

· 高等院校师范类专业系列教材 ·

物理课程与教学论

主 编 / 朱铁成
副主编 / 胡银泉 应向东
主 审 / 胡炳元

Physics Curriculum And Teaching



浙江
大学
出版
社
ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

高等院校师范类专业系列教材

物理课程与教学论

主 编 朱铁成

副主编 胡银泉 应向东



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

内容提要

本书以现代物理课程与教学思想为指导,以现行的中学物理课程标准和中学物理教学实际为依据,系统论述中学物理课程与教学的基本理论问题。全书分12章,分别阐述了物理教学目的、物理课程标准、物理教学过程、物理教学方法、物理教学手段、物理实验教学、物理概念与规律教学、物理练习与复习的教学、物理教学设计、物理课外活动、物理教学评价、物理教学研究等问题。本书附有丰富的教学案例,每章后附有思考题。

本书针对高师物理教师教育的实际,注重新颖的理论与翔实的实践案例相结合,突出内容的先进性、适用性和针对性。本书是高师院校物理教育专业必修课程物理课程与教学论的教科书,也可作为大、中学物理教师,教育研究人员,研究生学习和研究的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

物理课程与教学论 / 朱铁成主编. —杭州:浙江
大学出版社,2010.12

ISBN 978-7-308-08126-9

I. ①物… II. ①朱… III. ①物理课—教学研究—高中
IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第227908号

物理课程与教学论

主 编 朱铁成
副主编 胡银泉 应向东

责任编辑 黄兆宁
封面设计 联合视务
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路148号 邮政编码310007)
(网址:<http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州中大图文设计有限公司
印 刷 临安市曙光印务有限公司
开 本 710mm×1000mm 1/16
印 张 20.75
字 数 395千
版 印 次 2010年12月第1版 2010年12月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-08126-9
定 价 38.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

目 录

绪 论	001
第一章 物理教学目的	004
第一节 物理课程基本理念	004
第二节 物理学本质及其教育意义	008
第三节 物理教育目的	015
第四节 中学物理教学目的	020
第二章 物理课程标准	033
第一节 课程方案	033
第二节 物理课程标准	036
第三节 我国中学物理课程标准的解读	039
第三章 中学物理教学过程	064
第一节 中学物理教学过程概述	064
第二节 中学物理教学过程的基本特点	067
第三节 中学物理教学原则	072
第四章 物理教学方法	086
第一节 教学方法概述	086
第二节 物理教学基本方法	088
第三节 物理探究式教学方法	098
第四节 物理教学方法的综合运用	104

第五章 物理教学手段	108
第一节 教学手段概述	108
第二节 传统物理教学手段的运用	111
第三节 幻灯、投影、电视和录像的运用	123
第四节 计算机辅助物理教学	126
第五节 现代信息技术与物理课程的整合	130
[附]多媒体计算机演示型教学案例一则	134
第六章 中学物理实验教学	138
第一节 物理实验及其类别	138
第二节 物理演示实验的教学	145
第三节 物理边学边实验的教学	151
第四节 物理分组实验的教学	154
[附]实验教学案例一则	157
第七章 物理概念与规律教学	163
第一节 物理概念与规律的含义	163
第二节 物理概念与规律教学的重要性	168
第三节 物理概念与规律的教学要求	171
第四节 物理概念与规律的教学过程	173
[附]物理概念与规律教学案例二则	187
第八章 物理练习与复习的教学	195
第一节 物理练习的功能与形式	195
第二节 做物理练习的程序与方法	200
第三节 物理练习课的要求和环节	207
第四节 物理复习的意义	211
第五节 物理复习的种类	213
第六节 物理复习的方法	217
第七节 物理复习课的教学环节	221
[附 1]中学物理习题课案例一则	224
[附 2]中学物理复习课案例一则	228

第九章 物理教学设计	231
第一节 物理教学设计概述	231
第二节 物理教学课时计划的设计	235
第三节 物理教学说课	241
[附1]物理教学课时方案设计二则	245
[附2]物理教学说课案例二则	253
第十章 物理课外活动	258
第一节 物理课外活动的特点与作用	258
第二节 物理课外活动的组织、内容与指导	261
第三节 物理研究性学习的开展	265
[附]中学物理研究性学习案例二则	271
第十一章 物理教学评价	275
第一节 物理教学评价的概念	275
第二节 物理教学评价类型与方法	278
第三节 物理学业成就评价	285
第四节 物理课堂教学评价	293
第十二章 中学物理教学研究	299
第一节 物理教学研究概述	299
第二节 物理教学研究过程	303
第三节 物理教学研究方法	311
参考文献	322
后 记	324

