

知识图谱支持的初中物理大单元教学设计研究 ——以力学为例

段奕^{1,2}, 耿宏伟²

1. 江苏师范大学物理与光电工程学院, 江苏徐州, 221116

2. 邢台学院物理与电子工程学院, 河北邢台, 054000

摘要 | 2022年4月新版《义务教育物理课程标准》提出各学科要用“大概念”搭建教学内容主干, 推动课程内容系统整合、结构化构建, 让学生真正深入理解物理知识, 也更会用物理知识解决实际问题。但传统教学大多以单课时为单位, 缺少对整章甚至整本教材的宏观规划从而导致知识点之间缺少横向联系, 学生容易“听得懂, 却不会用”。本研究以力学主题单元为例, 基于知识图谱提取核心概念、梳理概念关系并可视化呈现, 由此设计新课标下的物理大单元教学案例。研究发现, 大单元教学设计能有效培养核心素养, 推动学生从被动接受转向主动探究, 提升科学思维与解决问题的能力。

关键词 | 知识图谱; 初中物理; 大单元; 教学设计

Copyright © 2026 by the author(s).

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



0 引言

知识图谱作为一种能够实现知识结构化与可视化呈现的技术手段, 近年来在教育领域展现出了广阔的发展前景。其核心主要在于通过结构化的数据组织和可视化的表达方式, 来揭示复杂知识之间的发展规律与内在联系^[1]。现今知识图谱受到国家高度重视, 相关国家标准和国际期刊的推进标志着技术正走向成熟与规范化。但其存在的局限性还有很多例如传统知识图谱多为静态结构, 难以处理非结构化时序数据和事件的动态演变, 易产生“过期知

识”; 面对多条推理、非线性及条件嵌套的复杂逻辑难以以自然建模, 缺乏对主观模糊意识的有效表示, 尝试和深层语义理解较弱等。

单元教学法最早是19世纪末20世纪初出现的, 欧美社会改革运动涉及经济、政治、文化等多方面, 教育改革陆续出现了“新教育运动”和“进步教育”运动^[2]。20世纪, 杜威认为大单元教学应该具备一定的整体性所以他提出了思维五步法并去探究是否有效^[3]。到20世纪30年代, 莫里逊所倡导的“单元教育法”让教育方式发生了重大转型^[4]。到了20世纪60年代, 布鲁姆所提出的掌握学习理论、围绕知识系统整体性展开的强调看重信息整合工作

作者简介: 段奕, 江苏师范大学研究生, 研究方向为中学物理课程与教学; 耿宏伟, 邢台学院教师, 研究方向为超高强度 AI 合金的设计与开发。

文章引用: 段奕, 耿宏伟. 知识图谱支持的初中物理大单元教学设计研究——以力学为例[J]. 计算机与智能教育技术, 2026, 1(2): 66-73.

<https://doi.org/10.68070/f2de5434>

的信息论,以及依靠已有知识去带动新知识学习的迁移理论,都算是这一时期的代表性成果^[5]。现今国外大单元教学已经从知识单元走向素养单元——以大概概念为骨架、探究为路径、项目为载体、技术为支撑、真实问题为驱动,全面培养科学实践与创新能力。

国内对大单元教学的起步时间比较晚,在20世纪初期,梁启超倡导“分组教学”的教育主张,这可以看作是单元教学的一个早期雏形^[6]。1923年,陈鹤琴创办了第一所实验幼儿园——鼓楼幼稚园,他采用了活动单元和活动中心的教学形式,在一定程度上提升了学生在学习过程中的积极性与参与度^[7]。经过多年的探索,单元教学虽然取得一定的进步,但是没有从根本上改变课程精讲的教学主体,2017年新版课程标准一颁布,各个学科就陆续落实并形成了各自的学科核心素养。到了2019年,崔允漷教授率先正式提出了大单元教学这个理念,并且明确指出了只有借助大单元教学这种方式,才能切实推动学生学科核心素养的培育工作^[8]。

