

大学物理实验课程思政元素契入路径和教学设计

刘毅

贵州大学物理学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2022年3月11日; 录用日期: 2022年4月13日; 发布日期: 2022年4月20日

摘要

大学物理实验是受众面最广的大学基础实践教学课程之一, 思政教育在实验教学中的有效契入具有典型意义和引领作用。本文基于实验教学实践和认知, 探讨了思政教育在大学物理实验课程的契入路径和相应的教学设计。

关键词

物理实验教学, 思政教育, 教学设计

The Introduction Path and Teaching Design of Ideological and Political Education in College Physics Experiment Courses

Yi Liu

School of Physical Science, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Mar. 11th, 2022; accepted: Apr. 13th, 2022; published: Apr. 20th, 2022

Abstract

College physics experiment is one of the basic practical teaching courses with the widest audience. The effective introduction of ideological and political education (IPE) in experimental teaching has typical significance and a leading role. Based on the practice and understanding of experimental teaching, this paper discusses the ways of introducing IPE into college physics experiment course and the corresponding teaching design.

Keywords

Physics Experiment Teaching, Ideological and Political Education, Teaching Design

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

物理实验是物理学的基础，物理实验教学是大学物理课程教学中必不可少的环节，具有实践性和基础性。物理实验教学在培养学生严谨的科学思维和创新能力，培养学生的动手能力，分析问题和解决问题的能力，培养学生理论联系实际，特别是与科学技术发展相适应的综合能力方面有着不可替代的作用。大学物理实验教学面向全校理、工、农、林、生等多层面多专业学生展开，受众面广，辐射和带动力度大，是全校生学时数最多的基础实践课程之一。以贵州大学物理实验中心为例，该中心每年承担的大学物理实验课程涵盖全校 13 个学院，103 个专业班，共计约 4600 人，约合教学工作量 18 万生学时。如能实现思政教育在实验教学中的有效契入，具有典型性和引领作用。

教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》中明确指出，思政教育融入理工类课程，要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育，培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感[1]。其最大特质就是科学思维和科学精神教育，即辩证唯物主义和历史唯物主义思维方式的养成[2]。思政教育的认知结构和其他各种知识体系的认知结构类似，仍然涉及知识、感知、记忆、反应、解构等认知因素，是一个相互作用而有机联结的完整结构。思政教育在理工科课程教学的引入，并不是以支离破碎、异质或补充形式的切入，而是贯穿整个教学过程，有其完整的认知结构，这也是当前思政教育有效契入理工科课程教学的认知难点所在。如何将具有不同内涵但各自完整的两种认知结构有效契合，需挖掘各课程教学体系的内涵构件，如课程体系的感知方式、个人情感连结和认知结构等，形成独特的思政教育融入路径和认知构建。

物理实验教学应凸显科学精神、科学信仰、团队合作精神、创新精神、求真务实等独特的思政元素，这与《高等学校课程思政建设指导纲要》中关于实践类课程的描述相契合：实验实践课程，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[2]。其思政教育应是学生在与外界情景交互中进行意义建构的过程，是融入情景中的教育，而这恰恰是实验教学的优势。这种思政构建需以实验教学设计为支撑，在教学设计中，创设有利于学生建构思政意义情景是最重要的环节；通过教学环节设计，达到思政教育的最终目标，即意义建构。因而如何创新性地切入思政教育，其路径的选择尤为关键。个人认为，基于物理实验教学所具有的天然情景互动优势，呈现出基本情景 - 引导探索 - 独立探索 - 协作学习的建构主义教学模式[3]，有利于思政教育的合理契入。

2. 基于情景的思政教育建构及教学设计

在情景环境中有利于思政元素的输入、加工、存储、提取、使用、甚至创造过程。学生从刚进入实验室的那刻起，就步入了天然的情景中，面对实验仪器，要了解仪器型号、性能，要了解实验原理，要组装仪器等。学生在这种真实情景体验下，往往积极性高，主动性强，自由性大，因而这些真实的情景交互体验为思政教育的适时介入提供了很好的条件，此时的教学设计尤为关键。教学设计应遵循学生主体和自主优先原则，增加情感体验和行为锻炼。

在具体的实验教学中,可侧重体现三个思政元素:唯物辩证思维,创新思维和历史观,树立“客观、严谨、科学精神、团队协作”的品质。实验教学环节可设计为讲、导、做、演、释五个阶段,使思政教育完成学生内在心理表征过程和意义建设。在讲的阶段,可以通过梳理该实验项目的发展脉络,适当引入物理学史教育,强化学生对实验项目历史脉络的了解,强化对物理思想的感悟,感受物理学家在科学发现中的心路历程,培养锲而不舍、坚韧不拔的科学精神。在导的阶段应弱化对实验操作步骤的讲解,引导学生独立完成实验操作;在做的阶段,强化学生协同工作,培养团队合作精神。在演、释的阶段,教师适时介入,对实验关键点和难点问题讲解和引导。让每个实验项目的教学过程都升华为一个完整的思想实验过程。

