

基于知识图谱的高中物理实验学历案设计探索 ——以“电池电动势和内阻的测量”为例

王冠锦^{1,2}, 朱祥荣^{1,2*}

¹昌吉学院物理与材料科学学院, 新疆 昌吉

²湖州师范学院理学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2025年5月28日; 录用日期: 2025年7月21日; 发布日期: 2025年7月29日

摘 要

教育领域中, 知识图谱是实现学科知识高效学习的有效路径, 能够帮助学生系统化构建学科知识网络; 学历案作为关注学生学习过程和方法的专业化预设方案, 强调以学生为中心的自主学习能力培养。本文以高中物理实验“电池电动势和内阻的测量”为例, 以学生掌握知识与物理核心素养的提升为教学目标, 探讨知识图谱与学历案在高中物理实验教学中的深度融合, 期望以此帮助学生构建系统化的物理知识网络、提升知识学习的广度和深度。

关键词

知识图谱, 高中物理实验, 学历案

Exploration of Learning Experience Scheme in High School Physics Experiment Based on Knowledge Graphs

—Taking “Measurement of Battery Electromotive Force and Internal Resistance” as an Example

Guanjin Wang^{1,2}, Xiangrong Zhu^{1,2*}

¹College of Physics and Materials Science, Changji University, Changji Xinjiang

²School of Science, Huzhou University, Huzhou Zhejiang

Received: May 28th, 2025; accepted: Jul. 21st, 2025; published: Jul. 29th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 王冠锦, 朱祥荣. 基于知识图谱的高中物理实验学历案设计探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(7): 514-519.
DOI: 10.12677/ces.2025.137556

Abstract

In the field of education, knowledge graphs are an effective approach to achieving efficient learning of subject knowledge, which can help students systematically construct a knowledge network of the subject. The learning experience scheme, as a professional pre-designed scheme focusing on students' learning process and methods, emphasizes the cultivation of student-centered autonomous learning ability. This paper takes the high school physics experiment "Measurement of Battery Electromotive Force and Internal Resistance" as an example, focusing on the teaching goal of enhancing students' core physics competencies, to explore the deep integration of knowledge graphs and learning experience schemes in high school physics experimental teaching. It expects to help students build a systematic physics knowledge network and enhance the breadth and depth of knowledge learning.

Keywords

Knowledge Graphs, High School Physics Experiment, Learning Experience Scheme

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. 知识图谱与学历案

知识图谱是图形化表征知识及它们相互关系的技术,体现了认知主义学习理论的知识结构化思想,通过“实体-关系-实体”构建网状知识结构,建立概念间的逻辑关联,直观展现复杂的知识体系[1],帮助学生形成认知图式从而促进知识迁移。教育领域中,知识图谱聚焦课程核心知识点及其教学环节中的应用,以展现学科知识体系、显化知识关联的技术方式推动教学革新的进程,促进学习者高阶思维能力的提升[2][3]。

结合构建主义理论,知识图谱能帮助学生整合碎片化知识,形成系统的认知框架,深化学生对核心概念的理解。这种技术驱动的教学创新,为学生培养提供了新的实践路径。元认知理论强调个体对自己认知过程的认识和控制,学历案正是在此理论的基础上推出的一种更加注重学习过程“完整性”与“构建性”的教学设计[4]。其主要结构涉及学习目标、学习活动、评价标准等[5],通过目标设定、过程监控和反思评价等环节提升教学效果和学生学习的的能力。根据维果茨基“最近发展区”的理论指导,设计学历案时应各环节进行梯度区分,从基本概念填空到实验方案设计与分析,逐步挑战学生认知边界。

2. 融入知识图谱的学历案设计

教育领域内关于知识图谱的研究多与线上学习资源结合[6],但由于各地学校师资差异,推广知识图谱线上教学还需要一定时间。本文以人教版高中物理必修三(2019版)“电池电动势和内阻的测量”实验为例,设计融入知识图谱的学历案,期望促进知识图谱与中学线下教学的深度融合。

当前,学生在实验学习中因计划性、过程性与总结性不足,导致存在认知路径模糊、认知体验欠缺和自我效能感低等问题[7]。通过对实验“电池电动势和内阻的测量”相关内容的系统梳理,确定以知识地图的形式展现课程教学内容的整体画像[8]。结合《普通高中物理课程标准(2017年版2020修订)》对该

部分内容的教学要求,设计包含“基本概念、实验原理、实验操作、数据处理、实验总结”五环节的知识图谱(见图1),明确各部分知识的内在逻辑关系,为学生学习提供清晰的框架和学习路径。在教学过程中,使用融入该图谱的学历案,可实现学生对实验和知识点理解的整体性和结构性,提升学生的参与感和认同感,使学生在获得知识的同时强化自我效能感。

