

# 核心素养视角下物理学史在高中物理教学中的渗透

——以“光的波粒二象性”为例

梁 帅, 黄国锋, 王玉莹

赤峰学院物理与智能制造工程学院, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2023年10月2日; 录用日期: 2023年11月2日; 发布日期: 2023年11月9日

## 摘 要

学科核心素养是学生学习标准的具体体现, 物理学史作为重要教学资源, 将物理学史融入到高中物理教学是培养学生物理学科核心素养发展的有效策略之一。本文以人教版高中物理选择性必修三第四章内容“光的波粒二象性”教学为例, 以探寻光的本质为线索, 百年前物理学家们对光本质的探究、辩论过程为叶脉, 将物理学史内容切实贴合到教学环节中, 巧用物理学史培养学生的物理学科核心素养。本文试图探索促进学生深入理解并掌握学习内容的有效途径, 希望可以给一线高中物理教学提供参考和借鉴。

## 关键词

核心素养, 物理学史, 高中物理, 物理教学

# The Penetration of Physics History in High School Physics Teaching from the Perspective of Core Literacy

—Taking the “Wave-Particle Duality of Light” as an Example

Shuai Liang, Guofeng Huang, Yuying Wang

School of Physics and Intelligent Manufacturing Engineering, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

Received: Oct. 2<sup>nd</sup>, 2023; accepted: Nov. 2<sup>nd</sup>, 2023; published: Nov. 9<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The core literacy of physics is the concrete embodiment of students' learning standards. As an

important teaching resource, integrating the history of physics into the teaching of high school physics is one of the effective strategies to cultivate the development of students' core literacy of physics. This paper takes the teaching of "Wave-Particle Duality of Light" in the fourth chapter of the third compulsory course of physics in senior high school of People's Education Press as an example, taking the exploration of the nature of light as a clue and the process of physicists' exploration and debate on the nature of light as a leaf vein a hundred years ago, and puts the content of physics history into the teaching link, so as to skillfully use the history of physics to cultivate students' core literacy in physics. This paper tries to explore effective ways to promote students to deeply understand and master the learning content, hoping to provide reference and reference for physics teaching in first-line high schools.

## Keywords

Core Literacy, History of Physics, High School Physics, Physics Teaching

Copyright © 2023 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

物理学史是物理学概念、定律等一系列理论产生、演变、发展的过程，物理学的历史包括了科学家们的竞争、误差、争议和突破。这些元素丰富了物理学的故事，物理学家研究物理的方法有利于形成物理观念、培养科学思维、开展科学探究、树立哲学理念等方面有着良好的促进作用[1]。也向学生们展示了科学是一个具有人性色彩的活动，需要坚持不懈的探索和勇气。

物理学史不断发展的历程是培养学生物理观念的好资源，让学生察觉到生活中的物理，用物理的视角去观察世界。物理学史中物理学家们寻求真理的过程就是有助于培养学生科学探究和思维的内容，学生在模拟情境中尽可能地亲身体会物理学家的推理过程，培养探究意识和研究精神。科学家在科学研究中所体现出的科学态度是学生形成正确的科学态度与责任的重要来源[2]。了解前人们发现科学，探究科学的过程是培养学生科学态度和价值观的良好养料，也有助于提升科学思维和科学探究能力[3]。百折不挠的精神、勇于斗争的意识以及客观辩证的思想不仅需要歌颂还值得学生学习。

在本论文中，以人教版高中物理选择性必修三第四章内容“光的波粒二象性”教学为例，将物理学的历史融入高中物理教学。通过在教室中引入物理学的历史，我们可以为学生提供更深入的学习体验，帮助他们更好地理解物理学的核心原理，并激发他们对科学的兴趣。通过追溯物理学的历史，帮助学生明白，科学是一项积极的、不断发展的活动，每个人都可以成为其中的一部分，为未来的科学发展贡献力量。