现今随着教育改革的推进,国内大单元教学已经从早期的理念探索阶段,全面进入了以“核心素养”为导向的深化实施阶段。教育界的各方面人才都开始更加重视大单元教学。现任西北师范大学教育学院教授吕世虎认为大单元教学是为了解决传统课时教学的局限性而提出的其核心在于从整体性思维出发,服务于学生核心素养的发展^[9]。在崔允漷教授的大单元教学理论中,教师需要具备大观念、大任务、大问题或大项目的思维方式。他强调不能孤立地传授知识,而是要用整体的课程脉络将教学贯通起来,促使分散的知识点凝聚成系统的知识网络,最终让学生学得更透彻、更扎实^[10]。然而长期的传统教育模式导致教师现在无法快速掌握大单元教学的核心,学校也缺乏相应的教学资源,这导致我国大单元教学落实十分缓慢,大多数学校只停留在表面未触及核心。

本文结合知识图谱的技术优势与大单元教学的理念,针对初中物理教学中知识碎片化、重知识轻素养、学生综合应用知识解决问题能力薄弱等问题,展开大单元教学设计研究。目的是构建适合初中物理教学的大单元教学思路与可操作教学模式,帮助教师整体设计教学、落实新课标核心素养。引导学生系统整合物理知识,提高学生科学思维、科学探究能力。

1 知识图谱支持的初中物理大单元教学设计研究

1.1 知识图谱

知识图谱是一种用图形来展示知识以及知识之间联系的技术工具,其核心是用节点和边把复杂知识之间的动态变化规律和内在关系呈现出来^[1]。它主要由三个部分组成:实体、属性和关系。实体指的是具体的事物或概念,属性是用来说明实体有哪些特点,关系则是表达实体之间的逻辑联系。在教育领域中,其核心本质在于突破传统教学内容的“线性编排”,建立起关联互通、多维联结的“网状架构”。通过知识颗粒化、关系显性化和资源结构化,知识图谱为现代教学提供了系统性支撑。

1.2 大单元教学设计原则

1.2.1 课程标准导向原则

2022版《义务教育物理课程标准》是设计物理大单元教学的根本依据,把物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任这四大核心素养抓牢之后,便能确定出方向正确的单元教学目标,也将具体内容与评价方向一并梳理清楚。依据新课标中的内容要求与学业要求,将碎片化的知识点整合为结构化单元,确保教学不偏离课标导向。

1.2.2 大概念统整原则

以初中物理学科核心概念为核心支柱,打破课时知识之间的壁垒,构建逻辑连贯结构化的知识体系,实现“少而精”的深度学习。以核心概念串联起单元内容,如整个力学大单元围绕运动与相互作用展开,从认识力到力如何影响物体运动再到力在流体中的作用与效果,把课与课之间的那道壁垒打破,就能帮助学生看清楚力学知识内部存在的逻辑关系,那么一个完整的力学知识网络也就在他们心里慢慢建立起来了。

1.2.3 以学生为本的主体性原则

在初中物理大单元教学过程中,应把学生当作主体来开展各项教学活动,突出他们在学习当中的主体地位,同时去了解学生自身的认知规律以及具体需求,还要关注学生之间的差异性;之后,再有针对性地设计出个性化、分层化的教学任务,用这种方式去适配处在不同认知水平上的学生,让他们都能参与到单元学习当中来。通过小组合作、自主探究这类方式,可以提高学生在课堂上的参与程度,也能激发他们的学习兴趣,还能引导学生进行自主且深入的独立思考;此外也需要关注课堂上的反馈情况以及过程性评价。

1.2.4 真实情景驱动原则

大单元教学设计要创设贴近生活、具有挑战性的真实物理情境,以解决实际问题为导向设计单元教学任务,让学生在解决实际问题中理解物理知

识,发展科学思维与探究能力。如以设计一款安全舒适的书包为项目情景,整合压强、重力、二力平衡等知识点,让学生在解决如何减小书包对肩膀的压力的实际问题中,理解力学知识的应用价值。

