

# 物理学史融入高中物理教学的育人路径探析

## ——以自由落体运动为例

万美<sup>1</sup>, 万靖<sup>1\*</sup>, 刘华明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>重庆三峡科技大学教师教育学院, 重庆

<sup>2</sup>重庆市綦江区古南中学, 重庆

收稿日期: 2026年3月11日; 录用日期: 2026年4月10日; 发布日期: 2026年4月21日

### 摘要

物理学史承载物理知识的演化历程与科学方法, 是培育学生物理核心素养的重要资源。当前研究多停留在价值论证层面, 缺乏具体案例对接核心素养四个维度的系统分析与实证检验。本文以伽利略对自由落体运动研究为切入点, 首先剖析其探究过程在物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四个维度的核心素养; 进而设计基于重演思维过程的教学干预方案, 通过准实验验证其有效性。结果显示, 实验组学生总分显著高于对照组, 高分段占比从0%跃升至50%, 但实验组内部50%学生仍停滞于循环论证, 提示教学效果受先备知识水平调节。这表明物理学史教学的有效性取决于思维过程重演而非历史故事复述, 且需针对不同起点学生提供差异化支持。

### 关键词

物理学史, 核心素养, 伽利略, 自由落体运动

# An Exploration of Educational Approaches for Integrating the History of Physics into High School Physics Instruction

## —Taking Free Fall as an Example

Mei Wan<sup>1</sup>, Jing Wan<sup>1\*</sup>, Huaming Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teacher School of Education, Chongqing Three Gorges University of Science and Technology, Chongqing

<sup>2</sup>Gunan Middle School, Qijiang District, Chongqing City, Chongqing

Received: March 11, 2026; accepted: April 10, 2026; published: April 21, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 万美, 万靖, 刘华明. 物理学史融入高中物理教学的育人路径探析[J]. 教育进展, 2026, 16(4): 1001-1010.  
DOI: 10.12677/ae.2026.164744

## Abstract

The history of physics, which chronicles the evolution of physical knowledge and scientific methods, serves as a vital resource for cultivating students' core physics literacy. Current research largely remains at the level of theoretical justification, lacking systematic analysis and empirical testing that link specific case studies to the four dimensions of core literacy. Taking Galileo's research on free-fall motion as a starting point, this paper first analyzes how his investigative process aligns with the four dimensions of core physics literacy: physical concepts, scientific thinking, scientific inquiry, and scientific attitudes and responsibility. It then designs a teaching intervention based on reenacting the thought process and validates its effectiveness through a quasi-experimental study. The results show that the experimental group's total scores were significantly higher than those of the control group, with the proportion of students in the high-scoring bracket jumping from 0% to 50%. However, 50% of students in the experimental group remained stuck at the stage of circular reasoning, suggesting that teaching effectiveness is moderated by prior knowledge levels. This indicates that the effectiveness of teaching the history of physics depends on the reenactment of thought processes rather than the retelling of historical narratives, and requires differentiated support tailored to students with varying prior knowledge.

## Keywords

History of Physics, Core Literacy, Galileo, Free-Fall Motion

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

《普通高中物理课程标准(2017 版本 2020 修订)》明确指出：“重视科学的发展过程，关注科学家在科学探索过程中所凝练、升华的科学思维方式和科学研究方法”，这一要求将物理学史从知识补充提升为核心素养培育的重要载体[1]。近年来，物理学史与物理教学融合的研究日益丰富。既有研究或从兴趣动机、建构主义等视角阐述了物理学史的育人功能[2]，亦有学者围绕“自由落体运动”等具体内容开展案例开发研究。然而，现有成果多停留在“物理学史很重要”的价值论证，对具体案例如何深度对接核心素养四个维度、物理学史如何转化为可操作的教学内容，尚缺乏细致的分析框架与实证检验。基于此，本文以伽利略自由落体运动研究为案例，尝试回答：伽利略的探究过程在物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任，分别呈现了怎样的教育价值？基于理论分析设计的重演思维过程的教学干预能否有效提升学生核心素养？通过对案例的深度解构与实证验证，旨在为物理学史与教学的深度融合提供理论框架与实践证据。

