

环境科学与工程专业《无机化学》课程思政案例设计 ——以“弱酸解离平衡”为例

谢敏伟*

厦门大学环境与生态学院, 福建 厦门 361102

摘要: 为积极响应国家课程思政建设政策, 优化环境类专业课程的教学设计, 本文以我校环境科学与工程专业《无机化学》课程中的“弱酸解离平衡”章节为案例, 探索了将经典环境问题(如酸雨)与全球热点问题(如海洋酸化)融入教学的路径。基于问题导向的案例教学方法, 设计了理论与实际相结合的教学模式, 通过启发式和探究式学习, 引导学生在课堂讨论与课后自主探究中深刻理解弱酸解离平衡的科学原理及其在环境保护中的应用。教学实践表明, 该设计不仅显著提升了学生的学习兴趣 and 参与度, 还有效培养了其社会责任感、科学思维能力及独立思考能力, 为课程思政与专业教育的深度融合提供了有益参考。

关键词: 环境科学与工程专业; 无机化学; 课程思政; 案例设计; 弱酸的解离平衡

中图分类号: G64; O6

Integrating Ideological and Political Education into Inorganic Chemistry: a Case on “Weak Acid Dissociation Equilibrium” in Environmental Science and Engineering

Minwei Xie *

College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102, Fujian Province, China.

Abstract: In response to national policies promoting the integration of ideological and political education into curricula, this study explores an optimized teaching design for environmental science courses. Using the “weak acid dissociation equilibrium” chapter in the Inorganic Chemistry course for Environmental Science and Engineering majors as a case study, the research incorporates classic environmental issues such as acid rain and global challenges like ocean acidification into the teaching content. A problem-based case teaching approach was adopted to design a model that combines theoretical knowledge with practical applications. Through heuristic and inquiry-based learning, students were guided to gain a deep understanding of the scientific principles behind weak acid dissociation equilibrium and its relevance to environmental protection during classroom discussions and independent exploration. Teaching practice showed that this design significantly enhanced students' interest and participation in learning, while effectively promoting their sense of social responsibility, scientific thinking, and independent problem-solving skills. This study offers valuable insights for the deeper integration of ideological and political education with professional courses.

Key Words: Environment science major; Inorganic chemistry; Curriculum ideological and politics; Teaching case; Weak acid dissociation equilibrium

收稿: 2024-12-31; 录用: 2025-01-15; 网络发表: 2025-01-20

*通讯作者, Email: minweixie@xmu.edu.cn

基金资助: 福建省本科高校教育教学研究项目(本科教育类)(FBJY20240253)

近年来, 国家高度重视课程思政建设, 发布了一系列政策文, 明确提出将思想政治工作贯穿教育教学全过程, 实现全员、全过程、全方位育人。这些文件要求各类课程主动承担起思想政治教育责任, 将思政元素有机融入课堂教学的各个环节。

环境科学与工程专业是研究环境保护与可持续发展、解决人类生存环境问题的重要学科, 其课程教学不仅需要传授专业知识, 还应注重培养学生的环保意识、实践能力和社会责任感。《无机化学》作为该专业的基础课程之一, 对于学生理解环境化学过程具有重要作用。将课程思政融入《无机化学》教学, 不仅有助于学生深刻掌握化学原理, 还能引导他们将理论知识应用于实际问题, 提升科学素养与创新能力, 同时强化社会责任感和可持续发展意识^[1-3]。这种教学设计符合专业教育目标和课程思政的育人要求, 可为学生的全面发展奠定坚实基础。

本文以《无机化学》中“弱酸解离平衡”知识点为例, 设计了一套以“理论联系实际”为核心的课程思政案例。通过结合经典环境问题(如酸雨)与热点环境问题(如海洋酸化), 将化学原理与实际环境挑战相结合, 引导学生认识科学知识在解决环境问题中的重要性。在教学中, 通过计算演示和课堂讨论的方式, 帮助学生深入理解环境问题背后的科学机制。这种教学方法不仅能增强学生对理论知识的掌握, 还能培养其环保意识和社会责任感, 激发学习兴趣, 促进跨学科思维和创新能力的形成^[4,5]。

1 案例详述

1.1 经典环境问题——酸雨

1872年, 英国化学家史密斯在对曼彻斯特的雨水进行分析时首次发现了酸雨。工业革命后, 酸雨问题在全球范围内变得较为严重, 我国一些地区已经成为酸雨多发区。酸雨对环境和人类健康造成了广泛的影响, 包括土壤酸化、农作物减产、建筑材料腐蚀以及对人体健康的潜在危害。

