

基于大语言模型+知识库的交互式教辅系统的构建与实践

汪 洋¹ 孙华锐¹ 阮琦锋¹ 刘郝亮¹ 周可雅²

(¹ 哈尔滨工业大学(深圳)理学院, 广东 深圳 518055; ² 哈尔滨工业大学物理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要 本文探究了大语言模型在大学物理教学中的创新应用模式,并依托智能体平台构建了教辅系统。通过在智能体中添加大学物理知识库,我们显著提高了智能体解答大学物理问题的能力,并且成功应用在课前预习、课后复习、习题辅导及物理模型可视化四大核心场景中。在课前预习和课后复习方面,智能体能够提取并且整理课本中的知识要点;在课后习题解答方面,智能体能以接近100%的准确率解答参考教材的全部课后习题,并且学生能够对其中不懂的步骤进行追问;在物理概念可视化方面,可以实现将物理模型转为可视化代码,生成物理图像降低学习难度。学生的调查反馈表明,该模式提高了学生的学习效率,降低大学物理的学习难度,增强了学习兴趣,并为人工智能赋能基础性教学改革提供了可复制范例。

关键词 大语言模型;智能体;知识库

DOI: 10.27024/j.wlygc.2025.06.12.02

CONSTRUCTION AND PRACTICE OF AN INTERACTIVE TUTORING SYSTEM BASED ON LARGE MODEL KNOWLEDGE MODEL

WANG Yang¹ SUN Huarui¹ RUAN Qifeng¹ LIU Haoliang¹ ZHOU Keya²

(¹ School of Science, Harbin Institute of Technology, Shenzhen, Shenzhen, Guangdong 518055;

² School of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150001)

Abstract This study explores innovative applications of large language models (LLMs) in college physics teaching and constructs a tutoring system via an agent platform. By integrating a college physics knowledge base into the agent, we significantly enhanced its ability to solve physics problems and successfully applied it to four core scenarios: pre-class preparation, post-class review, exercise tutoring, and physics model visualization. For pre-class preparation and post-class review, the agent extracts and organizes key knowledge points from textbooks. In solving exercises in the textbook, the agent achieves nearly 100% accuracy for all exercises in college physics textbooks, allowing students to inquire further about unclear steps. For visualizing physics concepts, it converts physical models into executable code to generate diagrams, reducing learning difficulty. Student feedback indicates that this approach improves learning efficiency, lowers the difficulty of college physics, enhances interest, and provides a replicable model for AI-empowered foundational education reform.

Key words large language model; agent; knowledge base

收稿日期: 2025-06-12

通信作者: 汪洋, ywangs@hit.edu.cn.

引文格式: 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.

Cite this article: WANG Y, SUN H R, RUAN Q F, et al. Construction and practice of an interactive tutoring system based on large model knowledge model[J]. Physics and Engineering, 2026, 36(1): 107-114. (in Chinese)

大学物理课程作为理工科专业的通识性必修基础课,其核心价值在于培养学生的数理基础和科学思维,为新时代创新型人才培养和我国“新工科建设”战略提供关键支撑。当前,习近平总书记强调要大力加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设,瞄准世界科技前沿和国家重大战略需求推进科研创新,不断提升原始创新能力和人才培养质量。然而,在课程实践中,由于教学资源 and 师资的局限,高校普遍采用大班授课制,导致课堂中难以实现有效的满足师生互动及学生个性化学习需求。同时,大班教学模式下教师与学生的一对一交流不充分,无法形成及时的教学反馈闭环,影响了学生对物理概念的深度理解和问题解决能力的培养。此外,物理课程中抽象概念(如公式、模型及定理)的复杂性与学生直观认知的脱节,进一步增加了学习难度,影响了教学效果。