## 2. 物理学史的教育价值与核心素养的对应机制

物理学史是研究物理学发生和发展的基本规律，研究物理学概念和思想发展和变革过程的学科[3]。它包含两类知识体系：一是物理学的研究成果，即静态的知识体系；二是物理学的研究过程，即蕴含于探索活动中的科学信念、思想与方法[4]。这一双重属性使其与物理核心素养形成内在对应：物理观念的形成需要理解概念的演变过程[5]；科学思维的发展需要重演科学家的推理过程[6]；科学探究能力的提升

需要经历问题提出的完整历程[7]；科学态度与责任的养成需要感受科学家追求真理的精神[8]。问题的关键在于建立从“历史文本”到“教学内容”的有效转化机制。本研究提出三重转化环节：历史文本的教学化重构(选取关键事件)、思维过程的显性化呈现(揭示方法逻辑)、精神价值的体验化设计(促进价值内化)。这一框架为后续教学干预设计提供理论基础。

### 3. 伽利略案例的教学价值分析

伽利略是近代科学的开创者，是一个在科学史和科学方法论上都占有重要地位的人物，他的科学思想和科学方法具有科学进步的意义，他还为经典力学的发展做出了奠基性的贡献，包括科学地描述运动、建立落体定律、确立惯性定律、研究抛体运动、提出相对性原理等等，他对自由落体运动的研究被爱因斯坦誉为“人类思想史上最伟大的成就之一，标志着物理学的开端”[9][10]。其里程碑意义不仅在于确立自由落体定律，更在于开创逻辑推理与实验相结合的科学研究范式，为四个维度的核心素养培育提供典型范本。

#### 3.1. 物理观念方面

在高中物理教学中融入概念、规律的形成过程，能让学生感受科学家从观察自然现象产生的求知欲、提出问题到解决问题，最终形成科学观念的发展过程，有利于培养学生的物理观念，能让学生从物理学视角观察自然现象，形成对物质、运动与相互作用、能量等的基本认识，也能灵活应用物理知识来解释自然现象和解决实际问题[5]。在对自由落体运动的研究中，伽利略对落体运动研究的路径是：一般观察、提出假说、演绎思维、得出推论、实验验证推论、修正假说。

##### 3.1.1. 通过观察并作出假说

伽利略观察一块原来处于静止状态的石头从高处开始下落，并不断获得速度增量，他认为这样的速度增加是极简单方式进行的。如果仔细考察可以发现，速度增加的方式没有比以同样方式重复更简单的了。因此这种运动的定义可以陈述为：若一物体从静止状态出发并在相等的时间间隔内获得相等的速度增量，则称该运动为匀加速运动。

##### 3.1.2. 实验验证 - 伽利略的加速度实验

1638年，伽利略制作长6m多、宽约0.3m的光滑木板槽并铺羊皮纸，倾斜固定后让铜球滑下，用水钟测量时间。经上百次实验，他发现铜球滚动路程与时间平方成比例，且适用于各种斜度的槽，其早在1590年便已建立自由落体定律。因此教师将伽利略对自由落体运动定律的研究过程呈现课堂，学生不仅能知道自由落体运动定律，还能了解物理学上每一次重大的发展总是以物理观念、物理思想的突破为先导和基础的。物理概念、规律发展的演变史，可帮助学生逐步地掌握、理解物理知识，进而形成物理观念[11]。

#### 3.2. 科学思维方面

融入物理学史进行教学能在物理课堂中培养学生的科学思维，通过长时间的耳濡目染及自主运用科学思维解决物理问题能使学生的科学思维能力逐步得到提升[6]。伽利略对自由落体运动的研究是物理学史经典范例，他开创逻辑推理与实验相结合的研究范式，推翻亚里士多德的错误结论，将实验与数学融合形成完整科学方法，爱因斯坦曾肯定其贡献。教学中教师需显化这些物理思想方法，助力学生体会其在解决物理问题中的应用。

#### 3.3. 科学探究方面

物理知识的发展离不开科学探究，物理学史中记载了科学家们对物理问题的详细探究过程。在课堂

教学中融入知识的探究过程沿着科学家的脚印再次重演, 能让学生经历科学家是如何发现并提出问题、如何分析思考后提出新的猜想、如何制定出科学的探究过程来获取信息、如何分析数据来为结论做证据支撑、如何对结论进行解释说明[7]。通过以上过程的思考, 学生能通过对科学家的知识探究历程的学习, 逐步形成科学探究的意识。在伽利略的自由落体运动研究中, 其科学探究的过程也是值得教师在课堂上强调。自由落体运动的得出是伽利略经过大量实验验证、推理、总结出来的精华。在他艰辛探索的过程中, 有着他别具匠心的设计, 精湛无比的技术, 精巧奇妙的方法。这些都是对学生进行科学探究、科学思维培养的重要素材。

