

HPS模式驱动核心素养融入物理实验教学的实践探究

——以人教版八年级下册“牛顿第一定律”为例

骆鹤尹¹, 李明光², 陈丽³, 黄芊¹, 张希¹, 吴旭明^{1*}

¹岭南师范学院物理科学与技术学院, 广东 湛江

²雷州市第二中学, 广东 湛江

³湛江市实验中学, 广东 湛江

收稿日期: 2026年3月17日; 录用日期: 2026年4月15日; 发布日期: 2026年4月27日

摘要

本文基于HPS(科学史、科学哲学与科学社会学)教育理念, 探讨在初中物理实验教学中落实核心素养的实践路径。通过分析“立德树人”根本任务与科学本质认知的融合价值, 以人教版八年级下册“牛顿第一定律”为例, 构建“科学史导入-实验探究-批判反思-生活应用”四阶教学模式, 引导学生经历科学概念的建构过程、实验验证与思维迁移, 促进物理观念、科学思维、探究能力与科学态度的协同发展, 为深化物理学科的育人功能提供可借鉴的实践案例。

关键词

HPS理念, 核心素养, 教学理念, 创新课堂

A Practical Exploration of Integrating Core Competencies into Physics Experimental Teaching Driven by the HPS Framework

—Taking the “Newton’s First Law” Unit in the Eighth-Grade Second-Semester Physics Textbook (People’s Education Press Edition) as an Example

Heyin Luo¹, Mingguang Li², Li Chen³, Qian Huang¹, Xi Zhang¹, Xuming Wu^{1*}

*通讯作者。

文章引用: 骆鹤尹, 李明光, 陈丽, 黄芊, 张希, 吴旭明. HPS 模式驱动核心素养融入物理实验教学的实践探究[J]. 教育进展, 2026, 16(4): 1235-1242. DOI: 10.12677/ae.2026.164773

¹School of Physical Science and Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

²Leizhou Second Middle School, Zhanjiang Guangdong

³Zhanjiang Experimental High School, Zhanjiang Guangdong

Received: March 17, 2026; accepted: April 15, 2026; published: April 27, 2026

Abstract

This paper, grounded in the HPS (History, Philosophy, and Sociology of Science) educational framework, explores practical pathways for implementing core competencies in junior high school physics experiment teaching. By analyzing the integrative value between the fundamental task of “fostering virtue through education” and the understanding of the nature of science, this study takes the “Newton’s First Law” unit in the eighth-grade second-semester physics textbook (People’s Education Press Edition) as a case to construct a four-stage teaching model: “introduction through history of science-experimental inquiry-critical reflection-real life application”. This model guides students to experience the construction of scientific concepts, experimental verification, and cognitive transfer, thereby promoting the coordinated development of physical concepts, scientific thinking, inquiry abilities, and scientific attitudes. The study provides a practical and referential case for further enhancing the educational function of physics as a discipline.

Keywords

HPS Framework, Core Competencies, Teaching Philosophy, Innovative Classroom

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

HPS (History-Philosophy-Sociology of Science)是科学史、科学哲学和科学社会学的简称。HPS 教育是由英国教育学家孟克和奥斯本基于建构主义理念将科学史、科学哲学、科学社会学的有关内容融入课堂教学的一种新型教育模式[1]。该模式通过重构科学理论的发展历程、渗透哲学思辨与方法论反思、融入社会文化背景，引导学生形成对科学知识的深层认知与批判性思维，充分体现学科的育人价值。HPS 教学理念主张从科学史、科学哲学与科学社会学三重维度重构科学教育，充分了解传统科学教育对“静态知识”的单一传递模式，引导学生从历史维度理解科学知识的演进逻辑，从哲学层面掌握科学探究的思维方法[2]。

