

“阴离子活性聚合”的微课教学设计

何晓智*, 王铁强, 田 梅

(东北大学理学院化学系, 沈阳 110006)

摘要:“微课”可以将文字叙述的知识点转化为生动活泼的视频呈现给学生,有利于学生以丰富的感性认识为基础进行深度思考。“阴离子活性聚合”是《高分子化学》课程的重要知识点,并且与实际应用有着紧密的联系。本文利用课程引入形式的策划、适当教学方法的选择及对人文思想的思考,设计了一个生动有趣的微课。此微课可供学生预习、学习和复习使用,在将教学内容的精华传递给学生的同时,可以提高教学质量,激发学生的学习兴趣,对传统教学方式起到了有益提升的作用。

关键词:微课; 阴离子活性聚合; 高分子化学; 教学效果

在信息化蓬勃发展的今天,知识传播形式也呈现出各式各样的特点^[1~3]。而“微课”因其重点、难点的突出而备受推崇。在《高分子化学》的理论教学过程中,完全可以根据每章的重点与难点进行课程设计,制成“主题突出、短小精悍,丰富多彩”的微课,以有效地激发学生学习《高分子化学》这门课程的兴趣,提高教学效果,让学生更好地掌握知识,并能将其应用到实际工作与生活中^[4~6],为向社会培养更好的优秀高分子专业人才的目标服务。本文主要介绍我们针对《高分子化学》课程中“阴离子活性聚合”的教学,开展课程设计与视频制作,以微课形式改善教学效果的内容与特点。

1 课程选择

本节微课选择“阴离子活性聚合”的知识点进行讲解。在离子聚合中,阴离子活性聚合是其重要的组成部分^[7],对活性聚合的理解与掌握程度直接影响学生对计量聚合和嵌段共聚物的理解,所以如何把这个知识点讲好至关重要。本节课以潘祖仁主编的《高分子化学》课程中的相关内容为基础^[8],利用动画的形式,穿插引入科技小趣闻,开拓学生的眼界,激发学生学习兴趣,挖掘学生探索未知世界的潜能。

2 课程引入

精彩的课程引入过程能够激发学生的学习主动性,使学生迅速而有效地了解每节课即将学习的主要内容,对学习效果的改善起到事半功倍的作用,因此,对每一个重要的知识点都需设计一个合适的引入方式。

微课首先介绍阴离子活性聚合的意义。指出阴离子活性聚合是真正意义上的活性聚合,在合成组分明确聚合物及结构精确可控聚合物方面具有独特的优势,在生物、医疗及材料等诸方面有着广泛的应用前景,以引发学生的兴趣。然后,引入阴离子活性聚合概念是如何提出的问题。

微课以具体事实介绍“阴离子活性聚合”概念的提出过程。该概念是 Michael Szwarc 教授于 1956 年通过实验而提出的。发现过程如下:“Szwarc 将苯乙烯/四氢呋喃/萘钠放到绝对纯净的反应体系中合成聚合物,但是一直没有发现链终止反应发生。他仔细分析原因,并因此而提出了阴离子活性聚合的概念”。由于这个实验产生了颜色的变化,同时具有溶液存在状态的改变,所以在“微课”中将 Szwarc 所做

10.14028/j.cnki.1003-3726.2022.09.012

收稿:2021-09-01;修回:2021-10-30;

基金项目:东北大学理学院本科教育教学改革研究项目(ZX1);

* 通讯联系人:何晓智,副教授,主要从事功能液晶聚合物材料研究。E-mail: hexiaozhi@mail.neu.edu.cn.