### 3.3.1. “冲淡”重力

自由落体加速度大, 下落时间短, 而伽利略时代的滴水计时器误差较大, 无法满足实验需求。为此, 他巧妙采用“冲淡”重力的方法, 在《关于两门新科学的对话》中详细描述了斜面实验: 在约 12 库比特长、半库比特宽的木制槽, 铺光滑羊皮纸, 让光滑黄铜球沿槽滚动, 调节木板倾斜放置。他通过让小球在斜面不同位置、不同倾角下重复实验, 利用倾角调控小球运动速度, 延长运动时间, 以适配当时的计时条件, 其实验设计的创新性的人为控制思想, 能为学生提供有益启发。

### 3.3.2. 滴水计时

在伽利略的时代没有机械钟表, 因此他自制水钟以解决时间测量问题。该水钟通过收集从水桶底部小孔流出的水量来计量时间, 利用水的质量差值和比值代替时间的差值和比值, 实现较为精准的测量, 且多次重复实验结果无明显差异。伽利略将实验与推理相结合, 首先通过数学推导得出结论, 再通过斜面实验进行验证。他发现, 当斜面倾角固定时, 小球滚过的距离与时间的平方之比为一个常数; 改变倾角比值也随之变化。在此基础上, 伽利略运用外推法, 将从小倾角斜面实验中得到的结果推广到大倾角乃至  $90^\circ$  (即自由落体) 的情形, 从而得出自由落体运动是匀加速直线运动的结论。这一方法充分体现逻辑推理在弥补实验条件局限、推导理想状态结论方面的重要作用。

## 3.4. 科学态度与责任方面

“物理学史通过描述物理学家探索科学的成功与失败、分歧与争论, 展示科学发展的艰辛以及物理学家不畏艰难的品质, 具有系统的人文精神与科学精神[8]。在陈凯锋的《科学精神力学科学的奠基人伽利略》研究中提到: 科学精神是人类与科学工作相联系的一种精神, 它是体现在人们身上, 形成于科学活动之中并适应科学发展内在要求的一种精神状态。从本质上讲, 科学精神是一种勇于探索和唯实、求真、创新的精神, 它具体体现在不迷信权威、不盲从传统, 对已有的理论、观念及其代表人物的言论敢于进行怀疑和批判、敢于打破思想上的僵化, 用求实、求真、创新的意识和观念指导自身的行为。从伽利略科学研究的一生中, 能够洞悉和领悟他的科学精神, 他毫不隐瞒自己的观点, 相反, 他坚持不懈地公开抨击亚里士多德的力学观点, 他最早写的关于运动的论文中明确指出, 只要他的观点同经验和理性相调和, 他一点也不在乎是否与旁人的观点一致[12]。对于伽利略敢于向权威挑战的科学精神, 爱因斯坦曾说道: “我在伽利略的工作中认识到主题是向任何以权威为基础的教条展开热烈的战斗, 他只要把经验和仔细思考当作真理的标准来接受。今天我们难于理解在伽利略时代这样的一种态度显得如何不祥和革命, 那时只要对除了权威没有别的基础意见的真理性表示怀疑就被当作大罪, 因而要受到惩罚[13]。”

这一部分物理学史体现了伽利略思想的先进性、实验与推理的结合、数学才能的加持对于伽利略发现落体运动规律缺一不可, 不仅在物理观念方面促进学生对自由落体运动规律的掌握, 也对学生批判精神、质疑精神等科学态度与情感的培养有益, 更使学生意识到现象观察、事实归纳等科学研究方法的重要性, 提高学生的逻辑思维能力[14]。

## 4. 教学干预设计与效果验证

### 4.1. 研究设计

为验证重演科学家思维过程能否提升学生核心素养，本研究提出核心假设：基于伽利略案例的物理学史教学，能显著提高学生的逻辑推理能力与实验设计水平。据此，采用准实验设计，将某高中二年级两个班分配为对照组与实验组。控制变量包括：同一教师授课、相同课时(2 课时)、同质教材内容；因变量为核心素养测评总分及四维度得分；自变量为教学方式(常规教学和重演思维过程教学)。为确保基线相同，实施教学干预选择成绩无显著差异的学生。教学干预后，样本再进行分层抽样，并完成相同物理试题，验证其效果。

