

课程思政

基于“课程思政”的大学物理实验课程
教学案例探讨

——以迈克耳孙干涉实验为例

樊代和^{1,2} 魏云^{1,2} 刘其军^{1,2} 贾欣燕^{1,2} 高红梅³⁽¹⁾ 物理国家级实验教学示范中心(西南交通大学), 四川 成都 611756;⁽²⁾ 西南交通大学物理科学与技术学院, 四川 成都 610031;⁽³⁾ 西南交通大学资产与实验室管理处, 四川 成都 611756)

摘要 在“各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”的总体指导原则下,本文以“迈克耳孙干涉仪”这一国内大多数高校均开设的实验项目为例,探讨了课程思政建设在大学物理实验课程中的内涵,即主要应从“教书”和“育人”两方面将课程思政内容融合到日常的大学物理实验课程教学中。高校大学物理实验教师只有用好课程思政建设在大学物理实验课程教学中发挥的作用,才能有效培养学生发现问题、解决问题的能力,同时培养学生具有实事求是、严谨求实的科学精神和具有质疑批判的态度,最终实现为国家培养创新型本科生人才的目标。

关键词 课程思政;大学物理实验;教学案例

DISCUSSION ON “IDEOLOGICAL AND POLITICAL EDUCATION IN CURRICULUM” IN COLLEGE PHYSICS EXPERIMENT COURSE —TAKING MICHELSON INTERFEROMETER EXPERIMENT AS AN EXAMPLE

FAN Daihe^{1,2} WEI Yun^{1,2} LIU Qijun^{1,2} JIA Xinyan^{1,2} GAO Hongmei³⁽¹⁾ National Demonstration Center for Experimental Physics Education (Southwest Jiaotong University), Chengdu, Sichuan 611756;⁽²⁾ School of Physical Science and Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031;⁽³⁾ Office of Asset and Lab Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 611756)

Abstract Under the guiding principle of “all kinds of courses with ideological and political theory courses go in the same direction to form a synergistic effect”, this paper takes “Michelson interferometer experiment”, which is an experimental project provided by most universities in China, as an example to explain the connotation of ideological and political education construction in college physics experiment course. That is, the ideological and political content of the course should be integrated into the daily college physics experiment teaching mainly from the two aspects of “teaching” and “educating”. Only by making good use of the role of ideological and political construction in college physics experiment teaching, can college physics experiment teachers effectively cultivate students’ ability to find and solve problems, cultivate students’ scientific spirit of seeking truth from facts, being rigorous and realistic, and have the attitude of questioning and criticizing, and finally realize the goal of cultivating

收稿日期: 2021-02-22; 修回日期: 2021-05-29

基金项目: 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会 2020 年高等学校教学研究项目(DJZW202036xn), 西南交通大学 2020 年本科教育教学研究与改革项目(20201036, 20201036-02), 西南交通大学基础研究项目(2682021ZTPY131)。

作者简介: 樊代和, 男, 副教授, 研究方向为量子光学及大学物理实验教学, dhfan@swjtu.edu.cn。

通讯作者: 贾欣燕, 女, 副教授, 研究方向为原子分子物理及大学物理实验教学, xyjia@swjtu.edu.cn。

引文格式: 樊代和, 魏云, 刘其军, 等. 基于“课程思政”的大学物理实验课程教学案例探讨——以迈克耳孙干涉实验为例[J]. 物理与工程, 2022, 32(1): 175-178, 183.

Cite this article: FAN D H, WEI Y, LIU Q J, et al. Discussion on “Ideological and political Education in Curriculum” in College Physics Experiment Course—Taking Michelson interferometer experiment as an example[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(1): 175-178, 183. (in Chinese)

innovative undergraduate talents for our country.