在当前科学教育改革背景下，如何在知识传授之外实现学生科学素养的全面提升，已成为教学研究的重要议题。HPS 教学理念通过引入科学史情境唤醒学生的探究兴趣，以科学哲学的思辨过程培育理性精神，并借助科学与社会的关联强化责任意识，为科学教育提供了一种兼具深度与人文关怀的教学路径。其实施不仅体现为教学方法的创新，更指向科学教育本质的回归，即培养兼具科学理性与社会责任的新时代人才。

从科学发展的内在逻辑来看，物理理论的形成本身即蕴含深刻的历史与哲学内涵。以牛顿力学为例，物理学家牛顿在特定历史背景与科学观念指导下，运用系统化的方法构建了力学的基本概念与三大定律，最终形成严整的公理体系。这一过程不仅体现了科学知识的生成机制，也反映了科学方法与科学思想的深度融合。根据《课程标准》的界定，物理观念是从物理学视角出发，对物质、运动与相互作用及能量等

核心问题形成的基本认识，是对物理概念与规律的提炼与升华，同时也是解释自然现象和解决实际问题的基础。基于物理知识内在的逻辑生成链条，本文认为，科学哲学是物理观念形成的重要组成部分。

因此，在教学实践中引入 HPS 教学理念，有助于引导学生从历史、哲学与社会等多维视角审视物理问题，促进其进行多角度分析与批判性思考，从而逐步形成独立思考与问题解决能力。在科学素养层面，通过融合科学史、科学哲学与科学社会学相关内容，不仅能够拓宽学生的知识视野，还能够增强其对科学本质的理解，进而提升科学素养与社会责任感。

2. 中学物理教学课程中融入 HPS 教育理念的价值

2.1. HPS 模式下推进践行“落实立德树人”任务

“落实立德树人”，这是新时代教书育人的根本任务。物理学科作为科学教育的重要组成部分，不仅要完成知识的传授，更重要的是要在传授知识的过程中塑造学生的科学精神、培养其正确的人生价值观。HPS 模式正是以科学史上发生的著名事件为例(如伽利略在对亚里士多德有关物体的运动观念提出质疑与进行修正的过程中)来引导学生体会科学家在探求真理过程中的理性思维、实证态度以及勇于负责的精神，这与“立德树人”的核心思想是相符的。

2.2. HPS 模式下深化科学本质的认知

科学本质指科学知识、科学研究过程、科学方法、科学精神、科学的历史、科学的价值、科学的限度等方面最基本特点的认识，是一种对于科学本身全面的、哲学性的基础认识[3]。科学本质包含科学知识的动态性、科学方法的多样性及科学与社会的关系。HPS 教育通过还原科学理论的发展历程(如牛顿第一定律从亚里士多德的直观经验到伽利略的理想化推理，再到牛顿的系统性整合)，帮助学生认识到科学知识并非一成不变的绝对真理，而是在不断质疑、验证与修正中动态发展的。这种认知有助于学生形成全面的、辩证的科学观。

2.3. HPS 模式下促进学生核心素养的植入

物理核心素养包括“物理观念、科学思维、科学探究及科学态度与责任”四个维度。HPS 模式通过实验探究(如阻力对运动的影响实验)、批判性讨论(如对比伽利略与牛顿的研究方法)，促进学生在实践中发展高阶思维，强化知识迁移能力。将“HPS 的历史、哲学和社会学”三个板块融入物理教学，能全方位促进学生物理学科核心素养的提升，不仅增强学生对物理学的理解，还能培养其批判性思维与社会责任感，使其更有效地运用所学知识解决实际问题。

3. HPS 模式下核心素养导向的教学设计

3.1. 融合 HPS 教育理念的“牛顿第一定律”教学流程

本节课主要围绕核心素养创设情境，通过“科学史→实验→反思→应用”顺序推进，体现“知识构建→实践验证→思维深化→实际应用”的逻辑闭环，引导学生展开思考和讨论，具体流程如图 1 所示。

在问题驱动阶段，教师围绕关键概念构建层级化问题链，由“现象解释”逐步过渡到“机制探究”与“模型建构”。针对学生的初步回答，教师通过追问与引导不断深化问题，如从“是否存在作用力”进一步追问“作用规律如何刻画”“如何通过实验或计算进行验证”，从而推动学生形成科学假设。

