

高分子化学教学改革探索

何海峰*, 白瑞钦, 刘 蕾, 李廷希

(山东科技大学 材料科学与工程学院, 青岛 266590)

摘要: 高分子化学是高分子材料专业最重要的专业基础课之一, 课程内容包括基础理论和实验教学, 对后续其他专业课程的学习有直接的影响。任课教师积极探索高分子化学的教学改革, 对提高教学质量和教学效果具有很重要的意义。本文结合近年来对高分子化学课程教学各环节的探索与思考, 从课程建设目标、教学思路、实验与实践教学、考核方式等几个方面进行了探讨, 并通过在教学实践中加以应用, 调动学生的学习积极性, 有效提高了教学效果和学生的综合素质。

关键词: 高分子化学; 教学方法; 教学思路

高分子化学是高分子材料专业重要的专业基础课之一, 它以无机化学、分析化学、物理化学和有机化学为基础, 研究高分子化合物的合成、化学反应和反应机理等方面的一门综合性学科。它是高分子材料专业的学生接触的第一门专业基础课, 高分子化学对后续课程的学习, 如高分子物理、高分子成型加工基础、橡胶工艺等有很直接的影响。另外, 高分子化学还是高分子专业硕士和博士研究生入学考试的专业课程。因此, 提高高分子化学课程的教学质量和课堂教学效果, 让学生能有效掌握和理解该课程的主要内容, 是高分子专业授课教师应该主动思考和积极追求的目标^[1~3]。

1 高分子化学课程建设目标和教学方法

1.1 课程建设目标

山东科技大学是山东省应用基础型名校建设工程单位, 材料科学与工程学院自 2005 级开始招收两个班高分子材料与工程专业的本科生, 2011 级扩大为三个班, 2017 级招生四个班, 一直呈现良好的发展趋势。按照培养计划, 高分子化学安排在大三的第一学期, 课堂授课 48 学时, 小班讨论 16 学时, 实验教学 48 学时。

根据我校确立的立足山东、面向全国, 服务和地方经济社会发展的办学定位, 确立本课程在专业培养目标中的定位, 将高分子化学课程建设成一门信息交互性强、教学理念先进、教学模式开放、教学内容新颖的崭新课程, 为实现这一目标尝试了多种教学方法和手段, 废除以往注入式的教学方法, 探索以培养能力为主线、以启发式和拓展式教育为主的教学方法, 将课堂教学、实验教学与课程设计相结合的方法, 有力地促进了教学质量的提高, 受到同学们的广泛欢迎。

1.2 教材和教学方法

在教材建设上, 选用潘祖仁教授主编的适合于高等院校的《高分子化学》(第五版, 化学工业出版社, 2011 年, 全国优秀教材), 结合王槐三主编的“面向二十一世纪”教材《高分子化学教程》(第二版, 科学出版社, 2007 年) 和张兴英主编的《高分子化学》(化学工业出版社, 2006 年国家级精品教材), 提炼深度适中、重点突出的高分子化学中比较传统的内容(逐步聚合、自由基聚合、自由基共聚、离子聚合等) 和高分子化学新颖的教学内容(如各种活性聚合等)。在教学中, 结合我院高分子专业的特点, 制定了多媒体与

10.14028/j.cnki.1003-3726.2018.12.012

收稿: 2017-10-27; 修回: 2018-10-10;

基金项目: 山东科技大学材料科学与工程学院 2014 年“名校工程”教改项目(clyymxgc014);

作者简介: 何海峰(1974-), 讲师, 硕士生导师, 主要从事高分子材料的合成与改性的教学和研究;

* 通讯联系人, E-mail: hanson522@126.com.

传统教学结合的教学计划。

高分子化学的内容抽象,理论性强,为学生充分理解课程内容,高分子化学采取多媒体教学和板书结合的方法。利用多媒体教学,课件中加入图片、动漫、录象、视频等可以形象直观的展示聚合机理、聚合方法,使学生在视觉上可以更直观地理解教学内容,激发学生学习兴趣与求知欲望;而公式的推导,则采用板书的形式,使学生与教师的讲解同步,理解和掌握公式的来源和意义。

2 注重知识的综合和引申,引导和启发学生思考

在课堂教学过程中,团队老师在教学过程中重视知识的综合运用,注重具有创新意识的培养,针对课程特点和学生具体情况,对教学内容和教学方法进行合理的设计,鼓励学生自己寻找问题、分析问题、解决问题,提高学生综合能力,从而更好地适应行业和社会对学生的要求。

通过对专业课程的学习,学生们已经对高分子材料的性能有了基本的把握,比如分子量高、分子量有多分散性、分子链的缠结导致高粘度等等。在掌握了这些基本特征之外,可以引导学生逆向思考一些问题,例如:线性大分子内结构单元间可能有多种链接方式,乙烯基聚合物以头尾链接为主,杂有少量头头或尾尾链接^[4]。那么,利用高分子化学的知识,如何合成具有完全头-头或尾-尾结构的聚合物?学生在遇到这个问题的时候,如果不能将所学的知识综合起来考虑,可能会找不到思路,无从下手。

