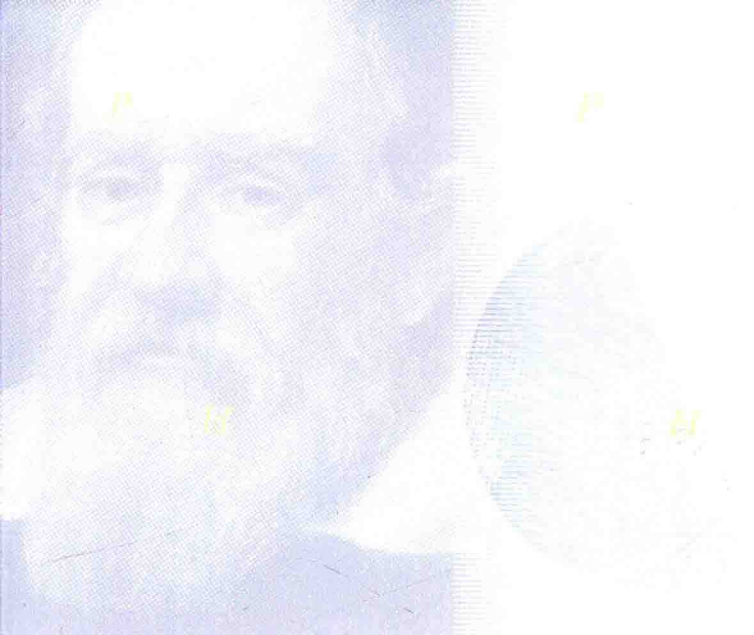




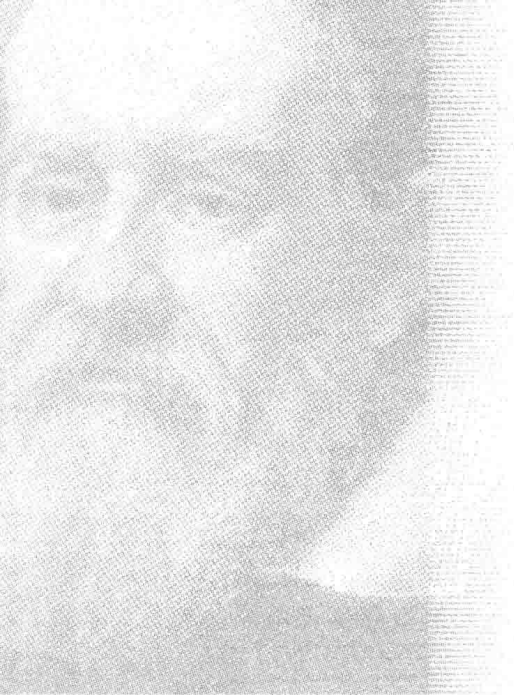
中学物理

课堂教学

王运祿 魏华 杨清源 编著

中学物理教学系列丛书
丛书主编 隗功民

高等教育出版社



中学物理

课堂教学

魏华 杨清源 编著

Zhongxue Wuli Ketang Jiaoxue

中学物理教学系列丛书
丛书主编 魏功民

高等教育出版社·北京

内容简介

本书从教学实践出发,以提升中学物理教学质量为主旨,以提升中学生的物理学科核心素养为目的,主要阐释了如何展现物理课堂教学的魅力,其内容既有理论层面的解读,又有详实具体的案例分析。本书主要包括高中物理课程目标、高中物理课堂教学的科学性和艺术性,以及在物理教学中培养学生的自主学习能力。

本书是为首都师范大学物理系师范特色班的本科生编写的选修课教材。对于新入职的中学物理教师、中青年物理教师,本书也是一本非常有益的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中学物理课堂教学 / 王运森,魏华,杨清源编著.
--北京:高等教育出版社,2016.9
(中学物理教学系列丛书/隗功民主编)
ISBN 978 - 7 - 04 - 045966 - 1

I. ①中… II. ①王… ②魏… ③杨… III. ①中学物理课 - 课堂教学 - 教学研究 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 176457 号

策划编辑	王 硕	责任编辑	张海雁	封面设计	张申申	版式设计	于 婕
插图绘制	杜晓丹	责任校对	高 歌	责任印制	耿 轩		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	廊坊市科通印业有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	12.5	版 次	2016 年 9 月第 1 版
字 数	300 千字	印 次	2016 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010 - 58581118	定 价	22.60 元
咨询电话	400 - 810 - 0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 45966 - 00

自 20 世纪下半叶以来,世界范围内的科学教育改革浪潮不断涌现,各国都在研制和修订科学教育文件,引领本国的基础教育课程改革,以提高国民的科学素养,为科技进步和社会发展培养人才。但国内外的改革实践表明,计划的课程和实施的课程之间存在很大差异,虽然有众多因素影响课程实施,但其中最重要的决定性因素是教师。因此,许多国家向教师教育投入大量经费,各类师范院校也在改革教师教育的体制、内容和方式,以提高教师的专业水平和教育教学能力。

