

## 有机化学实验教学中的课程思政设计 ——以“茶叶中提取咖啡因”为例

张展鸣, 朱灿, 王娟, 林阳辉, 孙默\*

复旦大学化学系, 上海 200438

**摘要:** 借助在复旦大学覆盖面广的“茶叶中提取咖啡因”实验, 我们构建了一次有机融合实验探究与思政教育的创新教学实践。在注重培养学生扎实规范的实验操作和实验技能同时, 引导学生关注基础专业技能服务于行业发展以及基础理论指导实际生产的应用, 激发学生的创新思维与实践能力, 增强团队合作的意识, 提升学科素养, 潜移默化中培养学生的专业服务意识和社会担当意识, 提升职业素养。

**关键词:** 有机化学实验; 茶叶; 咖啡因; 课程思政

**中图分类号:** G64; O6

## Ideological and Political Cases in the Course of Organic Chemistry Experiment: Taking Caffeine Extraction from Tea Leaves Experiment as an Example

Zhanming Zhang, Can Zhu, Juan Wang, Yanghui Lin, Mo Sun\*

Department of Chemistry, Fudan University, Shanghai 200438, China.

**Abstract:** Utilizing the widely covered “Caffeine Extraction from Tea Leaves” experiment at Fudan University, we have constructed an innovative teaching practice that integrates experimental inquiry with ideological and political education. While emphasizing the cultivation of students' solid and standardized experimental operations and skills, we guide students to focus on how fundamental professional skills serve industry development and how basic theories guide practical production applications. This practice stimulates students' innovative thinking and practical abilities, enhances their awareness of teamwork, and elevates their academic literacy. Through subtle influence, it cultivates students' professional service consciousness and sense of social responsibility, thereby improving their professional integrity.

**Key Words:** Organic chemistry experiment; Tea; Caffeine; Ideological and political education

2020年5月, 教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》, 全面推进高校课程思政建设<sup>[1,2]</sup>。《纲要》提出, 围绕政治认同、家国情怀、文化素养、宪法法治意识、道德修养等重点优化课程思政内容供给, 系统进行中国特色社会主义和中国梦教育、社会主义核心价值观教育、法治教育、劳动教育、心理健康教育、中华优秀传统文化教育, 坚定学生理想信念, 切实提升立德树人的成效。课程思政教育有机融入专业课程教学是提高教学质量、培养高素质人才的关键路径。实验课程, 作

收稿: 2024-09-06; 录用: 2024-10-16; 网络发表: 2025-01-06

\*通讯作者, Email: mosun@fudan.edu.cn

基金资助: 2024年教育部实验教学和教学实验室建设研究项目(SYJX2024-068), 复旦大学本科教学改革项目(FA2024A149), 复旦大学课程思政教育教学改革研究课题(KT23034)

为理论与实践的桥梁，为思政教育的深度融入提供了得天独厚的平台。

“茶叶中提取咖啡因”是有机化学实验课程开设的一个经典实验，展示了从天然产物中提取有机化合物的过程<sup>[3,4]</sup>。在复旦大学，该实验覆盖面广，每年近千名来自化学、生物学、医学、药学等多个专业的本科生必修，是一个理想的课程思政实践平台。本文介绍了我们如何在教学过程中创新这一经典实验，将实验教学和课程思政教育紧密融合，全面实现全过程实验课程思政。通过这一设计，我们旨在培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感，增强学生探索创新和解决问题的实践能力，强化学术规范和科学伦理教育，并加强医德医风教育，提升学生的综合素养和人文修养。我们的设计不仅发挥了学生的主观能动性，还培养了他们解决问题的综合能力和创新精神，激发了家国情怀，树立了职业操守意识，促进了学生的全面发展。这种教学设计实现了知识性与价值性、科学性与人文性、实践性与理论性以及过程性与目标性的统一，为有机化学实验课程的思政教育探索了新路径。

## 1 教学目标

### 1.1 知识目标

- (1) 能够描述索氏提取器的原理和使用方法。
- (2) 巩固蒸馏等基本知识 with 操作。
- (3) 能够描述升华的原理和操作。

### 1.2 能力目标

- (1) 能够组装索氏提取装置，用于连续提取天然有机物质。
- (2) 能够熟练搭建蒸馏实验装置。
- (3) 能够搭建常压升华装置，用于纯化固体有机物。
- (4) 能够归纳比较有关分离纯化的知识，并且融会贯通。

