

基于“一核三段六环节”提升化学师范生教研教学能力的实践与探索

邹晓川^{1*}, 王贵凤², 穆仕盼¹, 杨怡萌¹, 王存¹, 李倩¹, 代秦琴¹, 张迪¹, 杨晶^{2*}

¹ 重庆第二师范学院生物与化学工程学院, 重庆 400067

² 南宁师范大学化学与材料学院, 南宁 530100

摘要: 为进一步培养化学师范生教研教学能力, 基于“一核三段六环节”教学理念, 采用“翻转+分段式”混合教学模式, 通过课前师生共同准备学习资源、学生自主学习、课中分段讲解、互动交流、教学探究以及课后评价与教学基本能力培养等环节, 详细展示了 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯的教研教学过程。实践结果表明: 课前课中教学能够显著促进师范生对实验内容的理解和掌握, 充分利用实验等待期, 还能促进师范生教研教改能力的提高。课后环节有利于提高师范生在课程设计、课堂组织、语言表达以及多媒体应用等方面的能力。

关键词: 一核三段六环节; 混合教学模式; 有机化学实验; 化学师范生

中图分类号: G64; O6; G642.423

Practice and Exploration of Improving the Teaching Ability of Chemical Normal Students Based on “One Core, Three Stages and Six Links”

Xiaochuan Zou^{1*}, Guifeng Wang², Shipan Mu¹, Yimeng Yang¹, Cun Wang¹, Qian Li¹,
Qinqin Dai¹, Di Zhang¹, Jing Yang^{2*}

¹ Department of Biological and Chemical Engineering, Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China.

² College of Chemistry and Material, Nanning Normal University, Nanning 530100, China.

Abstract: In order to further cultivate the research and teaching abilities of normal students, this article is based on the teaching concept of “one core, three stages and six links”, and a mixed teaching model of “flip + segmentation” is adopted. Teachers and students prepare learning resources together, students learn independently before class, explain in sections, interactive communication and teaching exploration in class, evaluation and basic teaching ability training after class. This paper shows in detail the teaching process of the synthesis of ethyl acetate catalyzed by $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Practical results show that pre-class teaching can significantly promote normal students' understanding and mastery of the experimental content, make full use of the experimental waiting period, and promote the improvement of normal students' ability of teaching and research and teaching reform. Simultaneously, the after-school session is conducive to improving the ability of normal students in curriculum design, classroom organization, language expression and multimedia applications.

Key Words: One core, three stages and six links; Mixed teaching mode; Organic chemistry experiment; Chemical normal students

收稿: 2021-03-26; 录用: 2021-05-17; 网络发表: 2021-05-21

*通讯作者, Emails: zxcvip2003@163.com (邹晓川); yangjing1512f@126.com (杨晶)

基金资助: 中国化学会化学教育委员会“十三五”规划重点课题(HJ2018-0006); 重庆市高等教育教学改革研究项目(213370); 广西高等教育本科教学改革工程项目(2019JGA225); 重庆第二师范学院青年人才项目(160921zt); 重庆第二师范学院教学改革研究项目(JG202122)

当前,有机化学实验仍然采用知识与技能相结合的传统传授型教学方法,这种方法存在讲授时间长、学生自主操作能力弱以及安全隐患突出等特点。近年来,学者们对有机化学实验教学方法不断进行探索和研究,已取得了一定的研究成果,如有机化学实验专题式教学法^[1,2],有机化学实验参与式教学法^[3],基于网络资源的PBL教学法^[4,5]以及有机化学实验翻转课堂教学法^[6-9]等。此外,南开大学韩杰^[10]提出了“讲一练二考三”新理念,旨在从教学方式、教学内容和考核方式等方面对本科教学进行改革,切实提高教学质量。边磊等^[11]通过设计开发有机化学实验课程在线测试与学习平台改进有机化学实验教学。平台除了具备考试系统的基本功能外,还可以根据测试结果推送相关学习资源,实现个性化精准教学。笔者采用拍照辅助改革实验报告写作方式,能够有效避免学生相互抄袭的现象,图片的再编辑过程能够让学生最大程度地再次熟悉实验内容^[12]。尽管学者们对于有机化学实验教学方法、教学理念、在线平台建设以及实验报告撰写等方面进行了大量的探索与实践,取得了令人鼓舞的成绩,但是对于实验过程如何提高师范生教研教改能力以及如何通过教学改革和创新从而提高师范生技能报道较少。本文以 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯为例,基于“一核三段六环节”教学理念,采用“翻转+分段式”混合教学模式,通过课前师生共同准备学习资源,学生自主学习,课中分段讲解,互动交流、教学探究以及课后评价与教学基本能力培养,详细展示如何提高化学师范生教学改革能力以及提升教学技能。

