

将科研软件融入化学实验与理论教学

梁华*, 戴可, 钟国清, 黄鹤燕, 李鸿波

西南科技大学材料科学与工程学院, 环境友好能源材料国家重点实验室, 分析测试中心, 四川 绵阳 621010

摘要: 学生个体学习差异及课堂教学单一化, 易使教学失衡, 从而导致学生兴趣丧失, 阻碍其进一步学习。因此, 这里结合课程内容, 将可视化科研软件融入化学类实验课程的课前和课后, 使学生利用科研软件辅助理解实验现象。并将实验课与理论课相结合, 在理论课堂中用科研软件演示实验课的延续内容, 帮助学生体会科研软件对判断和解释科学问题的作用。随后, 根据教学实施结果进行了反思和总结, 提出课程设计的要点。

关键词: 化学教学; 科研软件; 实验教学; 理论教学

中图分类号: G64; O6

Introducing Scientific Software in Chemical Course Including Laboratory and Theory

Hua Liang*, Ke Dai, Guoqing Zhong, Heyan Huang, Hongbo Li

Analytical and Testing Center, State Key Laboratory of Environment-friendly Energy Materials, School of Materials Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, Sichuan Province, P. R. China.

Abstract: The imbalance between teaching and learning, because of individual difference and the simplicity of teaching, can lead to interest losing on study, which will hinder the further learning. Here, based on the course content, certain scientific software are introduced in chemical laboratory lesson before and after class, thus, students can understand the experimental phenomena with the assistant of this teaching approach. Then laboratory lesson is connected with theory lessons to demonstrate the compounds they synthesized during experiment through a scientific software. The design helps the students understand the role of the software in judging and solving scientific issues. At last, the teaching practice is summarized and reconsidered to point out the essentials in the designing process.

Key Words: Chemistry teaching; Scientific software; Laboratory teaching; Theory teaching

教育现代化的推广使互联网与教育的结合更加紧密, 为有效培养学生提供了便利和契机。网上在线课程、MOOC、“雨课堂”等的出现^[1-4], 使高等教育中师生互动不再局限于传统讲台, 学生进行深度学习的方式也更加多样化。不过, 由于线上课程平台的建立需要不少人力、经费的投入, 使其在地市级高等院校的普及受到一定限制; 另一方面, 部分线上课程存在内容和形式不新颖、只将传统内容搬到电脑上的情况, 无法吸引学生自主学习, 导致学生实际有效参与度不高。作为一门以实验为基础的一级学科, 化学的发展离不开科学研究中各种现代分析测试技术的应用, 而测试技术的应用离不开科研软件的使用。但是在大学教育中, 很少有专门与化学软件学习相契合的课程教学。

收稿: 2019-11-20; 录用: 2020-01-07; 网络发表: 2020-02-03

*通讯作者, Email: dandelion1978@163.com

基金资助: 西南科技大学统一战线下的高校教育改革研究(18sxb179); 西南科技大学高教研究专项课题(19GJZX25); 西南科技大学本科教育教学改革与研究项目(17xn0023); 四川省教改项目(19sjjg11)

从以往的教学经验及发展趋势来看,测试技术和相应的软件知识是化学类本科学生在毕业设计、就业及研究生阶段必然接触的工具,因此将其尽早引入本科教学,符合“以产出为导向”的教育理念。目前已有的以软件辅助本科教学的探索表明,这种方式有利于辅助学生更直观地理解理论知识,并已取得可喜的效果^[5-7]。但这类尝试多在理论课堂开展,将科研软件用于化学类本科生实验和理论课堂的有机结合还鲜有报道。因此,我们在实验课堂和理论课堂对一门针对本校本科三年级应用化学专业学生开设的选修课程“精细化工”,进行了融入科研软件知识内容的尝试,将现代测试技术以可视化软件的方式呈现在学生面前,以此为纽带,将实验课堂与理论课堂结合,提高学生深度学习的兴趣。

1 科研软件融入化学课堂的教学设计

“精细化工”课程面向应化专业大三学生开设,兼具实验和理论课时,精细化工产品的制备和应用是这门专业课程必须掌握的内容,这里设计两组“亚胺精细化学品的制备及离子识别应用”作为实验教学内容,并筛选相应的科研软件融入实验内容中,要求每组学生在课前用科研软件画出相关目标化合物的二维结构(前期理论教学中融入相应软件介绍),课后通过实验现象用软件比较实验性质差异的原因,并在理论教学中进一步点评分析和延伸。结合学生课堂反馈进行教学反思,从而调整并完善实验教学设计,优化课堂效果。教学设计思路如图1所示。

