

基于现代信息技术的结构化学一维势箱理论和HMO法“翻转课堂”教学设计

饶立*, 任彦亮, 万坚, 李永健*

华中师范大学化学学院, 化学国家级实验教学示范中心(华中师范大学), 武汉 430079

摘要: 结构化学在大学化学专业本科教育中属于理论性和抽象性较强的课程, 因此适合运用“翻转课堂”创新教学手段加强学生的学习效果。我们围绕结构化学课程中的两个重难点和知识点, 即“一维势箱理论”和“休克尔分子轨道(HMO)理论”进行了“一维势箱和HMO法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学设计, 详细介绍了该教学设计的具体内容并分析了学生在课堂中的表现。我们认为该翻转课堂教学不但加强了学生对量子力学基本原理的理解, 更有助于提高学生从结构化学基本原理出发进行分析和解决问题的能力, 并培养了学生的辩证思维能力、表达能力和团体合作意识。

关键词: 翻转课堂; 结构化学; 一维势箱理论; 休克尔分子轨道理论; 本科教学

中图分类号: G64; O6

A Modern Information Technology Based “Flipped Classroom” Design of “Particle in One-Dimensional Box Theory” and “HMO Theory” Instruction

RAO Li *, REN Yanliang, WAN Jian, LI Yongjian *

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, College of Chemistry, Central China Normal University, Wuhan 430079, P. R. China.

Abstract: In the article, we presented an instructional design of “Particle in One-Dimensional Box Theory” and “HMO Theory” application based on flipped classroom teaching. The students are instructed to use both “Particle in One-Dimensional Box Theory” and “HMO Theory” to solve the electronic structure of olefins and enhance their understanding of quantum mechanics theory via comparison of “Particle in One-Dimensional Box Theory” and “HMO Theory”.

Key Words: Flipped classroom; Structural chemistry; Particle in one-dimensional box theory; Hückel molecular orbital theory; Undergraduate instruction

“翻转课堂”(flipped classroom)教学方法起源于20世纪90年代^[1,2], 其主要特点是教师提供以视频为主的学习资源供学生课前学习, 在课堂上完成练习或实验并与教师答疑、探讨和互动^[3]的一种教学方法。得益于信息技术的迅猛发展, 在最近的十年中“翻转课堂”已成为教学方法创新的重要手段和前沿热点。我们注意到近年来我国国内大学化学教育中已经有不少“翻转课堂”教学法的应用被报道, 尤其是在无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等本科化学教育主干课程中^[4-7]。

收稿: 2018-06-22; 录用: 2018-07-10; 网络发表: 2018-07-23

*通讯作者, Email: raoli@mail.ccnu.edu.cn; yjli3718@aliyun.com

基金资助: 湖北省高等学校省级教学项目(2016087)

但在同为本科化学专业主干课程——结构化学中,运用“翻转课堂”的例子尚未见于国内学术期刊。我们认为其原因在于结构化学课程的特殊性。结构化学属于理论化学,是化学科学从经验科学向理论科学转变的重要工具。因此结构化学所学知识点均较为抽象且理论性较强,对学生数理基础要求比较高,学生课前自学难度必然较大^[8,9]。同时我们也发现结构化学理论性较强的特点也恰恰正是应当积极尝试“翻转课堂”等教学创新手段的原因。相比较而言,结构化学所学内容要求学生深入理解和融会贯通,而非生硬地背诵和记忆。而在传统课堂教学模式中,学生习惯于“听”和“记”,容易忽视更重要的“理解”,用俗语说就是“上课不用脑子”,在学习结构化学时往往事倍功半。通过“翻转课堂”教学方法可以督促学生尽最大努力去理解而非仅仅背诵知识,再通过课堂上的师生探讨进行“催化”,引导学生积极思考,可极大地加强学生对结构化学知识的消化,起到事半功倍之效。本文作者从事结构化学教学多年,近几年来我们积极开展“翻转课堂”的教学实践,用于结构化学教学中。现通过一个范例介绍我们取得的一些成果和积累的经验。