虽然教师的专业发展是一个长期的过程,但高等师范教育阶段是教师专业成长过程中的关键时期,物理教育专业课程的学习和实践奠定了物理教师终身发展的基础。首都师范大学为了解决目前普遍存在的师范教育和中学物理教学实践需求脱节的问题,针对物理师范生的需求设计了系列课程,聘请了北京市中学物理教学界名师,编写了《中学物理教材分析》《中学物理教学设计》《中学物理课堂教学》《中学物理实验研究》等系列教材。教材中凝聚了物理名师们的丰富经验和学术精华,具有鲜明的实践特色。这些内容正是教育家舒尔曼在 1986 年所提出的“学科教学知识”的结晶,是从事中学物理教学实践最重要的知识,也是师范生最欠缺的。

本系列教材目标明确,指向解决中学物理教学的实践问题,为师范生职前教育和入职教学之间建立了桥梁。系列教材涵盖了教材分析、教学设计、教学技能及实验研究等主题,抓住了中学物理教学实践的核心内容和师范生的薄弱环节,突出了物理教学的特色,体现了物理教师必备的核心素养,为中学物理教师专业发展奠定了基础,指明了未来的努力方向。

本系列教材内容丰富,除了荟萃诸多名师的自身实践和研究成果之外,还介绍了众多中学物理教学的优秀案例,有针对性地分析了一些在校师范生的典型习作,融生动性、实用性、深刻性和启发性于一体,符合师范生的认知特点和学习能力。不仅能帮助师范生、新教师跨越教育理论与教学实践之间的鸿沟,而且有助于在职教师的专业成长。

名师们长期工作在教学一线,积累了丰富的教学经验和研究成果,在此基础上亲自为师范生授课,编写讲义,历经五六年的教学实践,逐步完善为本系列教材,实属中学物理教师教育资源中的珍品。我长期从事物理教育研究和师范生的培养工作,深切体会到物理名师的言传身教对于师范生发展的重要价值。我国有大批的师范生,并非都有机会进入北京市物理名师的课堂。我相信本系列教材的出版对于培养优秀的中学物理教师,对于促进我国物理教育学科的发展均大有帮助。

郭玉英

2015 年 11 月于北京师范大学

长期以来,职前教育与入职需要的衔接问题一直都是师范教育改革的重要问题,这个问题的实质就是理论学习与技能培训的关系问题。随着我国基础教育对教师专业发展的要求不断提高,加之教师来源的多元化等因素的影响,社会对于新入职教师的期望越来越高。这就需要新教师在职前教育阶段能够具备较好的师范技能,入职后能够尽快地承担起教书育人的工作。为推进物理师范教育改革,探索中学物理教师人才培养模式,首都师范大学物理系建立了物理师范特色实验班(简称特色班)。自2010年起,每年都通过笔试、说课、面试等环节层层选拔,从物理系本科生中挑选出十几名具有优秀中学物理教师潜质的师范生进行为期两年的特色培养。特色班成立的意义在于:一是以加强实践教学、提高教学技能为切入点和目标,探索物理师范教育人才培养模式的改革与创新之路;二是培养出一批具有优秀中学物理教师潜质的毕业生,为基础教育输送更多的人才。

特色班的课程有所创新,从教育类课程与学科专业课并行开设模式转向教育类课程集中学习模式,增设学科教育课程。其中体现师范教育特色的物理学科教育课程有:中学物理“教材分析”、中学物理“教学设计”、中学物理“课堂教学”和中学物理“听课与评课”等系列选修课。这些课程由中学特级教师或高级教师讲授,其内容来自一线教师的教学实践经验,从中学物理教学的基本内容和基本要求出发,采用阶段性目标管理方式,抓住教学中几个关键问题从操作层面上予以解决。如结合教材具体解决如何备课,如何上课,如何做实验,如何听课评课等。开设这类课程的目的,不仅是为了师范生能够通过教师资格统一考试,而且更深一层的意义在于让师范生经过师范教育后能够获得扎实的理论基础和良好的专业技能,成为优秀中学物理教师的后备力量。

《中学物理教材分析》《中学物理教学设计》和《中学物理课堂教学》就是在首都师范大学物理系特色班授课讲义的基础上编写出来的选修课教材。作者从教学实践出发,以提升中学物理教学质量为主旨,以提升中学生的物理学科核心素养为目的,主要阐释了如何进行中学物理教材分析,如何进行中学物理教学设计,如何展现物理课堂教学的魅力,如何进行听课评课等。教材既有理论层面的解读,又有详实具体的案例分析,主要内容包括:如何进行教材体系和逻辑结构的分析,如何进行教材重点、难点分析,如何通过分析确定教学目标和教学要求;如何做好中学物理最常见的概念课、规律课、探究课、复习课等重要课型的教学设计;在中学物理课堂教学中如何体现课程目标,如何体现教学的科学性和艺术性,如何培养学生的自主学习能力;如何说课;如何听课评课等。对于新入职的中学物理教师,乃至有一定教学经验的中青年物理教师,本系列教材也是一套非常有益的参考书。

