

结构化学课程建设的探索与实践

路慧哲*, 张莉, 段红霞, 马琛

中国农业大学理学院应用化学系, 北京 100193

摘要: 从教学内容、教学方法、考核机制等方面总结了结构化学课程建设的探索与尝试, 讨论了提高教学效果的可能途径。

关键词: 结构化学; 课程建设; 教学效果

中图分类号: G64; O641

Exploration and Practice in the Curriculum Construction of Structural Chemistry

LU Huizhe*, ZHANG Li, DUAN Hongxia, MA Chen

Department of Applied Chemistry, College of Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, P. R. China.

Abstract: Exploration and practice are summarized based on teaching contents, teaching methods and assessment mechanism in the curriculum construction of structural chemistry, and the possible ways to improve the teaching effect are also discussed.

Key Words: Structural chemistry; Curriculum construction; Teaching effect

结构化学课程^[1]是一门以基础理论为主、反映 20 世纪以来研究者在探讨物质微观体系中所获得的诸多重要的化学知识及其规律的课程。该课程的核心内容是利用量子力学相关理论, 从微观角度研究原子、分子和晶体的结构与物质性能间的内在联系, 其课堂教学中所涉及理论(量子化学理论)和相应的实验方法不仅被广泛应用到化学各个分支学科领域(如无机化学、有机化学、物理化学、高分子化学、分析化学等), 而且越来越多地渗透到其他如生命科学、材料科学、环境科学等自然类学科中。因此, 结构化学课程在化学类本科课程知识体系中占据重要地位, 对于丰富学生基础知识、培养创新能力具有不可替代的作用。

由于结构化学的研究对象以微观结构为基础, 课程内容有很强的理论性、逻辑性、抽象性与概括性, 要求学生既要有严密的逻辑思维能力, 又要有较好的空间想象能力, 同时要有一定的数学、物理知识和与化学专业相关的基础知识, 因此, 不可避免地为该课程的教与学都带来很大挑战。我校自 2010 年设置化学类专业结构化学必修课, 2016 年度成为本专业核心课, 在课程建设中, 通过研究课程教学特点, 我们进行了结构化学教学内容、教学方法与考核机制的改革与探索, 也从中得到了一些启示和经验, 请各位同行批评指正。

收稿: 2017-09-20; 录用: 2017-11-02; 网络发表: 2017-11-13

*通讯作者, Email: luhz@cau.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1210064); 中国农业大学结构化学专业核心课建设项目

1 丰富教学内容 构建开放式教学体系

教学内容是教学目标的载体, 不仅在教学过程中起着重要的作用, 而且是课堂教学中最主要的组成部分, 直接影响着教学目标的实现和教学质量。结构化学是本校理科基地班的专业主干课程与核心课程之一, 整体教学内容的重点严格参照《高等学校化学类专业指导性专业规范》, 保持基础知识框架的稳定性。课程的重点分成三个部分^[2], 即量子理论与原子结构、化学键理论与分子结构和点阵理论与晶体结构, 通过系统讲授课程重点内容, 使学生对上述三个部分的基本概念和理论有系统、正确的理解和认识, 逐步理解微观结构与宏观性质的本质联系, 打下量子力学基础、对称性基础和晶体学基础, 建立起结构决定性能、性能反映结构的科学理念。

在稳定基础知识框架的前提下, 我们也着力构建开放式教学体系(表1), 在课堂教学中引入与教学内容相关的科技发展前沿, 力求取材新颖。众所周知, 多数学生对结构化学课程有畏难心理, 影响学习信心与兴趣。针对这一普遍情况, 我们适当丰富了绪论课中前沿知识的内容, 介绍了结构化学知识在药物设计、晶体工程、生命科学等领域的相关应用, 培养学生的科学精神和素养, 促使他们树立远大的科学理想, 获得强大的学习动力, 同时让学生深刻认识结构化学的重要性, 产生学习兴趣, 激发起学习动力, 充分发挥其主观能动性。对于课程理论性教学内容, 我们也力求引入内容相关的前沿进展, 使学生认识到, 结构化学远非脱离实践的无用理论, 而是活跃于学科前沿的富于生命力的学说。例如, 在分子轨道理论的学习中, 我们加入量子化学计算的一些最新进展内容, 引导学生认识计算化学的重要作用; 介绍VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion)学说时, 我们介绍了该学说近期在*Science*发表的研究成果, 即超高压体系中 Cl_3^- 离子微观结构中的应用^[3]。 Cl_3^- 离子存在于超高压化合物 NaCl_3 晶体结构中, 晶体学结果表明3个氯原子近似直线排列, 文章作者采用VSEPR规则, 认为中心氯原子用5个电子对中的2个与两端氯原子相连, 圆满解释了离子的电子结构与几何结构; *Science*杂志曾公布了125个最具挑战性的科学问题^[4], 其中“自然界中手性原则的起源是什么”与分子对称性紧密相关, 我们以此问题为契机鼓励学生通过文献查阅了解“分子手性与生命起源的关系”, 深化学生对课堂知识的理解, 启迪思维; 考虑到农科院校的专业特点, 我们在晶体部分介绍了基于靶标晶体结构的绿色农药分子设计^[5], 进一步引导学生认识结构化学知识在前沿领域的重要应用。

