

基于“科教融汇”的《物理学原理及工程应用》课程教学内容改革研究

吴玲 邵春强 石小燕 尤素萍 赵超樱

(杭州电子科技大学理学院 浙江杭州 310018)

摘要: 本文基于“科教融汇”的育人理念进行了《物理学原理及工程应用》课程教学内容的改革,从教学目标的重新定位、教学内容的整合优化、教学方法的创新等方面介绍了《物理学原理及工程应用》课程教学内容改革的具体措施。经过多年的实践,形成了以学生为中心的、反映前沿性和时代性、强化理论与科学研究、工程实践结合的教学内容,促进了创新人才的培养。

关键词: 科教融汇; 物理; 教学改革; 教学内容

科教融汇、创新发展,是新时代新型研究型大学建设的重要特征。习近平总书记在党的二十大报告中把教育、科技、人才在全面建设社会主义现代化国家中的战略意义概括为“基础性、战略性支撑”,明确将教育、科技、人才作为一个整体来论述,并强调要“推进职普融通、产教融合、科教融汇”。切实推进科教融汇,是推动新一轮科技革命和产业变革深入发展的必然要求,是实现高水平科技自立自强的有力支撑,是创新人才培养模式的重要突破口。

为满足培养面向未来、具有卓越创新能力的新工科人才的需求,我校自2015年开设了《物理学原理及工程应用》,是公共物理课程分层次教学改革的一项重要内容。此课程是与《大学物理》课程并行设置的公共基础课,课程内容满足理工科大学物理课程教学基本要求,是培养学生科学素养和创新能力的重要途径。面向的专业包括数学与应用数学、信息与计算科学、机械工程、机械设计制造及其自动化、车辆工程、测控技术与仪器、材料科学与工程、计算机科学与技术、软件工程等。在多项省级、校级教改项目的支持下,实行小班化教学,先后开展了研讨式教学、翻转课堂教学、混合式教学模式改革研究与实践,改革成果相继在大学物理课程中得以推广。基于多年的改革实践,教学团队编写出版了一套满足大学物理研讨式教学需求的教材《物理学原理及工程应用》(上下册)。基于课程项目和团队培养,近三年指导学生参加省大学生物理实验与科技创新竞赛、全国大学生物理实验竞赛等,获省级、国家级奖项30余项。为支撑高校创新人才培养模式,充分发挥《物理学原理及工程应用》课程在创新人才培养中的地位和作用,《物理学原理及工程应用》课程的教学迫切需要继续进行相应变革。随着教育模式的不断革新,科教融汇已成为公共物理教学改革的重要方向。

本文依据新工科成果导向教育(Outcome Based Education,简称OBE,也称为产出导向教育)理念和人才培养方案及专业培养目标,结合“科创融汇”的育人理念,挖掘课程中充分体现创新思维、创新意识和创新能力的知识点,重组、优化课程内容,改革、完善教学模式,探讨《物理学原理及工程应用》课程教学内容的改革路径和实施策略,旨在构建更加符合现代教育需求的物理课程体系。

1. 基于科教融汇的理念开展教学内容改革

科教融汇的理念于19世纪初由德国教育家威廉·冯·洪堡提出,并在19世纪后期由美国约翰·霍普金斯大学建立研究生教育机构而落地实现。两个世纪以来,无论是高校与科研机构紧密合作,还是在高校内部系统整合科研与教学,以科教融汇带动人才培养和科技创新,已成为世界高水平大学的普遍共识,

在高等学校教育领域产出了较为丰富的研究成果。这些研究成果多是从建设高水平研究型大学、设计专业人才培养方案等方面阐述科教融汇理念的实践研究^[1-2]。也有一些研究成果报道了基于科教融汇理念的专业课程改革探索^[3-4],而对于如何应用科教融汇指导《大学物理》、《物理学原理及工程应用》等公共物理基础课程教学设计的实践研究较为薄弱。

《大学物理》、《物理学原理及工程应用》等公共物理基础课程是学生学习教育技术知识的基础,同时也是培养学生科学素养和创新能力的重要途径。国内高校也积极开展了大学物理课程的教学改革。相关研究成果主要集中在理论研究、教学模式改革实践、评价体系等方面,教学内容改革研究较少^[5]。大学物理类教材不论国内还是国外都不乏经典、精品,然而教材不等同于教学内容。“科教融汇”理念下,要求科研与教学深度融合、强化教学流程中的科研元素,强调理论与实践相结合,因此需要重新设计考评方法、设计教学内容、设计教学活动等等,各个环节相互支撑。