1 “一核三段六环节”教学理念

“一核”是指师范生的教研教学能力。学生毕业后主要从事的工作是中学化学(含实验)的教研和教学,相应的,在校期间,人才培养方案一方面要强化学生的教学基本技能,另一方面还要引导学生对教学内容进行教研教改,而后一方面也是很多中学化学教师面临的难点。“三段”分别是课前、课中以及课后,不同阶段对应学生不同能力的培养(图1)。为了达成“一核”,在课前段包括师生共同准备学习资源、学生自主学习两环节,教师提供参考文献、操作视频、安全视频等,学生整理文献、撰写课程综述、确定研究主题、设计实验方案,以及查阅物质安全信息等。课中两环节主要包括分段讲解、互动交流以及实验探究。课堂教学以学生为主体,将实验分段讲解,充分利用实验等待期,在等待期进行教学探究、找错纠错、技能强化、安全提醒以及课程思政等。课后的评价与教学基本能力培养主要要求学生撰写实验报告,录制微视频,根据实验内容要求学生转换为教师角色进行教学设计、撰写教案、制作PPT,同学之间说课、试讲等。

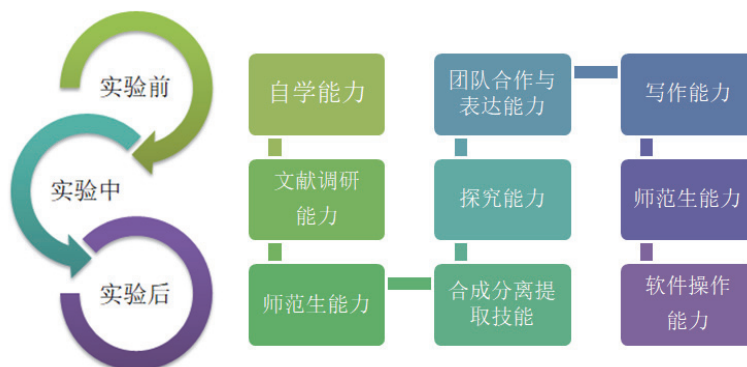


图1 不同实验阶段中对学生能力的训练

2 “翻转+分段”教学模式

“翻转课堂”是一种新颖的教学模式^[13],主要是指重新调整课堂内外的时间,将学习的决定权从教师转移给学生,在课前学生通过观看视频、查阅资料等方式代替教师的传统课堂讲授,而课堂内的宝贵时间,学生则更专注于实践和对于相关知识更高层次的理解。但是由于受模拟实验过程和

视频制作成本限制,“翻转课堂”教学法在地方高校实验教学中还未广泛普及,更多的是一种尝试,或者微翻转。此外,分段教学法是国外学者普遍采用的一种教学方法^[14]。通常将一堂课的活动过程分为五个阶段来进行,其中包括讲授、阅读、要点书面论述、小组讨论、巩固总结等,每个阶段按照一定的时间安排来进行。受此启发,实验讲授过程可分为若干不同的时间段,开始实验时先讲解一部分内容,后续的实验任务视实验进行程度分批讲解。

