

由苯甲醇合成苯甲酸乙酯综合制备实验的课程思政设计

刘玲, 王海滨, 强根荣*

化学化工国家级实验教学示范中心(浙江工业大学), 杭州 310014

摘要: 将苯甲酸合成与苯甲酸乙酯制备两个经典实验改造为综合实验, 并以改进合成过程实现绿色、高效转化为案例, 引导学生通过查阅文献, 综合分析合成过程, 指出原合成方法存在的问题和不足, 提出改进的建议, 在此过程中, 引导学生将法律法规、实验规范、学科伦理、绿色理念、环保和可持续发展理念等融入实验的设计和 implementation 全过程, 使学生在受到基本操作训练的同时得到素质的全面提升。

关键词: 苯甲醇; 苯甲酸; 苯甲酸乙酯; 有机化学实验; 绿色化学; 课程思政

中图分类号: G64; O6

Curriculum Ideological and Political Design for the Comprehensive Preparation Experiment of Ethyl Benzoate Synthesized from Benzyl Alcohol

Ling Liu, Haibin Wang, Genrong Qiang *

National Experimental Teaching Demonstration Center for Chemistry and Chemical Engineering (Zhejiang University of Technology), Hangzhou 310014, China.

Abstract: The two classic experiments of benzoic acid synthesis and ethyl benzoate preparation are modified into a comprehensive experiment. Using improving the synthesis process to achieve green and efficient conversion as a case study, students are guided to comprehensively analyze the synthesis process through literature review, point out the problems and shortcomings of the original synthesis method, propose improvement suggestions. Students are also guided to integrate laws and regulations, experimental norms, subject ethics, green concepts, environmental protection, and sustainable development concepts into the entire process of experimental design and implementation, so that students can receive basic lab skill training and achieve comprehensive improvement.

Key Words: Benzyl alcohol; Benzoic acid; Ethyl benzoate; Organic chemistry experiment; Green chemistry; Course ideology and politics

1 引言

苯甲酸合成与苯甲酸乙酯制备是两个经典的有机化学合成实验, 涉及机械搅拌、加热回流、过滤、分水器使用、萃取、洗涤、干燥、常压蒸馏、减压蒸馏等实验基本操作。作为基础实验, 原实验虽然可以训练学生的基本操作能力, 培养其规范操作和实事求是的科学态度, 但也容易导致学生“照方抓药”, 学生对实验的理解不够深入, 兴趣不高, 也难以实现实验教学与思政教育的全面融合。

收稿: 2023-04-21; 录用: 2023-04-28; 网络发表: 2023-05-22

*通讯作者, Email: qgr@zjut.edu.cn

基金资助: 浙江省课程思政教学研究项目(浙教函〔2021〕47号); 浙江省省级一流课程(浙教办函〔2021〕195号); 浙江省省级课程思政示范课程(浙教函〔2022〕51号)

针对上述问题, 本案例将两个经典实验组合成一个设计性的综合实验, 通过组织学生研讨, 加深学生对法律法规、学科伦理、绿色化学理念、环保和可持续发展理念等的理解, 增强学生的创新意识、环保意识和可持续发展意识, 不仅有利于培养学生的学习兴趣, 还能够更好地掌握科学研究方法, 能够用正确的理念、方法分析解决复杂问题, 提升实验设计和创新思维能力^[1], 实现专业教学与思政教育的紧密衔接以及知识传授、能力培养与价值引领的同向同行^[2]。

2 课程思政案例的设计与实施

2.1 案例的导入

2.1.1 问题驱动教学法在本案例中的应用

从苯甲醇出发合成苯甲酸乙酯, 首先需要通过高锰酸钾将苯甲醇氧化为苯甲酸, 而后再在硫酸的催化下与乙醇反应, 合成苯甲酸乙酯。该实验案例采用基于问题的教学法(Problem-based learning, PBL)^[3], 由教师设计并提出以下问题, 引导学生在课前通过自主查阅资料和互相交流, 带着问题和思考进入课堂。

问题一: 将苯甲醇氧化为苯甲酸, 可以采用多种途径, 如采用高锰酸钾在酸性或碱性条件下氧化; 工业上也可以采用气相催化氧化。

- (1) 采用酸性或碱性氧化, 哪种方法更符合绿色化学的理念?
- (2) 是否可以用重铬酸钾代替高锰酸钾? 为什么?
- (3) 为了缩短反应时间, 提高转化效率, 可以采用哪些方法?

