

课程思政融入康普顿效应的教学案例

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: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月13日; 发布日期: 2026年5月21日

摘要

本教学案例以康普顿效应为核心教学内容, 通过挖掘其背后的科学精神、家国情怀、创新意识等思政元素, 将价值塑造、能力培养和知识传授有机融合于近代物理实验课程中。通过介绍康普顿效应的发现过程、中国科学家吴有训的贡献、现代核技术应用等, 培养学生的科学探索精神、严谨治学态度、民族自豪感和责任感。采用线上线下混合式教学模式, 结合虚拟仿真实验和经典实验, 提升学生的实验技能和综合素养。

关键词

课程思政, 康普顿效应, 科学精神, 家国情怀, 创新意识

A Teaching Case of Integrating Ideological and Political Education into the Compton Effect

Hanqin Ding

School of Physics and Technology, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang

Received: April 15, 2026; accepted: May 13, 2026; published: May 21, 2026

Abstract

This teaching case takes the Compton effect as its core teaching content. By exploring the ideological and political elements such as the scientific spirit, patriotic feelings, and innovative consciousness behind it, it organically integrates value shaping, ability cultivation, and knowledge imparting into the modern physics experiment course. By introducing the discovery process of the Compton effect, the contributions of Chinese scientist Wu Youxun, and the application of modern nuclear technology, students' spirit of scientific exploration, rigorous academic attitude, national pride and sense of social

responsibility are cultivated. Adopting a blended teaching model of online and offline, combined with virtual simulation experiments and classic experiments, students' experimental skills and comprehensive qualities are enhanced.

Keywords

Curriculum-Based Ideological and Political Education, Compton Effect, Scientific Spirit, Patriotic Sentiment, Innovative Consciousness

Copyright © 2026 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

在高等教育深化改革与“立德树人”根本任务全面推进的当下，课程思政已成为落实全员全程全方位育人的关键路径[1]。尤其在理工科教学中，如何将专业知识与思政元素有机融合，避免“两张皮”现象，成为教育者亟待探索的重要课题。近年来，理工科课程思政研究呈现“政策引领 - 学科探索 - 模式迭代”的发展态势，但三大核心问题制约着教学模式的系统性构建：其一，理论指导碎片化。现有研究多依赖经验总结，仅少数引入教育理论，且存在“理论套用”现象——如简单用“建构主义”标签化所有教学设计，未揭示不同物理现象与思政元素的内在匹配规律。其二，内容开发失衡化。物理课程思政资源集中于宏观现象，而微观量子领域的思政价值未被充分挖掘。其三，评价机制浅层化。绝大多数研究采用课后满意度调查，难以捕捉思政教育对长期认知行为的影响。

作为近代物理实验的经典内容，康普顿效应不仅承载着量子力学发展史上的关键突破，更因其背后丰富的科学精神、家国情怀与创新实践内涵，为课程思政提供了极具张力的融合场景[2]。回溯历史，康普顿效应的发现本身就是一部充满质疑与突破的科学史诗[3]，不仅深刻揭示了光的波粒二象性，更为量子力学的发展奠定了实验基础。然而，这一经典实验的教学价值远不止于科学知识的传授，其背后蕴含的科学精神、家国情怀与创新思维，为课程思政提供了天然的融合载体[4]。美国物理学家康普顿通过石墨散射实验首次证实光子动量属性时，其研究历程历经五年曲折，最终以严谨的能量守恒与动量守恒推导突破经典电磁理论的局限性[5]，这一探索过程生动诠释了“追求真理、勇于质疑”的科学精神。中国物理学家吴有训在验证康普顿效应的过程中，不仅通过多元素实验数据证实了理论的普适性[6]，更在学成后毅然归国，投身中国物理学研究，其淡泊名利、严谨治学的态度与爱国情怀，成为激励学生的精神典范。此外，现代核物理实验中虚实融合技术的引入，如通过虚拟仿真平台模拟高危放射源操作，既强化了学生的安全意识，又培养了其“敢于创新、善于实践”的工程素养。因此，将课程思政融入康普顿效应教学，以科学家精神为内核，引导学生在掌握康普顿散射公式与 γ 能谱测量技术的同时，潜移默化地树立科学报国理想。这种“知识传授 - 能力培养 - 价值塑造”的三维融合模式，不仅契合新时代高等教育“立德树人”的使命要求，更为理工科课程思政提供了可复制的实践范式。

