,要探明这一点,并应据此进行教学<sup>[4]</sup>.”这显然就是对学生原有经验的高度重视,充分认识到学生在学习很多概念之前头脑里面并不是一张白纸,尤其是物理学这门与社会生活实际联系非常紧密的学科,概念学习时此问题更为突出.学生在学习物理知识之前,已经从日常生活经验中获得了许多与事物相关的物理知识的感性认识.但在实际的概念教学中,很少有教师专门考虑到学生原有的生活经验,大多一直借助于以往的教学经验来确定学生可能会遇到哪些认知上的困难进行教学.这样的教学,会缺乏较强的针对性,实际的效果也不是很好.

### 2.2 忽视学生的思维过程

受到社会上诸多因素的影响,很多人都是在追求短期内能取得可视的效果.正是由于教育的功能很难在短期内体现出来,所以评价学生、教师和学校都是依据功利性标准,即学生的考试成绩,从而导致了学校教育应试化的倾向由为凸显<sup>[5]</sup>.在概念的教学,更多地是将物理概念直接以结论的形式给学生,再对其进行例题分析和作业训练.严重忽视了在

概念形成过程中思维的参与,显然不利于学生真正理解和抓住概念的本质,在生活实际中去应用和迁移时更加困难.

### 2.3 忽视相关概念的干扰

物理概念之间既有联系又有区别,在每个概念学习之后一定要给学生明确概念的内涵和外延.对于相关概念的干扰主要有两个方面的体现,其一是受到相邻近知识的影响.它主要是因为概念与概念之间的关联性,常常会导致不能区分相邻或相近的物理概念.比如,在区分位置和位移、功率和效率以及热量和内能等概念时容易产生困惑.其二是受到其他学科知识的影响,一个非常典型的情况,学生在学习了数学中“合数一定大于分数”的概念后,在学习力的合成时易形成“合力一定大于分力”的错误概念.

## 3 促进科学探究能力的概念教学策略

物理概念的教学对于学生的学业和整体发展都非常重要,但现实情况是多数的概念学习都只关注知识本身的传授,对于学生的思维和能力等发展极为不利,也与当下所要求实施核心素养的教学不符.笔者根据前面的阐述和分析提出了3条着重发展核心素养中科学探究能力的概念教学策略,并以人教版(2019)“磁感应强度”教学为例具体说明,大致教学流程如图1所示.

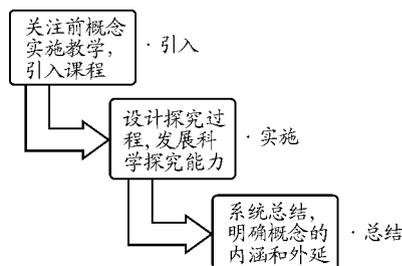


图1 大致教学流程图

### 3.1 关注前概念实施教学 引入课程

**视频演示 1:**将小磁针放在磁场中的不同位置,它的指向会发生改变,说明磁场具有方向.

小磁针静止时 N 极所指的方向就是该点的磁场方向.

**视频演示 2:**一个巨大的电磁铁能吸起成吨的钢铁,一块小磁体只能吸起几枚铁钉,说明磁场有强弱.

**活动 1:**由电场类比磁场进行研究.

**问题 1:**用小磁针可以判断空间某处磁场的方向,那如何来定量地描述它的强弱呢?前面是否有过研究类似问题的经验?

在研究电场的强弱时,借助了一个试探物即试探电荷,研究它在电场中的受力情况.用电场力与引入的试探电荷的比值来描述电场的强弱,并进一步分析相同电荷量的试探电荷所受到的电场力的大小.

**问题 2:**那什么物质会在磁场中受到力的作用?用什么物质适合作为研究的探测物呢?

具有磁性的物体和通电的导体在磁场中都会受到力的作用.选择通电导线作为研究的探测物更为合适.对于磁体首先难以对其进行定量的分析,又由于带磁性的物体有 N、S 极,如果将它看作是质点处理就无法研究其在磁场中的受力情况.因此,将通电导线作为研究对象,依据问题 1 中的思路进行类比研究磁场,如表 1 所示.

表 1 磁场与电场的类比

内容	电场	磁场
定量描述	电场的强弱和方向	磁场的强弱和方向
探测物	试探电荷	通电导线
受力情况	$F$ 与 $q$ 成正比	当通电导线与磁场垂直时,磁场力与电流强度、通电导线长度成正比
定义物理量	电场强度 $E = \frac{F}{q}$	磁感应强度 $B = \frac{F}{IL} (B \perp I)$
比较强弱	比较相同电荷所受受力大小	比较垂直于磁场的相同通电导线所受受力大小

### 3.2 设计探究过程 发展科学探究能力

**活动 2:**学生借助器材开展定性探究实验.

**问题 3:**通电导线在磁场中受到的力与哪些因素有关呢?

**猜想:**导线长度、电场强度以及电流方向可能都会对通电导线在磁场中的受力情况产生影响.

**实验目的:**探究与磁场垂直的通电导线在匀强磁场中的受力  $F$  与  $L$ 、 $I$  的关系.

**实验方法:**控制变量法.

具体实验步骤如下所示.