### 4.2. 教学干预方案

两组均完成“自由落体运动”2 课时教学，但教学路径不同。对照组采用常规教学，即教师直接给出自由落体公式，学生进行习题训练。实验组将伽利略研究自由落体运动的物理学史融入课堂教学，特设计教学案例供读者参考。

#### 教学案例

教学设计			
题目	自由落体运动	年级	高一
学科	物理	课时	1 课时
教学目标	物理观念	理解自由落体运动的定义、特点及规律，建立“自由落体是初速度为 0 的匀加速直线运动”的物理观念；明确重力加速度的概念及影响因素。	
	科学探究	模仿伽利略的实验思路，设计验证自由落体规律的实验方案，完成实验操作与数据处理；体会“提出假设→逻辑推理→实验验证→得出结论”的科学探究流程。	
	科学思维	通过重现伽利略的逻辑推理过程，掌握反证法的思维方法；经历实验设计与数据分析，提升控制变量、演绎推理、实证分析的科学思维能力。	
	科学态度与责任	通过物理学史的学习，感受伽利略敢于质疑权威、坚持真理的科学精神；理解物理学发展的阶段性与局限性，培养严谨、求实的科学态度。	
课标要求	通过实验，认识自由落体运动的规律，结合物理学史的内容，认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用。		
教材分析	《自由落体运动》是人教版必修一第二章第四节内容，本节内容是在学生学习了运动学的基本概念、匀变速直线运动等知识后编排的。自由落体运动是一种理想化模型，在高中物理教学中具有特殊的地位，是高中物理运动学的重要内容，在教材中起到承上启下的作用，它是匀变速直线运动规律在竖直方向的典型应用，既巩固了运动学公式，又为后续学习抛体运动、牛顿第二定律等知识奠定基础。教材内容编排注重科学探究过程，从亚里士多德的经验性结论与伽利略的科学论证的结果产生矛盾出发，引发对落体运动的实验探究，获得影响物体下落快慢的因素，进而提出没有空气阻力的理想化模型，自由落体运动。教材的编排可使学生经历科学探究过程。通过牛顿管实验、打点计时器测量等实验，直观揭示自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动，再根据自由落体运动规律推导其位移、速度公式。此外，教材紧密联系实际，通过测量高度、估算反应时间等实例，强化知识的应用价值，有助于培养学生的科学思维和解决实际问题的能力。		
学情分析	学生经过前面的学习已掌握匀变速直线运动规律，但对初速度为零的特殊情况应用不熟练，学生抽象思维虽有发展，但仍依赖直观经验，会凭生活现象主观认为“重的物体下落快”，需通过演示实验打破学生固有认知。在学习过程中，容易混淆自由落体与一般的落体运动，学生可能会对“忽略空气阻力”的理想化模型理解困难，推导自由落体公式时，也容易忽视公式中物理量的矢量性，在解决实际问题时，难以将生活现象抽象为自由落体模型。教学中需借助实验、案例和对比分析，引导学生逐步攻克难点，深化对知识的理解。		
教学重难点	重点：自由落体运动的规律、伽利略的研究方法、实验验证过程。 难点：如何通过物理学史融入，让学生理解“逻辑推理 + 实验验证”的科学研究范式。		