本研究以康普顿效应的思政富矿开发为切入点。作为量子力学奠基性实验之一，其蕴含多重思政元素：

科学探索维度：康普顿突破经典波动理论桎梏的勇气(1923年提出光子模型时面临巨大争议)；哲学认知维度：实验验证推动“波粒二象性”从哲学猜想变为科学共识的辩证过程。本研究的独特性在于“理论 - 设计 - 实践”教学理论的构建。在理工科课程思政教学设计中，认知弹性理论与建构主义学习理论的融合应用，为科学知识 with 思政元素的有机整合提供了理论支撑，构建“理论 - 设计 - 实践”的完整链

条。认知弹性理论强调，学习者需通过多维度、情境化的知识表征，才能突破单一视角的认知局限，形成对复杂概念的深层理解。这一理论为课程思政设计提供了关键启示：理工科知识(如康普顿效应)的抽象性与思政元素的隐性特征，要求教学设计必须打破“知识灌输”模式，转而通过情境重构与问题驱动，引导学生主动建构知识体系与价值认知的关联。在康普顿效应教学中，通过对比经典波动理论与量子解释的冲突，设计“科学史情境辩论”环节，使学生在解决认知冲突的过程中，自然领悟“实证精神突破认知边界”的哲理，实现科学思维与思政价值的协同发展。建构主义进一步强调，学习是社会文化互动下的意义建构过程，这要求教学设计需融入协作学习与反思机制。实践中，通过小组讨论、跨学科案例分析(如结合量子通信技术探讨科技伦理)，促进学生将个人认知与社会文化语境结合，深化对“科学报国”“技术向善”等价值观的内化。这一理论链条不仅解释了教学设计的科学依据，更通过实践验证了其有效性，为理工科课程思政提供了可复制的理论范式。

2. 教学目标

2.1. 知识目标

- 了解康普顿效应的发现过程和实验现象。
- 掌握康普顿散射公式及其物理意义。
- 理解康普顿效应对光的波粒二象性的验证作用。

2.2. 能力目标

- 通过康普顿散射实验的设计和操作，提升学生的实验技能和动手能力。
- 培养学生运用物理理论分析和解决实际问题的能力。
- 锻炼学生的团队协作和沟通能力。

2.3. 思政目标

- 培养学生的科学探索精神和追求真理的品质。
- 增强学生的民族自豪感和文化自信，植培学生爱国奉献之心。
- 激发学生的创新意识，鼓励学生勇于质疑和探索未知。
- 培养学生的社会责任感，引导学生关注现代核技术的应用及其对社会的影响。

3. 思政元素与教学内容的融合

3.1. 康普顿效应的发现过程与科学精神

3.1.1. 教学内容

介绍康普顿效应的发现背景、实验过程和理论解释。康普顿在研究 X 射线通过实物发生散射的实验时，发现散射光中除了有原波长的 X 光外，还产生了波长更长的 X 光，其波长的增量随散射角的不同而变化。康普顿借助于爱因斯坦的光子理论，从光子与电子碰撞的角度对此实验现象进行了圆满的解释，提出了康普顿散射公式。

3.1.2. 思政元素

- 科学探索精神：康普顿在研究过程中经历了多次失败和困惑，但他始终坚持探索未知，最终发现了康普顿效应。这种不断探索、勇于创新的精神值得学生学习。
- 追求真理的品质：康普顿在解释实验现象时，没有盲目遵循经典电磁理论，而是敢于提出新的假设和理论，最终证实了光子的动量属性。这种追求真理、不迷信权威的品质对学生具有重要的启

示作用。

3.2. 吴有训的贡献与家国情怀

3.2.1. 教学内容

介绍中国科学家吴有训在康普顿效应研究中的杰出贡献。吴有训通过多元素实验验证了散射效应的普遍性，测定了 X 射线散射中变线、不变线的强度比率 R 随散射物原子序数变化的曲线，证实并发展了康普顿的量子散射理论。此外，吴有训学成归国后，致力于中国的物理学教育和科研事业，培养了大批优秀人才。