酸雨是指pH小于5.6的降水, 主要由化石燃料燃烧释放的二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)等酸性气体引起的(图1)。然而, 学生对酸雨定义中的“pH < 5.6”这一阈值的科学依据通常缺乏深入理解。

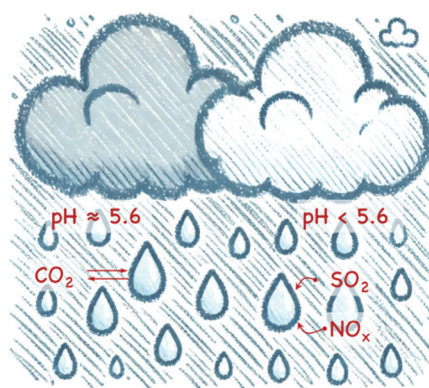


图1 酸雨背后的化学原理

为此, 我们提出以下核心问题: 为什么酸雨的定义为pH < 5.6? 围绕该问题, 设计如下例题, 通过计算和讨论帮助学生理解其背后的科学原理:

例1. 在常温(25 °C)常压下, 空气中CO₂的浓度约为420 ppmv (parts per million volume, 即 4.2×10^{-4} atm), 已知CO₂的亨利常数为 $3.38 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1}$, H₂CO₃的一级解离平衡常数 $K_1 = 4.5 \times 10^{-7}$, 二级解离平衡常数 $K_2 = 4.7 \times 10^{-11}$ 。求气液平衡状态下雨水的pH。

1.2 热点环境问题——海洋酸化

随着人类活动的加剧, 大气中二氧化碳(CO₂)浓度逐年增加(图2)。据世界气象组织(WMO)统计,

2023年全球CO₂浓度已达420 ppmv, 比工业革命前(1750年)的280 ppmv高出约50%, 且在过去20年内增长了11.4%^[6]。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)预计, 到2100年, 大气CO₂浓度将升至1100 ppmv, 届时海水pH值可能下降至7.8^[7]。

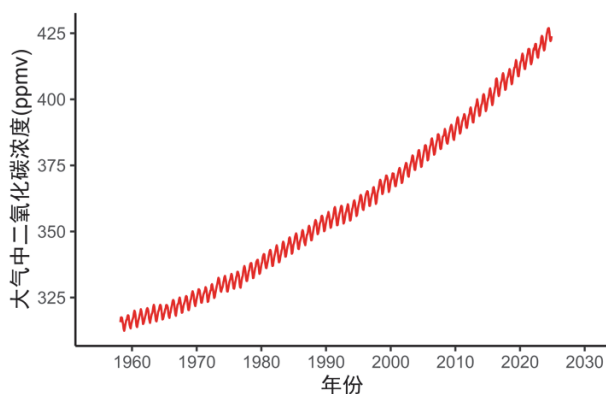


图2 大气中CO₂浓度持续增加^[8]

海洋酸化是指海洋吸收了大气中过量的CO₂, 导致海水pH值下降, 酸性增强的现象。这一过程严重威胁海洋生物的生存与生态系统平衡, 影响渔业资源及全球气候稳定。

针对这一背景, 提炼出核心问题: 大气中CO₂浓度变化如何影响海水的pH? 为帮助学生理解该问题, 引导学生简化系统并设计如下例题, 供课堂上讨论和练习:

例2. 假设海水的碱度是2300 μmol·L⁻¹ (开阔大洋表层海水的平均碱度), 且完全由HCO₃⁻贡献, 计算:

(1) 当前大气CO₂浓度下(420 ppmv)海水的pH;

(2) 工业革命前大气CO₂浓度(280 ppmv)及未来大气CO₂浓度达到560 ppmv (约为工业革命前的两倍)时的海水pH。

2 教学实施

2.1 教学目标

该部分内容的授课对象为环境科学与工程专业一年级本科生。他们具备化学平衡原理的初步知识, 但对酸碱解离平衡的理解和实际应用尚未有深入的思考。因此, 本次教学本着理论与实践相结合的理念, 设计以下教学目标:

