

霍尔法测磁场实验中的思政建设探讨

何爽 孙艳 高源

(空军航空大学基础部 吉林 长春 130022)

(收稿日期:2023-01-12)

摘要:基于对大学物理实验课程思政教育优势的分析,将科学人文素养精神、科学实验方法和创新思维培养作为课程思政建设的切入点,以“霍尔法测磁场”实验项目作为思政建设实践案例,介绍课程内容特色的育人作用,培养发现问题、分析问题和解决问题的能力,同时培塑实事求是、严谨认真的科学精神,激发学生的家国情怀和使命担当。

关键词:大学物理实验;课程思政;霍尔效应实验

二十大报告中强调:“青年强,则国家强.全党要把青年工作作为战略性工作来抓”.院校是人才培养的重地,在育人育才过程中必须坚守课堂教学这个“主阵地”.要根据不同学科专业的特色和优势,深度挖掘提炼专业知识体系中所蕴含的思想价值和精神内涵,与思想政治理论课同向同行,形成协同效应.理学类课程要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育,培养精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当.实践类课程要注重学思结合、知行统一,增强学生勇于探索的创新精神、善于解决问题的实践能力^[1].

大学物理实验作为一门理学实践类课程其在立德树人方面有着天然的优势.首先从课程性质来看,不仅能帮助学生加强物理概念和规律的理解,在培养和提高学生发现问题、分析问题以及解决问题的思维构建方面具有其他理论课无法比拟的优势.其次从课程内容来看,具有极强的逻辑性、思想性和方法性,实验过程是人类获得知识、掌握规律这一漫长探索过程的浓缩再现,实验的学习和训练有利于培养学生的科学素养.最后从学科特点来看,实验物理学的基本理论渗透在自然科学的各个领域,实验过程中培养的实践能力是开展其他类实践课程的基础,因此挖掘课程中的思政元素融合在教学中有利于达成立德树人根本任务.目前有许多学者致力于大学物理实验课程思政建设^[2-7],如文献[5]开展了

“课程+行业”特色化课程思政实践;文献[6]从科学家精神和职业操守出发挖掘了课程中的思政内容;文献[7]以“迈克尔孙干涉仪实验”为例,在实验背景讲述中探讨了课程思政建设内涵.可以看出多数学者对于大学物理实验课程思政建设都立足于课程整体内容或是某一教学环节内容,而对于某一具体实验项目贯穿整个教学环节中思政元素的介绍则还未见报道.

基于以上分析,本文将介绍大学物理实验课程思政元素挖掘的切入点,以霍尔法测磁场实验项目为例,探讨整个教学环节中思政元素的挖掘和实践过程.

1 大学物理实验课程思政建设的切入点

在课堂教学实施过程中,需要结合课程本身的学科特点找准开展思政教育的切合点,避免思政教育“两张皮”现象发生.课程思政建设的主体力量在于任课教师,其在思政元素的挖掘和融入过程中发挥着重要的作用.下面将从3个方面介绍思政建设的切入点.

1.1 科学人文素养精神

课程中包含多项荣获诺贝尔物理学奖的实验项目,每个实验项目从实验内容的确定、实验方法的选择、实验仪器的设计以及实施过程,其背后蕴含丰富的物理学故事,教师要做好故事的讲授者和情感的

鼓动者,在教学中合理利用物理学史中蕴含的经典人文故事,引导学生体会科学家们在科学探究中展现出的大胆质疑、勇于创新 and 锲而不舍的科学精神,这些超越实验知识背后的人文素养精神,将潜移默化地向学生传递正确的世界观、人生观和价值观,由此激发学生的学习兴趣 and 求知欲。

1.2 科学实验方法

许多经典的实验方法是物理学家们认知世界过程中采用 and 发明的有效方法,包括巧妙的测量方法,如补偿法、干涉法、转换法等;消除或减小误差用以提高测量精度的方法,如放大法、交换法、对称测量法等;有严谨的数据处理方法,如逐差法、最小二乘法、图解法等。教师要做好实验方法的归纳者和指导者,引导学生养成解决问题的思维路径,意识到实验方法的普适性,注重方法的积累 and 灵活运用。

1.3 创新思维培养

课程中所涉及的基本理论知识和实验技能不仅是其他类课程开展的基础,同时也为现代科技技术发展提供了依据。教师要做好学生学习的激发者和领路者,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 or 成果,拓展学生的知识范畴,激发学生利用所学物理实验技术和方法解决实际问题,将理论学习与实际应用紧密结合,进而培养创新思维。

为了更加清晰地展示上述课程思政建设的切入点,以本课程中开设的“霍尔法测磁场”实验项目为例,详细阐述该实验项目教学实施过程中所蕴含的思政元素。

2 霍尔法测磁场实验中的思政元素研究与实践

2.1 紧密贴合军事应用 实现为战育人

在教学引入环节以图片形式介绍国产首款反潜固定翼巡逻机“高新6号”,其机尾有一条很长的“尾刺”,是用于探测水下潜艇的磁异侦测仪。“高新6号”的服役,是我军广域反潜能力的重大飞跃,填补了人民海军装备的最后空白,迈入了大型反潜巡逻机世界强国的行列。