表1 教学重点与开放式教学内容

教学重点	开放式教学内容
绪论	药物设计、晶体工程、生命科学相关进展
量子理论与原子结构	量子信息与应用
化学键理论与分子结构	计算化学及应用
点阵理论与晶体结构	基于靶标晶体结构的药物设计

在结构化学教学中, 对于整体内容系统、逻辑性的讲授以及开放性教学体系的构建, 都需要教师在教学上保持极大投入, 同时也要关注学科前沿, 并开展相关的科研工作, 形成自己对学科知识体系的深度理解, 从而培养基础扎实、学术视野宽阔的创新型人才^[6]。

2 引进现代化教学方法 营造信息化教学平台

教学方法是联系教师“教”与学生“学”的重要纽带, 是提高教学质量的重要保证, 多样化、现代化的教学方法是高质量完成教学任务的必要条件。结构化学课程的理论性、逻辑性、抽象性、概括性与丰富性, 也为现代化教学方法的应用提供了广阔空间。

2.1 教学方法多样化

结构化学是一门理论性较强的化学分支学科, 涉及丰富的概念、方法、原理, 加之它的处理对

象是原子、分子和晶体的微观结构,因此,多样化、现代化的教学方法对于课程教学尤为重要。

结构化学中诸多理论方法都是科学家不囿于传统、不畏权威、勇于突破、敢于创新的研究成果,因此我们在课堂教学中应用启发式、案例式、问题式等教学方法^[7],结合学生的认知水平和生活体验,创设合适的教学情景导入新课,培养学生不受传统观念束缚、敢于大胆设想、富于想象的科学精神,激发学生主动探索的欲望,鼓励学生提出不同的见解,让学生自觉、主动地学习,同时注意融合学科前沿知识和高新科技,增大课堂信息量,激发学生创新精神,使学生在课堂上既学到了科学知识,又系统、全面、具体地培养了提出问题、分析问题、解决问题、凝练理论的创新思维模式。

对于教学内容中的分子对称性与晶体对称性部分,这些内容要求学生具备较强的空间想象能力,因此,我们通过对分子结构和晶体结构模型的搭建,借助形象思维帮助学生更深入地理解分子和晶体的空间结构,同时利用软件程序和网络技术实现模型实习的电子化,多种模式的三维分子和晶体模型突破了原来模型室的限制,拓展了模型实习的时间、空间,便于学生在实物模型实习前后在计算机上进行预习和复习,使模型实习具有更多的灵活性,保证了学习效果。

我们在教学实践中,通过应用针对不同教学内容的多种教学方法,激发了学生的学习兴趣与研究兴趣,提高了学生的学习积极性,使结构化学课程的教学质量有了较好的提升。

2.2 教学平台信息化

不可否认,信息化时代正在对课堂教学产生深刻影响,因此我们利用学校支持,构建了结构化学课程信息化教学平台,包括教学课件、教学大纲、电子教案、在线测试、答疑讨论、资源纵览等栏目,让更多的资源得到共享,结合现有教学模式,更加方便了师生交流互动,增加了学生的学习主动性,更加体现个性化、个别化教学,从而达到更好的教学效果。我们在信息化平台建设中,鼓励学生利用信息化教学平台随时提出问题,重视与学生的交流互动,实现教学问题的网上系统化管理;我校在信息化平台中设置“课程共享联盟”,方便教师了解兄弟院校相关课程设置情况,有助于交流学习。

2.3 翻转课堂的尝试

以信息化教学平台为基础,我们尝试在常规教学中引入翻转课堂模式。翻转课堂的特点是通过颠倒知识传授和知识内化来改变传统教学中师生角色并对课堂时间的使用进行重新规划。考虑到结构化学理论性较强与难度较高的特点,通过慎重考虑与甄选,我们将传统课堂教学中相关理论在具体体系的应用作为翻转课堂的内容,如休克尔分子轨道(HMO)法对链烯烃的处理、分子对称性与其物理性质等。在翻转课堂中,知识传授由学生在课前通过观看教学视频、预习教材来自主完成,我们选择结构化学精品课网站视频课(<http://struchem.nankai.edu.cn/>; http://www.icourses.cn/coursestatic/course_6075.html; http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2828.html),作为翻转课堂课前内容,同时在网络教学平台发布后续讨论问题;课堂教学部分围绕既定的讨论问题展开,随机请学生讲解讨论问题,教师则负责点评归纳总结,并安排随堂测试全面了解整个班级对学习内容的掌握程度。