1 教学平台和教学内容

1.1 教学平台:华中师范大学云课堂

翻转课堂教学法最大的特点是利用信息技术灵活地开展教学。信息化教学平台是翻转课堂教学模式的主要工具,在教学过程中起着至关重要的作用。我们选择的教学平台是华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心开发的云课堂平台(<http://spoc.ccnu.edu.cn/starmoochomepage>)。华中师范大学云课堂平台以云计算、大数据为基础,依据现代教学理论,以课程教、学、管理为核心要素,面向全校师生,将校园物理课堂与云端虚拟课堂有机结合。实现校园空间、院系空间、教师空间、学生空间和课程空间的有效链接^[10]。

华中师范大学云课堂平台提供的核心功能包括面向教师的教学课程管理、授课内容、课前学习指导、练习布置、实践活动、个性化指导、教学分析等服务,以及面向学生的在线课程学习、基于MOOC的拓展学习、提交练习、社区交流、学习反馈、个性化学习分析等。上述功能完全满足开展翻转课堂教学的需要。

值得一提的是,考虑到我国国情和本校大学生学习特点,我们在实施结构化学翻转课堂教学时利用云课堂平台发布了多种类的多媒体学习资料。常见的翻转课堂以视频方式向学生发布课前学习资料,通常是带有教师实时讲解音频的PPT讲义演示或精心录制的教学片等。但这种方式要求学生具备较好的条件,比如至少需要台式计算机或便携式计算机。尽管当前智能手机功能已经可以支持视频播放,但屏幕较小易对眼睛造成伤害。我国目前仍有相当一部分大学生家庭经济条件较差,负担计算机有一定困难。此外和国外大学生通常住单人房不同,我国大学生通常居住在多人宿舍。本校不少学生因在宿舍内学习易受他人干扰喜欢在自习教室或图书馆进行学习,同样不适合使用计算机,尤其是需要播放音频的时候。考虑到上述情况,我们利用云课堂平台发布了包含同样内容的两种学习资料供学生灵活选用:一种是约45 min的带教师讲解音频的PPT讲义演示视频,一种是带文字解说的PPT格式讲义,后者可以打印到纸上供学生随时随地学习。

1.2 教学内容:一维势箱和休克尔分子轨道理论

由于课时数有限、大学生课业压力大、课外活动多等因素限制,我们没有急于将翻转课堂教学模式用于结构化学全部教学内容。我们从结构化学中选取了两个重难点进行翻转课堂教学的初期实践:一维势箱理论和休克尔分子轨道理论分别应用于丁二烯体系。

一维势箱理论假设微观粒子在一个长度为 l 的一维势阱中运动,即当一维坐标 $x \leq 0$ 和 $x \geq l$ 时势能无穷大,当 $0 < x < l$ 时,势能为0。一维势箱体系的特点是,此时定态薛定谔方程中势能项为0,只剩动能项,因此该方程求解较为简单,运用基本的高等代数知识即可求出完全解^[11,12]。

休克尔分子轨道理论, 简称 HMO 法, 即建立在有机共轭分子离域电子的单电子薛定谔方程的基础上。由于分子中的电子同时受核的吸引和其他电子的排斥作用, 势能函数复杂且不可忽略, 因此其单电子薛定谔方程无法通过解析求解微分方程的方法求解, 而是使用变分法求解。在实际使用线性变分法求解共轭分子离域电子轨道时, 需要计算库仑积分、交换积分和重叠积分, 计算量较大。休克尔分子轨道理论是对库仑积分和交换积分进行简单的参数化近似, 同时忽略重叠积分, 从而显著降低计算量, 但也不可避免地引入误差^[11,12]。