本文作者根据我校的师资、学生学情、专业设置、实验资源等教学条件,开展了基于“科教融汇”理念的《物理学原理及工程应用》课程教学内容的改革,注重实践研究,其研究成果将有助于优化教学环节,提高教学质量,提高高校创新人才培养的目标达成度。

2. 《物理学原理及工程应用》课程教学内容改革的探索

2.1 教学目标的重新定位

在“科教融汇”理念指导下,对《物理学原理及工程应用》课程的教学目标进行重新定位是非常重要的。教学目标的重新定位不仅需要反映学科的前沿发展,还要适应学生未来职业发展的需求。结合本校办学定位、学生情况、专业人才培养要求,我们将学习本课程后应该达到的目标分为以下三类。

一是知识目标。对课程中的基本概念、基本原理、基本方法能有较全面系统的认识和正确的理解;能准确区分和辨别不同物理学原理和方法适用的场景;能熟练运用矢量和微积分处理物理学问题。

二是能力目标。具有独立获取和应用知识的能力;具有科学观察和思维的能力,能应用物理学知识解决日常及工程应用中的简单问题;具有创新能力,具备分析问题和解决问题的能力;具有实践技能和工程应用能力,能利用物理学知识对科学及工程问题进行分析、讨论和研究方案制订。

三是素养目标。具备一定的科学素养,树立科学世界观,掌握辩证唯物主义世界观和方法论;通过物理学史和中国当代科技成就故事,增强学生的民族自豪感和自信心;树立追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感,塑造科技报国理想。

2.2 教学内容的优化整合

2.2.1 教学内容模块化

《物理学原理及工程应用》课程的教学要求与《大学物理》课程一致。传统的大学物理课程主要内容基于教材,知识更新速度落后于科技发展。而科研的前沿成果作为科技创新活动最直接、最集中的体现,对于人才培养的促进作用往往是最突出、最有效的。基于“科教融汇”的育人理念,课程内容要求引入科学技术的前沿问题,强化前沿成果在教材建设中的先导作用,加强理论与工程应用、科学问题的结合。为此课程内容应通过改革合理增加课程的难度和深度、激发学生的好奇心。如何优化课程内容,实现“科教融汇”,让学习真正激发学生的兴趣和潜能,实现探索精神、创新能量的培养,是课程教学内容改革的一个主要内容。

教育部在《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》中提到“树立工程教育新理念,……着力提升学生解决复杂工程问题的能力,加大课程整合力度”。据此意见,本课题组结合新工科专业人才培养目标和课程教学目标,基于 OBE 理念,坚持“学生中心、产出导向、持续改进”的教育理念,结合科教融汇的育人理念,将教学内容优化整合为两大部分:“物理学原理”和“应用类专题”。“物理学原理”部分由基本的、核心的原理构成;“应用类专题”部分,将除核心原理以外的知识点模块化、项目化、案例化,结合实际应用,形成“工程应用和科学问题”专题,构建以科学问题和工程应用实例为大框架、理论知识填充的知识结构。

例如在“质点力学”这章的教学内容中,“物理学原理”部分的内容包括质点力学的基本概念、基本定律(牛顿运动定律、动量定理和动量守恒定律、动能定理和机械能守恒定律等);“应用类专题”为我国航天重大项目月球探测工程——“嫦娥工程”。嫦娥工程是多种高端技术联合的系统工程,反映了国家的综合实力。这一专题的教学内容主要是应用力学原理,从发射、环绕、变轨、着陆、返回五个方面展开简要分析。“嫦娥工程”的“发射”部分从两方面讨论了火箭的速度,一是火箭获得的速度与火箭质量的关系;二是第一、第二、第三宇宙速度的推导。“环绕”部分则由开普勒行星运动三定律引出角动量的定义以及角动量守恒定律。

2.2.2 教学与科研深度融合

在当前高等教育中,物理课程不仅承载着传授物理知识的任务,更肩负着培养学生科学思维和实践能力的重要使命。科教融汇,即科学教育与教学实践的深度融合,是提高教学质量和学生能力的有效途径。将最新的物理研究成果和现代科技应用融入课程内容。不仅能够激发学生的学习兴趣,还能帮助他们理解物理学在当代科技中的应用。