以迈克尔逊干涉实验为例[4],该实验是理工科本科生的一个综合性实验。迈克尔逊干涉实验在物理学史上具有重要地位,以该装置为基础的迈克尔逊-莫雷实验证实了以太的不存在,是狭义相对论的实验依据,也是引发近代物理开端的实验。近期,在引力波探测中,迈克尔逊干涉仪也得到了广泛的应用。因此,该实验是物理学里典型的思想实验,特别是对唯物主义时空观的养成教育上具有深刻的功能。通过该实验的训练,不仅仅是关注仪器的测量功能,而是要赋予其教育功能,突出思想实验的特质,即通过该实验,引导学生梳理物理学的发展脉络,尤其是了解经典物理与近代物理的历史交替过程,树立唯物主义时空观。通过情景设置,可以设计出基于建构主义的教学路线,如图1所示。

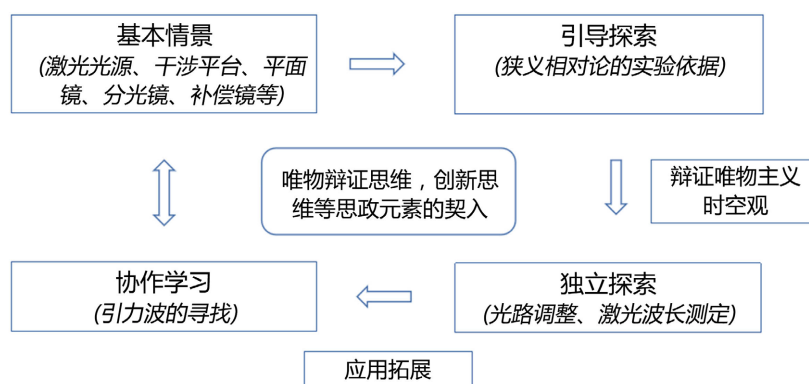


Figure 1. Introduction of ideological and political elements based on Constructivism —taking Michelson's interference experiment as an example

图1. 基于建构主义的思政元素契入——以迈克尔逊干涉实验为例

在该设计路线中,遵循基本情景-引导探索-独立探索-协作学习的建构主义教学模式,以该实验独特的组合式光路系统为基本情景设置,教师的引导探索阶段,突出讲解该实验的发展历史及其在物理学史上的地位和作用,契入辩证唯物主义时空观思政元素。独立探索由学生个体主导,实验操作单人单套,通过独立的光路调整、干涉条纹调节,历练独立思考、求真务实的科学精神。协作学习阶段为小组自由重组,多人合作,通过文献调研,交流探讨迈克尔逊干涉装置在引力波寻找上的应用,了解科学前沿,培养合作精神。应用拓展环节可在课下进行,最终以小组为单位提交调研报告。

霍尔效应,是理工科本科生的另一个基础性实验[4]。传统的实验教学只关注于基本物理参数的测量,操作简单,实验过程比较单一,对学生的训练度不足。如果赋予其思政元素,可以扩充该实验的内涵。在教学设计中(图2所示),可扩展经典霍尔效应与量子霍尔效应的比较,使学生能够了解该实验的前沿发展;虽然基础性实验的条件无法研究量子霍尔效应,但可以引导学生从经典霍尔效应的一些现象管窥到量子霍尔效应的一些端倪:如当外加磁场较大时,霍尔电阻偏离线性关系等,从而引导学生对量子霍尔效应的了解,此时可以契入一个思政元素,即中国科学家对反常量子霍尔效应的贡献,薛其坤院士从实

验上首次发现量子反常霍尔效应，这意味着量子霍尔效应物理领域一个期待已久的重要现象已经被中国科学家率先观测到。通过该实验，可以增强学生的民族自信和家国情怀，激发攀登科学高峰的志向。从这个教学设计可以看出，基础性实验可以通过思政元素的介入扩充其实验内涵，两种认知结构相互耦合，相互依附，具有互利功能。这种基于情景设置的建构主义教学设计，可以扩展到其他实验项目中，具有较好的兼容性和普适性。表 1 列出了部分常开设的实验项目的实验情景和相对应的思政元素[4] [5]。

