

大学物理实验中科学素养培养探索

李佳楠*, 朱旭鹏, 赵磊, 张道清, 吴旭明

岭南师范学院物理科学与技术学院, 广东 湛江

收稿日期: 2024年11月6日; 录用日期: 2024年12月5日; 发布日期: 2024年12月13日

摘要

大学物理实验是高校理工科的必修基础课程, 能够培养学生的分析思考问题、解决问题、实践操作、团队协作及科研创新等能力, 全面提高学生们的科学素养。在大学物理实验课程中培养学生科学素养, 进一步加强大学生树立正确的科学态度和精神, 掌握科学知识技能与方法, 学会科学思维与逻辑, 促进德智体美劳全面发展, 对培养新时代人才具有重要意义。

关键词

大学物理实验, 实验教学, 科学素养, 课程思政

Exploration of Scientific Literacy Training in College Physics Experiment

Jianan Li*, Xupeng Zhu, Lei Zhao, Daoqing Zhang, Xuming Wu

College of Physical Science and Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: Nov. 6th, 2024; accepted: Dec. 5th, 2024; published: Dec. 13th, 2024

Abstract

College physics experiment is a compulsory basic course of science and engineering in colleges and universities, which can cultivate students' ability of analyzing and thinking, solving problems, practical operation, teamwork and scientific research innovation, and comprehensively improve students' scientific literacy. It is of great significance to train the talents in the new era to cultivate the students' scientific literacy, further strengthen the students to establish the correct scientific attitude and spirit, master the scientific knowledge and skills and methods, learn scientific thinking and logic, and promote the all-round development of morality, intelligence, physical, aesthetic and labor education.

*通讯作者。

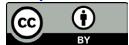
Keywords

College Physics Experiment, Experimental Teaching, Scientific Literacy, Ideological and Political Education in Courses

Copyright © 2024 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

科学素养包括掌握运用基础科学知识、科学技术方法、科学态度与价值观、科学思维等提出、发现和解决社会中的问题。党的二十大报告指出，“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”^[1]，这为科学教育赋予了重大使命。丰富的、适应性的探究实践可以降低科学参与的门槛，让更多的学生投入科学之中，而不是将科学只作为少数人的纯粹“智力游戏”^[2]。因此，在大学物理实验课程中培育学生的科学素养是重要研究课题。《大学物理实验》是高校理工类学生必修的一门自然科学实践课程，是学习其他自然科学学科的基础。从看不见的微观粒子，到生活中常见的物体，再到广袤无垠的太空世界，都是物理学的研究对象，这些物质在自然生活中的力、热、声、光、电、磁等现象都与人类社会生活息息相关。大学物理实验课程中科学文化深厚、素材丰富、真实自然，可以让学生认真观察和分析世界，热爱科学，适合开展科学素养培养，实验环节提供了进行知行合一的实验探究活动与检验科学素养成果的平台。本文中，潜移默化将科学报国思想、中华传统科学文化、爱国主义思想、科学思维和方法、科学实践等科学素养培育元素融入课堂，提高教育质量，培养学生科学素养，促进德智体美劳综合素质全面发展。

2. 课程中融入科学报国思想

历经五千年风雨的中华民族大地上涵养了深厚的爱国主义情感，并通过历史的车轮传袭至今，其中不乏优秀的爱国主义传统，爱国主义成为推动国家发展进步、激励中国人民前进的重要精神动力，为我们当今进行爱国主义教育提供了宝贵资源，传统不能丢，历史是我们现代化建设的经验总结，传统文化中的爱国主义思想是我们新时代培育时代新人的文化根基。在课程中讲授我国物理学家的事迹以及科技进展，可以为学生树立道德榜样，培养学生热爱祖国的感情，教育其树立崇高理想，为中华之崛起而努力奋斗的信念。钱学森^{[3][4]}先生是我国两弹元勋，被誉为“火箭之王”和“中国航天之父”，是中国航天事业的杰出代表，在物理力学、应用力学、工程控制、航天与喷气等技术科学领域作出了开创性贡献。1934年，钱学森毕业于上海交通大学，之后前往美国麻省理工学院学习，1947年被美国麻省理工学院聘为终身教授，在得知中华人民共和国成立的消息后，便计划早日回到祖国，为建设新中国贡献自己的全部力量。然而，归国路漫漫，美国以各种方式阻挠钱学森回国。一开始，美国以名利和更好的科研环境试图把钱学森留在美国，但钱学森不为所动，随后，美国又吊销了他参加研究的证书，对他进行抄家拘留、没收书籍与材料、监视软禁等迫害行动，最终在我国政府的不断努力下，钱学森于1955年回到了祖国的怀抱。五年归国路，十年两弹成，钱学森是科学的旗帜，是中华民族知识分子的典范。赵忠尧，钱三强、陈能宽、黄昆、江泽涵、吴有训、叶企孙、赵九章等物理学家^[5]的求真务实，为科学锲而不舍，扎根科研一线，勇于创新，服务国家的精神都值得传承与发扬。

