

PBL融合课程思政在有机化学实验中的应用

——以“有机分子结构模型作业”为例

王江云, 张凤莲, 潘芊秀, 韩玮娜*

山东第二医科大学药学院, 山东 潍坊

收稿日期: 2025年6月10日; 录用日期: 2025年7月9日; 发布日期: 2025年7月17日

摘要

为不断提高医用有机化学教学质量, 培养创新型医学人才, 在授课过程中采用多种教学方法以提高教学质量。文章以“有机分子结构模型作业”实验为例, 采用问题教学法, 引导学生带着问题提前预习, 在实验课上带着问题进行分子模型的搭建, 循序渐进地由基本的化学键形成到异构现象的产生原因, 加深了学生对理论课相关内容的理解和掌握, 培养了学生的空间想象能力和创新能力。该教学方法将理论课知识与实际模型有效结合, 激发了学生对有机化学实验课的学习兴趣和积极性, 提高了学习的主动性和参与度。同时将授课内容与思政教育有机融合, 对学生进行医德教育, 培养学生勇于创新的科学素养。

关键词

问题教学法, 分子模型, 异构现象, 创新能力

Application of Integrating PBL and Political Education in Organic Chemistry Experiment Course

—Taking the Organic Molecule Modeling as an Example

Jiangyun Wang, Fenglian Zhang, Qianxiu Pan, Weina Han*

School of Pharmacy, Shandong Second Medical University, Weifang Shandong

Received: Jun. 10th, 2025; accepted: Jul. 9th, 2025; published: Jul. 17th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 王江云, 张凤莲, 潘芊秀, 韩玮娜. PBL 融合课程思政在有机化学实验中的应用[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 507-515. DOI: 10.12677/ae.2025.1571246

Abstract

To continuously improve the teaching quality of medical organic chemistry and cultivate innovative medical talents, various teaching methods have been adopted during lectures to enhance instructional outcomes. This article takes the “Organic Molecular Model Assignment” experiment as an example, employing the problem-based learning approach to guide students in previewing the material with questions in mind. During the lab session, students build molecular models while addressing these questions, progressively advancing from the formation of basic chemical bonds to exploring the causes of isomerism. This deepens their understanding and mastery of related theoretical content while fostering spatial imagination and innovative thinking. By effectively integrating theoretical knowledge with practical model-building, this teaching method sparks students’ interest and enthusiasm for organic chemistry experiments, enhancing their initiative and engagement in learning. Concurrently, the content of the lectures is integrated organically with the ideological and political education to educate the students on medical ethics and cultivate their scientific literacy with the courage to innovate.

Keywords

Problem-Based Learning, Organic Molecule Modeling, Isomerisation Phenomena, Innovation

Copyright © 2025 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

基于问题的教学方法(Problem-Based Learning, PBL), 以问题为核心, 以学生为主体, 将知识点融于问题情境中, 鼓励学生去思考探索问题, 引导学生去分析解决问题, 培养学生主动学习的兴趣和能力[1]-[5]。这种教学模式聚焦于将学习过程融入复杂且具现实意义的问题语境中, 通过激活学生的探究内驱力与主观能动性, 引导其解决真实场景中的问题。PBL 教学模式不仅有助于提升学生的自主学习技能、强化团队协作素养, 更能在实践中培育创新思维与问题解决能力[6] [7]。