1 AI 技术在教学中的应用现状及局限

近年来,大学物理教育领域对人工智能技术的应用探索持续深化,其中知识图谱和大语言模型是人工智能赋能高等教育改革的两个标志性技术途径。基于知识图谱技术,通过教学目标导向、跨课程关联方法,可以实现课程知识的可视化、立体化和结构化,提升教学效果^[1];知识图谱系统在教学过程中可以与课堂应答系统结合,能够根据学生答题情况动态生成个性化推荐信息,提高学生学习效率^[2]。通过知识图谱技术建立知识点关联网络,还可以构造问题牵引式的教学模式,提高学生的学习兴趣^[3]。人工智能技术应用的另外一个重要探索方向就是大型语言模型辅助大学物理教学。目前,以 ChatGPT 和 DeepSeek 为代表的大型语言模型已经展现了强大的信息整合和自然语言处理能力,为教育领域提供了智能辅导、学习路径规划等创新可能性。已有研究表明大型语言模型能够在提高学习效率、实现个性化教学、优化教学设计、激发学习兴趣方面具有显著优势^[4]。

大型语言模型虽展现出自然语言交互优势,但其直接应用于物理教学时仍面临计算错误频发、知识整合深度不足等挑战,仍存在两点显著的局限:其一,通用大语言模型在直接应用于物理学科时暴露出核心缺陷——其文本生成驱动的底层

逻辑导致数学计算能力薄弱,常因符号化处理数值或上下文推断错误引发解答错误;其二,现有成果多聚焦表层描述,未深入挖掘大语言模型在物理教学深度环节(如知识关联、解题思路拆解与物理概念可视化)的潜力。因此,探索将大语言模型真正应用到大学物理辅助教学并提升教学质量具有重要的研究价值。

针对上述问题,本研究利用大语言模型在预习和复习环节对学生进行精准指导、课后习题进行个性化解析,对物理模型进行可视化处理,探索在人工智能视域下大学物理教学模式改革和创新的新途径。课程团队基于 DeepSeek 模型驱动的智能体,结合大学物理知识库,构建了马文蔚和王少杰教材习题解答系统,将复杂物理公式转成 Python 代码,使抽象物理模型转化为可交互动态演示。通过强化智能体处理大学物理问题的能力,实现习题解答精准化,最终构建交互式、可视化、自适应的新型教辅范式。

2 技术平台建设

为提升大模型解答的准确性,课程团队采用基于 DeepSeek-R1 模型+知识库的方式来构造《大学物理》智能体。在知识库方面,以马文蔚版《物理学》课本、王少杰版《大学物理学》课本,课本习题标准答案,以及清华大学物理题库作为大模型的知识库,知识内容包括力学、电磁学、热力学、光学、振动与波、量子力学等 6 大模块,覆盖大学物理的所有章节内容,以及典型习题 2000 余道。我们已经完成基于 DeepSeek 的大学物理 AI 助教智能体研发,技术平台架构如图 1 所示,并依托腾讯元器平台完成部署,链接如下:

<https://yuanqi.tencent.com/agent/hIWkmiedx6bm>

大学物理 AI 助教系统的核心处理流程如下:

(1) 输入处理:系统接收用户输入,可能包含文本(问题)和图片(如习题照片)。

(2) 判断输入类型:若有图片,则提取图片内容,并进行图片理解,同时系统解析用户的文本问题。

(3) 知识库检索:将用户的问题在结构化知识库(大学物理课程资源)中检索,获取相关知识片段和索引。

类别	内容描述
核心模型	DeepSeek-R1大语音模型 ：作为系统基础框架，提供自然语言处理、逻辑推理和代码生成能力。
知识库构成	四大核心资源 ：1.马文蔚版《物理学》第六版（全章节）2.王少杰版《大学物理学》第五版（全章节）3.两版教材配套习题及答案 4.清华大学《大学物理》习题库
知识覆盖范围	六大物理模块 ：力学、电磁学、热学、光学、振动与波、量子力学（覆盖大学物理全部核心章节）
部署平台	腾讯元器平台 ：提供Web端交互界面，支持文字输入、公式（LaTex格式）及图片上传
功能实现逻辑	知识库增强推理 ：-用户输入问题关键词或题目前缀→系统匹配知识库内容→基于DeepSeek-R1生成结构化答案

