

新能源材料与器件专业物理化学实验课程思政设计与实践

——以“氢氧化铁胶体的制备与性质”为例

童 锐, 徐 妙

湖北汽车工业学院新能源学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2025年6月25日; 录用日期: 2025年7月23日; 发布日期: 2025年7月30日

摘 要

课程思政是新时代高等教育落实立德树人根本任务的战略举措, 其与专业课程的深度融合亟待创新性实践。本文以新能源材料与器件专业的物理化学实验课程为载体, 以“氢氧化铁胶体的制备与性质”实验为例, 探讨如何将思政元素融入实验教学的设计与实践。通过构建“实验现象-科学本质-社会价值”三位一体的教学设计架构, 着力培育学生严谨求实的科学探究能力、绿色低碳的可持续发展理念、突破常规的创新实践能力以及心系家国的社会责任意识, 为工科专业课程的思政建设提供创新性实施路径和可推广范式。

关键词

课程思政, 物理化学实验, 氢氧化铁胶体, 新能源材料与器件

Curriculum Design and Practice of Ideological and Political Education in Physical Chemistry Experiment for New Energy Materials and Devices Major

—A Case Study of “Preparation and Properties of Ferric Hydroxide Colloid”

Rui Tong, Miao Xu

School of New Energy, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: Jun. 25th, 2025; accepted: Jul. 23rd, 2025; published: Jul. 30th, 2025

Abstract

Curriculum-based ideological and political education is a strategic measure for higher education in the new era to fulfill the fundamental task of fostering virtue and nurturing talent. The deep integration of ideological and political elements with professional courses urgently requires innovative practices. This paper takes the physical chemistry experiment course of the New Energy Materials and Devices major as the carrier and the “Preparation and Properties of Ferric Hydroxide Colloid” experiment as an example to explore how to incorporate ideological and political elements into the design and practice of experimental teaching. By constructing a teaching design framework of “experimental phenomenon—scientific essence—social value”, which focuses on cultivating students’ scientific inquiry ability of being rigorous and realistic, the sustainable development concept of green and low-carbon, the innovative practical ability of breaking conventions, and the sense of social responsibility of caring for the country and the people, providing an innovative implementation path and a replicable model for the ideological and political construction of engineering professional courses.

Keywords

Curriculum-Based Ideological and Political Education, Physical Chemistry Experiment, Ferric Hydroxide Colloid, New Energy Materials and Devices

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

新能源材料与器件专业聚焦于太阳能电池、燃料电池、固态电池等新能源关键材料的创新研发与产业化应用,而这些技术的突破需以物理化学理论为基础,同时要求学生具备严谨的科学态度和解决复杂问题的能力。在实验课程中融入思政教育,能够引导学生深刻理解科技创新所承载的社会责任,进一步激发投身国家能源事业的使命感,从而培养出既具备专业知识又富有社会责任感的未来能源科技人才。

物理化学实验作为新能源材料与器件专业的核心实践课程,不仅需要强化学生的实验技能和科学思维,更要锚定时代新人培养的价值坐标,培养兼具专业能力与社会责任的高素质人才。课程思政理念为此构建了立体化育人范式,通过将“碳中和”国家战略、科学家精神等思政元素有机融入实验教学全链条,即在知识传授中渗透思政教育,实现“润物细无声”的育人效果。

物理化学实验涵盖热力学、电化学、胶体化学、催化化学等方面实验内容,其中氢氧化铁胶体的制备与性质实验作为物理化学实验中的经典教学案例,系统阐释了分散体系形成机理及新能源材料制备的初步技术。本文以该实验为研究载体,通过三维教学目标设计、规范化操作实践和量化结果分析,实现胶体化学基础理论、现代材料表征方法与思政教育元素的深度融合,形成具有学科特色的价值塑造型实验教学范式。

2. 融入思政元素的课程目标设计

根据《工程教育认证通用标准》中的毕业要求[1],结合新能源材料与器件专业人才培养方案,对物理化学实验课程目标进行了修订,如表1所示。课程目标对标人才培养方案各毕业要求支撑要点,一方

面侧重学生实验技能的培养, 重点培养学生实验操作、数据处理与误差分析能力; 另一方面强调从实践回归理论, 能够深入理解知识间的联系并应用于实践, 掌握胶体体系形成热力学、电化学、反应动力学等知识体系; 此外, 思政元素在课程目标中同等重要, 主要聚焦科学伦理、生态责任与科技报国情怀的培育, 通过知识 - 能力 - 价值[2]的螺旋上升结构实现专业教育与思政教育的同频共振。