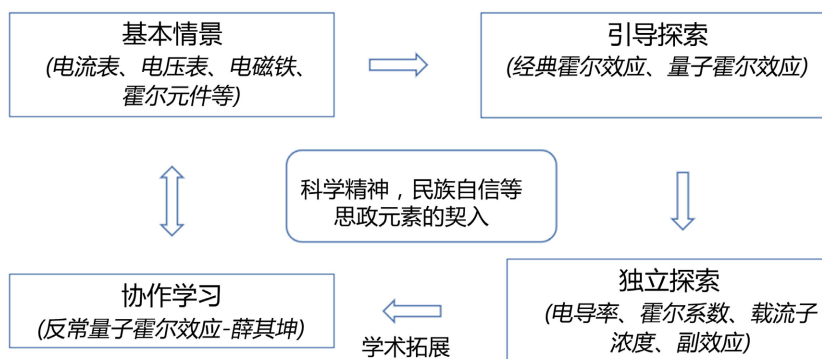


Figure 2. Introduction of ideological and political elements based on Constructivism —taking Hall effect experiment as an example

图 2. 基于建构主义的思政元素契入—以霍尔效应实验为例

Table 1. Scenario setting and ideological and political elements of common college physics experiment projects

表 1. 常见大学物理实验项目的情景设置和思政元素

实验项目	实验性质	实验情景	思政元素
分光计的 调整实验	基础性	调节平行光管发出平行光，望远镜 适合接受平行光，光路主光轴与分 光计主轴垂直等	动手能力、独立实验和思考的能力，特别是光路精细 调节能力，耐心和细心的科学素养养成
密立根 油滴实验	综合性	密立根油滴仪，显示器，喷雾器， 钟油等；静态测量法	证实电荷的不连续性，测定基本电荷值；感受物理学 中宏观量测量微观量的巧妙设计和构思；创新能力和 实验技巧培养；耐心和细心的科学素养养成
黑体辐射 实验	综合性	光栅单色仪，接收单元，溴钨灯， 电源，计算机等；黑体辐射的光谱 分布	黑体辐射的“紫外灾难”，经典物理学的两朵乌云之 一；普朗克量子假设；量子物理的诞生；微观物质 运动规律的唯物主义认识观
光电效应 实验	综合性	汞光源，滤色片，光阑，光电管， 测试仪等；验证爱因斯坦方程，测 量普朗克常数等	对光本质的认识，推动量子理论的发展；物质运动规 律的唯物主义认识观
混沌现象 的实验 研究	综合性	非线性电阻的伏安特性；蔡氏电路 的非线性动力学系统研究	基础科学的第三次革命；一个确定性理论描述的系统， 其行为表现为不确定性；与经典牛顿确定性理论的 比较，深化对复杂物理世界的认知模式，深化对必 然和偶然的认识，更全面地认识自然界的统一性
康普顿 散射实验	综合性	康普顿散射仪；康普顿散射的物理 模型；测量微分散射界面的实验技 术	从实验上证实了光子具有动量的假设；中国物理学家 吴有训对康普顿散射实验作出了杰出的贡献；民族自 信和家国情怀
三用电表 的设计 实验	设计性	通过分立的电表设计改装多量程 的电流表、电压表与欧姆表	自主探索的学术精神；发现问题、分析问题和解决问 题的能力

3. 思政介入情景下的实验课程体系设置

《高等学校课程思政建设指导纲要》中关于如何科学设计课程思政教学体系时指出：要坚持学生中心、产出导向、持续改进，不断提升学生的课程学习体验、学习效果[1]。因此在物理实验项目设置上，应有意识地引入相应的情景体验。这种思政情景可以通过分层次实验课程体系设置来实现，实验项目由易及难，建立涵盖预备性实验，特色演示实验，基础性实验，设计性、探索性、研究性实验，学生创新工作室(实验竞赛、物理实验仪器制作竞赛、本科生研究计划 SRT、创新创业训练、课程毕业论文设计等)的分层次教学模块，提升学生的课程学习体验，为思政教育的契入提供更广阔的路径。

预备性实验、特色演示实验和基础性实验为学生进入物理世界做好基础性准备，也为思政元素的契入做好铺垫；设计性、探索性、研究性物理实验是一种介于基础实验与科学实验之间的实验项目，具有对科学实验全过程进行初步训练的功能，也是对基础实验的一个必要补充，旨在加强学生创新能力、动手能力的培养。设计性物理实验要求学生必须具备一定的理论知识并在学习和总结的基础上设计出一个新实验，或者通过已有的实验进行延伸开发新的实验内容。设计性实验在某种意义上讲，是结果可以预知的和可以控制的实验；而探索性、研究性实验则是一种探究性实验活动，其实验结果有时是可以预测的，但通常是不明确的，正是通过这些探究性实验结果，才能揭示实验现象背后所蕴涵的物理规律，这对培养学生的探索精神具有现实意义。物理实验技能竞赛，可以检验学生对大学物理知识的掌握情况，激发他们对大学物理的学习兴趣，培养学生的实验创新能力和团结协作精神，有助于提高学生在实际中的实践和科研能力；物理实验仪器制作竞赛是完全由学生自己设计，不拘泥于老师设计的题目，所以更具有创新性，学生能在其中提高自己的实验能力、享受到实验的快乐、激发自己的创新性思想。

