

文章编号: 1004-4353 (2024) 02-00114-04

新工科背景下“大学物理”混合式教学模式的探索与实践

肖宇

(南京林业大学 理学院, 南京 210037)

摘要: 大学物理是高等学校理工科类专业学生的一门重要必修基础课程。在新工科背景下, 提出了一种将“科技前沿”“虚拟实验”“线上线下”和“历史文化”4 个板块融入大学物理课程教学方法, 并介绍了各板块在教学实践中的具体应用。该方法可对“大学物理”混合式教学模式的开展提供良好参考。

关键词: 新工科; 大学物理; 混合式教学模式; 课程改革

中图分类号: G642.3 文献标志码: A

Exploration and construction on the hybrid teaching model of “college physics” under the new engineering background

XIAO Yu

(College of Science, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: “College physics” is an important foundational compulsory course for students majoring in science and engineering of higher education institutions. Thus, it is required for new engineering background, which introduces the methods of cutting-edge technology, virtual experiments, Online and classroom and integrating history and culture, into the teaching of college physics. The established methods provide reference for the optimization of teaching system and mode in higher education.

Keywords: new engineering; college physics; hybrid; improvement and optimization

0 引言

2017 年 2 月以来, 教育部积极推进新工科建设, 先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”, 并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》, 以全力探索工程教育的新模式, 着力培养符合新时代要求的工科人才。近年来, 一些学者也对如何加强新工科建设进行了探索, 如文献 [1-5], 这些研究对新工科建设和对工科人才的培养起到了积极作用。大学物理是高等学校理工科各专业学生的一门重要必修基础理论课。通过课程的学习, 可使学生熟悉自然界物质的结构、性质、相互作用及其运动的基本规律, 为后继专业课程的学习及进一步获取有关知识奠定必要的物理基础。

投稿日期: 2024-04-25

基金项目: 教育部产学合作协同育人项目 (231107288035208)

作者简介: 肖宇 (1989—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为稀土发光研究与大学物理理论及实验。

为了提高学生学习大学物理的积极性和教学质量,近年来多所高校从大学物理的课程体系、教学模式和教学内容等多方面进行了改革,并取得良好效果^[6-7]。混合式教学模式是把传统教学方式的优势与现代信息技术相互融合的一种教学模式,研究显示该教学方法不仅可以充分发挥教师引导、启发、监控教学过程的主导作用,而且还可充分体现学生作为学习过程主体的主动性、积极性与创造性。在新工科背景下,笔者探讨了在大学物理课程中如何开展混合教学模式的方法和途径,以为提高大学物理教学的改革、创新以及工科人才的培养提供参考。

1 “混合”前沿物理知识,夯实基本理论功底,领悟基础学科知识的重要性

1.1 前沿知识的引入是夯实学生基础知识的可行方案

大学物理课堂应该成为广大青年学子了解自然世界的有效途径之一。《三体》等小说的畅销及电视剧的热映,充分说明了:新一代青年对科学研究和探索未知领域充满了热情。然而,现实情况是大学物理与高中物理在力、热、光、电、磁等诸多教学内容上存在广泛重叠的现象。教材主体内容,依然是几十年前,甚至上百年前科学成果的系统归纳。大学物理相较于高中,新增的知识内容主要体现在刚体力学和流体力学。重复的知识体系,必然会导致学生的“审美疲劳”,让学生失去学习兴趣。大学物理相对于高中物理,更多地只是将高等数学中的微分与积分思想融入物理问题。那些较难的数学问题,不仅增加了物理学习难度,还降低了学生的学习热情。新知识、新内容、新模式的融入是优化大学物理课程的重要方向。