在探究与验证阶段，学生通过实验操作、数据分析或数值模拟等方式对假设进行检验。这一过程不仅强化了知识理解，也使学生亲历科学研究中的“假设-验证-修正”过程。在结果分析与规律建构阶段，教师引导学生对实验结果进行归纳总结，上升为一般性规律，并讨论其适用范围与前提条件，促进

学生从经验认识走向理论理解。此外，我们引入科学哲学反思环节，围绕“科学规律如何建立”“模型与现实的关系”等问题展开讨论，帮助学生理解科学知识的建构过程及其方法论意义。随后，通过联系现实问题与社会情境，将所学知识迁移至实际应用中，强化科学知识的价值导向与社会意义。



Figure 1. Teaching process design of “Newton’s First Law” integrating HPS
图 1. 融合 HPS 的“牛顿第一定律”教学流程设计

为保证教学活动的可实施性，课堂时间采用模块化分配：情境导入与问题提出约占 10 分钟，探究与验证为核心环节约 15 分钟，结果分析与规律建构约 10 分钟，哲学反思与应用拓展约 10 分钟。该结构在保证探究深度的同时，有效提升了课堂节奏的可控性。

3.2. 融合 HPS 教育理念的“牛顿第一定律”教学

3.2.1. 科学史导入：重现“牛顿第一定律”的探索历程

重温科学史，能让学生身临其境般地领会知识是如何产生和发展的，并充分领会科学家们的探究方式、探究过程；在学习“牛顿第一定律”时，教师分别从下列 3 个阶段引领学生进行回顾：

1) 亚里士多德的经验局限：基于“力是维持物体运动的原因”这一生活经验观点，引导学生思考其与实际现象(如推出去的物体最终会停下)之间的矛盾，激发认知冲突。

2) 伽利略的理想实验：以斜面实验为载体进行模拟推理，使学生体会到当阻力无限减小时，“运动不需要力”；并运用理想化实验思想说明这个结论证实了“运动不需要力来维持”。

3) 牛顿的归纳与整合：在前人的研究基础上，在科学发展的延续过程中得到的新成果——牛顿第一定律。

这引发学生的思考：牛顿是如何成功的呢？我们在牛顿身上学到了怎样的科学精神呢？用 HPS 来培养学生的科学思维、敢于质疑、敢于创新这种优良作风，是这段科学史的学习意义所在，也是激励学生对于科学研究保持热情、不断追求真知的启示作用所在[4]。

3.2.2. 实验探究：阻力对物体运动的影响

教学活动可以提高学生的核心素养，“牛顿第一定律”在教学活动中，则是运用实验教学提高学生的理解程度。沿用伽利略的方法思想改进实验器材(见图 2)，即探究不同阻力情况下物体运动距离长短不同的情况(见表 1)。采取的方法是让小车在不同粗糙程度的表面滑行，并观察、比较两辆小车滑行的距离，再结合伽利略理想实验从而得出“无阻力，物体将匀速直线运动”，这样进一步强化学生对牛顿第一定律的理解。

Table 1. Effect of resistance on the distance traveled by a cart

表 1. 探究阻力对小车运动距离的影响

实验次数	接触面材料	运动距离	阻力大小	速度变化
1	木板	最远	最小	慢
2	棉布	较远	较大	较快
3	毛巾	最近	最大	最快

这一教学活动不仅有效培养了学生的实验探究能力，更深化了他们对物理定律的理解。此举充分体现了核心素养中的科学探究要求，既激发了学生主动学习物理知识的热情，又引导其领悟科学探究方法的精神与培养科学探究能力。同时，学生通过亲手实验，也能更切身体会到科学研究的独特乐趣与深层价值。这将有助于他们确定未来的目标，并鼓励他们为实现这些目标而努力奋斗[5]。



