

大学物理创新实验项目的设计与实践探索

陶冠奇 樊一娜 王薇 张振华 王引书
北京师范大学珠海校区, 广东 珠海 519087

摘要: 大学物理实验是高等教育基础课程的重要组成部分, 在培养学生科学素养、实验操作能力及创新思维方面发挥着关键作用。然而, 传统物理实验教学模式在内容设计、教学方法和实践形式上存在一定局限, 已难以满足当前教育对学生综合素质和创新能力的培养要求。本文以大学物理创新实验项目为研究对象, 通过分析现有实验教学的不足, 提出了一种创新实验项目设计框架。研究表明, 创新实验项目能够有效激发学生的学习兴趣, 增强其实验动手能力, 促进创新思维的养成。通过具体案例分析, 本文展示了创新实验项目在实际教学中的应用及其对学生学术能力和综合素质提升的积极作用, 为推动大学物理实验教学改革提供了切实可行的理论依据和实践参考。

关键词: 大学物理; 创新实验; 实验教学; 学生能力; 教育改革

Design and Practice Exploration of Innovative Experiment Project in College Physics

Tao, Guanqi Fan, Yi-na Wang, Wei Zhang, Zhenhua Wang, Yinshu
Beijing Normal University at Zhuhai, Zhuhai, Guangdong, 519087, China

Abstract: College physics experiment is an important part of basic courses in higher education, which plays a key role in cultivating students' scientific literacy, experimental operation ability and innovative thinking. However, the traditional physics experiment teaching mode has some limitations in content design, teaching methods and practice forms, which has been difficult to meet the requirements of current education for cultivating students' comprehensive quality and innovative ability. This paper takes the innovative experiment project of college physics as the research object, and puts forward a design framework of innovative experiment project by analyzing the shortcomings of existing experimental teaching. The research shows that innovative experimental projects can effectively stimulate students' interest in learning, enhance their experimental hands-on ability and promote the cultivation of innovative thinking. Through specific case analysis, this paper shows the application of innovative experimental projects in practical teaching and its positive role in improving students' academic ability and comprehensive quality, which provides practical theoretical basis and practical reference for promoting the reform of college physics experiment teaching.

Keywords: College physics; Innovative experiments; Experimental teaching; Student ability; Reform in education

DOI: 10.62639/sspfed27.20250102

引言

大学物理实验教学在帮助学生理解物理理论、培养实验操作能力和激发创新思维方面具有重要作用。然而, 现有实验教学模式以经典实验为主, 缺乏与现代物理和实际应用的结合, 难以有效激发学生的学习兴趣与创新能力。

传统教学方法以教师讲解和操作指导为主, 学生多处于被动接受状态, 缺少自主探索和独立思考的机会, 限制了批判性思维和创新能力的培养, 已难以满足新时代综合型创新人才培养的需求。

如何通过创新实验项目提升物理实验教学质量, 已成为高校教育改革的重要课题。创新实验

不仅能增强学生实践能力, 还能激发创新意识, 为学生提供更多自主探索机会, 推动教学从知识传授向能力培养转变。

本文聚焦创新实验项目的设计与实践, 探讨如何科学设计创新实验项目以提升大学物理实验教学质量, 重点分析如何克服传统教学不足, 促进学生综合能力的全面提升, 为教学改革提供参考。

一、大学物理实验教学现状

大学物理实验是物理学科教学中的重要环节, 在帮助学生理解物理理论、培养实践能力和提升解决实际问题能力方面具有重要作用。然而, 随着时代的进步和教育需求的变化, 传统实验教学模式逐

(稿件编号: FED-25-2-1025)

作者简介: 陶冠奇 (1982-), 性别: 男, 汉族, 吉林省辽源市, 博士, 副教授, 研究方向: 物理实验、人工智能及大数据应用。

基金项目: 2022 年度广东省教育科学规划项目 (高等教育专项): “基于人工智能的虚拟仿真实验教学平台的研发” (项目号: 2022GXJK418)。

2022 年广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目: 省级实验教学示范中心建设项目: “北京师范大学珠海校区一物理实验教学示范中心” (项目号: jx2022301)。