针对“高新6号”的磁异侦测仪引导学生思考测

量磁场的方法,引出实验目的。“高新6号”的服役彰显了我国的军事实力,将其引入教学不仅可以拓展学生的知识面,激发学习兴趣,同时也可以激发学生的民族自豪感。注重趣味、军味(军事特色) and 品味(科学性)三味的有效融入,展现了为战育人的教学理念^[8]。

2.2 融入实验建模思想 培塑解决问题的思维路径

实验物理以理论物理为基础,区别于理论课的学习不仅在于实践能力的培养,更重要的是启迪思维构建,因此在教学实施过程中要贯彻“实验建模”的教学理念^[9]。我校采用的实验仪器为DH4501N型三维亥姆霍兹线圈磁场实验仪,依据霍尔效应的产生原理得到霍尔电压 U_H 与磁感应强度 B 的关系式

$$U_H = R_H \frac{I_H B}{d} = K_H I_H B \quad (1)$$

其中 I_H 为工作电流, K_H 为灵敏度。实验仪器上可实时显示霍尔电压和工作电流的大小 and 方向,为实现磁场大小的测量,需要明确灵敏度 K_H 的大小。虽然每台实验仪器已给定灵敏度的参考值,但在实验中引导学生 in 所处实验环境中测量计算灵敏度大小并 with 给定参考值进行比较,提升严谨认真的科学意识。根据施加励磁电流 I_M 的大小并结合实验仪器结构参数运用理论公式计算出亥姆霍兹线圈轴线上中心点处磁感应强度大小,即

$$B'_0 = \frac{\mu_0 N I_M}{R} \frac{8}{5^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

同时通过测量此位置处的霍尔电压和工作电流,即可计算得到灵敏度大小

$$K_H = \frac{U_H}{I_M B'_0} \quad (3)$$

将式(3)代入式(1)所得即是本实验所构建为达实验目的的实验测量模型。利用此模型可实现霍尔元件参数计算、通电单(双)圆线圈磁场大小及分布等测量任务。

实验建模的出发点是理论公式,但最终所获得的实验测量模型是以实验仪器 and 实验条件为基础,用以解决实际测量问题。从理论模型出发到实验测量模型的推导过程即是对学生发现问题、分析问题

和解决问题思维方式的培塑和锻炼过程. 要注重大学学习方法和实践模式的训练, 以物理思想和方法为指导, 构建起解决问题的思维路径才是实现教育对象价值构造的关键.

2.3 掌握科学实验方法 培养严谨认真的科学态度

本实验项目中涉及多种科学方法, 包括控制变量法、转换法、作图法和对称测量法. 前3种实验方法学生在基础性实验项目中已进行过系统的学习和训练, 对称测量法是本实验中需要学习并掌握的消除系统误差的方法. 系统误差主要源于测量霍尔电压时伴随4种副效应影响而产生附加电压叠加在霍尔电压 U_H 上. 4种副效应分别为: 由于生产工艺的限制, 霍尔电极不可能绝对对称地焊接在同一等势面上而产生不等位电势 U_0 ; 由于载流子速度分布不均, 导致霍尔片两端聚集不同速度的载流子产生温差而引起温差电势差 U_E , 即埃廷斯豪森效应; 由于工作电流引线的两个焊接点的接触电阻不同, 则通过电流时发热的程度不同, 将产生热扩散电流, 进而产生类似于霍尔电压的横向电势差 U_N , 即能斯特效应; 能斯特效应中纵向热扩散电流引起附加温差电势 U_R , 即里纪—勒杜克效应^[10]. 4种副效应所产生的附加电压与工作电流或磁场的方向和大小有关(具体关系见表1所示), 据此保持电流或磁场的大小, 通过改变电流和磁场的方向, 可消除4种副效应的影响实现更精确的测量.

表1 电势差与 I_H 、 B 方向相关表

U_H		U_E		U_N		U_R		U_0	
I_H	B								
有关	有关	有关	有关	无关	有关	无关	有关	有关	无关

实验方法的学习和使用是实验与理论的区别, 在实际测量过程中会遇到许多测量问题, 需要全面考虑, 才能获得更为精确的测量结果. 对称测量法的应用不仅帮助学生在解决问题时养成全面思考的意识, 同时有利于培养学生认真严谨、实事求是的科学精神.

2.4 回顾物理学史 体会科学家精神

霍尔效应是霍尔于1897年发现的一种电磁效应. 当时人们对电子和金属中的导电机理是未知的,

霍尔并未盲从经典电磁理论创始人麦克斯韦及其他科学家对载流导体在磁场中受力情况的观点, 而是大胆质疑试图通过实验来进行科学探索, 霍尔效应的发现被誉为“过去50年中电学方面最重要的发现”^[11].

