

科研前沿研究热点纳入基础化学自主设计型实验的探索与实践^①

张建蓉, 廖家耀, 张娜, 李红陵, 宋丽, 刘德芳

西南大学 化学化工学院, 重庆 400715

摘要: 针对当前基础化学创新实验教学改革过程中的尴尬现状, 确定了将科研前沿研究热点纳入基础化学自主设计型实验的目标, 设计了符合教学实际的研究方案用于教学试验, 探索了此种创新实验教学改革的可行性, 试图为当前创新实验教学改革提供新思路。

关键词: 前沿研究热点; 自主设计型实验; 实验教学改革; 创新培养

中图分类号: G420

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2018)05-0158-04

化学是一门以实验为基础的学科, 化学实验教学不仅能使学生巩固所学理论知识, 掌握基本的实验操作技术, 更重要的是能培养学生严谨、求是的科学态度, 分析、解决问题的能力, 以及科学、创新的思维方式。实验项目直接关系到学生的动手技能和创新意识的培养, 所以, 实验项目的选择非常重要。

在传统的非化学专业的基础化学实验教学中, 教学对象为低年级学生, 实验教学仅仅局限于辅助教学形式; 验证型实验、技能训练型实验占绝大比重, 实验课指导教师讲解实验原理和实验操作要点及注意事项, 学生按部就班地完成实验内容; 自主设计型实验也是学生熟悉的、方案少且成熟固定、几乎不能激发学生创新热情的传统实验项目, 学生只要通过网络在搜索栏内输入实验项目名称或在图书馆对相关实验教材稍加翻阅即可轻松获取完整的实验方案。在这种教学形式下, 学生能够掌握基本的实验操作技能, 但是视野及知识面极大程度受限, 学生创造性和研究性等方面的能力得不到训练。

笔者所在公共化学系一行人在 2014 年走访广州、武汉 8 所高校后的调查结果与第十二届全国大学化学教学研讨会(2013 年在重庆召开)关注的情形一致: 众多的化学教育工作者已经意识到创新培养的缺失, 几乎所有高校都在进行基础化学实验教学改革, 试图在“强基础”的基础上, 设立开放实验室, 让学生自主设计实验项目, 以激发学生的兴趣和热情, 加强学生创新意识、创新精神和创新能力的培养。但实际上仅仅只有极少数条件好的学校在自主设计型实验开放方面真正有具体实施, 并且受益的学生数量非常少, 其效果也与改革者的初衷相差甚远^[1-5]。分析原因, 在于一些具体、实际、客观存在的问题几乎阻断了人们积极改革的步伐, 比如, 如何设置自主设计型实验项目的选题范围; 学生的设计多种多样, 药品、仪器和实验场所如何满足; 学生数目庞大, 是否能够保证足够的师资力量指导学生实验; 实验的时间如何协调; 教师的工作量如何计算等等。因此, 开放实验室, 以促进学生创新能力的提高从而达到创新培养的目的在许多学校近于空谈。

面对当前实验教学改革过程中遭遇的尴尬现状, 教学工作者需另辟蹊径, 达到学生创新培养的目的。本文针对当前实验教学改革的现状以及西南大学基础化学实验教学的实际, 探索将当前科技前沿研究热点