图1 大学物理 AI 助教技术平台架构

(4) 多模态处理分支：

图片处理路径：如果用户输入内容包含图片，则将图片内容和文字问题结合，将问题与知识库检索到的内容一起输入到大语言模型进行解答。

文本处理路径：如果用户输入内容只有文本，则将文本与知识库检索到的内容一起输入到大语言模型进行解答。

(5) 结果整合：最后将多模态分支处理的结果（可能是图片结果和文本结果）整合后输出给用户。

3 AI 助教的核心应用场景

AI助教的核心应用场景可总结为以下六个部分：(1)预习/复习指导，(2)知识点解析，(3)课后习题解答，(4)个性化习题生成，(5)解题步骤追踪，(6)物理概念可视化。经过测试，加入知识库后，对于课本的例题和课后习题，AI助教相对于原始 DeepSeek-R1 模型给出的结果在准确率方面有巨大提升。知识库中 2000 余道题基本涵盖了学生平时能够遇到的绝大部分习题。对于马文蔚版和王少杰版大学物理教材的课后习题，AI助教

解答准确率接近 100%，能够完全保障习题解答的准确率。在图 2 和图 3 中，我们列出大学物理 AI 助教的核心功能和性能表现总结。

功能模块	性能表现
预习/复习指导	答案质量达到教案级水平，超越学生笔记
知识点解析	覆盖课程核心要求，精准强调物理前提
课后习题解答	马文蔚/王少杰教材习题准确率接近 100%
个性化习题生成	题目设计符合教学要求，解析包含关键的分析 and 解题逻辑
解题步骤追踪	解答延伸至物理思想层面，预警常见错误
物理概念可视化	代码规范可执行，图像清晰表达物理规律

图3 核心功能的性能表现

3.1 预习和复习指导

对于课本中的内容进行预习和复习，只需要输入对应章节的名字，例如需要预习等势面和电势梯度这部分的内容，只输入“总结 6.3.5 等势面电势梯度 这一节的要点”，AI智能体就可以在知识库中找到对应章节的内容，并且对教材内容进

功能模块	实现能力
预习/复习指导	输入章节名称，自动提取教材要点，生成逻辑清晰的知识树（含公式、实例及注意事项）
知识点解析	支持深度追问，提供定义、公式、分布曲线、统计速率及适用条件的完整解析
课后习题解答	输入题目前缀，自动定位题目并分步骤解析
个性化习题生成	按需生成专项练习题，覆盖典型模型，附带完整解析步骤
解题步骤追踪	支持对答案中任意步骤追问，扩展讲解方法论及同类题型对比
物理概念可视化	输入物理公式，自动生成Python代码并输出图像

图2 大学物理 AI 助教的核心功能

行总结和提炼,答案链接如下: <https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=1kQ2WcOOhoif>。进一步,我们将链接中的答案进行了简要总结展示在图4中。

从AI助教给出的答案可以看出,它精准地把握了教材中该部分的核心知识体系,逻辑清晰、表述严谨,并很好地结合了实例和应用。特别是在注意事项中强调电势连续性(球壳表面电势连续但场强跃变),既呼应了均匀带电球面这个实际例子,又揭示了电场分布与电势分布的差异。实验应用提示则把理论概念和实验操作联系起来了。由此可见,AI助教给出的答案质量超过一般学生笔记,达到了教案或辅导材料的水平,充分体现了AI助教在知识梳理、结构化表达和逻辑推导方面的强大能力。

3.2 知识点深入解析

对于课本中的某个知识点可以深入解析,例如

输入:“什么是麦克斯韦分布?”AI智能体会在知识库中找到麦克斯韦分布相关的知识,并且进一步对内容进行总结和提炼,答案链接如下: <https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=cAwSkJBivSDS>,对链接中的答案进行简要总结展示在图5中。

