

人工智能辅助《大学物理》课堂可视化教学研究

王娟^{1*}, 鲁怡铭²

¹齐鲁师范学院物理与电子工程学院, 山东 济南

²山东淄博实验中学, 山东 淄博

收稿日期: 2026年8月14日; 录用日期: 2026年9月15日; 发布日期: 2026年9月21日

摘要

《大学物理》课程覆盖力学、热学、电磁学、光学和近代物理等内容, 具有公式抽象、时空图像复杂和实验资源受限等特点。针对传统课堂中学生难以建立动态物理图像、理论课与实验课衔接不足等问题, 本文围绕教材中的机械振动与波、气体动理论、静电场、恒定磁场和光学等章节, 探索了以轻量化虚拟仿真实验网页为载体的人工智能(AI)辅助大学物理课堂可视化教学路径。网页集成麦克斯韦速率分布、点电荷系统电场、波的干涉与相位控制、洛伦兹力与磁场圆周运动等模块, 支持多维度参数调节和可视化图像呈现。初步教学实践表明, AI辅助可视化资源有助于学生理解抽象物理概念、建立物理图像, 可为大学物理课堂教学可视化提供一种低成本、易推广的实践方案。

关键词

《大学物理》, 虚拟仿真, 人工智能, 交互式网页

Research on Visualized Teaching of College Physics Classrooms Assisted by Artificial Intelligence

Juan Wang^{1*}, Yiming Lu²

¹School of Physics and Electronic Engineering, Qilu Normal University, Jinan Shandong

²Shandong Zibo Experimental High School, Zibo Shandong

Received: August 14, 2026; accepted: September 15, 2026; published: September 21, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王娟, 鲁怡铭. 人工智能辅助《大学物理》课堂可视化教学研究[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 1497-1507.
DOI: 10.12677/ae.2026.1692049

Abstract

College Physics covers mechanics, thermodynamics, electromagnetism, optics, and modern physics. It is characterized by abstract formulas, complex spatiotemporal images, and limited experimental resources. To address the difficulties students face in constructing dynamic physical images in traditional classrooms and the insufficient connection between theoretical instruction and experimental teaching, this study explores an artificial intelligence (AI)-assisted visualization teaching pathway for College Physics classrooms using a lightweight virtual simulation webpage as the instructional carrier. Based on chapters including mechanical vibrations and waves, kinetic theory of gases, electrostatic fields, steady magnetic fields, and optics, the webpage integrates modules such as Maxwell's speed distribution, the electric field of point charge systems, wave interference and phase control, and Lorentz force and circular motion in a magnetic field. It supports multidimensional parameter adjustment and visualized image presentation. Preliminary teaching practice indicates that AI-assisted visualization resources help students understand abstract physical concepts and construct physical images. This approach provides a low-cost and easily scalable practical scheme for visualized teaching in College Physics classrooms.

Keywords

College Physics, Virtual Simulation, Artificial Intelligence, Interactive Webpage

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

大学物理是理工科专业培养科学思维、工程意识和定量分析能力的重要基础课程。教材目录显示, 课程内容从质点运动、动量和能量守恒、刚体与流体、机械振动与机械波, 逐步过渡到气体动理论、静电场、恒定磁场、电磁感应、光学以及近代物理[1]。上述内容既包含严密的数学推导, 也包含大量难以直接观察的时空演化过程。对于本科生而言, 仅依靠板书推导和静态教材插图, 往往难以准确理解场、波、分布函数和磁场作用下圆周运动等概念。