对于重大的科研成果,授课老师可以直接引入到教学内容中。比如,在电磁学章节中,授课老师可以适当讲解“反常霍尔效应”。“霍尔效应”是电磁学重要知识点,描述的是放置在磁场中的载流导体的相对边缘产生电压的现象。不同于“霍尔效应”,“反常霍尔效应”是因为材料本身发生了自发磁化,不加外磁场也可以观测到霍尔效应。再进一步讲解“量子反常霍尔效应”,“量子反常霍尔效应”使得在零磁场的条件下应用霍尔效应成为可能,这对于制备低能耗的高速电子器件具有重大意义。新知识的融入,对于巩固和加深学生理解基础“霍尔效应”大有裨益。再比如,“光的干涉与衍射”是波动光学重要内容之一。如果依然讲解“小孔成像”这类老生常谈的现象,必然会降低学生的学习热情。大学物理教学,可以以光的干涉与衍射为基础,讲解介绍“X射线衍射解析晶体结构”,让学生初步理解晶体中原子和电子的周期规律,当X射线照射晶态结构时受到晶面的反射,两束反射X光程差 $2d\sin\theta$ 使入射波长的整数倍时,即 $2d\sin\theta = n\lambda$ (n 为整数),两束光的相位一致,发生干涉/衍射现象。通过X射线的干涉/衍射信息,可以较为准确地识别原子种类,确定原子位置以及晶胞体积等。授课老师可以介绍并讲解“透射电镜的成像与分辨率”,让学生了解电子显微镜与普通光学显微镜相比所具备的优势,理解并认识发展电子显微镜的重要性。电子束的波长要比可见光和紫外光短得多,并且电子束的波长与发射电子束的电压平方根成反比,电压越高波长越短。“透射电镜可以有效看清小于0.2 nm的细微结构”,这些新知识的引入,不仅可以开拓学生的视野、巩固基础理论,也在他们心中埋下了科学的种子,甚至为他们日后的工作实践,提供解决问题的方向和思路。如今一线教育的大学老师,大多都是海内外杰出院校毕业的优秀博士,长期耕耘科研一线,完全可以通过集体备课,集思广益,将前沿知识融入物理课堂之中。

1.2 大学物理实验教学工作是巩固基础知识,开拓学生思维的重要方式

近年来,大学物理教学出现了重视理论讲解,忽视大学物理实验教学的迹象。出现这一问题的原因是多方面的:大学物理理论课程便于组织和考核,但大学物理实验课程涉及学生亲自操作实践,授课老师指导更加困难且无法统一考核标准;大学物理理论课与大学物理实验课程是两套体系,间接导致了理论知识与实验操作“脱节”的现象;目前,多数大学物理实验仪器老旧,实验效果欠佳,这无疑降低了教师与学生

的上课热情;大学物理实验没有紧跟现代工程技术中的物理问题。

面对以上问题,大学物理理论课程必须与实验课程紧密相连,要充分利用虚拟仿真实验,让其成为理论课与实验课之间的“桥梁”。比如,大学物理理论课讲解完毕,授课老师可要求同学完成对应的虚拟仿真实验课题,并以此作为平时成绩的重要参考之一。大学物理实验仪器的损坏,多数是因为学生的操作失误。经过虚拟实验训练的学生,再次实际操作物理实验仪器时,将会更加得心应手。增强虚拟仿真实验的教学力度也起到了有效维护物理实验装置的效果。大学物理实验的总评成绩可增加虚拟仿真环节的现场考试,让电脑系统自动打分,既能引起学生对物理实验的重视,也能体现教育公平。现代工程技术日新月异,各高校可以先从虚拟实验着手,首先建立与现代工程紧密结合的现代物理虚拟实验库,实验库中运行良好且广受好评的实验课程可以设计制作成教学仪器并逐步推广。“双一流”建设背景下,各高校的物理实验中心应该着手建设可以体现自身学科特色的物理实验项目,并建立高校间联盟机制,更广泛地惠及学生。

2 “混合”线上线下模式,开发同时适用线上线下的教学方法

2.1 “线上线下”教学模式的痛点

目前,“线上线下”教学方法,仍然维持着“线上为辅、线下为主”的局面。线上资源可以更好地辅助线下课堂教学,如虚拟仿真实验、慕课堂等。传统教育教学手段,比如板书结合多媒体投影的课堂教学方法,广受认可。传统的物理教学方法,从概念出发,注重理论推导。逻辑紧密的理论体系,需要授课老师细致的板书辅助,才可以帮助学生理解并打下牢固的理论基础。线上授课限制了教师对板书的运用。因此,如何实现高等教育教学方式的“线上线下”并行,设计同时适用“线上线下”的教学方案并保障线上教学质量,亟需解决并应尽早实践。

2.2 以机械波为例,设计“线上线下”教学并行模式

大学物理每一章的授课内容可按照“物理现象认知”“物理模型建立”“物理理论构建”三个功能模块整理归纳,从物理现象出发,构建物理模型,形成理论解释,结合数学表达,让学生逐步从感性认识上升到理性认识,降低物理理论学习壁垒,最后以习题训练巩固物理知识要点,让物理教学方案可以“线上”与“线下”之间自由切换。以机械波的衍射现象为例,授课老师可先带领学生认识并观察波的衍射现象,通过衍射现象,建立起机械波的衍射模型,最后以理论的形式深刻描述并理解波的衍射知识要点。这就以“现象认知—理论构建—习题训练”的教学模式达到了“认识—深刻—巩固”的教学效果,也摆脱了物理理论必须利用严格板书才能有效教学的束缚。