上述两个理论涉及高等代数计算, 且公式推导较多, 根据我们的教学经验, 一般化学专业的学生学起来相对较为吃力。更有不少学生记住相关公式和计算方法后, 对基本原理却不求甚解, 知其然而不知其所以然。有趣的是, 结构化学教科书(如周公度先生编写的《结构化学基础》^[11])往往将上述两种理论均用于丁二烯离域电子的量子力学处理, 但未见有将两个不同理论对同一体系的处理结果进行比较。我们认为这样的对比恰恰能起到融会贯通的作用, 因此我们基于对比一维势箱和休克尔分子轨道两种不同理论分别用于烯烃体系所得结果设计了一次翻转课堂教学, 目的不但在于巩固学生对两种理论的掌握, 更在于帮助学生加深对量子力学基本原理的理解。

2 翻转课堂教学设计与实践

我们的“一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学设计的主要思路是, 在先导课程一维势箱理论和 HMO 理论教学完成后, 让学生根据学习资料在课前自学两种理论分别用于计算丁二烯基态离域电子波函数及离域电子电荷的例题, 随后完成练习题和思考题并分小组进行研讨, 最后在课堂上发表研讨结果, 具体流程详见图 1。下面我们分四个阶段详细描述教学设计, 并分析学生在学习中的表现。

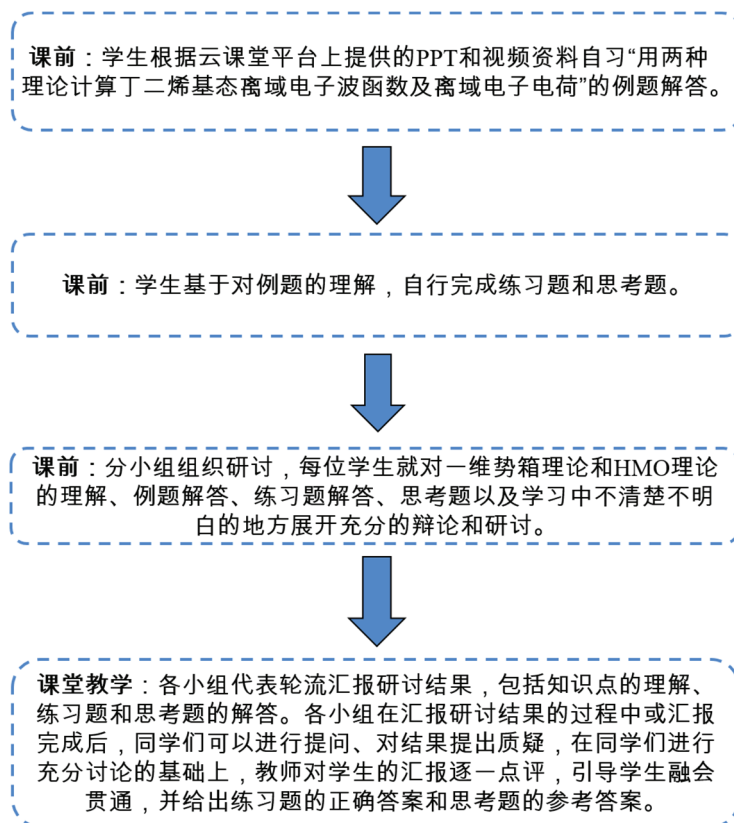


图1 一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理的“翻转课堂”教学设计流程图

2.1 课前自习资料

根据“一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学设计, 学生须首先在课前自习用两种理论方法计算丁二烯基态离域电子波函数及离域电子电荷, 试分别用一维势箱和 HMO 法计算丁二烯基态分子所有占据共轭轨道, 并据此计算每个碳原子所带的离域电子电荷。

例题解答: 丁二烯结构如图 2 所示。

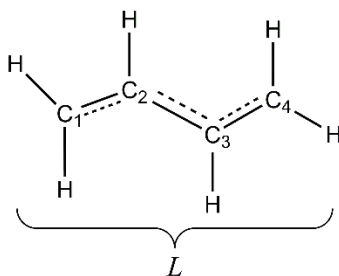


图 2 1,3-丁二烯结构

一维势箱解法: 设丁二烯总长度为 L , 4 个碳原子均分该长度, 所以第 1 个碳原子的长度范围为 $0-0.25L$, 第 2 个碳原子的长度范围应为 $0.25L-0.5L$, 第 3 个碳原子的长度范围为 $0.5L-0.75L$, 第 4 个碳原子的长度范围为 $0.75L-L$ 。