(1) 知识目标: 掌握弱酸解离平衡的基本原理及计算方法。

(2) 能力目标: 通过定量分析理解环境问题, 并运用所学知识解决简化后的核心问题。

(3) 课程思政目标: 激发学生对化学的兴趣, 培养探索与创新精神, 增强环保意识和社会责任感, 树立科学的世界观和方法论。

2.2 教学重点和难点

本节的教学重点为掌握一元弱酸和二元弱酸的解离平衡原理及计算方法。难点为简化复杂环境问题, 并基于化学原理进行定量分析。

2.3 教学内容与课堂组织

课堂采用“渐进式”结构推进(图3)。在学生完成预习任务的基础上, 通过课程思政导入, 引导学生讨论“酸雨”和“海洋酸化”两类环境问题的背景知识, 定性分析其共同的化学基础——二氧化碳在溶液中溶解并发生弱酸解离。随后, 教师讲解弱酸解离平衡的化学原理, 并以一元弱酸(醋酸)和二元弱酸(碳酸)为例, 计算平衡时体系中各形态物质的浓度, 帮助学生掌握相关知识点。

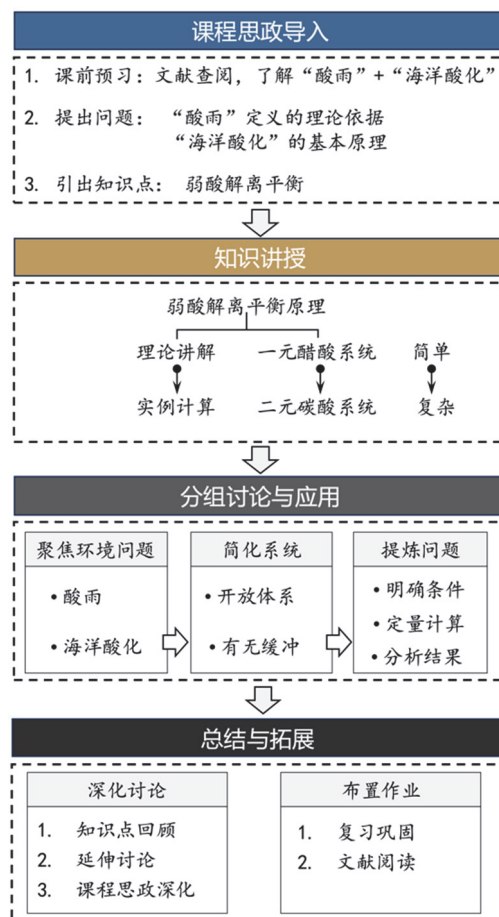


图3 “渐进式”的方式组织课堂教学

接着, 组织学生分组讨论, 将复杂的环境问题转化为明确的化学问题(如例1和例2), 简化研究系统, 设定环境条件, 并结合课堂所学进行定量分析, 计算酸雨和海洋酸化的pH值变化规律及影响因素。学生通过小组合作完成任务, 并汇报讨论成果, 分析相同条件下雨水与海水pH差异的原因, 以及大气二氧化碳浓度变化对海水pH的具体影响。

最后, 教师总结学习内容, 回顾弱酸解离平衡的原理与计算方法, 延伸讨论我国在污染物排放控制和应对全球气候变化方面的政策与实践, 引导学生理解化学在环境治理与可持续发展中的核心作用, 增强社会责任感。课后布置作业, 强化课堂知识点的应用, 同时引导学生查阅文献, 进一步学习酸雨、海洋酸化对生态系统的具体影响机制与程度。

2.4 教学设计

表1从教学环节、教师活动、学生活动三个方面, 详述本节课的教学设计。

3 案例成效

3.1 提升教学效果

本案例通过将弱酸解离平衡知识与实际环境问题“酸雨的形成”和“海洋酸化”相结合, 构建了理论与实践相辅相成的教学模式。在教学过程中, 通过针对性的设计计算题和引导性问题, 学生能够直观理解化学平衡在环境现象中的应用。这种以问题驱动为核心的教学方法有效激发了学生的学习兴趣, 显著提升了课堂参与度和知识掌握度。课堂反馈显示案例教学可以帮助学生更深刻地理解了弱酸解离平衡的原理, 并提高了其分析实际问题的能力。

