

# Teaching Reform of “Three Integrations and Three Orientations” in Physical Chemistry under the Context of Emerging Engineering Education

Yinglin Zhang Xinlu Liu Zhongping Xiong Yujun Si Jian Li

College of Chemistry and Environmental Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong, Sichuan, 643000, China

## Abstract

This paper focuses on the teaching reform of the physical chemistry course under the context of New Engineering. It adheres to the educational philosophy of “prioritizing moral education, student-centeredness, integration of teaching and research, and continuous improvement”. Aiming at the “pain points” in the teaching of physical chemistry, this study constructs an innovative strategy system of “three integrations” (integration of ideological and political education with teaching, integration of scientific research with teaching, and integration of majors) to achieve the “three orientations” educational goals (taking moral education as the fundamental, student development as the center, and outcome-oriented education). By incorporating ideological and political elements into the curriculum, restructuring the knowledge map, integrating information technology, and embedding scientific research results, this study innovates the teaching model, enhances students’ self-learning and problem-solving abilities, and lays a foundation for academic research and career development.

## Keywords

New Engineering; Physical Chemistry; Three Integrations and Three Orientations; Teaching Innovation

# 新工科背景下物理化学“三融三为”教学改革

张应琳 刘新露 熊中平 司玉军 李建

四川轻化工大学化学与环境工程学院, 中国·四川 自贡 643000

## 摘要

本文聚焦新工科背景下物理化学课程教学改革,秉持“德育为先、学生中心、研学融合、持续改进”教育理念,针对物理化学课程教学中的“痛点”问题,构建“思政融合、科教融合、专业融合”的“三融”创新策略体系,旨在实现“以立德树人为根本,以学生发展为中心,以目标产出为导向”的“三为”教育目标。通过融入课程思政元素、知识图谱重构、信息技术整合、融入科研成果等举措,创新教学模式,提升学生自主学习与问题解决能力,为学术研究与职业发展奠定基础。

## 关键词

新工科; 物理化学; 三融三为; 教学创新

## 1 引言

在新工科蓬勃发展的时代背景下,应用型地方院校肩负着为国家现代化建设输送高素质应用型人才的重大使命<sup>[1]</sup>。专业课程改革作为实现这一目标的关键环节,对于提升学生

的实践能力与创新思维至关重要<sup>[2]</sup>。物理化学作为化学学科的重要分支,是众多相关专业本科生二年级的核心基础课程,在学科体系中占据重要地位。然而,传统教学模式和内容已难以满足新工科理念和科技发展对应用型人才的需求,因此,开展物理化学课程的教学改革与创新迫在眉睫。

【基金项目】四川轻化工大学研究生教学建设项目(项目编号: JG202307); 四川轻化工大学2023年一流课程建设项目(物理化学); 四川轻化工大学2023年课程思政教改项目(项目编号: SZJG-2307); 四川轻化工大学“课程思政”示范课程建设项目(项目编号: 24KCSZ-KC01)。

【作者简介】张应琳(1994-),女,中国重庆人,博士,讲师,从事能源存储与转换材料研究。

## 2 课程基本情况与教学“痛点”

### 2.1 课程基本情况

物理化学是化学学科的重要分支,它以物理学的理念、实验方法和数学工具为基础,探究化学系统中宏观与微观层面的基本规律及其理论,是化学学科的理论基石<sup>[3]</sup>。作为化学、化工、生工、材料、机械等相关专业本科生二年级的核心基础课程,物理化学在学科体系中占据着举足轻重的地

位,被誉为“化学的灵魂”。近年来,随着学科不断发展,物理化学的研究领域已从宏观拓展到微观,从定性走向定量,从描述过渡到推理,并涵盖了静态到动态、平衡态到非平衡态、体相到表相等多个层面。它不仅为新材料合成、药物研发、环境保护、能源转换等领域提供了坚实的理论支持,更是推动科学前沿探索的关键力量,在纳米技术、生物化学等前沿领域发挥着不可或缺的作用。

## 2.2 课程教学中的“痛点”问题

作为理工科专业的基础学科课程,物理化学课程教学过程中长期存在以下三大“痛点”,“隐性”影响着课程教学目标的达成和教学质量的提升。

### 2.2.1 教学设计共鸣缺失,智慧教学手段匮乏

物理化学课程往往侧重于理论知识的传授,却忽视了与现实生活、学生兴趣、新兴科技领域的紧密联系,导致学生难以直观感知到课程内容的实际价值,降低学习积极性和动力。此外,教学手段缺乏智慧化、个性化,未能充分利用现代信息技术资源,如在线学习平台,以适应不同学生的学习偏好和能力差异,进一步降低了学生的课堂参与度和学习成就感。