1.2.5 教学评一体化原则

采用评价先行设计思路,将单元教学目标、学习活动与评价任务统一规划,实现“教什么、学什么、评什么”的闭环。明确单元教学学业质量标准,设计过程性评价与终结性评价以及增值性评价,全面评估学生素养发展。

1.3 研究方法

文献研究法:以新课标为基础,先去搜集了关于初中物理大单元教学课的各种理论成果和研究成果,再把与知识图谱以及初中物理大单元教学有关的资料做了一番整理;这样一来,就为知识图谱的背景与应用现状、初中物理大单元教学课的背景与现状,提供了一定的理论支持。

案例分析法:通过观摩教师的教学过程以及课后与学生交流学习成果来分析来发现大单元教学发展现状问题。

2 现今知识图谱支持下的 大单元教学存在的问题分析

思维导图常用于梳理知识结构,但其本质是树状层级图,边的关系单一,难以表达“密度是压强的前驱知识”“浮力需要液体压强和二力平衡共同支撑”这类复杂语义关系,更难以支持学情诊断与个性化学习路径的动态生成。知识图谱以实体—关系—实体三元组为基本单位,能够构建网状语义网络,支持路径推理、薄弱点回溯与个性化推荐。因此,本文以“力学”大单元为例,探讨知识图谱支持下的初中物理大单元教学设计

初中大单元教学课中,多数教师对于“核心素养”“大单元教学”等概念停留在文字表面的理解上并未深入理解其对物理学科知识结构、教学方式以及评价体系的深层变革要求;此外,教师在整合

教材内容时,容易出现“拼盘式”整合,即只是把几节课凑在一起,并未打破各知识之间的壁垒、没有将知识构建起来,而且教师对于单元主题提炼不精确,常常出现单元标题与教学内容不匹配、核心概念不突出等问题,从而导致单元教学缺乏逻辑主线。

在教学层面,会出现单元目标与核心素养脱节的情况,目标设计仍然围绕着知识与技能来展开,但缺少了对科学思维、科学探究以及科学态度与责任这些素养的细化设计。目标表述很模糊缺乏准确性,从而导致教学过程难以满足新课标的要求。教学活动形式化探究深度不足,活动设计重形式轻实质:比如项目式学习流于任务的完成,缺少深度推理与问题解决。实验探究停留在照搬实验,缺少真正的设计、探究、讨论、反思等。从而导致学生参与度低下,教师仍占据主导地位,探究式、合作式学习从未真正落实。此外,大单元教学中实验比重不足,实验多为验证性实验,缺乏探究性、创新性、跨学科性实验。生活情境导入只停留于表面,并未深入探究从而导致理论与实际脱节。

在学校层面,学校教研制度还不算完善,校内的集体备课大多流于形式,很少真正沉下心来对大单元教学设计进行深度打磨与探讨,教研活动主题较为分散,并没有形成系统的大单元教学研究机制从而导致教研成果难以有效落实。而且学校缺乏培训资源,学校培训大多为政策解读、理论讲座,缺少进行实际训练、案例探讨、现场观摩指导等实际性培训,而且教师缺乏可直接借鉴的教学案例,大单元教学都要靠教师的自我探索。在对学生进行评价这个方面,学校采用的评价方式显得比较单一,仍然把侧重点放在纸笔测验上面,也侧重于考查学生对知识结果的掌握程度,却忽视了学生在探究能力、科学思维能力以及思想品质这些方面的表现;过程性评价和增值性评价往往流于形式,很难真正发挥出应有的作用。

