

以专题为载体 在教学中 渗透物理核心素养*

冯 华 (北京教育学院 北京 100120)

摘 要 《普通高中物理课程标准(2017 年版)》凝练了学科核心素养。教师对于全面、准确地理解物理核心素养的教育价值及如何在教学实践中渗透物理核心素养仍存在误区。以历史的发展为基础,以科学思维为主线,将教学内容以专题的形式组织并以专题为载体开展教学活动,能够有效地在教学中渗透物理核心素养。

关键词 物理核心素养 专题教学

文章编号 1002-0748(2019)10-0004

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

2018 年 1 月,教育部颁布的《普通高中物理课程标准(2017 年版)》(以下简称《物理课程标准》)中凝练了物理学科核心素养。课程标准颁布后,如何落实课程标准的要求,在教学中渗透物理核心素养,充分发挥物理学科的育人价值是学校 and 教师关注和研究的问题。

1 物理核心素养是物理课程教育价值的凝练

物理学是自然科学领域的一门基础学科,它研究自然界物质的基本结构、相互作用和运动规律^[1]。纵观物理学发展的历史,在人类与自然界对话、理论与实践相互作用的过程中,物理学呈现出以下特点:物理学既是一门实验科学,又是一门具有严密逻辑体系的理论科学;物理学的基本观点是人类自然观和宇宙观的重要组成部分,影响人们在认识世界过程中的思想、观点和方法;物理学也是应用范围广泛的基础学科,对于科学技术的发展和社会进步起着重要作用。

物理学科蕴含着丰富的教育价值。正如爱因斯坦所言:“科学对于人类事务的影响有两种方式,第一种方式是大家都熟知的:科学直接地、并在更大程度上间接地生产出完全改变了人类生活的工具;第二种方式是教育的性质——它作用于心灵。”^[2]因此,物理核心素养既是适合基础教育阶段物理学习的学科本质的凝练,又是指导教师更加充分、有效地

发挥物理课程的教育价值的基础。

2 在教学中渗透物理核心素养存在的问题

在目前教学实践中,以渗透物理核心素养为目标的教学存在着以下误区:其一,割裂物理核心素养 4 个方面的联系。例如,有的研究课题的研究目标是分别建立核心素养 4 个方面与相应知识的联系,期望得到的结论是:通过某个概念教学,形成某种科学思维能力;或者通过某个规律教学,建构某个物理观念。教师希望找到物理知识点与物理核心素养某个要素的对应关系,从而在教学中得以实施。

物理核心素养是一个整体,核心素养 4 个方面是相互联系、共同发展的。物理观念是学生学习物理课程的过程中,经历科学探究和科学思维的过程,逐渐形成的从物理学视角对于自然界的基本认识;科学思维是在从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的过程中逐渐形成的能力与品格;对于科学本质的认识、正确的科学态度和积极的社会责任是伴随着物理观念的形成、科学思维的建构和科学探究的实践而不断深化、发展的。在物理教学中,渗透物理核心素养是一个综合的、渐进的实践过程。

其二,认为知识讲够、讲透,物理素养自然能够得到提升。在物理教学实践中,教师往往习惯于把物理概念、原理、规律等划分为一般知识和重点知识,采取一般知识讲够、重点知识讲透的策略,然后

* 基金项目:本文系北京市教育委员会社科计划资助项目“在物理教学中培育物理核心素养研究”(批准号:SM201850061001)的研究成果。

指导学生反复练习、巩固。教师认为学生会做题目,学科核心素养自然也就形成。

诚然,培育学生的物理核心素养要以物理知识为载体,需要全面、准确地讲述科学的概念、原理和规律,但是并非把知识的结论讲够、讲透,学生自然就能够提升物理核心素养。

解决上述问题的重要基础是恰当组织教学内容。为此,本研究结合北京市高中物理卓越教师工作室的实践提出:以专题为载体,在教学中渗透物理核心素养。

3 以专题为载体组织教学内容

所谓专题,是指专门研究或讨论的题目。专题的形成是选取物理学发展中的典型案例,涵盖前辈物理学家为什么提出科学问题、在深化和解决问题过程中的关键情节、在形成结论过程中主要的思维方式和研究方法的精华以及对科学结论内涵的深刻思考等。

在《物理课程标准》规定的学习内容中,有很多内容是可以以专题的形式组织教学的。例如:“自由落体运动”“牛顿运动定律”“法拉第电磁感应定律”“光的本性”“原子结构”等,这些内容以专题形式呈现,既蕴含丰富的培养物理核心素养的内容,又可以促进学生从更加系统的层面思考知识体系,激励学生主动学习、深入思考。通过专题学习,不仅可以培育学生的物理核心素养,而且能够充分发挥物理课程的教育价值。