表1 教学设计

教学环节	教师活动	学生活动
1. 课程思政导入	<p>1. 课前预习任务</p> <p>布置课前作业, 要求学生了解以下两类环境问题:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 经典环境问题——酸雨 • 热点环境问题——海洋酸化; <p>2. 课堂讨论与问题凝练</p> <p>组织学生讨论, 引导其凝练核心问题:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 酸雨定义中“$\text{pH} < 5.6$”这一阈值的科学依据是什么? • 大气中二氧化碳浓度变化如何影响海水的pH? <p>3. 引入核心知识点</p> <p>通过定性分析上述问题背后的共同化学基础, 导入本节课的核心内容——弱酸解离平衡</p>	<p>1. 课前预习任务</p> <ul style="list-style-type: none"> • 学生查阅资料, 分别从经典环境问题(酸雨)和热点环境问题(海洋酸化)的定义、形成机制和危害角度进行初步了解, 并整理出关键内容作为课堂讨论的准备 • 提交预习成果, 如简要笔记或关键词列表, 帮助教师掌握学生的理解程度 <p>2. 课堂讨论与问题凝练</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分组讨论并发表观点, 定性分析两种环境问题的共性化学基础, 即: 二氧化碳溶于水后生成的碳酸发生部分解离, 释放出氢离子 • 小组合作, 梳理并凝练核心问题, 形成可进一步分析明确核心问题(如酸雨的pH阈值来源、大气二氧化碳浓度对海水pH的影响等)
2. 知识讲授	<p>通过理论和例题详细讲解以下内容:</p> <p>1. 一元弱酸解离平衡</p> <ul style="list-style-type: none"> • 以醋酸为例, 介绍一元弱酸解离平衡原理及相关计算方法 <p>2. 二元弱酸解离平衡</p> <ul style="list-style-type: none"> • 以碳酸平衡为例, 讲解二元弱酸解离平衡的原理及相关计算方法 	<p>知识点学习</p> <ul style="list-style-type: none"> • 学生专注听讲, 学习一元和二元弱酸解离平衡的基本原理与计算方法, 记录重点概念和公式。 • 提问互动: 学生主动提出疑问, 或与同伴讨论难点, 教师实时解答
3. 分组讨论与应用	<p>1. 核心问题解决</p> <p>聚焦课程导入阶段提炼的核心问题, 组织小组讨论。通过定量计算, 解决问题</p> <p>2. 深入分析与拓展</p> <p>通过计算结果, 引导学生深入理解课程知识点以及相关环境问题:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 提出问题: 为什么在相同大气二氧化碳浓度(420 ppmv)下, 雨水的pH显著低于海水的pH? • 由此, 引导学生理解同离子效应: 海水中HCO_3^-会抑制H_2CO_3的第一步解离, 降低解离度, 解释海水较高的pH • 进一步分析随着大气二氧化碳浓度增加, 海水pH下降的趋势, 并讨论海洋系统的复杂性: 涉及物理、化学和生物过程相互作用, 强调需要深入的科学研究来揭示海洋酸化的真实影响 	<p>1. 小组任务与分工</p> <ul style="list-style-type: none"> • 学生分组, 将核心问题具体化为明确的化学问题(如计算不同条件下的pH), 在小组内讨论研究思路, 简化系统, 设定合理的环境条件。 • 根据例题模板(如雨水和海水pH计算示例), 分工完成以下计算任务: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 二氧化碳浓度为420 ppmv时雨水和海水的pH; ◦ 二氧化碳浓度分别为280 ppmv和560 ppmv时, 海水的pH变化 <p>2. 问题思考与汇报</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分析并总结: 通过计算结果, 学生对以下问题进行讨论并得出结论: <ul style="list-style-type: none"> ◦ 相同大气二氧化碳浓度下, 雨水与海水pH差异的原因; ◦ 大气二氧化碳浓度变化对海水pH的具体影响机制 • 每组派代表汇报讨论成果, 教师引导学生进一步反思知识点与实际环境问题的联系

(待续)

(续表1)