从AI助教给出的答案可以看出,它精准地覆盖了大学物理课程对该知识点的核心要求:定义、函数形式、物理图像特征、特征速率及其计算与应用、适用条件中准确抓住了“平衡态理想气体”这个关键前提,这一点很重要,很多学生会忽略适用条件。答案解释逻辑清晰、重点突出,能够帮助学生正确理解和掌握这一重要的物理概念。

3.3 解课后习题

对于课本中的习题,只需要输入题目开头几个字,而不需要输入整道习题。例如只需要输入:“1-8 已知质点的运动方程为”,AI助教就可以根

类别	核心内容
等势面	定义: 电场中电势相等的点构成的曲面, 相邻等势面间电势差相等 性质: -与电场线处处正交 ($q_0 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0 \Rightarrow \mathbf{E} \perp d\mathbf{l}$) -电场线指向电势降低方向 -密集处场强大, 稀疏处场强小 实例: -点电荷: 同心球面 -均匀带电球面: 球壳内为等势体, 壳外同点电荷
电势梯度	定义: ∇U 方向沿等势面法向指向电势增加方向, 大小等于电势最大空间变化率 微分关系: $E_l = -\frac{\partial U}{\partial l}$ $E_n = -\frac{\partial U}{\partial n}$ $\mathbf{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\mathbf{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\mathbf{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\mathbf{k}\right)$ 应用: 通过电势分布求场强更简便(标量运算替代矢量积分), 如点电荷: $U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \Rightarrow \mathbf{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \mathbf{e}_r$
注意事项	1.电势空间连续变化(均匀带电球面 $r=R$ 处电势连续, 场强跃变) 2.单位: V/m (与场强一致) 3.等势面可通过实验测定分析电场分布

图4 等势面与电势梯度的知识要点总结

类别	核心内容
定义与背景	描述理想气体在平衡态下分子速率分布的统计规律-提出者: 麦克斯韦(1859年) -适用条件: 平均态理想气体, 需大量分子统计(涨落显著时不成立)
速率分布函数	$f(v) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$
分布曲线特征	-非对称钟形曲线, 峰值对应最概然速率 v_p -归一化条件: $\int_0^\infty f(v)dv=1$ -温度影响: 温升 $\rightarrow v_p$ 增大, 曲线变平坦
三个统计速率	最概然速率: $v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} \approx 1.41 \sqrt{\frac{RT}{M}}$ 平均速率: $\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} \approx 1.60 \sqrt{\frac{RT}{M}}$ 方均根速率: $\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \approx 1.73 \sqrt{\frac{RT}{M}}$
应用场景	-分子碰撞频率: 使用 $\bar{v}$ -分子平均动能: 使用 $\sqrt{v^2}$ -速率分布规律: 使用 v_p

图5 麦克斯韦分布相关要点解析

据输入信息在知识库中找到对应的题目:质点的运动方程为 $\mathbf{r} = 2t\mathbf{i} + (2 - t^2)\mathbf{j}$, 要求求解四个部分:(1)轨迹方程,(2) $t = 0$ 和 $t = 2\text{s}$ 时的位矢,(3)位移和径向增量,(4)2 秒内的路程。AI 助教给出了习题解答,答案链接如下:<https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=nOqYhsing6E>,对链接中的答案进行简要总结展示在图 6 中。

从 AI 助教给出的答案可以看出,答案准确、结构清晰,覆盖了问题所有部分,且关键步骤有详细解析。在注意事项中强调位移与路程区别、径向增量定义、积分技巧,特别是指出常见误区“位移 $\neq$ 路程”,有助于加深学生对这部分概念的理解。

3.4 按学生需求出题

基于学生自身需求提供某个知识点相关习题。例如学生学完了电场的高斯定理后,需要训练这方

面的习题,那么只需要输入“出三道利用高斯定理求电场的计算题”,答案链接如下:<https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=5oe2qhGTbFJt>,对链接中的答案进行简要总结展示在图 7 中。