### 1.3 素养目标

(1) 引导学生对比分析传统蒸馏与索氏提取器的结构原理以及性能差异，思辨二者在实际中的应用和发展，启发学生体会专业基础技能的重要性，主动思考如何运用所学的专业理论知识为社会服务。

(2) 引导学生查阅资料了解咖啡因在实际生活中的应用场景，关注“易制毒化学品”的管制知识，引导学生树立职业素养观，遵守科学伦理。

(3) 引导学生查阅相图理论知识在指导实际物质分离提纯、材料生产中的应用，体会相图理论指导实际生产的应用，激发学生的学习主观性，培养学生探索创新精神、科学思维习惯和团队协作能力。

## 2 教学设计

课前，为提高学生自主学习能力，教师通过《教学大纲》和讲义发布预习要求，要求学生理解实验原理、熟悉基本实验流程和了解相关的背景资料，并自行设计实验方案，思考实验中可能涉及的问题。在课堂教学过程中，为保证实验课程的顺利进行，师生通过课前讨论，检验学生自主学习情况并针对重难点进行答疑；讨论后，学生进行自主实验操作和实验现象、实验数据的记录，教师通过巡视指导，观察评估学生能力目标达成度，以及素养目标的达成度。课后，为进一步加强和巩固实验知识目标、能力培养目标和课程思政目标，通过对课堂的总结、复盘和延伸讨论，促使学生对分离提纯等方法进行归纳总结，完成实验报告、实验思考和实验讨论，最终完成本实验的教学任务。表1展示了本实验教学活动过程中主要的知识技能和思政元素。

表1 教学设计

教学模块	知识技能	思政目标
课前实验 预习	1. 能够描述索氏提取器、蒸馏和升华等实验原理 2. 能够选择合适的实验器材, 设计实验操作方案 3. 能够查阅资料, 分析索氏提取器、蒸馏、升华等实验发展历史和现代应用等 4. 能够查阅资料, 了解相图的实际应用, 建立相图与各种分离技术之间的联系, 引导学生学会应用相图指导实验	1. 增强学生规范操作意识 2. 培养学生自主学习的习惯、学以致用意识, 用专业知识服务社会发展的意识 3. 培养学生全面分析问题、解决问题的能力 4. 培养学生辩证思维和理论联系实际的思维
课堂教学 实施	1. 能够辨析不同设计方案的异同之处 2. 能够规范搭建相关实验装置 3. 能够规范操作, 完成咖啡因的提取 4. 能够如实记录实验现象和实验结果 5. 能够与他人合作通过升华, 提纯咖啡因 6. 能够合理处置有机废液与无机废液	1. 培养学生辩证思维与创新意识, 激发科研热情 2. 培养学生规范扎实的实验操作 3. 培养学生尊重客观事实、严谨规范的科学精神 4. 培养学生的团队协作能力 5. 培养学生安全环保意识
课后分析 讨论	1. 归纳分析实验过程中的得失与应对情况, 点评和相互学习 2. 复盘实验内容, 巩固索氏提取器、蒸馏、升华等实验知识、流程与技能 3. 分享咖啡因作为管制品的管理规范 4. 辨析索氏提取装置在工业上的应用和改进	1. 培养学生正确处理实验中的小失误, 培养学生坚韧不拔的精神 2. 培养学生分类归纳有效的实验方法以及应用场景 3. 培养学生树立正确职业操守和遵守科学伦理的意识 4. 培养学生相互学习, 树立见贤思齐的学习态度, 促进知识的共享与成长的加速 5. 增强学生理论与实验的联系, 树立知识服务于社会的意识

### 3 教学实施

#### 3.1 课前预习资料

课前资料涵盖了本次实验中涉及的索氏提取器、蒸馏和升华的原理、历史发展及其自古至今的应用。学生可以通过这些资料了解实验所需的仪器、装置搭建及实验设计等信息, 同时掌握实验原理及相关仪器的拓展知识。