II 前言

需要说明的是,我们长期从事中学物理一线教学、教研工作,近几年来才开始着手大学师范教育的理论研究和教学实践,因此,这套教材中肯定会有不妥或疏漏之处,诚挚地希望读者提出宝贵意见,共同探讨,以便不断改进。在此我们深致谢意。

作 者
2016 年 6 月

绪论	1
1 物理教育的核心是科学教育	1
1.1 我国公民的科学素质现状	1
1.2 物理教育必须担负起提高中学生科学素养的重任	3
2 高中物理课程目标	3
2.1 高中物理三维目标	4
2.2 高中物理学科核心素养	5
3 学生心理特征对物理学习的影响	15
3.1 学生认知发展对物理学习的影响	15
3.2 学生个性发展对物理学习的影响	15
3.3 个体差异对物理学习的影响	16
4 展现物理课堂教学的魅力	16
4.1 让学生体会到学习物理的乐趣	16
4.2 培养学生学习的自主性	20
4.3 追求科学、人文、艺术的和谐统一	25
第一章 高中物理课堂教学的科学性	29
1 教学内容	29
1.1 物理知识	29
1.2 物理能力	33
1.3 物理学史	37
2 教学方式	53
2.1 讲授式教学	53
2.2 探究式教学	59
2.3 合作学习	66
2.4 教学十原则	70
3 教学案例	74
【案例1】加速度	74
【案例2】电动势	78
【案例3】法拉第电磁感应定律	83
【案例4】超重和失重	87
【案例5】运动的合成与分解	94
第二章 高中物理课堂教学的艺术性	101
1 锤炼课堂教学的语言	101

1.1	教学语言艺术的具体特征	101
1.2	教学语言艺术的重要作用	103
1.3	教学语言艺术运用的原则	105
1.4	教学语言最佳实践模型	108
1.5	四种情况下的教学语言	110
2	营造学生质疑的氛围	116
2.1	让学生走出简单直接的提问方式	116
2.2	培养学生学会质疑	118
2.3	学习质疑有利于发展能力	121
2.4	学习质疑的过程充满了艺术性	122
3	调节课堂教学的节奏	122
3.1	课堂教学节奏的概念	122
3.2	课堂教学节奏的优化方法	124
3.3	课堂教学节奏对教师艺术素养的要求	126
4	教学案例	127
	【案例1】自由落体运动	127
	【案例2】牛顿第一定律	133
	【案例3】动量	137
	【案例4】行星的运动	142
第三章	在物理课堂教学中培养学生的自主学习能力	149
1	自主学习	149
1.1	有关自主学习的理论	149
1.2	自主学习的条件和影响因素	154
2	培养学生的自主学习能力	159
2.1	培养学生自主学习能力的现实意义	159
2.2	培养学生自主学习能力的物理教学方法	160
2.3	培养学生自主学习能力的学生评价	165
3	教学研究案例	168
	【案例1】如何启发学生自主质疑	168
	【案例2】通过实验探究学生自主学习	172
	【案例3】给学生提供自主和选择的机会	175
	【案例4】学生自主阅读教材构建知识体系	180
	参考文献	189

绪论

2004年6月10日联合国全体会议作出决议,将2005年定为“世界物理年”。决议指出:物理学是认识自然界的基础,物理学是当今众多技术发展的基石,物理教育为培养人的发展提供了必要的科学基础。它高度评价了物理学在认识世界和改造世界以及提高人的科学素质等方面的基础作用。

1 物理教育的核心是科学教育

1.1 我国公民的科学素质现状

科学素质是公民素质的重要组成部分,是当代人在社会生活中参与科学活动的基本条件。公民具备基本科学素质,一般指了解必要的科学技术知识,掌握基本的科学方法,树立科学思想,崇尚科学精神,并具有一定的应用科学处理实际问题、参与公共事务的能力,即所谓的“四科两能力”。具体来说,科学素质包括掌握科学知识的多少、理解科学思想的深浅、运用科学方法的生熟、拥有科学精神的浓淡、解决科学问题能力的大小,综合表现为学习科学的欲望、尊重科学的态度、探索科学的行为和创新科学的成效。

科学素质调查是从美国开始的。1979年,当时任美国伊利诺伊大学公众舆论研究所所长米勒教授开始尝试在美国国家公众科学素质的连续调查中建立对美国成年人(18~69岁)的科学素质评估体系。我国从1992年开始,通过抽样问卷的方法,几乎每隔两年都要进行一次国民科学素质调查。国内的科学素质调查基本上沿用米勒教授建立的科学素质评估体系,从科学素质调查的国际标准题库中选择试题,同时结合我国的实际情况,增加了一些更适应中国本土情况的试题,可以相对客观地反映我国成年人的科学素质状况。

公民的科学素质水平从三个方面进行测度:公民了解必要的科学知识,掌握基本的科学方法,崇尚科学精神的程度。一个被调查者只有同时通过以上三个方面的测试,才被认定为具备基本的科学素质。

