

融入思政元素的迈克尔孙干涉实验教学设计

陈佳敏

(文华学院基础科学学部 湖北 武汉 430074)

熊永红

(文华学院基础科学学部 湖北 武汉 430074;

华中科技大学物理学院 湖北 武汉 430074)

(收稿日期:2021-12-30)

摘要:以迈克尔孙干涉实验为例,深入挖掘实验所蕴含的科学精神和科学方法,从知识传授、能力培养、价值引领3个方面制定科学合理的课程思政教学目标,将思政元素融入课堂教学设计各个环节,探讨在大学物理实验课程中有效开展思想政治教育的途径与方法。

关键词:课程思政 大学物理实验 迈克尔孙干涉实验 教学设计

2016年12月习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调“要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程^[1]。为贯彻落实“立德树人”根本任务,全面推进高校课程思政建设,2020年5月28日教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》明确指出要坚持显性教育和隐性教育相统一,挖掘其他课程和其他方式中蕴含的思想政治资源,实现全员全程全方位育人^[2]。高校是教学育人的主战场,课程教学是高校教育的核心,我们要以各类通识课、基础课、专业课的课堂教学为课程思政建设的“主渠道”,努力挖掘符合其课程特点的思政元素,构建各类典型的思政案例,把思想政治教育贯穿到课堂教学全过程,全面提高高校人才培养质量。

物理学本质是一门以实验为基础的学科,是自然学科许多领域和生产技术的基础,包含了丰富的世界观和方法论,是培养学生科学素养的良好载体。大学物理实验课程是一门面向全校大一、大二理工科专业的重要基础课程,是学生接受系统实验方法和实验技能训练的开端,在学生的能力提升和素质培养方面有着其他课程不可替代的作用。大学物理

实验课程知识丰富、实践性强、应用广泛,蕴含了丰富的思政教育元素^[3,4],对该课程的教学目标、教学内容以及教学方法等各个教学环节进行精心设计,在课堂教学中巧妙地加入一些思政元素,有利于培养学生的科学精神和科学素养,对学生的世界观、人生观和价值观进行正确引导。本文以迈克尔孙干涉实验为例,深度挖掘该实验所包含的科学精神和科学方法,重点讨论如何在大学物理实验课程中合理地融入思政元素,进行物理实验教学设计。

1 迈克尔孙干涉实验的科学精神与科学方法

从迈克尔孙发明干涉仪的历史背景和研究历程中,感悟他在科学研究的过程中对真理的执着寻求,为求证“以太”的存在,发明了精密的干涉仪,他的创新思维方法、精妙的设计思想和精湛的实验技术,创造出多种美轮美奂的精密仪器。追寻他的脚步我们才能真正理解爱因斯坦赞美迈克尔孙为“科学中的艺术家”的真正含义。

1881年美国物理学家迈克尔孙为了证明“以太”的存在设计制造了一种精密干涉测量仪器——迈克尔孙干涉仪^[5],这是一种分振幅的双光束干涉

测量仪器,可通过干涉现象来测量光波波长、液体折射率、物体的厚度及微小长度变化等,其精度可与光的波长相比拟.迈克尔孙干涉仪在物理发展史上具有里程碑的作用,迈克尔孙及其合作者曾用此仪器完成了3项著名的物理实验^[6].第一项就是举世闻名的迈克尔孙-莫雷“以太漂移”实验,该实验结果证明了光速在不同惯性系和不同方向上都是相同的,否定了“以太”的存在,这对当时的物理学界产生了巨大的冲击,解决了关于“以太”的争论,动摇了经典物理学的基础,也为爱因斯坦狭义相对论的建立奠定了基础.第二项实验就是用镉红线波长标定标准米尺长度,建立了以光波为基准的绝对长度标准,即国际标准米等于镉红线的1 553 163.5个波长^[7],这是人类首次找到了一种永远不变且毁坏不了的长度基准,而与之之前用法国的米原器作为长度基准相比,其稳定性和精确度都提高了很多,实现了长度单位的标准化.第三项实验就是研究光源干涉条纹可见度随光程差变化的规律,并以此推断光谱,他第一次系统地研究光谱线的精细结构,其成果对现代分子物理学、原子光谱和激光光谱学等新兴学科都发生了重大影响.1907年,迈克尔孙因发明光学干涉仪并用其进行光谱学和基本度量学的研究而成为美国历史上第一位诺贝尔物理学奖获得者.