① 收稿日期: 2016-12-08

基金项目: 西南大学教育教学改革研究项目(2013JY044)。

作者简介: 张建蓉(1972-), 女, 博士, 主要从事非化学专业基础化学课程教学以及纳米材料、低聚核苷酸相关的分析化学研究工作。

纳入学生自主设计型实验的创新培养改革方向。

1 关注科研前沿研究热点,精心选择自主设计型实验项目

当前科研前沿研究热点相关报道多,涉及领域广,将自主设计型实验项目与其相联系,使学生和实验内容都与时俱进,从而达到创新培养的目的。学生要获取前沿某研究热点相关的实验方案,必须首先具备查阅科技文献的基本技能,因此学生在大学时就应有机会提前掌握文献检索和文献获取的方法,这无疑为学生创新能力的培养开启了关键的一步。不仅如此,学生在查阅文献的过程中,相互商讨、相互督促、积极探索、互通有无,可以增强学生与他人交流、合作的能力以及团队意识。任何一个确定的前沿研究热点,都关系到不同的研究领域,学生在查阅文献的过程中不知不觉涉猎到不同学科、不同领域的知识,开阔了视野,扩大了知识面,同时也培养了阅读和分析文献资料的能力。实验方案的最后确定能够锻炼学生从实际出发,根据实际情况进行比较、取舍的能力。学生在实验的具体实施过程中可以操作常规基础化学实验中没有而科研工作中常常使用的移液枪、混匀器等“先进”仪器,体会到做科研的感觉,潜意识里埋下创新、科研的种子。前沿研究热点相关的自主设计型实验的整个过程对于调动学生的求知欲和主动参与的积极性、激发学生的学习兴趣、改革学生的学习方法、培养学生的创新意识、创新能力等方面有着重要的积极作用,符合学生创新性科学思维开发、创新性素质教育的要求。

金属的电学和光学特征强烈地依赖于金属的尺寸,当金属的尺寸减小至几个 nm 或更小、甚至几个原子时,金属的导带结构被分裂成类似于分子能级的不连续能级,对应的金属材料被认为是具有类似于分子特征的金属纳米簇。金属纳米簇是金属原子和金属纳米粒子之间联系的桥梁,近些年来,相关研究主要集中在金纳米簇和银纳米簇,特别是银纳米簇^[6]。目前,荧光银纳米簇的合成方法繁多,一些合成路线成本低廉、条件温和、视觉现象明显、应用广泛,并且所需原料基本无毒性,特别适合于作为实验教学项目。因此,选择基于纳米簇的研究热点——“荧光银纳米簇的合成”作为“普通化学”课程实验教学的自主设计型实验项目。设计试验方案并用于实际教学,考察实验项目的实施情况,调查参与试验的各方人员(学生、教师、实验室工作人员)对实验项目及教学的看法,探索将当前科技前沿研究热点纳入学生自主设计型实验的可能性,试图为当前创新实验教学改革提供新思路。

2 设计试验方案,在教学中实施实验项目

确定实验项目后,即着手设计试验方案。任课教师首先分工查阅“荧光银纳米簇的合成及应用”相关的文献资料,收集各种合成方案及精美的文献图片。然后,集中汇报各自的文献查阅结果,并基于文献中实验方案所需时间(教学实验有学时限制)、目标合成的难易程度(方案简单成熟、重复性好)、实验所需试剂及实验产物对人体及环境的毒性(每个实验室同时 30 人左右做实验,且 4~5 个实验室同时进行)、实验所需试剂及仪器成本(昂贵试剂、多台昂贵的仪器用于本科基础实验教学不现实)等等方面集中讨论,分析各方案的优缺点以及在本科基础化学教学实验室实施的可能性,最后遴选出 Qu Fei 等报道的以聚乙烯亚胺为模板的银纳米簇合成作为实验方案^[7]。紧接着,购置聚乙烯亚胺、硝酸银、甲醛(实验中用量很少)等银纳米簇合成所需试剂,以及所需的、教学实验室没有的移液枪、混匀器、便携式紫外灯、离心管、移液枪头等小型实验仪器及易耗品,并按照文献中的合成方案进行反复试验;试验表明,所选文献方案易于成功合成银纳米簇,合成条件满足教学实际的基本原则;所合成的银纳米簇也如文献报道的那样^[7-10],其荧光被卤化钠、双氧水、重铬酸钾、半胱氨酸等猝灭。为确保实验项目能有序、有效地应用于实际教学,结合相关文献报道、试验结果和教学实际,该科研前沿研究热点最终被整合为适用于实验教学的自主设计型实验——银纳米簇的合成及其荧光猝灭特性。