下文以“法拉第电磁感应定律”为例,谈谈如何通过物理专题教学,渗透物理核心素养。

3.1 在历史的发展中开始专题学习

把专题教学放在历史发展的背景中,可以帮助学生超越具体知识的学习,充分认识人类对于自然规律的探索不可能超越时代,科学的发展总是伴随着生产力的发展和生产关系的变化,科学发现具有时代的痕迹;从而避免科学教育被异化为简单和肤浅地记忆知识。

人类发展到 14—15 世纪,由封建社会内部逐渐形成和发展了资本主义的生产方式,文艺复兴运动是这个时期历史发展的标志。正如美国著名数学家和科学史家弗·卡约里(F. Cajori)在《物理学史》中写道:“16 世纪是激烈的智力活动时期。人们的思想从古代的停泊处解开缆绳,在广阔的探索求知的海洋上启航前进了。这个运动是波澜壮阔的。在这里,我们目击了古典学术的复兴;我们看到了以宗教改革闻

名的反对教会权威的伟大斗争;与世隔绝的数学家将新的生命灌注到代数学和三角学之中;天文学家凝视星辰,创建了一个新的宇宙体系;物理学家摒弃了经院哲学的思辨,开始以实验的语言来研究自然”^[3]。

文艺复兴也促进了科学技术的快速发展。力学是物理学中发展最早的一个分支,在经典力学建立和发展的同时,人们也已开始对电和磁的现象进行科学、系统地研究。英国科学家吉尔伯特(W. Gilbert, 1544—1603)对磁和电做了初步的科学研究,指出任何磁体都同时存在两极,没有单磁极存在;地球是一个大磁体。吉尔伯特还研究了摩擦起电现象,发明了世界上第一个验电器。美国的科学家富兰克林(B. Franklin, 1706—1790)首次用风筝把“天电”引入实验室;英国的卡文迪许(H. Cavendish, 1731—1810)在 1772 年用实验证明静电力与距离的平方成反比,后经法国的科学家库仑(C. A. Coulomb, 1736—1806)继续研究,最后确立了静电库仑定律。随着意大利科学家伏打(C. A. Volta, 1745—1827)在 1800 年发明电池,人们第一次获得稳定而持续的电流,也激发了社会对获取廉价且强大电力的需求。1826 年德国物理学家欧姆(G. S. Ohm, 1784—1854)通过实验,发现了电路的欧姆定律。1820 年,丹麦物理学家奥斯特(H. C. Oersted, 1777—1851)发现了电流的磁效应,从此,电与磁开始结合起来,有了“电磁学”这一名称;接着,法国物理家安培(A. M. Ampere, 1775—1836)立即投入进一步研究,于同年确立了电流之间相互作用的安培定律。

奥斯的发现和电流磁效应的研究成果,促使当时的科学家开始设法寻找磁的电效应。人类对于电的研究进入到这个阶段,无论是对于自然认识的深度,还是应用的广度,都具有划时代的意义。英国物理学家法拉第为此作出了巨大贡献。

3.2 以科学思维为主线引发深入思考

在《物理课程标准》中,对于这部分内容的要求是:“通过实验,理解法拉第电磁感应定律。”^[1] 如果从教学的视角看,似乎《物理课程标准》对于这部分内容的要求并不高。但如果追问:理解什么? 怎样理解? 怎样评价理解的水平? 从培育学生物理核心素养的视角思考,法拉第在发现和解释电磁感应现象的思维过程,是一场思想革命的重要组成部分,具有丰富的价值。

(1) 坚持追求各种自然力统一

1821 年,法拉第在完成一篇关于奥斯特 1820

年发现电流周围存在磁场现象以来,电磁学实验和理论发展的综合评述的过程中,激起了研究电磁现象的巨大热情,并开始转向电磁学方面的实验研究。

法拉第坚持认为各种自然力是统一的。这个坚定的信念指引他始终不渝地为证实各种现象之间的普遍联系而努力,由此我们也可以看到信念或观念、观点对于科学家从事科学研究的重要作用。他在实验记录中曾写下一段话:“长期以来,我就持有一种观点,几乎是一种信仰,我相信其他许多爱好自然知识的人也会共同有的,就是物质的力表现出来时所具有的各种形态,都有一个共同的根源,或者换句话说,它们是相互直接联系的,也是相互依赖的,所以它们似乎是可以相互转化的。”^[4]在这个观念指引下,法拉第坚信既然电能产生磁,磁也一定能产生电。