的实验制作成丰富多彩的动画形式,以增强视觉效果。

“微课”的视频制作简单易学,首先在电脑上用录屏软件将讲课过程录制下来,然后用视频剪辑软件进行编辑,使声音和画面配合的更好。图 1 所示为简单文本和视频截图。

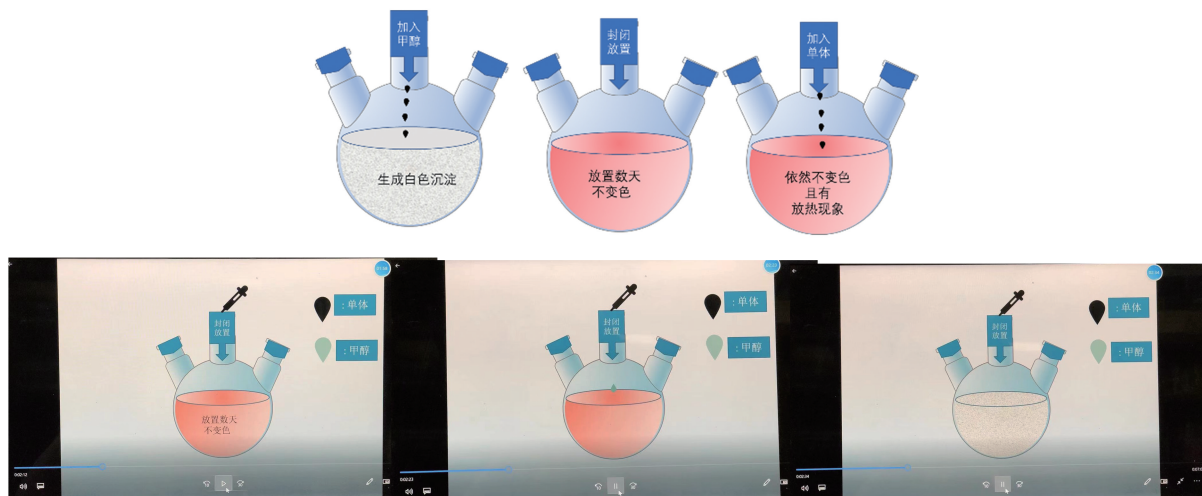


图 1 Szwarc 实验的演示过程图及视频截图

Figure 1 The demonstration process and video capture of Szwarc experiment

这一视频以一个实验过程作为课程引入的楔子,通过动画的演示,一方面让学生看到一个具体科学研究的过程,并通过介绍在这个过程中研究者所经历的探索过程使学生产生触动;另一方面,因其实验现象具有丰富的变化,能够引发学生的注意与兴趣,并且加强学生对这个知识点的理解与印象,让学生在不知不觉中明确本次课程的学习任务。

3 教学方法和策略

3.1 比较讲解法

引入问题之后,如何进一步深入介绍则是另一个需要认真思考的重点。由于本校的高分子化学课程所设置的学时有限,虽然自由基聚合与阳离子聚合已在前期讲授,但是两者可能发生的活性聚合情况没有提及,因而将安排在阴离子活性聚合中加以简单介绍。所以,学生很可能有一个潜在的疑问:“自由基聚合和阳离子聚合为什么没有这种现象?”此时将阴离子活性聚合与自由基聚合、阳离子聚合对比讲解将能有效地解除学生心中的疑问,并能让学生在复习之前学过内容的同时,很好地理解阴离子聚合能发生活性聚合的原因以及自由基聚合和阳离子聚合发生活性聚合所需具备的条件。

在这个讲解中,首先让学生思考如下问题:在自由基聚合和阳离子聚合反应中他们都可以以何种方式终止?此处可以提问方式进行,学生也许会提出各种各样的答案,从而引发师生之间进行热烈的互动。老师加以归纳与总结,最后用动画将主要的几种可终止情况表达出来,以考察阴离子聚合究竟会不会发生相似的终止反应。可能的问题及回答如下:

终止方式 1:能否发生双基终止?

答:否,静电相斥,无法双基终止,一动画显示无法相互靠近,见图 2。

终止方式 2:能否像阳离子聚合一样发生与反离子相结合的反应?

答:否,反离子常为金属离子(如 Li^+ , Na^+ , K^+),不可能与碳负离子形成共价键而造成活性链终止。动画显示不能成共价键的过程,见图 3。

终止方式 3:杂质的影响需要考虑不?