近年来, 人工智能和虚拟仿真技术正在推动大学物理教学模式转型。在教育数字化转型与“运用人工智能优化教学”的背景下, 虚拟仿真与 AI 成为教学改革的核心工具[2]。基于大语言模型和课程知识库的 AI 助教(如 ChatGPT、DeepSeek、豆包、千问等)可用于课前预习、课后复习、习题辅导和物理模型可视化; 新一代人工智能背景下的大学物理教学改革研究强调 AI 教学助手、课程知识图谱和师生 AI 素养建设[3]; 数智融合课程研究进一步指出, 人工智能应服务于问题导向的知识体系创新、个性化学习体验和课程质量评价[4]。在实验教学层面, 结合化工特色的密立根油滴实验教学设计将慕课、虚拟仿真、智慧课堂和实时监测系统联动起来[5]; 学习通平台与虚拟仿真实验结合能够改善分光计等复杂仪器的预习和操作训练效果[6]; 在新工科背景下, 大学物理实验课程也逐渐强调“虚实结合、能实不虚”和工程案例导向[7]。电磁场理论课程中的 MATLAB、CST 可视化实践表明, 将静电场、电磁波传播和带状线模式以图像方式呈现, 有助于降低学生对抽象场概念的理解难度[8]; 机器学习算法融入高等电磁场教学的研究也说明, AI 方法可以把复杂数值计算与工程案例结合起来, 提升学生参与度[9]。此外, 将第一性原理

计算方法引入大学物理仿真实验教学的实践表明, 数值计算与可视化仿真相结合, 能够拓展传统实验教学内容, 帮助学生从微观层面理解材料结构与物理性质之间的联系[10]。这些研究为大学物理虚拟仿真实验网页的设计提供了方法基础。

因此, 本研究以大学物理中抽象性强、图像建构困难的典型内容为切入点, 构建“AI 生成资源、教师校验模型、学生交互探究、数据支撑评价”的教学模式。AI 在其中主要承担教学资源快速生成、动态物理图像构建、实验记录自动整理和学习反馈支持等功能; 教师则负责物理正确性把关、教学问题设计和课堂讨论组织。通过这种人机协同方式, 抽象公式能够转化为可观察、可调节、可记录的学习对象, 学生通过调节参数、观察图像、分析数据并回到公式解释现象, 能够逐步加深对物理模型的理解。基于此, 本文以大学物理典型教学内容为切入点, 探索人工智能支持下物理模型可视化、交互探究和学习过程记录的实现方式, 为大学物理课堂教学可视化提供一种可操作的教学方案。

2. 课程内容定位与需求分析

2.1. 教材章节与虚拟实验模块选择

依据教材目录, 本文没有试图一次性覆盖全部章节, 而是选择学生理解难度较高、适合可视化表达且能与实验教学相结合的典型内容。选取原则包括: 第一, 物理概念具有明显的空间分布或时间演化特征; 第二, 参数改变后物理结果具有可观察差异; 第三, 网页模型可以在较短代码中实现, 便于教师审查和学生二次修改; 第四, 能够服务于理论课讲授、实验预习和课后拓展。对应关系见表 1。

Table 1. Correspondence between textbook chapters and virtual simulation experiment modules
表 1. 教材章节与虚拟仿真实验模块的对应关系

教材章节	核心概念	网页实验模块	学生操作变量	主要教学目标
第五章 气体动理论和热力学	麦克斯韦速率分布、特征速率	速率分布曲线	温度、摩尔质量	理解分布峰值、宽度与特征速率的物理意义
第六章 静电场	电场强度、场的叠加、对称性	点电荷电场矢量图	电荷量、上方电荷间距、下方纵向距离、水平偏移	建立电场方向、强弱、叠加效应及空间位置影响的图像
第四章/第八章 机械波与光学	相干叠加、干涉、相位差	双波源干涉热图	相位差、波长、源间距	理解相位控制对干涉图样的影响
第七章 恒定磁场和电磁感应	洛伦兹力、磁场圆周运动、安培力	洛伦兹力轨道可视化	磁感应强度、速率、质量、电荷量	理解磁场力提供向心力, 掌握参数关系

2.2. 原有教学痛点

从教学实践看, 大学物理课程中的虚拟仿真实验需求主要来自三个方面: (1) 抽象概念难以图像化。例如麦克斯韦速率分布并不是单个分子的运动轨迹, 而是大量分子的统计规律; 静电场也不是可直接观察的实体, 而是通过电荷受力和场线分布间接理解。(2) 参数关系难以在课堂中即时展示。大学物理公式中往往包含多个变量, 学生不仅需要知道公式形式, 还需要理解参数变化对物理图像和物理结果的影响。传统理论课堂中, 教师通常只能通过语言描述或静态图示说明这些变化, 学生难以在短时间内形成直观比较。(3) 课堂学习过程缺少即时反馈。理论课教学中, 学生对公式和图像的理解程度往往要通过课后作业或考试才能体现, 课堂中较难及时观察学生是否真正理解了变量关系和物理图像。AI 辅助可视化网页可以将抽象公式转化为可观察、可调节、可记录的学习对象, 使学生在课堂中通过参数调节观察图像变化, 并进一步回到公式和概念本身进行解释。由此, 轻量网页作为理论课可视化教学的辅助工具, 用于帮助学生在公式、图像和物理意义之间建立联系。

