

# 课程思政融入原子物理学的教学案例

## ——以玻尔模型为例

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: 2025年7月19日; 录用日期: 2025年8月13日; 发布日期: 2025年8月22日

### 摘要

玻尔模型作为量子理论发展的关键节点, 不仅承载着科学革命的智慧, 更蕴含丰富的思政教育资源, 是开展课程思政的理想载体。本研究聚焦于原子物理学课程中玻尔模型的教学, 探索如何将课程思政元素有机融入专业教学, 实现知识传授与价值引领的协同育人目标。本文以玻尔模型为教育案例, 通过将科学史、科学思维与中国传统文化相结合, 实现了专业知识与思政元素的有机融合; 以“化危为机、创新思维、和谐世界”为主题, 将思政教育自然融入专业教学, 实现知识传授、能力提升与价值引领的有机统一。

### 关键词

课程思政, 原子物理学, 玻尔模型, 教学案例

# A Teaching Case of Integrating Curriculum Ideology and Politics into Atomic Physics

## —Taking the Bohr Model as an Example

Hanqin Ding

School of Physics and Technology, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang

Received: Jul. 19<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 13<sup>th</sup>, 2025; published: Aug. 22<sup>nd</sup>, 2025

### Abstract

As a key node in the development of quantum theory, the Bohr model not only carries the wisdom of the scientific revolution but also contains rich ideological and political education resources, making it an ideal carrier for conducting curriculum ideological and political education. This study focuses on

the teaching of the Bohr model in the atomic physics course, exploring how to organically integrate curriculum ideological and political elements into professional teaching to achieve the collaborative educational goal of knowledge imparting and value guidance. This article takes the Bohr model as an educational case. By integrating the history of science, scientific thinking and traditional Chinese culture, it realizes the organic integration of professional knowledge and ideological and political elements. With the theme of "Turning Crises into Opportunities, Innovative Thinking, and a Harmonious World", ideological and political education is naturally integrated into professional teaching to achieve an organic unity of knowledge imparting, ability enhancement, and value guidance.

## Keywords

Curriculum Ideology and Politics, Atomic Physics, Bohr Model, Teaching Case

Copyright © 2025 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

2016年习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出,各门课都要守好一段渠、种好责任田,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应[1]。2020年教育部颁布了《高等学校课程思政建设指导纲要》,明确指出课程思政建设就是寓价值观引导于知识传授和能力培养之中,帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观[2]。原子物理学作为物理学专业核心课程,承担着培养学生科学思维、创新能力和家国情怀的双重使命。在原子物理学的教学中深度融合思政教育,具有不可替代的必要性[3]。原子物理学作为揭示微观世界奥秘的基础学科,其发展历程本身就是一部人类探索真理、突破认知边界的奋斗史[4]。从卢瑟福的 $\alpha$ 粒子散射实验颠覆经典原子模型,到玻尔量子化理论突破经典力学框架,再到现代量子力学对物质本质的深刻诠释,每一步的科学突破都凝聚着科学家们敢于质疑、勇于创新的科学品格。这种追求真理、不畏权威的科学精神,与思政教育中倡导的批判性思维和求真务实态度高度契合,能够引导学生树立严谨的治学态度和科学的世界观。同时,原子物理研究中蕴含的辩证思维方法,如波粒二象性体现的物质统一性、量子跃迁揭示的偶然与必然辩证关系等,为思政教育提供了丰富的哲学素材。引导学生用辩证唯物主义视角分析科学问题,既能深化对专业知识的理解,又能培养其科学思维与人文素养的融合能力[5]。这种“知-情-意-行”的全方位育人模式,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[6]。此外,原子物理学的发展史也是一部科技报国的实践史。我国“两弹一星”元勋们突破技术封锁、自力更生研制核武器的壮举,钱学森、邓稼先等科学家将个人理想融入国家需求的奉献精神,都是最生动的思政教材。通过这些案例融入课堂教学,既能帮助学生理解原子物理知识在国防、能源等领域的战略价值,又能培养他们的家国情怀和社会责任感,使专业知识学习与价值观塑造同频共振。本文以玻尔模型为教育案例,通过将科学史、科学思维与中国传统文化相结合,实现了专业知识与思政元素的有机融合;以“化危为机、创新思维、和谐世界”为主题,将思政教育自然融入专业教学,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