从 AI 助教给出的答案可以看出,AI 助教给出的这三道题目涉及三种典型的对称带电体模型:球体,圆柱筒和球面,其答案在物理概念的准确性、解题步骤的清晰性以及数学推导的严谨性方面都表现良好:解析步骤详细,从对称性分析、高斯面选择到高斯定理的具体应用,逻辑连贯,层层递进,能够作为教学资源帮助学生理解和应用高斯定理。

3.5 解题思路追踪

在 AI 助教给出的答案中,如果有学生看不懂的解题步骤,可以继续追问。例如对于上面给出的三道“利用高斯定理求电场”的计算题,学

问题	解析步骤	结果/公式
1. 轨迹方程	1.分解运动方程: $x(t)=2t$, $y(t)=2-t^2$; 2.消去参数 t 得轨迹方程	$y=2-\frac{1}{4}x^2$ (抛物线)
2. 位矢计算	1. $t=0$ 时: $\mathbf{r}_0=2\mathbf{j}$; 2. $t=2\text{s}$ 时: $\mathbf{r}_2=4\mathbf{i}-2\mathbf{j}$	$\mathbf{r}_0=2\mathbf{j}$; $\mathbf{r}_2=4\mathbf{i}-2\mathbf{j}$
3. 位移计算	1.位移矢量; 2.位移大小	位移大小: 5.66m
4. 径向增量	1.计算 r_0 和 r_2 ; 2.求差值	$\Delta r = 2.47\text{m}$
5. 路程积分	1.弧长公式: $ds=2\sqrt{1+t^2}dt$; 2.积分计算	$s = 5.91\text{m}$

关键注意事项

1. 位移 $\neq$ 路程: 位移是矢量($\Delta\mathbf{r}$), 路程是标量(s)
2. 径向增量: $\Delta r = \Delta|\mathbf{r}|$ (位矢模长变化量)
3. 积分技巧: 计算路程时需正确转换积分变量

图 6 课后习题解答

题号	模型描述	对称性分析	高斯面选择	关键公式推导	最终电场表达式
1	电荷体密度 $\rho=A r$ 的球体	球对称, 电场沿径向	半径 r 的同心球面	$q_{\text{内}} = \int_0^r A r' \cdot 4\pi r'^2 dr' = \pi A r^4$	$E = \begin{cases} \frac{A r^2}{4\epsilon_0} \hat{r} & r \leq R \\ \frac{A R^4}{4\epsilon_0 r^2} \hat{r} & r > R \end{cases}$
2	$\pm\lambda$ 同轴圆柱筒和 ϵ_r 介质	轴对称, 电场沿径向	半径 r 高 h 同轴圆柱面	$D \cdot 2\pi r h = \lambda h$ $E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r}$	$D = \frac{\lambda}{2\pi r}$ $E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r}$
3	电荷面密度 σ 的均匀球面	球对称, 电场沿径向	半径 $2R$ 同心球面	$Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$ $E \cdot 4\pi (2R)^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$	$E = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$

图 7 三道利用高斯定理求电场的计算题

生对题目 3 中的步骤 2——高斯定理应用,这一步没有看懂,希望 AI 能够解释得详细,那么可以输入“上面题目 3 中的步骤 2——高斯定理应用,我没有看懂,请详细解释”,答案链接如下:

<https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=3bW8JbxtsazB>,对链接中的答案进行简要总结展示在图 8 中。

从 AI 助教给出的答案可以看出,虽然学生问的是均匀带电球面这个问题,但是 AI 助教不仅仅详细讲解均匀带电球面,同时还提供了无限长均匀带电直线和无限大均匀带电平面的高斯定理应用实例,帮助学生拓展知识面。此外,总结了应用高斯定理时需要注意的关键点,如对称性分析的重要性、高斯面的选择技巧等,有助于学生避免常见错误,是一份具有教学指导价值的高斯定理应用总结。它超越了简单罗列步骤,深刻揭示了方法的核心逻辑(对称性驱动)和操作精髓(高斯面构造),并有效预警了常见陷阱,达到了深化理解和指导应用的目的。