3. AI 辅助虚拟仿真实验网页设计

3.1. 总体架构

本文设计的理念采用“教材内容-教师提示词(Prompt)-AI 代码生成-教师校验-学生交互-学习反馈”的流程,如图1所示。AI 主要承担代码草案生成、界面布局设计和基础绘图函数编写等任务;教师承担物理模型选择、公式推导核对、变量单位统一、极限情况检查和课堂任务设计。该分工吸收了AI 助教建设中“知识库约束+教师校验”的基本经验。通过这种方式,可以发挥AI 快速生成和修改代码的优势,同时避免AI 在物理公式、边界条件和教学目标上出现不可控偏差。

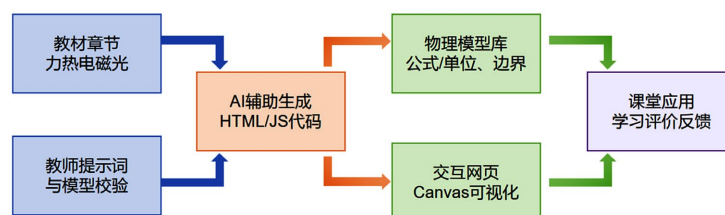


Figure 1. Overall architecture of the AI-assisted virtual simulation experiment website for university physics

图1. AI 辅助大学物理虚拟仿真实验网页总体架构

3.2. 物理模型与算法实现

网页中的物理模型遵循“够用、可解释、可校验”的原则。模型选择既要与教材中的大学物理基本公式保持一致,也要借鉴仿真可视化教学中“从公式到图像、从图像回到物理意义”的设计思路。麦克斯韦速率分布模块采用理想气体平衡态假设,速率分布函数写为

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{M}{2\pi RT} \right)^{3/2} v^2 \exp \left(-\frac{Mv^2}{2RT} \right) \quad (1)$$

式(1)中, v 为分子速率, T 为热力学温度, M 为摩尔质量(计算中取 $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$), R 为摩尔气体常量。如图2所示,网页同步给出最概然速率、平均速率和方均根速率,分别为

$$v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}, \bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}, v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad (2)$$

静电场模块采用库仑场的矢量叠加。对于空间点 r 处的电场,计算式为

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_i \frac{q_i (\mathbf{r} - \mathbf{r}_i)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|^3} \quad (3)$$

网页以箭头方向表示电场方向,以箭头长度表示相对场强,使学生能够观察电荷符号、位置改变后电场分布的变化。修改后的点电荷模块进一步加入电荷间距控制,可分别调节上方两电荷间距 d_{12} 、下方电荷纵向距离 h 和下方电荷水平偏移 x_3 ,从而把“电荷量改变”和“空间位置改变”两类因素区分开来。波动模块采用两个相干点波源叠加的简化模型,强度取振幅平方;洛伦兹力模块采用匀强磁场中带电粒子的圆周运动模型,当速度方向与磁场方向垂直时,磁场力提供向心力。

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}, R = \frac{mv}{|q|B}, T = \frac{2\pi m}{|q|B} \quad (4)$$

式(4)用于展示磁感应强度、粒子速率和荷质比对轨道半径及周期的影响。上述模型均保留了大学物理层面的核心物理关系,未引入过多数值算法细节,便于学生将网页结果与教材公式对应起来。