Key words ideological and political in curriculum; college physics experiment; teaching case

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,“各门课都要守好一段渠、种好责任田,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”^[1]。习近平总书记的重要讲话,从根本上阐述了我国高等教育“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”等重大教育问题。自全国高校思想政治工作会议召开以来,全国各高校就将“立德树人”作为立足点,积极探索如何才能有效地将课程思政贯穿到我国高等学校的所有课程教学过程中。例如,张大良提出新时期课程思政建设的基础在课程,根本在思政,重点在课堂,关键在教师,成效在学生^[2]等观点。2020年6月,教育部也特别印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知^[3],要求国内各高校要将课程思政建设在所有学科专业中全面推进。而大学物理实验课是高等理工科院校对学生进行科学实验基本训练的必修基础课程,是本科生接受系统实验方法和实验技能训练的开端。由于该课程具有覆盖学生学科专业范围广、能够为学生提供较强的实验动手训练、能够有效培养学生生活活跃的创新意识等特点^[4],因此如何将课程思政建设有机融入物理实验课程的教材、教学设计、课堂讲授、课后作业等各教学环节中,就成为了一个值得研究的课题。目前,国内也有学者在这些方面进行了初步的探索研究。例如,张昱从教育心理学角度,提出了在实验教学中融入思政教育的策略^[5];张映辉等人从唯物辩证法的角度,介绍了大学物理实验三个典型实验项目中蕴含的哲学思想^[6];黄丽等人通过将思想教育元素融入实验物理的课堂教学当中,使得在传授知识、培养能力的同时,实现对学生价值的塑造等^[7]。但是,从上述已有报道也可以看出,目前针对大学物理实验课的课程思政建设,大部分是从较为“宏观”的角度进行阐述的。而针对国内高校开设的物理实验课程中涉及的具体实验项目,如何通过具体的实验教学内容讲授,将课程思政内容润物细无声地融入课堂教学中,进一步将物理实验课程的特点及价值理念传授给学生,最终使物理实验课程能够有效地培养学生的创新思维,为国家培养合格的建设者和接班人等方面的研究方案还未见报道。

基于此,本文首先阐述了课程思政建设在物理实验课程教学中的内涵,然后从国内高校大学物理实验课程中涉及的具体物理实验项目教学内

容(以“迈克耳孙干涉实验”项目为例)出发,详细介绍了课程思政建设在大学物理实验课程讲授中的实施案例。本文的结果,一方面希望能为国内大学物理实验课程授课教师的教学工作提供参考;另一方面希望能够进一步发挥课程思政在物理实验课程中的“同向同行”作用,为新时代党和国家培养具有创新性的本科生人才奠定基础。

1 大学物理实验课程中的思政内涵

在“各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”的总体指导原则下,新时代大学物理实验课的教学目标,应改变“只重视教书,不重视育人”的现状,重点解决如何通过“协同效应”,最终实现“立德树人”这一根本性问题上。大学物理实验作为一门理工科特点突出的课程,事实上在“立德树人”方面有着天然的优势。例如,在任何大学物理实验项目的背后,不但蕴含了前辈实验物理科学家们的创新思维和科学实践精神,更是体现出了物理学家们追求真理、实事求是、严谨求实的科学态度与科学素养。这些超出具体物理知识和实验技术层面的精神内涵,实际上才是高等教育“育人”的源动力。只有深入消化了该内涵,才能将知识传授和科学素养培养相融会贯通。基于此,我们认为大学物理实验课程所应具有思政内涵,主要体现在“教书”和“育人”两个方面。

首先,针对大学物理实验课程所包含的任何一个实验项目的教学工作,应在教学内容中能够挖掘出实验项目背后的科学人文素养精神,在潜移默化过程中达到“育人”的目的。这些科学人文素养包括,前辈科学家们为什么要设计出这样的物理实验仪器,例如是为了验证某一个物理理论的正确性?或者是为了解决某一领域的技术问题等?这将培养学生具有发现问题、分析问题的能力。在设计物理实验仪器过程中,科学家们是如何克服困难的(如具有质疑批判精神、锲而不舍的探索精神)?体现了什么样的科学精神(如持之以恒、数据严谨、实事求是、团队协作等)?这些实验仪器设计背后的科学人文素养,是“育人”过程中最为基础,也是最为重要的部分。只有把这部分内容引入到教学过程中,才能让学生真正了解并掌握具体实验项目中所涉及的实验物理精髓和内