在理论课程的第一次课上即向修课学生发放调查问卷,以了解学生对课程实验及自身能力培养的期望。问卷结果表明,学生希望在实验中培养动手能力及分析问题、解决问题的能力;对自主设计型实验较为好奇、关注度比较高;希望有机会了解当前新的科研成果。为了确保课程实验的正常进行,受试学生的选取与问卷调查不相关联,仅仅选取了化学专业相关程度高的食品专业少数班级的学生参与到项目的试验中。受试学生分为两组,分别参与“银纳米簇的合成及其荧光猝灭特性”实验(本文简称“合成组”)和“普通

化学”课程多年来传统的自主设计实验项目“粗 CuSO_4 的精制”实验(本文简称“精制组”)。随后,任课教师给受试学生布置实验任务,教给学生主要的查找、获取文献的方法,协助、督促学生查阅文献,与学生交流、讨论文献中不易理解的内容,并在自主设计型实验开设前两周,确认学生的实验方案。在此过程中,“精制组”学生几乎没有与老师讨论、交流,便很快确定了最终的实验方案,并质疑老师为什么提前很长时间布置该实验任务;“合成组”学生仿佛被委以重任一般,热情洋溢、充满自信,明显地表现出强烈的好奇心与求知欲望,不断地有问题需要求助、咨询、讨论,也不时地与老师分享自己查阅文献的收获,对自己未曾使用过的仪器、试剂也赋以各种美好的想象,并主动通过网络查询了解,经过长时间的奋战和反复的讨论后最终确定实验方案、交与老师确认。在最后的实验教学环节,两组学生都积极主动、效果良好地完成了自主设计型实验;但任课教师注意到,“精制组”学生比较关注自己最后的产品,而“合成组”学生则更专注于过程,专注于体验新仪器的使用和观察实验现象,并积极思考和交流。完成实验后,学生除了正常地撰写实验报告以外,还被要求撰写实验心得。

3 分析反馈信息,探索设置此类实验项目的可行性

本试验项目在具体开展和实施过程中总体表现为项目组成员密切配合,学生积极参与,试验顺利开展。任课教师及实验人员表示,本试验的实施对他们的工作几乎不产生特别的影响。在学生的“实验心得”中,“精制组”学生几乎不提自主设计过程,并且比较“老套”地“就事论事”:掌握了重结晶提纯的原理,熟练了称量、加热、过滤等基本操作,学习了蒸发、减压过滤等新的操作技能,为自己成功获得满意的产品而由衷地高兴等等。“合成组”学生的体会则超出实验本身,普遍认为,自主设计型实验是一项很有意义的挑战,该实验项目教给了他们查阅文献的基本方法,在文献查阅过程中开阔了眼见,获取了许多新的知识,并深刻意识到自身知识的严重匮乏;自主设计型实验提高了他们联系具体实际分析问题、解决问题的能力,激发了他们对科学研究的强烈兴趣;几乎所有“合成组”学生都希望实验课程中多开展类似的实验项目,并渴望能有机会尽早进入科研实验室。两组受试学生的“实验心得”有很大差异,说明不同的实验项目带给学生不一样的收获和影响。明显地,传统实验项目虽然综合了多种基本操作技能,但几乎不需要学生新的知识储备,对学生实验前的准备要求简单,其效果很难与培养学生的创新能力关联起来;而与时代同步的关联科研前沿研究热点知识的实验项目则为学生实验注入了新鲜血液,使学生充满活力,萌生各种想法,无疑有利于激发学生的创新意识,有望促成学生创新能力的培养。“合成组”学生在接下来一学期的“分析化学”、“有机化学”课程学习和实验中,思维活跃,能自主查阅相关文献拓展对某些知识点的理解,有强烈的团队意识,也善于与他人合作。可以认为,项目的预期效果在实践中得到了充分体现。