Table 1. Objectives of the physical chemistry experiment course
表 1. 物理化学实验课程目标

课程目标	具体内容
课程目标 1	掌握一般数据的科学处理方法, 学会运用物理化学实验中的研究方法和实验技能, 提升分析问题、解决问题的能力。
课程目标 2	结合实验现象及实验数据分析, 能够理解物质的物理化学性质与化学反应之间的内在联系, 掌握热力学、电化学、胶体化学等基础知识。
课程目标 3	将物理化学实验现象及原理与科学研究、生活现象、社会生态等建立联系, 激发学生学习兴趣, 培养严谨的科学思维及科学的世界观、方法论。

3. “氢氧化铁胶体的制备与性质” 案例中的思政元素

“氢氧化铁胶体的制备与性质”这一实验系物理化学实验中的典型案例, 本实验可操作性强, 且与新能源材料与器件中的后续课程器件设计关联较大、深入挖掘实验项目中的思政元素, 如表 2 所示。不仅可以激发学生的学习兴趣, 还可以建立知识与科研、知识与日常生活、知识与生态之间的联系, 进一步培养学生科学素养及社会责任感。

Table 2. Ideological and political elements embedded in the experimental project “Preparation and Properties of Ferric Hydroxide Colloid”
表 2. “氢氧化铁胶体的制备与性质” 实验项目中蕴含的思政元素

思政元素要点	对应的毕业要求	实施方式
环境保护意识	环境和可持续发展	针对实验产生的含铁废液, 开展“绿色化学处理方案设计”拓展任务。通过对比传统中和沉淀法与新兴离子交换法的处理效率及经济成本, 启发学生思考纳米吸附材料在重金属回收中的应用前景。
严谨求实科学精神	工程知识	在胶体制备过程中, 学生需严格遵循 FeCl_3 水解反应的摩尔比控制、恒温条件维持等操作规范, 通过观察胶体“丁达尔效应”的独特光学现象, 引导学生理解胶体分散系与溶液的本质区别。
辩证及创新思维	设计/开发解决方案	在胶体稳定性研究环节, 引入我国科学家在锂离子电池胶体电解质研发中攻克界面阻抗难题的典型案例, 设置“电解液浓度对 ζ 电位影响”的探究性实验, 鼓励学生突破教材限定参数进行正交实验设计。
团队协作	个人和团队	实施“小组合作”实验模式, 设置溶液配制、电泳观测、数据校验等角色轮换任务, 培养责任共担意识及团队合作精神。
人文情怀	伦理和职业规范	回顾“豆腐与淮南王刘安的故事[3]”, 一方面弘扬中华民族传统文化自信, 另一方面引导学生建立知识与生活的联系。

4. 氢氧化铁胶体的制备与性质课程思政设计案例

4.1. 课程思政教学设计

本教学团队以氢氧化铁胶体的制备与性质为例, 总述“学科特性 - 育人目标 - 实践过程 - 持续性改

进”过程的课程思政设计理念，如图 1 所示，秉承学生中心理念，在教学内容、教学方法、教学评价等实践教学环节全面培养学生环境保护意识、人文情怀、严谨求实科学精神、及团队合作意识，最终落

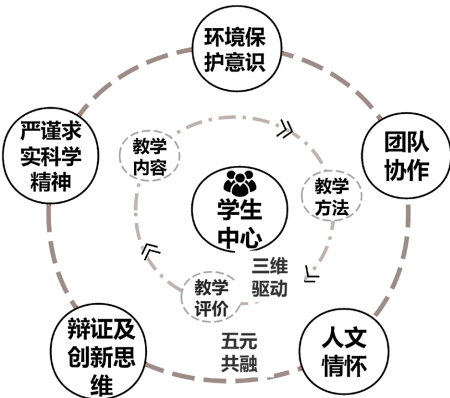


Figure 1. The “Three-Dimensional Drive” ideological and political teaching design in curriculum
图 1. “三维驱动”课程思政教学设计

4.2. 思政元素在实验教学中的融入路径

基于氢氧化铁胶体制备及性质的实验教学目标，构建了“四阶”的思政元素融入路径(如图 2 所示)。在实验准备、实验操作、实验分析、实验拓展四个阶段，根据该环节教学目标采用不同策略融入不同维度的思政元素，将课程思政教育塑造贯穿实验教学全流程。