随后许多科学家投身于霍尔效应的研究中, 在研究历程中诞生了多项诺贝尔物理学奖. 1980年德国物理学家克利青在研究极低温度强磁场中的半导体时发现了量子霍尔效应而荣获1985年的诺贝尔物理学奖. 1982年美籍华裔物理学家崔琦和另外两名美国物理学家分别在更低的温度、更强的磁场下发现了分数量子霍尔效应荣获1998年的诺贝尔物理学奖, 这也是继杨振宁、李政道等之后, 又一位获得诺贝尔物理学奖的华裔科学家. 2005年两位英国科学家因在石墨烯中发现了半整数量子霍尔效应而荣获2010年诺贝尔物理学奖. 2013年中国科学院院士、清华大学副校长薛其坤领先的中国团队在国际上首次实验发现了量子反常霍尔效应, 著名物理学家、诺贝尔奖得主杨振宁称赞他是中国科学家首次在中国实验室中做出的诺贝尔奖级的科研成果.

通过介绍霍尔效应发展历程中的科学家事迹, 尤其是我国科学家卓越奋斗的坚毅事迹, 激发学生民族自豪感的同时引领学生在品味科学家的故事中感悟科学家的大胆质疑精神、坚持不懈精神、团结协作精神以及追求极致的科研精神.

2.5 介绍科技前沿技术 激发创新动力

霍尔效应的应用十分广泛, 不仅可以实现磁场的测量, 还可以制作成霍尔传感器实现将位移、转速、压力等非电学量转换成电学量进行测量. 如利用霍尔元件实现金属丝的杨氏模量的测量^[12], 霍尔推进器被应用在卫星等航天器上用以调整航天器的运行姿态以及轨道衰减. 我国航天科技集团在霍尔推进器的制作上实现技术突破, 实现了单通道百千瓦级霍尔推进器的制造, 标志我国在大功率电推进技术能达到国际领先水平.

结合已学的基础性实验, 引导学生多角度考虑问题, 培养其创新能力和理论联系实际的能力. 通过

介绍前沿科学中的应用,启发学生意识到唯有科技才能强国,而科技的发展离不开创新,以此激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。

3 结论

本文主要从科学人文素养精神、科学实验方法和创新思维培养3个方面作为大学物理实验课程思政建设的切入点,并以霍尔法测磁场为例阐述在具体教学过程中思政元素的挖掘和融入过程。可见大学物理实验课程中蕴含着丰富的思政元素,要深挖并充分运用专业课程中的思政元素,实现知识传授、能力培养、价值塑造三位一体的全方位育人的效果。最终培养有理想、敢担当、能吃苦、肯奋斗的新时代好青年,让青春在全面建设社会主义现代化国家的火热实践中绽放绚丽之花。

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.
- [2] 丁益民,徐钱欣,蔡亚璇,等. 新时代背景下大学物理实验的课程思政教学初探[J]. 大学物理实验,2022,35(4):150-154.

- [3] 史严,刘向民. 大学物理及实验课程的思政探索与实践[J]. 大学物理实验,2022,35(1):124-126.
- [4] 唐洪法,陈健,朱纯,等. 大学物理实验“课程思政”的探索与实践——以“金属杨氏模量的测定”为例[J]. 物理通报,2022(3):101-105.
- [5] 李泽朋,张小娟,张敬芳,等. 物理实验“课程+行业”特色化课程思政实践[J]. 物理通报,2022(10):78-81.
- [6] 奉勇辉,李延标,白忠,等. “大学物理实验”思政教育的内容探索[J]. 大学物理实验,2022,35(4):131-135.
- [7] 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.
- [8] 刘静. 军队院校思政课程与课程思政融合发展的价值蕴涵及其实践路径探析[J]. 高教论坛,2022(6):42-44.
- [9] 何焰兰,彭刚,欧阳建明,等. 如何建设好实验MOOC——以《大学物理实验》MOOC建设为例[J]. 物理实验,2019,39(8):37-44.
- [10] 倪燕茹,仲伟博. 霍尔效应实验教学探讨[J]. 内江师范学院学报,2015,30(10):71-74.
- [11] 刘战存,郑余梅. 霍尔效应的发现[J]. 大学物理,2007,26(11):51-55.
- [12] 吴高米,崔敏,王闯,等. 利用霍尔元件测量金属丝的弹性模量[J]. 物理实验,2014,34(6):40-43.

Discussion on Curriculum Ideological and Political Construction in the Experiment of Measuring Magnetic Field by Hall Method

HE Shuang SUN Yan GAO Yuan

(Foundation Department, Aviation University of Air Force, Changchun, Jilin 130022)

Abstract: Based on the analysis of the advantages of ideological and political education in college physics experiment course, this paper takes the cultivation of scientific and humanistic quality spirit, scientific experiment method and innovative thinking as the entry point of ideological and political construction of the course, takes the experiment project of "Measuring magnetic field by Hall Method" as a practical case of ideological and political construction, introduces the educational function of the characteristics of the course content, and cultivates the ability to discover, analyze and solve problems. At the same time, cultivate realistic, rigorous and serious scientific spirit, inspire students' feelings of home and country and sense of mission.

Key words: college physics experiment; ideological and political in curriculum; Hall effect experiment