

“三位一体”助力分析化学相关实验类课程的改革

林天然*, 侯丽, 董家新, 叶芳贵, 田建裊, 张亮亮, 赵书林, 邱建华, 沈星灿

广西师范大学化学与药学学院, 广西 桂林 541004

摘要: 科学技术进步与社会需求变化对大学的实验教学提出了更高要求。为了迎接新形势下的需求与挑战, 广西师范大学化学与药学学院从实验的教学内容、教学方法与教学效果评价等方面对分析化学实验、药物分析实验以及综合化学实验的教学工作提出改革, 提高学生的创新能力与实验动手能力, 促进了培养具有良好科学素养的卓越人才。

关键词: 实验教学; 分析化学实验; 药物分析实验; 综合化学实验

中图分类号: G64; O6

“Three in One” for the Assistance of Reform of Analytical Chemistry-Related Experiments

Tianran Lin *, Li Hou, Jiabin Dong, Fanggui Ye, Jianniao Tian, Liangliang Zhang, Shulin Zhao, Jianhua Qiu, Xingcan Shen

School of Chemistry and Pharmaceutical Science, Guangxi Normal University, Guilin 541004, Guangxi Province, China.

Abstract: The advancement of science and technology and changes in social needs have led to more stringent requirements for practical teaching in universities. To meet the requirements, the School of Chemistry and Pharmaceutical Science of Guangxi Normal University proposes reforms in the teaching of experiments related to analytical chemistry, drug analysis, and comprehensive chemistry in terms of experimental teaching content, teaching methods, and teaching impact evaluation. This reform improves students' innovation ability and practical ability. Moreover, it promotes the cultivation of outstanding talents with good scientific literacy.

Key Words: Experiment teaching; Analytical chemistry experiment; Drug analysis experiment; Comprehensive chemical experiment

实验教学是学校教学工作的重要组成部分, 是深化课堂教学的重要环节, 是学生获取、掌握知识的重要途径^[1]。如何深化实验教学改革, 构建新形势下创新人才培养模式, 是高等教育教学改革的重要课题, 已成为教育工作者关注的重点。特别是在卓越教师培养计划2.0与基础学科拔尖学生培养计划2.0的号召下, 依据“厚基础、强能力、高素质”的卓越教师培养目标, 如何加强学生的实验能力与创新能力是实验类课程迫切需要达到的目标之一^[1-5]。

分析化学实验与药物分析实验是专业课分析化学与药物分析的配套实验课程。两门实验课既有区别又有联系。区别主要是参与的学生主体和研究的对象不同, 分析化学实验是化学专业学生课程, 侧重于常用的滴定分析方法应用; 而药物分析实验主要是制药工程类学生课程, 药物分析的研究对

收稿: 2021-09-06; 录用: 2021-11-24; 网络发表: 2021-12-13

*通讯作者, Email: tianran@gxnu.edu.cn

基金资助: 广西师范大学教学改革研究项目(2019XJGB31, 2021JGA20); 广西高等教育本科教学改革工程项目(2021JGB132); 2018-2020年度广西本科高校特色专业及实验实训教学基地(中心)建设项目

象偏向于药物,侧重于掌握常用的药物鉴别、检查和含量测定方法的原理和实验操作技能。共同点都是都需要熟悉常见的分析化学理论,正确和较熟练地掌握称量、移液、滴定分析等基本操作技能和基本知识,提高观察、分析和解决问题的能力,培养严谨、细致的工作作风和实事求是的科学态度,树立严格的“量”的概念,为学习后续课程和未来从事科学研究打下良好的基础。综合化学实验课程目标主要是培养学生的高阶实验技能以及发现问题、综合分析问题和解决问题的能力。我校独秀班率先开设综合化学实验课程,目前正在向其他化学专业的学生普及。这三类实验课程都与分析化学相关,虽然具有各自的课程目标以及课程内容,但是课程之间是存在关联性、相辅相成的。目前,通过系统地分析这三类课程之间的联系、寻找个性与共性问题进行探索与改革以提高卓越人才培养水平的研究,鲜有报道。

