

物理学科核心素养的建构*

胡卫平

陕西师范大学现代教学技术教育部重点实验室 西安 710062)

(北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心陕西师范大学分中心 西安 710062)

文章编号:1002-218X(2017)07-0001-03

中图分类号:G632.3

文献标识码:A

物理教育是科学教育的一部分,国际上对物理教育的研究,都是在科学教育统一的框架下进行的。物理学核心素养是物理学育人价值的集中体现,是学生在接受物理教育过程中逐步形成的适应个人终身发展和社会发展需要的关键能力和必备品格,是学生科学素养的重要组成部分。物理学核心素养主要由“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面构成。

学素养。如英国科学课程标准认为:在科学研究领域,有一些关键概念支撑着科学研究工作顺利进行;学生需要理解这些概念,以帮助他们更加深入理解所学的科学知识、技巧和科学观念。南非科学教育标准中提出自然科学领域的学习有助于提高学生的科学素养,有三个方面,其中之一是提高对科学知识的理解和运用。美国 NGSS 提出强调科学与工程实践、学科核心概念、跨学科概念。第三,科学教育研究一直重视概念学习,从 21 世纪之前重视概念发展、概念转变,到最近重视核心概念和概念进阶,都把科学概念学习作为科学教育的重要目标。科学教育研究者普遍认为,科学教育的目标不是去获得一大堆由事实和理论堆砌的知识,而应是实现一个趋向于核心概念的进展过程。核心概念是某个知识领域的中心,是一种教师希望学生理解并能得以应用的概念性知识,这些知识必须清楚地呈现给学生,以便学生理解与他们生活相关的事件和现象^[2]。

一、物理观念

知识是能力的基础,有知识不一定就有能力,但没有知识就一定没有能力。在科学教育领域,国际上关于科学知识的表述有核心概念、关键概念、大概念、科学原理、科学知识等方式。在应试教育的背景下,我国特别重视知识和原理的教学,很多学校强调死记硬背的知识和原理学习,而素养强调知识和原理的深度理解和灵活应用。最新的国际科学教育研究与实践中,强调核心概念、大概念、跨学科概念。而在中国的文化中,概念是指一类事物的共同属性与本质特征^[1],是抽象的,这与国际上关于概念的内涵并不一致。因此,在建构物理核心素养时,没有使用物理知识,也没有使用物理概念,而使用了物理观念。一方面,观念是概念和规律等在头脑中的提炼和升华,另一方面,中国文化中的观念与国际上概念的内涵基本一致。

基于高中物理的基本内容,“物理观念”主要包括物质观念、运动观念、相互作用观念、能量观念及其应用等要素。

二、科学思维

观察、实验与科学思维相结合,是物理学的基本特征。科学思维是具有意识的人脑对科学事物(包括科学对象、科学现象、科学过程、科学事实等)的本质属性、内在规律及事物间的相互联系和关系的间接与概括的反映,是物理核心素养的核心内容。

我们将物理观念(特别强调应用)作为物理核心素养,其依据主要有如下方面:第一,对科学知识的理解和运用是学生发展非常重要的核心素养。第二,世界各国的课程标准都将核心概念,或大概念,或关键概念,或知识理解与应用、工程实践等作为重要的科

学会学习、批判性思维与创新是学生发展核心素养的重要成分。学会学习主要是指学生面对新的情境或者具有挑战性的学习任务时,所表现出来的在思

* 本研究得到北京师范大学中国基础教育质量监测协同创新中心自主课题(2016-05-002-BZK02)和山西基础教育质量提升协同创新中心课题(XTB1603)的资助。

维、认知策略和自我调控等方面的综合能力,包括对学习的兴趣、习惯方法、思维方式、认知策略等。批判性思维与创新主要指对于事物保持好奇心和开放性态度,具有探索精神;对于现象能够进行反思和质疑,发现问题所在,具有批判精神和批判能力;敢于创新,勇于挑战,能够提出新颖和有价值的想法并付诸实践。