迈克尔孙干涉仪结构简单、光路直观、精度高,其调整和使用具有典型性,巧妙地应用了干涉法、分光法和放大法等多种实验方法.尽管迈克尔孙干涉仪发明至今已有100多年的历史,但其精妙的设计思想与方法现在仍然广泛应用于生产、医疗和科研等各领域.迈克尔孙终其一生都在致力于干涉仪的研究,对待科学工作始终保持着实事求是的精神和精益求精的态度,实验过程中一次又一次的失败没有打败他,反而激励他不断改进实验装置、提高仪器精度、继续潜心研究,他的成功来源于面对困难的勇气和无数次失败中的坚持与毅力.因此,在学习迈克尔孙干涉实验的过程中,学生不仅要掌握迈克尔孙干涉仪的设计思想和实验方法,而且更重要的是领悟科学家们独特的人格魅力,学习他们实事求是、精

益求精、坚持不懈的科学品质.

2 融入思政元素的教学设计

要在大学物理实验课程中有效开展课程思政,我们必须找准“课程思政”在实验课堂中的切入点,将思政元素以润物细无声的方式融合在教学过程中.在迈克尔孙干涉实验教学中,我们以课件、教材、动画和视频等资源为教学载体,采用问题导入、理论讲授、课堂讨论和直观演示等方式来实施思政教育.

2.1 制定科学合理的教学目标

迈克尔孙干涉实验是大学物理实验课程中必做的基础实验之一,围绕教学大纲的基本要求,教师应该根据实验具体内容,从知识传授、能力培养、价值引领3个方面制定教学目标.

(1) 知识传授目标

让学生观察研究等倾干涉和等厚干涉现象,加深对光的干涉理论知识的理解;了解迈克尔孙干涉仪的结构、条纹特性和工作原理.

(2) 能力培养目标

重温经典实验,让学生掌握迈克尔孙干涉仪的调节和使用方法,学会用干涉仪测量激光波长,培养学生科学系统的实验思维,提高学生独立思考能力、实践动手能力和自主创新能力,学会理论联系实际,应用干涉原理解决实际问题.

(3) 价值引领目标

通过介绍迈克尔孙发明干涉仪的研制背景、实验开展、历史影响及应用推广等,启发学生学习科学家们实事求是的科学精神、精益求精的科学态度和坚韧不拔的工作作风,培养学生积极主动的探索精神和勇于实践的创新精神,引导学生关注前沿科技发展,树立为实现中国梦不断奋斗的理想和信念.

2.2 问题导入 激发学习兴趣

利用视频和动画,展示宇航员在太空行走时隔空对话的情景和生活中水波和声波的传播现象,回顾学生都已熟悉的理论“真空不能传声,机械波的传播需要介质”,再提出问题“100多年前,人们已经知道了光是一种电磁波,那光波的传播是否也需要介

质”,由此引出20世纪初物理学上空的“两朵乌云”之一的“以太假说”.然后,以“以太假说”的提出、发展、证伪的历史背景为脉络,利用视频或故事的形式,讲述迈克尔孙发明干涉仪的经历,以及迈克尔孙-莫雷“以太漂移”实验的历史影响,让同学们身临其境感受到这些科学巨匠的人格魅力,惊叹于迈克尔孙干涉仪的设计之精妙,引导学生学习科学家热爱科学、勇于探索、实事求是、精益求精、坚持不懈的科学精神,激发学生的学习兴趣.

2.3 内容传授 启发学生思维

通过图片、动画展示迈克尔孙干涉仪的结构,对光路图进行分析,加深学生对迈克尔孙干涉仪工作原理的理解.在讲解过程中多采用设问的方式,启发学生自主思考.例如,提问“在光路中补偿板的作用是什么”,学生从干涉仪的光路图分析,回答“在光路中放置补偿板时两条反射光线都3次穿过了玻璃板,使得两束光在玻璃中的光程相同,所以在讨论干涉现象时,它们的光程差完全取决于在空气中的几何路程差”,然后再进一步探究性提问“若使用激光做光源,不加入补偿板是否也能观测到干涉现象”,让学生在实践操作的过程中找到答案,并理解其原因.