Figure 2. Three inclined plane experimental setups

图 2. 三种斜面实验装置图

3.2.3. 批判性反思：从历史到现实的科学思维迁移

批判性反思是深化科学本质理解、促进思维迁移的关键环节。针对“牛顿第一定律”的教学，教师将从以下三个层次引导学生进行批判性的总结：

1) 科学家思维：伽利略对亚里士多德观点的质疑，笛卡尔对伽利略观点的补充和完善，都体现了批判性思维在物理学发展中的重要作用。对比亚里士多德、伽利略与牛顿的研究方法，讨论“理想实验”在科学发现中的作用。

2) 德育渗透思想：将伽利略坚持真理的事迹融入初中物理教学牛顿第一定律时进行德育渗透，培养学生敢于质疑权威、勇于追求真理、敢于创新思维的科学精神。

3) 学生自我反思：比如让学生通过写实验报告或小组互评，总结学习收获、反思学习存在的不足并提出改进的方法；HPS 融入物理课堂教学时培养学生的自我反思和创新能力。包括对于自己的学习过程和结果是否正确，其中的优点缺点在哪里，未来应该怎样做得更好等都要学会思考。

此外，老师可鼓励学生们通过查找资料，牛顿是在总结伽利略、笛卡尔等人研究成果的基础上得出的这个结论。并且可以帮助学生更好地理解这个定理的知识内涵与价值所在，还能够更好地培养学生们的独立思考能力和创新能力，并且让学生的思维更加严谨；使学生形成正确的物理观，更好地提高学生的知识水平和能力水平[6]。

3.2.4. 实际应用：惯性原理与生熟鸡蛋辨别实验

在物理教学中通过解决实际问题的方式既可以体现对物理核心素养的要求，也是让学生掌握不同学科的知识以及用 HPS (历史 - 哲学 - 社会)的方法来解决生活现象问题的方法之一。解决生活现象问题时要考虑到不同的方面、不同的因素，在特定的生活情景下应用各种各样的方式解决问题。

运用牛顿第一定律的惯性原理视角，指导学生掌握有关内容，并以此解决实际生活中遇到的问题；以促进知识迁移并服务生活为目的，布置“利用惯性辨别生熟鸡蛋”的课后项目式实验。学生分组设计方案，经过原理探究、方案实施和过程验证并利用表格展开结果对比分析；要求利用图 3 中两个规格相同的无字水彩纸做的标记鸡蛋，在实验原理、操作要求、结论正确以及验证方法这四个指标上制作评价量表(如表 2 所示)，借助过程和成果两个方面培养和加强学生的科学探究意识。

生熟鸡蛋辨别实验示意图

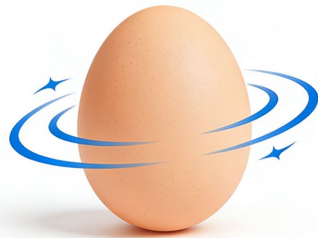
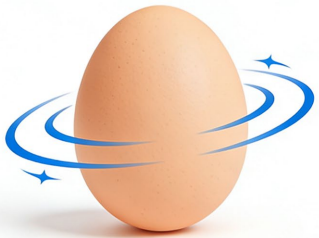
生鸡区	熟鸡蛋
生鸡蛋：旋转时摇晃不定，很快停止	熟鸡蛋：旋转平稳，持续时间长
	
原理：生鸡蛋内部液态蛋清阻碍旋转，熟鸡蛋内部凝固蛋清与蛋壳 同步旋转	

Figure 3. Schematic diagram of the experiment for distinguishing between raw and cooked eggs
图 3. 生熟鸡蛋辨别实验示意图

