

结构化学教学策略的探索与创新

李会吉, 孙海杰*, 冯世柳

郑州师范学院化学化工学院, 河南 郑州

收稿日期: 2021年11月25日; 录用日期: 2021年12月24日; 发布日期: 2021年12月31日

摘要

作为基础化学和高等化学之间阶梯的结构化学, 其学习需要学生在能力方面具有一定的数理能力、逻辑分析能力、综合利用知识解决问题的能力以及空间想象力, 导致大学阶段最难学的化学专业课被认为是结构化学。因此, 该课程最亟待解决的一个重要问题就是提高教学效果。本文通过文本分析法, 从科学发展史的引入、学科交叉及应用、科研反哺教学、信息化教学和计算机实践几个方面来探究并总结出提高结构化学教学质量的教学实施策略。

关键词

结构化学, 教学策略, 教学改革

Exploration and Innovation of Instructional Strategies in Structural Chemistry

Huiji Li, Haijie Sun*, Shiliu Feng

School of Chemistry and Chemical Engineering, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou Henan

Received: Nov. 25th, 2021; accepted: Dec. 24th, 2021; published: Dec. 31st, 2021

Abstract

As a ladder between basic chemistry and advanced chemistry, structural chemistry requires students to have certain mathematical ability, logical analysis ability, the ability to solve problems by comprehensive use of knowledge and spatial imagination. As a result, structural chemistry is considered the most difficult chemistry major course to learn in college. Therefore, the most urgent problem of this course is to improve the teaching effect. Through text analysis in this article, the introduction of the history of scientific development, interdisciplinary and application, scientific research feeding teaching, information teaching and computer practice are explored to summarize the teaching implementation strategies and improve the quality of structural chemistry teach-

*通讯作者。

ing. Through this text analysis, dialectical thinking and the idea of unity of opposites of students are cultivated.

Keywords

Structural Chemistry, Teaching Strategies, Teaching Reform

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

结构化学不只包含化学专业的相关内容, 还包含高等数学、量子力学、晶体学等很多相关内容, 牵扯到较多的数学公式和推导, 理论性强、知识的抽象难懂[1], 致使学生学习结构化学需要具备较高水平的物理和数学基础[2]。因此, 结构化学历来被化学专业公认为大学期间既难教又难学的课程, 特别是量子力学基础章节, “学生理解费劲、对于生活中的实际问题采用量子力学的基本原理来处理更难”这样一个问题是大部分老师面对的问题。探究其根本原因归因于化学专业只开设了基础物理, 学习结构化学之前未涉及到量子化学, 但是量子化学本来又是一门相对空洞、高深的课程, 而结构化学的基础部分恰巧是量子化学, 学生往往为了应付考试, 积极性不高。作为基础化学和高等化学之间阶梯的结构化学, 学习结构化学, 不单能够使学生对结构化学中基础内容达到掌握, 而且能够更加清楚——基本原理“结构决定性质, 性质反映结构”, 从而在更高层次上认识化学的各种现象, 然后使学生在社会中的核心竞争力得到提升, 有利于培养学生成为适合现代化社会的多元化复合型人才[3]。那么, 如何提高教学质量, 激发学生的学习兴趣, 是值得思考的问题。本文探究并总结多种策略, 供教师教学参考和使用。

2. 教学实施策略

2.1. 发挥科学发展史的双重作用

“一重”——课堂情景导入, 激发兴趣。对于初学的入门课——量子力学基础, 包含了大量的高等代数运算和陌生晦涩的符号, 这使得大多数学生在课后表示难以理解。此时结构化学史教育可以作为激励学生继续学习的典型鲜明事例, 如共价键理论基础的建立过程(如图 1), 是由多位杰出的科学家不断完善的, 从中我们可以感受到在科研过程中合作交流的重要性; 以及当我们遇到现有理论无法解释客观现象时, 需要创新, 建立新的理论, 从而更好地描述事实, 符合客观现象。