绪论

课程性质 物理课程与教学论是一门怎么样性质的学科?对这个问题的回答,需要考察它是怎样产生和发展的。在相当长的一段时期内,高师院校物理专业开设中学物理教学法课程,主要进行中学物理教材教法分析,教会师范生如何上好课。随着学科教学的发展,越来越多的人把教育学、心理学、教育技术学等理论融入学科教学法的研究中,对学科教学自身规律进行探索,并据此对教育学、心理学等揭示的一般规律进行补充和完善。物理教学法课程开始分化为“物理学科教学概论”、“物理教材教法分析”、“物理实验教学技能”及“教育见习与实习”等模块,而物理学科教学论是由物理学科教学概论模块发展而来。随着教育的发展,人们开始认识到课程及其研究的重要性。我国世纪之交开展的教育改革提出:课程改革是教育改革的核心内容,教育目标、价值主要通过课程来体现和实施。因此,人们又把学科教学论的研究扩展到学科课程与教学的范畴,物理课程与教学论应运而生。

可见,物理课程与教学论是研究如何使有关的一般课程与教学理论跟物理学科课程与教学相结合,来指导物理课程与教学的实践,并且在物理学科课程与教学实践的基础上研究有关的理论,对有关的一般课程与教学理论进行整合、补充、发展和完善,其核心是以物理课程与教学实践为目的的理论研究。

因此,可以说,物理课程与教学论是一门具有综合性和实践性特点的边缘性和理论性的学科。说其综合性,是因为它要综合运用物理科学、教育科学、心理学、教育评价学、现代教育技术等学科的知识 and 能力,来研究中学物理课程与教学的理论与实践;说其实践性,是因为它要密切联系中学物理教学的实践,参加中学物理教学的实践,才能有效地研究中学物理课程与教学的问题。

课程目的 开设物理课程与教学论课程,目的是使学生学习现代物理教育的基本理念和思想,掌握物理教学的一般规律和方法,进行教学技能的初步训练,为顺利从事中学物理教学和教学研究,成为合格的中学物理教师奠定坚实

的基础。

课程的具体目标包括：

- ①领会物理课程理念和明确物理课程目标；
- ②研读物理标准和明确物理教学基本要求；
- ③认识物理教学过程的特点，能遵循物理教学原则开展教学；
- ④掌握中学物理教学的一般规律、教学方法和物理实验教学基本技能；
- ⑤能有效选择和运用各种物理教学手段，具有把现代信息技术与物理课程整合的初步能力；
- ⑥能分析和处理中学物理教材及选择教法，进行有效的物理教学设计；
- ⑦具有进行中学物理概念教学、规律教学、实验教学、练习教学、复习教学的初步能力；
- ⑧初步掌握教学评价的一般方法，能正确对学生物理学业及物理教学进行评价；
- ⑨具有初步组织开展物理课外活动和指导物理研究性学习的初步能力；
- ⑩具有从事物理教学研究以改进教学的意识，初步学习从事物理教学研究的一般方法；
- ⑪树立先进的教育信念和专业思想，具有从事物理教学敬业的态度和价值观。

课程内容 物理课程与教学论的研究要从理论和实践两个方面展开：一方面，要研究跟物理课程与教学有关的各种理论，结合物理课程与教学实际对各种理论进行汲取，把它们应用于物理课程与教学的实践；另一方面，对物理课程与教学的实践经验进行总结和理论概括，总结和概括出具有时代性、先进性、发展性的物理课程与教学的具体理论，不断地提升和完善课程与教学理论体系。

课程的内容主要依据我国基础教育课程改革的思想、物理课程标准，以及师范生从事物理教学的需要加以选编，有 12 个教学专题，分别是：物理教学目的、物理课程标准、物理教学过程、物理教学方法、物理教学手段、物理实验教学、物理概念与规律教学、物理练习与复习的教学、物理教学设计、物理课外活动、物理教学评价、中学物理教学研究等。