教学模式具有重要作用。基于上述分析可确证学生知识掌握情况、培养学生把物理原理迁移到生活中解决问题的方法，也是培养学以致用的人才的重要途径。小组实验可以使学生摆脱书本知识脱离现实生活的困扰，使学科知识与生活有机结合在一起。教师要加强小组合作实验在学校物理教学中的战略地位，充分地提供给学生实践资源和实践的机会，使学生亲自动手开展实验操作，从中感悟学科的魅力所在和实践的价值所在。我们不仅能够培养出更多具有科学素养和创新能力的人才，还能够为社会的科技进步和发展贡献出我们的力量[7]。

Table 2. Quantitative evaluation of the raw and cooked egg experiment
表 2. 生熟鸡蛋实验评价量化

评价	优秀(10分)	良好(7分)	一般(2分)
实验原理	精准应用惯性原理设计实验	基本理解惯性原理	原理应用错误
实验操作	规范标记鸡蛋，控制变量(力、方向)，水平旋转平放的鸡蛋，再对比	规范标记鸡蛋，控制变量(力、方向)，水平旋转平放的鸡蛋，没有对比	操作随意，变量控制缺失
结论介绍	生鸡蛋旋转时间短，熟鸡蛋旋转时间长，正确区分生熟鸡蛋，逻辑清晰	生鸡蛋旋转时间短，熟鸡蛋旋转时间长，结论正确但分析简略	结论错误或无法解释
磕破鸡蛋验证	通过磕破双蛋验证结论	仅验证单蛋	未验证

4. 总结

综上，HPS 教学模式为物理实验教学提供了理论与实践的双重支撑。通过引入科学史情境、强化实验探究过程、融入批判性反思以及开展生活化学习项目，学生不仅能够掌握物理知识，更能够深入理解科学本质，发展核心素养，逐步形成理性思维与科学价值观。该模式在理念上契合“立德树人”的教育目标，在实践中有效促进学生科学素养的提升与学科育人价值的实现。教学实践表明，将科学史、科学哲学与科学社会学有机融入课堂，能够显著提升学习兴趣与认知深度。以“万有引力”教学为例，学生不仅掌握了基本规律及其应用，还通过科学史理解科学发现的历程，通过哲学思辨提升批判性思维，通过社会视角增强责任意识，体现出知识、方法与价值的协同发展。总体而言，HPS 教学理念为传统物理教学提供了新的发展路径，不仅顺应国际科学教育改革趋势，也为我国物理教学的创新实践提供了有益参考。未来应进一步探索 HPS 与跨学科实践的深度融合，持续优化教学设计，以更好地促进学生的全面发展。

基金项目

岭南师范学院高等教育教学研究和改革项目 - 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”(岭师教务[2022]) 57 号；岭南师范学院一流课程建设项目 - 光学。岭南师范学院一流课程建设项目《光学》；广东省教育厅教改项目“一核四维”互动式教学活化“光学”课程思政的研究与实践，粤教高函 202129 号。

参考文献

- [1] 吴欣, 钱长炎. 关于中学物理教科书中融入 HPS 内容的情况分析[J]. 物理师, 2012, 33(5): 1-2.
- [2] 杨文军, 王建东. 立德树人视角下高校心理育人工作的创新实践——评《新时代高校心理育人价值实现研究》[J]. 中国学校卫生, 2026, 47(1): 157.
- [3] 傅竹伟, 夏艳. 融合 HPS 教育理念的教学实践和探索——以“电荷”教学为例[J]. 物理通报, 2024(5): 48-52.

- [4] 任虎虎. 基于 HPS 促进高中深度学习的教学探索[J]. 物理教师, 2022, 43(11): 21-22.
- [5] 丁邦平. HPS 教育与科学课程改革[J]. 比较教育研究, 2000(6): 6-12.
- [6] 姜策翔, 金邦建, 罗海军, 等. 基于 STEAM 教育与 HPS 理念的高中物理教学设计: 以斜抛运动教学为例[J]. 中小学数字化教学, 2024(5): 54-58.
- [7] 任虎虎, 汪明. HPS 教育理念下的高中物理概念教学: 以“单摆”一课为例[J]. 教育研究与评论(中学教育教学), 2024(14): 64-69.