基于信息化的开放式实验室建设是高等教育改革的方向，是培养具有创新意识和创新能力人才的重要步骤，也是物理实验教学组织和管理模式的创新。通过信息化手段实现预约制，学生进入实验室的时间和空间得到最大程度的自由度，通过虚拟仿真实验作为学生的课前准备和课后训练，通过网络交互实现教师与学生的教与学互动。这种基于信息化手段的开放形式能够扩大物理实验的辐射范围，这也为思政元素的契入提供了多元化的路径。特别地，虚拟仿真实验教学一流课程建设作为国家一流本科课程“双万计划”的重要建设内容之一[6]，应该成为思政教育引入物理实验教学的桥头堡，是最前沿和最创新的模式，而这个建设才刚刚起步，需要广大实验教学和管理工作者进行深入的创新和探索。

4. 实验室文化的思政构建

实验室文化具有信念力量和道德力量，有强大的影响力、号召力和导向力，能建立共同的价值观[7]。因此，实验室文化是思政元素的直接体现。良好的实验室文化建设是实现课程思政介入的最好载体。与思政元素相关的实验室文化建设可以涵盖实验室内部文化建设和走廊文化建设。实验室内部文化建设可以用挂图张贴的形式介绍实验项目的基本原理、发展历史和物理学发展上的作用等，将思政元素以可见的方式展现，营造思政情景。走廊文化建设仍然以挂图、橱窗展示等直观可见的形式展现，具体内容尽量以科普内容为主，如百年诺贝尔物理学奖获得者及其贡献简介、实验物理学重大发现简介等，营造开放式的思政情景。

从实验室文化软环境建设来看，对于大学物理实验这类面向全校学生的基础性实践课程，具有学生流动性大的特点，实验室文化建设应营造自由、宽松、宽容的开放环境，学生在时间和空间开放的情景下，自主设计，自主操作，有利于学生的创造性思维的发挥。而这种逐步走向全开放的模式无疑给实验教学管理带来困难和挑战，如何有效地组织好实验教学资源实现全开放教学是当前实验教学工作者面临的研究课题。

5. 结论与展望

物理实验教学具有情景带入的先天优势,思政元素的契入应紧扣这个特质,在教学设计上可遵循基本情景-引导探索-独立探索-协作学习的建构主义教学模式,使辩证思维、创新思维和唯物历史观贯穿于讲、导、做、演、释五个教学环节;思政教育在实验教学中的践行中有其独立的认知结构,但同时与实验教学认知结构能互补和兼容;在教师的引导下,通过学生自主建构认知的过程,完成思政元素的内在心理表征过程和意义建设。在物理实验的课程设置上,由于设计性、探索性、研究性实验在学生训练上更具优势,与学科前沿更为接近,从而思政元素的契入形式更为多元化,路径更为便捷,因此应加大设计性、探索性、研究性实验项目的比例,形成多层次的物理实验课程体系。实验室开放制对营造自由、宽松、宽容的学术环境有独特的功能,也是思政元素契入的良好载体。

总而言之,物理实验课程具有实践性、基础性以及辐射面广、受众面广的特点,思政元素的契入具有引领性、典型性和广泛意义。如何有效地实施实验课堂思政,仍面临不小挑战,需要实验教学人员深挖思政教育认知属性,探索其与实验教学的相互耦合关系,在课程设置、教学设计、管理模式等方面进行创新,获得有别于其他理工科课程思政的独特契入路径。

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.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2020-05-28.
- [2] 高德毅, 宗爱东. 从思政课程到课程思政: 从战略高度构建高校思想政治教育课程体系[J]. 中国高等教育, 2017(1): 43-46.
- [3] 皮亚杰. 发生认识论原理[M]. 北京: 商务印书馆, 1981.
- [4] 刘毅, 胡林. 大学物理实验教程[M]. 第2版. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [5] 陶纯匡, 王银峰, 汪涛, 等. 大学物理实验[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [6] 教育部. 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2020/content_5480494.htm, 2019-10-24.
- [7] 王成善. 略论大学实验室文化建设[J]. 教育教学论坛, 2013(9): 251-252.