

基础有机化学教材改革与探究式 教学融合发展研究^①

黎泓波¹, 王素琴¹, 王兴明², 盛寿日¹

1. 江西师范大学 化学化工学院, 南昌 330022; 2. 西南科技大学 材料科学与工程学院, 四川 绵阳 621010

摘要: 基础有机化学教材改革与探究式教学方法相结合是高等院校课程改革的重要阵地之一。采用问题式教材模式编写的《基础有机化学》教材, 将探究式教学贯穿于基本概念、基本知识、基本思路和综合应用的教学中来改善有机化学课程教学效果, 非常有益于夯实学生有机化学知识的应用能力, 同时对学生创新潜质的培养提供了良好的机遇。

关键词: 教材改革; 创新潜质; 探究式教学

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)09-0211-06

现代高等学校教学目标之一是培养大学生的学习方法和创新思维能力, 因此课堂教学应该以综合型的启发式教学方法施行教学^[1-2]。传统的教师一言堂灌输式教学方法已经不能满足现代教育发展的需求, 更不能满足新时代学生的心智发展要求。因此, 与时俱进改革教学课程和改善教学方法对于高等学校课堂教学是否具有优良的效果有着重要的现实意义。

在大学有机化学课堂教学实践中, 我们对有机化学教材改革进行了深入详细的探索, 编写完成了《基础有机化学》新版教材。该教材采用问题式教材模式编写, 各章均编写有多个问题讨论类型的题目, 以利于课堂上师生的教与学。该教材着眼于对课程涉及的基本概念、基本知识、基本理论和综合应用等进行探究式教学, 提高大学生的学习兴趣, 潜移默化地培养大学生的综合运用能力和创新思维能力。

1 基本概念和基本知识的编写改革与探究式教学

随着教学对象的变化、有机化学科学研究的发展和教学改革不断深入, 对各类学校相关专业的有机化学教学内容也会提出更高的要求, 教材编写模式更需适应现代课堂教学改革的发展趋势。根据现代高等院校理工科不同专业的特点, 我们采用问题式教材模式精心编写了《基础有机化学》大学教材。

1.1 基本概念和基本知识的编写改革与探究式教学

《基础有机化学》采用问题式教材模式编写, 平均每章编写有约 10 个讨论类型的问题, 有利于课堂上师生的探究式教学。问题式教材模式是为逐步摒弃传统灌输式教学方法而设计的, 不少问题明显区别于课后习题, 属于较深层次思维的问题, 适于课堂研讨。通过师生互动形式的课堂问题讨论, 不仅可以调动学生学习的积极性, 而且对于学生创新思维能力的培养可以起到潜移默化的作用^[3]。

^① 收稿日期: 2016-11-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(21565015, 21663014); 江西省教育厅基金项目(GJJ150363); 化学生物与计量学国家重点实验室开放基金项目(Z2015022); 江西省普通高等学校教学改革研究项目(JXJG-15-2-19)。

作者简介: 黎泓波(1978-), 男, 江西高安人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 主要从事化学化工研究。

通信作者: 王素琴, 博士, 讲师, 硕士生导师。

例如第 1 章问题 4: 如图 1 所示, 从偶极矩与分子极性的关系, 结合分子空间结构分析下列各对分子的极性大小.

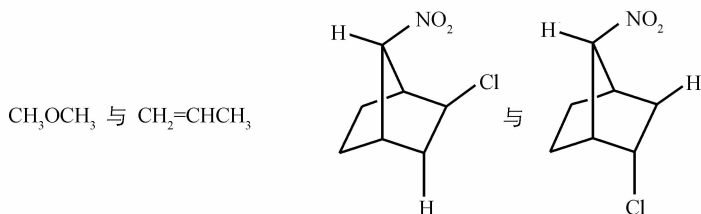


图 1 比较分子极性大小

通过学生主动研讨和教师启发, 得出结论都是前者的分子极性大于后者. 特别是后一对分子需要考虑空间构型确定分子的极性, 这样可以培养学生的空间想象思维能力, 巩固关于分子极性的概念. 第 2 章问题 6: 如图 2 所示, 叔丁基二茂铁一氧化氮是一个自由基, 但却是一个稳定的, 为什么?