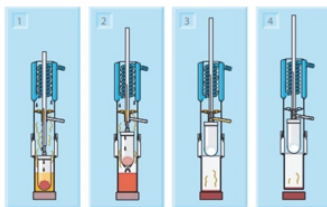
**索氏提取器:** 索氏提取器是一种常用的提取装置, 利用溶剂回流和虹吸原理, 使固体连续被溶剂提取, 从而节约溶剂并提高提取效率<sup>[5]</sup>。全自动索氏提取仪则是一个能够快速安全提取各种基质中可溶物的自动化系统(图1)。该设备执行煮沸、淋洗、溶剂回收和自动关闭四个提取步骤, 完全无人值守。它主要应用于食品、饲料、油料、清洁剂、聚合物、药品、石化产品、土壤和污泥等样品中粗脂肪含量的测定。相较于传统索氏提取法, 提取时间可缩短20%–80%, 并能满足相关国家标准要求。通过介绍实验室中的经典索氏提取装置及工业应用中的全自动索氏提取仪, 拓展了学生的视野, 使他们理解所学知识的现实意义和应用价值, 建立知识与应用之间的联系, 激发学生利用专业知识服务社会的意识。

**常压蒸馏:** 常压蒸馏是有机化学实验的基本操作, 是液体有机化合物的一种非常重要的分离提纯方法, 也是大学基础有机化学实验中最重要实验基本操作训练之一<sup>[6]</sup>。从公元前3500年的苏美尔人到现代工业中的精馏装置, 蒸馏技术在人类的生产生活中扮演着重要角色。介绍精馏分离学科创始人、中国科学院院士余国琮先生的事迹, 弘扬他“我不仅仅要自己争一口气, 更要把‘争一口气’的精神传承下去, 让更多的年轻人面对发达国家控制高新技术进口中国的现象, 继续为中国‘争一口气’!”的坚毅精神, 激励学生坚定报效祖国的理想信念。同时, 介绍国产高纯晶硅在光伏产业中的成就, 强调扎实基础知识的重要性, 鼓励学生在大学期间努力打好知识根基(图2)。



## 全自动索氏提取仪

### 工作原理



### 应用范围

应用范围	FT-G40/FT-650	作性备注
土壤中的PCB、PAH	2h	17h
水中的油类	45min	4h
塑料和橡胶中的可提取物	1-5h	2-48h
洗涤剂中的表面活性剂	1h	5h
纺织品中的羟纤维素	30min	2h
皮革中的脂肪	1h	5h
化肥中抗结块添加剂的提取	1h	3-4h
炸药和引信中的可提取物	1h	16h
石油岩石物的提取	2h	24h
电子产品中PBB和PBDE的提取	2h	16h

### 相关国家标准

- 1、GB/T 14772-2008 食品中粗脂肪的测定
- 2、GB/T 9695.7-2008 肉与肉制品总脂肪含量测定
- 3、GB/T 6433-2006 饲料粗脂肪测定方法
- 4、GB/T 15674-1995 食用菌粗脂肪含量测定方法
- 5、GB/T 5512-1985 谷类、油料作物种子粗脂肪测定方法
- 6、ISO 3947-1994 天然或加工淀粉的脂肪总含量测定
- 7、SN/T 0803.1-1999 进出口油料粗脂肪检验方法
- 8、SN/T 0800.2-1999 进出口粮食、饲料粗脂肪检验方法

理论联系实际；学以致用

图1 全自动索氏提取仪部分的资料



## 蒸馏的历史

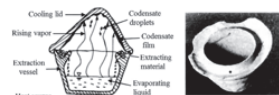


FIGURE 1.1 Extraction pot with evaporating liquid, condensing vapor, and extraction material in the chamber of the pot (B). The lid is sealed against the pot to avoid vapor and condensate losses.

Around 3500 BC the Sumerians were the first to apply evaporation and condensation in a pot for the purpose of extracting essential oils from herbs [8]; see Figure 1.1. Many of the pots and stills shown on the right side of the figure were

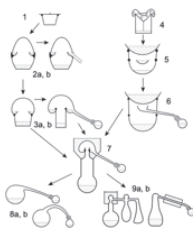


FIGURE 1.2 Illustration of Early Distillation Still Development



FIGURE 1.7 Title Page of Brunschwyg's Book on the Art of Distillation (141) Displaying an herb garden with two stills.



## 蒸馏的历史

### 工业应用

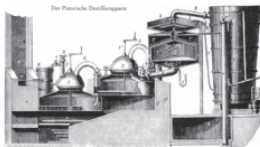


FIGURE 1.12 Two-ventil still by Heinrich Pictorius—Prussian patent of 1817 (20), often used in small alcohol distilleries.