3 以 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯实验为例提升师范生教研教学能力实践

目前,合成乙酸乙酯的催化剂较多,如质子酸、离子交换树脂、固体超强酸、杂多酸以及离子液体等^[15-17]。大部分教材如兰州大学编写的《有机化学实验》(第4版)等,均选取浓硫酸为催化剂^[18],但是浓硫酸存在反应温度不易控制且使用不安全,反应时间较长,转化率较低,副反应较多,最后产生的废液污染环境等问题。因此寻求安全、价廉和低腐蚀的绿色催化剂催化合成乙酸乙酯是目前解决这些问题的有效途径。白银娟等^[19]总结了 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化长链脂肪酸与醇的酯化反应,十六烷基醇、大分子的固醇(包括高胆固醇)与芳香族羧酸、C10-C18脂肪酸进行酯化,也获得较高的产量。分析认为:反应中铁离子水解形成的阳离子簇具有催化活性,三价铁离子利用其价层空轨道与羧酸的羰基形成了稳定的复合物,加入醇后,水与羧酸羧基部分交换配体活化羧酸,从而催化反应发生。此外醇的用量可能对羧酸- Fe^{3+} 复合物的形成有影响^[20]。鉴于 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的催化效率高,与传统酸催化方法相比具有用量少、反应时间短、醇酸比小、产率高及催化剂重复使用性能好的特点,且产品纯度高、不腐蚀设备、处理简单、操作简便、无污染、符合绿色化学^[21]的要求,本文以 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为催化剂,详细展示催化合成乙酸乙酯的教研教学过程。

3.1 课前准备

课前,教师团队在教学设计过程中主要采取“专题研讨探究式”教学方法,以科研问题为导向,培养学生自主探索、自主创新能力。以 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯为例,教师提前两周通过班级QQ群以学习资源包形式发布此次实验的安全知识、实验内容、基本操作视频以及课程要求。在这个阶段,首先要求学生熟悉课程资源包(表1),掌握实验目的以及基本原理,充分了解本次实验内容的背景以及会使用到化学药品的安全信息,了解基本仪器的使用方法、注意事项等。其次,要求学生主要查阅CNKI、维普、万方等专业数据库,设计实验方案,撰写课程综述代替预习报告,着重要求学生总结不同催化剂的优缺点,以及展望是否有更优的催化剂?随后,以寝室为单位制作PPT通过在线或第二课堂时间向教师团队进行汇报,教师对学生提出的方案进行评价,引导学生思考方案的科学性以及可操作性,最后形成可执行的实验方案。最后,教学团队组织学生组建不同的催化剂用量、反应时间、反应温度等研究小组,在课堂上对 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯进行详细的研究。

3.2 课堂教学

改革之前乙酸乙酯的合成,通常是一个班级所有学生完成一个实验,实验条件完全相同。这种教学方法虽然可以培养学生的基本操作技能,有利于理解有机化学基础理论知识,但在培养学生的科研思维及创新能力方面具有一定局限性,尤其是不利于师范生教研教改能力的提升。因此,将科研方法融入有机化学实验,即采用探究性实验教学,这有利于培养学生良好的教学能力。课堂教学总体原则是把实验过程分成三个阶段,以学生为主体,充分利用实验等待期。第一个阶段主要是根据学生预习情况,采用启发式教学,首先引导学生思考为何要采用 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 催化合成乙酸乙酯比传统催化剂的突出优点在哪里?其次,教师根据学生分组数,设定单因素考查变量,如不同的催化剂用量、反应时间、反应温度等,并对每个变量进行编号,学生随机抽签确定实验内容,从而对最优条件开展探究。第二个阶段主要向学生描述本次实验可能存在的安全隐患,包括药品隐患、操作隐患以及环境隐患。第三个阶段主要是找错纠错、技能强化、安全提醒以及课程思政等。尤其是充分利用实验等待期,如加热环节、冷却结晶环节以及干燥环节,如果不充分利用该段时间,学生会闲聊、嬉戏、看课外书、看抖音甚至打游戏。为了更加充分利用这