根据《全民科学素质行动规划(2011—2015年)》(征求意见稿)中的数据,到2010年,我国公民具备基本科学素质的比例达3.27%,这个数字意味着,咱们国家每100人中,仅有3人具备基本科学素质。比例真的不高。不过,这个数字在2007年是2.25%,在2005年是1.6%,在2003年是1.98%,在2001年是1.4%,在1996年是0.2%。与发达国家相比,中国公民的科学素质水平仍有很大差距。早在1989年,加拿大公众达到基本科学素质水平的比例就有4%了。1991年,日本的比例为3%,1992年,欧共体的比例为5%。而美国在2000年时,公众达到基本科学素养水平的比例已经高达17%。2001年,我国与欧盟15国、美国、日本进行比较时,在对科学知识的了解方面,瑞典排名第一,中国名列最后;在对科学方法的了解程度上,中国也几乎排名最后。

在“了解必要的科学知识”“掌握基本的科学方法”“崇尚科学精神的程度”这三个测量维度中,我国公民“了解必要的科学知识”与国外的差距较大。以9道国际通用的科学知识测试题的平均正确率来看,2008年美国的水平为64%,2010年中国的水平仅为41%。在“掌握基本的科学方法”上,我国公民的科学素养提升缓慢,2005年为7.4%,2007年为6.9%,2010年仅达到9.8%。这主要源于我们长期以来对科学方法和科学研究过程的教育重视不够。

对于“崇尚科学精神的程度”这个维度,国际上没有统一的题目和标准可供对比。历次调查都显示,中国公民不相信迷信的比例还是很高的,而且不同人群之间的差异很小。此外,中国公众对科技发展充满信心与期望。以2010年的调查为例,有84.5%的公民赞成“现代科学技术的发展将给我们的后代提供更多的发展机会”,而在欧盟,这一说法的赞成比例为75%。在对科学研究的支持态度方面,77%的公民赞成“尽管不能马上产生效益,但是基础科学的研究是必要的,政府应该支持”。

当今的中国非常重视公民科学素质的提高,采取了许多行之有效的举措。例如,在《北京市全民科学素质行动计划纲要实施方案(2011—2015)》中,为提高未成年人的科学素质,提出了以下需要重点开展的工作:

(1) 在全市幼儿园开展学龄前科学启蒙教育。鼓励幼儿园、社区和家庭通过开展亲子活动,结合幼儿的特点,利用身边的事物与现象,激发幼儿的好奇心,启发幼儿的观察力、想象力和认识能力。

(2) 注重培养中小学生对科学的兴趣和爱好。针对义务教育阶段的科学教育,推行启发式和探究式教学方法,把科学教育的目标渗透到中小学教育的各门课程和各个环节,特别要提高综合性科学课程,分科的物理、化学、生物和地理等科学课程,劳动技术课程,安全教育课程,综合实践活动课程,以及其他与科学相关的校本课程的教学效果,使中小学生在这一阶段初步形成科学素质。

(3) 加强高中阶段的科学教育。要引导高中阶段学生树立终身学习的理念,初步掌握学习科学的基本方法,使他们能够结合科学课程进行自主探究学习,结合通用技术课程的学习尝试技术设计,并积极开展与科学相关的研究性学习、社区服务和其他社会实践,促进自身科学素质较义务教育阶段有较大提高。

(4) 大力营造崇尚科学的校园文化氛围。进一步缩小城乡、区域和校际之间科学教育的差距,大力推动全市中小学“科技教育示范校”创建活动,使基础教育阶段科学教育均衡发展。

(5) 形成学校(幼儿园)、家庭和社会相结合的综合教育体系。全面整合校外科学教育资源,建立校外科技活动场所与学校科学课程相衔接的有效机制。利用科技类博物馆、科研院所等科普基地和其他青少年科技教育基地的资源,为校外科学教育服务,促进首都地区的科研院所、教育基地向青少年开放。全市要建设青少年科技活动中心等专门的科普活动场所。要充分利用首都雄厚的科技专家资源、大众传媒资源等推进以未成年人为对象的科学传播。组织发挥中科院老科学家科普演讲团、北京老科技工作者总会等智力资源在全市中小学普遍开展科普讲座。

(6) 组织和引导未成年人参与各类科普教育活动。精心举办北京市青少年科技创新大赛,进一步提高参与度,并在全国青少年科技创新大赛上继续保持领先水平,使之成为有国际影响力的知名品牌。实施青少年科技后备人才早期培养计划,青少年科技创新“雏鹰计划”“翱翔计划”,发挥北京金鹏科技团的示范引领作用,办好北京学生科技节、首都“挑战杯”等活动。积极

组织和引导未成年人参与“北京科技周”“全国科普日”“社会科学普及周”等主题活动,以及其他的国际、国内或区域性的科普教育活动。

(7) 积极创造条件,扩大科学教育的覆盖面。全面加强农村中小學生、残疾儿童少年、来京务工人员子女、社会弱势群体家庭子女、特殊家庭子女的科学教育。有针对性地为其提供更多参与科学教育、传播和普及活动的机会,保障未成年人中特殊群体的科学教育、传播和普及的权益。