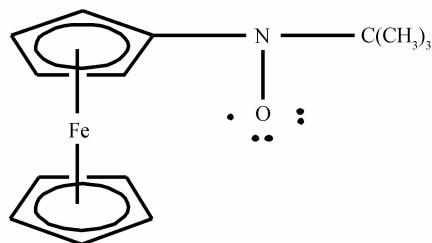


图 2 叔丁基二茂铁一氧化氮

课堂上学生与学生、学生与教师之间的互动探究, 了解到虽然叔丁基二茂铁一氧化氮是一个氧原子具有单电子的自由基, 但主要因为氧原子附近存在 2 个大基团叔丁基和二茂铁基, 阻碍了其他自由基的接近, 再加之 N-O 两原子与戊二烯之间的 p-p- π 共轭分散单电子, 因此叔丁基二茂铁一氧化氮是一个稳定的自由基. 这类问题不仅可以进一步巩固与深化空间位阻的概念, 对课堂教学气氛的活跃起着重要的促进作用. 第 3 章问题 11: 请解释为什么顺-1, 3-环己二醇的 aa 型构象比 ee 型构象稳定. 同样在师生之间探究后, 理解了顺-1, 3-环己二醇 aa 型构象分子内能够以氢键的形式生成一个稳定的六元环, 因此比 ee 型构象稳定. 通过研讨使学生了解到一般的规律不是绝对的, 存在特例现象. 因此科学研究要有敢于怀疑的勇气, 应该带着批评的眼光借鉴前人的研究成果.

1.2 基本知识的编写改革与探究式教学

在编写基本知识相关内容时, 结合探究式教学编写了相关课堂研讨的问题. 例如第 5 章问题 9: 试解释为什么烯烃的稳定性规律与亲电加成活性规律是一致的. 是不是越稳定的烯烃就越不活泼? 通过师生互动研讨, 学生更加清楚地理解了烯烃的稳定性是由分子内能大小决定, 双键上连的烷基越多烯烃越稳定, 烯烃亲电加成活性是由双键 π 电子密度大小决定, 而烷基是供电子基, 双键上连的烷基越多烯烃双键 π 电子密度越大, 因此烯烃的稳定性规律与亲电加成活性规律是一致的. 不是越稳定的烯烃就越不活泼, 稳定性是由分子内能决定而活泼性是由反应的活化能决定. 第 6 章问题 7: 如果孤立双键或共轭双键型多烯烃分子中存在 n 个双键, 那么应该有多少个顺反异构体? 例如 $\text{CH}_3\text{HC}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}_3$ 和 $\text{CH}_3\text{HC}=\text{CHCH}=\text{CHCH}=\text{CHC}_2\text{H}_5$. 课堂上学生讨论教师小结, 学生懂得了对于隔离双烯或共轭双烯型多烯烃, 若属不对称的多烯烃, 则顺反异构体的数目为 2^n 个 (n 为双键的数目), 如图 3 所示.

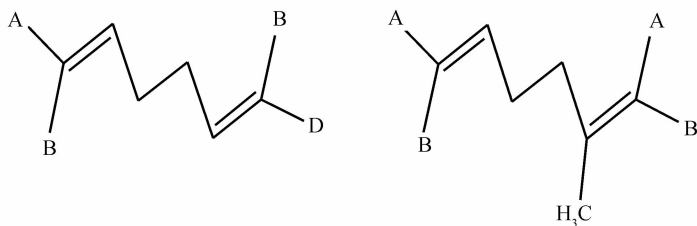


图 3 不对称双烯结构式

都有 $2^n = 4$ 个顺反异构体 (ZZ, EE, ZE, EZ). 对于对称结构的多烯烃, 当 n 为偶数时, 则有 $(2^n + 2^{n/2})/2$ 个顺反异构体 (图 4).