3. 课程中融入中华传统科学文化

习近平总书记在人民大学考察时强调，“深入挖掘古籍蕴含的哲学思想、人文精神、价值理念、道德规范，推动中华优秀传统文化创造性转化，创新性发展”。中华文化博大精深，传统文化中的诗歌、谚语、成语典故、文学与科学典籍、科技发明创造等文化都可以融入物理及实验教学中，丰富教学内容，激发学习动力，弘扬优秀文化，以文化人、以文育人，坚定文化自信。在《墨子·备穴》中有记载[6]：“穿井城内，五步一井，傅城足。高地，丈五尺，下地，得泉三尺而止。令陶者为罿，容四十斗以上，固顺之以薄革，置井中，使聪耳者伏罿而听之，审知穴之所在，凿穴迎之。”，意思是在城内挖井，每隔五步挖一口井，并且要靠近城墙墙基，在地势高的地方掘深五尺，地势低的地方，打到出水，有三尺深就够了，命令陶匠烧制肚大口小的坛子，大小能容纳四十斗以上，用薄皮革蒙紧坛口放入井内，派听觉敏锐的人伏在坛口上听传自地下的声音，确切地弄清楚敌方隧道的方位，然后挖隧道与之相抗。这是战国初期墨子对于声音传播及共振现象在定位与测距方面的具体应用。当敌人在开凿地道时，会发出声音，声音在地下传播的速度会更高，且衰减小，容易激起陶瓮缸体共振，这种蒙上皮革的陶瓮共鸣器就会发出“嗡嗡”的声音，并且根据瓮里发出的声音大小、粗细、长短等现象，就可以判断出敌人所在的方位和距离，以便及早采取有力的反击措施。大学物理实验中“共鸣管测声速”的实验原理就是声波沿共鸣管内空气柱传播至水面发生反射，入射波与反射波在空气中相干涉，形成驻波，空气柱的长度与波长一定条件时声音最响，即产生共鸣。北宋时期《梦溪笔谈》中有记载[7]：“欲知其应者，先调其弦令声和，乃剪纸人加弦上，鼓其应弦，则纸人跃，他弦即不动。声律高下苟同，曾在他琴鼓之，应弦亦震，此之谓正声”，意思是想要知道某一根弦的应弦，先把各条弦的音阶调准，然后剪个纸人放在弦上，弹它的应弦，纸人跳动，弹其他弦，纸人不动，在音调高低相同时，弹其他的琴，这张琴上的应弦也会振动，这就是“正声”实验。沈括的“正声”实验是世界上最早的“纸人共振”实验，证明了声的共振现象，比英国的诺布尔所做的“纸游码”实验早 500 年[8]，说明了当时物理学研究已经进入了实验科学时代。振动的强弱体现为音量的大小，不同物体的振动体现的声音音色是不同的，而振动的频率则体现音调的高低。现在，学生可以通过大学物理实验中“弦振动实验和乐理的探究”来了解波在弦上的传播及条件，并测量弦的共振频率、线密度以及弦振动时波的传播速度等。