续表

		教学过程		
教学环节	教师活动	学生活动	设计意图	
创设情景 新课引入	<b>1. 情境导入：从亚里士多德的观点出发</b> 提出问题：“重的物体和轻的物体哪个下落更快？” 展示生活实例：石头与羽毛下落对比，再展示两张相同的纸(一张揉成团、一张展开)同时下落的实验。	结合日常经验回答问题，观察实验现象，产生认知冲突：“为什么纸团下落更快？”	用生活现象引发学生兴趣，引出亚里士多德的观点，为后续物理学史的引入铺垫，激发学生的探究欲望。	
	<b>2. 物理学史还原：伽利略的逻辑与实验</b> 引导学生假设亚里士多德的观点正确，提出“重球与轻球绑在一起下落”的问题，引导学生推导矛盾结论。总结反证法的步骤：假设命题成立→推导矛盾→否定假设。	跟随教师的引导进行逻辑推理，尝试推导矛盾结论，总结反证法的思维方法。	通过重现伽利略的思维过程，让学生掌握反证法，体会科学思维的严谨性，理解“质疑权威”的科学精神。	
实施探究 新课讲授	<b>3. 实验探究：伽利略的“冲淡重力”实验</b> 介绍伽利略的斜面实验思路：用斜面“冲淡重力”，通过小球在斜面上的运动规律外推到自由落体。提供斜面、小球、刻度尺等器材，指导学生进行实验。 现代实验验证：自由落体规律 提供打点计时器、光电门、频闪相机等器材，引导学生设计实验方案验证自由落体是否为匀加速直线运动。指导学生用 $v-t$ 图像分析数据。	分组进行斜面实验，测量小球在斜面上不同位置的速度与时间，验证速度和时间 的关系。 分组设计实验方案，进行实验操作，处理数据，得出结论。	让学生模仿伽利略的实验过程，体会“实验 + 外推”的科学方法，理解物理学研究中“化难为易”的思路，培养科学探究能力。 让学生自主设计实验，提升实验探究能力，通过现代实验验证自由落体规律，巩固匀变速直线运动的推论，强化物理观念。	
	<b>总结规律 新课讲授</b>	梳理自由落体运动的规律；对比亚里士多德与伽利略的研究方法，强调“逻辑推理 + 实验验证”的科学研究范式。拓展：介绍重力加速度的影响因素(纬度、海拔)。	总结自由落体的规律，对比两种研究方法，思考“为什么不同地点的 $g$ 不同”。	帮助学生梳理知识体系，强化科学研究范式的理解，拓展学生的知识面，培养科学态度与责任。
拓展延伸 课后作业	请用伽利略的反证法，重新推导“重的物体下落更快”这一观点的矛盾之处，并写出完整的推理步骤。			

### 4.3. 测量工具设计

本研究基于前文对核心素养四个维度的分析，设计测量工具。第1题(反证法判断)对应“科学思维”中的逻辑推理能力；第2题(实验设计科学性)对应“科学探究”中的证据意识与方案设计能力；第3题(实验方案可行性)对应“科学探究”中的实践操作与误差控制意识；第4题(逻辑严谨性)综合反映“科学思维”与“科学态度”中的严谨求真精神。评分细则见表1和表2。

Table 1. Scoring criteria

表 1. 评分标准

评分维度	分值	评分细则
1. 逻辑思维判断(第1题)	2分	准确答出“反证(反证法)”得2分；答其他思维方式(归纳/演绎/类比)，得0分。
2. 实验设计科学性(第2题核心)	4分	抓住匀加速运动本质判定依据，得4分。用自由落体运动的位移公式，直接验证(存在循环论证)，得2~3分，无科学判定依据，仅描述操作，得0~1分。 采用高精度工具(打点计时器/光电门/频闪相机)，考虑误差控制(多次实验、减小空气阻力)，得2分用秒表手动测量，未考虑误差，得1分，方案无法实际操作，得0分。
3. 实验方案可行性	2分	逻辑闭环完整，步骤清晰，无逻辑漏洞，得2分；逻辑基本完整，存在小瑕疵(如循环论证、细节缺失)，得1分；逻辑混乱，前后矛盾，得0分。
4. 逻辑严谨性与完整性	2分	逻辑闭环完整，步骤清晰，无逻辑漏洞，得2分；逻辑基本完整，存在小瑕疵(如循环论证、细节缺失)，得1分；逻辑混乱，前后矛盾，得0分。

**Table 2.** Grading criteria  
**表 2.** 等级划分标准

总分	等级	评价说明
9~10 分	A (优秀)	反证法判断准确, 实验设计科学严谨, 方案可行, 逻辑无漏洞, 体现优秀的物理思维与实验素养。
7~8 分	A- (良好偏上)	反证法正确, 实验设计科学, 仅存在轻微逻辑瑕疵或细节不足, 整体质量高。
6~7 分	B+ (良好)	反证法正确, 实验设计思路清晰, 存在循环论证或可行性问题, 逻辑基本完整。
4~5 分	B (合格)	反证法正确, 实验设计有基本思路, 但科学性、可行性存在明显不足。
0~3 分	C (不合格)	反证法错误, 或实验设计无科学依据, 逻辑混乱。