一共 4 个离域电子, 分别双占据第 1 和第 2 两个波函数。已知一维势箱波函数为:

$$\psi_1 = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{\pi x}{L}; \quad \psi_2 = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{2\pi x}{L} \quad (1)$$

第一个碳原子所带离域电子电荷即求取以下定积分:

$$\rho_1 = 2 \times \int_0^{0.25L} |\psi_1|^2 dx + 2 \times \int_0^{0.25L} |\psi_2|^2 dx \quad (2)$$

将式(1)带入计算, 可得 $\rho_1 = 0.7$, 同理计算可得 $\rho_2 = \rho_3 = 1.3$, $\rho_4 = 0.7$ 。

HMO 法: 设库仑积分为 α , 交换积分为 β , 能量为 E 。设 $x = \frac{\alpha - E}{\beta}$

则有休克尔行列式应为:

$$\begin{vmatrix} x & 1 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & 0 \\ 0 & 1 & x & 1 \\ 0 & 0 & 1 & x \end{vmatrix} = 0 \quad (3)$$

展开得 $x^4 - 3x^2 + 1 = 0$, 解得:

$$x_1 = -1.618 \quad E_1 = \alpha + 1.618\beta$$

$$x_2 = -0.618 \quad E_2 = \alpha + 0.618\beta$$

$$x_3 = +0.618 \quad E_3 = \alpha - 0.618\beta$$

$$x_4 = +1.618 \quad E_4 = \alpha - 1.618\beta$$

一共 4 个离域电子, 分别双占据第 1 和第 2 两个能级(即每个对应波函数填 2 个电子)。其波函数可将能量代入久期方程组解得:

$$\psi_1 = 0.372\phi_1 + 0.602\phi_2 + 0.602\phi_3 + 0.372\phi_4 \quad (4)$$

$$\psi_2 = 0.602\phi_1 + 0.372\phi_2 - 0.372\phi_3 - 0.602\phi_4 \quad (5)$$

其中 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 、 φ_4 为相应碳原子用于形成离域轨道的原子轨道。

因此离域电子电荷应为：

$$\rho_i = \sum_k n_k c_{ki}^2 \quad (6)$$

其中 i 为原子编号， k 为离域轨道编号， n 为占据数， c 为原子轨道系数。

代入式(4)、(5)中的原子轨道系数，可得 $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4 = 1.0$ 。

2.2 课前完成练习和思考题

在学习完例题后，学生应当通过对例题“丁二烯基态计算”解题思路的理解将解答推广到其他烯烃体系，从而培养学生融会贯通、举一反三的学习能力。亦即学生需要在课前完成以下练习题。

试分别用一维势箱和 HMO 法计算丁二烯第一激发态(轨道 1 双占据，轨道 2 和 3 均单占据)、丁二烯一价阴离子、丁二烯一价阳离子、烯丙基自由基基态分子的所有占据共轭轨道，并据此计算每个烯烃分子中各个碳原子所带离域电子电荷。

解答思路与前述例题相同，答案如表 1 所示。

表 1 一维势箱和 HMO 法计算共轭烯烃中各个碳原子所带离域电子电荷所得结果

共轭烯烃	一维势箱法				HMO 法			
丁二烯第一激发态	0.7	1.3	1.3	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
	$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$				$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$			
丁二烯一价阴离子	1.0	1.5	1.5	1.0	1.4	1.1	1.1	1.4
	$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$				$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$			
丁二烯一价阳离子	0.4	1.1	1.1	0.4	0.6	0.9	0.9	0.6
	$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$				$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3 \text{---} C_4$			
烯丙基自由基基态分子	0.8	1.4	0.8		1.0	1.0	1.0	
	$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3$				$C_1 \text{---} C_2 \text{---} C_3$			