3.2.2. 思政元素

- 文化自信：吴有训作为中国科学家，在康普顿效应的研究中取得了重要成果，为物理学的发展做出了贡献。这可以激发学生文化自信，增强他们为国家和社会贡献力量的决心。
- 家国情怀：吴有训学成归国后，放弃了国外优越的科研条件和生活环境，毅然回到祖国，投身于中国的物理学教育和科研事业。他的这种家国情怀和爱国精神值得学生学习和传承。

3.3. 康普顿效应的现代应用与创新意识

3.3.1. 教学内容

介绍康普顿效应在现代核技术应用领域的重要作用，如工业 CT 检测、X 射线摄影散射消除、康普顿散射成像技术等。同时，引导学生思考康普顿效应在其他领域可能的创新应用。

3.3.2. 思政元素

- 创新意识：康普顿效应的发现和应用过程体现了创新的重要性。通过介绍康普顿效应的现代应用，可以激发学生的创新意识，鼓励他们勇于探索未知领域，提出新的想法和解决方案。
- 社会责任感：现代核技术的应用对社会的发展和进步具有重要意义，但同时也存在一定的风险和挑战。引导学生关注核技术的应用及其对社会的影响，培养他们的社会责任感和环保意识。

4. 教学方法与手段

4.1. 线上线下混合式教学模式

采用线上线下混合式教学模式，将课程思政元素与实验教学过程有机融合。线上通过实验空间、虚实交融物理实验教学平台等，提供预习资料、视频讲解、在线测试等，引导学生提前了解康普顿效应的背景知识和实验原理。线下通过课堂教学、实验操作、讨论交流等，深化学生对康普顿效应的理解和掌握，同时融入思政教育。

4.2. 虚拟仿真实验与经典实验相结合

利用虚实结合实验教学平台，开展康普顿散射的虚拟仿真实验。通过虚拟仿真实验，学生可以直观地观察康普顿散射现象，理解散射光子能量和微分截面与散射角的关系。同时，结合经典实验，让学生亲自动手操作实验仪器，进行数据测量和分析，提升学生的实验技能和动手能力。

4.3. 讨论与辩论活动

组织学生进行讨论和辩论活动，引导学生就康普顿效应的发现过程、吴有训的贡献、现代核技术的应用等议题展开深入讨论。通过讨论和辩论，学生可以加深对课程内容的理解，培养批判性思维和沟通

能力，同时增强思政教育的效果。

5. 教学过程设计

5.1. 课前预习

- 教师活动：安排预习内容及要求，提供预习资料和视频讲解，引导学生通过实验空间、虚实交融诺贝尔奖物理实验教学平台等线上资源了解康普顿效应的背景知识和实验原理。
- 学生活动：阅读教材和预习资料，观看视频讲解，完成预习测试，撰写预习报告。

5.2. 课堂讲授

- 教师活动：讲解康普顿效应的发现过程，介绍康普顿和吴有训的科学探索精神和家国情怀；推导康普顿散射公式，解释其物理意义，引导学生理解康普顿效应对光的波粒二象性的验证作用；介绍康普顿效应的现代应用，激发学生的创新意识和社会责任感。
- 学生活动：认真听讲，做好笔记，积极思考并回答问题。

5.3. 实验操作

- 教师活动：检查学生预习情况，明确实验目的及要求；介绍实验仪器和实验步骤，指导学生进行实验操作；巡回指导，及时解答学生疑问，确保实验安全顺利进行。
- 学生活动：连接实验仪器，进行实验操作；测量不同散射角下 γ 光子的能量，记录实验数据；与同学合作，共同完成实验任务。

5.4. 讨论与交流

- 教师活动：组织学生进行讨论和交流活动，引导学生就实验现象、实验结果、思政元素等议题展开深入讨论；参与学生讨论，给予指导和反馈，深化学生对课程内容的理解。
- 学生活动：积极参与讨论和交流活动，发表自己的观点和看法；倾听他人意见，尊重他人观点，学会理性思考和团队协作。

5.5. 总结与反思

- 教师活动：对本节课的教学内容进行总结，强调重点和难点；对学生的实验操作和讨论交流情况进行点评，给予肯定和鼓励；引导学生进行反思和总结，提升学习效果。
- 学生活动：认真听取教师总结，做好笔记；对自己的实验操作和讨论交流情况进行反思和总结，提出改进措施。