医用有机化学是高等医学院校临床医学等专业开设的一门必修基础课, 是临床医学、麻醉等专业的重要基础, 关系到后续医学课程体系的学习。掌握好有机化合物结构与性质的相关关系, 有助于认识医学体系中生命物质的结构与功能。而医用有机化学实验课不仅能巩固理论知识, 同时又能提高学生的动手能力, 培养学生的思考能力和创新能力[8]-[11]。立体异构现象在有机化合物中普遍存在并且类型较多, 在生物学和医学领域中发挥着重要的作用。掌握有机化合物的立体结构, 可以帮助学生更好地理解特定的立体结构对化合物物理化学性质的影响。尤其是在药物设计和疾病治疗中, 立体异构体的生物活性差异是一个关键的考量因素。而这部分内容的学习要求学生既要有一定的立体感, 又要有一定的空间想象力[12]-[14]。因此学习起来比较困难, 学生对立体异构现象的理解并不透彻。通过开设“有机分子模型作业”实验, 采用 PBL 教学模式, 提出问题, 让学生带着问题制作有机分子模型, 结合理论课所学的立体模型平面化, 亲身体会单键的旋转, 顺反异构及旋光异构等立体异构现象, 加深学生对理论知识的理解, 增强学生的动手能力, 培养学生的空间想象能力和创新能力[15]-[17]。

采用的球棍模型为 Kekule 分子模型(如图 1 所示), 不同颜色的球代表不同的原子或基团, 直键表示 σ 键, 弹簧键表示 π 键, 黄色小球代表氢原子, 黑色球代表碳原子, 红色球、蓝色球及绿色球代表

其它基团(如羧基等)。



Figure 1. Model of a ball and stick

图 1. 球棍模型

2. 实验教学目标

2.1. 知识目标

- (1) 认识有机化合物中碳原子的 3 种杂化方式;
- (2) 认识有机分子的立体结构;
- (3) 综合运用有机化学的异构理论知识。

2.2. 技能目标

- (1) 理解有机化合物异构现象产生的原因;
- (2) 用立体概念理解平面图形及某些特有现象和性质。

2.3. 素养目标

- (1) 提升学生的动手能力和协作能力;
- (2) 培养学生的空间想象能力, 创新能力和解决问题的能力;
- (3) 培养学生的科学素养和职业素养。

3. 教学实施案例

3.1. 教师设置问题, 引导学生课前预习

实验课前一周, 教师提前发布预习任务, 鼓励学生查阅相关资料解决问题, 提高学生的理论水平。具体问题设置如下:

- [设置问题 1] 查阅了解杂化轨道理论提出的相关背景资料。
- [设置问题 2] 列出碳原子三种杂化方式及对应的代表化合物。
- [设置问题 3] 简述构象异构产生的原因。
- [设置问题 4] 简述顺反异构产生的条件。
- [设置问题 5] 对于德国的“反应停事件”, 你了解多少?
- [设置问题 6] 查阅了解巴斯德与手性的故事。

3.2. 课堂提问, 引导学生搭建分子模型

3.2.1. 实验内容导入

实验课上, 4 名同学为一组, 实验班 24 人, 共分六组, 每组随机抽出其中一个问题进行汇报总结。

教师在课堂上根据学生回答情况予以指导总结。学生通过自己查阅资料,对杂化、构象异构、顺反异构及手性等基本概念进一步深入地了解,对实验课内容有理论层次的认识。教师以问题为导向引导学生顺利进入实验情景。

3.2.2. 实验操作

以问题为导向,按照由简单到复杂的化合物分子模型构建吮吸,引导学生自己动手插制分子模型。可分成以下四部分:

(1) 基本结构 对应碳原子的 sp^3 、 sp^2 和 sp 三种杂化状态,插制甲烷、乙烯、乙炔等代表化合物的模型结构(如图 2 所示)。

问题 1: 请同学总结碳原子的三种杂化状态对应的空间构型。

具体操作: 学生自己动手插制甲烷、乙烯和乙炔模型,观察每类化合物的空间构型,观察模型中单键、双键和三键的区别,引导学生总结杂化状态与空间构型的对应关系。

教学目的: 从最简单的烷烃、烯烃和炔烃入手,建立甲烷、乙烯和乙炔的空间构型,形成对 sp^3 、 sp^2 和 sp 杂化空间构型的直观化认识;对照模型深入理解单键、双键和三键的成键特点,能够在模型构建中准确地表示出来。