21世纪以来的科学教育研究,特别重视科学论证、模型思维和科学推理^[2]。随着人们认识到批判性思维是21世纪的主要能力,作为科学学习和研究中批判性思维的重要表现——科学论证的研究和培养已经得到高度重视,它可以帮助学生发展科学探究能力^[3],建构科学知识并促进科学概念转变与理解^[4],提升科学认识论水平^[5],提升推理能力、批判思维能力和交流能力^[6]。理想模型是根据研究的问题和内容,在一定条件下对研究客体的抽象,是从多维的具体图像中,抓住最具有本质特征的图像,建立一个易于研究的、能从主要方面反映研究客体的新图像。为了描述客观事物的运动规律,物理学家往往把研究对象抽象为理想模型,建模方法是科学研究的常用方法,模型思维是一种重要的科学思维。科学推理是根据一个判断得出另一个判断的思维形式。在国际科学推理研究中,研究者普遍认为,小学生应具体分类、排序、守恒和可逆性等,中学生应该具体理论推理、组合推理、比例推理、控制变量、概率推理、关系推理等。

几乎所有国家的课程标准都会将科学思维与创新列为课程目标。加拿大安大略省于2006年制定的《安大略课程(1-8年级):科学与技术》标准对学生知识和能力的评估从知识和理解、思维和探究、交流、应用四个方面进行,批判性思维和创造性思维、批判性/创造性思维过程、技能和策略等是主要内容。英国将“想法和证据”(Ideas and Evidence)设定为教育目标(The National Curriculum for England, 2004)。西班牙将“论证能力”(Skill of Argumentation)拟定为学生必须具备的基本能力;学生能力国际评价项目(Programme for International Student Assessment, PISA, 2015)对科学能力的评价包括认识科学问题、运用知识科学地解释现象、运用科学证据做决策并与他人交流^[2]。芬兰的高中物理课程标准中强调建模;澳大利亚维多利亚州物理课程标准强调模型建立的科学思维过程、分析、综合、评价等;韩国的课程目标中提出培养学生科学思考的能力和创造性解决问题的能力,为有创意地、科学性地解决日常生活的问题

培养必备的科学素养。

基于上述分析,模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新是构成科学思维的主要成分。

三、科学探究

科学探究是人类探索 and 了解自然、获得科学知识的主要方法,也是学生学习科学的主要方式,还是一种综合的、关键的科学能力和素养。

科学教学倡导探究式学习,为学生提供充分的探究式学习机会,逐步培养学生收集和处理科学信息的能力、获取新知识的能力、分析问题和解决问题的能力,以及交流与合作的能力等,形成尊重事实、善于质疑的科学态度,突出学习能力、创新精神、实践能力,以及批判性思维和创造性思维能力的培养。探究及其教学是科学教育最重要的研究领域,最近的趋势是:探究教学强调合作学习与科学论证,基于模型的科学学习环境有利于促进学生进行科学探究,提高学生的探究能力。

世界各国的课程标准都会将科学探究与交流能力作为培养目标^[2]。例如,美国国家科学教育标准中的课程目标强调培养学生进行科学探究所需要的能力(包括确定可以通过科学探究回答的问题、设计和进行科学研究、利用适当的工具和技术收集、分析和解释数据、培养运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力、通过批判性和逻辑性思维建立证据与解释之间的关系、承认和分析提出的可供选择的解释和预测、交流科学过程和解释、把数学运用在科学探究的各个方面)和对科学探究的理解能力(包括不同性质的问题提示我们要进行不同的科学探究、当前的科学知识和理解可以指导科学探究、数学对于科学探究的各个方面均十分重要、收集数据所采用的技术提高了数据的精度,使科学家能够分析研究结果并使之定量化、科学解释强调证据,拥有符合逻辑的论据,还需要运用科学原理、模型和理论、合理的怀疑是科学进步的动力、科学研究有时可以产生可供进一步研究的新概念和新现象,产生调查研究的新方法,或者开发出改进数据收集工作的新技术)。英国《国家科学教育课程标准》中提出通过科学教育,促进核心技能的发展,包括进行科学调查研究、进行科学探究、发现和交流各种不同的事实、观点和意见、收集、思考和分析第一手和二手数据,等等,这些都是科学探究的主要成分。英国国家课程标准将实践与探究技能,以及交流都作为学科核心素养。澳大利亚维多利亚州物理课程标准培养学生的关键技能包括:科学探究、分析

和应用对物理的理解、交流物理信息和理解。强调书面语言、口头语言形象地表达事物、过程、概念等特点,能用图形、表格、图表、图像等表示。韩国强调培养科学探究自然的能力。加拿大奥尼托巴省强调科学探究、技术问题解决、STSE等。