涵,为“育人”奠定基础。

其次,思政在大学物理实验课程中的建设成效内涵,始终应以学生的成长成才,或者说是否培养出了具有远大理想抱负、是否能够通过勤奋学习为国家做出创新性成果进行体现。为此,在大学物理实验课程的教学内容讲授中,除了要讲授实验项目中涉及的传统基本物理理论知识和基本实验技能外,教师还应该潜心教学改革,关注时代发展,持续总结归纳物理实验项目中涉及的最新科研动态或成果并传授给学生。这样一方面可以拓展学生的知识范畴,另一方面也可以激发学生利用所学到的物理实验技术和方法解决实际问题的积极性。只有打破传统的只教书本知识这种授课方式,才能真正地为学生取得创新性成果进行指引。

为了能够更加清晰地展示上述融入课程思政建设的大学物理实验教学,下面就以我国大部分高校大学物理实验课程中开设的“迈克耳孙干涉仪”实验项目为例,详细阐述基于课程思政的大学物理实验课程教学内容。

2 融入课程思政的物理实验教学案例探讨

目前,国内高校大学物理实验课程关于“迈克耳孙干涉仪”的实验教学内容,理论方面通常仅强调实验原理部分(即迈克耳孙干涉仪的光学干涉原理),动手操作方面仅局限于干涉仪的调节及激光波长的测量,或者薄透明介质厚度或折射率的测量讲解等^[8]。为了能够更好地将课程思政内涵融入到实验教学中,西南交通大学物理实验中心在针对该实验项目的教学活动中,特别是在“实验背景”的授课过程中增加了以下部分的内容^[9]。

1) 迈克耳孙干涉仪的发明背景讲授

在19世纪,“以太”是一个重要的物理假想,且大多数科学家都相信“以太”的存在,但却一直无法通过实验来确认。1879年3月19日,麦克斯韦写给美国航海年历书局的拖德信中,提到了通过地球公转来验证是否存在“以太风”的问题^[10],而这个信件内容恰巧被刚入职的27岁的迈克耳孙看到。经过仔细地思考,1880年,迈克耳孙设计出了一种可满足麦克斯韦精度要求(亿分之一)的干涉仪用来验证“以太风”。这就是迈克耳孙干涉仪的最早雏形:将来自光源的光利用半透镜分成相互垂直的两路,各自在相距一定距离的镜子上反射,使返回的两路光线通过半透镜再次平行,然后观察所产生的条纹。若“以太”存在,由于地

球绕太阳公转而产生“以太风”,因此,可以通过检测迈克耳孙干涉仪旋转时对干涉条纹造成的影响,进而检验“以太风”的存在。

可以看出,迈克耳孙干涉仪的研究目的,正是为了解决的物理学中的一个重大假说(两朵“乌云”之一)而展开的。通过在教学案例中加入这部分内容的介绍,可引导学生在进行课堂知识学习的同时,能够积极思考当前课程或工程技术领域中还面临什么样的具体问题,并积极思考如何用所学习到知识以及通过自己的勤奋努力去解决这些问题,培养出学生科学探索的精神。

2) 迈克耳孙干涉仪的研究过程讲授

迈克耳孙的初步实验结果却并不理想(和理论预期不一致),其认为可能是实验环境振动干扰造成的。于是在1881年4月,迈克耳孙将实验地点改到波兹坦天文台的地下室内,但是实验的结果依然不尽人意。这令迈克耳孙有些心灰意冷,一度产生放弃继续实验的念头。1884年,汤姆孙、瑞利在和迈克耳孙讨论后,认为其在1881年的实验中存在计算失误,实验装置的精度也不高,因此不能否定“以太”的存在,继而鼓励迈克耳孙再做这个实验。随后,瑞利将洛伦兹提出的修改意见转给迈克耳孙,劝他以更高的精度重复1881年的实验。