3 基于知识图谱的力学大单元教学设计

3.1 第八章课时安排

表1 第八章课时安排

课时安排			
课程	课时	教学内容	核心任务
牛顿第一定律	第1课时	探究阻力对物体运动的影响	以运动的物体为什么会停下来?为驱动问题,通过斜面小车实验探究与数据记录,体验控制变量法与科学推理过程,初步推翻“力是维持运动的原因”的错误前概念。
	第2课时	牛顿第一定律与惯性	结合上节课的实验推理,建构牛顿第一定律的完整表述;通过生活实例辨析,理解惯性的本质,区分惯性与惯性力,能解释汽车刹车、跳远助跑等现象。

续表 1

课时安排			
课程	课时	教学内容	核心任务
二力平衡	第3课时	二力平衡的条件探究	以静止/匀速运动的物体受力有什么特点？为探究主题，通过实验归纳二力平衡的四个条件，理解平衡状态的受力特征，建立初步的受力分析意识。
	第4课时	二力平衡的应用与辨析	对比分析平衡力与相互作用力的区别，通过典型实例（如悬挂的吊灯、匀速行驶的汽车）强化受力分析；突破“非平衡状态受力”的认知误区，为后续摩擦力分析打下基础。
摩擦力	第5课时	摩擦力的概念与影响因素探究	以摩擦力的大小和什么有关？为探究任务，通过控制变量法完成滑动摩擦力影响因素实验，理解摩擦力的产生条件、分类与方向判断，建立起滑动摩擦力的影响因素模型。
	第6课时	摩擦力的应用与综合分析	结合二力平衡知识，分析生活中静摩擦、滑动摩擦的实例，理解增大/减小摩擦的方法与实际应用；解决匀速运动物体摩擦力大小判断等典型问题，完善受力分析模型。
同一直线上二力的合成	第7课时	同一直线上二力的合成+力与运动的综合应用	结合力的矢量性，探究同一直线上二力同向、反向合成的规律；以汽车安全设计、冰壶运动分析等真实情境为载体，综合运用单元知识解决实际问题。
章末总结	第8课时	单元复习与成果展示	以生活中的力与运动为项目主题，通过思维导图梳理单元知识体系；完成小组成果展示，结合自评互评与教师评价，实现教-学-评一体化。

3.2 本体建模（课时层面）

在“力学”大单元本体基础上，本课时重点定义以下关系：

表 2 牛顿第一定律本体建模

关系类型	含义	示例
前驱	学习本课前需掌握的知识	摩擦力 → 牛顿第一定律
包含	上位概念包含下位概念	力与运动 → 牛顿第一定律
验证	实验验证规律	斜面小车实验 → 牛顿第一定律
推理	基于实验进行科学推理	伽利略理想斜面 → 牛顿第一定律
易混淆	容易混淆的概念	力是维持运动的原因 ↔ 力是改变运动状态的原因
关联	概念之间的横向联系	牛顿第一定律 ↔ 惯性

3.3 牛顿第一定律三元组示例

（力，前驱，牛顿第一定律）
（运动，前驱，牛顿第一定律）
（生活经验中的阻力，模糊支撑，斜面小车实验）
（斜面小车实验，验证，牛顿第一定律）
（伽利略理想斜面推理，推理，牛顿第一定律）
（牛顿第一定律，包含，惯性）
（力是维持运动的原因，易混淆，力是改变运动状态的原因）
（牛顿第一定律，关联，惯性）

3.4 牛顿第一定律知识图谱的节点

- 核心概念节点：力与运动的关系、阻力。
- 科学方法节点：控制变量法、理想实验法、合理外推。
- 物理学史节点：亚里士多德（经验与直觉）、伽利略（质疑与理想实验）。
- 认知冲突节点：“运动需要力维持”的前概念误区
- 总结归纳节点：实验方法、实验现象、推理结论，理解阻力与物体运动状态的关联。