问题二: 采用苯甲酸与乙醇合成苯甲酸乙酯。

- (1) 采用硫酸作催化剂和吸水剂有何优缺点?
- (2) 实际合成加入带水剂的目的是什么? 选用什么作为带水剂? 选择的理由是什么?
- (3) 合成之后, 反应器中有哪些物质? 如何分离和提纯? 如何提升分离的效率?
- (4) 废弃物应如何处理才不违反国家环保法律法规?

2.1.2 学生课前查阅资料与交流研讨

学生课前自主查阅资料, 就微波辐射法的作用和意义、氧化的原理及工业氧化反应的新进展、带水剂的作用及选择等方面进行研究, 在小组范围内进行深入、广泛的讨论与交流, 形成小组演示文稿。在实验课前, 安排2-3组进行演示文稿展示, 其他小组与其进行充分讨论, 各小组之间相互借鉴, 形成思路清晰、内容完整、结构严谨的小组报告。

- (1) 对微波辐射化学法的研讨。

要求小组研讨报告详实阐述微波辐射化学法的工作原理及研究进展, 说明其与常规加热方法的优缺点。通过研讨, 学生应对微波辐射化学有更深入的了解, 能够说明微波辐射化学是一门新兴前沿交叉学科, 指出其与常规加热方法不同, 采用微波辐射加热不需热传导和热对流, 体系受热均匀, 升温迅速, 可以缩短反应时间, 提高反应的选择性, 减少溶剂用量甚至可无溶剂进行, 由此简化后处理, 减少三废, 更加符合绿色化学理念。能够进一步说明微波萃取、微波消解等操作原理, 进一步了解微波选择性加热和供能方式无滞后性的特点, 能够对化学反应进行精确而有效的控制。

- (2) 对不同氧化条件的研讨。

要求小组研讨报告详实阐述氧化反应的机理及过程, 说明选择在碱性而非酸性条件进行氧化的优缺点, 说明如何在保证反应充分发生的前提下体现“绿色化学”理念。通过研讨, 学生应认识到采用碱性条件氧化, 还原产物为二氧化锰, 易于过滤分离, 不易产生潜在的重金属污染风险。此外, 二氧化锰经回收处理后可作为催化剂应用到其他实验中, 更符合绿色化学理念。

- (3) 对酯化反应不同带水剂的研讨。

要求小组研讨报告详实阐述酯化反应中带水剂的原理及操作方法, 举例说明在有机化学实验中常用的带水剂并比较其优缺点。通过研讨, 学生应认识到在传统的有机化学实验中, 苯常作为酯化

反应的带水剂之一，但苯具备有毒有害的特殊性质，因此，用无毒(低毒)无害的环己烷代替苯，更符合绿色化学理念^[4,5]。

2.2 案例的创新设计

为使蕴含的丰富思政元素“润物细无声”地赋能课程教学，本案例设计并贯通了思政元素的融入途径。主要表现在：

(1) 有别于“由甲苯氧化制备苯甲酸”实验，案例把另一实验“苯甲醛Cannizzaro反应”的产品苯甲醇和苯甲酸都充分利用起来，经提纯后应用于本实验，类似工厂将上游产品直接作为下游原料，减少“三废”，建立工程观，增强学生对化工园区建设意义的认识。

(2) 采用微波辐射氧化苯甲醇合成苯甲酸，反应时间从4-5 h降低到20 min，实现全过程的节能高效。

(3) 采用环己烷替代苯作带水剂合成苯甲酸乙酯，可以避免使用有毒有害的苯，提升过程中的绿色化水平，并减轻后处理负担。

(4) 苯甲酸乙酯具有较强的冬青油和水果油香气，是我国《食品添加剂使用卫生标准》规定允许使用的食品香料^[6]。因此，本实验产品苯甲酸乙酯经减压蒸馏精制、提纯后可以提供给有关试剂商店或企业有效利用，提升产品附加值。