1887年,迈克耳孙和莫雷教授一起进行了实验的改进。改进后的装置极大地提高了测量精度,另一方面,装置的稳定性更高。然而,实验结果依然与理论预期不一致。最终,他们根据实验结果得出地球上没有“以太风”的结论,并将这一结论发表在1887年《American Journal of Science》期刊^[11]上。

一直到1930年,不同的科学家在不同的时间地点均重复类似的实验,但都得出相同的结果,彻底否定了“以太风”的存在。

从上述迈克耳孙干涉仪的研究过程可以看出,尽管当时大多数科学家均认可“以太”的存在,但迈克耳孙却对现有理论提出了质疑,并积极尝试进行实验验证。特别是在初步的实验结果与当时现有的理论结果不相吻合后,并没有轻言放弃,而是能够不断地改进实验仪器的测量精度,最终解决“以太”理论的问题。通过在教学案例中加入这部分内容介绍,不但可以培养学生学会质疑批判的精神,而且还能进一步培养出学生为了解决实际问题而应具有的孜孜不倦的态度。

3) 迈克耳孙干涉仪问世后取得的成果讲授

尽管迈克耳孙等人验证“以太风”的实验失败了,但是,由于他们设计出的干涉仪,实际上是一把精度可以达到四亿分之一米的测长仪器。这个

仪器结合光谱学和干涉计量技术,可以将长度的物质标准转换为非物质标准,因此开创了光学度量的新时代。为表彰他在“精密光学仪器和利用这些仪器进行光学度量”研究工作中的卓越成绩,迈克耳孙被授予1907年度的诺贝尔物理学奖,这也是美国历史上第一个诺贝尔物理学奖。

直到现在,迈克耳孙干涉仪的设计思想仍发挥着重要的作用。例如,美国LIGO实验室利用臂长为4km的迈克耳孙干涉仪,将测量灵敏度提高到了 10^{-21} m。该实验室最终于2016年6月16日宣布成功探测到了爱因斯坦预言的引力波^[12],他们也因此获得了2017年的诺贝尔物理学奖。

4) 迈克耳孙干涉实验背后的科学人文素养讲授

我们可以看到,迈克耳孙这位科学家具有敏锐的发现科学问题的思维:从无意中接触到测量“以太风”这一物理问题出发,能够独立思考并设计实验仪器进行科学实验。并在后续得到的实验结果不理想时,表现出了惊人的毅力,能够不骄不馁,孜孜不倦地对实验仪器进行改进。同时,我们还可以看到,迈克耳孙也表现出了较强的团队协作能力:在与麦克斯韦、汤姆孙、瑞利、洛伦兹、莫雷等众多科学家的讨论交流下,最终否定了“以太”的存在,为成功解决了当时物理学界存在的一朵“乌云”等重大物理问题奠定了基础。1931年,在一次光学实验测定过程中,迈克耳孙不幸因脑溢血而去世。迈克耳孙这种为科学实验而奋斗终身的科学精神,将永远激励着我们永攀科学高峰。

通过将上述四部分内容作为课程思政内容融入迈克耳孙干涉仪实验的教学过程中,我们发现学生主动学习迈克耳孙干涉仪实验的兴趣得到了很大的提高。在该实验常规的内容完成后,学生还能够课后针对所学习到的实验技术积极进行思考和应用,并做出一些创新性成果。例如,我校机械学院的三名本科生,通过课后的思考和团队合作,就利用学习到的迈克耳孙干涉仪可以测量微小长度的原理,设计出了一种高精度测量金属丝杨氏弹性模量的实验装置,该结果以学生为第一作者发表在《实验技术与管理》期刊^[13]。再例如,我校土木学院的六名本科生,同样将学习到的迈克耳孙干涉仪测量微小长度的原理,应用到其专业领域的一个实际问题(无砟轨道沉降检测)中,设计出了一种基于迈克耳孙干涉的无砟轨道沉降检测装置^[14],该装置以本科生为第一发明人获得了发明专利授权。可以看出,从“育人”成效而言,通过将课程思政融入到实际的实验教学案例中,本科生的创新能力得到了有效的提高。