3.3. 典型案例提示词设计

在 AI 辅助生成可视化网页前, 教师首先需要将本章节电子教材及相关教学材料输入 DeepSeek, 包括教学目标、核心概念、主要公式、变量含义、单位关系和教材图像特征等内容。在此基础上, 进一步提出网页功能、参数交互、图像呈现和课堂演示要求, 使 AI 生成过程受到教材内容和物理规律的约束, 而不是仅依据一般性描述生成界面。提示词可表述为: “请基于上传的大学物理教材内容, 生成一个适用于课堂可视化教学的交互式网页模块。网页应围绕本节核心物理模型展开, 准确采用教材中的物理公式, 明确各变量含义和单位, 并设置能够反映物理规律的可调参数。参数调节后, 图像和计算结果必须实时更新, 学生应能够直接观察关键物理量变化对图像形态、运动轨迹、场分布或强度分布的影响。网页应使用 HTML、CSS、JavaScript 和 Canvas 实现, 所有代码写在同一个.html 文件中, 能够离线运行, 界面简洁清晰, 适合课堂投影演示。图像应包含坐标轴、物理量标注、参数显示和必要说明, 计算结果应以卡片或表格形式展示。生成代码时需加入必要注释, 便于教师后续检查和修改。请特别注意, 所有公式、单位换算、参数范围和图像变化趋势必须符合大学物理教材内容, 不能只追求界面效果而忽略物理逻辑。生成后请自检公式表达、单位换算、参数联动、图像趋势、边界条件和按钮功能是否正确, 并输出完整可运行的 HTML 代码。”

3.4. 人机协同开发过程: 典型模块分析与校验

洛伦兹力模块的教学目标不仅是呈现带电粒子的圆周轨迹, 还要帮助学生区分“轨道半径和周期的大小”与“粒子偏转方向”两类问题。教师据此设计如下提示词:

“请生成带电粒子在匀强磁场中运动的交互式网页。假设粒子的初速度方向与磁场方向垂直, 网页应设置磁感应强度 B 、粒子速率 v 、质量 m 和电荷量 q 等参数, 并实时显示粒子运动轨迹、速度方向和洛伦兹力方向。轨道半径和运动周期应分别按照 $R = mv/|q|B$, $T = 2\pi m/|q|B$ 计算。电荷量的绝对值用于计算半径和周期, 电荷量的正负号只用于确定偏转方向。程序需要正确处理 $q = 0$ 、 $B = 0$ 以及正负电荷切换等边界情况。”

AI 初次生成的关键代码为:

```
const radius = m * v / (q * B);
const period = 2 * Math.PI * m / (q * B);
const omega = q * B / m;
```

```
x = x0 + radius * Math.sin(omega * t);
y = y0 + radius * (1 - Math.cos(omega * t));
```

当 $q < 0$ 时, 这段代码同时得到负半径和负周期。虽然粒子轨迹有时仍能在 Canvas 中显示, 但“负半径”和“负周期”没有正确的物理意义, 并且轨迹初始位置、速度方向和偏转方向之间可能出现不一致。其根源在于代码没有区分标量物理量的大小与旋转方向。教师修正后的代码为:

```
“const absQ = Math.abs(q);

if (absQ < 1e-30 || Math.abs(B) < 1e-12) {
  drawStraightMotion();          // q=0 或 B=0 时做直线运动
} else {
  const radius = m * v / (absQ * Math.abs(B));
  const period = 2 * Math.PI * m / (absQ * Math.abs(B));
```

```

const omega = absQ * Math.abs(B) / m;

// qB 的符号决定转动方向
const direction = Math.sign(q * B);

x = x0 + direction * radius * Math.sin(omega * t);
y = y0 + radius * (1 - Math.cos(omega * t));
}”

```

教师随后从三个方面进行校验：第一，在 m 、 v 和 q 不变时增大 B ，轨道半径应减小，而运动周期也相应减小；第二，只改变电荷量的正负号时，轨道半径和周期保持不变，偏转方向相反；第三，当 $q=0$ 或 $B=0$ 时，粒子不受磁场力作用，应保持匀速直线运动，而不能继续绘制圆周轨迹。在技术校验完成后，教师又增加了速度矢量、洛伦兹力矢量以及“磁场垂直纸面向里或向外”的图例，并统一使用 SI 单位显示计算结果。由此，网页不仅能够生成正确轨迹，还能够服务于右手定则、洛伦兹力方向以及圆周运动参数关系的课堂讲解。上述案例说明，AI 在界面构建、代码补全和快速迭代方面具有明显优势，但无法自动保证公式选取、单位体系、边界条件和教学表征完全正确。教师需要依次完成公式核对、量纲分析、数量级检查、极限情况测试和教学适配，最终形成“AI 负责快速生成，教师负责物理决策和质量控制”的协同开发机制。