可见，通过改造，我们构建了组合式的系列化实验(图1)，在巩固基础、提高实验的综合性和挑战度的同时，可以强化学生的能力培养，提升学生开展绿色化、高端化制备的意识，增强学生的法治意识、道德修养、社会责任和学科素养^[7-9]。

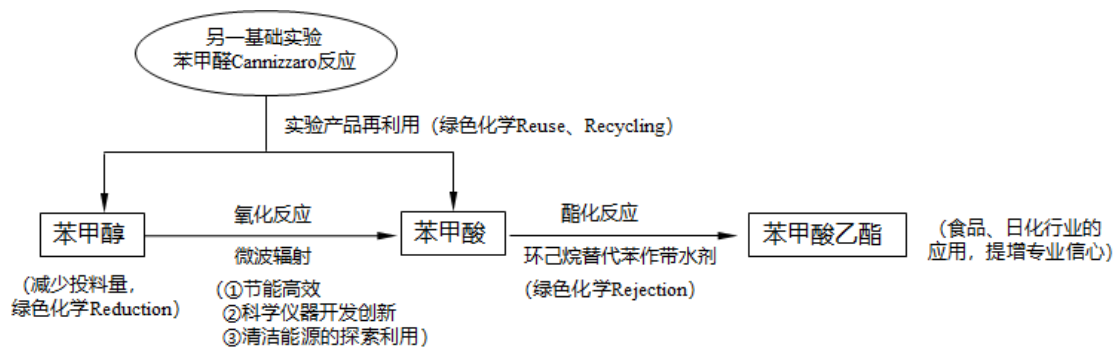


图1 思政元素融入“由苯甲醇合成苯甲酸乙酯综合制备实验”全过程的路径

2.3 案例的实施

该案例的实施分“三段式”进行，采用以学生为主体，以教师为主导，以专业知识为导向，以课程思政为引领的“闭环思维”教学模式，充分发挥了学生的自主学习能力和自主探究能力。

(1) 实验课前，知识挖掘。学生通过化学实验教学中心的线上教学资源并查阅文献，通过自主学习，掌握实验的基本原理和实验方案，明确实验过程中的关键点、重难点以及安全注意事项，完成基础数据的计算及预习报告的撰写，参与小组研讨及小组报告撰写等工作。

(2) 实验课中，启发式教学。教师与学生进行充分交流和探讨，以“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家发展重大需求、面向人民生命健康”为出发点对学生的观点进行点评和启发，培养学生的主动挖掘和凝练概括能力，教师对学生操作的科学性和规范性进行评价。实验采用团队分工合作形式，每组2人，学生按照新理念、新要求完成实验，突出实验规范、实事求是、安全环保等要求。通过团队实验，培养学生的团队合作意识和组织协调能力。

(3) 实验课后，成果共享。学生以小组为单位，对实验进行反思交流，分析实验结果，探讨各组产率不同的原因并形成最终报告，发布在社交媒体、实验教学中心网站等公共学习平台，供其他学生讨论及借鉴。

2.4 课后拓展

学生以小组为单位，对教材中的实验方案进行批判性思考，提出改进意见和新型实验方案。

为确保本案例的思政元素内化于心，安排了课后拓展讨论：(1) 比较微波促进反应与常规加热反应、微型实验与常量实验的优缺点及适用范围；(2) 比较“高锰酸钾氧化法”与其他实验中“三氯化铁氧化法”“双水杨醛缩乙二醇金属配合物作催化剂的空气氧化法”的优缺点，提升学生的分析和判断能力；(3) 简述绿色化学化工的概念及发展现状，引导学生树立正确的绿色化学思维及可持续发展理念，增强职业道德责任感和爱国主义情怀。这些问题既可作为实验报告的内容，也可以作为小组作业、小组报告、论文综述、实施方案、方案评价和小组展示的内容单独提交。

