

基于三重表征的大学有机化学教学策略

周维友* 姜 艳 缪春宝 孙富安 何明阳

(常州大学石油化工学院, 江苏 常州 213164)

摘要: 从宏观、微观和符号三种表征水平上认识和理解有机化学知识, 并建立三者之间的内在联系, 进而培养学生“宏观-微观-符号”三重表征思维方式, 这对于有效地学习有机化学具有重要的促进作用。结合教学实践, 探讨了基于三重表征的大学有机化学教学策略。

关键词: 有机化学; 三重表征; 教学策略

中图分类号: G64; O621.1

Teaching Strategy of Organic Chemistry in University Based on Triple Representations

ZHOU Wei-You* JIANG Yan MIAO Chun-Bao SUN Fu-An HE Ming-Yang

(School of Petrochemical Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, Jiangsu Province, P. R. China)

Abstract: It is very helpful for the students to learn organic chemistry effectively by thinking on three levels, the macro, micro and symbolic representations, and building the internal relationship among them. In the paper, the teaching strategy of organic chemistry in university based on triple representations is discussed.

Key Words: Organic chemistry; Triple representations; Teaching method

大学有机化学是化学、化工、制药和材料类专业的一门重要基础课程, 对其他专业课的学习效果具有直接影响。由于有机化合物数量庞大、反应类型多、机理复杂, 该课程的学习困难学生较多。大部分学生对有机化学的认识是理论、抽象、难理解, 有机反应繁多而难以记忆, 更难实现对知识的融会贯通及发挥对其他专业课程学习的辅助作用。在目前这种课时普遍较紧的情况下, 根据有机化学课程特点和要求, 采取科学的教学方法, 提高课堂教学效率是提高教学质量的关键^[1-3]。

自从1982年苏格兰格拉斯哥大学科学教育中心的约翰斯顿(A. H. Johnstone)教授首先提出化学学习的三重表征以来, 三重表征的研究就受到了国内外化学教育专家的重视^[4]。化学作为研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的学科, 既研究物质宏观上的性质及其变化, 也研究物质微观上的组成及结构, 化学符号则是化学研究和交流的工具。化学学科的内容特点决定了化学学习中, 学习者必然要从宏观、微观和符号等方面对物质及其变化进行多种感知, 从而在学习者心理上形成化学学习独特的三重表征: 宏观表征、微观表征和符号表征。就有机化学而言, 宏观表征即有机化合物的物理化学性质及各类物质之间的转化等; 微观表征即有机化合物的组成、结构以及立体化学等; 符号表征即宏

*通讯作者, Email: zhouwy426@cczu.edu.cn

基金资助: 常州大学教育教学研究课题项目(GJY2013054); 常州大学校教学研究课题重点项目(GJY2014005)

观表征和微观表征用符号的表示。如果学生能整合三重表征进行学习,从宏观、微观和符号三种表征水平上认识和理解有机化学知识,并建立三者之间的内在联系,进而培养学生“宏观-微观-符号”三重表征思维方式,使学生有意识地在多维度上学习和理解知识,把握规律,尽可能减少死记硬背^[5],这必能极大地帮助学生有效地学习有机化学。

实际上,相对于高中的学习,大学的有机化学涵盖了基础的原子结构、化学键等基础理论,知识结构更为系统,对于大学生而言更容易实现三重表征的学习。然而,学生三重表征的能力和思维方式不是自发形成的,也不是在短时间内可以形成的,需要教师在教学过程中采取三重表征的教学策略,逐步培养学生对于有机化学学习的思维方式和学习方法。下面笔者结合自己的教学实践,探析基于三重表征的大学有机化学教学策略。

1 及早地引入三重表征学习的方法

若让学生采取三重表征的学习方法,首先必须让学生清楚什么是有机化学“宏观-微观-符号”三重表征,同时还须让学生认识到掌握这种思维方式和学习方法对自己的学习具有的积极作用。所以,在学习有机化学绪论时,教师就要让学生初步了解有机化学学习中不同于其他学科的学习方法和思考问题的方式,在宏观、微观及符号三个不同层面上对有机化学进行解说,进而在后续教学中,通过典型的教学实例,不断让学生切实体验到它的益处,明白这样的学习方法和思考方式对有机化学学习的帮助。只有学生具备了这种意识,才能在学习过程中主动地构建对知识的三重表征,进而真正内化为自己的思维方式。