**分活动 1:**控制  $L$  不变,改变  $I$ ,观察力  $F$  的变化.

运用教材上如图 2 所示的实验装置,把 3 个相同的蹄形磁体并排放置在一起并将一段适当长度的通电导线水平悬挂在磁体的两极之间,使导体方向与磁场方向保持垂直.保持通电导线在磁场中的长度不变,通过改变导线中的电流大小,分析比较导线摆动的幅度与导线中电流大小的关系.

**结论:** $I$  越大,力  $F$  越大.

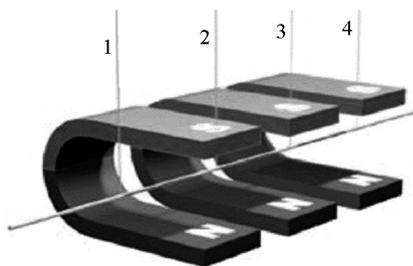


图 2 定性研究实验装置

**分活动 2:**控制  $I$  不变,改变  $L$ ,观察力  $F$  的变化.

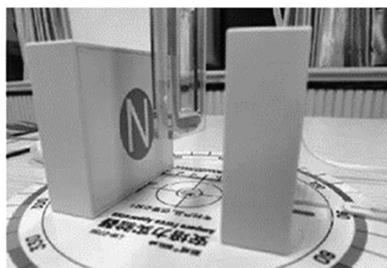
仍然运用如图 2 所示的装置,保持通电导线中电流的大小不变,接通不同的接线柱改变通电导线接入磁场中的长度进而分析不同长度的通电导线与其本身摆动幅度大小的关系.

**结论:** $L$  越大,力  $F$  越大.

**活动 3:**学生借助传感器开展定量探究实验<sup>[6]</sup>,采用如图 3 所示实验装置.



(a)



(b)

图 3 定量探究实验装置

**问题 4:**通电导线在磁场中受到的力与导线长度和电流大小具有怎样的数量关系呢?

**猜想:**通电导线在磁场中的受力在与磁场方向垂直的情况下,与导线长度和电流大小之间可能存在正比关系.

**分活动 3:**控制  $L$  不变,改变  $I$ ,探究  $F$  与  $I$  的数量关系.

**结论:**根据数据作出  $F-I$  图像,通电导线在磁场中所受的安培力会随着导线中电流的大小改变而改变,二者的图像为一条倾斜的直线,大致如图 4 所示,即二者比值为定值,可得  $F \propto I$ .

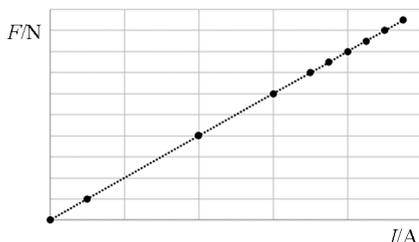


图 4  $F-I$  大致图形

**分活动 4:**控制  $I$  不变,改变  $L$ ,探究  $F$  与  $L$  的数量关系.

**结论:**根据数据作出  $F-L$  图像,通电导线在磁场中所受安培力会随着接入电路中导线的长度改变而改变,二者的图像为一条倾斜的直线大致如图 5 所示,即二者比值为定值,可得  $F \propto L$ .

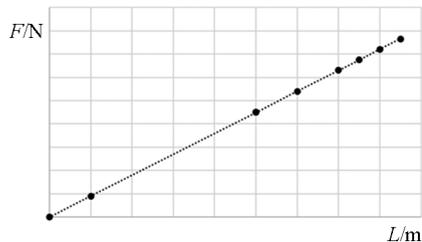


图 5  $F-L$  大致图形

**分活动 5:**同时改变  $L$ 、 $I$  的大小,探究  $F$  与  $I$  和  $L$  乘积的数量关系.

**结论:**根据数据作出  $F-IL$  图像,通电导线在磁场中所受安培力会随着接入电路中导线的长度及导线中电流的大小同时改变而改变,二者的图像为一条倾斜的直线大致如图 6 所示,即二者比值为定值,可得  $F \propto IL$ .

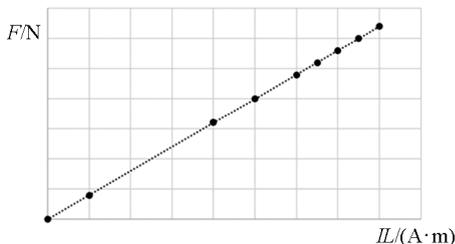


图 6  $F-IL$  大致图像

综上所述,通过实验探究的形式引导学生逐步完善对于磁感应强度概念的认识.实验探究的设计上先通过引导学生借助于定性实验装置观察实验现象进行定性分析,从而总结出力  $F$  会随着  $I$  和  $L$  的增大而增大.再引导学生借助于定量实验装置对数据进行定量分析,学生根据观察法、图像法等数据处理手段,总结出  $F \propto I$ 、 $F \propto L$ 、 $F \propto IL$  等结论.