1.2 物理教育必须担负起提高中学生科学素养的重任

科学的灵感并非神的启示,科学的内涵也并不简单地等同于我们的经验和感觉。科学的知识来自观察我们周围的世界,并用我们的头脑来理解和指导这样的观察。科学是建筑在证据和理性思维(逻辑思维)基础上的。科学的动力是人类的求知欲,对自然的好奇心。这些都是在科学教育中应注意调动和培养的。

科学教育不仅使人获得工作、生活所需要的知识和技能,更重要的是使人受到科学思想、科学精神、科学态度及科学方法的熏陶和培养,使人获得非生物本能的智慧,以及非与生俱来的灵魂。

由于物理学本身的特性,它对学生自然观、世界观、思维方式和思想方法的形成具有直接而重要的作用。所以,物理教育不能只停留在知识传授、定律应用这个层面,而是要通过它义不容辞地担负起提高学生科学素养的重任。

当前,这个重任的重要表现就是帮助那些只为考试而学而且只会考试的孩子们,着力引导学生拨开应试的迷雾。在《费曼物理学讲义》的结束语中,作者深情地说道:“我讲授的主要目的,不是为你们参加考试做准备,甚至不是为你们服务于工业或军事做准备,我最想做的是给出对于这个奇妙世界的一些欣赏,以及物理学家看待这个世界的方式,我相信这是现今时代里真正文化的主要部分。也许你们将不仅对这种文化有欣赏,甚至也可能会加入人类理智已经开始的这场伟大的探险中去。”

费曼说得非常好,想得也非常远。我们当前的中学物理教学现状,与这种大物理教育的理想相差甚远。为了我们的下一代,为了国家的未来,基础教育阶段的物理教学任重道远。

2 高中物理课程目标

在小学科学课程和初中物理课程的基础上,高中物理课程旨在进一步提高学生的科学素养,从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个方面培养学生,为学生终身发展、应对现代社会和未来发展的挑战奠定基础。

《普通高中物理课程标准(实验)》提出,高中物理课程的总目标为:

学习终身发展必备的物理基础知识和技能,了解这些知识与技能在生活、生产中的应用,关注科学技术的现状及发展趋势。

学习科学探究方法,发展自主学习能力,养成良好的思维习惯,能运用物理知识和科学探究方法解决一些问题。

发展好奇心与求知欲,发展科学探索兴趣,有坚持真理、勇于创新、实事求是的科学态度与科学精神,有振兴中华,将科学服务于人类的社会责任感。

了解科学与技术、经济和社会的互动作用,认识人与自然、社会的关系,有可持续发展意识和全球观念。

2.1 高中物理三维目标

每一项自然科学的重大发现、重大成果,不只是真理性的认识,不只是改变物质世界,同时它也改变着人们的自然观、世界观和思维观念。因此,科学的完整含义并不仅仅是知识,应该是科学知识、科学过程、科学文化三者的和谐统一。这就是科学本身的完整内涵。高中物理教学的三维培养目标——知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观,就是科学的完整内涵在科学教育中的反映。

从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观这三维目标来看,高中物理教学的具体目标如下:

(1) 知识与技能

学习物理学的基础知识,了解物质结构、相互作用和运动的一些基本概念和规律,了解物理学的基本观点和思想。

认识实验在物理学中的地位和作用,掌握物理实验的一些基本技能,会使用基本的实验仪器,能独立完成一些物理实验。

初步了解物理学的发展历程,关注科学技术的主要成就和发展趋势以及物理学对经济、社会发展的影响。

关注物理学与其他学科之间的联系,知道一些与物理学相关的应用领域,能尝试运用有关的物理知识和技能解释一些自然现象和生活中的问题。

(2) 过程与方法

经历科学探究过程,认识科学探究的意义,尝试应用科学探究的方法研究物理问题,验证物理规律。

通过物理概念和规律的学习过程,了解物理学的研究方法,认识物理实验、物理模型和数学工具在物理学发展过程中的作用。

能计划并调控自己的学习过程,通过自己的努力能解决学习中遇到的一些物理问题,有一定的自主学习能力。

参加一些科学实践活动,尝试经过思考发表自己的见解,尝试运用物理原理和研究方法解决一些与生产和生活相关的实际问题。

具有一定的质疑能力,信息收集和处理能力,分析、解决问题能力和交流、合作能力。

(3) 情感态度与价值观

能领略自然界的奇妙与和谐,发展对科学的好奇心与求知欲,乐于探究自然界的奥秘,能体验探索自然规律的艰辛与喜悦。

有参与科技活动的热情,有将物理知识应用于生活和生产实践的意识,勇于探究与日常生活有关的物理学问题。

具有敢于坚持真理、勇于创新 and 实事求是的科学态度和科学精神,具有判断大众传媒有关信息是否科学的意识。

有主动与他人合作的精神,有将自己的见解与他人交流的愿望,敢于坚持正确观点,勇于修

正错误,具有团队精神。

了解并体会物理学对经济、社会发展的贡献,关注并思考与物理学相关的热点问题,有可持续发展的意识,能在力所能及的范围内,为社会的可持续发展做出贡献。

关心国内、外科技发展现状与趋势,有振兴中华的使命感与责任感,有将科学服务于人类的意识。

以知识为线索展开教学,并不排斥对过程与方法、情感态度与价值观的重视。过程与方法、情感态度与价值观需要以知识为载体。尽管教学展开的线索是知识,但过程、情感目标融在知识之中。同一段教学中,三个维度的内容要有机地交织在一起,不存在哪个为主哪个为辅的问题。在高中物理教学过程中,只有正确地理解三维培养目标的关系才能在教学实践中有效地落实教学目标。对于知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观这三个维度的培养目标之间的关系,应该是重视知识与技能,关注过程与方法,渗透情感态度与价值观。