课程学习方法 学习物理课程与教学论，总体上要采用理论学习与实践反思相结合的方法。首先，思想上要认识并重视这门课程的重要性。作为未来的教师，要胜任中学物理教学的任务，达到好的教学效果，仅仅依靠物理专业知识是远远不够的。有关研究表明，如果两类教师都有专业知识，但其中一类教师有教学的条件性知识（主要是教育学、心理学、学科课程与教学等知识），而一类没有，则两类教师的教学成效有显著性差异，有教学条件性知识教师的教学成

效较高。这说明:善教者学逸而功倍,不善教者学劳而功半。即使是经验丰富的教师,也要学习和研究课程与教学的理论。只有这样,才能克服教学经验的局限性和盲目性,把自己的实践经验上升为“实践性知识”或理论,从而有效地指导自己的教学。

其次,物理课程与教学论是一门综合性的学科,要学好它,不仅要学好物理学,而且要学好教育学、教育心理学、教育技术学、教育评价学等各部门学科。在课程的学习中,要根据课程目的和目标,完成教师布置的学习任务和内容;同时,还要根据自身的需求和特点,有针对性地学习现代教育的新理论、新方法、新策略。只有把课程的统一学习要求与个人的个性化学习有机地结合起来,才能促进自身物理课程与教学的知识增长和更新。同时,要关心和汲取国内外的物理教学研究的成果。在学习这些理论时,要多与中学物理教学内容相联系。

最后,物理课程与教学论也是一门实践性很强的学科,要真正掌握它,光是“纸上谈兵”或“纸上练兵”是不够的,除了学好“中学物理教材分析”、“中学物理教学技能”等实践性课程外,还需要积极地参与中学物理课程与教学的实践,包括见习、实习、调研等。要理解本课程的理论与价值,必须有一定物理教学体验,并在这种体验的基础上自我反思。要在中学物理实践的过程中,应用物理课程与教学理论,以研究者的眼光审视和分析物理教学中的各种问题,反思自己的教学实践。一般来说,掌握本课程的理论,需要一个理论学习与实践反思反复结合的过程。

另外,与传统的教学相比,正在实施中的中学物理课程在课程目标、课程结构、课程内容、课程实施、课程评价等方面都发生了深刻的变化。作为未来的教师,教学信念、教学思想、教学行为等都要与时俱进,不仅要认识教育的历史使命和时代意义,学习并秉持现代教育的先进理念和信念,树立起促进学生发展、提高国民素质、振兴中华的责任感和使命感,而且要关心基础教育课程与教学改革,投身到这场改革的洪流中,积极地参与,加深认识。这样才能学好并深刻理解本门课程的理论。

第一章 物理教学目的

物理课程的基本理念对物理课程与教学起着主导的作用。物理课程目标的取向、物理课程内容的确定、物理课程实施方式和评价方式的运用等都是在物理课程基本理念的指导下进行的。对物理学本质的认识是研制物理课程和进行物理教学的一个决定性因素。对物理学有怎么样的认识,就有怎么样的物理课程与物理教学。显然,对物理学本质的正确认识是物理课程和教学的一个重要指导思想。物理教学目的是在物理课程基本理念和对物理学本质认识的指导下并根据学生实际而制定出来的。物理教学目的既是物理教学过程的起点,也是整个物理教学过程的主导,又是物理教学过程的归宿。一个合格的物理教师必须学习物理课程的基本理念,理解物理学的本质,明确物理教学目的。

第一节 物理课程基本理念

物理课程的基本理念是对物理课程性质、课程目标、课程结构、课程实施和课程评价等形成的一些基本的思想。它们是在梳理国内外物理课程与教学经验的基础上总结出来的、对物理课程具有决定意义的思想,也是物理课程实施根本的指导思想。

一、核心理念:提高全体学生的科学素养

世界各国发展的历史经验表明,公民的科学素养(scientific literacy)是社会进步和国家昌盛的关键因素。“在 21 世纪,无论社会还是个人要想成功地发展,全民及个人的科学素养至关重要。”^①提高公民的科学素养是世界科学教育

^① Rutherford, F. James & Ahlgren, Andrew. Science for All Americans. Oxford University Press, 1991.