表1 学习资源包

学习任务	提供内容
任务1: 安全知识	1) 相关化学品安全信息(MSDS) 2) 化学物质洒落、实验过程着火、玻璃仪器割伤等应急预案 3) 实验室布局, 喷淋装置使用注意事项, 安全急救箱明细等
任务2: 实验基本原理和实验内容	1) 不同催化剂催化合成乙酸乙酯的原理 2) 实验所需的药品、玻璃仪器以及阿贝折射仪(含使用说明书) 3) 具体实验内容
任务3: 实验操作短视频	1) 取样过程 2) 阿贝折射仪的使用 3) 蒸馏、回流干燥以及折光率测定等操作
任务4: 课程要求	1) 课前需要撰写课程综述、项目书等, 以某一种催化剂为对象, 罗列所需物质的物理信息以及以流程图形式展现实验过程 2) 实验过程中, 要求学生对于关键数据、装置图、操作关键点予以拍照留存, 以便撰写实验报告, 要求数据真实可靠 3) 实验结束后撰写实验报告, 图文并茂, 数据真实, 分析精准 4) 要求学生根据实验内容录制微课, 撰写详细教案, 制作教学PPT, 分小组进行教学试讲等
任务5: 问题提出	1) 不同催化剂的优缺点是什么? 2) 是否还有更加合理的催化剂?

些时间, 我们会邀请同学介绍传统催化剂浓硫酸催化合成乙酸乙酯的基本原理, 邀请同学分享浓硫酸的应急处理、离子液体的优点、固体酸的常见制备方式以及乙酸乙酯的用途等。

3.3 课后要求

实验结束后, 一方面要求学生撰写实验报告。实验报告中基本信息部分必须与教学日历一致, 如实验名称、日期; 原理部分使用化学方程式表示; 实验报告中最重要的是步骤、现象以及结果讨论部分; 这些板块均要求学生尽量以图文并茂的形式描述。涉及到的表格需要使用三线表, 含有中英文表头, 使用Chemdraw1996版ACS模板绘制分子式, 采用PS软件编辑美化图片, 利用Origin处理实验数据等。结果与讨论部分中, 要求学生对反应产率与理论值进行分析, 引导学生从化学反应的本质和一些外因进行剖析。另一方面要求学生翻转教师角色, 以“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认识”“实验探究与创新意识”以及“科学精神和社会责任”等五个要素的高中化学核心素养为依据, 利用如录屏大师、Pr视频剪辑等软件录制微视频, 进行教学设计、写教案、做PPT, 说课、试讲等环节。如微课部分要充分融入五要素, 详细展示核心素养中的过程属性和结果属性, 从催化剂的改变、反应物的用量到最终产品的出现, 从浓硫酸造成的严重安全事故到路易斯酸催化剂的应用范围等; 再从直观的液体、固体原料再到微观的分子原子。实验过程要利用字幕或者语言提示关键操作步骤和总结性内容, 要体现探究式的学习模式。在录制过程中, 要求师范生突出语言的魅力, 渗透教育情感, 融入课程思政等内容。此外, 还要求师范生查阅《化学教育(中英文)》《化学教学》以及《大学化学》等学术期刊相关论文, 跟踪学科前沿, 聚焦教研教改。

3.4 课程效果

课程结束以后, 以随机的方式对班上同学展开调研, 目的在于了解师范生对于“一核三段六环节”理念的理解和认识, 以及通过融入该理念在有机化学实验中是否可以提高他们的教研教学能力。

通过调查发现,学生普遍认为“一核三段六环节”教学理念十分新颖、非常实用并具有吸引力。课前翻转环节学生可以了解到更多与实验内容相关的知识,不再拘泥于教材;课中的探究环节有利于教研能力的提高,能够找到改革突破点,分段式教学充分利用了课程等待期,非常值得借鉴。此外,通过增加课后录制微视频、撰写教案、制作教学PPT以及分组试讲等环节(图2),要求学生不仅要会做实验,还要会写实验报告,会表达,会分享,会编辑,会制作。学生们认为这个过程既提高了实验技能,又翻转角色,还强化了师范生技能,从“我”做实验到“我”组织实施此次实验,这是一种师范生全程融入的过程。