1 分析化学相关实验类课程存在的教学问题分析

在教学过程中发现存在以下问题,主要表现在:(1)不同专业的学生在对玻璃器皿的操作手法上存在明显差异,特别是制药工程类学生;(2)操作正确的不同专业学生对实验数据的记录和处理方式也不一样,特别是在对量的概念上存在差异性;(3)学生缺少对常用数据处理软件的使用;(4)学生对大型仪器的使用较为陌生;(5)创新性实验起到的训练效果有待提高;(6)学生的实验课学习成绩评价结构难以充分考查学生的实验和创新能力。

造成上述问题的原因主要有以下几个方面:其一,各个实验课的基础内容如分析化学实验和药物分析实验交叉内容较少,而实际上这两门课同属于分析化学相关实验,之间的联系较为广泛,而药物分析实验课的学生没有学过分析化学实验相关的基本操作练习,导致药物分析课程的学生在分析相关的一般操作和数据处理上存在能力的不足。其二,大型仪器的数量较少,课时有限,而且每组学生较多,难以做到每位学生都有实操机会。其三,创新性实验内容和训练效果有待提高,比如有些创新性实验已经在网络上拥有较多信息资源使得学生缺少主动思考与设计。其四,学生的实验课学习效果评价结构上不合理。当前对实验的考核内容主要包括平时成绩与期末笔试考核,而平时成绩主要看实验报告,相对于其他的科学素养比如创新性能力的评价较少。其五,综合化学实验是另外两门实验与毕业设计以及科研型实验的桥梁,但在具体教学内容上如何与毕业设计和科研前沿接轨以及弥补现有分析化学相关的基础性实验存在的不足,是需要思考的重要问题。

2 “三位一体”助力分析化学相关实验类课程的改革

鉴于此,我们从实验项目与内容的修订、实验教学方法的改革、实验教学效果评价结构的优化等方面,进行分析化学相关实验教学的改革与完善。通过分析化学相关实验类课程的改革,可以优化我校化学类和制药工程专业学生的培养体系,提高学生的基本科研素质与创新能力,提升我院学生的综合培养质量,进而提高学生的就业能力,为广西医药创新大背景下各类型药物相关企业以及相关院校输送优秀的工作人员和卓越教师。

2.1 实验项目与内容的修订

通过对现有实验项目和内容进行充分调研和讨论的基础上,对分析化学实验课中考查目标相似的实验项目进行精简,删除“食用醋总酸度的测定”和“混合液中 Bi^{3+} 、 Fe^{3+} 浓度的测定”两个实验。在药物分析实验课的内容中增加分析化学相关的称量、移液、滴定等基础操作练习与有效数据处理练习,同时加大实验平台建设的力度与管理,加强与虚拟仿真教学的结合,丰富虚拟仿真平台中分析化学实验以及药物分析实验用到的大型仪器项目,如高效液相色谱仪、紫外-可见分光光度计等,使学生在条件不足的情况下也能对仪器的操作有更深刻的了解。优化综合化学实验的教学内容和教学过程,服务学院各专业的本科生,通过与不同专业教师(有机、无机、物化、分析)合作,指导学生完成一个从合成、表征、应用及分析一体化的实验,提高学生的创新设计能力。在综合化学实验课教学过程中,改变教学模式,由教师布置任务,设计实验框架,学生查找相关文献信息,设计实验