精馏分离学科创始人、中国科学院院士  
余国琮 (1922-2022)



### 工业应用

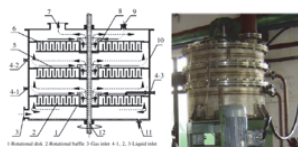


FIGURE 1.23 Three-Stage HIGee-Apparatus with Structured Rotating Disks (130)

### 工业应用

精馏是高纯晶硅制备的关键环节



图2 常压蒸馏历史和应用部分的资料

相图与天然产物的提取：相平衡是重要的物理化学概念。相图能够表达多相体系的状态如何随着温度、压力和组成等因素的变化而变化。深入理解多相系统的相平衡，有助于学生更深刻地理解溶解、蒸馏、结晶和萃取等分离过程，同时认识到相平衡原理在化学和化工科研及生产中的重要意义，从而提升他们对所学知识的运用能力。咖啡因是一种黄嘌呤生物碱，属于中枢神经兴奋剂，能够暂时驱散疲劳并恢复精力，临床上常用于昏迷患者的复苏。含有咖啡因的咖啡、茶、软饮料和能量饮料非常畅销，因此咖啡因也是世界上最普遍使用的精神药品。此外，咖啡因还是毒品安纳咖的主要成分，属于国家管制的原料药。通过对咖啡因的介绍，引导学生遵守法律法规，树立职业操守和对生命的敬畏意识，强调将人民群众的生命安全放在首位，以提升他们的职业素养和社会责任感。

### 3.2 课堂教学实施

本次实验的实施分为三个部分：索式提取、常压蒸馏和升华。学生在课前进行实验预习后，自主完成实验装置的搭建并开展实验。在实验过程中，教师将对学生实施过程中出现的问题和不规范现象进行纠正。

索氏提取：在实验过程中，学生需要注意观察实验现象，准确记录虹吸的时间间隔和次数，确保数据的完整性和准确性。同时强调原始记录的重要性，强化科学研究的真实性和严谨性，增强学术诚信的意识。

常压蒸馏：在安装蒸馏装置时，须确保高度合适、垂直水平且接口严密。蒸馏时，温度计水银球的上沿应与蒸馏烧瓶支管口的下沿平齐。判断蒸馏终点对实验进度至关重要，留液过多会延长后续操作时间，留液过少则会导致黏稠难以倾倒。在这一过程中，培养学生的耐心、细致、动手能力以及处理问题的思辨能力。

升华：以水的三相图为例，引导学生区分和描述升华、蒸馏和结晶三种不同的转化过程(图3)。由于本次实验涉及固-液萃取、蒸馏和升华三种不同的分离方法，我们鼓励学生思考这三种方法的原理差异，加深对物质分离方法的理解，并提高学生将知识系统化的能力。在升华实验中，引导学生考虑滤纸及其小孔的作用，同时思考小孔的朝向(向上或向下)、孔径(大或小)、密度(稀疏或密集)以及位置(靠近中心或边缘)等因素对咖啡因升华的影响。我们鼓励学生自主设计相关实验(图4)，与他人合作探索上述因素的影响。通过这种模式，发挥学生的主观能动性，增强课程参与感，激发科研热情，培养团队协作精神。同时，再次强调数据记录的完整性和准确性，要求学生如实记录孔分布方式和实验结果，树立科学研究的严谨态度和真实性要求。