将知识图谱与学历案相结合，实际上是在“可视化认知”与“结构化过程”之间架起一座桥梁。图谱作为“概念支架”呈现可视化知识层级，降低认知负荷；学历案则作为“过程支架”展示五环节学习活动，引导学生经历“感知→探究→内化”的完整认知路径，形成对学生学习的“双支架”支持机制。这种双重支持有助于学生建立系统化的物理知识网络，增强对实验原理的理解与实际操作能力。

3. 学历案设计实践

3.1. 学习主题

本节内容主题为“实验：测定电池电动势和内阻”，详细知识点及相互关系见图1。

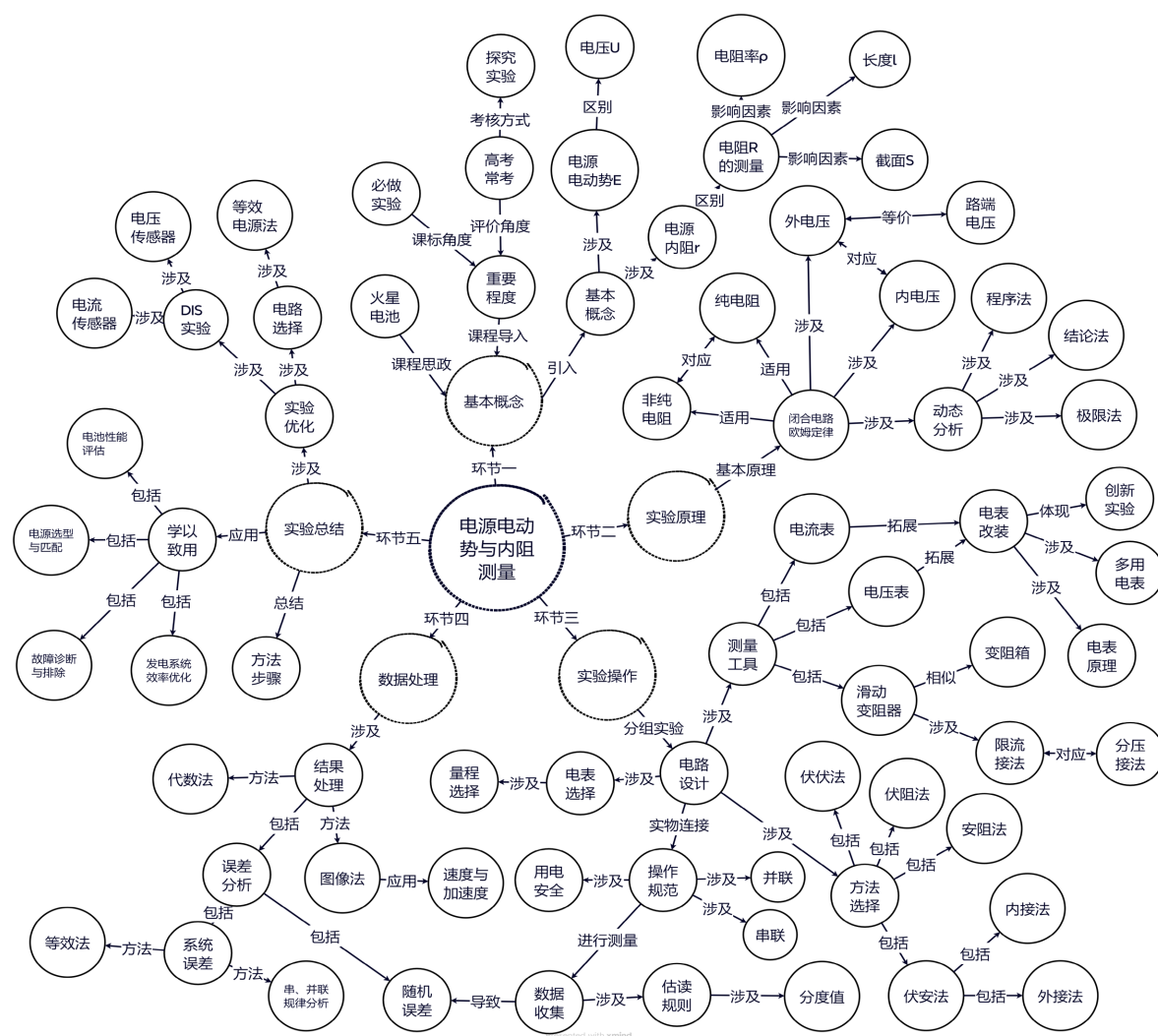


Figure 1. Knowledge graph of the experiment “Measurement of Battery Electromotive Force and Internal Resistance”