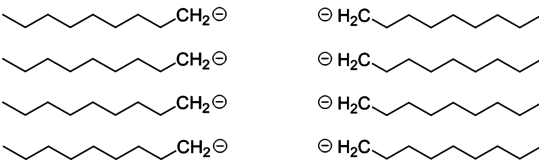


图 2 阴离子静电相斥的演示过程图

Figure 2 Demonstration process of anion electrostatic repulsion

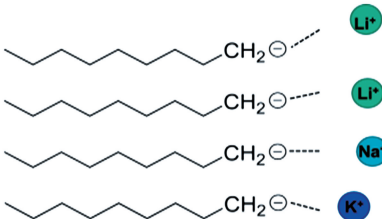


图 3 碳负离子与金属离子无法形成共价键的演示过程图

Figure 3 Demonstration process diagram that the covalent bond can't be formed between carbon anion and metal ion

答:否,体系与试剂绝对纯净,活性增长链没有向杂质转移的可能。动画显示杂质无法侵入的过程,见图 4。

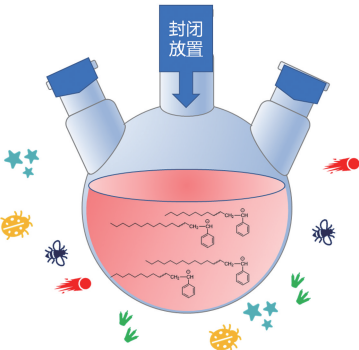


图 4 杂质无法侵入反应体系的演示过程图

Figure 4 The demonstration process which the impurity can't invade the reaction system

终止方式 4:聚合物活性链本身能否发生自身终止吗?

答:非常困难,因为从活性链上脱除 H⁻ 活化能相当高。动画显示形成双键过程,见图 5。

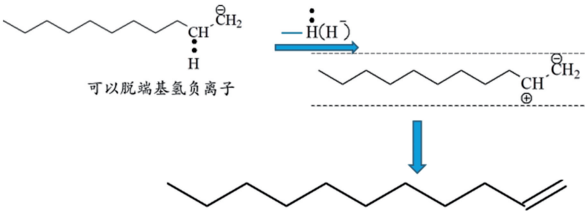


图 5 活性链端基形成双键的演示过程图

Figure 5 Demonstration process of double bond formation of active chain end group

动画的形象表达不仅让学生知道反应无法终止的原因,以寓教于乐的方式使学生们获得很深印象,从而提高教学效果。阴离子聚合之所以能发生活性聚合是因为其不易发生链终止(Szwarc 实验得出

的结论),在这里通过学生的推演得到一样的结论,增强学生的参与度与成就感。

在上述基础之上,可提出问题:聚合反应活性种的结构有什么特点?是怎样影响其终止方式的?以深入分析阴离子聚合易发生活性聚合的原因。教学过程中,可以给学生一个表格,见表 1,让学生回答相应的内容。

表 1 自由基聚合、阳离子聚合和阴离子聚合的比较			
Table 1 Comparison of radical polymerization, cationic polymerization and anionic polymerization			
	自由基聚合	阳离子聚合	阴离子聚合
1. 活性种的结构及活性	 sp ² 杂化、平面结构、活泼(复习提问)	 sp ² 杂化、平面结构、活泼(复习提问)	 sp ³ 杂化、正四面体、结构较稳定、活泼性稍差(讲解)
2. 主要终止方式	双基终止(复习提问)	易转移终止、无双基终止(复习提问)	难终止、难转移(讲解)
3. 聚合物链存在的形式	“死”的聚合物链、(复习提问)	“死”的聚合物链、(复习提问)	“活”的聚合物链、(讲解)

通过对比学习,学生可以得出这样的结论:由于活性种结构的不一样,活性有差异,最终存在的聚合物链的状态是不一样的。自由基聚合和阳离子聚合最终利用各种方式都会终止掉,都会得到“死”的聚合物链,所以很难发生活性聚合,而阴离子聚合可以得到“活”的聚合物链,所以比较容易发生活性聚合。步步为营,把学生的思路引导到问题的实质中,让学生自己去得到问题的答案,充分调动学生的学习积极性。此时给出表 2,学生很容易就回答出表中问题 4。

表 2 自由基聚合、阳离子聚合和阴离子聚合的比较			
Table 2 Comparison of radical polymerization, cationic polymerization and anionic polymerization			
	自由基聚合	阳离子聚合	阴离子聚合
4. 能否发生活性聚合	很难发生(讲解)	很难发生(讲解)	可以发生(讲解)
5. 如何实现活性聚合	(自学,课后作业回答)	(自学,课后作业回答)	反应体系足够纯净(讲解)