3 结语

本文主要从“教书”和“育人”两方面,阐述了大学物理实验课程教学中的思政内涵。从“教书”方面,在课程授课内容中要深入挖掘实验项目背后的科学人文素养精神;在“育人”方面,始终应以培养具有创新能力的本科生人才作为课程思政建设的成效指标。最后,本文还以大学物理实验课程中的一个具体实验项目(迈克耳孙干涉仪实验)为例,阐述了课程思政内涵融入实验课程的教学内容。进一步还阐述了课程思政建设的成效,如本科生取得了如论文发表、发明专利授权等创新性成果。关于大学物理实验课程中涉及的其他实验项目,如果按照上述融入课程思政内涵的方法进行教学,相信最终会培养出一大批具有创新能力的本科人才。

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[EB/OL].(2016-12-09).<http://politics.people.com.cn/n1/2016/12/09/c1001-28936072.html>.
- [2] 张大良.课程思政:新时期立德树人的根本遵循[J].中国高教研究,2021(1):5-9.
ZHANG D. Ideological and political education in curriculum: The fundamental principle of cultivating people with morality in the new era[J]. China Higher Education Research, 2021(1): 5-9. (in Chinese)
- [3] 教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL].(2020-6-1).http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.
- [4] 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委会.理工科类大学物理实验课程教学基本要求(2010年版)[M].北京:高等教育出版社,2011.
- [5] 张昱.通过实验教学推进思想政治教育的策略研究[J].实验技术与管理,2017,34(10):174-175.
ZHANG Y. Research on strategies of promoting ideological and political education through experimental teaching[J]. Experimental Technology and Management, 2017, 34(10): 174-175. (in Chinese)
- [6] 张映辉,陈宝玖,殷燕.结合物理实验讲授唯物辩证法的3个典型案例[J].物理实验,2020,40(3):27-30.
ZHANG Y H, CHEN B J, YIN Y. Three typical cases of teaching materialistic dialectics in combination with physics experiments[J]. Physics Experimentation, 2020, 40(3): 27-30. (in Chinese)
- [7] 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及探索[J].物理与工程,2019,29(S1):37-39.
HUANG L, LIU W, ZHAO H, et al. Design and exploration of ideological teaching in college physics experiment course[J]. Physics and Engineering, 2019, 29(S1): 37-39. (in Chinese)

(下转第183页)

表5 学生认知和发展成长评价指标、观测点及评价类型和方法

一级指标	二级指标	观测点	评价
学生认知	知识获得	1.学生对专业课程教学的知识获得程度; 2.思政育人与知识传递的相辅相成,学生对思政内容的知识获得程度。 3.学生对专业知识获得和能力提升的自我评价。	过程性评价
	情感获得	1.学生对授课教师的情感认同程度。 2.学生对课程思政教学中涉及社会主义核心价值观、中华优秀传统文化、科学思维方法的训练和科学伦理等思政元素的情感认同程度。 3.学生报效国家的家国情怀和使命担当的情感认同程度。	过程性评价
发展成长	课堂内外行为表现	1.学生在教学活动中的个人行为、团队行为和班级集体行为表现。 2.学生在课堂外思政实践活动中的行为表现。 3.学生参与科研训练、学科竞赛和创新创业项目等高阶认知学习实践活动,践行知行统一,提升创新和实践能力的情况。	过程性评价
	毕业生满意度	1.毕业生在艰苦地区和基层就业情况。 2.毕业生对专业课程思政教学的反馈和满意度评价。 3.毕业生所在单位对毕业生思想政治和工作表现的反馈及满意度评价。	过程性评价