## 2. 课堂融入物理学史遵循的教学原则

### 2.1. 目的性

物理学史中蕴藏着丰富的教育资源[4]。在前期教学阶段应始终秉持为了发展学生的目的对物理学史相关内容进行筛选，不能为了“融入物理学史”而去“融入物理学史”。教学资源应该针对于学情以及当前学生想要达到某种层次而需要补充的知识内容等进行选择。教师对于教学资源中物理学史内容的选择上要有目的性，学生才能够接收到与学习要求相匹配的知识。

## 2.2. 实效性

对于物理学史内容的选择上还要遵循时效性，融入课堂的物理学史内容一定是要经过教师精心筛选整理、排列整合好的内容，而不是从网络或书籍中直接摘抄下来全部灌输给学生的。并且所选择的物理学史内容对于学生学习的相关度也需要教师进行一定程度的把握。

## 2.3. 适应性

学生具有独特性，每一堂课教师都应该结合学情对本节课教学内容进行一定程度的修改。为了适应绝大部分学生，物理学史的选择还要在学生接受能力范围之内。揠苗助长对于学生来说是不现实且违背了学生发展规律。在适当的范围内，对物理学史内容进一步进行筛选删减，控制内容水平在学生够得到的层面。并且可以添加有助于理解的知识补充。

## 2.4. 真实性与准确性

在筛选物理学史内容的过程中必须要遵循知识内容的真实性与准确性。物理学史学习的重要性进一步提升[5]。一方面物理学史是物理产生、发展过程，是公认的历史内容，教师在课堂讲授时不能因为各种原因而对内容有所改编。另一方面作为教师讲授不准确的内容也违背了教学科学性原则。传授知识是教师的基本任务，如果以不确定真实性的物理学史内容进行讲授不如在教学中不进行史实内容的添加。教师言语内容的准确性也关系到教师权威的树立。由此，内容选择的真实性与准确性在教学中显得尤为重要。

## 3. 高中物理教学环节——以“光的波粒二象性”为例

### 3.1. 确定教学目标

教师进行某一教学过程时需要结合新课程标准、物理教材、学情需求等，根据物理核心素养四个维度对教学目标进行设计。教学目标是通过对课堂教学要使学生发生何种明显变化的明确表述，是在教学活动中所期待的学生学习成果，也是评价学生课堂学习完成度的重要指标。本文教学目标设计如表1所示。

**Table 1.** Teaching objective design

**表 1.** 教学目标设计

物理学科核心素养	学习目标	学习形式
物理观念	1) 通过课堂辩论环节，能明确知道光既具有波动性，又具有粒子性。	课堂辩论 小组讨论
科学思维	1) 通过让学生观察光电效应实验，引导学生发现并验证光的粒子性，进一步认识光的本性。 2) 在讨论环节中，能够利用所学的光学知识对生活中的光现象做出对应猜想。	观察实验 小组讨论 小组展示
科学探究	1) 通过教师演示实验，了解光电效应现象发生原因以及发生需要的条件。 2) 通过小组讨论，交流生活中的光现象，经历知识迁移、猜想等过程，对光的粒子性和波动性的应用有更加深层次的了解。	观察实验 小组讨论 猜想探究
科学态度与责任	1) 通过课堂辩论，进一步明确“实践是检验真理的唯一标准”。在学习和做实验过程中，能够实事求是，不迷信权威，团结协作、勇于创新。 2) 根据交流总结环节，了解前人们探究光本质的曲折过程，明白科学并非是一蹴而就，并且对于科学的认识是螺旋式上升的过程。	课堂辩论 交流合作

### 3.2. 教学设计思路

本节课以学生角色扮演、小组讨论以及小型辩论赛的学习形式为主，整体设计教学思路为：提前预设，角色扮演→学生分组，课堂辩论→分析归纳，体会思想→小组讨论，总结交流。

### 3.3. 课前准备

让学生进行角色扮演的前提条件是有良好的知识基础。在课前布置下自学任务，提前在班级内招募自愿进行角色扮演活动的学生，进行课前自主预习，学习教师提供的，涉及到的物理学家的相关贡献及所属流派资料，班级其他学生也可以对当时物理学家的相关史情进行学习。