6. 教学评价与反馈

6.1. 教学评价

- 知识掌握情况：通过课堂提问、在线测试、实验报告等方式，评价学生对康普顿效应相关知识的掌握情况。
- 实验技能水平：通过观察学生实验操作过程、检查实验数据记录和分析情况等方式，评价学生的实验技能水平。
- 思政素养提升：通过讨论交流、课后作业、学生自评和互评等方式，评价学生在科学探索精神、家国情怀、创新意识等方面的提升情况。

6.2. 教学反馈

- 学生反馈：通过问卷调查、个别访谈等方式，收集学生对教学内容、教学方法、教学评价等方面的意见和建议，了解学生的学习需求和困惑。
- 教师反思：根据学生的反馈意见和教学效果评价结果，教师进行反思和总结，提出改进措施和建议，不断优化教学过程和提升教学质量。

7. 总结与展望

在课程思政融入康普顿效应的教学实践中，我们深刻体会到，理工科课程的思政育人并非简单的“知识 + 案例”拼贴，而是需要以科学史为纽带、以科学家精神为内核、以现代技术应用为延伸，构建“历史回溯 - 理论溯源 - 实验探究 - 价值升华”的沉浸式育人场景。通过还原康普顿发现波长偏移时的质疑与突破、重现吴有训以实验数据捍卫科学真理的爱国情怀、结合虚拟仿真技术强化安全规范与创新思维，学生不仅掌握了散射公式推导、 γ 能谱分析等核心技能，更在“如何面对学术争议”“如何平衡个人理想与国家需求”“如何以技术创新服务社会”等现实问题的思考中，实现了从“科学认知”到“价值认同”的深层转化。这种“以理启思、以史育人、以行践知”的融合模式，既回应了新时代高等教育“立德树人”的根本要求，也为理工科课程思政提供了“有温度、有深度、有力度”的实践范式——当学生为康普顿的坚持而动容、为吴有训的选择而深思、为虚拟实验的精准而惊叹时，科学精神与家国情怀已悄然内化为其成长的精神底色，而这或许正是课程思政最珍贵的育人成果。

在康普顿效应课程思政教学中，我们虽取得了初步成效，但仍存在局限性与改进空间，需在后续研究中进一步探索。第一，思政元素融入的深度与广度不足：尽管通过“科学史情境辩论”“跨学科案例分析”等设计实现了思政元素的显性化，但部分学生反馈仍存在“思政与专业割裂感”。第二，长期效果评估的缺失：本研究主要采用即时测试与短期追踪，难以评估思政教育对学生价值观的长期影响。第三，教师思政素养的挑战：教学实践发现，部分教师存在“重专业轻思政”倾向，对思政元素的挖掘仅停留在表面，缺乏对价值观内涵的深度解读。此外，教师在情境辩论中的引导能力、跨学科案例的整合能力也需进一步提升。第四，模式适用边界的澄清：本研究模式以具有范式革命意义的物理实验为核心载体，其思政价值源于对经典理论的突破与科学精神的体现。但对于验证性实验或技术应用型实验，思政元素的挖掘空间可能有限。

针对上述局限，后续研究将聚焦以下方向。第一，技术赋能：开发 AI 辅助的思政元素推荐系统，根据实验内容自动匹配思政案例与活动模板；第二，跨学科协作：联合其他相关学院，构建“专业 - 思政 - 教育”联合教研团队，提升思政元素的理论深度；第三，生态化评估：与高校思政管理系统对接，跟踪学生毕业后的职业行为(如科研诚信记录、社会服务参与度)，验证思政教育的远期影响。通过持续迭代，本研究期望为理工科课程思政提供更具科学性、系统性与可操作性的实践方案，最终实现“知识传授 - 能力培养 - 价值塑造”的三维育人目标。

参考文献

- [1] http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2026-04-15.
- [2] 吴奕初, 刘海林, 杨智慧, 等. 课程思政融入近代物理实验课程的教学案例——以康普顿散射实验为例[J]. 物理实验, 2023, 43(7): 25-30.
- [3] 郭奕玲, 沈慧君. 吴有训的历史贡献[J]. 物理, 1997, 26(12): 740-746.
- [4] 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, 31(2): 54-62.
- [5] Compton, A.H. (1923) A Quantum Theory of the Scattering of X-Rays by Light Elements. *Physical Review*, **21**, 483-502. <https://doi.org/10.1103/physrev.21.483>
- [6] 杨福家. 原子物理学[M]. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2008.