$n=2$, 所以有 3 个顺反异构体(ZZ, EE, ZE=EZ). 如果 n 为奇数时, 则有 $(2^n + 2^{(n+1)/2})/2$ 个顺反异构体(图 5).

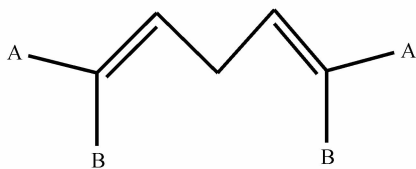


图4 对称双烯结构式

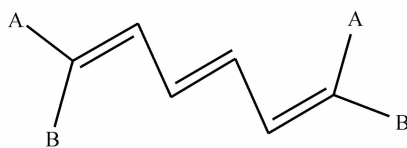


图5 多烯结构式

例如, 邻位四取代联苯类化合物(图 6). $n=3$, 只有 6 个顺反异构体(ZZZ, EEE, ZEZ, EZE, ZZE=EZZ, EEZ=ZEE). 通过探究教学, 进一步使学生对有机化学中数学知识的应用有了较深入的理解, 此时课堂气氛也较活跃. 第 7 章问题 6: 手性碳原子是否是分子产生手性的充要条件? 为什么? 请通过实例解释之. 通过讨论让学生理解手性碳原子只是使分子产生手性的因素之一, 既不是充分条件也不是必要条件.

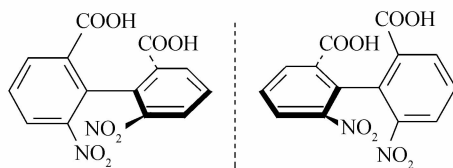


图6 邻位四取代联苯类化合物

又例如, 丙二烯型化合物(图 7).

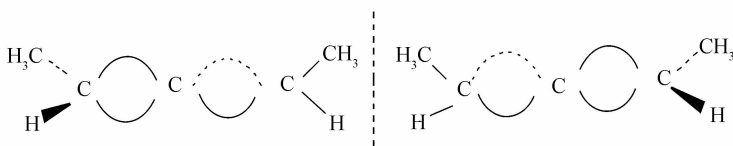


图7 丙二烯型化合物

此两类化合物都无对称因素, 也无手性碳原子. 这类问题的研讨不仅培养了学生分析问题的严谨性, 而且使学生的表述能力得到了锻炼. 第 8 章问题 6: 羟基的邻对位定位能力大于烷氧基, 请说明原因. 师生研讨后学生深刻理解其主要原因是酚羟基的氢以质子的形式离去后形成了酚氧负离子, 负电荷也有强的斥电子能力, 所以羟基的邻对位定位能力大于烷氧基. 这类问题的探究可以培养学生动态分析和解决问题的能力, 避免学习过程中一成不变的机械主义态度.

对于有机化学课程中基本知识的讲授, 看似简单, 但要讲授好并达到培养人的效果却不容易. 通过教材改革将探究式教学法应用于课堂教学, 能起到使学生主动学习和培养学生思维能力的效果^[4-5].

2 基本理论和综合应用的编写改革与探究式教学

有机化学教材形式的改革不仅可以在课堂教学中引入探究式教学, 更重要的是可以培养学生的创新思维能力. 恰当地应用师生互动式教学非常重要, 教师提出的问题不仅能够紧密结合教学所讲授的内容, 更重要的是提出的问题应该对培养学生的学习方法 and 创新思维能力具有潜移默化的作用^[6].

2.1 基本理论的编写改革与探究式教学

有机化学中的基本理论若进行一些课堂讨论会使学生更容易理解, 例如第 7 章问题 5: 2,3,4,5-四羟基己二酸共有多少种构型异构体? 为什么? 通过学生讨论理解了共有 10 个构型异构体(图 8).