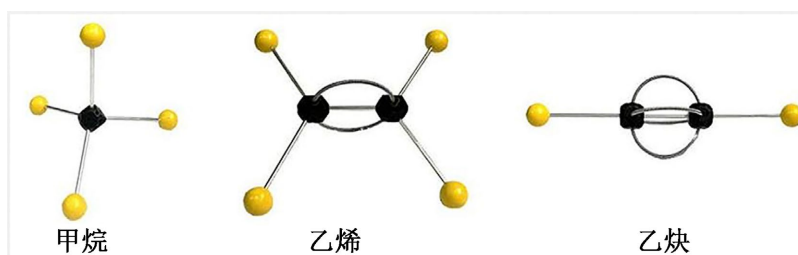


Figure 2. Models of methane, ethylene and acetylene
图 2. 甲烷、乙烯、乙炔的模型

(2) 构象异构 以乙烷、丁烷、环己烷为代表化合物,插制模型(如图 3 所示)。

问题 2: 乙烷、丁烷的典型构象之间如何转换?

具体操作: 插制乙烷模型,将 C-C 单键旋转 360 度,观察不同构象,并找出交叉式和重叠式构象,找出优势构象;在乙烷模型的基础上,将每个碳上的氢用甲基取代,沿 C2~C3 单键旋转 360 度,观察不同构象,并找出 4 种典型构象及其优势构象。

教学目的: 在甲烷模型的基础上,进一步搭建乙烷模型,由浅入深,进一步加强理解碳的 sp^3 杂化方式,借助理解碳碳单键的成键方式。同时加强对构象异构形成方式的理解和认识。在搭建乙烷模型的基础上,搭建丁烷模型,并观察丁烷的四种典型构象,进一步加强了对构象异构形成方式的理解和认识。

问题 3: 观察环己烷的球棍模型,找到优势构象并简述理由。

具体操作: 插制环己烷模型,将模型由椅式扭转至船式构象,再由船式扭转至椅式构象,观察比较椅式构象和船式构象,并确定优势构象,观察优势构象中 a 键及 e 键的分布及朝向。

教学目的: 由链状化合物到环状化合物模型的搭建,由碳碳单键的旋转到碳碳单键的扭转,椅式构象和船式构象的相互转换,进一步加强了对构象异构体相互转换的理解。

(3) 顺反异构 以丁-2-烯, 1,4-二甲基环己烷为代表化合物,插制模型(如图 4 所示)。

问题 4: 如何解释丁-2-烯的顺反异构现象?