通过光路几何关系可计算出两反射光线之间的光程差,再利用等倾干涉原理和干涉极值条件,引导学生推出迈克尔孙干涉仪的光程差与波长之间的关系,再结合动画展示等倾干涉图样形成过程,引导学生观察、分析、归纳迈克尔孙干涉仪产生的干涉图样特点:其等倾干涉条纹是一系列明暗相间的同心圆环,内疏外密,中心级次高边缘级次低.然后,根据干涉仪的结构、干涉图样的特点和中心干涉明纹的条件,引导学生思考用干涉仪测量激光波长的方法:两束相干光在空间上完全分开,可用移动反射镜的方法改变两光束的光程差.当反射镜沿仪器导轨移动时,两相干光束之间的光程差会增加或减少,干涉条纹会产生变化,从实验现象上可以观察到不断有圆环从中心“吐出”或“吞进”.在观察屏上每观察到中心“吐出”或者“吞进”一个圆环,反射镜就相对移动

了半个波长,由此可以推导出干涉仪测量激光波长的公式.在讲授实验原理与测量方法时,要充分发挥教师的主导作用,突出学生的主体地位,多设问激发学生潜能,引导学生主动观测、勤于思考、善于分析,培养学生科学的思维方式,增强学生发现问题、分析问题和解决问题的能力.

在介绍实验仪器和测量调节主要步骤时,先结合仪器实物简要说明仪器各重要组成部分,然后采用虚实结合的教学方式,可以利用虚拟仿真实验动画进行实验操作模拟展示,让学生对仪器和调节过程有更全面、直观、清晰的认识.通过多媒体展示干涉仪的读数规则,让学生认识到干涉仪高精度的测量优势,同时突出实验操作时应该注意的细节问题,如“在移动反射镜测量数据时,微调手轮只能单向转动,避免空程误差”.在学生进行课堂实践操作过程中,鼓励学生多提问,可以采取提问式、讨论式和探究式的方法为学生讲授疑难问题,提高课堂的互动性和学生的参与度,让学生理解必要的物理实验知识,熟练掌握实验操作技能与方法,达到潜移默化的学习效果,提升学生科学素养.

2.4 应用拓展 培养创新意识

以迈克尔孙干涉实验为例,很多生活中实际应用和前沿科技都是与基础学科知识密切相关,在实验教学过程中,教师既要立足基础实验原理和实验内容的讲解,也要增加一些拓展延伸的教学内容,培养学生的探索精神和创新意识.

介绍与本实验相关的实际应用、科技发展和前沿研究成果.迈克尔孙干涉仪结构简单、设计精巧、测量精度高,所以,其设计思想与方法沿用至今,被广泛应用于各个领域.在基础测量方面,迈克尔孙干涉仪可用于测量微小位移量、气体浓度、薄透明体的厚度及折射率等.在医学检测方面,基于迈克尔孙干涉仪工作原理的医学光学相干断层扫描仪(OCT)^[8],空间分辨率可达微米级别,可应用于眼部视网膜细节图像、心脏病研究以及冠状动脉的疾病诊断,其优势在于分辨率高,而且无接触、无侵入、无损伤.在科学研究方面,2016年美国激光干涉引力波天文台

(LIGO)宣布人类首次直接探测到了引力波,证实了100多年前爱因斯坦的预言,宣告引力波天文学时代的到来,2017年这一发现获得了诺贝尔物理学奖^[9].这项物理学上巨大的突破也离不开迈克尔孙干涉仪的贡献,LIGO实际上就是由两台相聚3000公里的迈克尔孙干涉仪构成,利用干涉原理探测引力波,其测量精度可以达到 10^{-22} 量级.

在学生已经掌握迈克尔孙干涉仪的工作原理和使用方法的基础上,除了完成基本的激光波长测量,还可以增加一些提升性、进阶性的实验内容,比如利用迈克尔孙干涉仪测量透明材料的折射率:将待测物体放入其中一条光路中,可以导致两个光路中光程发生变化,进而引起条纹移动,再根据条纹移动数目可以测量透明材料的折射率,充分体现了迈克尔孙干涉仪的精妙之处.另外,给学生提供一些设计性实验思考题,比如思考如何利用迈克尔孙干涉仪可精确测量微小长度这一特性测量杨氏模量、热膨胀系数或者模拟引力波探测等.这样可以增加学生学习的深度和广度,进一步与物理学科竞赛相关联,激发学生的学习动力和创新热情,提升实验教学效果.