2 将“宏观-微观-符号”思维方式贯穿于教学过程中

在初步了解有机化学的三重表征思维方式后,教师应采取措施对学生的这种概念加以强化和定型,使学生始终在学习和解决有机化学问题时运用“宏观-微观-符号”思维方式。为此,教师必须将“宏观-微观-符号”思维方式贯穿于教学过程中,逐步强化学生“宏观-微观-符号”思维方式的意识。例如:在学习单环芳烃的化学性质这一章节时,苯分子可以和混酸反应生成硝基苯,这是宏观上的概念;微观上,这是由于苯环的电子云分布特点和其亲电试剂的性质;进一步再采用结构式表示出这一转化过程,即符号表征。在掌握苯环的基本亲电取代反应类型及规则后,宏观和微观表征都可以体现在符号上。

在进一步应用这些基本反应时,往往只会在符号表征层面上体现,但是在这一环节中,教师应尽可能地向学生完整展现自己分析和解决问题时的思维过程。在吸收消化一个新的知识点时,学生有时会需要一个较长的思维过程,在这个过程中可能会有许多疑问,这些疑问点可以通过提问或讨论的方式获得。要透彻地消化知识点,就必须解决这些疑问。所以,我们需要使抽象的“宏观-微观-符号”思维方式直观化和显性化,尤其是当学生正在进行新的和复杂的思维操作时,从而让学生在体会思维过程中促进“宏观-微观-符号”思维方式的形成。例如:在思考由苯合成对硝基苯甲酸时,可以采用尝试的方法,其树形结构表示如图1所示。根据不同的基团,可选择的化合物有4种,若先引入羧基,则根据定位规则再引入硝基是不行的;若先引入硝基,再进行烷基化,也不符合定位规则,所以只有先进行烷基化,然后硝化,最后进行氧化。

这些明晰化的思考以及问题解决过程也是有效思维方式形成的重要途径之一。教师应善于把握学生思考问题的方式,引导学生走近教科书中的思维活动,并指导和调节学生,帮助学生展开化学思维活动并引导他们总结其中的规律、方法和技巧,形成正确有效的有机化学思维方式。

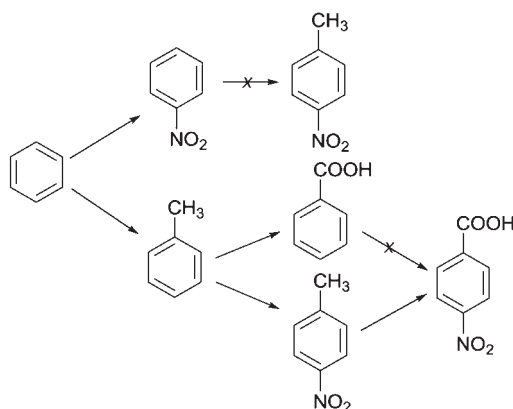


图1 由苯合成对硝基苯甲酸的思维路径图

3 注重课件的组织 and 内容编排

目前,大多数院校的有机化学课程都采用多媒体教学,在“三重表征”的教学中,多媒体课件发挥着重要的作用。有机化学是一门宏观与微观相统一的学科,教案和多媒体课件应该紧紧抓住这个特征,在内容的组织和呈现方面,依据学生的心理发展水平和对知识的认知发展水平,尽可能地引导学生从宏观、微观、符号三者相结合的视角认识有机化学物质结构与性质,充分注重引导学生运用“宏观-微观-符号”的思维方式学习化学知识、分析和解决化学问题。