## 2. 案例背景与目标

20世纪初,经典物理学在解释原子结构时遭遇了根本性危机:卢瑟福的核式模型虽成功揭示了原子

核的存在，却无法调和电子轨道运动与经典电磁理论的矛盾——根据经典理论，绕核加速运动的电子必然因持续辐射能量而螺旋坠入原子核，导致原子瞬间崩溃，但现实中原子却稳定存在；与此同时，氢原子光谱的实验观测显示：其发射或吸收的光呈现分立的线状谱(如可见光区域的巴尔末系)，而非经典理论预言的连续光谱。这一规律性暗示原子内部能量状态具有量子化特征。在此背景下，玻尔受氢原子光谱规律和巴尔末公式的启发，深信卢瑟福模型与普朗克和爱因斯坦的量子化假设，突破经典框架，于1913年提出氢原子结构理论：假定电子仅能在特定分立轨道上稳定运动而不辐射能量，轨道半径和能量由角动量子化条件决定，电子跃迁时以光子形式吸收或发射。首次统一解释了原子的稳定性与光谱的分立性，成为量子力学诞生前的重要里程碑。

教学目标是教学活动的出发点和归宿，如同灯塔为教学全程指引方向，既明确了教师“教什么、怎么教”的具体路径，确保教学内容系统有序、重点突出，避免教学的随意性与盲目性；又为学生划定了“学什么、学到何种程度”的清晰边界，激发学习动力，使评价反馈有据可依。科学合理的教学目标还能促进教学资源的优化配置，提升课堂效率，最终推动学生知识、能力与素养的协同发展，是实现教育高质量发展的核心纽带。本案例的教学目标包括以下三个方面：

- 知识目标：掌握玻尔模型的三个基本假设，理解其理论突破与局限性。
- 能力目标：培养批判性思维与科学探究能力，学会运用量子化观念分析微观世界。
- 思政目标：

感悟科学家在危机中突破创新的勇气，树立“危中有机”的辩证思维；

领悟创新思维的开放性、批判性与非逻辑性，激发科研报国情怀；

### 3. 教学设计思路

以玻尔模型的发展脉络为主线，通过“历史背景 - 理论突破 - 文化共鸣”三阶段教学，将思政元素自然嵌入专业内容，形成“问题驱动 - 理论建构 - 价值升华”的闭环。

#### (一) 历史背景：化危为机——从经典物理危机到量子革命

##### ① 情境导入

播放19世纪末经典物理危机视频(如黑体辐射、光电效应、原子稳定性矛盾、氢原子的分立光谱)，提出问题“为何经典理论无法解释这些物理现象？”

##### ② 知识分析

普朗克提出能量量子化假设，突破“能量连续”传统观念；

爱因斯坦用光子说解释光电效应，挑战经典波动理论；

玻尔把量子概念引入原子世界，解决氢原子光谱离散性难题。

##### ③ 思政融合

危机意识：危机是科学革命的催化剂，引导学生正视挑战，培养“化危为机”的应变能力；

科学勇气：通过玻尔“敢于质疑经典理论”的案例，强调突破思维定式的重要性。

#### (二) 理论突破：创新思维——玻尔模型的三大假设

##### ① 假设解析

定态假设：电子在特定轨道上运动时不辐射能量，轨道半径和能量量子化；

跃迁假设：电子仅在轨道间跃迁时吸收或发射光子，能量差决定光谱频率；

角动量子化：电子轨道角动量  $L = n\hbar$  ( $n$  为正整数)，限制了可能的轨道。

在讲解卢瑟福核式模型的困难时，说明玻尔是如何大胆创新的。这种方式非常自然，思政和课程内容能很好结合，成为一个有机整体。

## ② 思维训练

分组讨论：若玻尔未提出量子化假设，原子物理会如何发展？

角色扮演：学生模拟玻尔与经典物理学家的辩论，深化对创新内核的理解。

## ③ 思政融合

创新特征：开放性(突破经典框架)、批判性(质疑权威理论)、非逻辑性(直觉与灵感的作用)；

科研精神：以玻尔 28 岁提出模型为例，激励学生“敢想敢为”，将个人理想融入国家需求。

## (三) 文化共鸣：和谐世界——互补原理

### ① 原理阐释

玻尔提出互补性原理的直接动因是解决量子力学中的波粒二象性难题。互斥性表示波动性与粒子性无法在同一实验中同时显现，互补性表示两种描述需结合不同实验条件才能完整呈现量子现象。这一思想挑战了经典物理的因果决定论，并引发对“观察者与被观察对象关系”的深刻反思。玻尔强调：“量子现象的描述依赖于实验条件，我们无法脱离实验安排来谈论量子系统的‘真实’状态。”