改革的热点议题,提高全体学生的科学素养成为世界科学教育的核心理念。

《美国科学教育标准》指出,“科学是面向所有学生的”,“所有学生,不问其年龄、性别、文化背景或族裔背景,不论他们有何残疾、有何志向,也不论他们对科学怀有什么兴趣、受到了什么激励,都应该有机会接受科学教育,使自己具有高度民主的科学素养”^①。我国《义务教育科学课程标准》指出,“无论学生存在着怎样的地区、民族、经济条件、文化背景的差异和性别、天资、兴趣等的差别,科学课程均为每一个学生提供公平的学习科学的机会”^②。“科学为大众”、“科学教育为所有学生”成为现代各国科学教育的基本思想。^③

提高全体学生的科学素养也是科学课程的总目标。什么是科学素养呢?对科学素养的内涵有不同的释义,它的内涵随着科学技术的发展而变化,也因国情不同而有差异。在20世纪80年代之前,一般认为,公民的科学素养至少包括两个方面:一是掌握科学术语和概念,二是掌握科学实验中的基本技能。20世纪90年代美国国际科学素养促进中心主任米勒(Miller)提出科学素质有三个方面:一是掌握科学术语和概念,二是理解科学处理现实问题中的过程和方法,三是理解科学、技术与社会的关系。当今,对于科学素养的内涵虽有不同看法,但其核心内容基本一致。一般认为,一个具有科学素养人,应当具备基本的科学知识与技能,掌握基本的科学过程与方法,具有基本的科学态度情感与价值观,能正确认识基本的科学技术与社会的关系。

物理课程属于科学领域的一门课程,其核心理念也是提高全体学生的科学素养。我国《全日制义务教育物理课程》指出,物理课程要让学生学习初步的物理知识与技能,经历基本的科学探究过程,受到科学态度和科学精神的熏陶;它是以提高全体学生的科学素质、促进学生的全面发展为主要目标的自然科学基础课程。^④《普通高中物理课程标准》也指出,高中物理课程是普通高中科学学习领域的一门基础课程,与九年义务教育物理或科学课程相衔接,旨在进一步提高全体高中学生的科学素养。在高中物理阶段,学生将继续学习基本的物理知识与技能;体验科学探究过程,了解科学研究方法;增强创新意识和实践能力,发展探索自然、理解自然的兴趣与热情;认识物理学对科技进步以及文化、

① National Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

② 教育部. 义务教育(7-9年级)科学课程标准. 北京:北京师范大学出版社, 2001: 3.

③ Science Education for Contemporary Society: Problems, Issues and Dilemmas. Final Report of the International Workshop on the Reform in the Teaching of Science and Technology at Primary and Secondary Level in Asia: Comparative References to Europe (Beijing, China, March 27-31, 2000).

④ 教育部. 全日制义务教育物理课程标准(实验). 北京:北京师范大学出版社, 2001: 1.

经济和社会发展的影响;为终身发展,形成科学世界观和科学价值观打下基础。^①

二、课程结构:注重基础,关注差异

传统的物理课程存在目标定位不准,课程结构过度统一,课程内容要求过高,学习方式单一等问题。实践证明,这样的物理课程不能满足学生多样化的个性化需求,不利于学生的发展,也不能满足社会对人才的多样化需求。越来越多的有识之士呼吁,物理课程要摒弃忽略学生需求的差异性,过度强调统一性的做法,要从学生发展和需求出发,构建基础性和差异性相和谐统一的课程结构。

物理课程结构注重基础,关注差异,是当代物理课程的基本理念之一。它是在对物理课程与教学正反经验的总结、反思的基础上,在提高全体学生科学素养的总目标的要求下,对物理课程结构提出的必然要求。

物理课程的总目标是提高全体学生科学素养,在促进学生全面和个性化发展的基础上,为社会培养所需人才。为达到这一目标,物理课程要考虑社会需求人才的基本素质要求,又要考虑所需人才是多层次和多规格的,同时要尊重学生个性差异和满足学生发展的多样化需求。这就要求物理课程要有一个统一的共同基础,使全体学生在经过物理教育后达到一定的科学素养水准。这就要研究和编订具有统一基准的旨在提高学生科学素养的课程或课程模块。另一方面,物理课程又要有差异性,它要尊重和满足学生个性差异、学生发展需求的多样性以及社会所需人才多规格的要求。这就要设置多样化的可供选择的物理课程或课程模块,以适应不同地区和不同学生发展的需求。

物理课程注重基础,关注差异,也要求课程形态的多样化。物理课程要有国家课程,也要有地方课程,还要有校本课程;要有学科类课程,也要有经验类课程;要有分科课程,也要有综合课程;要有必修课程,也要有选修课程。