#### 4.4. 实验结果与分析

##### 4.4.1. 总体效果

**Table 3.** Comparison of total scores between the experimental and control groups  
**表 3.** 实验组对照组总分分析比较

对照组			实验组			总体趋势
学生	总分	等级	学生	总分	等级	
学生 1	4	B	学生 9	5	B	物理学史教学显著提升学生核心素养(Cohen's $d = 1.27$ ), 高分段占比从 0% 跃升至 50%, 低分段由 37.5% 降至 12.5%
学生 2	4	B	学生 10	5	B	
学生 3	2	C	学生 11	6	B+	
学生 4	3	C	学生 12	4	B	
学生 5	4.5	B	学生 13	5.5	B+	
学生 6	4	B	学生 14	2	C	
学生 7	3	C	学生 15	6	B+	
学生 8	5	B	学生 16	7	A-	
M ± SD	3.69 ± 0.96	-	M ± SD	5.06 ± 1.52	-	

注: SPSS 检验, 独立样本 t 检验  $t = 2.16$ ,  $p = 0.049$ , Cohen's  $d = 1.27$ 。

独立样本 t 检验显示(见表 3), 实验组总分显著高于对照组,  $t = 2.16$ ,  $p = 0.049$ , 更重要的是, 效应量 Cohen's  $d = 1.27$ , 达到大效应标准。这一结果直接验证了研究假设: 基于伽利略案例的重演思维过程教学确实能提升学生核心素养。

更关键的发现在于分布跃迁。对照组成绩全部集中于 B 级(62.5%)与 C 级(37.5), 无一人达到 B+ 及以上; 而实验组 50% 学生达到 B+ 级以上, 最高达到 A- 等级。这表明教学干预不仅能提升平均水平, 更实现了从合格到良好的质性跨越, 这正是核心素养培育的关键目标。

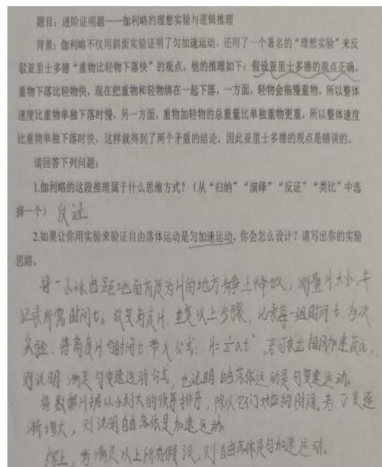
##### 4.4.2. 实验组内部分化分析

实验组学生内部呈现显著分化(见表 4)。尽管全体学生均能正确识别反证法, 但在实验设计环节表现出明显差异, 反映出学生对科学方法的理解深度存在层次区分。第一层次的学生能够完全独立设计验证方案。例如最高分学生采用频闪相机记录运动轨迹, 直接验证位移与时间平方的比例关系, 完整再现了从现象观察到数学建模再到精密验证的科学探究过程。第二层次的学生能够运用先进工具进行测量, 如光电门或打点计时器, 方法选择恰当, 但在设计思路仍一定程度依赖既有公式, 未能彻底摆脱结论先行的思维惯性。第三层次的学生虽然掌握方法名称, 实际操作中却陷入循环论证。这类学生倾向于使用

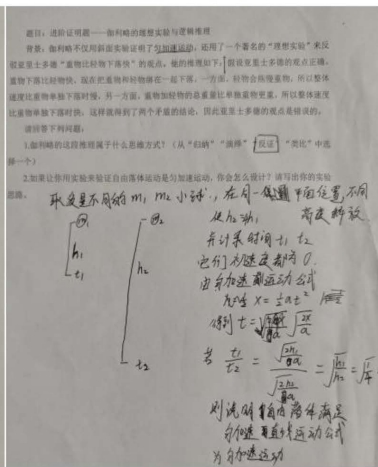
待验证的公式本身作为验证依据, 未能真正理解科学验证应当独立于被验证结论这一核心原则。第四层次的学生在实验设计上出现逻辑混乱, 表明对于科学探究的基本步骤尚未形成清晰认识。

Table 4. Internal competency performance of students in the experimental group  
表 4. 实验组学生内部素养表现