(2) 发现电磁感应现象

起初,法拉第也希望利用磁铁靠近导线,在导线中感应出稳定的电流。他分别选择了磁力尽可能强的大磁铁、通电线圈代替磁铁、悬挂铜环代替导线等多种方法,但结果都是检流计没有探测到丝毫电流。据记载,在那段时间里法拉第的衣兜里经常放着一个小线圈,提醒自己不断思考磁产生电的问题。经过 1821—1831 年 10 年的努力,法拉第终于发现:当一块磁铁在导线旁运动时,导线中会有电流产生。接着,他又设计了大量实验,归纳出发生电磁感应现象的 4 种情况,即:变化的电流、运动的磁铁、运动的恒定电流和在磁场中运动的导体。

(3) 创造全新物理模型

如何对奥斯特和安培的实验结果及电磁感应现象作出物理解释是当时科学家面临的新的难题,很多科学家都投入了研究。据记载,为了研究在磁铁的磁极周围的磁力情况,法拉第在一张薄纸上撒了铁粉,紧贴纸片下方放一根条形磁铁,然后轻敲纸片,纸上的铁粉就形成有规则的曲线排列。法拉第把空间或介质的力学性质作为研究的起点,在大量实验的基础上,采取类比流体场的思考,富有想象力地提出用磁感线描述磁体周围的物理空间。

(4) 提出“场”的概念

法拉第在 1831 年提出磁感线模型后,又进行了大量实验。当时,在这个领域,对于电磁相互作用是近距作用还是超距作用的问题存在着争论。法拉第坚持电磁相互作用是近距作用,而富兰克林、库仑、安培等物理学家都持机械观,认为电场力或磁场力都是与万有引力作用一样,是一种超距作用。经过了 14 年的研究,1845 年,法拉第提出了一个革命性

的概念——“场”。他认为磁体周围的物理空间中存在着“磁场”,利用磁感线在空间的分布可以直观描述磁场。

爱因斯坦对法拉第的研究给出极高的评价,指出:“在物理学中出现了一个新的概念,这是自牛顿时代以来最重要的发明:场用来描写物理现象最重要的不是带电体,也不是粒子,而是带电体之间与粒子之间的空间中的场,这需要很大的科学想象力才能理解。场的概念已被证明是很成功的,由这个概念便产生了描写电磁场的结构和支配电和光现象的麦克斯韦方程。”^[5]

(5) 法拉第研究电磁感应问题的思考逻辑

在教学中,为了帮助学生思考和感悟科学思维的魅力,需要将科学家工作的思考逻辑尽可能清晰地梳理出来。当然,我们不可能在教学中融入完全真实的科学史,呈现出科学家几十年的思考,但我们可以描绘科学家工作的真实图景,梳理他们的思考过程,并将思考过程清晰地呈现给学生,作为他们感悟科学思维魅力的素材。概括法拉第的研究历程,可以梳理成如图 1 所示的思考逻辑。

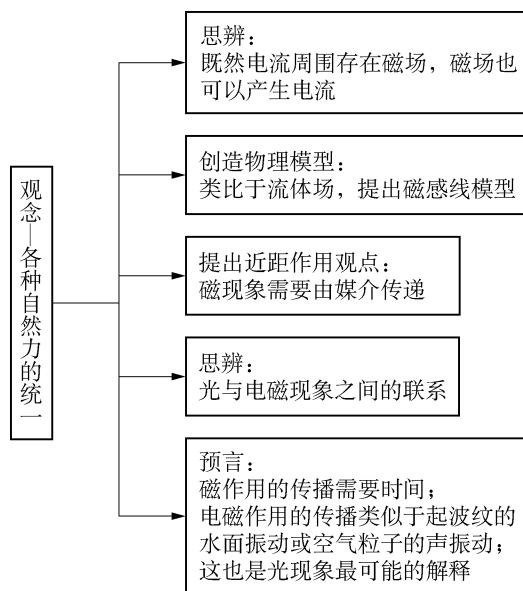


图 1 法拉第的思考逻辑

3.3 “点睛”的评论

法拉第关于“场”的概念的建立以及磁感线和电场线模型的引入等研究在物理学发展的历史上极具典型意义,体现了诸多物理核心素养要素,蕴含着丰富的教育价值。

(1) “自然规律是简洁的”观念自始至终指引着法拉第的思考,也是科学发现的重要起点。

(2) 突破传统观念也是法拉第在科学研究上的重要贡献。他提出的力线和场的概念,揭示了物质存在的另一种方式,改变了物理学描绘宇宙的图景。

(3) 法拉第坚持把推理和实验结合,把科学思想作为实验的指南;当然,法拉第的实验本领也是出类拔萃的。美国物理学家库珀说:“可以这样评论法拉第:当他考察自然现象时,他的头脑始终是警惕的,任何现象只要在他的实验室里出现一次,他就能把它记住,哪怕这些现象是偶然出现的。”^[6]