如果说上述计算题的作用是帮助学生巩固对一维势箱和 HMO 法两个知识点的掌握，那么思考题的作用则在于升华学生对上述知识点背后的量子力学基本原理的理解。思考题如下。

讨论一维势箱和 HMO 法两种理论给出的轨道和电子分布的相似性和区别，并结合已学知识判断哪种理论的结果应该更合理。该题为开放性思考题，不设标准答案，课堂研讨后教师公布参考答案。参考答案和学生解答分析见 2.4 节。

2.3 课前分组研讨

按照教学设计，练习和思考题应由学生在课前自习例题后完成。但该知识点理论性强，要求有一定的数理基础。可以想见部分学生独立完成确有难度，因此我们设计了课前分组研讨环节。分组方式可以是自由组合，也可以由教师指定，保证每组都有学习能力相对较强的学生即可。每组人数以 4-6 人为宜。研讨时间安排在课余时间，具体时间和地点各小组自行安排，但小组成员应全体出席。在分组讨论时各小组成员就例题、练习的解答和思考题进行交流，自由发表意见。在这个过程中学习能力较强的同学可以指导不会的同学，或者大家通过讨论解决共同的难题。其效果应当是最后该小组所有同学对上述问题的理解达到同一个水平。最后在课堂教学中分组发表研讨结果。

2.4 课堂教学

在最后的课堂教学阶段，各小组代表轮流汇报研讨结果。科学生动地展示研究成果和过程是化学家的重要素养和能力^[13]。汇报应围绕下列要点展开：(1) 对一维势箱理论和 HMO 理论的理解；

(2) 对例题解答的理解或疑问; (3) 练习题解答过程; (4) 思考题的回答。小组代表可由各小组推选或由教师抽点。其中思考题为开放性问题, 对思考题的回答是学生融会贯通学习成果的重要体现。现将我们在教学实践中整理的典型学生思考题回答列举如下。

学生回答例 1: 一维势箱的计算结果应当更加合理。因为一维势箱理论和 HMO 法都是通过求解薛定谔方程给出丁二烯离域电子波函数。在求解薛定谔方程时一维势箱理论是通过解析求解二阶微分方程给出的完全解, 没有引入近似。而 HMO 法则是采用线性变分法近似求解薛定谔方程, 并且为了节省计算量对库仑积分和交换积分直接用近似参数取代并完全忽略重叠积分。两重近似必然影响计算结果的准确性, 因此一维势箱所得结果更加合理。

上述结论基本上是错误的, 尽管其对 HMO 法的分析基本合理。其问题在于一维势箱理论虽然在求解薛定谔方程时无需引入任何近似, 但其薛定谔方程中的哈密顿算符完全舍去了势能项。亦即决定分子中的电子结构的核-电吸引项、电-电排斥项均被完全忽略。所以一维势箱的近似是在构建哈密顿算符时就已引入, 且与真实情况相去甚远。所以一维势箱理论的求解也有较大误差。

学生回答例 2: HMO 法的计算难度显著大于一维势箱理论, 从一份耕耘一份收获的角度来看 HMO 法的结果也更合理。该结论基本正确, 推理简陋但却朴素地揭示了量子力学计算的特点。多电子分子或原子体系势能项较复杂, 其薛定谔方程求解难度极大, 必须引入近似。而引入近似愈多, 往往计算愈简单, 同时计算结果的准确性也往往愈差。

学生回答例 3: 一维势箱和 HMO 法在计算丁二烯离域电子波函数时均引入了近似, 所以结果都不准确。该回答可谓半对半错。诚然一维势箱在构造哈密顿算符以及 HMO 法在求解薛定谔方程时都引入了近似, 必然导致计算结果存在误差。但近似的引入并不代表所得结果必然一无是处。比如一维势箱理论可以定性地解释离域效应^[12], HMO 法可以定性预测共轭分子亲核亲电反应位点。比较两者的准确度要看两者引入近似的合理性。