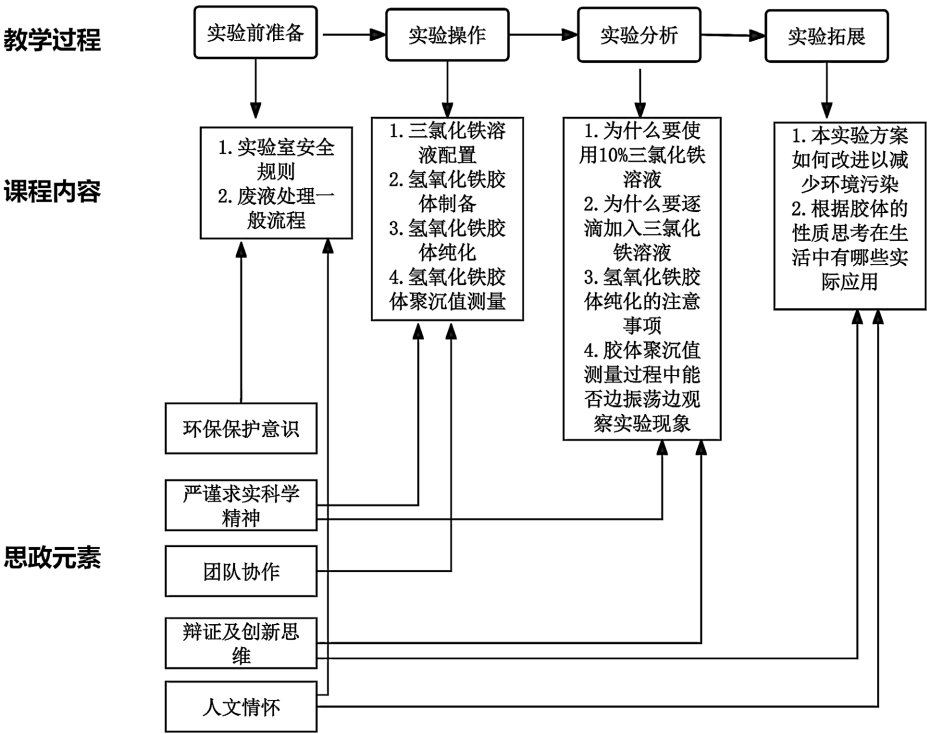


Figure 2. The integration path of ideological and political elements in the “four-stage” approach
图 2. “四阶”的思政元素融入路径

4.2.1. 实验前准备：强化安全规范与环境保护意识

在开展具体实验活动前，结合氢氧化铁胶体制备及性质的实验内容，通过实验安全知识培训、实验室学生守则学习，系统强化安全规范意识。鉴于强电解质(FeCl_3)系强氧化剂，实验人员在取用的时候注意穿好实验服，戴手套、口罩等，做好基础物理防护，在取用过程中避免 FeCl_3 药品与皮肤直接接触；其次重点强调氢氧化铁胶体制备过程在沸水浴操作、要求在此操作过程中，要求实验人员在此过程中不得随意移动，严格按照恒温水浴锅操作规范进行操作，深化安全规范意识。最后通过讲解化学实验室废液一般处理流程，引导学生认识到规范操作是对自身及他人安全的负责，正确处理化学实验室废弃物是践行绿色发展理念的重要体现。

4.2.2. 实验操作阶段：着重培养严谨求实科学精神与团队协作意识

在氢氧化铁胶体制备核心环节中，以小组合作方式进行实验操作，每组分组人数为 3~4 人。当进行饱和 FeCl_3 溶液逐滴加入沸水操作时，要求实验人员 A 持滴管逐滴缓慢加入 FeCl_3 溶液，实验人员 B、C 同步观察溶液颜色由橙黄向红褐转变的临界状态，实验人员 B 负责实验过程图片拍摄及记录，实验人员 C 负责拍摄视频，方便实验后期完善实验过程分析。在学生实验过程中，可以设问为何胶体的制备需要逐滴加入试剂，除此之外还有哪些注意事项，影响本实验中胶体制备的因素有哪些，启发学生注意实验操作的严谨性。

在氢氧化铁胶体的纯化过程中，通过应用渗析技术实现胶体与电解质的分离。本研究首先对纯化过程中所使用的核心设备——渗析试验器及其工作原理进行了介绍，并阐述了半透膜的功能，同时，本研究还对肾功能衰竭患者透析治疗的原理进行了简要科普，指出其与本实验中所应用的渗析技术在原理上具有相似性。在采用渗析法分离胶体与电解质的过程中，本研究明确了实验人员 A 负责定时更换烧杯中的蒸馏水，而实验人员 B 则使用电导率仪监测渗析液中离子浓度的变化。当渗析操作进行至第三次换水时，本研究引导学生深入思考为何相同的实验操作需要重复三次，以及仅进行一次渗析是否可行，以及其对后续实验可能产生的不良影响。通过这一过程，使学生认识到尽管实验操作看似简单且重复，但其对实验结果具有决定性的影响，再次渗透严谨的科学实验价值观。