具体操作: 在乙烯模型的基础上,将每个碳上的一个氢用甲基(用蓝色球代表)取代,插制出丁-2-烯的

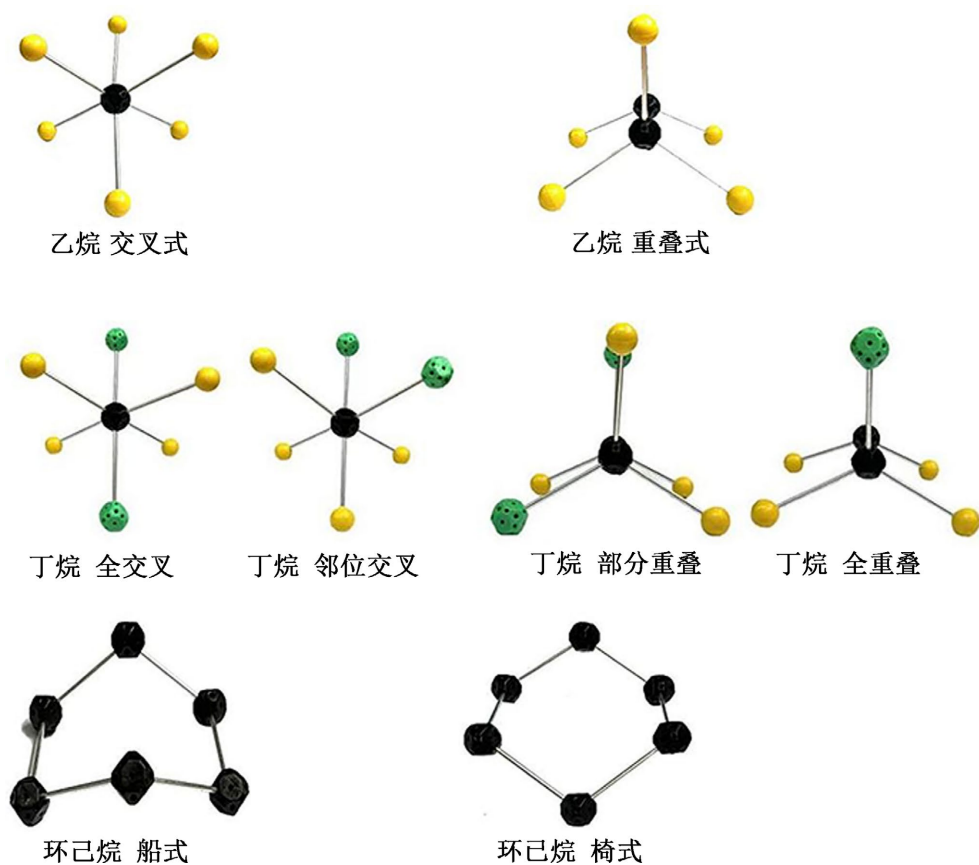


Figure 3. Typical conformations of ethane, butane and cyclohexane
图 3. 乙烷、丁烷、环己烷的典型构象

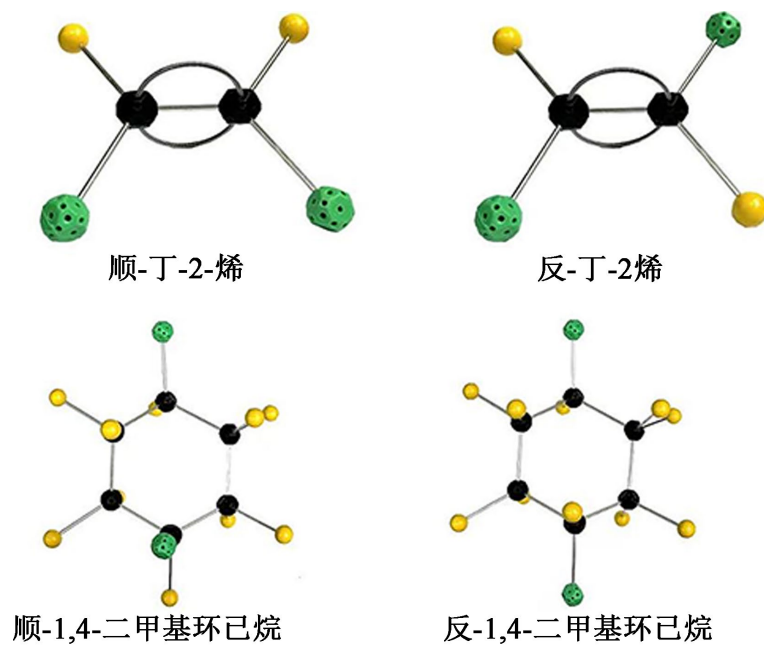


Figure 4. Cis-trans isomers of but-2-ene and 1,4 dimethylcyclohexane
图 4. 丁-2-烯、1,4 二甲基环己烷的顺反异构体

两种构型，顺丁-2-烯和反丁-2-烯，观察模型，引导学生结合理论课上所讲的顺反异构产生的条件分析丁-2-烯异构现象产生的原因。

教学目的：借助模型理解顺反异构现象产生的原因及判断顺反异构的条件。同时对比双键和单键的结构特点，更确切地说是 π 键和 σ 键的结构上的差异，从而进一步理解烯烃的顺反异构现象与烷烃的构象异构。

问题 5：反-1,4-二甲基环己烷的优势构象是哪个？

具体操作：在环己烷的基础上，将 1,4 号碳上的一个氢用甲基(用蓝色球代表)取代，插制出 1,4-二甲基环己烷的两种构型，顺式(1 种)和反式(2 种)，引导学生通过观察模型，比较不同构型之间的稳定性顺序，确定出每种构型的最稳定构象。