2.2 高中物理学科核心素养

新一轮高中课程标准提出了核心素养的概念。所谓核心素养是学生在接受相应学段的教育过程中,逐步形成的适应个人终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力。核心素养是个体在解决复杂的现实问题过程中表现出来的综合性能力。核心素养不是简单的知识或技能,它是以学科知识技能为基础,整合了情感态度与价值观在内的,能够满足特定现实需求的综合性表现。

高中生核心素养共分9大素养,23个基本要点,如下表所示:

核心素养	基本要点
1. 身心健康	1.1 体魄强健
	1.2 人格健全
	1.3 尊重生命
2. 学会学习	2.1 乐于学习
	2.2 善于学习
3. 实践创新	3.1 学以致用
	3.2 敢于创新
4. 公民道德	4.1 品德修养
	4.2 社会责任
	4.3 法治信仰
	4.4 生态意识
5. 国家认同	5.1 国家意识
	5.2 政治认同
	5.3 文化自信

续表

核心素养	基本要点
6. 国际理解	6.1 全球视野
	6.2 尊重差异
	6.3 合作共生
7. 人文底蕴	7.1 文化积淀
	7.2 人文情怀
8. 科学精神	8.1 追求真理
	8.2 实事求是
9. 审美情趣	9.1 感悟鉴赏
	9.2 表达创造

学科核心素养是核心素养在特定学科(或学习领域)的具体化,是学生学习一门学科(或特定学习领域)之后所形成的、具有学科特点的关键成就,是学科育人价值的集中体现。

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必备品格和关键能力,学生通过物理学习内化的带有物理学科特性的品质,是学生物理核心素养的关键成分。物理学科核心素养主要由物理观念、科学思维、实验探究、科学态度与责任四个方面的要素构成。通过高中阶段的物理学习,学生的物理学科核心素养应发展到如下水平:

(1) 物理观念

形成经典物理的物质观、运动观、能量观、相互作用观等,能用其解释自然现象和解决问题;初步具有现代物理的物质观、运动观、能量观、相互作用观等,能用这些观念描述自然界的图景。

(2) 科学思维

具有构建理想模型的意识 and 能力;能正确使用物理思维方法,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问题;具有使用科学证据的意识和评估科学证据的能力,能使用证据对研究的问题进行描述、解释和预测;具有批判思维的意识,能基于证据大胆质疑,从不同角度思考问题,追求科技创新。

(3) 实验探究

具有科学探究意识,能发现问题、提出合理猜测;具有设计实验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;具有分析论证的能力,会使用各种方法和手段、处理信息,描述、解释实验探究结果和变化趋势;具有合作与交流的意愿与能力,能准确表达、评估和反思实验探究过程与结果。

(4) 科学态度与责任

能正确认识科学的本质;具有学习和研究物理的好奇心与求知欲,能主动与他人合作,尊重他人,能基于证据和逻辑发表自己的见解,实事求是,不迷信权威;在进行物理研究和物理成果应用时,能遵循普遍接受的道德规范;理解科学、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、促进可持续发展的责任感。

高中物理学科核心素养应作为学生学习高中物理的结果来定位。高中物理学科教育留在学生身上最有价值的东西,应该是高中物理学科核心素养。

高中物理学科核心素养是物理知识和技能、过程与方法、情感态度和价值观的整合;是个体在面对复杂的、不确定的现实问题时,能够综合运用物理观念、物理思维模式和探究技能等发现问题、解决问题的综合品质;高中物理学科核心素养的提出和实践,已经蕴含了物理学习方式和教学模式的变革。

2.2.1 以物理观念统领物理教学

爱因斯坦指出:“在建立一个物理学理论时,基本观念起了最主要的作用。物理书上充满了复杂的数学公式,但是所有的物理学理论都是起源于思维与观念,而不是公式。”由此可见,物理观念在物理学理论形成和发展中发挥着重要作用。以物理观念统领物理教学,可以帮助师生从纷杂的概念、规律、定理、公式中跳出来,站在更高的位置上,以知识和技能为基础,研究真实、典型的科学过程,客观全面地理解物理课程的教育价值。

下表所示的两例是教师在“动量”教学中导入环节所设计的问题,目的是引发学生深入思考,建立动量的概念。以此为例,说明什么是物理观念统领下的物理教学。

教学环节	例 1	例 2
导入环节	• 如果飞来一只足球你敢用头顶吗? • 如果飞来一只铅球你敢用头顶吗? • 如果飞来了一颗质量没有足球大的子弹你敢用头顶吗? • 运动物体的作用效果与什么有关?	• 你能计算运动员击球所用的力和球的速度吗? • 你能计算出炮弹出膛时所受的力和速度吗? • 怎样计算火箭升空时受的力和速度? • 能否用牛顿第二定律分析这些情况下物体的受力情况和速度变化?