物理课程注重基础,要把对学生发展最有价值的内容组织到课程中,要加强与学生生活、现代社会及科技发展的联系,反映当代科学技术发展的重要成果和新的科学思想,关注科学技术应用所带来的社会热点问题,注重培养学生的科学情感、态度与价值观及社会责任感。物理课程注重差异,一方面允许学生能够根据自身情况,独立地、自主地选择各具特色、风格各异的物理课程进行学习;另一方面,即使在必修课程的学习中,也允许学生对学习内容有一定的选择性,以满足和适合学生学习物理的差异性需求。

^① 教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2003:1.

三、科学探究:重要的学习内容和学习方式

传统的物理课程过度倚重知识的传授,漠视科学探究是物理课程的重要内容;学生多用接受性的方式学习、记忆、理解科学知识,忽略用探究方式学习科学。杜威(Dewey,1909)曾在全美科学进步联合会上对传统科学教育提出批评。他认为,科学教育不仅仅是要让学生学习大量的知识,更重要的是要学习科学研究的过程或方法。在20世纪50年代美国“教育现代化运动”中,布鲁纳(Bruner)提出:“在提出一个学科的基本结构时,可以保留一些令人兴奋的部分,引导学生自己去发现它。”并主张重视科学知识的结构,用“发现法”学习。施瓦布(Schwab,1961)在哈佛大学作题为“作为探究的科学教学”的演讲时,明确提出了“探究学习”(enquiry learning)的术语。他认为,教师应该用探究的方法呈现科学知识,学生则应当用探究方法学习科学内容。他建议教师要到实验室去,让学生体验科学实验的过程,而不是在教室中照本宣科地教授科学。如今科学探究已经成为世界各国科学课程的重要学习内容,探究学习已成为世界各国科学教育中主流的学习方式。

我国的科学课程标准和物理课程标准都把科学探究作为“内容标准”中的第一学习内容,并明确规定了各项“科学探究”内容标准。这突显了科学探究在科学教育中的重要地位。我国《义务教育科学课程标准》指出,发展学生的科学素养离不开科学的学习过程。科学的核心是探究,教育的重要目标是促进学生的发展,科学课程应当体现这两者的结合,突出科学探究的学习方式。科学课程应给学生提供充分的科学探究机会,让学生通过手脑并用的探究活动,体验探究过程的曲折和乐趣,学习科学方法,发展科学探究所需要的能力并增进对科学探究的理解。^①《全日制义务教育物理课程标准》指出,物理课程应改变过分强调知识传承的倾向,让学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,培养学生的探索精神、实践能力以及创新意识。^②《普通高中物理课程标准》指出,高中阶段的物理课,应该在初中课程的学习的基础上,更加关注学生在科学探究过程中的学习质量,进一步加深对科学探究的理解,提高科学探究的能力。^③可以毫不夸张地说,探究教学不仅是物理课程教学重要的方式,科学探究也是重要的物理课程内容,学会科学探究和用探究学习物理也是物理课程的基本理念和精神。

① 教育部. 义务教育(7-9 年级)科学课程标准. 北京:北京师范大学出版社,2001:3.

② 教育部. 全日制义务教育物理课程标准(实验). 北京:北京师范大学出版社,2001:2.

③ 教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京:人民教育出版社,2003:49.

四、课程评价:转变功能,促进发展

传统的物理课程评价过度运用评价的甄别与选拔的功能,忽略了其促进学生发展的作用;过于倚重学业成绩,尤其是学科知识,特别是书本知识,忽视了对科学过程与方法、科学情感态度与价值观的评价;过多强调评价的共性和统一性,忽略了学生个体差异和个性化发展的价值追求。实践证明,这样的物理课程评价不仅不利于激励学生学习物理,而且伤害到他们身心健康的发展。因此,改革物理课程评价并建立促进学生发展理念相一致的评价体系,成为当代物理课程改革的重要任务。物理课程评价要转变评价功能,促进学生发展,也成为物理课程的基本理念之一。