由于理解难度和学生想象力的发展水平以及个体差异性,学生微观认识的形成和科学建构需要现代技术模拟来辅助^[6]。在课件制作中,要充分应用多媒体的特点,模型、图片、多媒体等直观教具可以使微观过程直观化、抽象过程形象化,并能把宏观现象跟微观世界的微粒运动联系起来,深化学生对物质组成及其性质的辩证关系的认识,有利于学生“宏观-微观-符号”思维方式的形成。在充分利用模型、图片及动画影像这些优势的基础上,把宏观、微观、符号三者有机结合起来,引导学生从微观本质上认识和思考宏观的现象和变化,促进学生对知识的理解,通过三者的完美融合,在不知不觉中帮助学生深刻领会三者间的有机联系,促进学生“宏观-微观-符号”思维方式的形成,从而更好地学习有机化学。

根据教学的需要,多媒体技术在有机化学教学中可以用于模拟有机化合物的结构、化学反应历程及演示某些重要的化学实验。在大学有机化学的实际教学中,一般无法在课堂上进行实际演示,这时教师可以采用多媒体技术,来模拟实验的过程或采用播放录像等形式来进行演示。例如:学完烷烃、烯烃和炔烃的知识后,对于烯烃和炔烃的亲电加成反应活性大小的比较,在理论讲解完之后,再通过宏观的实验现象加以深化。如:往3只装有 Br_2/CCl_4 溶液的试管中分别通入乙烷、乙烯和乙炔气体,可以发现通乙烯气体的试管中颜色最先褪去,乙炔次之。这对于学生的三重表征学习是具有积极作用的。通过多媒体模拟来展现,形象生动,可以有效地帮助学生形成“宏观-微观-符号”三重表征思维方式。

4 结合实验教学培养学生三重表征的思维方式

大学有机化学是一门理论性和应用性都较强的学科,同时也是一门对实验要求较高的学科。在目前以讲授为主的教学模式下,实验教学不仅可以激发学生的兴趣,提高学习化学的自觉性和积极性,同时还可以帮助学生形成化学概念,理解巩固化学知识,培养学生观察现象、分析问题和解决问题的能力。在三重表征形成过程中,实验环节更是具有重要作用^[7]。实质上,有机化学实验的特点就是通过物质的宏观现象来反映物质的组成、结构、性质以及化学反应中内在变化的微观本质。实验教学

中, 教师不仅要指导学生怎样观察现象, 还应启发学生怎样利用这些感性材料去思考问题, 去表示这一过程, “看到” 化学现象背后的本质。“1-溴丁烷的合成” 是有机化学中的一个基本实验。实验过程中观察到的现象主要是反应体系的颜色变化, 无色变成了橙色或橙红色; 另外, 在分离提纯过程中需要用浓硫酸洗涤。那么如何来解释这些现象和必要的操作步骤? 首先教师需要跟学生讲解实验过程中发生的各种反应, 然而, 这种讲解对于大部分学生来说是难以接受的。如果结合有机化学课程中的理论知识, 进而用符号的方式系统地表达出来(图2), 不仅能够有效地将宏观现象与物质性质联系起来, 而且通过符号系统地表达更是使这种联系具象化, 更加有助于学生对有机化学知识的理解。

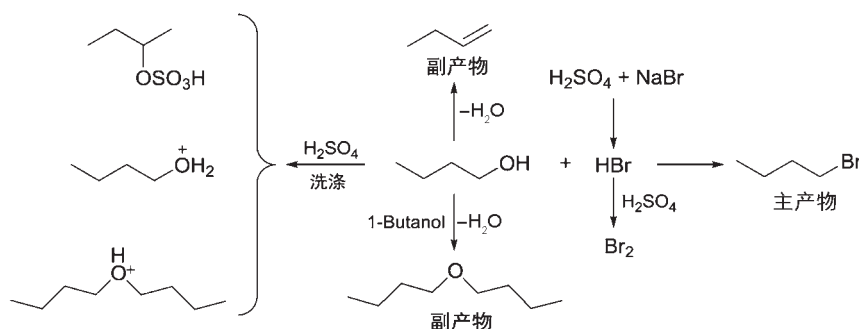


图2 1-溴丁烷合成实验中的反应路径图

通过分析反应物的结构与化学性质, 用已知理论来预测实验现象和最后结果, 从微观本质上认识和思考宏观的现象和变化, 形成实验现象与符号、物质内部本质的联系, 这需要理论课和实验课的教师在教学思路上形成统一。学生经过长期的熏陶, 就会逐渐地把事物的宏观现象和物质的微观结构联系起来, 认识到宏观上表现出的性质实质上是物质内部特征结构的外部表现, 并体会用符号表示各种有机反应。