3.5 关联逻辑

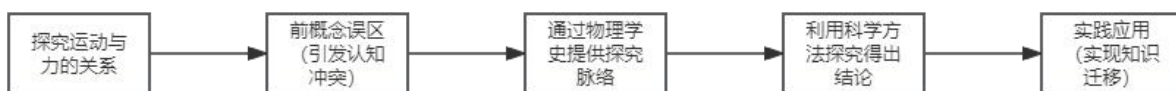


图1 关联逻辑

3.6 知识图谱

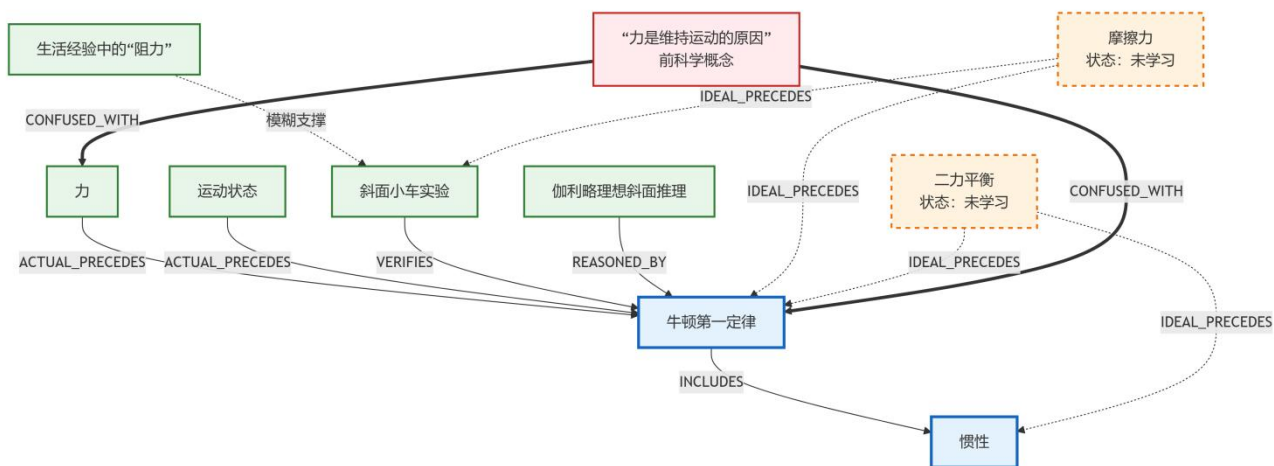


图2 牛顿第一定律知识图谱

图例说明：

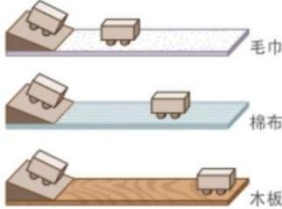
绿色实线：教材实际编排的前驱/验证/包含关系；橙色虚线：知识逻辑需要但教材未前置的应然关系；红色粗线：易混淆关系（前科学概念）；蓝色粗框：本课时核心节点。

3.7 教学案例

表3 牛顿第一定律第一课时教学案例

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
环节一：情境导入与认知冲突（8分钟）	1.教师播放两段视频：① 冰壶在冰面上滑行后停下；② 太空舱中宇航员松手后铅笔悬浮匀速运动。 2.提问：为什么冰壶会停下，而太空中的铅笔却能一直运动？物体的运动是否需要力来维持？ 3.引导学生回顾亚里士多德的观点“力是维持运动的原因”，并抛出疑问：“这个观点是否一定正确？”	1.观看视频，产生认知冲突，从而激发学生学习兴趣。 2.结合生活经验（如推车需持续用力）与视频现象，分组讨论“运动与力的关系”，提出假设（如“运动需要力维持”或“阻力让物体停下”）。 3.明确本节课核心问题：阻力对物体运动有什么影响？如果没有阻力，物体会怎样运动？	通过真实情境激发学生兴趣，引发对“运动与力关系”的深度思考。暴露学生错误前概念，为后续科学探究提供认知起点。