在例 1 中,教师首先问学生:足球、铅球、子弹先后飞来,你敢用头顶吗? 学生回答:敢顶足球,不敢顶铅球和子弹。教师接着问:为什么? 学生回答:不敢顶质量大、速度快的物体。教师接着提出问题:运动物体的作用效果与什么有关? 教师希望学生通过分析得出运动物体的作用效果与质量和速度因素有关,从而建立动量概念。

在例 2 中,教师带领学生回忆击球、炮弹出膛、火箭升空的情境,提出问题:怎样计算台球、炮弹、火箭受力和速度变化的情况? 当学生充分思考并尝试用牛顿第二定律计算时,教师接着提出问题:能否用牛顿第二定律分析这些情况下物体受力情况和速度变化? 当学生意识到用已有的知识无法解决问题时,教师指出:原则上,我们可以用牛顿定律解决所有力学问题,但是像碰撞、炮弹发射和爆炸、火箭升空这样受力情况比较复杂的实际问题,直接用牛顿定律解决就非常困难。需要引入新的概念。接着带领学生回顾历史上动量概念的建立过程,科学家的思考及所做的工作。教师希望学生在了解历史上科学家的思考过程的基础上,再通过分析、综合、对比、归纳等思维活动建立动量概念。

动量概念的建立,在物理学发展史上具有重要意义。上述两例虽然都是建立动量概念,但引发的思考却不一样。例 1 通过举例限定了学生的思维,等于直接告诉学生“运动物体的作用效果与质量和速度有关”,然后给出动量的定义、公式、单位,从而建立动量概念。这样的教学过程,学生的思考是肤浅的,对动量概念的理解是狭隘的。例 2 则通过碰撞、打击、爆炸等实例,引发学生思考。学生带着问题,跟随教师回顾历史上物理学家在寻找自然界守恒规律的过程中,如何通过

研究碰撞等复杂的力学问题,建立动量概念的思想和方法,引导学生思考运动的量度与追寻守恒量的关系、思考自然界的对称性和物理守恒律之间的关系、思考研究碰撞现象在物理学发展中的意义和作用等。这样的教学过程,教师把建立动量概念的过程放在大的历史背景中,学生的思考是深刻的,对动量概念的理解是全面的。同时,通过学习动量概念,学生逐渐认识“每一种守恒定律,必定有其伴随的物理对称性”这样的物理观念。

物理观念统领下的教学,强调从更高、更系统的视角看待物理课程,强调在理解和掌握物理概念和规律的过程中,关注物理学家如何提出科学问题,他们在思考和解决物理问题过程中有哪些关键环节;关注在物理知识形成过程中,形成了哪些思想方法、研究规范,如何形成了知识系统;关注物理学在研究自然的过程中形成了什么观念,这些观念又是怎样发展并演进成为今天的物理观念。

在强调物理观念统领物理教学的重要性时,需要特别说明两点:第一,物理观念是学生在主动学习的活动中,在深刻理解和应用物理概念和规律的过程中,由教师适度渗透、学生逐渐领悟而慢慢习得的,这就需要教师对物理观念有系统的认识和清晰的理解,在设计教学时注意用观念统领教学。第二,观念统领下的教学不是弱化对概念规律的学习,而是强调不断加深对概念和规律的理解,促进思维的深刻性和广泛性,从而帮助学生逐渐形成科学地认识世界的意识、理智地判断和选择的能力,学会用科学的方法和规范思考问题,成为具有较高科学素质的公民。^①

2.2.2 以培养学生的物理思维为核心

物理学中的科学思维,即物理思维,其重要作用是将物理观察与物理实验所得到的感性认识上升为理性认识,并从已有的理性认识获得新的理性认识。高中物理教学的核心内容是培养学生的物理思维。

物理学史可以让学生领略前辈物理学家在探索研究中运用的科学思维。我们在高中物理教学中,不仅要讲授前人的研究成果,还应该对物理学史进行剪裁与整合,选取科学问题的提出、深化和解决过程中的关键环节,以及做出主要贡献的物理学家科学思维方式和研究方法的精华、所得科学结论的深刻内涵,把它们融于现实的物理概念、规律的教学之中。当然,即使剪裁过的物理学史,也需要用发展的观点进行现代审视,在一定程度上也不是历史的重述,而是可以成为一种新的教学结构和教学线索。这种新的教学结构和教学线索,在不违背物理概念、规律的科学内涵的前提下,还应该照顾到高中生的认知水平和已有基础,不必过分追求数学上的严密和理论体系在逻辑上的严谨,而应该更加注重物理思想的清晰和物理图像的鲜明。^②