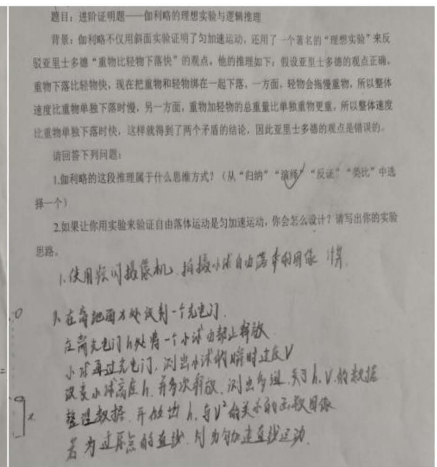
实验组学生	第 1 题	第 2 题	总分	等级	核心评价
(见图 a)	2	3	5	B	反证法正确, 用自由落体运动位移公式验证(循环论证), 秒表测量误差大, 逻辑基本完整。
(见图 b)	2	3	5	B	反证法正确, 用时间比验证(依赖公式, 循环论证), 秒表测量, 可行性不足。
(见图 c)	2	4	6	B+	反证法正确, 用光电门/频闪相机, 图像验证, 方案科学, 可行性高。
(见图 d)	2	2	4	B	反证法正确, 秒表分段测量误差极大, 方案可行性差, 逻辑不严谨。
(见图 e)	2	3.5	5.5	B+	反证法正确, 双方案验证(公式和速度时间图像), 仅存在循环论证瑕疵。
(见图 f)	2	2	2	C	反证法正确, 实验设计逻辑混乱, 可行性差。
(见图 g)	2	4	6	B+	反证法正确, 打点计时器和逐差法公式验证, 方案科学, 符合物理本质。
(见图 h)	2	5	7	A-	反证法正确, 实验设计科学, 仅存在轻微逻辑瑕疵。



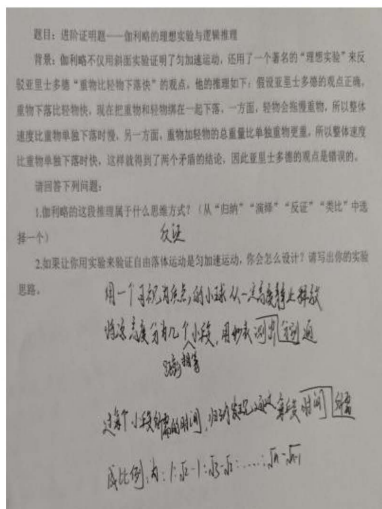
(a)



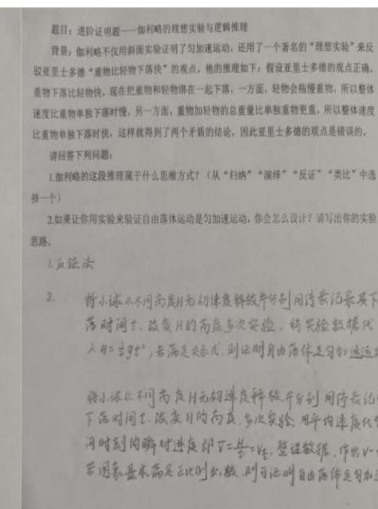
(b)



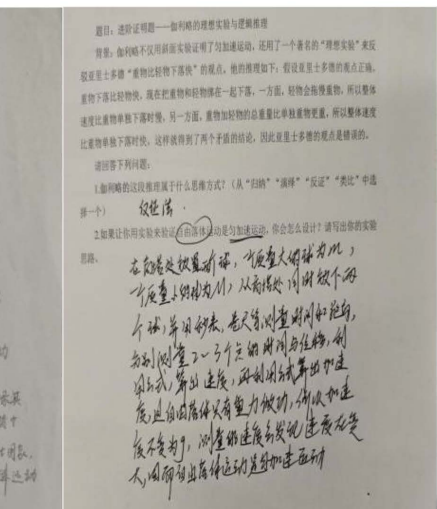
(c)



(d)



(e)



(f)