图 1. 实验“电池电动势和内阻的测量”知识图谱

3.2. 学习目标、评价与反思任务

阅读学习目标，完成学习过程、学完本节内容后再对照下表进行评价与反思，见表 1。

Table 1. From of learning objectives-evaluation-reflection
表 1. 学习目标 - 评价 - 反思表

维度	学习目标	评价任务		反思
		评价标准	得分	
物理观念	1.1 理解电池电动势和内阻测量实验的原理	环节二： 能够准确写出闭合电路欧姆定律表达式		
科学思维	2.1 设计实验方案	环节三： 能画出实验电路图，设想实验结果与现象		
科学探究	3.1 掌握实验设计的基本方法； 3.2 完成实验数据的收集； 3.3 会用作图方法分析数据； 3.4 能撰写实验报告	环节三、四、五： 能执行实验方案；使用工具测出实验数据； 利用图像法获得结论；分析实验误差来源； 提出改进误差的方法；完成实验报告撰写		
科学态度与责任	4.1 关注科学·技术·社会·环境的关系； 4.2 强化团队合作意识； 4.3 如实记录与客观处理数据	环节一、三、五： 能举例该实验在生活中的应用场景；小组合作完成实验；记录真实的实验数据		

3.3. 学习过程

(1) 环节一：基本概念

学法建议：结合知识图谱环节一，了解实验重要性、挖掘实验涉及的基本概念并完成填空。

① 本节实验为学生必做实验之一，实验中不同电路设计的选择、识别与误差来源分析作为学习重点与难点在高考探究性实验的考察中备受青睐。

② 2024 年 8 月，中国科学技术大学教授团队成功研发出火星电池，为火星探测任务提供稳定可靠的电力供应。在电池性能评估中的两个重要参数分别是_____与_____。

③ 在测量外电路电阻 R 时，采用公式_____。外电路电阻与电源内阻测量方法不同，需将电源接入闭合回路中测量。以干电池为例，思考如何通过实验测量上述两个参数？

设计意图：达成表 1 中学习目标 4.1。着手课程思政、重要程度与基本概念三方面，创设真实问题情境，将课程思政的育人功能润物细无声地渗透到教学中，帮助回顾实验涉及的基本概念。

(2) 环节二：实验原理

学法建议：阅读知识图谱环节二，掌握实验基本原理，了解实验相关的应用。

完成此实验的基本原理是_____，基本公式是：_____。闭合电路欧姆定律定律在纯电阻与非纯电阻电路中都适用，涉及内电压与外电压两部分，是电路动态分析的基础。电路动态分析的方法包括_____。

设计意图：为学生提供达成表 1 中学习目标 1.1 的路径。回顾闭合电路欧姆定律及《电路及其应用》一课所学的部分内容。建立新旧知识之间的联系，为学生构建系统化的知识结构铺路。

(3) 环节三：实验操作

学法建议：结合知识图谱环节三，阅读本实验的“实验思路”，进行电路设计、选择与分析；阅读本实验“物理量的测量”，进行实验测量与数据收集。

① 在测量干电池的电动势与内阻实验中, 所需工具除电池、开关、导线外还有电流表、电压表与滑动变阻器等。如出现电表功能异常, 可采用等效思想, 通过电表改装完成实验。滑动变阻器与_____具有相似功能, 根据在电路中的不同作用, 它们接入电路的方法可分为: _____。

② 该实验常见的三种测量方法有_____。其中伏安法根据电流表的在电路中的位置不同又分为_____。

③ 小组合作连接电路, 完成数据的测量与收集, 过程中注意规范操作。依次改变电路当中电阻的阻值, 读取电表示数, 做好测量数据的记录。过程注意数据收集的有效性以及示数的读取规范性。

设计意图: 为学生提供达成表 1 中学习目标 2.1、3.1、3.2 与 4.2 的路径。学生进行电路设计与实物连接, 将所学的知识应用到实践中, 在操作中巩固和拓展知识、在合作中培养团队意识。

(4) 环节四: 数据处理

学法建议: 结合知识图谱环节四, 阅读本实验的“数据分析”与“参考案例”, 利用图像法处理实验数据。不同小组之间讨论测量结果并进行实验误差来源分析。

① 利用代数法与图像法计算电池的电动势和内阻, 绘制电压 - 电流图像(或其他相关图像), 体会图像法在研究物理规律时的便利性和直观性。

② 以伏安法为例, 实验过程中, 可能存在的误差有_____。

设计意图: 为学生表 1 中达成学习目标 3.3 和 4.3 提供路径。图像法锻炼实验数据的分析能力, 帮助学生从数学角度理解电池性能的同时有效促进学生的逻辑思维和科学探究能力。