我国2001年以来的课程改革,强调自主学习、合作学习和探究学习,并将科学探究作为科学教学的主要目标。一般来讲,科学探究包括提出问题、作出假设、制订计划、收集证据、处理信息、得出结论、表达交流、反思评价等要素,我们可以归纳为问题、证据、解释、交流四个方面。

四、科学态度与责任

通过物理学科的学习,学生对自然现象保持好奇心和探究热情,乐于观察、实验和思维;实事求是,不迷信权威,敢于大胆质疑,追求创新;善于与他人合作、分享;了解科学、技术、社会、环境的关系;热爱自然、珍惜生命,具有保护环境、节约资源的责任感。这些都是科学态度的主要内容,也是物理学习的重要目标。

沟通与合作是团队成员为了共同的目标,积极主动合作、有效交流分享、协同完成任务的综合能力表现,沟通是合作的纽带,合作有助于促进良好的沟通。沟通与合作是个体参与社会的主要途径与方法,包括建立良好人际关系的能力,倾听表达、协同合作等。学会学习主要是指学生面对新的情境或具有挑战性的学习任务时,所表现出来的在思维、认知策略和自我调控等方面的综合能力,其不仅是促进学生终身学习和自主发展的核心能力,也是学生适应不断变化的社会环境的前提条件。学习兴趣是学会学习的主要内容。

世界各国的课程标准都强调科学态度的培养。例如,英国《国家科学教育课程标准》中提出通过科学教育,促进学生在精神、道德、社会、文化,以及核心技能的发展。精神发展指通过学生感知生存于其中的自然的、物质的世界,反思他们在这中间的责任,以及探究诸如生命起源于何时、来自于何处之类的问题。道德发展指通过帮助学生认识到利用观察和证据而不是利用先人之见或偏见得出结论的重要性,以及通过讨论科学知识应用的意义,这包括承认科学知识的应用既可以产生有利的影响,也可以产生不利的影响。社会发展指通过帮助学生认识到意见的形成和决定的理由可以通过实验证据而得出,以及通过使学生注意到对科学知识的不同解释如何运用于讨论社会问题。文化发展指通过帮助学生认识到科学发现和科学思想影响着人们的思考、感知、创造、行为和生

活方式,以及通过使学生注意到文化差异影响人们接受、运用和重视科学思想的程度。核心技能的发展包括交流、合作等技能。

科学本质是指对于科学知识、科学研究过程、科学方法、科学精神、科学的历史、科学的价值、科学的限度等方面最基本特点的认识,是一种对于科学本身全面的、哲学性的基础认识。近年来,研究者特别重视科学本质与科学学习兴趣的研究及培养,科学态度的多个方面反映了科学本质。

值得说明的是,科学的内在动机或者兴趣是重要的科学素养。从广义上讲,态度包括情感、价值观,还包括动机、兴趣等,而从狭义上讲,态度不包括这些方面。如果我们提出情感、态度、价值观,就必须狭义理解态度,这样,内在动机或者兴趣就不包括在内,显然对学生素养的培养是不全面的。因此,在这里没有用情感、态度、价值观。

通过以上分析我们可以看出,科学态度与责任主要包括科学本质、科学态度、社会责任等方面。在物理核心素养的四个要素中,科学探究是一个过程,是一种学习方式和科学研究的方式,是一种学习物理观念、发展科学思维、形成科学态度和责任的手段和途径,同时,也是一种综合的能力。物理观念、科学思维、科学态度与责任是通过物理学习而形成的核心素养。

参考文献

- [1] 胡卫平,孙枝莲,刘建伟.物理课程与教学论研究[M].北京:高等教育出版社,2007.
- [2] 韩葵葵,胡卫平,王碧梅.国际科学教学心理的研究进展与趋势[J].华东师范大学学报(教育科学版),2014,32(4):63-70.
- [3] Anton Lawson. The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching[J]. International Journal of Science Education, 2003,25(11):1387-1408.
- [4] Kuhn, D. Teaching and learning science as argument[J]. Science Education, 2010,94(5):810-824.
- [5] Khishfe, R. Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of Socioscientific Issues: An effect on student learning and transfer[J]. International Journal of Science Education, 2013, 36(6): 974-1016.
- [6] Nussbaum, E. M., & Edwards, O. V. Critical questions and argument stratagems: A Framework for Enhancing and Analyzing Students' Reasoning Practices[J]. Journal of the Learning Sciences, 2011,20(3):443-488.