图2 视频实验报告

近年来,学院积极鼓励学生申请学校科研项目,参加挑战杯、大学生创新创业比赛、数学建模大赛、化学实验技能大赛等,取得突出成绩,其中本草止痒产品在“创青春”全国大学生创业大赛中获得了国赛铜奖。在2020年,学生创新创业计划项目市级立项5项,校级大学生创新创业孵化项目7项,校级大学生科研立项15项,第一作者公开发表论文14篇,授权实用新型专利4项。

4 结语

基于“一核三段六环节”理念实施有机化学实验的实践与探索,我们发现师范生对有机化学实验的学习兴趣明显提高,实验操作的熟练程度和规范性也得到明显的改善。课前课中教学能够显著促进师范生对实验内容的理解和掌握,充分利用实验等待期,还能促进师范生教研教改能力的提高。另一方面课后环节有利于提高师范生在课程设计、课堂组织、语言表达以及多媒体应用、软件使用等方面的能力。对于提升学生的教研教学能力有一定的推广价值。

参考文献

- [1] 刘秋平, 强根荣, 王海滨, 孙莉, 王红. 高等理科教育, 2014, No. 5, 98.
- [2] 强根荣, 孙莉, 王海滨, 裴文, 杨振平. 实验室研究与探索, 2013, 32 (11), 180.
- [3] 杨振平, 王海滨, 盛卫坚, 孙莉, 强根荣. 实验室研究与探索, 2015, 34 (10), 191.
- [4] 强根荣, 王红, 杨振平, 王海滨, 方文军. 实验室研究与探索, 2017, 36 (3), 200.
- [5] 谭德新, 梁家仪, 宁明月, 王艳丽. 大学化学, 2021, 36 (7), 2010026.

- [6] 邹晓川, 王存, 石开云, 熊政委, 谭君, 范亮. 西南师范大学学报(自然科学版), **2015**, *40* (9), 234.
- [7] 蒋卫华, 马江权, 姜艳, 腾巧巧, 孟启. 化学教育(中英文), **2018**, *39* (6), 31.
- [8] 陈煜, 胡洁, 朱一鑫, 朱芸莹, 柏松, 魏娴. 化学教育(中英文), **2019**, *40* (14), 32.
- [9] 余能芳, 曾春锋, 张栩晨, 曹云凤, 张颖颖, 余广鳌, 原弘. 大学化学, **2021**, *36* (7), 2102005.
- [10] 韩杰. 化学教育(中英文), **2018**, *39* (12), 33.
- [11] 边磊, 张元俊, 高杨, 徐烜峰, 关玲, 张奇涵. 化学教育(中英文), **2019**, *40* (24), 74.
- [12] 饶淑容, 贺琴, 黄晟, 陈庆, 黄天奎, 王凤琴, 任彦荣, 邹晓川. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (20), 44.
- [13] 陈怡, 赵呈领. 现代教育技术, **2014**, *24* (2), 49.
- [14] 邸幼军. 陕西教育学院学报, **2000**, No. 3, 96.
- [15] 曾艳, 邹晓川. 化学教育, **2009**, *30* (12), 69.
- [16] 曹玲, 李学琴, 孟宪锋, 魏玲. 化学教育, **2010**, *31* (1), 62.
- [17] 裴强, 徐果, 徐文豪. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (10), 31.
- [18] 兰州大学. 有机化学实验. 北京: 高等教育出版社, 2017: 244–246.
- [19] 宋阳, 唐雪松, 侯晓萌, 白银娟. 有机化学, **2013**, *33* (1), 76.
- [20] 何子乐. 有机化学中的软硬酸碱原理. 北京: 科学出版社, 1987: 10–13.
- [21] 裴强, 丁爱祥, 张会担. 化学教育(中英文), **2018**, *39* (24), 1.