当前科教融汇在课程教学中应用的普遍情况,较多的仍局限于大学老师在课堂上穿插部分科研的前沿理论内容,或是开设科学研究相关专题讲座等,让学生接触科学创新实践的机会不多。在教学实践中,如何通过关键问题和科研项目牵引,设计研究项目,将教学内容“项目化”,开展基于项目的学习,是课程教学内容改革的又一主要内容。

我们在教学内容中设计了多个基于科学问题的研究课题,例如在“刚体力学”中提出“卫星的自旋稳定问题”,以研究旋转刚体的陀螺效应为出发点,理解陀螺的进动,进而研究卫星自旋转动的转动惯量、角动量、动能和稳定性,最后还介绍了我国发射的双自旋卫星“东方红二号”,它的成功发射开始了我国用自己的通信卫星进行通信的历史。

2.2.3 强化实践教学

为实现基于“科教融汇”的教学目标中的能力目标,需要强化实践教学,在教学内容中增加实验和项目实践,提高学生的动手能力和问题解决能力。例如在“光的偏振”这一章中设计了探究性研究项目:请设计一个实验方案,测量通过两个偏振片后的光强,研究光强变化的规律,并给出表达式。这一研究项目实质上是要求学生从实验规律总结出马吕斯定律,在研究过程中体验科学研究的一般过程,锻炼发现问题、解决问题的能力,进而培养创新能力,能在以后的实践中灵活应用物理学知识解决问题。

2.2.4 多学科资源整合

基于“科教融汇”的教学内容还需要进行多学科资源整合。学生在项目化研究中不仅需要物理知识,可能还需要公式推导、结果处理、电路涉及等。因此,教学内容需要整合数学、计算机科学、电子信息工程等相关学科资源,构建跨学科的知识体系。例如在电磁学的“应用类专题”中有一个项目是“电磁炮的设计与制作”,要求学生计算电磁炮的各参数,先进行数值模拟,再设计电路制作电磁炮,最后设计实验方案验证电磁炮的威力。

2.3 教学方法的创新

整个课程教学环节中,教学内容不是孤立的一部分,为实现培养目标、取得学习成果,教学内容、考评方法、教学活动都需要精心设计,相互支撑。在改革实践中,本课题组通过整合教学资源,形成集教材、视频、习题、研究性项目、实验等多种内容为一体的教学内容体系,并针对不同类别的教学内容采用不同的教学方法,例如研讨式教学、线上线下混合式教学、翻转课堂等教学模式。同时,还利用信息技术,如线上教学平台、虚拟实验等,提高教学的互动性和趣味性;通过各种教学活动,鼓励学生积极参与课堂讨论和活动,提高他们的参与度和学习动机;建立有效的反馈和评估机制,帮助学生了解自己的学习进度和存在的问题,促进他们的持续改进。

3. 结论

新工科建设对公共物理基础课程的教学提出了更高的要求,基于“科教融汇”的《物理学原理及工程应用》课程的教学将更强调科学教育与教学实践的深度融合。改革后的教学内容突出核心原理、强化理论与工程应用和科学问题案例的结合,注重实践研究。《物理学原理及工程应用》课程教学内容改革的研究成果将有助于优化教学环节,提高教学质量,持续改进,提高高校人才培养的目标达成度,可为创新工程应用型人才培养提供可借鉴的实践经验。

参考文献:

- [1] 王云鹏. 走好科教融汇育人路 加强拔尖创新人才自主培养[J]. 中国高等教育, 2023 (Z2): 16-19.
 - [2] 曾勇. 构建高水平科教融汇的内在逻辑与路径探索[J]. 中国高等教育, 2024 (5): 17-21.
 - [3] 周鹏, 陈宇, 布锦钊, 吕子悦, 郭锐, 赵青, 秦玉鑫. “专创融合, 科教融汇”背景下《电工电子技术基础》课程探索与实践[J]. 管理工程师, 2024, 29 (2): 70-75.
 - [4] 刘秋平, 杨阿三, 蔡金法, 刘玲, 计伟荣, 强根荣. 科教融汇、多维贯通的化学化工实验教学新范式建设[J]. 大学化学, 2024, 39 (X): 1-7.
 - [5] 谢东. 浅谈“大学物理”课程教学中的科教融合[J]. 物理通报, 2019 (9): 29-31.
- 作者简介: 吴玲(1978—), 女, 汉族, 博士, 副教授, 研究方向为光学。