### 3.3 系统总结 明确概念的内涵和外延

**活动 4:**教师带领学生准确定义磁感应强度.

**定义:**磁感应强度是描述磁场强弱和方向的物理量,也称为磁通量密度或磁通密度<sup>[7]</sup>.在磁场中的通电导线与磁场方向垂直的情况下,所受的磁场力  $F$  与电流  $I$  和导线长度  $L$  乘积的比值即为磁感应强度,其地位与电场中的电场强度  $E$  相当.

**注:**磁场中某处的磁感应强度  $B$  是客观存在的,与是否放置通电导线无关.

**单位:**磁感应强度  $B$  的单位由  $F$ 、 $I$  和  $L$  的单位共同决定,在国际单位制(SI)中,磁感应强度的单位是特斯拉,简称(T)<sup>[8]</sup>,量纲为  $[M][T]^{-2}A^{-1}$ ,1 特斯拉 = 1 牛顿 / (库仑·米),即

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

**方向及判断方法:**磁场方向即磁感应强度的方向,为矢量,它的方向就是该处小磁针静止时 N 极所指的方向<sup>[8]</sup>.判断方法是将小磁针放入磁场中,待小磁针稳定时其北极所受磁场力方向即为该处磁场方向.

计算公式为 
$$B = \frac{F}{IL}$$

其中  $F$  为安培力; $I$  为通电导线中的电流; $L$  为通电导线的长度.

(下转第 117 页)

验三者紧密相连.在物理实验课程中,物理负责建立物理模型,数学进行计算,然后物理实验验证物理模型的数学计算结果.然而在验证过程中总会出现各种各样的问题,使物理实验中的数学和物理变得不够严谨.本文通过建立物理模型经数学推导得到和实验相一致的结果,解决了现有教材对磁感应强度和电压关系缺乏正确解释的矛盾现象,并用新的公式结论解释了改变实验条件后导致的新的实验现象.在实验教学与研究中,对实验仪器的拆解也是必不可少的,教学单位应对实验仪器的设计多了解,并

在教学中多鼓励学生提出质疑,才能更透彻地讨论物理实验上出现的问题.

### 参考文献

- [1] 董向成,吴学勇.软磁材料磁导率测量实验探索[J].大学物理实验,2016,29(3):32-34.
- [2] FD-FMCT-B型铁磁材料居里温度与磁滞回线测量实验仪使用说明书[Z].上海复旦天欣科教仪器有限公司,2020:4-5.
- [3] DENNIS G. Zill, MICHAEL R. Cullen.微分方程与边界值问题[M].5版.陈启宏,张凡,郭凯旋,译.北京:机械工业出版社,2005:48-50.

## Discussion on Two Problems in Experimental Teaching of Magnetic Hysteresis Loop

LIU Ye YIN Changqi

(College of Science,Civil Aviation University of China,Tianjin 300300)

**Abstract:** Firstly, the experimental device of the general hysteresis loop teaching experiment and the theoretical derivation process of magnetic induction intensity  $B$  are described, and the contradiction between the theoretical derivation process and the experiment is analyzed. Then a model is proposed to deal with two problems encountered in the experiment. One is the derivation and interpretation of magnetic induction intensity  $B$ ; The second is to use this model to explain the cause of the twisted hysteresis loop and to verify it with experimental data.

**Key words:** magnetic hysteresis loop; magnetic permeability; magnetic induction; twist type

(上接第110页)

### 4 结束语

目前,物理概念教学作为发展学生核心素养的重要路径之一已经成为共识,对于概念的学习关键是要让学生通过实验探究的过程去亲身经历概念的形成和发展,让学生在真正理解概念的同时,发展科学的思维,提升科学探究的能力以及形成正确的科学态度与责任等.希望通过实施本文中类似的概念教学策略让学生成为整个课堂进行中的主角,增强课堂的参与度.从而让学生在准确理解概念的前提下,能够达到物理学科素养的要求,运用掌握的知识和方法去发现、提出、分析和解决社会生活中的实际问题,真正提高每一位学生的物理学科核心素养能力.

### 参考文献

- [1] 郭玉英.从三维课程目标到物理核心素养[J].物理教学,2017,39(11):2-4.
- [2] 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,2018:54.
- [3] 吕艳坤,唐丽芳.指向学科核心素养的物理概念教学反思与重构[J].天津师范大学学报(基础教育版),2022,23(5):41-46.
- [4] (美)奥苏伯尔,诺瓦克,黑伊西.教育心理学:认知观点[M].余星南,宋钧,译.北京:人民教育出版社,1994:1.
- [5] 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018.
- [6] 夏良英,冯杰.探索概念教学模式 指向学生深度学习——以人教版“磁感应强度”教学为例[J].物理教师,2022,43(8):13-16.
- [7] 贾起民.电磁学[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [8] 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.高中物理必修第三册[M].北京:人民教育出版社,2019.