(5) 环节五: 实验总结

学法建议: 结合知识图谱环节五, 进行实验的交流与总结。借助知识图谱可以直观进行学习过程的总结, 需要注意总结不是知识的简单复现, 而是要总结实验的整个环节与注意事项, 形成系统性理解。

① 各组成员共同交流实验结果, 讨论误差分析的原因并提出改进实验方案的建议。针对该实验的不足, 可借助 DIS 实验设备或_____进行实验优化, 减少随机误差与系统误差。

② 本节课所学内容及原理在实际生活中主要应用于_____。

设计意图: 为达成表 1 中学习目标 3.4 与 4.1 提供路径。借助知识图谱有效地梳理整节课的核心内容, 帮助学生回顾整体的实验流程, 构建完整的知识体系。

3.4. 作业检测与反思

完成课时对应的同步习题册及实验报告, 重点分析不同电路及测量方法的选择与误差来源, 填写表 1 评价与反思。

4. 实践效果反馈

知识图谱能直观展示物理知识间的关系, 学历案则鼓励学生主动思考, 二者的结合能引导学生按知识图谱结构主动探索和构建知识网络。使用基于知识图谱的学历案进行教学后, 对学生进行测试, 结果显示使用该学历案的学生得分率普遍较高, 学习效果更好, 主要体现在以下几个方面: (1) 实验原理理解透彻, 实验完成速度提升, 表明知识图谱型学历案能帮助学生更清晰理解实验所涉及的物理概念、定律和公式, 对实验知识脉络和体系的掌握更加全面; (2) 实验相关题目的解答能力明显提高, 表明知识图谱型学历案能帮助学生将实验中所学得的知识、方法和思维方式有效地迁移和运用于与实验相关的拓展问题中; (3) 学生学习的兴趣与主动性提高。由于鼓励学生主动思考学习过程, 该学历案的使用对终身学习态度的培养起到一定促进作用。但知识图谱型学历案在使用过程中也反映出一些不足: (1) 需要教师花较多时间设计一个科学、精准和覆盖范围广的知识图谱, 同时将图谱融入学历案的设计复杂程度也加大,

一定程度上增加了教师的工作强度；(2) 对学生有较高的认知能力和学习习惯要求；(3) 课堂时间相对较长，课堂节奏不易把控。

本文以高中物理实验“电池电动势和内阻的测量”为例，探讨物理知识图谱与学历案在高中物理实验教学中的融合教学设计。知识图谱以可视化的方式呈现教学知识内容，清晰地展现知识点的结构和联系，学历案则以递进的逻辑引导学习，二者协同引导学生从全局视角审视知识，逐步帮助学生构建知识体系，提高学习效率。研究也表明融入知识图谱的学历案不仅对学生自主学习能力的培养有提升作用，还能确保学生学习和探究的过程更具有广度和深度。相较普通教学，知识图谱与学历案融合的教学无论是提升学生学习体验还是促进学习效果都具有良好的表现，二者融合研究的价值契合深度学习的核心特征，更优化了教学方法与路径。将知识图谱与学历案深度融合是教学手段上的创新，更是基于多种学习理论的综合应用，对培养学生的科学素养和终身学习能力具有重要的理论意义和实践价值。

基金项目

湖州师范学院 2024 年课程思政项目，项目名称：BOPPPS 模式下量子力学课程思政教学探索和实践，项目编号：JGSZ202420。

参考文献

- [1] 符山, 吕艾临, 闫树. 知识图谱的概念与应用[J]. 信息通信技术与政策, 2019(5): 10-13.
- [2] 周东岱, 董晓晓, 顾恒年. 教育领域知识图谱研究新趋向: 学科教学图谱[J]. 电化教育研究, 2024, 45(2): 91-97+120.
- [3] 姜强, 药文静, 赵蔚, 等. 面向深度学习的动态知识图谱建构模型及评测[J]. 电化教育研究, 2020, 41(3): 85-92.
- [4] 崔允漭. 指向深度学习的学历案[J]. 人民教育, 2017(20): 43-48.
- [5] 崔允漭, 尤小平. 教学变革: 从方案的专业化做起[J]. 当代教育科学, 2017(9): 3-6.
- [6] 王华钰, 林卓婷, 周庭艳, 等. 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.
- [7] 李建设. 影响高中物理实验学习困难的元认知因素及其教学策略[J]. 物理教师, 2017, 38(6): 6-8.
- [8] 樊代和, 贾欣燕, 刘其军. 基于知识图谱的大学物理实验课程教学策略研究——以“迈克耳孙干涉”实验项目为例[J]. 教育理论与实践, 2023, 43(36): 57-60.