教学目的：环状化合物的顺反异构现象更为复杂，首先借助模型进一步理解环状化合物的顺反异构现象及产生顺反异构的条件，明确化合物的顺式反式结构，同时结合环状化合物的构象异构，最终确定顺式或反式的最稳定构象。

(4)旋光异构 以甘油醛、2-氯-3-羟基丁二酸、2,3-二羟基丁二酸为代表化合物，插制模型(如图 5 所示)。

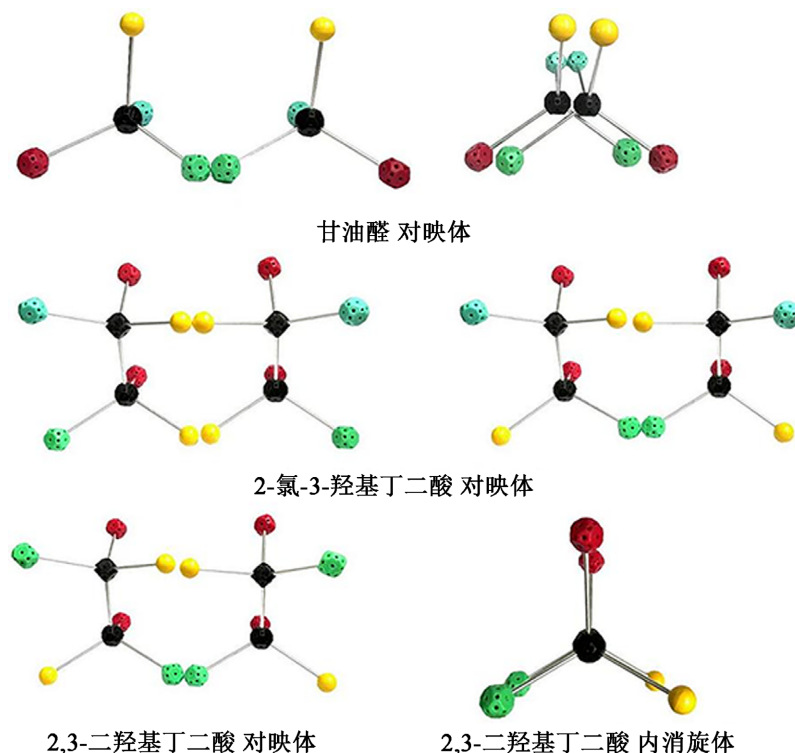


Figure 5. Spin isomers of glycerol aldehyde, 2-chloro-3-hydroxybutanedioic acid
图 5. 甘油醛、2-氯-3-羟基丁二酸、2,3-二羟基丁二酸的旋光异构体

问题 6：旋光异构体的数目与手性碳的个数有什么联系？

具体操作：简化模型，大的基团用不同颜色的小球表示。甘油醛中的-OH, -CH₂OH, -CHO 基团用彩球表示，插制 R/S 构型的甘油醛模型，并按照“横前竖后”模型画出费歇尔投影式，并用 D/L, R/S 构型标记；用不同颜色的小球表示-OH, -COOH, -Cl 基团，插制 2-氯-3-羟基丁二酸旋光异构体的模型，按照“横前竖后”原则画出费歇尔投影式，并用 R/S 构型标记；用不同颜色的小球表示-OH, -COOH 基团，

插制 2,3-二羟基丁二酸的旋光异构体模型，并按照“横前竖后”原则画出费歇尔投影式，并用 R/S 构型标记。引导学生根据问题，观察模型，总结旋光异构体的数目与手性碳个数对应的关系。