物理课程目标的实现,离不开正确思想指导的行之有效的物理课程评价体系。这样的课程评价体系,首先要体现以学生发展为本的核心价值,改变传统物理课程评价过分强调甄别与选拔的功能,发挥评价促进学生发展、教师提高和改进教学的功能。其次,应当全面地衡量学生的物理学习。要在物理知识与技能、科学过程与方法、科学态度情感与价值观等方面对学生进行全面的评价。评价要赞赏学生在科学素养方面的既有共同基础又有差异的发展,并了解学生在发展中的需求,发现和发展他们多方面的潜能。再次,评价主体应当多元化。物理课程评价主体应包括学校内部人员(校长、教师、学生等)和学校外部机构或人员(考试机构、教育团体、家长等)。特别要让学生参与到对自己的学习评价中来,让他们认识自我,建立自信,成为学习物理的成功者、积极参与者和自我反思者。教师要引导学生学会自我评价与评价他人,强调学生自我比较,淡化学生之间的相互比较,促进学生在已有水平上的充分发展。最后,评价要促进教师不断提高。物理课程评价倡导教师对自己教学行为的分析与反思,建立以教师自评为主,校长、教师、学生、家长共同参与的评价制度。物理教师要利用评价,多渠道地获得教学信息,反思教学得失,改进教学,不断提高自身的教师专业素养。

第二节 物理学本质及其教育意义

物理学本质是指物理学本身所固有的、决定物理学性质、活动和发展的根本属性。物理学的性质有些是显性的,有些是隐性的。这些隐性的本质需要通

过透过现象来加以认识。^① 认识物理学本质对物理课程与教学是十分重要的。因为课程编订者会以自己对物理学本质的认识来进行物理课程的编订,课程实施者也会以自己对物理学本质的认识来实施物理课程。本节通过对科学本质的再认识,来认识物理学的本质,并揭示其内涵对物理课程与教学的重要意义。

一、科学本质的再认识

人们认识科学的本质有一个渐进的过程。最初人们认为“科学”就是科学知识,如一般英文辞典把科学(science)解释为知识(knowledge)。我国《现代汉语词典》把“科学”解释为“反映自然、社会、思维等的客观规律的分科的知识体系”。由于科学知识一般都通过观察实验的论证,又能有效解释相应的科学现象和解决科学问题,人们便以为科学知识是对自然界本质的真实描述,是绝对的真理。在传统科学教育中长期占主导地位的就是这种基于逻辑实证主义和客观主义的科学知识观。

随着研究的日趋深入,许多学者认为,把科学仅仅解读为知识体系是一种静态的科学本质观,应该用动态的观点来解释科学,并逐步意识到科学是一个包含知识、方法和态度等多向度的活动。从多向度来认识科学本质有许多论述,比较有权威性的有美国科学促进会(AAAS,1990)对科学本质的论述,它将科学本质从“科学知识”、“科学探究”、“科学事业”三个方面来进行阐述:科学知识的本质——世界是可认识的,科学知识是可变的,科学并不能解决所有问题;科学探究的本质——科学讲究证据,科学是逻辑和想象的结合体,科学具有解释和预测的功能,科学试图确定和避免偏见,科学反对权威;科学事业的本质——科学是一种复杂的社会活动,科学分成专门领域并在不同情况下进行研究,科学必须考虑伦理的原则,科学家既作为专家又作为公民参与公众事务。^②

美国《国家科学教育标准》(1996)也从科学教育层面阐述了科学本质的教育标准。如5—8年级的标准为:①科学家利用观察、实验、理论及数学的方法来形成及验证他们对自然界现象所提出来的解释。②科学知识是暂时性的、可以改变的,但大部分的科学知识是经过无数次的实验与观察所产生的,所以这些知识也不是很容易被推翻的。③科学家在面对与现存理论不符合的新证据时,会改变原先的想法。④不同的科学家对于同一个科学现象,可能会产生彼此冲突的实验结果,或是从相同的资料中导出不同的结论。面对此种状况时,科学家最好一起工作以解决他们当初不同的意见。⑤对已有的科学研究、实

① 朱铁成. 物理课程与教学研究. 杭州:浙江大学出版社,2008:36.

② American Association of the Advancement of Science. Science for all Americans. New York: Oxford University Press,1990.