4. 课程中融入科学方法和思维

在科学教育普及的今天，大学生们都知道物体从高处落下会受重力的影响，但人们千百年来一直为这个物理根源不断研究探索。亚里士多德是古希腊哲学家，他的物理思想影响一直延伸至文艺复兴时期。他通过观察，认为地球是静止不动的[9]，从高处自由落下的物体沿竖直线运动，且重的物体下落的速度更快，这个学说被教会奉为信条约 2000 年。16 世纪，近代科学兴起，冲击了教会的神学体系。随着地心说破绽的逐渐增多，哥白尼提出日心说，认为太阳是宇宙的中心，地球绕着太阳转，月球绕着地球转[10]。随后，伽利略把实验引入科学研究，做了著名的比萨斜塔实验，将两个不同重量的铁球同时抛下，结果两个轻重不同的铁球同时落地，一举推翻了亚里士多德的错误结论，确立了最初的自由落体定律，并利用小球在光滑斜面下滑，计算出重力加速度常数[11][12]。开普勒经过观察计算、建立模型，认为天体运行轨道不是圆形，而是椭圆形，提出了行星运动的开普勒三大定律[13][14]，使得日心说的发展更进一步。牛顿在开普勒、伽利略、笛卡尔、胡克等科学家[15]-[17]的研究基础上提出了万有引力定律与牛顿三大运动定律，创立了经典力学理论体系，宏观物理学的大厦基本形成，实现自然科学的大飞跃式进步。我国太空空间站在 2021 年举行了“天宫课堂”活动，航天员以实验进行授课展示，其中包含了丰富的物理知识内容，如太空转身、浮力消失实验、水膜张力实验、水球光学实验、泡腾片实验等，无不是大学物理及实验中万有引力定律、重力加速度、浮力、压强、固体与液体密度、液体表面张力、光的反射与折射、透

镜成像等相关知识的具体应用展现。科学及物理的进步就是在不断地思考分析中完善的。在大学物理及实验课堂要教会学生分析问题的能力，培养学生的思维逻辑，让学生自己自主自动地去分析问题去剖析问题所在去剖析这个问题的关键点，把自己的观察和对事物的思考分析结合在一起，让学生更加了解物理规律，以及物理研究的方法，在一定程度上也能够促进学生的全面发展，提高学生的素质教育，让学生秉持一种勇于追求真理、不断学习与思考分析的坚定品格。

5. 课程中融入科学实践

实验是重要的教学形式，可以让学生在实践中积累经验技巧，端正实践态度，尊重实践，享受实践，热爱实践，培养学生的独立思考、创新合作、沟通交流与实践能力，提升学生的责任感、荣誉感等整体素质。大学物理实验是重要的实践教育场所，深入挖掘课程，贯穿课堂教学，重视脑力教育与体力教育，营造良好的实践态度及情感氛围，可以在课程中引导学生将实践与课程知识相结合，能够加强学生的参与热情、学习兴趣以及自我成就感，增强记忆，提升对实验原理、知识与技巧的掌握，融会贯通，养成亲力亲为、热爱实践的习惯，理解实践对个人和社会的意义，达到实践育才的效果。在准备实验时，学生可以提前预习实验，清楚实验的研究背景、仪器的组成与构造、应用领域等引起兴趣和对实验的初步认识。在实验过程中，培养安全、正确、规范的实验技能和解决问题的能力，学生在掌握实验原理后，通过不断调节仪器设备学会正确操作技巧与步骤，从一次次失败到发现问题，分析问题，解决问题，成功看到实验现象，得出实验数据，合作沟通，攻坚克难，诚实守信，尊重实验事实，在实践中将原理知识化为实践真知，提升素养。在实验结束后，学生分析实验数据，对比标准值反思实验原理模型的优缺点，实验过程中环境因素与自身操作的影响，探索其他达到试验目标的方法与原理，改进实验仪器装置，简化操作步骤，对比不同分析方法对结果分析的准确性等，提高自身实验设计、操作、分析以及科研应用创新的意识与能力。引导鼓励学生自主设计实验，提出问题并寻求解决方案。这种探究式的学习方式激发了学生的好奇心和探索精神，培养了他们的创新意识和创新能力。在课余时间参加物理实验设计大赛、科技运动会、全民科学素质大赛、科技成果转化路演大赛、科普讲解大赛、全国青年科普创新实验大赛、工业设计大赛、中国创新方法大赛、青年红色逐梦之旅、创新创业大赛等赛事活动，发展学生个人兴趣、学习迁移意识和能力，灵活构建知识系统，将课堂上的不同知识背景的同学组成团队，互相学习与合作，经过文献调研、网络资源整合及教师指导，创新发明方法，设计制作出具有创新亮点的物理实验作品，这充分地展现学生的实践技艺与优秀实践成果，达到科学素养培养效果。