参考答案: 首先应当注意到一维势箱和 HMO 均基于量子力学基本原理, 通过求解薛定谔方程给出烯烃中电子的运动规律, 即波函数。但是比较一维势箱和 HMO 法的计算结果我们可以发现两者之间总是存在一定差别。如前所述, 一维势箱理论完全忽略核-电吸引项、电-电排斥项, 相对较不合理, 其计算结果准确度较低。而 HMO 法虽然在求解薛定谔方程时对各类积分进行了粗糙的参数化以降低计算量, 但其哈密顿算符基本合理, 参数化对结果造成的影响也有限。所以 HMO 法计算结果应当更加准确。该结论在有机化学实验中也得到了验证。按照一维势箱计算结果, 丁二烯两端碳原子所带电子较少、电性较正, 而中间两个碳原子所带电子较多、电性较负。因此 HBr 与 1,3-丁二烯加成时质子应总是进攻带负电的中间两个碳原子, Br⁻ 负离子应总是进攻带正电的两端碳原子。最后生成 $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 。而按照 HMO 法计算结果, 1,3-丁二烯 4 个碳原子分摊电子数相等, 总体均不带电。结合自由价计算结果^[12], 1,3-丁二烯两端碳原子更易参与反应。在结构化学的前修课程有机化学^[14]中已经详细描述了 1,3-丁二烯参与加成反应的反应产物。HBr 与 1,3-丁二烯加成主要得到 $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (1,4 加成), 显然与一维势箱计算结果不符, 与 HMO 法计算结果较为相符。

2.5 考核方式标准

对学生学习效果的考核依据主要来自于课堂教学过程中的汇报环节。受课堂时间限制, 当然不可能每个学生都进行汇报。因此每个小组代表汇报取得的成绩即为小组全体成员的分数。这种设计的合理性在于通过充分的课前研讨, 小组内每个学生对知识的掌握和理解应该已经达到同一水平。如果担心部分学生滥竽充数, 教师可以在抽点小组代表时有意选取平时成绩较差的学生做汇报。如果该生表现确实较差, 则说明该组研讨效果较差, 没有起到先进带动后进的效果。在教学实践过程中我们确实发现偶尔有类似情况发生, 我们采取的方式是允许该组其他学生志愿进行补充, 并视情

况对志愿者的成绩进行上调。若小组反映某个成员无故未参与课前分组研讨,则该生成绩为不合格。详细评分标准见表2。

表2 “一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理” 翻转课堂教学评价标准

分项	标准
基础知识(40%)	对一维势箱和 HMO 理论的掌握: A 优秀、B 较好、C 不足
练习题(30%)	四道烯烃练习题的解答: A 完全正确、B 有瑕疵、C 存在显著错误
思考题(30%)	A 探讨深入, 理解与参考答案较符合; B 理解有偏差, 如认为一维势箱更好; C 回答过于简单, 显示其未做认真思考

3 结语

在教学实践中我们探讨了“一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学与实现结构化学各课程教学目标之间的关系, 相关度详见表3。综合分析后我们认为, “一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学不但加强了学生对量子力学基本原理的理解, 更有助于提高学生从结构化学基本原理出发分析和解决问题的能力, 并培养了学生的辩证思维能力、表达能力和团体合作意识。

表3 “一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理” 翻转课堂教学与课程教学目标相关性分析

课程教学目标	相关度
掌握微观物质运动的基本规律	强相关
了解物质的结构与性能关系, 了解研究分子和晶体结构的近代物理方法的基本原理	强相关
培养学生能从物质结构与物质性质(性能)相互关系的基本规律出发, 分析和解决问题	强相关
培养学生的辩证思维能力, 表达能力和团体合作意识	中度相关

结构化学理论性较强, 注重对知识的理解, 因此更加需要采取“翻转课堂”这样灵活的教学形式。但同时结构化学知识点普遍较难, 对“翻转课堂”教学的应用是不小的挑战。我们在本文中详细介绍了“一维势箱和 HMO 法用于烯烃离域电子处理”翻转课堂教学设计, 希望能对从事结构化学的同仁起到抛砖引玉的作用。根据我们的经验, 目前翻转课堂教学模式仍存在耗时较长的缺点, 一定程度上增加了学生已经较重的课业负担。我们希望通过进一步探索解决该问题, 在结构化学教学中不断增加翻转课堂所占比例。