实验项目能顺利、有序进行且效果良好的原因可以归结为以下几方面:实验项目内容为当前前沿研究热点,各种表征、测试图片精美,涉及领域广泛,能激发学生的好奇心和主动参与热情,能开阔学生的视野及知识面;虽然实验项目已确定,但实施路线有多种,学生需要在众多方案中根据具体实际进行抉择,学生拥有“自主”选择权;文献提供多种方案,但是能真正用于实际教学的方案不多,好的方案所需药品易得、仪器可控、不会给实验室的管理工作增添较大难度等等,为学生的自主设计实验得到实施提供保障;试验项目中适用于教学的文献方案不复杂,实验时间适度,短时间内肉眼即能观察到实验现象,学生有成就感;学生已有知识不能解释观察到的实验现象,学生能感知的现象还能够与日常生活中的许多现象相联系,能强烈激发学生的探究欲望。所以,适当选择当前前沿研究内容作为实验教学中的自主设计型实验项目达到培养学生创新能力的目的是可行的。

4 结 论

基于试验结果,项目组认为,将当前科学前沿研究热点中符合教学实际基本原则的文献报道纳入自主设计型实验项目用于实验教学是可行的。本研究成果有望为基础化学实验教学中的创新实验教学改革提供依据,改善创新实验教学改革思路难以实施的尴尬现状,指导进一步的教学实践和改革,为培养高素质的创新人才做贡献。

参考文献:

- [1] 刘鑫,张玲帆,王燕,等. 开放多层次平台促实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(6): 204—206.
- [2] 陈敏,肖勇,卢其明,等. 农业院校分层次化学开放实验教学[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(7): 188—191.
- [3] 刘召,王进军. 开放式实践教学模式在《农业昆虫学实验》课程中的应用[J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2016, 41(5): 234—237.
- [4] 刘媛,邹清,房川琳,等. 无机化学实验教学改革与创新[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(1): 140—142, 145.
- [5] 赵云岭,欧阳津,申秀民,等. “一体化、多层次、多渠道、多模式”的化学实验教学改革[J]. 实验室科学, 2007, 10(6): 55—57.
- [6] XU H X, SUSLICK K S. Water-Soluble Fluorescent Silver Nanoclusters [J]. Advanced Materials, 2010, 22(10): 1078—1082.
- [7] QU F, LI N B, LUO H Q. Polyethyleneimine-Templated Ag Nanoclusters: A New Fluorescent and Colorimetric Platform for Sensitive and Selective Sensing Halide Ions and High Disturbance-Tolerant Recognitions of Iodide and Bromide in Coexistence with Chloride Under Condition of High Ionic Strength [J]. Analytical Chemistry, 2012, 84(23): 10373—10379.
- [8] WEN T, QU F, LUO H Q, et al. Polyethyleneimine-Capped Silver Nanoclusters as a Fluorescence Probe for Sensitive Detection of Hydrogen Peroxide and Glucose [J]. Analytica Chimica Acta, 2012, 749(20): 56—62.
- [9] ZHANG N, QU F, LUO H Q, et al. Sensitive and Selective Detection of Biothiols Based on Target-Induced Agglomeration of Silver Nanoclusters [J]. Biosensors and Bioelectronics, 2013, 42(1): 214—218.
- [10] ZHANG J R, ZENG A L, LUO H Q, et al. Fluorescent Silver Nanoclusters for Ultrasensitive Determination of Chromium(VI) in Aqueous Solution [J]. Journal of Hazardous Materials, 2016, 304: 66—72.

On Exploration and Practice of Introducing Research Focus in Scientific Frontier Fields to Basic Chemistry Experiment Course Serving as Independent Designed Experiment

ZHANG Jiang-rong, LIAO Jia-yao, ZHANG Na,
LI Hong-ling, SONG Li, LIU De-fang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: On the base of embarrassing situation occurred in experiment-teaching innovation of basic chemistry, research focus in scientific frontier fields serving as the independent designed experiment in basic chemistry experiment course has been determined as an aim. Hereafter, the test scheme following actual experiment-teaching condition has been designed and applied to experiment-teaching for the purpose of exploring the feasibility of the innovation and reform and trying to provide a new way for the innovative experiment-teaching.

Key words: research focus in scientific frontier fields; independent designed experiment; experiment-teaching reform; innovative culture

责任编辑 潘春燕