从法拉第对于电磁感应现象的研究过程,可以充分感受到他富有远见卓识,深邃的科学思维,深厚的科学素养。学生在鲜活的史实中感受法拉第的研究,清晰的逻辑结构中体会科学思维的过程后,要教师以“点睛”的语言,“评出”这些精华,才能帮助学生感受科学的魅力,否则法拉第留给学生的只是定律和公式。

综上所述,通过物理专题教学,了解法拉第为什么研究电磁感应现象、在发现电磁感应现象的过程中观念所发挥的重要作用、在深化研究的过程中的有哪些关键思考、解决问题主要的思维方式和研究方法等内容,不但可以从综合的视角呈现物理课程内容,为学生提供充足的探究的素材,促进学生改变

学习方式,发展物理核心素养,而且能够帮助学生实现更有意义、更富创造性的人生的价值。

参考文献

- [1] 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. 1.
- [2] 许良英, 赵中立, 张宣三. 爱因斯坦文集(第三卷)[M]. 北京: 商务印书馆, 1979: 135.
- [3] [美]弗·卡约里. 物理学史[M]. 戴念祖, 译. 桂林: 广西师范大学出版社, 2004: 31.
- [4] [美]埃米里奥·赛格雷. 从落体到无线电波: 经典物理学家和他们的发现[M]. 陈以鸿, 等译. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1990: 148.
- [5] 爱因斯坦, 英菲尔德. 物理学的进化[M]. 郭沂, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 1979: 180.
- [6] 向义和. 大学物理导论: 物理学的理论与方法、历史与前沿(下册)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 114.
- [7] 冯华, 张维善. 寓物理学学科核心素养于教学中: 谈教学中的述与评[J]. 课程·教材·教法, 2018(10): 93—97.
- [8] 申先甲. 物理学史简编[M]. 济南: 山东教育出版社, 1985: 556—577.
- [9] 郭奕玲, 沈慧君. 物理学史(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 87—126.
- [10] 倪光炯, 王炎森. 物理与文化(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015: 66—71.

(上接第 45 页)

生 2: 玻璃管封闭, 避免液体流出。

生 3: 玻璃管短一点, 方便携带。

大家不断的列举自制温度计的问题, 又不断地改进和完善, 最终教师出示实验室中常见的温度计, 明确这就是我们心目中比较理想的温度计——实验室温度计。在介绍它的结构: 玻璃泡、玻璃管、液体、刻度等。

2.6 实践尝试 梳理使用规则

经历了温度计的制作过程后, 首先让学生阅读温度计的使用说明资料, 然后用实验室温度计测量温水的温度, 先估测, 再测量, 并比较估计值和测量值的差异。测量结束后, 让各组展示测量的过程, 暴露测量中的问题, 讨论正确测量的规则, 如玻璃泡为什么不宜放在杯子的底和壁上? 为什么需要等液柱稳定后才读数? 读数时, 为什么视线需要跟液柱面平行? 通过大家的思考和讨论后, 师生共同总结温度计的使用规则, 即: 估、选、放、候、读、记。培养学生自主阅读, 信息提取能力, 渗透规则意识, 制定简单测量工具的使用方法。在梳理使用规则中明确规则意识, 养成爱护仪器的习惯, 渗透热平衡思想。

2.7 拓宽视野 激发求知欲望

播放中科院温度计研发状况视频: 介绍中科院实验室现代化高温测温情况, 了解温度计在更多领域的应用, 除了利用热胀冷缩原理外, 还有哪些? 应用拓展红外线温度计在生产需要、国家科研等方面的测量的情况。激发学生利用转化思想, 探索高温测量技术的兴趣, 感悟我国科学家们不怕困难, 敢于攀登的科学精神, 促进核心素养的发展。

总之, 让学生重演仪器发明的过程, 依据仪器的核心原理和技术需要, 把仪器的结构部件逐步“构造”出来。这样的教学设计, 更符合学生的认知规律, 发散学生的思维, 提升学生的科学素养。

参考文献

- [1] 闫增宁, 田成良. 注重实验过程教学 培养学生创新能力[J]. 物理教师, 2017(5): 56—58.
- [2] 赵忠兵, 田成良. 物理仪器教学要遵循制作过程[J]. 物理教学, 2016(8): 30—31.
- [3] 田成良, 郭芳. 注重天平制作过程培养学生创新能力[J]. 中学物理, 2017(8): 8—9.