### ② 文化对比

玻尔的互补性思想为物理学之外的生物学、心理学等领域提供了跨学科认识论框架。生物学结构与功能的互补性：分子生物学的还原论描述(如 DNA 结构)与整体论描述(如生态系统功能)需互补使用。心理学意识与无意识的互补性：人类行为既可被神经生物学解释(粒子性)，也需通过主观体验理解(波动性)。

### ③ 思政融合

科学人文融合：强调科学探索与人文精神的互促共进，培养“求真与向善”的统一人格。

现代意义：权威 HPS (科学史、科学哲学与科学社会学)研究证实，互补性思想已超越物理学，成为普适性认识论框架。

在思政教育中，这一融合不仅能深化学生对科学本质的理解，更能培养其文化自信与全球责任感，为构建“人类命运共同体”注入精神动力。

## 4. 教学实施与成效

### (一) 实施策略

#### (1) 多媒体辅助

利用动画演示电子跃迁过程，结合历史影像还原科学辩论场景，增强时代感。

#### (2) 板书展示

标题：**玻尔模型**

历史背景

- 卢瑟福模型的困境：原子稳定性危机
- 氢原子光谱的挑战：分立谱线的困惑
- 量子概念的萌芽：普朗克与爱因斯坦的突破
- 实验与理论的碰撞：玻尔的灵感来源

玻尔氢原子理论

- 定态条件
- 频率条件
- 量子条件

#### (3) 多种方法组合

##### ① 优化思政元素融入方式

问题导向(PBL 模式):设计开放性问题,如“如果玻尔未提出量子化假设,物理学发展会如何走向?”引导学生自主探究危机与机遇的关系。

科学史情境再现:通过角色扮演(如学生扮演普朗克、爱因斯坦、玻尔),模拟经典物理学危机中的辩论,体会物理学家化危为机的思维过程。

### ② 增强学生主体性

小组协作任务:分组分析玻尔模型的局限性(如无法解释复杂原子光谱),结合现代量子力学进展,提出改进方案,培养批判性思维。

跨学科项目:结合中华文化经典(如《道德经》“有无相生”),撰写小论文探讨“科学理论与哲学思想的互鉴”,深化文化认同。

### ③ 深化文化对比内涵

哲学思辨活动:组织辩论赛,主题为“玻尔的互补性原理是否验证了中华‘中庸之道’?”,引导学生从科学、哲学双维度分析问题。

案例拓展延伸:引入现代科技案例(如量子计算中的“叠加态”与太极图动态平衡),说明传统文化对前沿科学的启示。

### ④ 完善评价体系

过程性评价:记录学生在课堂讨论、项目任务中的表现,评估其危机意识、创新思维、文化理解等能力。

多元化反馈:通过学生自评、互评、教师点评,及时调整教学策略,确保思政目标落地。

## (二) 教学成效

### ① 知识掌握

通过课堂提问,第一小组学生能准确复述玻尔模型假设及历史意义。

课堂观察显示,学生在解释氢原子光谱实验现象时,第二小组能主动运用“电子跃迁”概念进行论证。例如在分析氦灯紫色光谱时,第三组学生指出:紫色光对应电子从  $n = 3$  能级直接跃迁到  $n = 1$ , 释放的能量差最大。这种将抽象模型与具体现象关联的能力,在传统讲授教学中较少出现。

### ② 能力提升

作业分析表明,学生能识别并修正自身认知矛盾。如学生李某和张某在初稿中认为“电子绕核运动产生电磁波导致能量耗尽”,经同伴互评后,他在终稿中修正为:“根据玻尔假设,电子在定态轨道运动时不辐射能量,只有跃迁时才吸收/发射特定频率光子”。这种概念迭代过程在访谈中被学生描述为“像拼图一样逐步完善认知”。

### ③ 思政内化

#### • 危机意识与化危为机

通过回顾 19 世纪末经典物理学的危机(如原子稳定性、光谱分立性无法解释),引导学生理解“危中有机”的辩证关系。学生认识到,玻尔在危机中提出轨道量子化、能级跃迁等假设,正是化危为机的典范。