续表3

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
环节二：分组实验，实验探究（20分钟）	实验设计指导：提供斜面、小车、毛巾、棉布、木板、刻度尺等器材，引导学生设计“探究阻力对物体运动影响”的实验方案。 提问：怎样使小车到达水平面的初速度相同呢？（同一斜面、同一高度滑下） 提问：如何改变阻力大小？（更换水平面材料：毛巾→棉布→木板） 提问：需要记录哪些数据？（滑行距离、阻力大小） 2.实验操作与数据收集：巡视指导，提醒学生规范操作（如释放小车时静止、测量距离时视线与刻度尺垂直），记录不同阻力下小车滑行距离。 3.最后可以引导学生看图一知识图谱，明确现在这个“阻力”其实和我们第八章之后要学的“摩擦力”是紧密相连的。 	1.小组合作设计实验：讨论并确定实验步骤：将小车从斜面同一高度由静止释放，分别在毛巾、棉布、木板的表面滑行，测量并记录其滑行距离。 2.分组实验操作：分工合作（一人释放小车、一人测量距离、一人记录数据），重复实验3次取平均值，填写实验表格：	通过动手操作、观察现象、分析数据，培养学生科学探究、证据推理、实验操作与创新意识。引导学生从“听结论”转为“做中学，探中学”。
环节三：数据分析科学推理（10分钟）	1.汇总全班实验数据，对比得出：接触面越光滑，阻力越小，小车速度减小越慢、滑行距离越远； 2.逻辑推理引导：基于实验数据（阻力越小，滑行距离越远），提问：如果水平面绝对光滑（阻力为0），小车会怎样运动？引导学生进行理想化推理（小车将以恒定速度永远运动下去）。 3.初步纠正错误的前概念：力不是维持物体运动的原因，力是改变物体运动状态的原因	1.对比分析不同接触面的实验数据，讨论、归纳总结实验现象规律。 2.跟随教师引导，开展理想化科学推理，想象无阻力时物体的运动状态。 3.理解并识记：力不是维持物体运动状态的原因而是改变物体运动状态的原因。	依托实验证据逻辑推理，引入伽利略的“理想实验”引导学生突破具象实验局限，进行合理外推，培养学生抽象推理与归纳总结的科学思维。
环节四 课堂小结，梳理建构（4分钟）	教师展示本节课的微观知识图谱，引导学生将刚学过的知识填入图谱对应节点中，为牛顿第一定律学习做铺垫	跟随教师的思路自主梳理实验方法、实验现象、构建碎片化知识关联，串联单元前后知识	碎片化知识整合，衔接单元后续课时，搭建大单元知识进阶桥梁。
环节五 分层随堂作业（3分钟）	作业布置：①基础作业：默写实验控制的不变量、实验现象；②提升作业：用本节课推理的结论简单解释地面箱子为何最终停下来。		分层作业设计兼顾基础与提升，满足不同学生需求，落实好教学评一体化

3.8 教学效果

课后测试显示，学生在回答综合性问题时，能够主动调动前置知识来解释新现象，知识点的提取准确率大大提高，说明学生脑海中建立了结构化的知识网络，而非零散的知识点。

4 讨论

以“牛顿第一定律”第一课时为例，思维导图通常呈现为“牛顿第一定律→斜面小车实验、伽利略理想斜面、惯性”的树状层级，其边仅表示归属

关系，无法表达“力是维持运动的原因”与“力是改变运动状态的原因”之间的易混淆关系，也无法标注“摩擦力”“二力平衡”作为应然前驱却尚未学习的缺口。

知识图谱则以三元组为基本单位，支持语义计算与自适应路径生成。在语义计算层面，若学生误选“物体运动需要力来维持”，系统可沿CONFUSED_WITH关系回溯，判定薄弱点不在定律本身，而在前科学概念未转变；若学生将“阻力”等同于“力”，系统可沿IDEAL_PRECEDES关系检索到“摩擦力”节点状态为“未学习”，判定为前驱知识缺口。在自适应路径生成层面，依据前测掌