这 10 种构型异构体中, C^2 和 C^5 , C^3 和 C^4 是相象的不对称碳原子. (a), (b), (c) 和 (d) 中 C^2 和 C^5 , C^3 和 C^4 的构型也是相同的; (e), (f), (g) 和 (h) 的 C^2 和 C^5 , C^3 和 C^4 的构型不相同; (i) 和 (j) 中, C^2 和 C^5 , C^3 和 C^4 的构型不仅不相同而且相反, 分子内含有平面对称因素. 此类研讨加深了学生对手性碳原子及构型异构体理论的理解, 属于深层次的问题探究, 可以凝练学生深层思维能力^[7]. 第 10 章问题 16: 乙醚和四氢呋喃都含有一个可以和水形成氢键的氧原子, 然而四氢呋喃可以和水互溶, 而乙醚却不能和水互溶. 请对这个想象提出一个合理的解释. 通过学生研讨, 理解了四氢呋喃为环状结构, 氧更加裸露, 更容易与水形成氢键相互作用, 因而可以与水互溶. 这类理论问题的探究使学生了解了空间因素对有机化合物性质的影

响. 又例如第 12 章问题 6: 如图 9 所示, 邻甲基苯甲酸 ($K_a = 12.4 \times 10^{-5}$) 的酸性较苯甲酸 ($K_a = 6.3 \times 10^{-5}$) 的酸性高, 请从电子效应和分子的空间结构等方面进行解释.

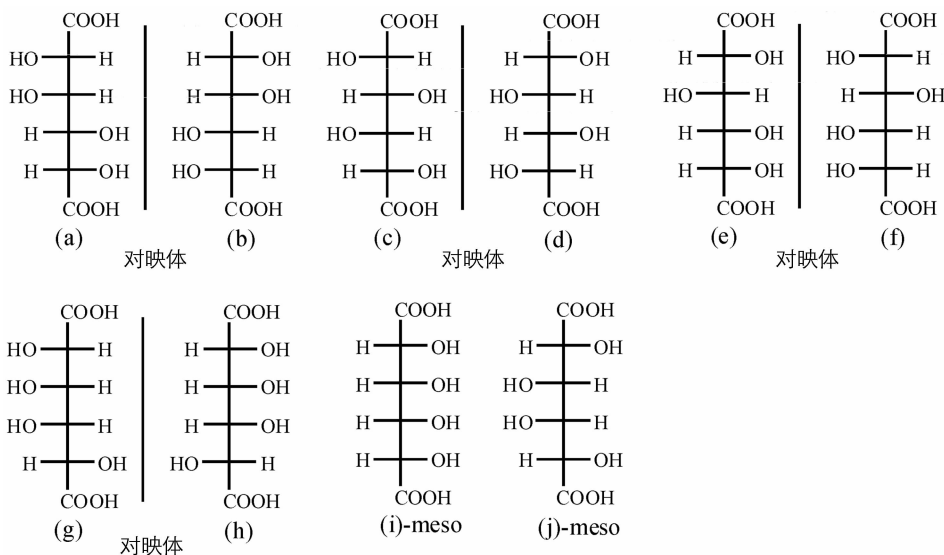


图 8 2,3,4,5-四羟基己二酸构型异构体

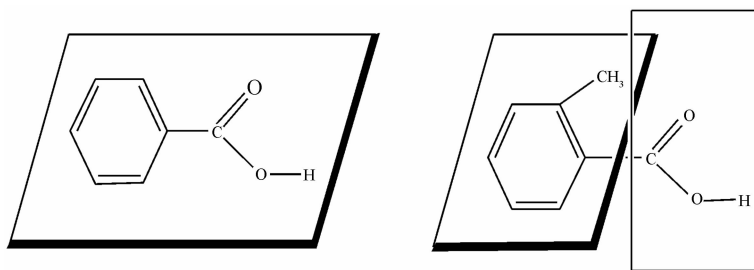


图 9 邻甲基苯甲酸

通过师生研讨, 学生认识到苯甲酸的苯环与羧基处于同一平面, 苯环具有供电子共轭效应, 因此苯甲酸的酸性有所减弱. 邻甲基苯甲酸苯环与羧基之间由于邻基空间效应而不在同一平面, 因此不存在共轭效应而酸性增加. 至于甲基的供电子效应在这里影响微弱, 不是主要影响因素. 该理论问题的探究也使学生进一步理解了空间因素对有机化合物性质影响的重要性.