3.6 物理概念可视化

在学习过程中,有时候会遇到比较复杂的物理公式。如果能够将物理公式画成图,则可以从图像角度形象化地帮助学生理解物理概念。AI 助教可以根据物理公式生成 Python 代码,运行 Python 代码就将公式可视化。比如大学物理中“麦克斯韦分布”就是一个比较复杂的公式,那么可以输入“写一个 Python 程序,画出麦克斯韦速率分布函数”,答案链接如下 <https://yuanqi.tencent.com/share/hIWkmiedx6bm?shareId=AMX2SsJLqcov>,运行链接中的代码得到结果展示在

图 9 中。

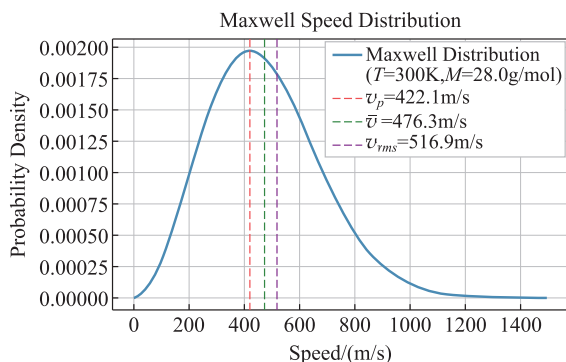


图 9 Python 程序画的麦克斯韦速率分布函数

从程序运行结果中可以看出,图形表达清晰,物理结果准确,参数设置合理;坐标轴、单位和标题的标签完整,动态标题显示当前温度和摩尔质量;浅色(红色)、深色(绿色)、黑色(紫色)三种虚线展示了氮气三个特征速度(最概然/平均/方均根)。整个图像清晰地表达了麦克斯韦速度分布相关的物理概念。从 AI 助教给出的代码可以看出,代码结构清晰,注释充分,包括导入库、定义常数和函数、生成速率数据、计算分布、绘图并标注特征速率,确保学生能够理解和修改输入参数。

在上面的内容中,我们采用案例的方法展示系统的核心功能。为了更完备地展示使用方法,我们进一步在图 10 中系统阐述六大核心功能的使用说明,具体涵盖:预习/复习指导、知识点深入解析、课后习题解答、按学生需求出题、解题思路追踪和物理概念可视化。各功能的操作范式均通过标准化指令格式、输入示例及输出效果予以结构化说明。

类别	核心内容
基本公式	$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{Q_{\text{内}}}{\epsilon_0}$
关键条件	电场需具有对称性: • 球对称(均匀带电球) • 轴对称(无限长直线) • 面对称(无限大平面)
应用步骤	1. 对称性分析: 确定电场方向与分布规律 2. 选高斯面: 使 E 与面元关系简化 3. 算电通量 4. 算内电荷 5. 联立求解: 求 E 表达式
典型模型解析	均匀带电球面: $r > R$: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$; 无限长直线: $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$; 无限大平面: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
注意事项	1. 对称性是应用前提(无对称性不可直接求解) 2. 高斯面选择技巧 3. 电荷分布决定结果差异(如球体内部 $E \propto r$, 球面内部 $E=0$)