“二重”——发挥德育功能, 教书育人。总书记指出, 要坚持把立德树人作为教育教学的中心环节, 立德树人是高校立身之本[4]。在不同时代、不同版本的教材中都呈现和展示了一些典型的科学史实材料。科学史中蕴含了大量科学家的创造性思考, 具有重要的价值。教师要善于启发学生思考和分析科学史来发挥科学史的德育功能, 例如, 科学家们为什么要研究这个问题, 是个人兴趣呢? 还是国家发展需要呢? 当时面临着哪些困难? 科学家研究问题的方法是什么? 处于不同时代的科学家针对同一问题相继提出了哪些观点, 等等。他们将会通过问题思考对结构化学概念、原理的理解更加深入和彻底。所以, 加强原理学说的发展, 体现科学的发展规律和发展趋势, 引导学生对科学发展进程中的事件做出理性的分析和判断。一方面帮助学生获得深切的内心体验, 培养丰富的情感和积极的心态, 另一方面增进学生对科学知识及本质的深刻体会, 从而树立正确的价值观。



Figure 1. The development process of covalent bond theory

图 1. 共价键理论发展过程

2.2. 学科交叉的应用

结构化学与多门学科如有机化学、无机化学和仪器分析等的交叉(图 2), 结构化学为交叉学科建立了理论基础, 是对交叉学科的补充和延伸, 从微观的角度研究事物的本质和规律。奥苏贝尔曾在其著作中写道: “如果我不得不把教育心理学的所有内容简约成条原理的话, 我会说: 影响学习的最重要的因素是学生已知的内容。弄清了这一点后, 进行相应的教学。” [5]可见, 对于后续学习, 学习者已具备的知识基础起着至关重要的作用。因此, 结构化学教学必须注重其启发学生将已有的知识经验形成新知识的生长点, 让学生能够建立新旧知识之间的关联, 不断丰富拓展[5]、调整和改组认知结构。

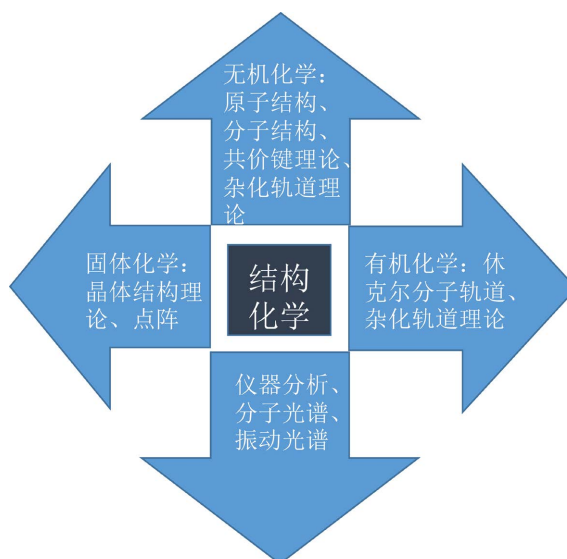


Figure 2. Cross-listed courses

图 2. 学科交叉

实际教学过程中充分利用学科交叉的特点,注重有意识挖掘、寻找学科之间的联系。如学习杂化轨道理论时,先带领学生或通过提问的方式,复习之前学过的无机化学中杂化轨道理论的知识,抛出启发性的问题:什么是杂化轨道?为什么需要杂化?如何判断杂化轨道的类型?怎么根据杂化轨道类型来判断分子几何构型?一方面“抛砖引玉”:为接下来从微观角度更加深入的认识杂化轨道理论做铺垫;另一方面,将学生从已知的感兴趣的学科引入难度较大的学科(知识纵向迁移),借力于学生熟悉的喜欢的学科,由易到难,逐步搭建学习“支架”,最终使学生体会到结构化学的精妙所在,爱上结构化学,达到自主学习,主动探究的效果。

2.3. 科研反哺教学

结构化学大部分是理论,为了提高学生对结构化学的兴趣,教师可以收集一些近期的科研成果,介绍科研现状和目前需要继续探究的问题,树立清晰的科研目标,激发学生学习结构化学的强烈愿望。如在讲混合晶体(石墨)时,通过介绍苏州大学迟立峰教授所带领的团队研发制备的聚合物(可调带隙的石墨烯纳米带 GNRs),如图 3 [6],被认为是下一代碳基半导体的非常有潜力的候选者,从而引出石墨晶体的结构特点。可以有效地拓宽学生的知识视野,使学生初步了解科研方法,对学生进行科研启蒙。