例如,在进行“万有引力定律”教学时,我们的确追寻了地心说到日心说的演进过程,讲授了开普勒的研究及其行星运动三定律,也提及了牛顿关于苹果和月亮的思考,回顾了月地检验和卡文迪许对引力常量的测定。这些就是把科学问题的提出、深化和解决过程中的关键环节,做出主要贡献的物理学家科学思维方式和研究方法的精华,万有引力定律的内涵都展现了出来。但是,在推导万有引力定律的过程中,现实教学并没有采用牛顿在《自然哲学的数学原理》中用几何求极限的方法,去得出太阳对行星的引力公式,而是选择在圆周运动的特殊情况下,直接利用

① 冯华. 以物理观念统领物理教学. 课程·教材·教法, 2014(8).

② 张维善. 牛顿运动定律的历史追问与现实教学//北京物理学会高中物理专题组. 高中物理教学深层研究. 北京:首都师范大学出版社, 2013:19.

了牛顿第二定律的现代形式。这种做法,既撇开了用几何学求极限的烦琐与困难,又与高中生已有的认知基础和认识水平相衔接,同时也不违背科学性原则。

科学研究中常用建立“理想化物理模型”的科学思维方法。物理模型是为了便于研究而建立的高度抽象的反映事物本质特征的理想物体。应用科学抽象和概括,将具体、复杂的物体或过程用简化的模型来代替,可以突出主要矛盾,简化问题,便于研究物理的主要性质,便于找出其中的规律。

物理学中有许多理想化的物理模型。如,力学中的质点、刚体、光滑面、弹簧振子、单摆、理想流体等;热学中有分子模型、理想气体等;电学中有点电荷、检验电荷、匀强电场、匀强磁场、电场线、磁感线、纯电阻、纯电感、纯电容、理想变压器等;光学中有点光源、线光源、面光源、光线、薄透镜等;原子物理学中有原子的核式结构、原子的能级等。另外,还有匀速运动、匀变速直线运动、抛体运动、天体的匀速圆周运动、简谐振动、简谐波、弹性碰撞、准静态过程、气体的等温变化、等压变化、等体变化、绝热过程等理想过程也属于理想化的物理模型。

激发学生的好奇心和求知欲,着力培养学生的创新精神,是基础教育改革的方向。要想培养学生的创新意识,在教学中教师一定要鼓励学生勇于质疑,发展学生的批判性思维。批判性思维过程包括辨别对方的立场、论辩过程和结论,以有逻辑、有见解的方式独立思考问题,整合信息,形成新的立场,以一种结构清晰、推理严密且具有说服力的方式介绍自己的新观点。

费曼以卓越的批判性思维的眼光,对大学本科生提出忠告:“大自然整体的每一片段或部分,始终只是对完整真理的逼近。事实上,我们知道的每件事都只是某种近似。因为我们知道我们至今还不知道所有的定律,所以我们要学习一些东西,正是为了以后再放弃它,或者,更恰当地说,再改正它。”“自然定律是近似的,我们先发现‘错’的定律,然后再发现‘对’的定律。”

原子模型的发展史就是一个非常好的例证。1897年汤姆孙发现电子,1898年提出原子的“枣糕模型”;1909年卢瑟福指导他的学生进行 α 粒子散射实验研究,而“枣糕模型”无法解释 α 粒子大角度散射的实验结果,1911年卢瑟福提出了原子的核式结构模型;但是,核式结构模型用经典物理学无法解释原子的稳定性,也无法解释原子光谱的分立特征,1913年玻尔结合普朗克的量子观念,提出了自己的原子结构理论(轨道量子化、能量量子化);然而,由于玻尔模型是建立在经典物理理论基础上的模型,仍然有许多无法解释的问题。爱尔兰作家萧伯纳曾诙谐地说:“科学总是从正确走向错误。”这种调侃对于人类的认识过程不失为一种幽默的表述。

爱因斯坦曾说:“一个人掌握了学科的基本原理,并学会如何独立思考的时候,他将找到属于他自己的道路。”物理课程要培养学生的物理思维,课堂教学中就得促使学生进行深入的思考。课堂教学中我们为学生创设问题情境,使学生产生解决问题的期待;我们做实验让学生看到物理事实;学生进行探究实验,获得直接经验。这些教学环节的核心任务就是要让学生通过对物理现象和物理事实的观察,在教师的指导下,经过分析、总结和归纳,概括出其中的道理,将认识上升到物理概念和物理规律的层面上,并用物理概念、物理规律解决和解释现实生活、生产以及科学技术中的有关问题。这样的过程是培养学生物理思维能力的重要过程。通过上述教学过程将学生头脑中的想象世界逐渐变成物理世界,同时学会用物理世界的目光去看待现实世界。

2.2.3 发挥实验在物理教学中的重要作用

物理实验是高中物理教学中的重要内容。物理知识来源于实践,特别是来源于科学实验的实践。学生学习物理知识的过程,跟前人探索物理知识的过程有很多相似之处,实验能够帮助学