学生通过阅读以及自身原有认知已经对光的本质已经有了一定的了解，但是还不能够完全凭借自学的知识真正理解光的两种不同特性。这该需要教师在课堂上加以引导讲授。

### 3.4. 新课导入

课初，教师向学生展示光的奇妙现象——万花筒和七彩泡泡，并介绍光在医疗、通信、娱乐等领域中的应用。使学生体会光在生活生产中不可或缺的作用。

教师提问“如果没有光我们的世界会发生什么变化？”

学生思考讨论。问题逐渐过渡，“光到底是什么？”教师给出提示，光是振动的波还是传递的粒子？能不能说明为什么。

### 3.5. 活动讨论

#### 3.5.1. 课堂辩论

为了让学生明确知道光具有波动性又具有粒子性，加深学生理解记忆光本质的两种特性的得出过程，邀请同学们观看班级辩论赛后进一步思考。正方观点——光具有粒子性，反方观点——光具有波动性。具体分工如表 2 所示。

Table 2. Division of class debate

表 2. 课堂辩论分工

辩论方	时间线	历史人物	理论主张
倾向反方	1637 年	笛卡尔扮演者学生 A	提出光本质的两种假说
反方	1665 年	胡克扮演者学生 B	光是一种振动
正方	1666 年	牛顿扮演者学生 C	光的本质是粒子，并建立粒子说
反方	1678 年	惠更斯扮演者学生 D	提出光的本质是波，并建立光的波动说
反方	1801 年	托马斯·杨扮演者学生 E	发现光的干涉现象，主张光的波动说，提出光是横波的假说
反方	1818 年	菲涅尔扮演者学生 F	支持光的波动学说，用波动说解释光的偏振和衍射现象
正方	1818 年	泊松扮演者学生 G	反对“菲涅尔”的理论，反而发现“泊松亮斑”
反方	1864 年	麦克斯韦扮演者学生 H	建立麦克斯韦方程组，预言电磁波的存在
反方	1888 年	赫兹扮演者学生 I	发现电磁波

在观看过程中,允许学生根据不同流派分组讨论并帮助台上学生进行争辩,多媒体展示当时所扮演历史时间线。辩论过程中插入学生演绎科学趣事。泊松作为坚定的波动说坚持者,试图用数学计算进行实验反证“菲涅尔”微粒学说理论的错误,结果反而证明了“菲涅尔”理论的正确性。增添课堂趣味性。

随着多媒体时间的推移,正方与反方就光的本质进行多次争论。牛顿《光学》出版,“胡克”与“惠更斯”扮演者相继退出历史舞台。教师总结第一次辩论以微粒说的胜利告终。

多媒体历史时间推移,麦克斯韦的扮演者上台主张光的波动性。至此,光的波动性学说取得了胜利。教师总结第二次辩论以波动说的胜利告终。并赞扬科学家们不畏权威的态度和对真理不屈不挠的精神。学生通过课堂辩论环节,进一步明确“实践是检验真理的唯一标准”等严谨的科学态度。

### 3.5.2. 知识补充

教师对当时光本质的普遍认知情况进行知识补充,在牛顿巨大的权威下,人们普遍认为光的本质就是微粒,盲目信奉服从牛顿的思想。从托马斯·杨开始,不惧权威的意识开始在部分人中觉醒。尽管大部分人思想依然没有改变。

人们以为波动学说很完美的时候又出现了波动说解释不了的现象——光电效应。后来人们才逐渐意识到光既具有粒子性,又具有波动性。爱因斯坦也曾表示一种理论解释不了,而两种理论结合之后就可以解释了。教师补充讲解爱因斯坦、赫兹和麦克斯韦在光方面做出的巨大贡献。通过教师演示实验,学生思考光电效应现象发生原因以及发生需要的条件,从科学探究上了解光电效应原理。学生通过光电效应演示仪分组进行演示实验,观察光电效应实验现象,引导学生验证光的粒子性,从科学思维上进一步认识光的本质,从而完成知识从感性到理性的转化。

### 3.5.3. 交流评价

教师举例生活中的光学现象,并提问其中原理。学生通过小组讨论,交流生活中的光现象,利用所学的光学知识对生活中的光现象做出对应猜想,经历知识迁移等过程,在科学探究和科学思维方面对光的粒子性和波动性的应用有更加深层次的了解。各小组进行陈述总结,学生通过总结回顾了解前人们探究光本质的曲折过程,明白科学并非是一蹴而就,并且对于科学的认识是螺旋式上升的过程。