再例如第 5 章问题 10: 在甲醇溶液中溴与乙烯加成产物不仅有 1,2-二溴乙烷, 而且还有甲基-2-溴乙基醚. 试用反应历程解释之. 该问题对于学生较难理解, 但通过师生之间在课堂上进行反应历程的研讨而获得共识, 认为通过溴鎓离子中间体的反应历程可以解释(图 10), 也证明了该历程的正确性.

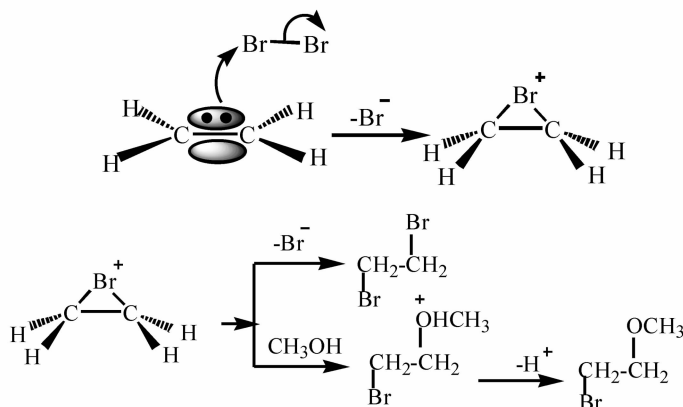


图 10 溴与乙烯加成产物

2.2 综合应用的编写改革与探究式教学

知识和理论的综合应用是培养学生创新思维能力更深层次的教与学, 因此《基础有机化学》进行了综合应用方面的教材编写改革. 例如第 8 章问题 10: 三苯甲基自由基和碳正离子都是较稳定的, 为什么? 试写出三苯甲基自由基的二聚体的结构. 经过课堂师生研讨, 学生了解到大的共轭体系使三苯甲基自由基和碳正离子的单电子或正电荷分散程度大而较稳定. 三苯甲基自由基的二聚体的结构如图 11 所示, 其结构是一个环己二烯衍生物, 二聚物中一个三苯甲基碳处于另一个自由基中苯基的对位. 室温下, 在 $^1\text{H NMR}$ 上可以看到三组峰, 它们分别是苯环上的峰(6.8~7.4)、环己二烯基上的峰(5.8~6.4)和烯丙基上的峰(5.0). 此类课堂问题研讨综合应用了自由基、电子效应和核磁共振谱等知识和理论. 第 12 章问题 8: 查阅文献, 以丙烯醛和 1-溴丁烷为主要原料设计合成路线, 合成如图 12 所示的化合物.



图 11 三苯甲基自由基的二聚体的结构

通过学生毛遂自荐在黑板上书写合成路线并进行课堂研讨, 对设计的合成路线之一有着深刻的理解(图 13). 此问题的研讨综合应用多类化合物的性质, 包括顺反异构、旋光异构、共轭二烯类、Wittig 反应、Claisen 重排、Grignard 试剂和酯交换反应等知识和理论.