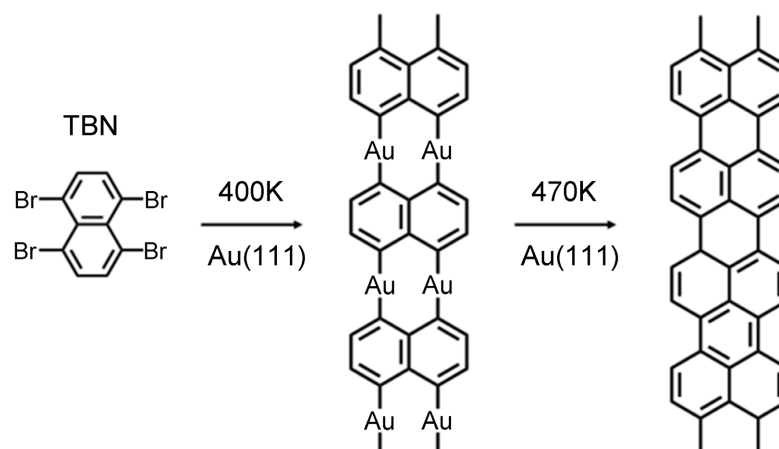


Figure 3. Schematic diagram of 5-AGNRs synthesized by TBN molecules on Au(111) surface
图 3. TBN 分子在 Au(111)表面反应合成 5-AGNRs 的示意图

2.4. 信息化教学和计算机实践

化学科学力求从微观层面去解释宏观现象,但是学生却很难感受到微观世界的粒子是如何发生变化的,因此通过直观的信息化教学,学生就能够对微观世界做出形象的描述。21 世纪是一个数据时代,人们的生活离不开手机、电脑等电子设备。因此在教学中充分利用学生这种优势,对课程教学有着很大的帮助。区别于传统课堂,结构化学更需要信息化教学的加入,采用虚拟建模、VRML (虚拟现实)技术、动画制作可以生动直观的展示出原子轨道(图 4)、分子轨道(图 5) [7]。如在讲解“原子结构和共轭理论”时,三维立体图可以在展现原子模型的基础之上继而演示原子之间的成键过程以及轨道杂化方式。这种呈现方式能将原子成键过程完整的呈现出来。

晶体 3D 立体空间构型是虚拟模型图中最具真实感的表现方式,可以直观的向学生传递物质空间结构知识,如晶胞 - 结构基元 - 点阵的变换可以通过晶胞的三维动画模型来展示(图 6),从而使学生能够容易理解三者之间的关系[1]。由复杂不可见的理论转化为可视影像,在空间思维的引导下,学生将三维立体图所表征的内容转化成文字信息,从而内化形成已有知识。这种呈现方式是培养学生空间智能的有效途径[5]。