北京师范大学珠海校区 2023 年校级教学建设与改革项目: 线上一流课程: “普通物理实验专题——数码光学” (项目号: jx2023063)。

2023 年度广东省教育科学规划项目 (高等教育专项): “基于物联网技术的智慧化实验室研究与应用” (项目号: 2023GXJK539)。

2024 年度广东省教育科学规划项目 (高等教育科学研究专项): “基于数字可视化的高等学校物理实验创新研究” (项目号: 2024GXJK692)。

2024 年度广东省教育科学规划项目 (面向中国式现代化的教育强省发展战略研究专项): “基于质量保障的粤港澳大湾区高校物理实验教学评估与反馈机制改革研究” (项目号: 2024GXJK162)。

渐暴露出一些不足, 亟需改进。

首先, 实验内容的局限性是目前大学物理实验教学中的主要问题。许多高校依然采用以经典物理验证实验为主的教学内容, 这类实验形式固定、内容单一, 缺乏创新性。尽管这些实验有助于学生理解基本物理概念, 但由于与现代物理学前沿和实际应用的联系不够紧密, 难以激发学生的兴趣, 未能有效培养其创新思维。

其次, 教学方法较为单一, 在一定程度上限制了学生的主动参与。目前多数实验教学模式主要依赖教师讲解和示范, 学生的学习过程以跟随指令操作为主, 缺少自主探索和独立思考的机会。这种被动参与的教学方式, 不利于学生创造力和批判性思维的发展。

此外, 实验资源配置不均衡也是影响教学质量的关键因素。部分高校实验设备陈旧或数量不足, 尤其在需要先进仪器支持的实验项目中, 资源短缺使得部分教学内容无法顺利开展, 严重影响了学生的实践体验和对前沿技术的理解。

最后, 评价体系单一使得学生的综合能力难以得到全面反映。目前, 实验成绩评价主要依赖于实验操作的规范性和实验结果的正确性, 而对学生在创新能力、解决实际问题能力及团队合作能力等方面的表现关注较少。这种评价方式难以有效激励学生进行自主探索, 限制了实验课程在培养学生综合素养方面的作用。

二、创新实验项目设计的理论基础

(一) 创新教育理念

创新教育以培养学生的创新思维、批判性思维和实际动手能力为核心目标。在大学物理教学中, 创新教育不仅关注知识传授, 更强调学生将理论知识应用于实际问题的能力。通过实验教学, 学生能够在实践中发现问题、提出解决方案, 提升自主思考与综合解决问题的能力。

创新思维引导学生跳出固有框架, 从多角度思考问题, 寻找新颖的解决途径, 有助于灵活应对复杂问题。而批判性思维则鼓励学生质疑和反思, 避免盲目接受信息, 提升对复杂现象的分析和判断能力。物理实验作为培养创新和批判性思维的有效途径, 引导学生实践中反思与探索, 推动问题解决与创新发展。

实际动手能力是创新教育的重要组成部分。物理学科的实验性质鲜明, 学生通过实际操作不仅加深了对物理理论的理解, 还能提升解决实际问题的能力。创新实验项目通过自主操作与独立探索, 全面促进学生的实验技能与创新能力的提升。

(二) 物理实验设计的基本原则

1. 互动性

创新实验项目应注重提高学生的参与度, 鼓励学生在实验设计、数据分析和结果讨论中积极互动。通过小组合作, 学生能学习和借鉴他人的思维方式, 同时有效提升团队协作与沟通能力, 从而促进综合素养的提高。

2. 跨学科性

物理学与计算机科学、工程学、材料科学等学

科有密切联系, 实验项目应鼓励跨学科思维, 结合多学科知识设计综合实验。例如, 利用编程进行数据分析, 或借助材料科学知识设计新型实验, 能够拓展学生的认知深度和实验广度, 帮助他们理解物理在不同领域的实际应用。

3. 实用性

创新实验项目不仅要具备科学性, 还应贴近现实生活。通过设计与实际问题相关的实验内容, 学生能够感受到物理知识的实际应用价值。例如, 涉及现代科技或工程应用的实验, 既能激发学生的学习兴趣, 又能帮助他们认识到物理在日常生活中的广泛应用。