图 8 高斯定理应用的深入讲解

功能模块	使用方法	指令格式	示例输入	输出效果
预习/复习指导	1.输入包含章节名称和编号的指令 2.系统在知识库定位章节并提取结构化知识	“总结[章节名称/编号]的要点” “请总结[章节名称/编号]内容”	“总结6.3.5等势面电势梯度的要点”	生成逻辑清晰的知识结构(定义/公式/实例/注意事项)，达到教案水平的知识树展示
知识点深入解析	1.直接输入概念名称或关键词 2.系统匹配知识库提供完整解析	“什么是[概念名称]?” “请解释[概念名称]”	“什么是麦克斯韦分布?”	包含定义/表达式/物理意义/适用条件/关联模型，强调物理前提的精准解析
解课后习题	1.输入题目开头几个字(≤ 20 字) 2.系统通过前缀精确定位题目 3.未匹配到知识库时可调整字数重试	“[题目开头几个字]”	“1-8已知质点的运动方程为”	分步骤解题过程(公式推导+结果分析)，支持任意步骤追问，接近100%准确率(覆盖教材+清华题库)
按需出题	1.输入知识点或模型名称 2.指定题目数量及类型	“出[数量]道关于[知识点/模型]的计算题/练习题”	“出三道利用高斯定理求电场的计算题”	合理设计的专项练习题覆盖典型模型，附带完整解析步骤与答案
解题思路追踪	1.在已获解答中标注不理解步骤 2.追问具体步骤逻辑或物理思想	“步骤[编号]: [内容简述], 我不懂, 请解释” “为什么[内容简述]这里用这个公式/方法?”	“步骤2: 高斯定理应用, 我不懂, 请解释”	扩展讲解(方法论阐释+题型对比), 物理思想提炼, 常见错误预警
物理概念可视化	1.输入绘制指令 2.系统生成可执行代码 3.用户运行代码生成图像	“写Python程序, 画出[函数/模型]” “可视化[公式/模型]”	“写Python程序画出麦克斯韦速率分布函数”	规范可执行的Python代码, 生成清晰表达物理规律的图像

图 10 核心功能使用方法总结

4 AI 助教的实践效果和缺陷反思

目前 AI 助教已经进入稳定运行期,下面是学生反馈的总结:(1)AI 助教解题准确率高、公式输出规范,能提供步骤清晰的解析并支持持续追问,精准定位知识盲点,显著优于传统搜题工具;(2)在课后复习环节,通过逐步拆解复杂公式、梳理知识框架,有效突破学习瓶颈,解题效率远超查阅资料。(3)解答过程分板块的针对性设计实用性强,预习阶段的概念形象化解读也提升了理解效率。因此,从整体上来看,学生高度认可 AI 助教在解题辅助和知识梳理中的核心价值,AI 助教的确能够为提升大学物理学习效果助力。

根据学生在实际使用中的反馈,AI 助教目前存在一个显著的短板:针对知识库外的新题目时,解答的准确性和可靠性明显下降,具体表现为在解题步骤中可能出现逻辑断层或计算偏差。这本质原因是大语言模型在数学推理上确实存在固有

缺陷,它们本质是概率生成模型,不擅长高精度数值计算,导致解答中的错误会随机出现。对于知识库外的新题目,AI 助教不仅无法保证每道题 100%的正确率,而且对于同样一道题不同的学生去问得到的结果有可能不同,并且在解答过程中还有可能发现生成内容与物理事实偏差的现象。这些问题本质上是大语言模型自身缺陷所导致的,我们可以利用知识库来保证学生遇到课后习题和知识库中的 2000 道题正确率接近 100%,但要解决知识库以外习题的准确率问题,本质上还需依赖于大语言模型的提高和进化。

在教辅方面,AI 大语言模型目前还不能完全取代教师,但会深刻改变教育模式。AI 本质上是一个需要人类驾驭的工具,它不能 100%保证输出答案的正确性,而学生恰恰在未掌握知识的领域缺乏这种鉴别能力;教师则凭借其知识储备和认知能力,能够有效利用 AI 的答案辅助备课并判断其回答的可靠性。因此,教育的未来方向应是调整教学内容,减少机械练习,将重点放在深入理解

知识、提升学生提问能力和批判性思维能力上。在当前时代, AI 给出各种信息充斥着人们日常生活。学生应该抱着批判思维的角度来看待 AI 给出的结果, 必要的时候找权威资料进行进一步核实, 从而更好地驾驭 AI 工具, 让 AI 服务于教与学。