5 引导学生积极反思

反思是人们自觉地把心理活动作为认识对象的一种思维活动, 是对自己的思维过程以及思维结果有意识地进行科学地、批判性地回顾、分析和检查的过程。反思是思维方式形成的重要一环, 也是深化、巩固知识的重要方法之一。“宏观-微观-符号” 化学思维方式的学习与发展是学习者主动建构和内化的过程, 而自我反思就是实现建构与内化的一条途径, 是学习活动的基本环节。因此, 教师在教学过程中应重视加强学生的反思性学习, 培养学生对思维过程中化学思维方式的掌握、运用, 进行自我回顾、自我分析、自我总结的能力与习惯, 并主动引导学生进行反思^[8]。例如, 在学习完卤代烃相关知识点后, 举例以2-溴丙烷为原料合成1-溴丙烷, 基本合成路线如图3所示。在此基础上, 进而提问以2-氯丙烷为原料合成1-氯丙烷的方法。引导学生思考类似结构物质的不同合成方法及条件对反应的影响。

化学“宏观-微观-符号” 思维方式的培养是一个长期的过程, 它的形成如果仅仅依赖教师课堂上的讲解是远远不够的, 还需要学生在学习过程中亲自运用和体验, 使其逐步内化在自己的思维过程中, 形成这样的思维习惯, 最终达到熟练的迁移和运用的目的。

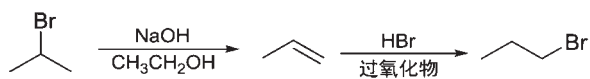


图3 1-溴丙烷的合成路线图

基于“三重表征”的有机化学教学策略是在教学过程中,有意识地强化培养学生“宏观-微观-符号”三重表征的思考方法,让学生自身主动地构建有机化学知识体系,更有效地学习有机化学,进而更好地发挥有机化学作为专业基础课的作用。应当说,经过几学期的教学实践,此教学策略取得了初步成效,首先一定程度上改变了学生对有机化学“死记硬背”的学习方法,提高了学习有机化学的兴趣,学习的主动性增强。进一步的效果还需在后续的专业课程学习中,或进一步的深造过程中检验。然而,设计准备更完善的相关教学资料和发展更有效的教学手段仍需在长期的教学实践中总结和改进。

有效的教学方法一定是高度结合了学科特点,而“宏观-微观-符号”三重表征的学习思考方法正体现了有机化学课程的特征。“三重表征”的教学方法是促进学生“宏观-微观”思维方式形成的一种有效手段。运用三重表征思维方式学习有机化学,能够增进学生对有机化学知识的理解,提高学生分析和解决问题的能力。只有在平时的化学教学中多注意三重表征思维方式的培养,将其贯穿于日常教学中,对学生进行潜移默化的影响,才能达到教学目的。在教学活动中,一定要充分发挥教师的主导作用,结合具体教学内容,运用多种教学手段,采用一定的教学策略,以促进学生三重表征思维方式的形成。

参 考 文 献

- [1] 周远明, 杨爱萍. 大学化学, **2009**, 24 (6), 19.
- [2] 胡荣华, 隋 岩, 方小牛. 化学教育, **2011**, No. 9, 39.
- [3] 王兰英, 王云侠, 李剑利. 大学化学, **2014**, 29 (5), 15.
- [4] 毕华林, 黄 婕, 元英丽. 化学教育, **2005**, No. 5, 51.
- [5] 安胜姬, 吕 蕾, 郑松志. 中国大学教学, **2014**, No. 5, 90.
- [6] 赵丽娇, 钟儒刚, 甄 岩. 计算机与应用化学, **2008**, 25 (8), 1035.
- [7] 张丙香, 毕华林. 中国教育学刊, **2013**, No. 2, 73.
- [8] 焦家俊, 任玉杰, 钱旭红. 化工高等教育, **2007**, 96 (4), 82.