方案,课上再由教师分析实验方案可行性,做实验得到数据的同时边分析、边学会优化实验条件,发挥主观能动性,改变填鸭式的实验教学模式,提高学生综合应用所学知识的能力。综合化学实验教学内容优化为实验背景前言介绍、材料合成及其表征、分析方法的构建及其应用、大型仪器使用及数据分析、实验数据处理及分析和论文格式撰写辅导。其中,还有包含数据处理方法的学习、论文格式撰写辅导、文献搜索指导和文献分组竞赛搜索。由学生汇报实验教学中学到的数据处理方法,如荧光仪与粉末衍射仪的数据输出、导入Origin作图软件、横纵坐标的设计、数据的误差分析等。通过不同学生将所学仪器的处理方法进行在线共享,提高学生处理数据的能力。文献搜索指导,重点介绍常用的中文和英文数据库,演示英文文献的查找过程。文献分组竞赛搜索是由教师提供与所设计课题相关的文献清单,学生分组竞赛完成相关文献的查询和下载。学生通过阅读与实验内容相关的文献,对所得到的数据进行分析,撰写实验论文。通过对这三类分析相关实验教学内容的改革,使得这三类实验的培养目标得到了融合贯通。

2.2 实验教学方法的改革

2.2.1 加强创新能力与团队协作能力的培养

在实验课教学过程中,除了讲授实验教材的理论和实验内容外,在实验课的教学过程中也插入了一些生活中遇到的实际问题,如漓江水水质含氧量分析、葡萄酒中抗氧化剂亚硫酸钠含量的分析等,让学生们了解到实验课所学到的内容不仅可用于单一目标物检测,也可实现快速、灵敏和准确检测生活中的其他常见物质,增加学生对实验类课程的兴趣,拓展实验课程在实际生活中的应用。此外,在实验课教学结束后,面向本科生开放科研实验室,培养学生的科研创新能力,激发学生的创新乐趣,明确自身的发展方向,并指导学生参加“创新创业科研训练”“全国高等师范院校大学生化学实验邀请赛”“挑战杯大学生课外学术科技作品竞赛”“‘国药工程-东富龙杯’全国大学生制药工程设计竞赛”“广西高校大学生化学实验技能竞赛”等并取得优异的成绩。2020届广西师范大学化学与药学学院毕业生总数约250人,在其中31位校级优秀大学毕业生中就有14位学生参加过分析化学相关的创新实验训练、实验邀请赛以及创新创业竞赛。学生在参加比赛的过程中,创新能力与团队协作能力也得到了培养。以挑战杯比赛为例,首先给学生布置一些科研实验拓展类课题,指导几位本科生同学团队协作,利用空余时间查阅相关文献、设计方案、联系厂家、购买药品、分组实验以及总结汇报等,充分调动组内同学的分工协作关系,从而增加实验类课程的趣味性,使学生学会主动学习和获取知识,提高他们数据收集以及分析实验现象的能力;学生考查所设计的方案在实际生活中的应用,总结成果,申请了专利和软件,并参加了广西的区级挑战杯比赛,获得了区级特等奖的好成绩,实验成果发表在国际著名期刊*Biosensors and Bioelectronics*上,并且学生还将整个竞赛过程以及心得体会进行总结并发表于国内著名教学类期刊《大学化学》^[6]。学生反映通过参加这些课外科研训练,不仅提高了科研创新能力,而且也增强了做科研的自信心,培养了团队协作与多学科交叉融合能力以及勇于改变现状、勇于创新、勇于实践的宝贵精神^[6]。同时,这些成功的科研竞赛项目也具有极大的示范性作用,激励了下一届的学生积极参加专业竞赛。