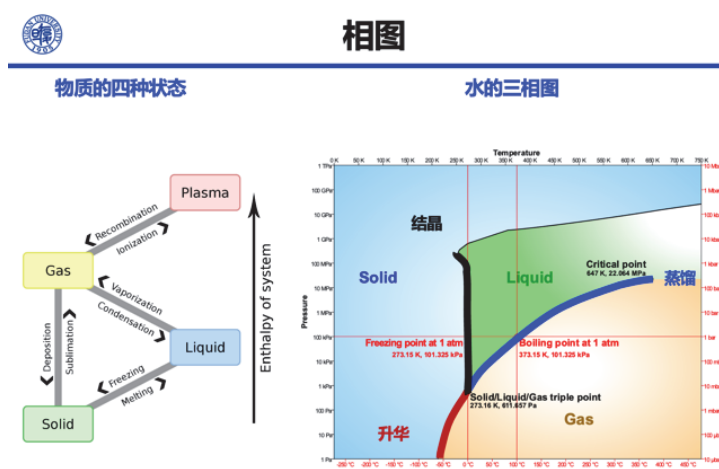


图3 相图知识部分的材料

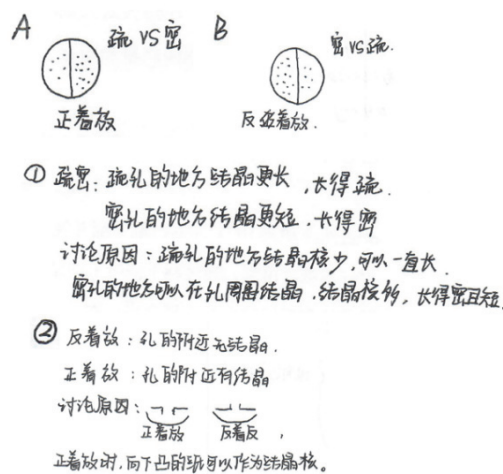


图4 升华实验的学生实验报告

实验结束后，学生需合理处理实验中的有机废液、无机废液和废弃物，整理实验装置、仪器和实验台面，确保实验室环境的整洁与安全，树立良好的实验安全意识、环保意识和实验作风。

### 3.3 课后分析讨论

学生结束实验后，撰写实验报告。教师可在下次实验课前结合学生报告内容，与学生讨论报告中的问题，从而形成实验课程的“复习”环节：

(1) 索氏提取器：与学生探讨全自动索氏提取装置在药物分析、环境检测、食品安全等多个领域的应用，再次强调专业知识的实际应用价值。与实验中的索氏提取装置对比，全自动索氏提取器具有自动化、智能化、高效和环保等特点，引导学生思考科学技术进步的重要性，并树立绿色环保的理念。

(2) 提取装置对比：对比索氏提取器与常规回流提取装置，探讨它们的差异，引导学生思考不同装置的优缺点，激发思维的火花。同时，讨论提取溶剂的差异，增强学生的绿色环保意识。

(3) 相图的应用：通过相图，加深学生对溶解、蒸馏、结晶和萃取等分离过程的理解。进一步结合本学期的实验课程，鼓励学生总结和比较过滤、柱层析、薄层色谱、重结晶、索氏提取、常压升华/减压升华、常压蒸馏等一系列分离与提纯方法，并从原理、适用条件和优缺点等方面进行探讨(见图5)，引导学生思考合理选择与利用分离方法。

实验报告:  
六. 问题与讨论

1. 分离方法的区别

分离提纯方法	原理	适用条件	优点和缺点
柱层析	在流动相中吸附力不同 吸附力不同导致移动力不同	液体-液体(本)的分离	分离快, 选择性性强 一次只能分离少量样品, 对大样品不适用
薄层色谱	(固体-液体) 吸附, 吸附力不同 吸附力不同导致移动力不同	液体-液体(本)的分离	分离快, 分辨率高 对生物活性分子分离效果不好 (是因为活性分子与固定相作用?)
重结晶	在溶剂中溶解度不同	固体-固体 杂质难溶于溶剂, 温度变化大	可以以晶体形式(晶体)析出 结晶速率慢, 耗时且易受干扰
索氏提取	在溶剂中溶解度不同	固体-固体 长期稳定的提取	省溶剂, 循环利用, 提取效率高 耗时较长, 开放性溶剂易挥发
常压升华	固体不同的蒸气压	固体-固体	升华可得到高纯度, 且操作比
减压升华		杂质难溶于溶剂, 蒸气压低; 固体不同蒸气压差大	重结晶更慢, 减压升华可提高收率避免热分解 操作时间长, 产率低, 不适合大量产品 提纯。
常压蒸馏	各组分的沸点不同	液体-液体 各组分的沸点相差在20以上	无需高压设备, 成本低 分离效率低, 适用范围有限。

图5 学生撰写关于“分离方法”的实验报告

上述讨论和讲解实现了实验课程的复习，帮助学生加深了对每个操作环节的理解，增强了理论与实际的联系，培养了知识运用能力，提升了思辨能力，树立了见贤思齐的学习意识和绿色环保的环境意识。

