

原子物理教学与科学精神培养

丁汉芹

新疆大学物理科学与技术学院，新疆 乌鲁木齐

收稿日期：2025年11月13日；录用日期：2025年12月16日；发布日期：2025年12月24日

摘要

本文旨在探讨如何通过原子物理学教学深化科学精神培养，构建知识传授与价值观引导相融合的教育模式。论文从知识传授、思维训练、实践探索和价值观塑造四个维度展开，形成“知识-方法-态度-价值”的递进式教育体系。这种育人模式是落实“立德树人”根本任务的重要路径，对培养新时代人才具有深远意义。

关键词

原子物理学，科学精神，育人模式

Atomic Physics Teaching and the Cultivation of Scientific Spirit

Hanqin Ding

School of Physical Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang

Received: November 13, 2025; accepted: December 16, 2025; published: December 24, 2025

Abstract

This paper aims to explore how to deepen the cultivation of scientific spirit through atomic physics teaching and construct an educational model that integrates knowledge imparting and value guidance. The paper unfolds from four dimensions: knowledge imparting, thinking training, practical exploration and value shaping, forming a progressive education system of “knowledge-method-attitude-value”. Such an educational model is an important path to implement the fundamental task of “fostering virtue and nurturing talent”, and it holds profound significance for cultivating talents in the new era.

Keywords

Atomic Physics, Scientific Spirit, Educational Model



1. 引言

原子物理作为现代物理学的重要基石，不仅揭示了物质微观结构的奥秘，更承载着人类探索自然规律的科学精神，为科学精神的培养提供了肥沃土壤[1]。从汤姆逊发现电子，打破原子不可分的传统观念，到卢瑟福通过 α 粒子散射实验提出原子核式结构模型，再到玻尔引入量子化概念解释原子光谱，每一次理论的突破都源于科学家对真理的执着追求。原子物理学的发展史本身就是一部科学精神演进的史诗，每一次理论革新都折射出求真务实、批判质疑、开放协作、勇于担当的科学精神内核。在原子物理学教学中融入科学精神培养，是提升学生科学素养、塑造创新人才的关键路径[2]。原子物理学的发展历程是一部追求真理的壮丽史诗，在教学中，深入讲述这些科学发现背后的故事，能让学生深刻体会到追求真理并非一蹴而就，而是需要经历无数次的假设、实验与验证[3]。引导学生以科学家为榜样，面对未知领域时，不盲目跟从既有观点，敢于提出疑问，勇于探索新知，培养他们追求真理的勇气和决心。

对原子物理学教学中科学精神的问题，存在很多相关研究。物理教育研究(PER)强调通过探究式学习、问题驱动教学等模式。例如，通过设计原子模型演变、量子力学概念探究等课题，引导学生主动查阅资料、设计实验、分析数据，培养其探索能力与创新思维。丁等学者提出[4]，原子物理学教学需从理性与实践、批判与求真、探索与创新三个维度融入科学精神。例如，通过玻尔氢原子理论的教学，引导学生理解理论假设的提出与验证过程，培养其批判性思维与实证精神。赵指出[5]，原子物理学课程蕴含丰富的物理方法，如假设演绎法、模型建构法等，可通过案例教学引导学生掌握科学方法，培养创新精神。科学本质教育(NOS)强调通过科学史与科学哲学(HPS)的融合深化科学理解，帮助学生理解科学知识的生成、验证与发展过程，培养其科学思维与批判性能力。原子物理学作为近代物理的基石，其发展历程(如电子发现、量子理论建立)为NOS教育提供了丰富素材。廖等学者以人教版高中物理教材“电子的发现”为例[6]，设计HPS教学模式，通过引导学生分析汤姆逊、密立根等科学家的实验设计，理解科学知识的经验基础与暂时性，培养其科学本质观。李提出[7]，科学本质教育需突破“共识观点”的局限性，采用“家族相似法”(FRA)系统梳理科学特征(如目标、方法、知识性质等)，帮助学生建立整体性科学认知。例如，在原子物理教学中，通过对比经典理论与量子理论的差异，引导学生理解科学理论的相对性与发展性。课程思政以价值引领为核心塑造科学态度，强调将思想政治教育融入专业教学，通过挖掘原子物理学中的思政元素，实现知识传授与价值塑造的协同。靳奉涛等指出[8]，原子物理学教学中可通过梳理科学史线索(如从伦琴发现X射线到蓝色发光二极管获得的诺贝尔奖历程)，引导学生理解科学探索的艰辛与科学家求真务实的精神，培养其社会责任感与使命担当。王秀杰等提出[9]，原子物理学课程思政需将专业内容与马克思主义哲学观点结合，例如通过量子力学中的不确定性原理教学，引导学生理解辩证唯物主义的世界观。