参 考 文 献

- [1] King, A. *College Teaching* **1993**, *41*, 30.
- [2] Mazur, E. *Peer Instruction: A User's Manual Series in Educational Innovation*. Prentice Hall, Upper Saddle River: UK, 1997.
- [3] 何克抗. 电化教育研究, **2014**, 255, 5.
- [4] 黄名正, 吴琴, 张振, 王涛, 卢仲永. 广州化工, **2016**, *43* (17), 218.
- [5] 林毅, 吴云, 丁琼. 大学化学, **2017**, *32* (2), 15.
- [6] 刘洋, 马福东, 刘尊奇. 广州化工, **2017**, *45* (4), 142.
- [7] 余仕问. 吉林省教学学院学报, **2015**, *31* (6), 46.
- [8] 万坚. 大学化学, **2017**, *32* (4), 11.
- [9] 万坚, 邓阳, 李永健, 任彦亮. 中国大学教学, **2012**, No. 10, 46.
- [10] 罗瑞琪. 华中师范大学云课堂平台使用手册. [2018-06-20]. <http://jwc.ccnu.edu.cn/info/1102/3258.htm>.

- [11] 周公度, 段连运. 结构化学基础. 第2版. 北京: 北京大学出版社, 1995: 26, 237.
- [12] 王荣顺, 潘秀梅. 结构化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2016: 128.
- [13] 邓阳, 万坚. 大学化学, **2018**, 33 (9), 33.
- [14] 邢其毅, 徐瑞秋, 周政, 裴伟伟. 第2版. 基础有机化学. 北京: 高等教育出版社, 1993: 233.

欢迎订阅《物理化学学报》

2019 年全国报刊杂志征订工作已经开始, 敬请向贵单位推荐订阅 2019 年《物理化学学报》。

《物理化学学报》是由中国科学技术协会主管, 中国化学会和北京大学共同主办, 北京大学化学与分子工程学院学报编辑部编辑出版的学术刊物。设有“亮点”“当期推荐”“通讯”“展望”“专论”“综述”“论文”等栏目, 报导物理化学学科及交叉学科的基础研究及应用研究的创新成果。

中国科学院院士唐有祺先生担任名誉主编, 中国科学院院士刘忠范先生担任主编; 编委会中有 14 位两院院士, 2 位美国科学院院士, 1 位加拿大科学院院士, 10 位海外学者。2004 年, 获得国内期刊界最高奖——第三届国家期刊奖百种重点期刊奖; 2015 年入选国家新闻出版广电总局“百强报刊”。中国科协精品科技期刊工程项目资助出版。读者普遍认为《物理化学学报》具有极高的学术价值和收藏价值。

《物理化学学报》已被美国《科学引文索引》(SCI)网络版、美国《化学文献》(CA)、日本《科技文献速报》、俄罗斯《文献杂志》(AJ)、中国科协和国家自然科学基金委主办的《中国学术期刊文摘》、中国科学技术部万方数据网络中心的《中国科技论文与引文数据库》(CSTPCD)、中国科学院文献情报中心的《中国科学引文数据库》、中国生物学文献数据中心的《中国生物文摘》等国内外多种著名检索刊物和文献数据库摘引和收录。

《物理化学学报》现为月刊, 大 16 开本, 亚光铜版纸印刷。2019 年订价 50.00 元/册, 全年订价 600.00 元。国内邮发代号 82-163, 欢迎国内读者到当地邮局订阅, 国外读者可通过中国国际图书贸易总公司订阅(Code No 1443-MO)。若通过邮局订阅有困难或错过订阅, 请直接与编辑部联系。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。

地址: 北京大学化学学院《物理化学学报》编辑部

邮编: 100871

电话: +86-10-62751724

邮箱: whxb@pku.edu.cn

网址: <http://www.whxb.pku.edu.cn>

《物理化学学报》编辑部