4. 挑战性与探索性

实验项目应具有一定的挑战性, 鼓励学生面对未知问题时自主探索。这样的设计能够激发学生的好奇心, 促使他们不断调整思路、优化策略、解决问题。通过挑战性实验, 学生不仅提升创新能力, 还增强了应对复杂实验任务的实践能力。

三、大学物理创新实验项目的设计与实践探索

(一) 实验内容与主题的选择

创新实验设计的关键是确保实验内容具有吸引力, 并与现代物理及实际应用紧密结合。相较于传统的物理定律验证实验, 创新实验更注重现代科技和现实问题, 帮助学生接触最新的物理研究与技术应用。

例如, 量子纠缠实验通过光子干涉现象帮助学生理解量子力学基本原理, 而太阳能电池效率实验则结合可再生能源问题, 引导学生理解能源转换过程, 并思考如何应对全球能源挑战。这类实验不仅实践性强, 还能帮助学生建立科学研究与社会问题的综合认知。

(二) 实验设计的创新性

实验设计的创新性主要体现在引入新技术、新方法以及跨学科融合上。

计算机模拟技术为物理实验提供了新的工具, 学生可在虚拟环境中多次调整参数, 观察物理现象的变化, 减少对实验设备的依赖, 深化对物理规律的理解。同时, 现代传感器技术(如光电传感器、热电偶)能够实时采集精确数据, 帮助学生更好地理解物理与现代技术的结合。

跨学科融合是实验创新的重要方向。例如, 结合物理学、计算机编程和工程学, 可以培养学生的综合能力, 增强解决实际问题的多角度思维和创新能力。在跨学科实验中, 学生不仅掌握多领域知识, 还能提升整合与应用不同学科方法的能力, 增强面对复杂问题时的应变能力。

(三) 实施过程中的挑战与经验

1. 设备资源的限制

部分院校的实验设备陈旧或不足, 难以支撑高水平创新实验。可以通过与科研机构或其他高校合作共享资源, 并合理简化实验设计, 最大化利用现有资源, 提升教学效果。

2. 教师能力的提升

创新实验对教师的专业能力提出了更高要求, 既需要扎实的学科知识, 又需要较强的实验设计和

指导能力。教师可通过持续的学术培训和经验交流, 不断提高自身水平, 适应创新实验的需求。

3. 学生参与度的提高

由于创新实验更具挑战性, 部分学生可能因难度较高而缺乏信心, 影响参与积极性。教师可通过小组合作和项目驱动增强学生团队意识, 激发其探索精神, 并逐步培养自信心。同时, 合理设置实验难度梯度, 帮助学生在逐步深入的探索中获得成功体验。

四、创新实验项目对学生能力培养的影响

(一) 实验技能的提升

创新实验项目内容更加综合和富有挑战性, 要求学生在实验过程中主动设计方案和调整步骤, 促使其实验技能和操作能力不断提高。与传统验证性实验相比, 创新实验强调自主探索和实践优化, 有助于提升学生的问题解决能力和操作熟练度。

例如, 在使用现代传感器与数据采集系统时, 学生不仅需熟练掌握设备操作, 还需实时处理和分析数据, 确保结果准确可靠, 从而在实验技能和数据处理能力方面得到显著提升。

(二) 创新思维的激发

创新实验项目注重学生的自主设计与动态调整实验条件, 有效激发创新思维能力。在传统实验中, 学生通常按照预设步骤操作, 缺少独立思考与自主设计的机会。而在创新实验中, 学生被鼓励从实际问题出发, 提出新的实验方案并探索多种解决方法。

例如, 在太阳能电池效率测试实验中, 学生根据不同条件优化实验设计, 探索提升性能的方法, 从而增强实验的创新性与灵活性, 促进批判性思维与独立研究能力的养成。

(三) 团队合作能力的提升

创新实验项目通常采用小组合作模式, 强调分工与协作, 帮助学生在互动与交流中提升团队合作能力。通过共同完成实验任务, 学生在团队中承担不同角色, 培养了沟通协调和协作精神。