### 3.4 思政效果考核

为了检测学生能否达成相应的思政目标，我们针对重要的思政元素设置了考核方式和相应的考核标准，具体情况见表2。通过课堂交流、实验报告和实验过程，92%的学生展示出一定的创新精神

和团队协作能力, 95%的学生认同老一辈科学家的爱国情怀和表现出遵守科学伦理的态度, 99%的学生可以规范合理地开展实验且在分析实验中的问题, 98%的学生具有良好的实验素养, 在实验过程中和实验结束后, 及时整理器材。

表2 思政目标达成度的考核建议

考核方式	思政教学目标	考核标准	分值比例
实验操作和实验报告的数据记录	实验规范操作与严谨的科研态度	能够细致规范地搭建实验装置; 能够如实记录实验现象和实验数据	30%
实验设计和实验报告的讨论分析	创新精神、科学思维和团队协作能力	独立思考或与他人协作, 合理设计并完成实验, 对实验结果有明确分析和深刻理解; 遇到问题时, 能够及时、合理地解决; 能够理论联系实际, 将知识与应用有机地联系在一起, 能够运用所学知识解决问题	25%
课堂讨论和师生交流	家国情怀、时代责任和科学伦理	理解老一辈科学家在艰苦条件下不懈追求科学真理的崇高精神; 认同专业知识服务社会的重要性; 展现积极向上的人生态度; 对科学伦理和学术规范有深入的认识和认同	25%
实验安全评分	安全意识、环保意识和实验作风	能够合理处理废液; 实验结束后能够整理实验装置、仪器和实验台面等, 确保实验室环境的整洁与安全。	20%

#### 4 教学效果与反思

通过上述教学实践活动, 学生不仅掌握了索氏提取、常压蒸馏和升华等基础实验技能, 更在自主设计和分析实验的过程中深刻体验了科学研究的严谨与魅力。这种实践不仅巩固了理论知识, 提升了应用能力, 还激发了学生主动探索的内在动力, 培养了他们面对未知的勇气与智慧。

学生反馈中, 自主实验设计环节受到高度评价: “这个环节提高了我们的横向思考能力, 使对实验的理解更加透彻。”他们也体会到团队合作的重要性, 并表示: “学会与他人合作, 共同探讨实验是一件有趣的事。在这个过程中, 我们能够开拓思维, 与其他实验者建立联系。”学生们意识到, 科学探索是一场集体智慧的盛宴, 每一次思维的碰撞都能激发创新的火花, 这不仅增强了个人的科研能力, 更培养了团队协作与沟通的软技能。

更重要的是, 本次实验教学也是一次深刻的思政教育。通过老一辈科学家的奋斗历程以及索氏提取装置和蒸馏在工业生产中的应用, 学生们了解到化学在国民生产生活中的重要作用, 激发了他们的爱国情怀与科研热情, 增强了社会责任感, 树立了正确的世界观、人生观和价值观。学生们认识到: “实验中的每一个步骤都需要我们对结果负责, 这培养了我们的责任感。科学研究不仅是个人的事业, 更是对社会的贡献。通过实验, 我们增强了对社会的责任感和使命感, 这对于医学生更是一次宝贵的经历, 认识到每一项科学研究都有可能对社会产生积极的影响。”这种深刻的认识, 不仅塑造了学生的价值观, 更为他们未来的职业生涯奠定了坚实的基础。

总之, 通过融入思政元素的实验教学实践, 不仅提升了学生的科学素养与实践能力, 更在潜移默化中培养了他们的创新精神、团队意识与社会责任感, 为学生的全面发开展辟了新的路径。

#### 参 考 文 献

[1] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知. [2025-01-06].

[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content\\_5517606.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm)

- [2] 教育部全面推进高等学校课程思政建设. [2025-01-06]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/gzdt\\_gzdt/s5987/202006/t20200604\\_462550.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202006/t20200604_462550.html)
- [3] 龙海鑫, 周舟, 陈晓倩, 任习蓉, 孟爽. 化学教育(中英文), **2024**, *45* (14), 57.
- [4] 王爱玲, 崔颖娜. 大学化学, **2024**, *39* (12), 251.
- [5] 胡万群, 朱平平, 郑媛, 张万群, 邵伟, 吴红, 周强, 杨凯平, 盛翔. 大学化学, **2024**, *39* (2), 203.
- [6] 李芳, 赵卫光. 大学化学, **2023**, *38* (1), 206.