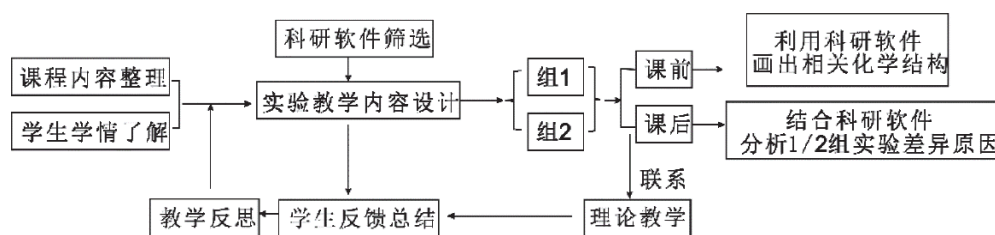


图1 教学设计思路图

2 实验教学开展

2.1 课前

亚胺化合物是重要的精细化工中间体,结构的细微差异对其性质有明显影响。实验设计将学生分为两组,通过同一反应原理,一组制备化合物 A-O, 另一组制备化合物 A-P (图2)。

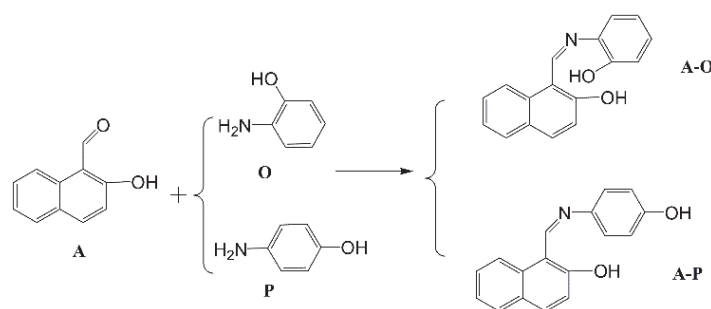


图2 实验制备原理

化合物 A-O 和 A-P 的二维结构要求每组学生提前采用 ChemOffice 软件包中的 ChemDraw Ultra 画出(图3), 并比较两者的结构差异。此软件的使用由前期理论教学渗透部分知识介绍, 后期靠学生自学。

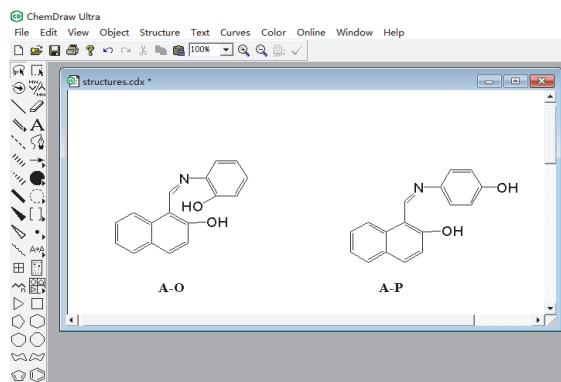
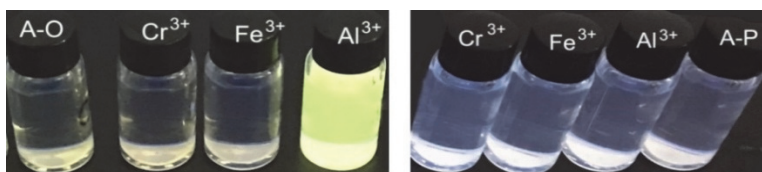


图3 ChemDraw Ultra 软件界面

2.2 课中

两组学生首先按照图2的原理分别完成两组化合物制备,然后每组将其制备得到的化合物用于金属离子应用性能的定性测试:分别测试这两种化合物对三价金属离子的响应能力,并记录现象。将三种离子分别加入到A-O和A-P中,得到如图4所示的结果:在365 nm紫外灯照射下,A-O中只有加 Al^{3+} 的溶液发出黄色荧光,A-P中三种金属离子加入前后,现象变化不明显。这说明A-O可对铝离子进行肉眼快速识别,而A-P不具备此功能。这里布置课后作业,让学生思考其中原因。

图4 两组学生制备的亚胺对 Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 和 Al^{3+} 的响应照片图(365 nm 紫外灯下)

左: A-O; 右: A-P

电子版为彩图

2.3 实验课后与理论课堂联系

在理论课堂上用5-10分钟给学生演示ChemOffice软件包中的另一个软件Chem3D Ultra的画图方法,这个软件可以更加直观地画出化合物的空间立体结构图。如图5所示,通过结构优化功能得到A-O的立体结构图。这里要求学生在课后练习,画出制备化合物的3D图,并让学生结合实验现象和化合物立体结构思考这两种同分异构体为什么会对 Al^{3+} 具有不同的识别性能差异。