在结构化学中引入翻转课堂教学,是作为传统课堂教学的一种补充,旨在加大学生的学习参与度与积极性。例如,在“共轭分子与 HMO 法”翻转课堂教学实践中,我们将该部分内容划分为如下知识点:共轭体系及其物理化学性质;HMO 法基本思想及处理过程;HMO 法处理结果及应用;芳香体系 HMO 处理;HMO 法与分子轨道理论的关系。以此作为课堂讨论的基本问题,增加学生课下学习的针对性;通过课上 PPT 展示与分组讨论,证实大部分学生对知识点掌握较好,且随后的问卷调查表明,90%以上的学生对这种教学模式持认可欢迎态度,认为翻转课堂“超赞”“收获很大”,提高了学习兴趣,增加了对学习内容的理解,尤其是提高了学习主动性、参与度,超过 95%的学生认为翻转课堂有助于养成优良的学习习惯,增进学习能力的提升。但也有学生反应,课上讨论时间有限,参与度方面还需要提高。

诚然,翻转课堂极大地激发了学生自主学习的热情,但考虑到结构化学课程的内容难度与大班授课的教学特点,笔者认为,翻转课堂的教学模式适宜作为传统教学模式的补充,同时要求教师要

细致全面地去组织安排翻转课堂的内容,也要求教师付出更多的心血,在课下通过网络教学平台、微信群等现代通讯手段对学生进行及时指导。

3 优化考核方法 改革考试机制

考试是衡量教师授课成果和学生掌握课程情况的主要方法,也是教学活动中不可缺少的一部分^[8]。现代大学是以培养综合创新型人才为目的,在教学考核过程中,应该用科学的、多元的方式去综合评价每个学生,在考试机制上改变传统的单一闭卷考试形式,优化考核方法。我们在学生成绩评价上,除了传统的笔试外,还引入了随堂小测、课程论文、主题讨论等多种形式的考核方式。为了拓宽学生知识视野,增加学习兴趣,我们在考核方式中加入课程论文的撰写,内容主要包括学科发展历史及结构化学在前沿领域的相关应用,如“诺贝尔奖中的量子化学”“石墨烯的结构与性质”“化学模拟生物固氮与配位场理论”“蛋白质晶体结构与基于靶标的药物分子设计”等。随堂小测主要是随时检查学生对所学知识的掌握程度,督促学生养成良好的学习习惯,同时教师也可藉此调整教学进度。随堂小测旨在使学生保持常态化学习习惯,使教师能随时掌握学生的学习状况,并根据学生的整体状况随时调整课程安排。而课程论文与主题讨论不仅培养了学生文献调研、知识获取的能力,也使学生的逻辑表达、沟通交流的能力得到锻炼,同时践行主动探究、创新实践的科研精神。最终成绩来源于所有考核方式的综合,课程论文成绩 10%,作业、主题讨论与随堂小测平均成绩 20%,考试成绩 70%。我们的教学实践表明,这种综合多元的考核方法,提高了学生们学习结构化学课程的积极性,课堂气氛得到活跃,授课效率明显提高。

通过各方面的教学改革,我们可以明显感受到教学氛围得到活跃,学生的求知愿望与学习热情也大大提高了,同时课程的优秀率有了明显提高,达到 10%左右,而不及格率也由原来的 20%–30% 下降到不足 10%。

4 结语

在教学过程中坚持教学研究,是提高教学质量的重要保障。我们将继续在“教”与“学”过程中构建开放式教学体系,优化教学方法与评价机制,不忘初心,提高教学水平,保证教学质量。

参 考 文 献

- [1] 周公度,段连运. 结构化学基础. 第 4 版. 北京: 北京大学出版社, 2008.
- [2] 段连运. 晶体结构教学研究//大学化学化工课程报告论坛论文集. 第二届大学化学化工课程报告论坛, 武汉, 2007 年 11 月 10–11 日. 北京: 高等教育出版社, 2007: 13–18.
- [3] Zhang, W. W.; Oganov, A. R.; Goncharov, A. F.; Zhu, Q.; Boulfelfel, S. E.; Lyakhov, A. O.; Stavrou, E.; Somayazulu, M.; Prakapenka, V. B.; Konopkova, Z. *Science* **2013**, *342*, 1502.
- [4] Kennedy, D.; Norman, C. *Science* **2005**, *309* (5731), 75.
- [5] Jin, Y.; Zhao, H.; Lu, H.; Kuemmel, C. M.; Zhang, J.; Wang, D. *Molecules* **2015**, *20*, 1088.
- [6] 万坚. 大学化学, **2017**, *32* (4), 11.
- [7] 陈建中, 林树坤, 黄长沧, 李荣华, 李奕. 大学化学, **2006**, *21* (1), 17.
- [8] 许旋, 王干全, 莫海洪. 高等理科教育, **2005**, No. 6, 49.