



物理学科核心素养的

内涵与表现*

胡卫平^{1,2}

(1. 陕西师范大学现代教育技术教育部重点实验室 陕西 西安 710062)

(2. 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 陕西 西安 710062)

文章编号:1002-218X(2017)08-0001-03

中图分类号:G632.0

文献标识码:A

物理学科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”四个方面的要素构成。在理解物理核心素养的内涵时,要结合学生发展核心素养的内涵,注意素养的整体性。在四个要素中,物理观念代表知识的内化,是其他核心素养的基础,科学思维和科学探究是关键能力,科学态度和责任是必备品格。四个方面相互依赖、共同发展。在知识的教学、学生的探究和知识的应用过程中,让学生掌握物理思维和方法,发展学生的思维能力和探究能力,培养学生的科学态度和社会责任。下面具体分析四个核心素养的内涵与表现。

一、物理观念

物理学是研究物质基本结构、物质运动最一般规律、物质间相互作用的一门科学。“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、能量等的基本认识,是物理概念和规律等在头脑中的提炼和升华,是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础。

“物理观念”包括物质观念、运动观念、相互作用观念、能量观念。由于核心素养是在真实情境中解决问题时才能表现出来的,因此,在“物理观念”素养中,特别强调应用这些观念解决实际问题。在教学中,一

是要创设真实的教学情境,让学生经历科学探究和思维加工,保证物理概念和规律的内化,形成学科的思想;二是要重视将这些观念用于解决实际问题,发展学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

通过高中阶段的学习,深入理解力学、热学、电磁学、光学等经典物理的概念和规律,逐步形成经典物理的物质观念、运动观念、相互作用观念、能量观念等,能用其解释自然现象和解决实际问题;了解相对论和量子力学等现代物理的概念和规律,初步形成现代物理的物质观念、运动观念、相互作用观念、能量观念等,并能用这些观念描述自然界的图景。

二、科学思维

所谓科学思维,就是具有意识的人脑对科学事物(包括科学对象、科学过程、科学现象、科学事实等)的本质属性、内在规律性及事物间的联系和相互关系的间接的和概括的反映。作为物理核心素养,“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,是基于经验事实建构理想模型的抽象概括过程,是分析综合、推理论证等方法的内化,是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑、批判,进而提出创造性见解的能力与品质^[1]。

在理解科学思维时,要注意明确以下几个方面:

(1)科学思维的特征。科学思维有两个基本特征,一是精确性与近似性的统一,二是抽象性与形象性的统一。

* 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。

(2)科学思维的基本形式。科学思维的对象是一个多层次、多结构、多序列的完整网络,各种物质及其运动之间的相互关系、相互作用形成一个有机的整体。而我们对科学事物的反映和认识,总是一点一点地、一个方面一个方面地、一个层次一个层次地、一个角度一个角度地进行,并在积累了大量知识和经验的基础上,形成对科学事物的立体的、完整的认识。因此,我们在进行科学思维时,必须从不同的方面、不同的角度获得关于科学事物本质属性的外部表现的材料,并加工改造。根据思维材料的不同,可将科学思维分为科学抽象思维、科学形象思维、科学直觉思维三种。

(3)科学思维的基本方法。自然科学在长期的发展过程中,形成了一系列基本的思维方法,主要包括分析与综合、抽象与概括、比较与分类、逻辑推理、类比思维、臻美思维等。

物理学科核心素养中的“科学思维”包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新。模型建构作为一种认识手段和思维方式,是学生根据研究问题和情境,在对客观事物抽象和概括的基础上构建易于研究的、能反映事物本质特征和共同属性的理想模型、理想过程、理想实验和物理概念的过程^[1]。建构模型有助于帮助学生抓住事物的关键要素,加深对概念、过程和系统的理解,形成系统思维。高中阶段模型建构表现在能够分析模型所涉及的各个要素及其结构,使用模型解释物理现象和过程,阐明物理概念和原理,在真实情景中构建模型的意识 and 能力等。

科学教育研究和实践中所提出的科学推理,不仅包括逻辑上的归纳推理、演绎推理和类比推理,而且包括分析与综合、抽象与概括、比较与分类等思维方式,还包括控制变量、组合推理、概率推理、相关推理、因果推理等推理形式^[2]。高中阶段的学生,要能正确理解和应用上述科学思维方法,从定性和定量两个方面进行科学推理、找出规律、形成结论,并能解释自然现象和解决实际问题。

科学论证是以科学知识为中介,积极面对问题,对所获得的数据资料进行解释说明,提出自己的论点,反思自己和别人论点的不足并提出反论点,同时能反驳他人的质疑和批判的高级思维能力^[3]。高中阶段的学生,应具有使用科学证据的意识和能力,能运用证据对研究的问题进行描述、解释和预测。

质疑创新的核心是科学创造力。科学创造力是

在科学知识学习、科学问题解决和科学创造活动中,根据一定的目的,运用一切已知信息,在新颖、独特且有价值地(或恰当地)产生某种产品的过程中表现出来的智能品质或能力^[4]。从产生创造性产品的过程中反映出的个体智能品质的角度来看,高中生的科学创造力主要表现在思维和想象的流畅性、灵活性和独创性等方面;从物理学习和活动的角度来看,高中生的科学创造力主要表现在观察与实验、物理知识的学习、物理问题的提出、物理问题的解决、物理创造活动等方面。

三、科学探究

科学探究是人们探索 and 了解自然、获得科学知识的主要方法,是提出科学问题,形成猜想和假设,获取和处理信息,基于证据得出结论并做出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力。以证据为基础,运用各种信息分析和逻辑推理得出结论,公开研究结果,接受质疑,不断更新和深入,是科学探究的主要特点。一般情况下,科学探究包含提出问题、做出假设、制订计划、收集证据、处理信息、得出结论、表达交流、反思评价等方面,可以概括为问题、证据、解释、交流等四大要素。