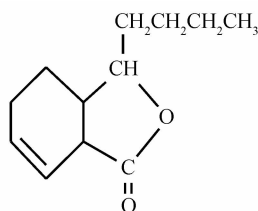


图 12 化合物结构式

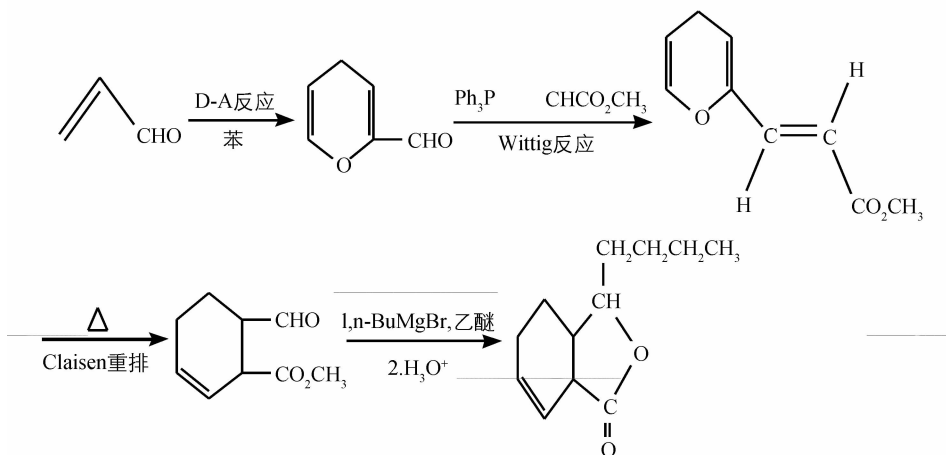


图 13 合成路线

3 结 语

现代高校授课教师大部分具有丰富的理论课教学与科学研究工作经验, 不仅传授书本知识和实验技能, 同时还全面地启发学生的科学思维, 培养学生的创新能力^[8]. 有机化学教材改革与探究式教学方法相结合, 将探究式教学贯穿于基本概念、基本知识、基本理论和综合应用的教学中, 形成不断地巩固、发展和深化 3 步过程的螺旋上升状态, 这非常有益于学生创新潜质的培养. 该教材基本可以省去教师编辑设计课堂研讨问题所需花费的大量时间, 不失为一本利于课堂上师生教与学较好的有机化学教材. 此类课堂探究式教学能够收到很好的效果, 绝大部分学生对互动式教学都感到满意, 并能将这种学习热情延伸到其他课程的学习中, 改善了高校课程教育效果和水平.

参考文献:

- [1] 吴 翊. 启发式教学再认识 [J]. 中国大学教学, 2011(1): 10.
- [2] 王玉枝, 旷亚非, 宦双燕, 等. 分析化学课程教学方法改革的研究与实践[J]. 化工高等教育, 2010, 27(2): 75—77.
- [3] 杨 丽, 温恒福. 启发式教学与对话式教学辨析 [J]. 教育探索, 2011(2): 51—53.
- [4] 张忠华, 周 阳. 对启发式教学几个问题的探索 [J]. 教育导刊, 2009(2): 50—52.
- [5] 张继振. 有机化学教材中的一些立体化学问题 [J]. 大学化学, 2011, 26(4): 32—38.
- [6] 姚寿广. 德国两类技术型大学的比较与启示 [J]. 中国大学教学, 2011(3): 92—95.
- [7] 王玉华, 温爱平. 在药物分析教学中实现启发式教学的方法探讨 [J]. 价值工程, 2010, 29(26): 182—183.
- [8] 郑小琦, 查正根, 汪志勇. 研究型大学有机化学实验教学体系改革与创新 [J]. 大学化学, 2010, 25(6): 12—16.

On Coordinate Development of Basic Organic Chemistry Reform and Exploratory-Based Teaching

LI Hong-bo¹, WANG Su-qin¹,
WANG Xing-ming², SHENG Shou-ri¹

1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China;

2. School of Materials Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan 621010, China

Abstract: Basic organic chemistry teaching material reform combined with exploratory teaching method is one of the important positions of curriculum reform in colleges and universities. Adopting problem-based teaching pattern for the basic organic chemistry textbooks and exploratory teaching through basic concept, basic knowledge, basic thinking and comprehensive application of teaching to improve the effect of organic chemistry teaching, it is very beneficial to strengthen the students' ability of application of organic chemistry knowledge. Furthermore, it is a good opportunity for the cultivation of students' innovative potential.

Key words: teaching material reform; innovative thinking; exploratory-based teaching

责任编辑 夏 娟