5 结语

基于 DeepSeek 大模型的 AI 智能体, 我们开发了大学物理 AI 教学助手。加入知识库后, AI 智能体求解大学物理习题的能力和知识点总结能力得到巨大提升, 其优异性能体现在以下几个方面: (1) 在处理知识库中的习题时, 模型能严格按照物理规律推导, 避免数值计算错误, 精准完成解答。对马文蔚版和王少杰版大学物理教材所有课本的例题和课后习题, AI 智能体解答准确率接近 100%, 能够完全保障习题解答的准确率。(2) 模型能够将复杂问题拆解为多个子步骤, 并对每一步的物理意义进行解释。(3) 若学生对某一步骤存在疑问, AI 助手可定位具体知识点, 进行深入讲解。(4) 模型可基于相关知识点生成习题, 帮助学生巩固知识点。(5) AI 智能体可以对教材中知识点进行总结和提炼。(6) AI 智能体可以根据复杂的物理公式生成 Python 代码, 运行 Python 代码就可以将公式可视化, 更加形象化地帮助学生理解物理概念。综上所述, 我们成功开发了具有实用价值的大学物理 AI 助教。模型不仅能够准确解答课后习题, 还通过生成个性化练习和互动辅导, 实现教与练一体化互动式教学支持。本研究为 AI 技术深度融合基础学科教学提供了可复制的范式, 其技术路径对新工科背景下的教学改革具有参考价值。

致谢: 资助本项目的基金: 2025 年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目(高等教

育教学改革项目, 序号: 1268), 2025 年度广东省教育科学规划课题(高等教育专项, 编号: 2025GXJK0606), 2023 年教育部大学物理教指委教改项目(项目编号: DJZW202330zn)。本项目开发的大学物理 AI 助教智能体完全免费使用, 不用于任何商业用途。本课题在训练智能体的过程中, 采用了马文蔚等编著的《物理学》(第六版 高等教育出版社) 和王少杰等编著的《大学物理学》(第五版 高等教育出版社), 并参考了清华大学《大学物理》习题库中的相关内容, 在此表示衷心感谢! 如果读者对搭建智能体感兴趣, 可以与通讯作者联系获取技术上的支持。

参 考 文 献

- [1] 王琛琛, 张睿, 吴天刚. 大学物理知识图谱的构建及其在个性化教学中的应用[J]. 物理与工程, 2020, 30(5): 76-81.
WANG C C, ZHANG R, WU T G. The construction of college physics knowledge map and its application in individualized teaching[J]. Physics and Engineering, 2020, 30(5): 76-81. (in Chinese)
- [2] 何钰, 孙燕云, 谢东, 等. 基于知识图谱的大学物理课程建设与实践[J]. 物理与工程, 2024, 34(6): 149-157.
HE Y, SUN Y Y, XIE D, et al. Construction and practice of college physics curriculum based on knowledge graph[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(6): 149-157. (in Chinese)
- [3] 周可雅, 孟庆鑫, 曹永印, 等. 问题牵引式大学物理课程知识图谱探索与实践[J]. 大学物理, 2025, 35(1): 66-69.
ZHOU K Y, MENG Q X, CAO Y Y, et al. Exploration and practice based on a problem driven knowledge graph of college physics[J]. College Physics, 2025, 35(1): 66-69. (in Chinese)
- [4] 范春蕾, 武荷岚, 解希顺. 试论 ChatGPT 对大学基础课教学的影响[J]. 物理与工程, 2023, 33(4): 7-11, 17.
FAN C L, WU H L, XIE X S. The influence of ChatGPT on the teaching of basic courses in universities[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(4): 7-11, 17. (in Chinese)
- [18] 陈秉乾, 舒幼生, 胡望雨. 电磁学专题研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 2021.
CHEN B Q, SHU Y S, HU W Y. Special topics in electromagnetism [M]. Beijing: Peking University Press, 2021. (in Chinese)
- [17] 阮青. 学习运用否定之否定规律[Z]. 中共中央党史和文献研究院; 纪检监察报, 2024.
RUAN Q. Learning to Apply the Law of the Negation of the Negation[Z]. Institute of Party History and Literature of the CPC Central Committee; Journal of Discipline Inspection and Supervision, 2024. (in Chinese)

(上接第 106 页)