教学目的：旋光异构现象的理解对于空间思维能力的要求较高，通过甘油醛这种典型的单个手性碳的化合物模型的搭建，帮助学生建立在头脑中建立“模型”，从而提高空间思维能力，更好地理解旋光异构现象；含有两个不同的手性碳，存在着外消旋体，对映体，非对映体等多个基本概念，通过模型的搭建，进行对比记忆，化抽象为具体；含有两个相同的手性碳，通过模型的搭建，帮助学生理解内消旋体的概念，与外消旋体进行对比记忆。

3.3. 课堂总结

点评实验过程中出现的问题，并提出建议或者解决方案。同时与理论知识相结合，加深对理论上相应知识点的认知；然后结合实验内容进行思政教育，列举真实的历史事件，将实验内容与思政的具体内容相结合，培养学生不断学习和勇于创新的科学素养(如表 1 所示)。

Table 1. Ideological and political cases

表 1. 思政教育案例

相关思政切入点	思政教育目的
学生亲自动手操作，搭建分子模型。	引导学生探索有机分子的结构奥秘，培养学生的科学探究精神和实践能力。
1848 年，巴斯德手工分开左旋和右旋酒石酸盐晶体。	学习巴斯德严谨的治学态度和对科学的不懈追求，培养学生严谨认真的科学态度和勇于创新的科学精神。
1874 年，顺反异构现象的发现	引导学生学习科学家们勇于探索的精神，鼓励学生大胆猜想，勇于创新。
1959 年，反应停事件，沙利度胺的一种结构对胎儿有严重的致畸性。	对学生进行医德教育，告诫学生对待科学及生命都应持有严谨的态度。
2001 年和 2021 年诺贝尔化学奖授予在不对称催化合成领域做出贡献的科学家。	培养学生敢于探索、勇攀科学高峰的责任感和使命感。
中国科学家在不对称合成领域取得了系统性的国际领先突破，从新型手性催化剂的设计到复杂天然产物的全合成。	引导学生深刻理解“科技自立自强”战略意义，弘扬科技创新精神，激发民族自豪感，培养学生的家国情怀。

3.4. 考核评价

学生通过课前预习和课堂上的实际实验操作，对有机分子模型作业的理论知识有更为深刻的理解。课后作业还需提交实验报告，实验报告中除了有分子对应模型的结构式，还要有对实验问题的总结回答。为了体现“PBL”教学方法考核制度的多元化，实验成绩由课前预习(10%)，课堂中的实验操作(30%)，课堂中的课堂参与度及实验态度(20%)和课后提交的实验报告(40%)四部分组成。多元化的考核制度更有利于调动学生参与实验课的热情，体现学生解决问题和分析问题的能力！

3.5. 问卷调查与教学效果

为了解学生对 PBL 教学法的接受程度及教学效果，随机发放调查问卷 150 份，收回 150 份，并对数据进行了统计分析，数据结果如表 2 所示。从调查问卷统计结果看，在有机化学实验“有机分子模型作业”中引入 PBL 教学法，问题驱动下，学生亲手搭建模型，将理论课知识与实际模型有效结合，激发了学生对有机化学实验课的学习兴趣和积极性，提高了学习的主动性和参与度。

Table 2. Results of the student questionnaire**表 2.** 学生问卷调查结果

问题	是 人数(百分比)	否 人数(百分比)	不确定 人数(百分比)
PBL 教学法是否提高了你对实验课的学习兴趣	136 (90.7%)	4 (2.6%)	10 (6.7%)
PBL 教学法是否提高了你解决问题的能力	137 (91.3%)	5 (3.3%)	8 (5.4%)
PBL 教学法是否提高了你自主学习的能力	138 (92.0%)	3 (2.0%)	9 (6.0%)
PBL 教学法是否提高了你参与协作的能力	137 (91.4%)	4 (2.6%)	9 (6.0%)
你对本次实验课的 PBL 教学法学习体验是否满意	139 (92.7%)	2 (1.3%)	9 (6.0%)
本次实验课中, 老师是否给予你足够的互动机会	137 (91.3%)	3 (2.0%)	10 (6.7%)
本次实验课是否有助于你理解异构现象	140 (93.3%)	2 (1.3%)	8 (5.4%)