在当代教育体系中，原子物理教学不仅是知识传递的过程和现代科技发展的基石，更是科学精神培育的关键载体[10]。然而，当前教学中普遍存在重公式推导、轻思想溯源，重实验操作、轻质疑创新的现象，导致学生难以真正领悟科学探索的本质。本文旨在探讨如何通过原子物理教学深化科学精神培养，构建知识传授与价值观引导相融合的教育模式，为培养具有科学素养与创新能力的复合型人才提供理论参考。其教学与科学精神培养的融合，需从知识传授、思维训练、实践探索和价值观塑造四个维度展开，形成“知识-方法-态度-价值”的递进式教育体系。这种育人模式，正是新时代高等教育落实“立德

树人”根本任务的重要路径，对于培养兼具科学精神与人文情怀的新时代人才具有深远意义[11]。

2. 科学精神培养的重要性

原子物理学作为揭示微观世界奥秘的基础学科，其教学中培养学生科学精神具有至关重要的意义，是学生成长为创新型人才的关键一环。科学精神的核心是求真务实，原子物理学的发展历程正是这一精神的生动体现。从原子粗结构到精细结构，再到超精细结构的深入，每一步突破都源于对现象的细致观察、对理论的严谨验证。在教学中渗透这种精神，能让学生明白科学探索需脚踏实地，摒弃浮躁与虚假，养成尊重事实、注重证据的思维习惯。批判与创新是科学精神的两大支柱，原子物理中，经典理论不断被新理论挑战与超越，如玻尔模型对经典电磁理论的突破。教学中引导学生思考这些理论变革，能激发他们的批判性思维，不盲目迷信权威，敢于质疑既有认知；同时，鼓励学生尝试用新方法、新视角解决问题，培养其创新思维，为未来在科学领域开拓创新奠定基础。科学精神还包含对伦理与责任的担当，如原子能技术既可造福人类，也可能带来灾难。教学中通过探讨此类案例，能让学生认识到科学技术的双刃剑效应，从而树立正确的价值观与使命感。唯有将科学精神深深扎根于学生心中，才能让他们在未来为人类文明的进步贡献智慧与力量。

3. 科学精神培养的实施策略

原子物理学作为物理学的重要分支，是科学精神培育的天然土壤。其教学中渗透科学精神，不仅关乎学科知识的传承，更关乎学生科学素养的全面提升与未来创新能力的塑造。在原子物理学教学中培养科学精神，需以学科知识为载体，通过教学设计和方法创新，将科学精神的要素融入教学全流程。

以原子物理知识为载体，构建科学认知

原子物理的科学认知框架是理解微观世界运行规律的基础，它通过层级化的知识结构和逻辑链条，将抽象概念转化为可解释自然现象的理论体系。以下从原子结构、量子行为、应用拓展三个层面，结合具体案例分析其认知框架的构建逻辑。

通过“实验现象→理论假设→模型修正”的循环，建立对原子内部结构的分层认知框架：汤姆逊模型(1897)→卢瑟福模型(1911)→玻尔模型(1913)→量子力学模型(1920s)。通过以上模型的递进，学生理解“科学理论是暂时性解释”，培养“基于证据修正假设”的批判性的科学精神。通过“微观现象→数学语言→哲学思考”的路径，建立对量子世界本质的认知框架：黑体辐射与普朗克常数(1900)→光电效应与光子(1905)→海森堡不确定性原理(1927)。通过量子现象的学习，学生理解“微观规律与宏观经验的矛盾”，培养“接受反直觉结论”的科学勇气。通过“基础研究→技术突破→社会影响”的链条，建立科学与社会互动的认知框架：激光技术→核磁共振成像(MRI)→半导体物理。通过应用案例教学，让学生理解“科学发现可能无意中改变世界”，培养他们的“科技伦理与社会责任”意识。