4. AI 辅助可视化教学的理论基础

4.1. 建构主义学习理论

建构主义学习理论认为，学习不是对外部信息的简单接收和机械记忆，而是学习者以已有知识经验为基础，在一定的情境中通过观察、操作、交流和反思，主动建立新知识与原有认知结构之间联系的过程。教师并非单纯传递结论，而是负责创设问题情境、提供学习支架并引导学生完成意义建构。有效学习应具有情境性、主动性、参与性和协作性等特征[11]。

基于这一理论，本研究将 AI 生成的交互式可视化网页与大学物理概念、规律和实验教学相结合，为学生提供可操作、可观察和可重复验证的学习环境。原本抽象或难以直接观察的电场分布、速率分布和带电粒子运动被转化为可调节的学习对象。学生不再只是观看教师演示，而是先根据已有知识预测结果，再改变温度、磁感应强度、电荷量等参数，观察图像与数值变化，并利用公式解释现象。例如，在洛伦兹力模块中，学生通过比较正负电荷的运动轨迹，认识到电荷量绝对值决定轨道半径和周期，而电荷符号决定偏转方向。在这一过程中，网页提供探究情境，教师组织提问与讨论，学生通过操作、比较和解释主动建构对物理规律的理解。

4.2. 认知负荷理论

认知负荷理论认为，人的工作记忆容量有限。当学习内容包含过多相互关联的要素，或者信息呈现方式分散、重复和缺乏组织时，容易造成认知超载，影响知识理解与保持[12]。教学设计不能完全消除由内容复杂性产生的内在认知负荷，但可以通过合理组织信息，减少由呈现方式造成的外在认知负荷，使学生将有限的认知资源用于概念理解、模型建构和问题解决。

大学物理具有公式较多、概念抽象、逻辑链条较长和动态过程复杂等特点。传统课堂中的公式、板书、教材插图和计算结果往往分散呈现，学生需要自行完成不同信息之间的对应。本研究将参数控件、物理图像和计算结果集中在同一界面，并使其随参数变化同步更新，从而减少学生在不同表征之间反复

搜索和转换的负担。同时,网页采用控制变量、分步呈现和界面简化等方式,每次只改变一个关键参数,并删除与教学目标无关的装饰信息。这里的“减负”不是降低物理学习难度,而是减少无关干扰,使学生把注意力集中于物理规律本身。

4.3. 多媒体学习理论(梅耶)

理查德·梅耶(Richard E. Mayer)的多媒体学习理论 Mayer 的多媒体学习理论认为,学习者主要通过视觉-图像通道和听觉-言语通道加工信息,并且每个通道在一定时间内能够处理的信息量有限[13]。有效的多媒体学习并不是同时呈现的媒体种类越多越好,而是要使文字、语言、图像和动画围绕同一教学目标形成互补关系,帮助学习者选择关键信息、组织心理表征,并将其与已有知识建立联系。

本研究参考空间邻近、时间邻近、一致性和信号提示等原则设计可视化网页。物理量名称、单位、参数控件和计算结果被安排在相应图像附近;参数改变后,动态图像和数值结果同步更新;页面删除与教学目标无关的动画和装饰;利用箭头、颜色和图例突出速度、洛伦兹力及电场方向等关键信息。例如,在点电荷电场模块中,电荷位置和电荷量改变后,电场矢量图实时更新,学生可以将电场叠加公式与空间分布直接对应;在麦克斯韦速率分布模块中,曲线变化与特征速率同步显示,便于理解温度和摩尔质量的作用。动态图像负责呈现空间关系和变化过程,数值结果提供定量证据,教师讲解则负责提出问题和说明物理意义,从而促进学生整合公式、图像与物理过程。