握度与图谱关系,可为不同学生生成差异化路径:前概念顽固者走“认知冲突→实验→推理→定律”,阻力经验丰富者走“运动状态辨析→实验→推理→定律”,基础较好者走“实验→推理→定律→惯性→应用”。

由此,知识图谱与思维导图的实质差异在于:思维导图解决“知识怎么摆清楚”,知识图谱解决“知识之间怎么算清楚、怎么根据学生情况推路径”。在本课时中,知识图谱不仅是知识呈现的工具,更是暴露编排冲突、诊断前概念、生成个性化路径的教学支撑工具。

5 结论

知识图谱支持的初中物理力学大单元教学设计,在实践中已经展现出比较明显的优势和效果。它把力学基本概念进行归纳整理,理清概念之间的联系,再用知识图谱可视化呈现出来,从而形成一套完整、有条理的力学知识体系,让学生有清晰的思路和全面的认知基础。按照知识图谱的思路来组织大单元教学,既能把原来孤立的知识点串联起来也能通过专题或探究的方式来帮助学生更好地把握力学内容。此外,这种教学模式还比较注重物理核心素养的培养,为落实素质教育目标提供了重要参考,也进一步推动了初中物理教学改革。但也存在许多不足之处,例如图谱的构建往往过度依赖教师

的个人经验和直觉,缺乏科学的构建流程,且未能充分考虑到不同层次学生的认知障碍点和兴趣点。这导致图谱过于统一,难以满足不同学生的个性化需求。

参考文献

- [1] 王华钰,林卓婷,周庭艳,支启军,吴波.知识图谱在物理实验教学中的应用[J].遵义师范学院学报,2021,23(4): 106-109.
- [2] 任明满.大单元教学:历史脉络、研究现状及路径选择[J].课程教材教法,2022,42(04): 97-105.
- [3] 王禹.基于大单元理念的初中物理教学设计研究[D].三峡大学,2025.
- [4] 刘晓彤.深度学习理念下的初中物理大单元教学研究——以“光的传播路径”为例[D].河南大学,2024.
- [5] 范佳玲.新课标下初中物理的大单元教学设计与案例研究[D].西南大学,2025.
- [6] 谭惟翰.试论“一次多篇”语文教学法[J].语文教学通讯,1980,(12): 36-39.
- [7] 李宁达.陈鹤琴的单元教学新议[J].教育研究与实验,1985,(04): 63-68.
- [8] 威廉·克伯屈.教学方法原理—教育漫谈[M].人民教育出版社,1991: 185-201.
- [9] 韩翠萍.基于核心素养的初中物理力学板块大单元教学设计[D].西南大学,2024.

Research on the Teaching Design of Junior High School Physics Large Unit Supported by Knowledge Graph — Taking Mechanics as an Example

Duan Yi^{1,2}, Geng Hongwei²

1.School of Physics and Electronic Engineering, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116

2.School of Physics and Electronic Engineering, Xingtai University, Xingtai 054000

Abstract: The updated 2022 *Compulsory Education Physics Curriculum Standards* advocate using "big concepts" to structure the core teaching content across all subjects, promoting the systematic integration and structured organization of curriculum materials. This approach enables students to gain a deeper understanding of physics concepts and to more effectively apply this knowledge to solve real-world problems. However, traditional teaching methods often focus on individual lessons and lack a macro-level planning framework for entire chapters or even entire textbooks, resulting in a lack of horizontal connections between knowledge points -- leading students to "understand the concepts but struggle to apply them." Taking the mechanics thematic unit as an example, this study utilizes a knowledge graph to extract core concepts, map out conceptual relationships, and visually present them, thereby designing a large-unit teaching case for physics under the new curriculum standards. The study finds that large-unit teaching design can effectively foster core competencies, shift students from passive reception to active inquiry, and enhance their scientific thinking and problem-solving abilities.

Keywords: knowledge graph; junior high school physics; large unit; teaching design