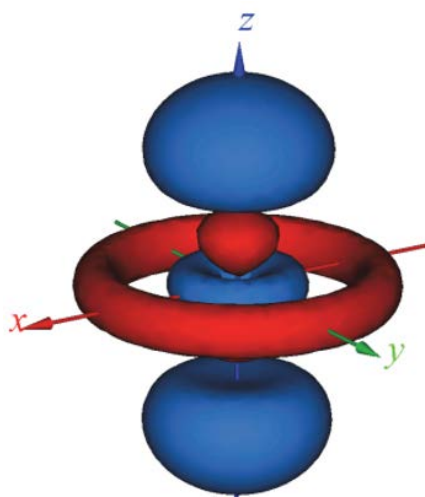


Figure 4. $4dz^2$ atomic orbital profile
图 4. $4dz^2$ 原子轨道轮廓图

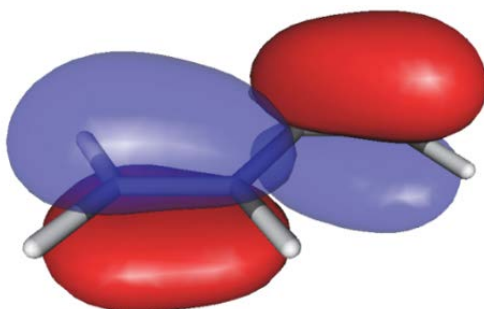


Figure 5. HOMO molecular orbital profile of butadiene
图 5. 丁二烯 HOMO 分子轨道轮廓图

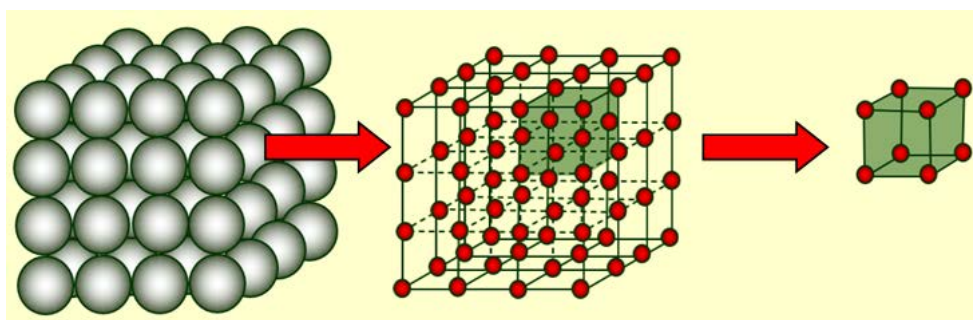


Figure 6. Cell-structural element-lattice transformation
图 6. 晶胞 - 结构基元 - 点阵的变换

另外, 针对“预习 - 教学 - 复习”使用信息化教学工具如雨课堂、超星学习通(图 7)、钉钉等进行教学管理, 这些平台具有发布作业(预习、复习、拓展等), 上传学习资料, 如南开大学的结构化学国家精品在线课程, 鼓励并帮助学生通过网络自主学习; 结合自身学习情况、薄弱点及感兴趣的内容进行自我提升, 为研究生树立明确目标。课下在讨论区, 师生还可以就学科问题或学习心得进行交流, 使问题得到及时反馈和解决; 以及科学分析并统计学生的学习情况(题目正确率、作业完成情况), 以便教师针对性备课; 考勤、随机分组等多种功能(图 7)。信息化教学, 使教学质量和效率得到显著提高。



Figure 7. Information-based teaching through Chaoxing Learning
图 7. 超星学习通信息化教学

“科学”的现代意义不单单涉及到静态的科学结论，也涉及到了动态的科学探究过程，全部的科学皆源于实践并应用于实践[5]。运用计算机绘图，学生不仅深刻认识了理论本质(如波函数的3D图、电子云形状、原子轨道模型、分子轨道成键过程、晶体的立体空间构型)，而且激发了主动探索和求知的欲望。通过计算机实践，理论与实践结合，学生能够更加深刻理解理论的重要性及实际意义；让学生有动手动脑的时刻，推动学生在实践中发散思维，积极创新，重点培养学生学以致用综合能力。

3. 总结

结构化学从微观的角度去认识客观世界和物质，它具有在科学理论的基础上预测实验现象和发现研究新物质的独特魅力。它既是科学，又是哲学。通过以上探究得出结论，在教学中，重视科学史的德育

功能,通过 VRML (虚拟现实)、绘图软件、动画模拟等信息技术把电子云、分子轨道、晶胞等可视化,让学生形成丰富的感性认识,培养想象力和空间思维能力。加大科研反哺教学,给学生提供课程实践——计算机操作的机会,将学生培养成为祖国建设添砖加瓦、适应社会的复合型人才。

基金项目

郑州师范学院本科教学改革研究项目(JXGG-20805); 郑州师范学院教师教育课程改革研究项目(JSJY-20928)。

参考文献

- [1] 谢木标. 提高地方师范院校结构化学教学趣味性的几项举措[J]. 化工高等教育, 2019, 36(4): 101-105.
- [2] 夏其英, 马登学. 结构化学课程考核方式改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2019(45): 147-148.
- [3] 宋杨杨, 王士炜, 王晓丹, 等. 结构化学课程的探索与改革[J]. 山东化工, 2020, 49(3): 117.
- [4] 王学俭, 杨昌华. 立德树人: 中国特色社会主义高校的立身之本[J]. 新疆师范大学学报: 哲学社会科学版, 2018, 152(1): 54-62.
- [5] 毕华林, 亓英丽. 化学教学设计——任务、策略与实践[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2013: 116-118.
- [6] 孙科伟. 准一维碳基纳米材料的表面合成及 STM 研究[D]: [博士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2018.
- [7] 孙宏伟, 陈兰. 结构化学课程中波函数 3D 图的 VRML 实现[J]. 大学化学, 2019, 34(7): 102-106.