在完成这一步骤后,可以给学生们一个提示:阴离子活性中心结构的特点是其发生活性聚合的主要原因,从而引出表 2 中的问题 5;自由基聚合和阳离子聚合的活性中心结构怎么样控制也有可能发生活性聚合?让学生查资料加以补充,作为课后作业,并在下一堂课与学生共同探讨所得出结论。这样的方法能够使得学生在整个过程中一直处于主动地位,很好地体现了以学生为中心的教学理念。

3.2 预习问题的提出

微课的另一个重要功能是让学生通过预习了解下一堂课的内容。微课只能给出部分精华内容,后续课堂中将要拓展讲授的内容则需要预习环节来完成,这样整个微课才更完整,后续课堂教学才能达到良好的教学效果。“阴离子活性聚合”部分后续需要讲授的主要内容是活性阴离子聚合的动力学和活性阴离子聚合的应用。这两部分内容的精华在于计量聚合的提出和嵌段共聚物的合成,所以需要让学生了解活性聚合体系的特点。在这个过程中,利用动画形式让学生了解到活性聚合的三大特点(图 6 所示为简单文本和视频截图)。

特点 1:活性中心同时引发,体系内活性中心总浓度[M⁻]不随时间变化。

特点 2:增长链同时增长,分子量随时间增长。

特点 3:聚合物分子量分布呈单分散性。

在此基础上,以下几个预习的问题将顺利引入:

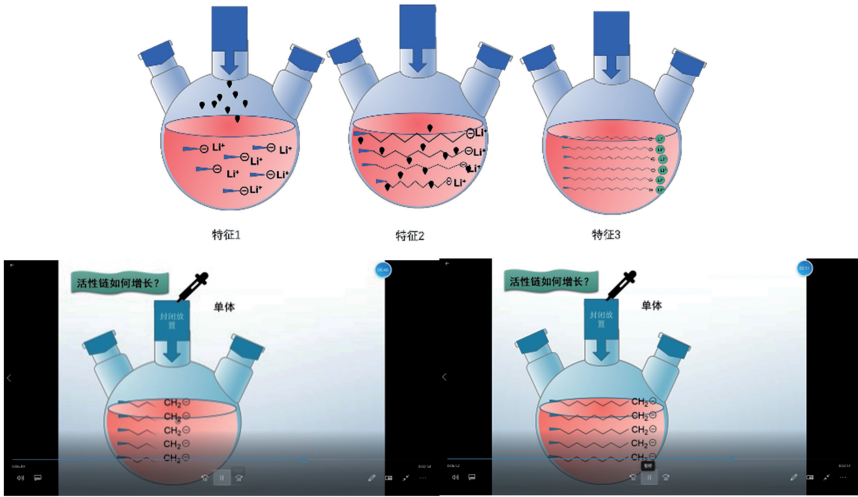


图 6 活性聚合三大特点的演示过程及视频截图

Figure 6 Demonstration process and video capture of three characteristics of living polymerization

问题一：是否可以在这个活性聚合体系里添加其它单体？对添加单体的活性有什么要求？是不是可以随意添加单体？

学生一般能得出可以再添加其它单体的结论。此问题主要集中让学生思考对添加单体的活性有什么要求？

问题二：如何合成 SBS 嵌段共聚物？SBS 在实际中都有什么应用？为什么嵌段共聚物中每一段的分子量是可控的。

此问题是上一个问题的延续，学生们将兴趣浓厚地去了解如下内容：SBS 是什么？怎么合成？会有什么应用？为什么分子量是可控的？在了解的过程中，能够自然很好理解计量聚合的概念。学生在寻找问题答案的过程中，能够将下一堂课要讲授的内容充分了解，通过自主学习对所学知识产生更深刻的认识，达到预习的目的，从而保证后续课堂教学的效果。