5. 教学实施方案

5.1. 麦克斯韦速率分布的课堂演示

在讲授气体分子速率分布时,教师可先给出式(1)和式(2),再利用网页改变温度和摩尔质量,如图2所示。保持摩尔质量不变,将温度由 300 K 提高到 600 K 时,分布曲线向高速方向移动且曲线变宽;保持温度不变,将氮气近似摩尔质量 $28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 改为氢气 $2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 时,三种特征速率均明显增大。课堂讨论不宜停留在曲线形状描述上,而应引导学生回到公式本身,分析特征速率与温度、摩尔质量的平方根关系。教师还可以追问曲线下面积的物理意义,使学生认识到分布函数反映的是大量分子的统计规律,而非某个分子的具体运动轨迹。



Figure 2. Screenshot of the Maxwell speed distribution virtual simulation experiment webpage

图2. 麦克斯韦速率分布虚拟仿真实验网页截图

5.2. 静电场与波动内容的随堂探究

静电场模块适合用于讲解电场强度矢量叠加和对称性。图3展示了点电荷系统电场模块的功能设计。该模块除电荷量调节外,还增加了上方电荷间距 d_{12} 、下方纵向距离 h 和下方水平偏移 x_3 三个位置参数,右侧电场矢量图随参数变化同步更新,并给出电荷间距、相对场强等结果。教师可先设置两个等量异号电荷,让学生观察电场方向和中间区域矢量分布,再改变电荷量或电荷间距,比较场强分布的变化。波动与光学模块主要用于说明相位差对干涉图样的影响。课堂中可固定波长和波源间距,只改变相位差,引导学生观察条纹的平移和明暗分布变化。此类演示能够使学生把相位差这一抽象量与可见图像联系起来,避免将干涉条件简单理解为孤立公式。



Figure 3. Screenshot of the point-charge electric-field visualization and data export interface

图3. 点电荷电场可视化与数据导出功能界面截图

5.3. 洛伦兹力与圆周运动课堂教学案例

以“带电粒子在匀强磁场中的运动”为例,本节课的教学目标是使学生理解洛伦兹力只改变速度方向而不改变速率,掌握轨道半径和运动周期的表达式,并能够判断磁感应强度、粒子速率、质量和电荷量对运动轨迹的影响。课堂教学按照“问题导入-理论讲授-预测讨论-网页验证-解释迁移-即时评价”的顺序展开,使可视化工具与讲授、提问和讨论形成完整的教学过程。

如图4所示,在问题导入阶段教师首先通过网页展示带电粒子垂直进入匀强磁场后的弯曲轨迹,但暂不显示轨道半径和周期的计算结果,并提出问题:“洛伦兹力是否会改变粒子速率?”“增大磁感应强度后,粒子的运动速率和轨迹分别会发生什么变化?”教师记录学生的典型回答但不立即给出结论,以了解学生是否存在“物体受到力就一定会加速”等错误认识。随后,教师结合速度方向和洛伦兹力方向的动态箭头讲解

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

说明洛伦兹力始终垂直于粒子的运动方向,因而不做功,只改变速度方向。再由洛伦兹力提供向心

力, 推导得到

$$R = \frac{mv}{|q|B}, T = \frac{2\pi m}{|q|B}$$



Figure 4. Screenshot of the Lorentz force and circular motion in a magnetic field visualization and data export interface

图 4. 洛伦兹力与磁圆周运动可视化与数据导出功能界面截图

在交互探究阶段, 教师暂时关闭网页中的计算结果, 要求学生先根据公式预测以下三种情况: 磁感应强度增大为原来的 2 倍时, 轨道半径和周期如何变化; 粒子速率增大为原来的 2 倍时, 轨道半径和周期如何变化; 只把正电荷改为等量负电荷时, 运动轨迹将发生什么变化。学生先独立作答, 再进行小组讨论并说明判断依据。随后, 教师按照控制变量原则逐项调节网页参数, 使运动轨迹、速度方向、洛伦兹力方向、轨道半径和周期同步更新。学生将观察结果与原有预测进行比较, 讨论“速度增大后轨道半径增大, 但周期为什么保持不变”以及“电荷符号改变后, 为什么半径和周期不变而偏转方向相反”等问题。