4. 结束语

本文以“有机分子模型作业”实验为例, 采用 PBL 教学法, 引导学生带着问题提前预习, 在实验课上带着问题进行分子模型的搭建, 从最简单的甲烷、乙烯和乙炔分子入手, 实验内容由简单到复杂, 由具体到抽象, 循序渐进地由基本的化学键形成到构象异构、顺反异构及旋光异构等异构现象的产生等抽象内容, 加深了学生对理论课相关内容的理解和掌握, 培养了学生的空间想象能力和创新能力, 增强了学生的动手能力。同时结合异构内容充分融入思政教育, 增强学生的专业意识, 提升学生的职业素养, 培养学生的职业道德。

基金项目

山东省高等医学教育研究中心项目(YJKT202128); 山东第二医科大学校级课题(2023YBA002)。

参考文献

- [1] 郑婷婷. 美国大学化学 PBL 教学模式研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建师范大学, 2018.
- [2] 姜洪丽, 董建. PBL 教学法在医学有机化学实验教学中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2018(1): 58-59.
- [3] 刘强, 赵万祥, 郑采星, 等. 基于问题式学习的数据驱动混合式教学模式构建与实证研究——有机化学[J]. 化学教育(中英文), 2023, 44(8): 55-60.
- [4] 王超丽, 乔友备, 陈鹏, 等. PBL 团队式教学法在分析化学与药物分析教学中的应用[J]. 药学教育, 2025, 41(1): 116-120.
- [5] 魏明, 史红霞, 全文婷, 等. 问题驱动教学法在电分析化学实验教学中的应用[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(24): 30-37.
- [6] Bodagh, N., Bloomfield, J., Birch, P. and Ricketts, W. (2017) Problem-Based Learning: A Review. *British Journal of Hospital Medicine*, 78, C167-C170. <https://doi.org/10.12968/hmed.2017.78.11.c167>
- [7] Taradi, S.K., Taradi, M., Radić, K. and Pokrajac, N. (2005) Blending Problem-Based Learning with Web Technology Positively Impacts Student Learning Outcomes in Acid-Base Physiology. *Advances in Physiology Education*, 29, 35-39. <https://doi.org/10.1152/advan.00026.2004>
- [8] 王彩荣, 苏静, 梁亚琴, 等. 基于 PBL 教学模式的有机化学实验教学设计——以“安息香缩合反应”为例[J]. 大学化学, 2023, 38(10): 185-193.
- [9] 王轩. PBL 教学法在大学有机化学实验教学中的研究与实践[J]. 化工管理, 2022(36): 15-17.
- [10] 周喜, 刘鹏, 张超. 问题导向式学习在有机化学实验中的应用[J]. 山东化工, 2020, 49(12): 177-179.
- [11] 蔡东, 张志华, 赵桂芝, 等. PBL 在有机化学翻转课堂教学中的应用[J]. 基础医学教育, 2020, 22(2): 88-91.
- [12] 马国芳, 刘亚琴. 对“分子模型”实验的体会[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2003(4): 474.

-
- [13] 张甜, 李晓冬, 冯勋. 递进式教学法在有机化学“立体异构”中的应用[J]. 广州化工, 2019, 47(9): 172-173+183.
- [14] 罗钧, 尚先梅, 项光亚. 大学有机化学中若干立体化学问题的解释[J]. 化学教育, 2012, 33(5): 71-72+76+80.
- [15] 王翠琼, 蒋银燕, 付薪菱, 等. 医用有机化学实验“有机分子模型的建造”教学设计[J]. 化学教育(中英文), 2017, 38(22): 57-61.
- [16] 张建, 孙体健. 医用有机化学分子模型实验的教学改革与实践[J]. 山西医科大学学报(基础医学教育版), 2010, 12(10): 993-994.
- [17] 李明华, 何炜, 兰婷, 等. 医用有机化学“旋光异构”教学设计与思考[J]. 化学教育(中英文), 2023, 44(14): 93-97.