3 实施建议与效果考核

以“知识学习-能力培养-价值引领-思政导航”为主线，基于“寓价值塑造于知识传授和能力培养中”的设计思路，将思政元素融入到本案例教学中。教师通过对预习报告、小组研讨、小组报告、实验过程、课后拓展等环节所体现的素质和能力进行考核，制订相关评价标准，按照产出导向的理念，采用多样化手段，对课程思政教育目标的达成情况进行考核(表1)。

表1 课程思政教学目标达成度的考核设计

课程思政教学目标	考核形式	考核标准
科学素养：规范严谨的实验习惯、实事求是的实验态度、坚韧不拔的意志品质、勇于探索的创新精神	实验过程打分	熟练严谨的操作；规范观察和记录实验现象和数据；实验失败时能够分析和解决实验中出现的问題，具备的实验设计能力
道德修养：团结协作、安全意识、热爱生命、关注生活、勇于担当、知行合一	课前小组研讨 实验过程打分	学生能够合理分工合作，实验失败主动担責不推脱，具有良好的组织协调和共同协作能力
社会责任：绿色化学理念、可持续发展思维、社会责任感	课前小组研讨 课后小组报告	能够说明实验中蕴含的创新点和社会服务性质，能够说明对于推动绿色化学和可持续发展产生的意义

结果显示，在对苯甲醇合成苯甲酸乙酯综合制备实验进行课程思政教育改造之后，进一步发挥了有机化学实验课程全方位育人的基础保障功能，在人才培养、学科建设等方面发挥了更重要的作用^[10-12]。学生对课程知识点和规范操作的理解更加深刻，实验素养和综合能力得到提升，学生绿色化学理念、可持续发展理念以及社会责任感得到了显著增强，心灵境界、认知范围得到了进一步拓宽。学生发自内心的感慨：教学源于书本，发于自身，立足国家，落于学生，如领路之灯，如破浪之舟，如启迪之书，开拓了思想的深度与广度。

4 结语

本实验课程思政案例以创新发展、绿色化学为出发点，对经典有机化学实验——苯甲酸合成与苯甲酸乙酯制备进行了改造，形成系列化组合实验，融基本操作于有机合成中，融课程思政于专业教学中，更好地锻炼了学生综合分析和解决问题的能力，既从源头上避免和消除了对生态环境有毒有害的原料、催化剂、溶剂的使用及产物、副产物等的产生，又培养了学生的安全防护、低碳、节能环保意识，激发了学生的家国情怀和社会担当精神，为责无旁贷地担负起民族复興的伟大重任奠定基础。

参 考 文 献

- [1] 陈淼, 陈永嘉, 丁尔东, 戴畅航, 房璠, 高凯旻, 霍佳彤, 江晓宇, 江子渊, 李阳, 等. 大学化学, 2017, 32 (7), 23.
- [2] 王娜娜, 孙慧, 宋刚. 大学化学, 2023, 38 (8), 69.

- [3] 伍珍, 陈怀侠. 大学化学, **2023**, 38 (10), 179.
- [4] 朱敏. 广州化工, **2019**, 47 (6), 153.
- [5] 王红, 刘秋平, 王海滨, 杨振平, 强根荣. 实验室研究与探索, **2019**, 38 (7), 139.
- [6] 胡晓允, 钟诗施, 韦丽艳, 周忠强. 实验室科学, **2017**, 20 (5), 54.
- [7] 强根荣, 王海滨. 大学化学, **2022**, 37 (2), 63.
- [8] 龙迎伟. 中国高等教育, **2016**, 575 (22), 45.
- [9] 张剑荣, 刘超, 孙尔康, 董林, 章文伟, 张家政. 实验技术与管理, **2008**, 143 (8), 20.
- [10] 汪云松, 李霁良, 何严萍, 韦琨, 杨亚滨, 王金宝, 曹秋娥, 刘世熙, 杨靖华. 大学化学, **2010**, 25 (2), 36.
- [11] 张树永. 中国大学教学, **2021**, 372 (8), 42.
- [12] 杨晶, 李德慧, 刘莉. 教育教学论坛, **2023**, 605 (2), 121.