最后,教师需要引导学生关注我国在物理方面的进展,比如在探测引力波这一最前沿的科学问题上,中国科学家们一直在积极探索引力波探测新方案,2021年中国科学家龚云贵、罗俊和王斌第一次在顶尖国际杂志《Nature Astronomy》(《自然·天文》)对中国空间引力波探测计划作完整系统的介绍,如果中外的空间引力波探测计划如期实现,到21世纪30年代,中国的天琴计划、太极计划和欧洲的LISA,通过优势互补、相互协作,将有望确定引力波波源等重大宇宙信息,从而为人类揭开更多宇宙奥秘^[10].通过了解我国在前沿科技方面的发展和突出贡献,增强学生的民族自豪感和自信心,激励学生奋发向上,努力学好知识报效国家,为实现中华民族的伟大复兴奉献自己的力量.

3 总结

大学物理实验课程是高校理工科专业的重要必

修课程,蕴含了丰富的思政元素,在大学物理实验教学过程中加入思想政治教育是十分必要的.以迈克尔孙干涉实验为例,为更好地在大学物理实验课程中开展课程思政,教师应该明确实验蕴含的科学精神和科学方法,制定相应的课程思政教学目标,精心设计实验教学过程,采用提问式、讨论式和探究式的教学方法,将思政元素巧妙融入教学的各个环节.在大学物理实验教学中,教师要充分发挥课堂教学这一高校课程思政建设“主渠道”的作用,在传授学生知识的同时,培养学生科学思维、创新精神和实践能力,激发学生科技报国的爱国情怀和使命担当,真正实现立德树人的教育根本目标.

参考文献

- 1 习近平.把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1)
- 2 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知:教高〔2020〕3号[A/OL].2020-05-28.http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm
- 3 熊永红,肖利霞,谢柏林,等.新冠肺炎疫情下教书育人的探索与实践[J].物理实验,2020,40(4):27~30
- 4 黄丽,刘伟龙,赵海发,等.“同向同行”的大学物理实验课程思政教学设计与探索[J].物理与工程,2019(S1):3
- 5 Michelson A A. The relative motion of the Earth and of the luminiferous ether[J]. American Journal of Science, 1881
- 6 曾阳素,肖擎纲.迈克尔逊干涉仪的新应用[J].物理通报,1996(9):2
- 7 冯俊杰,苏红,高洁,等.历届国际计量大会梗概[J].中国计量,2007(1):3
- 8 刘杏,黄晶晶.光学相干断层扫描仪在我国眼科临床的应用(一)[J].眼科,2004,13(4):196~199
- 9 Abbott B P, et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger[J]. Phys. Rev. Lett, 2016,116(6), 061102(1~16)
- 10 Gong Y, Luo J, Wang B. Concepts and status of Chinese space gravitational wave detection projects[J]. Nature Astronomy, 2021(5):881~889

(下转第85页)

Discussion on University Physics Experiment Teaching Based on Ideological and Political Education of Curriculum

Liu Gaofu Chu Yaping

(School of Physics and Electronic Sciences, Guizhou Education University, Guiyang, Guizhou 550018)

Wu Ruolan

(School of Physics and Electronic Sciences, Guizhou Education University, Guiyang, Guizhou 550018;

School of Physics and Electronic Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001)

Abstract: The Guiding Outline of Curriculum Ideological and Political Construction in Colleges and Universities issued by the Ministry of Education in 2020 pointed out that all courses to promote the curriculum ideological and political construction in colleges and universities should go hand in hand with the curriculum ideological and political construction, and form a collaborative education effect. This paper analyzes the present situation of curriculum ideological and political education, probes into the differences between curriculum ideological and political education and curriculum ideological and political education, the integration system of curriculum ideological and political education and traditional curriculum, the elements of curriculum ideological and political education in teaching materials, and the role of teachers in curriculum ideological and political education, etc., in order to promote the cultivation of innovative practical talents with all-round development of morality, intelligence, physique, aesthetics and labor.

Key words: curriculum ideological and political education; university physics experiment; ideological and political course; discussion on teaching

(上接第 80 页)

Teaching Design on Michelson Interference Experiment Integrating Ideological and Political Elements

Chen Jiamin

(Department of Basic Science, Wenhua College, Wuhan, Hubei 430074)

Xiong Yonghong

(Department of Basic Science, Wenhua College, Wuhan, Hubei 430074;

School of Physics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract: Taking the Michelson interference experiment as an example, this paper deeply explores the scientific spirit and scientific methods contained in the experiment, formulates scientific and reasonable teaching objectives of ideological and political education from three aspects of knowledge imparting, ability training and value guidance, integrates ideological and political elements into all aspects of classroom teaching design, and discusses the ways and methods of effectively carrying out ideological and political education in college physics experiment courses.

Key words: course ideological and political education; university physics experiment; Michelson interference experiment; teaching design