参 考 文 献

- [1] 教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm. [2020-5-28]
- [2] 张汉壮. 立德树人 玉汝于成[J]. 中国大学教学, 2019(1): 13-16, 32.
ZHANG H Z. Enhance morality and foster talents. Polishing makes jade finer[J]. China University Teaching, 2019(1): 13-16, 32. (in Chinese)
- [3] 刘玉斌. 物理学类专业课程思政的思考与实践——以理论力学课程为例[J]. 中国大学教学, 2020(8): 55-58.
LIU Y B. Thinking and practice of ideological and political education in physics major courses—Taking theoretical mechanics course as an example[J]. China University Teaching, 2020(8): 55-58. (in Chinese)
- [4] 谭红岩, 郭源源, 王娟娟. 高校课程思政评估指标体系的构建与改进[J]. 教师教育研究, 2020, 32(5): 11-15.
TAN H Y, GUO Y Y, WANG J J. The construction and improvement of ideological and political evaluation index system of Universities[J]. Teacher Education Research, 2020, 32(5): 11-15. (in Chinese)
- [5] 杜震宇, 张美玲, 乔芳. 理工科课程思政的教学评价原则、标准与操作策略[J]. 思想理论教育, 2020(7): 70-74.
DU Z Y, ZHANG M L, QIAO F. Teaching evaluation principles, standards and operation strategies of ideological and political education in science and engineering courses[J]. Ideological & Theoretical Education, 2020(7): 70-74. (in Chinese)
- [6] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准: 上[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018: 113.
- [7] 于歆杰. 理工科核心课中的课程思政——为什么做与怎么做[J]. 中国大学教学, 2019(9): 56-60.
YU X J. Ideological and political education in the core courses of science and engineering—Why and How[J]. China University Teaching, 2019(9): 56-60. (in Chinese)
- [8] 王宝军. 大学理科专业课程思政的特点和教学设计[J]. 中国大学教学, 2019(10): 37-40.
WANG B J. Characteristics and teaching design of ideological and political education for science majors in universities[J]. China University Teaching, 2019(10): 37-40. (in Chinese)
- [9] 王小力. 大学物理课程思政研究与实践[J]. 中国大学教学, 2020(10): 54-57.
WANG X L. The study and practice the ideological and political construction of college physics course[J]. China University Teaching, 2020(10): 54-57. (in Chinese)
- [12] ABBOTT B P, et al. Phys. Rev. Lett., 2016, 116(6): 061102.
- [13] 张祖豪, 徐勋义, 刘子健, 等. 高精度全自动杨氏模量测量仪设计[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(12): 111-113.
ZHANG, Z H, XU X Y, LIU Z J, et al. Design of Young's modulus measuring instrument with high-precision and full-automation[J]. Experimental Technology and Management, 2016, 33(12): 111-113. (in Chinese)
- [14] 秦鹏程, 常相辉, 樊代和, 等. 一种无砒轨道沉降监测装置: 中国[P]. 201511019971.1. 2017-6-16.
- [8] 孙晶华, 张杨, 张峻峻. 大学物理实验教程[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2018: 238.
- [9] 樊代和. 大学物理实验数字化教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020: 168.
- [10] 田川. 拨开天空的乌云——纪念将毕生献给光学测量的 A. A. 迈克尔逊[J]. 物理教师, 2019, 40(3): 80-82+85.
TIAN C. Remove the dark clouds from the sky—In memory of A. A. Michelson who devoted his life to optical measurement [J]. Physics Teacher, 40(3): 80-82+85. (in Chinese)
- [11] MICHELSON A A, MORLEY E W. American Journal of Science, 1887, 203(s3-34): 333-345.

(上接第 178 页)