在解释与迁移阶段, 教师引导学生回到公式分析网页结果, 而不是停留在“圆变大或变小”的现象描述。学生利用 $r \propto v$ 以及 $T = 2\pi r/v$ 说明, 速度增大时圆周长度与速率按相同比例增加, 因此运动周期保持不变; 利用半径和周期公式中的 $|q|$ 说明, 电荷符号不影响二者的大小, 但会改变洛伦兹力方向。教师进一步设置质谱分析情境: 已知粒子速率、磁感应强度和轨道半径, 要求学生推导

$$\frac{|q|}{m} = \frac{v}{Br}$$

讨论不同质量的粒子为什么会形成不同半径的轨迹, 从而将课堂中的参数关系迁移到荷质比测量问题。课堂结束前, 教师设置即时检测题: “若粒子速率和磁感应强度同时增大为原来的 2 倍, 其轨道半径和运动周期分别如何变化?” 学生独立作答并说明理由, 教师根据回答判断学生是否真正理解变量关

系。由此, 可视化网页不再只是展示运动轨迹的辅助动画, 而是贯穿问题提出、理论讲授、学生预测、实验验证、讨论解释和学习评价的认知工具。其教学价值在于为学生提供可操作、可比较的物理情境, 建立公式、动态图像与物理意义之间的联系。

6. 结果与讨论

6.1. 教学效果分析与学生反馈

为初步考察 AI 辅助虚拟仿真网页在大学物理课堂教学中的应用效果, 本文选取两届学生均为同一专业、同等规模班级, 各 80 名学生的教学成绩作为对比。23 级学生主要采用常规课堂教学方式, 24 级学生则在前一年教学经验总结的基础上, 对教学内容组织、课堂案例设计和可视化资源呈现方式进行了进一步优化, 并在相关章节中引入 AI 辅助生成的虚拟仿真网页开展课堂教学。如表 2 所示, 对比两届学生成绩分布可以发现, 24 级学生成绩整体呈现向中高分段集中的趋势。不及格人数由 23 级的 7 人减少至 24 级的 1 人, 及格率由 91.3% 提高至 98.8%; 70 分及以上学生比例由 78.8% 提高至 93.8%, 80 分及以上学生人数由 30 人增加至 42 人。该结果说明, 在总结前一学年教学经验并引入 AI 辅助虚拟仿真网页后, 学生总体学习达成情况有所改善。但由于两个年级学生基础、学习习惯和试题结构存在差异, 以上结果主要用于教学实践的初步分析。

Table 2. System resulting data of standard experiment
表 2. AI 辅助虚拟仿真网页应用前后学生期末成绩分布对比

班级	人数	<60 分	60~69 分	70~79 分	80~89 分	≥90 分	及格率
23 级	80	7	10	33	27	3	91.3%
24 级	80	1	4	33	37	5	98.8%

6.2. AI 赋能的风险控制与校验

AI 辅助网页生成降低了教师开发虚拟实验资源的门槛, 但不能替代教师的专业判断。人工智能时代的物理学人才培养更强调提问能力、决策能力和人机协同能力, 不能把 AI 使用简化为答案替代。教师依据教材内容核对网页中使用的物理公式和变量含义, 重点检查公式表达、单位换算和计算结果是否正确。例如, 在麦克斯韦速率分布模块中, 需要检查摩尔质量是否由 g/mol 正确换算为 kg/mol, 最概然速率、平均速率和方均根速率的计算公式是否正确; 在洛伦兹力模块中, 需要检查轨道半径、周期和回旋频率的表达式是否与教材一致。其次, 教师通过改变关键参数观察图像变化趋势是否符合物理规律。例如, 温度升高时麦克斯韦速率分布曲线应向高速区移动并变宽; 磁感应强度增大时带电粒子的圆周运动半径应减小; 正负电荷在同一磁场中的偏转方向应相反。