例如, 在电磁学实验中, 学生通过讨论实验方案、分配任务、协同完成实验, 提高了沟通能力与团队协作意识, 显著提升了实验整体质量。长期参与团队合作的学生在未来的学术研究及职业发展中往往表现出更强的协作与组织能力。

(四) 综合能力的提升

创新实验项目推动了学生跨学科知识的综合应用和问题解决能力的提升。在实验过程中, 学生不仅需要掌握物理基础知识, 还需运用数学、编程及其他学科方法进行实验设计和数据分析。

例如, 在跨学科实验中, 学生将物理学与编程技术结合, 通过实验设计与结果模拟, 提升了综合分析能力和多学科知识交叉应用能力, 使其在面对复杂问题时能从多角度提出解决方案。

五、未来发展趋势与教学改革方向

(一) 信息化技术的引入

信息化技术的广泛应用为物理实验教学提供了新的可能性, 虚拟实验与模拟软件逐渐成为重要教学工具。这些技术打破了传统实验教学对物理设备

的依赖, 为学生提供更加灵活和高效的学习方式。

虚拟实验通过模拟真实的物理现象, 允许学生在虚拟环境中多次进行实验操作, 灵活调整实验参数, 深入理解实验原理, 避免了设备不足或高成本实验资源的限制。随着虚拟现实(VR)技术和交互式实验平台的进一步发展, 未来的物理实验将更加多元化和个性化, 为学生提供丰富的实验体验。虚拟实验与传统实验的结合不仅能够提升教学质量, 还能显著提高学生的自主学习能力。

(二) 跨学科与国际化的教育发展

物理学与电子工程、计算机科学、材料科学等学科之间的紧密联系推动了实验教学向跨学科方向的深度融合。在未来的教学实践中, 学生不仅需要掌握物理学基础理论, 还需运用跨学科工具和方法解决实际问题, 这将显著提升学生的综合应用能力和多维度思考能力。

例如, 结合计算机编程与数据分析技术, 学生能够在实验中实时采集与处理数据, 进一步拓展实验深度。跨学科实验不仅增强了学生对多领域知识的理解, 还为他们在未来的职业生涯中应对复杂问题奠定了基础。

与此同时, 全球化教育趋势的推动, 使物理实验教学更加注重国际化视野和全球化标准。通过借鉴国际先进的教育理念和教学方法, 学生能够接触到更高水平的实验内容, 进一步提升综合素养。这种国际化教育模式不仅提高了教学质量, 还为学生未来的学术研究与国际化发展创造了更多机会。

(三) 学生主导型实验教学模式

未来的物理实验教学将更加强调学生主导, 推动教学模式从传统的教师主导型向学生自主型转变。在这一模式下, 学生不仅是实验操作的执行者, 更是实验设计、问题提出和结果分析的主要参与者。

这种转变为学生提供了更多自主探索的空间, 鼓励其在实验过程中发现问题、提出假设并进行深入分析, 显著提升创新能力和独立思考能力。教师的角色也将由传统的知识传授者转变为学习引导者和协作者, 为学生提供指导与支持。这种双向互动的教学模式能够激发学生的学习兴趣, 增强其科研能力, 并促进教学效果的整体提升。

六、结束语

本文探讨了大学物理创新实验项目的设计与实践, 重点分析了创新实验在提升学生实验技能、激发创新思维、增强团队合作能力及综合素质方面的积极作用。通过引入现代技术与创新教学方法, 创新实验不仅显著提高了学生的动手能力、物理知识应用能力, 还促进了批判性思维与创新意识发展。学生在实验过程中更主动探索、独立思考, 并在团队合作中提升了协作能力。

参考文献:

- [1] 郝兰众, 刘云杰, 张亚萍等. 研究型综合实验设计与实践教学模式探究[J]. 实验室研究与探索, 2019.
- [2] 德州学院物理与电子信息学院. 新工科背景下大学物理实验创新教学的探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2019.
- [3] 程帅. 新形势下大学物理创新实验教学模式的实践与探索[J]. 产业与科技论坛, 2021.