3 “混合”优秀历史文化,体现发展自信,切实落实立德树人根本任务

3.1 大学物理课堂融入历史文化特色的总体思路

中华文化历史悠久,源远流长,是一座巨大的宝库,大学物理的每一章节可以从科学发展史的脉络出发,带领同学们进入物理知识的世界。中国是文明古国,瀚如烟海的历史记载可以证明:5000年的人类历史进程中,只有中华文化从未中断;绝大多数历史时期,中华民族都处于世界之巅。中华人民共和国成立以来,有着一批赋有家国情怀的物理学家投身祖国建设中,如程开甲、钱学森、钱三强等。当代中国学者杰出的科学成果不断涌现,授课老师可以将最新、最前沿的中国学者的科学成就,梳理总结并呈现于课堂之上,将科学家的精神和感人故事融入教育体系。

3.2 以电磁学/光学课程为例,浅谈“融入历史文化、体现发展自信”的具体方法

以电磁学为例,授课老师可从历史的角度切入,中国是有文献记载最早认识和利用磁的国家。公元前七

世纪《管子地数》中就有对磁的产地描述,书中写道:“上有慈石者,其下有铜金”。公元前三世纪吕不韦及其门徒撰写的《吕氏春秋》中就有记载:“慈石召铁,或引之也”。这说明:距今2700年前,我们的先人就已经对磁的特性有了较为深刻的认识,并已掌握利用磁的特性寻找矿产资源。《水经注》有详细记载:秦始皇用磁石建造阿房宫北阙门,以防刺客进入阿房宫。《晋书马隆传》写道:“夹道累磁石,贼负铁铠,行不得前,隆卒悉被犀甲,无所溜碍。”这些记载足以例证:我国是世界上最早将磁铁应用于军事领域的国家。接着,授课老师可以讲述人类对电磁认识的发展历程,引入当今我国杰出的科学家薛其坤教授的科研成果——量子反常霍尔效应,这是被国际同行誉为诺贝尔级的科学成就。这与本章的教学内容霍尔效应紧密联系。

以光学课程为例,战国时期《墨经》记载了小孔成像实验:“光之人,煦若射,下者之人也高,高者之人也下。足蔽下光,故成景于上;首蔽上光,故成景于下。在远近有端与于光,故景库内也”。明朝时期,我国就形成了光的朴素波动学说,《物理小识》记载:“气凝为形,发为光声,犹有未凝形之空气与之摩荡嘘吸,故形之用,止于其分,而光声之用,常溢于其余。气无所隙,互相转应也。”如今我国在光学材料领域,已处于领先水平。授课老师可以引入当今科学家的成果,如江凤益院士的硅基氮化镓半导体发光、唐本忠院士的聚集诱导发光等。“通古贯今,树立楷模”的教学方法,既能激发学生的学习兴趣,也有利于树立学生的民族自豪感。

4 结语

世界高等教育正处于深刻的根本性变革之中,高等教育体系应当顺应时代的发展,积极并持续地改进和优化。大学物理是面向全国理工类学生的一门必修课程,其受众广,理所应当成为高等教育体系改进与优化的“先旗手”。高校的授课老师可通过“前沿知识”的引入,培养学生的热情;通过“虚拟实验”的建设,构建理论与现代工程技术的结合;通过“历史文化”的切入,增强学生的民族认同感。平时的教学环境,需要有意识地推进“线上线下”的并轨。将这些方面有效混合到大学物理课程中去,可以让大学物理课程更加符合新工科的建设要求,更适应时代的变化与发展。

参考文献:

- [1] 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 20-21.
- [2] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [3] 吴涛, 吴福培, 包能胜, 等. 新工科内涵式发展理念的本质溯源[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 16-22.
- [4] 李华, 胡娜, 游振声. 新工科: 形态、内涵与方向[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 16-19.
- [5] 夏建国, 赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15-19.
- [6] 刘洋. “新工科”背景下大学物理课程混合式教学模式的探索[J]. 吉林工商学院学报, 2023, 39(1): 126-128.
- [7] 王晓鸥, 张伶俐, 袁承勋, 等. 新工科背景下的大学物理课程建设与实践[J]. 大学物理, 2021, 40(4): 45-49.