验、观察及理论模型等成果进行评价,也是科学探究的一部分。⑥与科学有关的争议问题可通过科学家之间的互动来解决。①

总的来说,虽然哲学家、历史学家、教育家对科学本质的见解有差异,但在科学教育中引导学生认识科学本质的问题上,有一些共识:①科学知识是暂定性的,会改变,但是在一定时期会相对稳定;②科学知识基于(或至少部分基于)观察和实验的论证;③科学知识是具有主观性的和受到理论驱使的,个人的追求、信念、先前知识、训练、经验和期望等会影响科学研究;④科学知识涉及人的推测、想象和创造(涉及解释的构建);⑤科学是一定文化和社会背景中的人类事业。此外,学生应当理解两个重要的区别:观察与推测的区别、科学定律与科学理论的区别(Lederman,2007)。②

总之,对于科学本质的认识,经历了从客观知识观、科学探究观,发展到包括知识、方法和态度的本质观的过程。随着科学和教育的发展,人们逐渐认识到科学本质的丰富内涵,科学不仅仅是系统化的知识体系,也是一种方法论体系,而且也是包括科学态度与科学精神的价值观体系。

二、物理学本质

从教育的视角,物理学本质可以从“物理学是知识体系”、“物理学是探究”、“物理学是价值观体系”三个方面来认识。

(一)物理学是知识体系

物理学知识主要由物理事实、物理概念、物理学规律、物理学理论等构成。把物理学本质理解为知识体系,要从它的“建构性”、“实证性”、“相对性”等方面加以认识。

1. 物理学知识是人们对物理事物的意义建构

人们在对物理事物探究的基础上,在一定的范围内和一定的条件下对物理事物的现象、过程等作出合乎逻辑的阐释而形成物理学知识。它在一定的范围内和一定的条件下是正确的,具有相对的确定性和稳定性。但这并不意味着它是绝对客观的。因为物理学知识是基于人的“意义建构”,人们感知物理事物,并利用推测、想象、创造来达到物理事物的理性认识。正是由于这种“建构性”及其他一些因素,通过“意义建构”的物理学知识也包含一些错误的可能性;所认

① National Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

② Lederman, N. G. . Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of Research on Science Education. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2007: pp. 831-880.

识到的物理学规律或所建构的理论也或多或少带有人的主观性。

2. 物理学知识需要观察或实验的论证

人们对物理事物的意义建构,要成为物理学知识,必须要经过观察实验或实践的检验。评判某个物理学知识是否科学,不在于它的理论有多高深,而在于它依据的观察资料有多真实,它经受实验检验有多高的重复性。某个物理学理论可以经过许多次的观察或实验的论证被认为是正确的,但仍然难以排除其或然性。因为只要有一次观察或实验与之不符,这个理论就可能要修改甚至被推翻。观察实验和实践是检验物理学知识的唯一标准。

3. 物理学知识具有相对真理的性质

人们对物理学世界的认识是一个逐步深入的过程。由于人的想象、推断等主观因素,各种客观条件如仪器、技术条件的限制,使得物理学知识只能是在一定的范围内或一定的条件下对客观真理的一种逼近,具有相对的真理性。如牛顿三大运动定律在宏观和低速的条件下是经过无数次的实验和观察等客观证据的检验,被认为是与客观事实相符合的正确的知识。但在微观或高速的条件下,它就不再正确。也就是说,物理学知识不是绝对客观的真理,可能会有偏见或谬误,随着时代发展,它会不断地发展。

(二) 物理学是探究

物理学本质上是一种探究活动。把物理学本质诠释为探究,至少要从“探究的普遍性”、“探究的各要素”、“创新知识的手段”等几方面加以认识。

1. 物理学是一种探究,是每个正常人都可以做的探究活动

有些人认为物理学仅仅是物理学家从事的探究活动,并非是其他人所能从事的,而物理学家则是那些神奇的怪人。这种观点从教育意义上讲是不正确的。探究是人类普遍存在的生活样式之一,学生对自己未知的物理学现象的解释,对未知的物理学问题的解决,虽然与物理学家对未知事物的探究有一定的区别,但它们本质上何尝不是一种探究呢?只有确立物理学探究是每个人都可以做的信念,学生才有可能积极主动地投入物理学探究的学习中。

2. 物理学探究需要质疑、观察、提出问题、假说、设计、实验、推理、评价、交流等活动

美国《国家科学教育标准》指出,科学探究的过程主要包括:进行观察,提出问题,查阅书籍和其他信息资源来寻找已有知识,利用各种工具搜集、分析并解释数据,作出答案、解释或预言,以及交流结果。^①我国物理课程标准指出,进行

^① National Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press, 1996.