请各组学生针对本组同学辩论时对所扮演物理学家研究经历的介绍是否全面、对结论的介绍是否准确等方面进行评价。教师收集各种评价结果得到反馈,发现学生在辩论活动中的不足与教学盲点,进行总结。

### 3.5.4. 学以致用

在课堂最后环节,将本节课所学知识点以例题的方式串联,及时巩固新学知识点并应用到具体练习中。

【例题 1】请将下列涉及到的实验、实验原理、历史人物按照正确组合连线。

光电效应实验	菲涅尔	
光的双缝干涉实验	托马斯·杨	波动说
康普顿效应	赫兹	粒子说
泊松亮斑实验	康普顿	

【例题 2】关于物质的波粒二象性,下列说法中不正确的是( )

- 不仅光子具有波粒二象性,一切运动的微粒都具有波粒二象性。
- 运动的微观粒子与光子一样,当它们通过一个小孔时,都没有特定的运动轨道。
- 波动性和粒子性,在宏观现象中是矛盾的、对立的,但在微观高速运动的现象中是统一的。
- 实物的运动有特定的轨道,所以实物不具有波粒二象性。

设计技巧:通过融入物理学史教学,激发学生对物理学科的兴趣,帮助他们更好地理解物理原理和

概念, 以及欣赏科学发现的历史背景, 从而提高他们的科学素养和学习动力。学生进行辩论或观看辩论后, 对于涉及到的物理学历史人物有着较深的印象。教师联系上节课内容进行教学, 补充光的粒子性质及实验原理。刚学习过的知识处于浅层记忆, 防止学生遗忘教师在课堂结尾对于相关的人物、实验、实验原理进行考察练习并加深学生记忆。以框架的形式练习, 试图在学生脑海中建立知识网络, 容易理解。

#### 4. 反思与总结

物理学史作为重要教学资源, 在课堂设立小型新式辩论赛, 让学生去扮演物理学家进行辩论, 一方面可以极大地提高学生物理学习的兴趣, 增强课堂教学的趣味性。另一方面, 深度渗透物理学史内容可以使学生在学习知识时对物理学家的认识有更深入的了解。将物理学史以学生感兴趣的辩论形式呈现, 教师引导作为辅助并提供客观学习资料, 培养学生合作交流、分析表述等能力。但由于课前需要学生自学, 课中学生辩论, 花费的时间可能会超出预测范围, 时间比重需要进行合理分配。

从新课程标准的要求来看, 物理学史渗透进高中物理课堂教学的重要性进一步提升。切实落实新课程标准中对于光的波粒二象性的教学建议。同时根据史实教育学生不迷信权威、不畏权威的意识, 我们不能片面地认识事物, 任何事物都有着两面性, 我们需要教育学生辩证客观地看待自然世界。学习目标上学生需要了解到更多物理学史的内容, 将物理学史融入高中物理教学, 对于学生在模拟情境中理解知识、理清思路、体会思想, 具有重要的现实意义。

#### 参考文献

- [1] 王高. 融入物理学史 培育核心素养[J]. 物理教师, 2017, 38(11): 26-30.
- [2] 张健, 王华, 李春密. 基于教科书物理学史素材发展学生核心素养的教学策略研究[J]. 物理教师, 2021, 42(11): 7-12.
- [3] 王旭, 郝惠男. 从物理学史看人教版新教材从重知识向重能力培养的转变——以“原子物理和波粒二象性”教学为例[J]. 物理教学, 2022, 44(10): 73-76+36.
- [4] 芦星月, 熊建文. 科学探究视角下的物理学史教育功能分析[J]. 物理教学, 2021, 43(8): 69-71+43.
- [5] 王旭, 郭宜娇, 张文玉, 郝惠男. 从新旧教材对比看学习物理学史的意义——以“万有引力与航天”教学为例[J]. 中学物理教学参考, 2022, 51(22): 28-31.