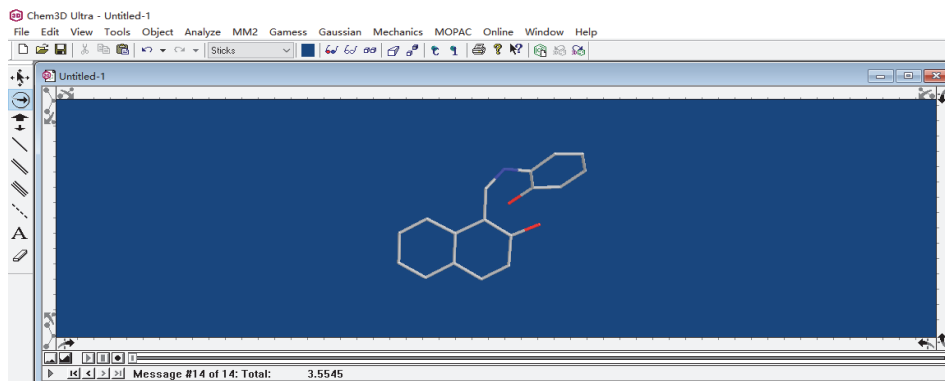
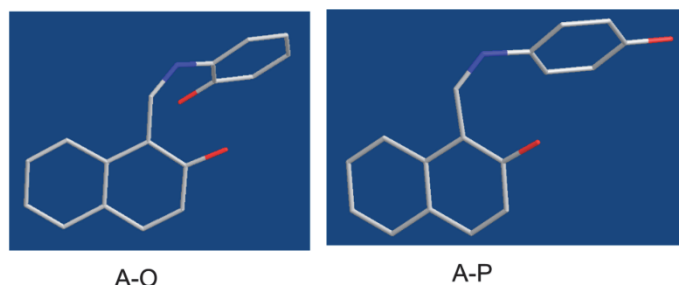