在完成上述物理校验后, 教师还需对 AI 生成的代码进行技术层面的校验与二次修改。代码校验的重点包括: 通过实际运行和调试, 检查交互功能是否完整, 如滑块调节、按钮响应、实时绘图等事件是否准确触发; 测试边界条件和异常输入(例如空值或非数值输入), 确保代码具有鲁棒性, 不会因意外输入而崩溃或产生错误显示; 对于发现的问题, 教师看可以进行有针对性的二次修改: 增加清晰的中文注释和模块划分, 提升可读性; 优化用户界面, 调整坐标轴范围、添加图例和物理量标注, 使关键信息一目了然; 补充教学辅助功能, 如动态数值显示、参数对比模式、操作错误提示等; 并针对课堂演示环境调整页面布局、配色和字体大小, 确保在投影或大屏上呈现效果良好。校验修改不仅是技术层面的完善, 更是将 AI 生成的“半成品”转化为真正适合课堂教学的工具。

7. 结论

本文以《大学物理》教材中的典型教学内容为基础,探索了人工智能辅助课堂可视化教学的实施路径。研究以虚拟仿真实验网页作为教学载体,将麦克斯韦速率分布、点电荷电场、波的干涉和洛伦兹力与磁场圆周运动等抽象内容转化为可观察、可调节、可记录的学习对象,使学生能够在参数设置、图像观察、数值计算和公式解释之间建立联系。教学实践表明,AI辅助可视化资源有助于降低抽象物理概念的理解难度,增强学生课堂参与,并为过程性学习评价提供一定支持。AI在教学资源生成中主要发挥辅助作用,最终资源仍需教师依据教材内容和课堂目标进行物理校验、代码调试和教学适配。后续研究将进一步拓展应用章节和试用范围,完善学习记录与反馈功能,并结合真实实验、课堂观察和学习数据,对AI辅助《大学物理》可视化教学的实施路径和教学效果开展持续研究与探索。

基金项目

山东省自然科学基金青年项目(ZR2024QA235);教育部大中物理衔接项目(WX202406);齐鲁师范学院校级教育教学改革研究项目(BP202424);山东省高等教育人才研究会教学改革项目(RK24-20);齐鲁师范学院校级青创团队培育团队项目(2025QCPYTD08)。

参考文献

- [1] 马文蔚,周雨青.物理学简明教程[M].第2版.北京:高等教育出版社,2018.
- [2] 汪洋,孙华锐,阮琦锋,等.基于大语言模型+知识库的交互式教辅系统的构建与实践[J].物理与工程,2026,36(1): 107-114.
- [3] 卢树华,田方,尹晓英.新一代人工智能背景下大学物理教学改革探讨[J].物理与工程,2026,36(1): 122-128.
- [4] 王竹立,关向东,罗霖.数智融合课程:“人工智能+课程”教改新方向[J].开放教育研究,2025,31(1): 34-41.
- [5] 黄盈盈,梁珊珊,张孟.结合化工特色的人工智能辅助大学物理实验教学设计——以密立根油滴实验为例[J].化工高等教育,2026,43(2): 101-104.
- [6] 陈宣,赵德林,陈玉林,等.基于学习通和虚拟仿真实验的分光计实验教学改进[J].中国现代教育装备,2025(10): 36-39.
- [7] 李坤,杨发万,吕播瑞.新工科引领下大学物理实验课程体系改革探索[J].物理通报,2025(6): 2-4,9.
- [8] 杨顺川,王宇辉,吴威波.基于仿真可视化的电磁场理论课程本科教学改革[J].中国现代教育装备,2026(3): 27-30,34.
- [9] 包扬,刘子嫣,周飞,等.人工智能在《高等电磁场》课程中的辅助教学研究[J].大学物理,2025,44(12): 89-93.
- [10] 周梦,陶应奇,程才.将第一性原理计算方法引入大学物理仿真实验教学[J].大学物理,2024,43(4): 40-43.
- [11] 何克抗.建构主义的教学模式、教学方法与教学设计[J].北京师范大学学报,1997(5): 74-81.
- [12] Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. and Paas, F.G.W.C. (1998) Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, **10**, 251-296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- [13] Mayer, R.E. and Sims, V.K. (1994) For Whom Is a Picture Worth a Thousand Words? Extensions of a Dual-Coding Theory of Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, **86**, 389-401. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.3.389>