### 2.2.2 课程思政融入生硬,教育效果难以深化

在物理化学课程中融入思政教育,初衷在于培养学生的科学精神与人文素养<sup>[4]</sup>。然而在教学过程中,思政元素与课程内容的结合显得生硬,缺乏深度与广度,未能深入挖掘物理化学原理背后的深刻哲学思考与广泛社会价值,难以引发学生的情感共鸣。加之缺乏与学生日常生活及未来职业规划的紧密联系,使得思政内容显得空洞而缺乏说服力,难以有效激发学生的内在学习热情与道德认同感,从而导致思政教育的效果难以真正深入人心。

### 2.2.3 前沿动态追踪不足,创新能力培养受限

物理化学课程理应紧密追踪科研前沿,引领学生勇敢探索未知领域<sup>[5]</sup>。然而,许多课程教学内容显得陈旧,未能及时纳入最新的科研成果与技术进展,导致学生所学知识严重滞后于科技发展的步伐。此外,教学方法上也存在明显不足,缺乏对学生问题解决能力和批判性思维的训练,导致学生在面对复杂问题时,往往缺乏独立思考和创新能力,难以满足未来科研或工业界对高素质人才的需求。

## 3 课程教学的创新思路及举措

针对上述“痛点”问题,本课程构建了“思教融合、科教融合、专业融合”的“三融”创新策略体系,旨在达成“以德树人为根本,以学生发展为中心,以目标产出为导向”的“三为”教育目标。

### 3.1 教学数智创新:知识图谱整体重构,促进渐进学习

在当前信息化、智能化时代背景下,教学数智创新成为提升教学质量的关键路径。基于学科知识体系构建的物理

化学课程将教学内容细化为10个模块,以知识图谱建立知识点间的关联,同时关联课程学习、试题以及来自超星知识库的大量学术资源。知识图谱改变以往以“教”为中心的传统课程方式,转为以“学”为中心的知识点学习路径。基于学生的学习进度和能力水平,智能推荐个性化的学习资源和路径,确保每位学生都能获得适合自己的学习体验。例如:知识图谱将“热力学第一定律”这一知识模块,划分展开一条包括概念、热力学第一定律、相变焓等知识点的清晰学习路径;并记录学习进度,智能主动干预学习过程,促进学习目标达成。根据学生的学习进度,逐步推送相关联的学习资源,如案例、实验、习题等,帮助学生逐步深化对知识的理解。

### 3.2 教学手段升级:优化教学过程,整合信息技术,营造温馨、高效、充满挑战的课堂氛围

强化课前预探、课中深研及课后拓展三个关键环节。课前利用学习通平台发布预习任务及引人深思的议题,激发学生探索欲望,引导学生自主构建初步的知识框架,为后续深入学习奠定坚实基础。课中从课前预探的讨论题为引导,设计问题链循序渐进地引导学生深入探究,教师则灵活引导,适时启发,推导出基本概念和公式。同时,巧妙融入学习通的互动功能,如“投票”与“抢答”,以增强课堂的趣味性和互动性,进一步激发学生的学习热情。课后附上扩展阅读二维码,精选相关视频、文献、公众号供学生阅读,鼓励学生整合所学知识,进行深度反思与自我提升。教师通过线上即时答疑、课后作业统计等手段,全面收集学生的学习反馈与数据,借助学习通等信息技术工具进行深入分析,以精准评估教学目标的达成情况。通过这一系列创新实践,成功引领学生由“被动受教”的传统模式迈向“主动学习”的新时代。

### 3.3 教学内容升级:优化资源配置,提升课程高阶性、创新性及挑战性

#### 3.3.1 思政融合

深入挖掘课程的思政元素,建立物理化学课程思政案例库,将思政元素融入教学中,实现显性教育与隐性教育的有效结合。借助影音资源、图片和实物等丰富的教学载体,以及生活实例和名人轶事等思政情境,从多角度、多方面和多层次地对学生价值引领。例如:在化学动力学的学习中,可以融入坚持不懈、勇于探索的思政元素。以化学家亨利·艾林(Henry Eyring)为例,他通过对化学反应速率的研究,提出了艾林方程。然而,他的学术道路并非一帆风顺,曾面临多次失败和挫折。通过讲述艾林教授坚持不懈、最终取得突破的故事,激励学生面对困难和挑战时坚韧不拔的精神。在热力学教学过程中,可以深入挖掘热力学在能源利用、节能减排等领域的应用。通过展示热力学原理在可持续发展中的应用实例,如太阳能热水器、热泵系统等,让学生认识到科学对于推动可持续发展的重要性。同时,结合生活实例