3.3 人文思想的引入

理论讲授完毕后，将介绍科技小趣闻，让学生在获得知识的同时体会科研的乐趣。在此处介绍阴离子聚合机理的探索过程（如图 7 所示）。

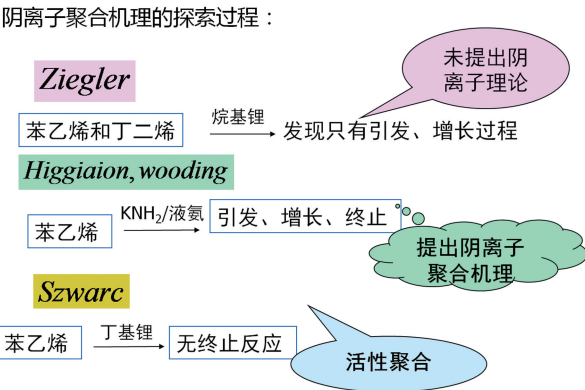


图 7 阴离子聚合机理的探索过程

Figure 7 Process of exploring mechanism of anionic polymerization

通过对比 Ziegler 的相似研究（Ziegler 做了烷基锂引发苯乙烯和丁二烯聚合的反应，得到聚合反应没

有链终止的结论,却没有进一步寻找原因,错过提出阴离子聚合机理的大好时机,更不用说提出阴离子活性聚合的结论),强调指出由于 Szwarc 的仔细观察、认真思考、敢于突破,最终提出新的概念与理论。该理论指导合成了具有实际应用价值的嵌段共聚物 SBS,指出理论和实际应用相结合的意义,让学生们了解科研的意义及从事科研工作所应该具备的态度,同时鼓励同学们在面对科学实验时,要敢于质疑,不受束缚,积极探索,要坚信自己最终也会创造历史,为社会做出应有的贡献。

在“微课”的实践教学过程中,发现“微课”可以使同学们对阴离子活性聚合有更深入的认识。在讲解计量聚合及其应用时,与学生的教学互动更流畅,教学效果更显著,同时,在对相关知识进行考察时,学生回答的正确率也有很大的提高。

总之,本“微课”的设计,具有激发学生学习兴趣的课程导入部分,有一环扣一环、层层深入的课程讲授过程,有对学生进行人文教育的课程小结环节。“微课”使得课程条理清晰、生动有趣,能够最大程度地调动学生的学习兴趣,使整个课程一气呵成,具有很好的教学效果,对传统教学起到一个很好的补充与提升的作用,希望可以为相关授课老师提供参考。

4 结语

以“微课”视频方式将课程重点、难点呈现给学生,将激发学生学习的兴趣,增强学生自主学习的能力,教学效果突出,对传统教学方法是一个很好的补充。作为高校老师,我们应该走到时代的前沿,将互联网技术与教学内容有机融合在一起,将其转化为教学成果,更好地为学生及其他有需要的群体服务,这将是一个光荣且艰巨的任务。

参考文献:

- [1] 彭志平. 大学化学, 2020, 35(5): 184~190.
- [2] 梁爱辉, 王志平, 陈意. 高分子通报, 2020, (7): 77~79.
- [3] 陈丽娟, 陈新, 闫叶寒. 广东化工, 2018, 45(5): 274~275.
- [4] 赵俭波, 戴勋, 刘速, 穆金城, 姜建辉. 化工高等教育, 2016, 33(2): 88~91.
- [5] 陈学刚. 高分子通报, 2019, (9): 82~86.
- [6] 张普玉, 柴云. 高分子通报, 2020, (4): 76~80.
- [7] 郭丽华, 刘文静, 公培伟. 化学教育, 2018, 39(24): 25~27.
- [8] 潘祖仁. 高分子化学. 第五版. 北京: 化学工业出版社, 2011: 168~179.

Micro Lesson Design of “Anionic Living Polymerization”

HE Xiao-zhi*, WANG Tie-qiang, TIAN Mei

(Department of Chemistry, College of Science, Northeastern University, Shenyang 110006, China)

Abstract: "Microlecture" can transform the knowledge points into lively videos for students, which is conducive to students' in-depth thinking based on rich perceptual knowledge. Anionic living polymerization is an important issue in the teaching of polymer chemistry, and its importance also lies in its close relationship with multiple practical applications. In this paper, a vivid and interesting microlecture is described, in which an interesting course introduction, the adoption of appropriate teaching skills and the thinking of humanity are included. The microlecture can be used to help students to prepare for their forthcoming lessons, to learn and to review the content of the lessons. Such a microlecture not only helps to teach students the essential contents but also helps to enhance the teaching quality, stimulate students' interest in learning, and improve the traditional teaching techniques.

Key words: Microlecture; Anionic living polymerization; Polymer chemistry; Teaching effect