原子物理的科学认知框架是一个动态演进的体系，它通过模型迭代、量子化描述、技术转化三个层级，将微观世界的复杂性转化为可理解的理论语言。教学中需强调“现象→理论→应用”的闭环逻辑，帮助学生建立“从观察到解释，从解释到预测，从预测到控制”的科学思维链条，最终形成对自然规律的深刻敬畏与探索热情。

以探究式学习为核心，锤炼科学思维

原子物理学作为连接经典物理与量子世界的桥梁，其抽象性与反直觉性为探究式学习提供了天然的土壤。以探究为核心的教学设计，不仅能突破传统讲授的局限，更能通过“问题驱动-实验验证-理论建构-批判反思”的循环，锤炼学生的科学思维品质。以下从问题设计、实验探究、理论建构、批判反思四个环节，结合具体案例展开分析。

利用问题设计，培养质疑精神。通过开放性问题的设计打破学生“被动接受”的思维定式，引导其主动质疑、提出假设。例如，在讲解“量子隧穿效应”时，提出“为什么电子能穿过比自身能量更高的势垒？”（经典物理中不可能发生）。通过思维训练，学生需对比经典与量子模型的预测，理解“概率波”与“粒子性”的矛盾，进而接受“微观世界需用不同于经典物理的新理论描述”。

重视实验探究，锤炼实证思维。通过“设计实验 - 采集数据 - 分析误差 - 得出结论”的全过程，强化“实验是检验真理唯一标准”的科学态度。例如，利用 PhET 仿真软件模拟“弗兰克 - 赫兹实验”，观察电子与汞原子碰撞时的能量交换，出现电流峰谷，证明原子能级量子化。学生需调整电子能量、碰撞角度等参数，观察现象变化，理解“控制变量法”在实验设计中的重要性。

进行理论建构，培养逻辑推理能力。通过“归纳 - 演绎 - 类比”的思维方法，帮助学生构建原子物理的理论框架。例如对比汤姆逊、卢瑟福、玻尔、量子力学四种原子模型，绘制“模型演进时间轴”，标注每个模型的核心假设与局限性。学生需总结“科学理论如何通过修正假设逐步逼近真理”，理解“模型是简化现实的工具，而非绝对真理”。

以探究式学习为核心的原子物理教学，本质上是“思维体操”的训练场。通过问题设计激活好奇心，实验探究锤炼实证力，理论建构培养逻辑性，批判反思塑造价值观，学生不仅能掌握原子物理的知识体系，更能内化“求真、质疑、合作、责任”的科学精神。这一过程需要教师从“知识传授者”转变为“思维引导者”，设计更具挑战性的探究任务，营造开放包容的课堂氛围，最终实现“育知识”与“育人格”的双重目标。

以科学史为明镜，培育科学伦理

原子物理学的发展史是一部人类探索微观世界、突破认知边界的壮丽史诗，同时也是一部蕴含科学伦理冲突与责任抉择的深刻教材。以科学史为镜，通过还原历史情境、剖析伦理困境、反思责任担当，能够引导学生超越技术层面，在价值层面构建对科学本质的深刻理解。

通过广岛原子弹爆炸等案例，分析科技发展中的伦理困境，引导学生思考“科学家如何平衡技术突破与社会责任”。结合“冷聚变”争议、学术造假事件，强调科学研究的严谨性与可重复性，树立“求真务实”的价值观。介绍居里夫人、费米、杨振宁等科学家的生平，突出其“好奇心驱动、坚持真理、服务人类”的精神内核，进行科学家精神传承人物故事渗透。通过“伦理案例分析 - 学术争议讨论 - 个人价值观澄清”，培养“科学为人类服务”的责任感。原子物理学的每一次突破都伴随着技术潜力与伦理风险的交织，科学史的演进轨迹清晰展现了“工具理性”与“价值理性”的博弈。科学发现从“理解自然”转向“制造毁灭工具”的路径，引发科学家对“知识边界”的深刻反思。