6. 总结

大学物理实验在科学素养培养中发挥着不可替代的作用。通过丰富多样的实验内容和严谨的实验教学方法，可以有效地提高学生的实验技能、科学思维、探索精神和创新意识。同时，通过引入现代科技手段和加强实验室管理，我们可以进一步提升实验教学的质量和效果，为培养具有科学素养和创新精神的人才提供有力保障。科学素养培养的高质量建设是落实立德树人目标的重要组成部分，教师要深入挖掘理工科大学生必修课程《大学物理实验》中的科学元素，把握科学素养培养的内涵和要求，将其融入课堂教学与研究中，不断学习科学素养培养的好经验做法，提升教学能力与学习氛围，在传授知识与能力的同时，注重思想教育的引导，培育学生科技报国的责任感和使命感，为国家培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

基金项目

地方师范院校物理师范生科学素养培养模式与实践探索、基础教育教改项目类：中学物理数字化实验的设计与实践研究(岭南师范学院高等教育教改项目(岭师教务[2023]85号))，理工类示范课程：原子物

理学(岭南师范学院 2024 年度校级课程思政示范项目(岭师教务[2024] 80 号)), 示范课程: 电磁学(岭南师范学院 2022 年度校级课程思政示范项目(岭师教务[2022] 155 号)), 厚理工类: 物理学专业光学、大学物理光学和光学实验课程协同优化的多元混合教学培养模式改革探索(岭南师范学院高等教育教改项目(岭师教务[2022] 57 号)), 师范类: 提升物理类师范生中学实践教学能力的对策研究(2021 年度校级教育教学改革项目(岭师教务[2021] 125 号))。

参考文献

- [1] 新华社. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm, 2024-06-10.
- [2] 廖玮. 科学思维的价值——物理学的兴起、科学方法与现代社会[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [3] 我的归宿在中国[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2022, 56(5): 734.
- [4] 陈琛, 张丽静, 张德良. 钱学森 五年归国路 十年两弹成[J]. 知识就是力量, 2023(1): 74-75.
- [5] 李庆. 1950-1970 年代中国科学家精神研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2020.
- [6] 梅季. 白话墨子[M]. 林金保, 校译. 长沙: 岳麓书社, 1991.
- [7] 诸雨辰. 梦溪笔谈[M]. 北京: 中华书局, 2016: 772.
- [8] 田赫, 崔金刚, 牟洪波, 等. 大学物理实验教学中基于物理学史的爱国主义教育[J]. 大学物理实验, 2022, 35(2): 143-146.
- [9] [古希腊]亚里士多德. 亚里士多德全集: 第二卷[M]. 苗力田, 主编. 北京: 中国人民大学出版社, 1996.
- [10] 胡轩阁, 王云霞. 从“元素的地球”到“预设的地球”——试论哥白尼对亚里士多德地球理论的革新[J]. 自然辩证法研究, 2022, 38(3): 89-94.
- [11] 王亦敏. 伽利略及落体运动的探究历程[J]. 物理教师, 2017, 38(10): 66-69+73.
- [12] 佟华, 赵云峰. 伽利略在自由落体运动研究中科学方法的运用[J]. 白城师范学院学报, 2011, 25(5): 62-64.
- [13] 刘峻良. 大数据技术对天文物理学发展的影响——以开普勒三定律发展史为例[J]. 科技视界, 2018(33): 177-178+184.
- [14] 吕致远. 开普勒三定律发现的启示——兼谈李约瑟难题[J]. 集宁师专学报, 2009, 31(4): 74-77.
- [15] 钱丽. 万有引力定律的发现探讨[J]. 科技风, 2016(1): 215+229.
- [16] 张钦徽. 牛顿与胡克的关于万有引力定律的优先权之争[J]. 科学文化评论, 2021, 18(2): 94-112.
- [17] 张琦超, 林辉庆. 伽利略 笛卡尔 牛顿对发现牛顿第一定律的贡献[J]. 物理通报, 2022(11): 152-154.