和名人轶事,如科学家如何利用热力学原理推动绿色能源的发展,激发学生的兴趣和环保意识,达到榜样教学和“如盐入水”的思政育人效果,实现显性教育与隐性教育的有效结合。

除了爱国情怀,爱校之情也是进行课程思政建设的重要部分。通过引入我校教师结合物理化学原理为国助力的科研实例,激发学生对母校的自豪感和荣誉感,加深学生对母校的热爱。在电化学的学习中,特别是关于燃料电池技术时,介绍我校化学与环境工程学院司玉军教授团队在质子交换膜燃料电池(PEMFC)方面的研究成果。他们通过优化电化学性能和材料设计,提高了PEMFC的效率和稳定性,为新能源汽车和分布式能源系统提供了清洁能源解决方案。通过展示这些科研成果及其对环保事业的贡献,激发学生的科技报国情怀和对绿色发展的认识。

### 3.3.2 科教融合

针对课程内容前沿性不足的“痛点”问题,从科研报道、前沿成果、热点话题和社会焦点等方面入手,多渠道拓展内容,拓宽学生视野,培养学科交叉思维。例如在讲解电化学中电池的工作原理、电极反应和电解质性质时,引入固态电池技术的最新进展。介绍特斯拉、比亚迪等新能源汽车在固态电池研发上的突破,强调固态电池相比传统液态电池在安全性、能量密度和循环寿命上的显著优势。通过展示固态电池如何克服液态电池易燃易爆、低温性能差等痛点,使学生深刻理解电化学原理在实际应用中的挑战与解决方案。通过视频、动画和模拟实验等形式,直观展示固态电池的工作原理和性能优势。在化学动力学章节,针对催化剂的内容,结合当前全球关注的二氧化碳还原反应( $\text{CO}_2\text{RR}$ )进行前沿拓展。指出单原子催化剂因其高活性、高选择性和低成本,在 $\text{CO}_2\text{RR}$ 中展现出巨大潜力,是实现碳中和目标的关键技术之一。分享国内外顶尖研究团队在单原子催化剂设计、合成及其在 $\text{CO}_2\text{RR}$ 中应用的最新成果。组织学生围绕“单原子催化剂能否成为未来能源转型的催化剂?”这一话题进行讨论,引导学生从化学动力学角度深入分析其机理,同时考虑经济、环境和社会接受度等多方面因素。通过这些方式,不仅丰富了物理化学课程的内容,增强了其时代前沿性和深度广度,而且通过科研与教学的紧密结合,有效提升了课堂的学术氛围,培养了学生的学科交叉思维 and 创新能力。

### 3.3.3 专业融合

让物理化学课程为专业课赋能,增强了学生深度学习的信心,解决了基础课与专业课融合度低的“痛点”问题。

例如面对环境专业的学生时,结合环境工程专业中的空气净化技术,讲解催化剂(如贵金属催化剂、纳米材料催化剂)如何加速空气污染物(如VOCs、NO<sub>x</sub>)的转化,减少有害排放。通过案例分析,探讨催化剂的设计与优化策略,以及在实际应用中的性能评估和挑战。面对酿酒专业的学生时,通过讲解热力学第一定律和第二定律,分析酿酒过程中能量的转化与利用效率。同时,引入化学动力学原理,探讨酵母发酵速率的影响因素(如温度、pH值、底物浓度),以及如何通过调控这些因素优化发酵过程,提高酒精产量和风味品质。面对化工专业的学生时,结合化工专业中的分离技术(如蒸馏、萃取、吸附等),讲解这些技术背后的物理化学原理。通过案例分析,探讨不同分离方法的选择依据、操作条件及其对能耗和成本的影响,培养学生的工程思维和优化设计能力。通过分析药物分子的结构特征,探讨如何通过化学修饰或物理处理改善药物性质,提高疗效和安全性。

## 4 结语

本文通过教学数智创新、教学手段升级和教学内容升级等举措,有效解决了课程教学中的“痛点”问题。教学数智创新利用知识图谱促进学生的渐进学习,教学手段升级整合信息技术营造了温馨、高效、充满挑战的课堂氛围,教学内容升级实现了思政融合、科教融合和专业融合,提升了课程的高阶性、创新性和挑战性。通过这些改革与创新,学生的自主学习能力和问题解决能力得到有效提升,为其未来的学术研究和职业发展奠定了坚实基础。未来,我们将继续深化教学改革,不断探索和创新教学方法,以适应新工科理念和科技发展的需求,为培养更多高素质应用型人才贡献力量。

### 参考文献

- [1] 陈钰,张紫怡,郑慧敏,等.新时代教育背景下物理化学教学改革探索[J].广州化工,2022,50(03):185-186.
- [2] 张梦娟,张晴晴,邵国泉.地方本科高校物理化学课程教学改革的探索[J].广州化工,2023,51(06):203-205.
- [3] 傅献彩,侯文华.物理化学(第6版)[M].北京:高等教育出版社,2022.
- [4] 赵学艳,肖瑞杰,曹桂荣.新工科背景下物理化学课程思政探索与实践[J].中国教育技术装备,2024(08):103-107.
- [5] 周光礼,周详,秦惠民,等.科教融合学术育人——以高水平科研支撑高质量本科教学的行动框架[J].中国高教研究,2018(08):11-16.