原子物理学史的伦理启示需转化为当代科学实践的行动指南，培养具有责任担当的新一代科学家。在原子物理教学中增设“科学伦理专题”，通过案例分析、角色扮演、辩论赛等形式，将伦理讨论贯穿于理论学习全过程。采用“伦理决策能力评估量表”，从“风险感知”“利益权衡”“沟通表达”等维度评价学生伦理素养。实验室制定《科研伦理守则》，明确“数据真实性”“技术转化安全性”等条款，建立违规举报机制。定期举办“科学伦理讲座”，营造“负责任创新”氛围。开设“科学传播工作坊”，教授学生如何用通俗语言解释原子物理风险（如辐射剂量、核废料半衰期），避免“技术黑箱”导致的公众恐慌。

原子物理学的科学史是一面多棱镜，既折射出人类认知的辉煌成就，也映照出技术滥用的阴暗角落。以史为鉴，通过还原伦理冲突的历史场景、剖析科学共同体的责任机制、构建当代科学的责任实践，能够引导学生超越“为知识而知识”的狭隘视野，树立“科学为人类福祉服务”的价值观。这种教育不仅是知识的传递，更是科学精神的传承——它要求未来的科学家在探索未知时，始终保持对人类命运的敬畏与担当。

4. 总结

原子物理学教学中渗透科学精神，是培养未来科学家的关键路径。它不仅帮助学生掌握微观世界的规律，更能通过科学史中的思想冲突、技术伦理的现实抉择、社会问题的科学应对，塑造其“求真务实、批判创新、伦理自觉、责任担当”的科学人格。原子物理教学不仅是知识的传递，更是科学精神的播种。通过构建“认知 - 思维 - 伦理 - 应用”的立体化教育模式，可帮助学生从被动接受者转变为主动探索者，最终成长为兼具科学素养与人文关怀的未来公民。这一过程需要教师突破传统教学框架，将科学精神渗透到课程设计、实验操作、社会互动的每一个环节，真正实现“育知识”与“育人格”的统一。

基金项目

本论文受 2023 年度自治区高校本科教育教学研究和改革项目资助(XJGXPTJG-202314)。

参考文献

- [1] 何娟, 李京颖, 余功方, 刘程程. 原子物理学课程思政素材的挖掘[J]. 安庆师范大学学报(自然科学版), 2020, 26(2): 122-124, 128.
- [2] 靳奉涛, 高城, 王小伟, 戴佳钰. 原子物理学的课程思政研究与实践[J]. 大学物理, 2024, 43(9): 54-62.
- [3] 杨福家. 原子物理学[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [4] 丁汉芹, 欧阳方平. 原子物理教学中科学精神的融入[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 1937-1940.
- [5] 赵肇雄. 原子物理教学与创新精神的培养[J]. 新课程(教育学术), 2010(1): 90-91.
- [6] 廖东军, 任凤竹. 融 HPS 教育理念, 培养物理科学本质观——以“电子的发现”为例[J]. 湖南中学物理, 2022, 37(4): 1-4.
- [7] 高倩倩, 谢宏妮, 李雪峰. 科学本质教育的研究新趋势与中学生物学教学——从“共识观点”到“家族相似法”[J]. 生物学通报, 2023, 58(6): 5-11.
- [8] 靳奉涛, 周兆妍. 原子物理教学中的人文教育和科学观培养[J]. 高等教育研究学报, 2011, 34(4): 102-104.
- [9] 王秀杰, 李红, 葛向红. 物理教学中贯彻“课程思政”——在大学物理教学中体现对科学精神的培养[J]. 科教导刊, 2020(14): 116-117.
- [10] 穆良柱. 物理课程思政教育的核心是科学认知能力培养[J]. 物理与工程, 2021, 31(2): 9-15.
- [11] 教育部关于加快建设高水平本科教育, 全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. 2020-08-16. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html, 2025-11-28.