图5 Chem3D Ultra 软件界面

经过课堂和课后练习,学生画出亚胺化合物,图6为每组学生画出的 A-O 和 A-P 的立体结构图代表。



A-O

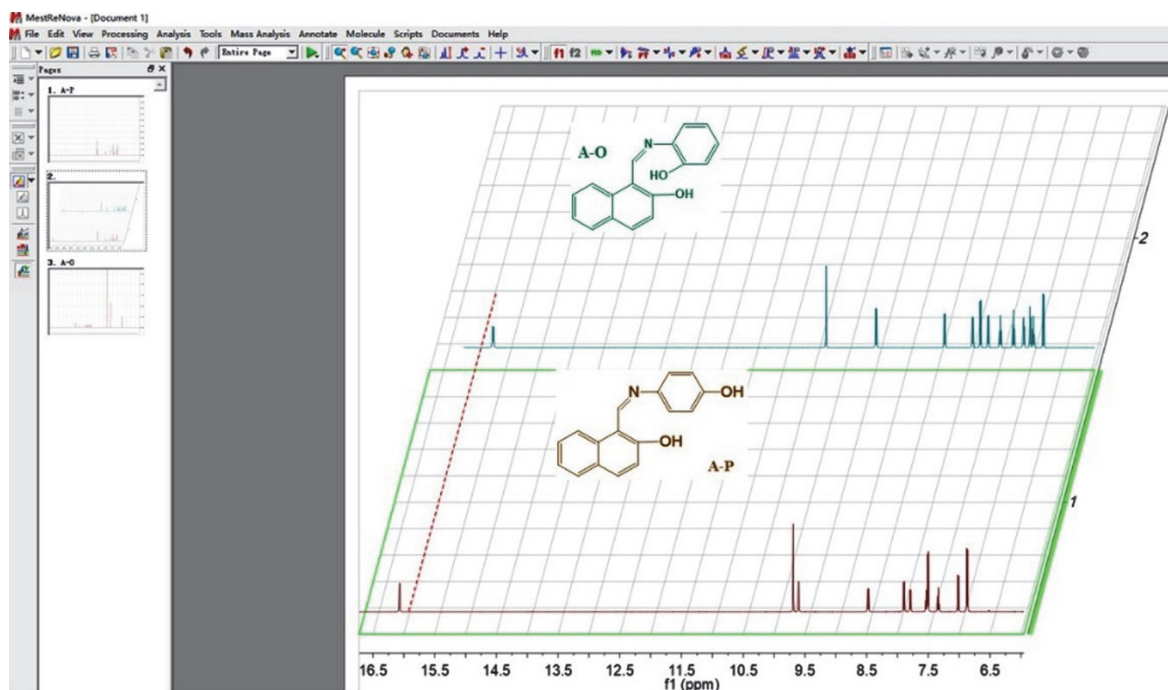
A-P

图6 两种亚胺的3D立体结构图

电子版为彩图

学生根据实验结果和软件所画图示,并结合理论知识可推测出:A-O 结构使两个羟基(图6红色位置)易于与铝离子作用形成荧光增强的配合物;而 A-P 结构中,由于空间位阻的缘故,两个羟基相隔较远,不利于同时与铝离子结合,从而不能形成荧光增强型配合物,并说明邻位羟基的不可或缺性,而这种设想与我们前期类似研究结果一致^[8]。这个案例也让学生深切体会“结构决定性质”的含义。

由于实验课时和条件限制,学生无法对制备的化合物结构直接进行表征操作。因此在理论课堂上,以核磁共振波谱软件 MestReNova 展示学生制备的两种化合物的 ¹H NMR 谱图(图7)。简要说明如何根据化合物对称性定性判断谱图对应何种化合物(峰类型多的谱图对应 A-O, 另一个则对应 A-P),而通过引导学生观察图中红色虚线两边的氢化学位移差异,帮助其体会“结构对化学位移的影响”的含义。此软件可很直观地区分这两种化合物的结构,并加深学生对相关波谱知识课程的理解。

图7 MestReNova 软件界面中两种亚胺化合物 A-O 和 A-P 的 ¹H NMR 截图

电子版为彩图

3 教学反思

通过整个教学过程的实践和观察,结合学生反馈,得出以下几点思考:

① 软件种类选取须合理。“合理”指学生接受度和课程内容契合度。这次尝试选用的 ChemOffice 软件中的两种子软件界面简洁、操作简单,且可免费下载,学生下载后可反复练习,便于学生快速掌握。并且这款软件为学生认知课程中需要合成的精细化工中间体及产品的结构提供了更直观的学习平台,使不同知识背景的学生站在同一起跑线学习软件知识,有助于提高学生的认知理解和学习兴趣。

② 实验教学采用分组设计。同一类实验,分成不同组别,每组得出不同的实验结果,有利于学生借助软件进行横向和纵向比较,并体现软件融入的优势。组别数和每组人数可根据实验内容和选课人数进行优化和调整。

③ 注重软件在理论课堂和实验课堂的联系。对于一门包含理论和实验的课程,这种联系能加深学生的学习印象,并便于教师跟踪观察。而联系的方式是立足于教学内容进行的教学设计。

④ 注重教学和科研的联系。学生在工作中将经常接触科研软件,现有课程教学中却很少涉及相关知识,这与“以产出为导向”的理念相悖。因此及早将科研中的软件融入课程教学,学生可及早为毕业设计和今后的工作做好准备。这种探索模式发展成熟后,学生在课堂上的思考和发现还有可能为教师科研提供新思路,实现两者的相互促进。

4 结语

通过适当的教学设计,将科研软件融入化学实验和理论课堂教学,不仅使学生的课堂专注力有较大提高,而且使学生在运用软件的过程中加深对课程内容的理解,并可辅助他们对实验中遇到的问题作出合理解释。这种尝试体现了“学以致用”的思想,也与“以产出为导向”的教育理念相一致。今后在做课程设计时,还可结合科研需求,从横向和纵向更大限度地发掘软件与课程内容的联系及融入方式。

参 考 文 献

- [1] 林毅,丁琮,谢音,田秋霖,曹迪,王舒,王晓如,黄驰. 大学化学, **2018**, 33 (11), 11.
- [2] 朱桂萍,于歆杰. 中国大学教学, **2018**, No. 5, 29.
- [3] 肖安宝,谢俭,龚付强. 现代教育技术, **2017**, 27 (5), 46.
- [4] 王海鸥,李新学,时国庆,牛琳. 大学化学, **2018**, 34 (9), 57.
- [5] 张青瑞,刘凯. 化工高等教育, **2019**, No. 4, 90.
- [6] 史崇瑛,尹志刚,钱恒玉,陈勇. 河南化工, **2019**, 36 (4), 57.
- [7] 刘杨先. 化学教育, **2017**, 38 (10), 69.
- [8] Liang, H.; Li, Z. C.; Wu, D. Q.; Dai, K.; Zhong, L. Y.; Liu, Y. G.; Yan, M. H.; Tuo, X. G. *Sensors Actuat. B-Chem.* **2018**, 269, 62.