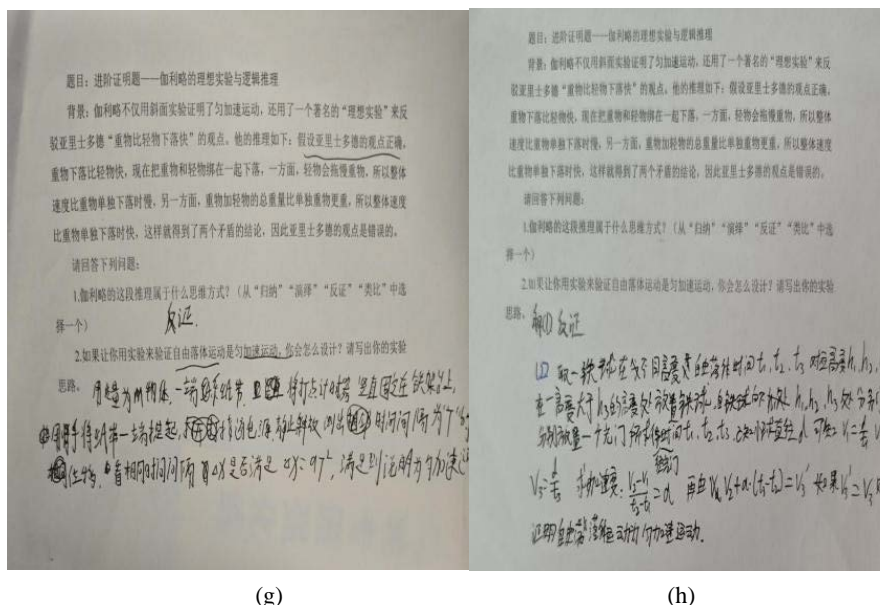


Figure 1. Selected student works  
图 1. 学生作品集锦

上述分化现象说明，教学干预的效果受到学生先备知识水平和元认知能力的调节。具备较好基础的学生能够从案例教学中抽象出可迁移的科学方法，而基础薄弱的学生则需要更为细化的分步指导和即时反馈。因此，案例教学的有效性并非自动实现，其实际成效取决于是否针对不同起点学生提供适配的学习支持。

具体作品见图 1。

### 5. 结论与建议

本文以伽利略自由落体运动研究为案例，分析了物理学史在培育学生核心素养方面的独特价值。研究表明，第一，物理学史的教学价值不在于复述故事，而在于引导学生重演科学家的思维过程。只有让学生经历从观察到假说、从推理到验证的完整历程，才能将历史案例转化为素养培育的资源。第二，科学方法的培育是关键。理想化方法、逻辑推理等逻辑思维工具，需要教师在教学中明确点出、反复强化，帮助学生从会用到会想。第三，科学态度与责任的培育需要精神浸润。伽利略的故事不是教学的装饰，而是让学生感受科学精神、形成价值认同的重要载体。基于以上分析，建议教师在物理学史教学中把握三个转化环节：历史文本的教学化重构(选取关键事件)、思维过程的显性化呈现(揭示方法逻辑)、精神价值的体验化设计(促进价值内化)，从而实现物理学史与物理教学的深度融合，落实核心素养培育目标。

### 参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版 2020年修订) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.  
 [2] 冯爽. 普通高中物理课程标准中物理学史内容分析及教学策略构建[J]. 物理教师, 2021, 42(4): 21-25.  
 [3] 郭奕玲, 沈慧君. 物理学史[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.  
 [4] 李娟. 利用物理学史培养学生科学思维的实践研究——以上科版教材“伽利略对落体运动的研究”为例[J]. 物理教师, 2022, 43(5): 14-19.  
 [5] 桂润金. 高考改革过渡期物理选考行为及试题分析[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西民族大学, 2019.  
 [6] 舒芳萍. 基于核心素养下高中物理教学中渗透物理学史的实践研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西师范大学,

2021.

- [7] 戴伟. 物理习题解决中物理模型的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2017.
- [8] 刘玉华, 姚朝文. 科学精神与人文精神在物理学史中的融合[J]. 求索, 2008(9): 54-57.
- [9] 齐心, 程军, 朱幼文. 简明物理学史物理之光[M]. 上海: 科学技术文献出版社, 2009: 10.
- [10] 高志敏. 伽利略对力学的贡献[J]. 物理教师, 2006(7): 52-53, 56.
- [11] 王高. 融入物理学史培育核心素养[J]. 物理教师, 2017, 38(11): 26-30.
- [12] 亚·沃尔夫. 十六、十七世纪科学技术和哲学史[M]. 周昌忠, 等, 译. 北京: 商务印书馆, 1985: 34.
- [13] 埃米里奥·赛格雷. 从落体到无线电波—经典物理学家和他们的发现[M]. 陈以鸿, 等, 译. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1990: 17.
- [14] 高矿. HPS 教学模式在高中物理教学中的应用[J]. 物理教师, 2012, 34(2): 15-17.