2.2.2 加强实验教学与虚拟仿真教学以及课外实验活动的结合

分析化学实验或是药物分析实验都会用到一些大型仪器,如高效液相色谱仪、紫外-可见分光光度计等。目前,在教学过程中发现学生存在仪器操作和数据分析能力脱节的情况,大部分学生可能会操作,但是不会对结果进行分析,而有些学生甚至没能实际操作大型仪器。因此,为了让制药工程专业的学生能够多接触以后工作后会经常用到的大型仪器,学院组建了色谱分析实验室,增加了色谱仪器数量,使得人均仪器数目比例由1比20提高到1比4,提高了学生的色谱仪器操作与数据分析能力,提升了学生的就业能力。在学校实验条件许可的情况下,也加强了理论教学与虚拟仿真教学的结合,丰富了我院虚拟仿真实验室模拟仪器的装置和检测过程以及平时的线上考核,加深学生的印象和理解。但是,仍然有较多大型仪器存在套数不足的情况,特别是一些科研类相关以及毕业设计相关的大型仪器,如透射电镜、扫描电镜、光电子能谱仪等。因此,在此类情况下,我们通过优

化综合化学实验教学内容,鼓励多位学院教师共同参与,提供操作平台,拟定与科研相关的研究类课题,学生根据个人爱好,选择相应的教师和课题并开展进一步研究,在研究过程中不但可以接触这些大型科研仪器,还可以得到科研相关的数据分析处理和论文写作锻炼,解决了学生想学习大型仪器但又接触不到的问题,为以后的毕业设计和科研工作顺利开展架设了桥梁。

3 实验教学效果评价结构的优化

尽管部分学生的期末实验课总成绩很高,但是在做毕业设计时却并没有体现出相关的优势,欠缺发现问题、分析问题和解决问题的能力。因此,对分析化学实验评价体系进行改革,新评价体系由7部分组成,优化了各部分的考核细节,确定了各部分最终占实验成绩的比例:实验预习(占比10%),实验操作(占比30%),实验结果(占比5%),实验安全和卫生(占比5%),实验报告(占比5%),实验小结(占比5%,实验小结为每次实验结束后学生就本次实验相关内容展开分析讨论总结)、期末考试(占比40%),各项成绩和总成绩均以百分制计算。在这一评价体系中,提高了对创新能力和综合能力的考查比例,设计了实验小结评分,提高了反思能力的权重,同时兼顾了其他科学素养的考评如实验预习、实验报告以及实验结果的思考部分等。此外,鼓励学生参加科研类项目的训练和专业竞赛。学生通过训练或参赛不仅可以提高创新能力与实验能力,提高自身的综合素质,同时,参与竞赛的获奖等级和数目可以作为评价学生实验课学习效果好坏的体现。参加竞赛获得的成绩不仅可以依据学校制定的学分转换规定转换成相应学分,而且也从侧面反映了学生综合实践能力的提升。因此,多种形式的考查方式有利于调动学生的积极性,提高学生的创造性,促进培养良好科学素养的卓越人才。

4 结语

从卓越人才培养要求出发,综合考虑了药物分析实验、分析化学实验和综合化学实验的内容、教学过程以及评价体系存在的不足,通过优化实验课程的教学内容与评价体系,使得分析化学相关的实验课程融会贯通,优势互补,使学生能够有机会使用更多的科研设备,得到更全面的实验训练,学生的创新能力、团队协作能力与科学素养得到全面提高。研究成果不仅可用于化学和制药工程专业本科生的实验技能培养环节,也可以推广到其他实践类课程。

参 考 文 献

- [1] 李维红,张奇涵,李娜,王颖霞,裴坚. 大学化学, 2019, 34 (10), 1.
- [2] 教育部等六部门关于实施基础学科拔尖学生培养计划2.0的意见. [2020-01-06].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351895.html
- [3] 王伟,姚如富. 大学化学, 2016, 31 (9), 15.
- [4] 苏燕,姜林,张赟,钟欣芮,马晓爽,李梦龙,郑成斌. 大学化学, 2019, 34 (10), 36.
- [5] 朱亚先,洪炜,夏海平,吕鑫,谢兆雄,杨朝勇,曹晓宇,郭祥群. 大学化学, 2019, 34 (10), 8.
- [6] 秦雨欣,林天然,李金莹,覃思媛,侯丽. 大学化学, 2020, 35 (6), 110.