#### • 创新思维培养

玻尔模型突破经典理论的束缚,提出与电动力学相悖的假设,展现了开放性、批判性、非逻辑性的创新思维。学生通过对比卢瑟福模型与玻尔模型的差异,领悟到创新需要敢于质疑现有理论、打破思维定式。

#### • 批判精神培养

在“玻尔模型局限性”辩论中,正方学生引用弗兰克-赫兹实验数据反驳玻尔理论,反方林同学则

提出：“实验中电流突变确实显示离散能级，但玻尔模型无法解释多电子原子光谱，这就像用圆规画椭圆——部分正确但不够全面。”这种批判性思维在期末论文中发展为对量子力学概率解释的深入探讨。

## 5. 案例启示

玻尔的思政案例主要包含两方面，一是玻尔在提出氢原子理论过程中善于抓住机遇、勇于创新的科学精神，二是玻尔创立的哥本哈根学派及其人格魅力。在教学过程中，教师必须让学生深刻体会到以下四点：

### (一) 正确看待机遇

不可否认，机遇对玻尔的成功确实起到了非常大的作用，但是真正起作用的是他的广博学识、思考能力和创新精神。不然人们在观察到氢原子光谱分立特征之后很长时间内，为何没有其他人作出正确解释？让学生明白，本科阶段要努力学习，没有扎实的专业知识，即使机遇来了，也是抓不住。

### (二) 创新需要条件

打破常规和大胆创新是玻尔氢原子理论的关键。玻尔在曼彻斯特大学跟随卢瑟福从事核物理研究，面对核式模型与经典物理的矛盾，直接否定经典电磁理论在原子中的适用性，提出原子的量子态。这无疑需要巨大的勇气，因为当时物理学家们普遍不接受量子概念(甚至普朗克本人都“厌恶”量子)。试想如果玻尔不深入思考卢瑟福模型、不熟悉量子概念，就不能提出氢原子理论。因此，要使学生清楚，打好坚实的理论和科学的热爱是创新的必需条件。

### (三) 爱国不是口号

玻尔学成之后离开发达的英国，回到了贫穷的祖国丹麦，成立理论物理研究所发展物理学。二战期间，面对纳粹威胁和各国高薪聘请，玻尔始终拒绝离开丹麦。他坚信“科学虽无国界，但科学家有祖国”，选择留在祖国坚持科学研究。玻尔引用安徒生名言“丹麦是我心中的世界开始的地方”，激励国民热爱祖国文化。借助玻尔的爱国精神引导学生理解爱国并非抽象口号，激励学生将个人理想融入国家发展，在面对利益抉择时，一切以国家利益为重。

### (四) 合作才能共赢

玻尔善于发现和培养人才，招揽许多青年才俊(如海森伯、泡利、狄拉克等)到研究所工作或交流访问，在他卓越的领导下，形成了著名的哥本哈根学派，对量子力学的发展产生了深远影响。在课程思政中，结合玻尔创立哥本哈根学派的历史，阐述其通过开放包容的学术环境汇聚全球精英，倡导平等自由的学术民主氛围，激发创新思维，展现合作共赢的精神；引导学生理解科学探索中开放合作的重要性，培养团队协作能力，树立科技报国的远大志向。

## 6. 总结

玻尔模型作为量子理论发展的里程碑，不仅承载着科学革命的智慧，更蕴含“创新突破”“爱国主义”“团结合作”等思政元素。本文以玻尔模型为载体，探索原子物理学课程中思政教育的有机融合路径，通过科学史情境重构、跨文化哲学对话与实践创新任务设计，破解“专业课程思政”表面化、碎片化的难题，既能实现专业教学与价值引领的深度协同，又可实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。以经典物理危机与玻尔量子化假设的突破历程，培养学生“危中有机”的辩证思维与敢为人先的创新品格。通过玻尔“对应原理”与中华“和谐思想”的哲学互鉴，增强学生的文化自信与全球视野。本案例通过玻尔模型的教学实践，证明课程思政可实现“润物无声”的效果，为自然科学课程思政改革提供可推广的范式。未来需持续优化“专业-思政-实践”三元融合模式，培养兼具科学素养与家国情怀的新时代物理人才。

## 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] 习近平. 把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N]. 光明日报, 2016-12-9(1).
- [2] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603\\_462437.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html), 2020-06-01.
- [3] 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.
- [4] 杨福家. 原子物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [5] 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.
- [6] 《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].  
[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017\\_351887.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html), 2020-08-16.