在胶体电泳实验过程中，通过观测恒定电压下氢氧化铁胶体在 U 型电泳管中移动过程来计算胶体的电动电势 ζ 。实验人员 C 负责电极安装与电压调节，确认 Pt 电极接触液面，实验人员 B 使用秒表精确记录界面位移时间，实验人员 C 则通过激光笔辅助观测界面移动的清晰度。当电压参数设置为 50 V 时，实验参与者需反复校准电极接触状态，避免因接触不良导致电场分布不均。在实验过程中，部分小组电泳管中胶体与辅助液界面模糊，教师可引导思考是否与前面渗析实验不完全有关。在电泳过程中，学生发现 Pt 电极表面产生大量气泡，引导学生思考气泡的产生对电场均匀性有何影响，是否影响胶体的电泳过程。组织小组间就实验现象差异开展讨论，一方面培养学生的学术交流能力，另一方面引导学生认识到实验操作严谨的重要性。

4.2.3. 实验分析阶段：链接科技前沿动态，系统构建辩证创新思维体系

在数据处理环节，要求团队成员协作完成电泳实验中 ζ 电位的公式推导过程，并与权威文献数据横向对比分析误差产生原因，通过着重阐释科研数据可复现性，构建辩证创新思维体系价值维度。针对 ζ 电位表征原理，延伸剖析其在质子交换膜燃料电池铂基催化剂表面电荷梯度调控策略中[4]的关键作用，结合反应动力学的双电层重构效应，引导学生构建“基础表征 - 界面工程”的知识认知图谱。

4.2.4. 实验拓展阶段：人文价值浸润，多维深化可持续发展理念

在实验拓展阶段，组织对本实验感兴趣的学生研讨氢氧化铁胶体在质子交换膜燃料电池催化剂回收中的应用前景，结合《中国制造 2025》[5]中关于新能源材料绿色制备的技术指标，开展胶体稳定性与废

水处理效能的关联性研究。通过模拟企业研发场景,要求各小组基于“全生命周期”理念设计环境友好型实验方案,重点评估胶体浓度梯度控制对重金属离子吸附效率[6]的影响规律,形成包含环境成本核算的综合性实验报告。特别设置“胶体科学与可持续发展”主题辩论,引导学生探讨纳米材料界面调控技术在水体修复、新型储能等领域的双重伦理价值,培育具有生态文明意识的技术发展观。

5. 结束语

本项目通过安全规范强化、科学精神淬炼、前沿视野拓展与可持续发展理念渗透的四阶段浸润式教育,构建了专业知识习得与价值塑造的协同发展模式范式。后续将持续完善思政教育成效评价体系,建立包含实验操作规范性、团队贡献度、创新思维活跃度及价值判断成熟度的多维评价指标。同时计划将课程思政案例库扩展至锂离子电池电极材料制备、燃料电池催化剂表征等专业核心实验模块,形成覆盖关联新能源材料与器件专业人才培养方案的物理化学实验思政教学矩阵。

基金项目

2023 年湖北省教育科学规划课题“新工科背景下‘新能源材料’虚拟教研室建设研究”(项目编号:2023GB110); 2024 年教育部高等教育司产学研协同育人项目“新工科背景下物理化学实验虚拟仿真教学师资队伍培训”(项目编号:24070062731333); 2024 年教育部高等教育司产学研协同育人项目“数字时代下新能源材料与器件专业师资队伍”(项目编号:240729140); 湖北省教育厅 2024 年度新工科建设项目“新工科背景下新能源材料与器件专业《物理化学实验》教学体系优化与实践”(项目编号:XGK03088)。

参考文献

- [1] 林健. 新工科人才培养质量通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 5-16.
- [2] 彭鹤翔. 推进课程育人价值塑造、知识传授与能力培养的一体化研究[J]. 学校党建与思想教育, 2024(8): 62-65.
- [3] 沈海云, 朱莉娜, 杜进祥, 等. 《物理化学实验(思政案例版)》新形态教材简介[J]. 大学化学, 2025, 40(1): 149-156.
- [4] 张哲, 方雨菲, 王靖迪, 等. 微纳米气泡的 Zeta 电位在水处理领域的应用[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2025, 56(6): 2203-2215.
- [5] 《中国制造 2025》解读之: 绿色发展是大势所趋、潮流所向[J]. 工业炉, 2024, 46(5): 48.
- [6] 张华. 磁性-介孔氧化硅胶体分子的可控制备及其重金属离子吸附行为研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江理工大学, 2021.