教学环节	教师活动	学生活动
4. 总结与拓展	<p>1. 知识点回顾</p> <p>系统回顾弱酸解离平衡的相关原理与计算方法</p> <p>2. 延伸讨论：国家应对策略</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸雨问题：与产业结构密切相关。我国通过立法、污染物排放控制、产业结构调整 and 清洁能源推广，成功缓解了酸雨问题 海洋酸化：作为全球性环境问题，是全球气候变化变化的重要体现。应对海洋酸化需要全球合作，通过减少温室气体排放和增加碳汇来减缓其影响 <p>3. 课程思政深化</p> <p>全球气候变化是人类面临的重大挑战之一，对生态环境、经济社会发展和人类健康构成威胁。我国作为最大的发展中国家，积极参与全球气候治理，提出“碳达峰、碳中和”目标，推动绿色低碳科技创新与产业发展，彰显了负责任大国的担当精神</p> <p>4. 课后作业</p> <ul style="list-style-type: none"> 完成教材中与弱酸解离平衡相关的计算题。 查阅前沿文献，探讨海洋酸化对海洋生态系统的影响机制及应对措施 	<p>1. 复习巩固与课堂反馈</p> <ul style="list-style-type: none"> 学生回顾本节课学习的核心知识点和计算方法，总结自己在学习过程中的收获。 完成课堂练习和教材中的相关计算题，提交作业以检验对知识点的掌握情况。 <p>2. 查阅资料与深入学习</p> <ul style="list-style-type: none"> 学生查阅前沿科技文献，围绕海洋酸化的生态影响和应对措施撰写简要报告，进一步深化对海洋酸化问题的认识 鼓励学生结合所学知识和查阅内容，提出对未来环境治理的思考与建议，增强主动探究和批判性思维能力。

3.2 培养社会责任感和环保意识

通过课前的背景资料阅读和课后的文献查阅任务，学生加深了对酸雨现象和海洋酸化的了解及其生态影响。课堂讨论中，学生能够结合化学知识主动分析这些问题对环境和人类社会的潜在威胁，并提出可能的解决思路。例如，有学生在小组讨论中提出，通过调控工业废气排放可有效缓解酸雨问题，而通过红树林植被恢复则是应对海洋酸化重要辅助措施。案例教学促使学生将理论学习与社会实践相结合，增强了他们对环境保护重要性的认识，提升了社会责任感。

3.3 实现课程育人的总体目标

案例教学将弱酸解离平衡知识与国家环境治理实践紧密联系，使学生在科学学习的同时，领悟辩证唯物主义的基本思想。通过分析海洋酸化的形成机制及其对海洋生态系统的影响，学生认识到全球气候变化带来的复杂性以及多学科合作在应对这些问题中的重要性。在案例教学中，学生深入探讨了海洋酸化如何威胁珊瑚礁生态系统、海洋食物链稳定性以及全球渔业经济，并结合我国“双碳”目标下的应对策略，讨论了减少温室气体排放和加强国际合作的必要性。通过这些分析，学生不仅理解了科学知识的现实意义，还增强了对我国作为负责任大国在全球气候治理中担当角色的认同感，进一步激发了其以专业知识服务国家和社会的使命感。

4 结语

将“课程思政”内容有机融入环境类专业的无机化学教学，不仅有效提升了教学效果，还帮助学生将科学理论与实际问题相结合，增强了对环境保护重要性的理解，培养了社会责任感和环保意识。在案例教学中，以“酸雨、海洋酸化”等环境问题为切入点，通过引导学生深入探讨全球气候变化及我国“双碳”目标下的应对策略，进一步激发了学习兴趣和探究欲望，助力课程育人目标的实现。

课程思政建设是一项需要长期探索与持续改进的系统性工程。未来,应进一步完善课程内容和教学设计:

- (1) 丰富案例资源:挖掘更多具有专业背景特色的实际案例,增强学生学以致用能力;
- (2) 创新教学方法:结合现代教学手段和信息技术,进一步提升学生的自主学习积极性和探究能力;
- (3) 强化师资建设:通过培训与交流,提升教师在专业知识传授与思想教育融合方面的能力,为课程思政的持续推进提供坚实保障。

通过这些努力,课程思政将更好地服务于环境类专业教育,助力学生成长为具备专业素养与社会责任感的新时代人才,为国家与社会的可持续发展贡献力量。

参 考 文 献

- [1] 匡勤,郑兰荪,朱亚先. 大学化学, **2024**, *39* (10), 14.
- [2] 张扣林. 广东化工, **2022**, *49* (5), 207.
- [3] 姜晓蕾,胡芳东. 大学化学, **2024**, *39* (10), 174.
- [4] 刘建丽,姚俊,闵宁,马博. 中国地质教育, **2024**, *33* (3), 54.
- [5] 蔡苹,朱亚先,胡涛. 大学化学, **2024**, *39* (10), 84.
- [6] WMO. 2023. Greenhouse Gas Bulletin. [2024-12-05]. <https://library.wmo.int/records/item/69057-no-20-28-october-2024>
- [7] IPCC. 2022. IPCC Sixth Assessment Report Technical Summa. [2024-12-05]. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- [8] Trends in globally-averaged CO₂ determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements. [2024-12-05]. <https://doi.org/10.15138/9N0H-ZH07>