高中生科学探究能力的表现:

(1)问题:具有科学探究意识,能在学习和日常生活中发现问题、提出合理猜测与假设。如提出或识别可以通过科学探究解决的问题;判断一项探究活动围绕什么问题展开;根据已有研究,提出可以进一步探究的科学问题;针对问题进行合理的猜想与假设。

(2)证据:具有设计探究方案和获取证据的能力,能正确实施探究方案,使用各种科技手段和方法收集信息。如能通过观察、调查和实验等方式获取证据;掌握课程标准要求的实验器材的使用、实验方案的设计和数据的收集方法;以图或表等多种方式呈现收集到的数据。

(3)解释:具有分析论证的能力,会使用各种方法和手段分析、处理信息,描述、解释探究结果和变化趋势,基于证据得出合理的结论。如基于证据,分析相关现象或原因;使用课程标准要求的方法和技术分析数据;对收集到的证据的可靠性进行评估;评价证据是否支持所得出的结论。

(4)交流:具有交流与合作的意愿与能力,能准确表述、评估和反思探究过程与结果。如准确表达自己的探究问题、过程和结果;选择和运用适宜的媒体与

他人进行有效交流;对他人的探究过程和结果能提出建设性的意见。

除此之外,学生还应从以下几方面理解科学探究:

第一,科学探究是获取科学知识的主要途径,是通过多种方法寻找证据、运用创造性思维和逻辑推理解决问题,并通过评价与交流等方式形成共识的过程。

第二,科学探究需要围绕已提出和聚焦的问题设计研究方案,通过收集和分析信息获取证据,经过推理得出结论,并通过有效表达与别人交流自己的探究结果和观点。

第三,通过科学探究形成共识的科学知识在一定阶段是正确的,但是随着新证据的增加,会不断完善和深入,甚至会发展变化。

第四,科学探究不仅是一种综合能力,而且是物理学习的主要方式,在科学探究中,掌握分析、综合、比较、分类、抽象、概括、推理、类比等思维方法,发展学习能力、思维能力、实践能力和创新能力,以及运用科学语言与他人交流和沟通的能力。

四、科学态度与责任

物理核心素养中的“科学态度与责任”,是指在认识科学本质,理解科学·技术·社会·环境的关系基础上,逐渐形成的对科学和技术应有的正确态度及责任感,主要包括科学本质、科学态度、社会责任等要素。

1. 科学本质

科学本质是指对科学知识、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,是一种对科学本身全面的、哲学性的基础认识。科学本质观是一个结构化的观念系统,不同的历史时期和不同的人对科学本质的认识不尽相同。美国科学促进协会在《面向全体美国人的科学》一书中,将科学本质观概括为:

第一,科学知识的本质。世界是可以认识的、科学是可变的、科学不可能解决所有问题。

第二,科学研究的本质。科学讲究证据、科学是逻辑与想象相结合的产物、科学用作解释和预测、科学试图确定和避免偏见、科学反对权威。

第三,科学事业的本质。科学是一种负责的社会活动、科学被分成专门领域并在不同情况下进行研究、科学研究中存在普遍的伦理原则、科学家既作为专家又作为公民参与公共事务。

高中物理教学中,要通过知识的学习和科学探究,让学生逐步理解科学的本质。

2. 科学态度

态度是个体对特定对象(人、观念、情感或者事件等)持有的稳定的心理倾向,这种心理倾向蕴含着个体的主观评价及由此产生的行为倾向性。科学态度是个体对科学对象、科学现象、科学过程、科学事实、科学理论、科学研究等持有的稳定的心理倾向,主要包括好奇心、实事求是、追求创新、合作分享四个方面。学生通过高中阶段的物理学习,应具有学习和研究物理的好奇心与求知欲;具有基于证据和逻辑发表自己见解的意识和能力,不迷信权威,实事求是;善于从不同角度思考问题,追求创新;能主动与他人合作,尊重他人的情感和态度。

3. 社会责任

社会责任主要包括“科学伦理”和“STSE”两部分内容。科学伦理的要求是在进行物理研究和物理成果应用时,知道需要考虑伦理和道德的价值取向,并能遵循普遍接受的伦理道德规范;理解科学技术的本质;理解科学、技术、社会与环境的关系(理解人类活动对自然环境、生活条件和社会变迁的影响,以及科学技术已成为社会与经济发展的重要推动力量;理解社会需求是推动科学技术发展的动力);热爱自然,具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

物理学科核心素养有不同的水平,我们基于问题解决的视角,从问题情境的复杂程度(从简单到复杂)、知识背景的抽象水平(如机械运动、电磁运动、热运动、微观粒子的运动等从宏观到微观,从具体到抽象)、素养应用的品质高低(包括深刻性、灵活性、批判性、敏捷性和独创性等方面考虑,从意识到能力、从低到高、他人指导和自主完成,水平一基本是意识、知道、他人指导等水平)等三个维度划分水平。教师在教学中,要基于学生实际,循序渐进地培养学生的核心素养。

参考文献

- [1] 胡卫平. 科学思维培育学[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [2] 胡卫平, 韩琴, 严文法. 科学课程与教学论研究[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [3] 韩葵葵. 中学生的科学论证能力及其培养[D]. 西安:陕西师范大学,2016.
- [4] 胡卫平, 韩葵葵. 青少年科学创造力的理论研究与实践探索[J]. 心理发展与教育,2015, 31(1): 44-50.