这个时候,可以提示学生,通过高分子的化学反应,可以解决这个问题:二烯类单体的 1,4 聚合,可以得到主链含有双键的聚合物,然后通过对双键进行氯气或氢气的加成反应,就可以得到完全头-头或尾-尾结构的聚合物。例如,通过 1,4-丁二烯的 1,4 聚合得到顺式聚丁二烯,然后进行氯气的加成反应,得到完全头-头或尾-尾结构的聚氯乙烯;2,3-二苯基-1,4-丁二烯进行 1,4 聚合,然后对聚合物的双键进行加氢反应,就得到完全头-头或尾-尾结构的聚苯乙烯。

同样的,也可以通过树枝状大分子的合成及其结构特点,引导学生思考:如何实现低粘度的高分子材料的合成及其应用?

通过这样的例子,学生们会意识到,不能单纯和孤立地学习某一章节的内容,而是应该融会贯通,将知识点结合起来,才能更好的举一反三,更加认识到高分子化学这门课程的重要性。

3 加强实验和实践等环节,培养学生的分析能力和解决问题的能力

3.1 实验和实践教学

高分子科学是一门理论与实验并重的科学,学生不仅要学好书本知识,还要动手做实验,这不仅可以帮助学生对所学知识的理解,还可以培养学生的动手能力,提高实验技能。我们在高分子化学课程的实验教学中,尝试开设综合性实验,并与所讲授课程的聚合机理及实施方法紧密结合,这样就改变了过去传统的实验教学中存在的“照方抓药”现象。同时在实验的过程中,培养学生对高分子化学的兴趣,例如在甲基丙烯酸甲酯的本体聚合实验中,可以让学生准备些自己喜欢的小饰品,在低温聚合阶段加入到体系中,制得自己喜欢的有机玻璃工艺品;在醋酸乙烯酯的乳液聚合实验中,让学生们把得到的白乳胶用来黏合一些纸张,让学生们感觉到高分子化学知识的有用和有趣。这样学生在实验预习和实验过程中,会积极主动思考,对实验课的热情提高,激发了学生学习高分子化学的兴趣和积极性,通过循序渐进的方式,培养学生的实践能力,促进学生创新思维。

经过十年的教学积累,高分子专业建立了完备的高分子化学专用实验室。在此实验室,既可以完成基本的教学实验,也满足了学生的毕业设计、科技创新等实验工作的需求。同时,学院的分析仪器如差式扫描量热仪、粘度计、涂料表征仪、红外、紫外分析测试仪、粒度分析仪、扫描电镜等也对学生开放,为高分子化学的实践教学的系统性提供了保障。

高分子化学的实践教学还包括校外的实践教学。通过与企业合作,高分子化学教学团队课程教师与

颐科橡胶、中石油、乐化油漆有限公司、益群涂料有限公司等企业建立了良好的合作关系,并以企业为依托,建立了本科生教学实习基地和社会实践基地,培养和锻炼了学生的工程实践能力。

3.2 指导学生参加科研活动

通过科研立项、挑战杯、创新创业大赛等形式,吸引学生参加科研活动,培养学生的创新意识。近五年来,高分子化学课程组的老师在做好课堂和实验教学工作的同时,积极参与教学改革,在指导学生参加科研活动的理论和实践方面做了很多工作。本课程组主持或参与的教学项目 2 项,教学论文多篇,并多次指导学生参加“挑战杯”创业大赛、山东省高分子技能大赛和大学生创新创业训练计划等项目和比赛,获得山东省一等奖两项,并有多项大学生创新创业训练计划项目获批。

由本专业培养的学生基础知识扎实,动手能力强,综合素质高。高分子专业的就业率一直在 98% 以上,考研录取率达到 40% 以上。多名同学被浙江大学、上海交通大学、四川大学、华东理工、中科院等高校和研究所录取。

3.3 课堂教学与课程设计相结合

在分子化学课堂教学和实验教学之外,增设了分子化学课程设计环节(小班讨论,16 学时)。学生自由组成课程设计小组,在小组内讨论选定感兴趣的课题,查阅文献资料(5~10 篇),结合课程中的分子合成和改性知识,设计合成功能性分子化合物,并通过做多媒体答辩报告和课堂互相提问等形式进行讨论。该环节激发了学生的学习积极性,同时培养了学生的综合能力。教学效果已经在本科生的就业环节中有所体现,根据用人单位反映,学生动手能力强,进行课题研究上手快,磨合期短,可以很快地适应工作岗位的需求。

4 做好前后课程之间的衔接

分子化学不是孤立的学科,它与分子材料专业的其他课程都有着紧密的联系。

1. 有机化学和物理化学是分子化学重要的基础课程,讲解分子化学课程的某些章节时,将基础化学和分子化学联系起来,通过有机化学和物理化学的知识来解释分子化学中的概念,有利于学生对本课程更好的理解和接受。

比如,有机小分子和高分子都可以发生双键的加成、苯环的磺化、酯键的水解等反应,只是由于空间位阻等原因,高分子反应的产率比小分子反应低;逐步聚合中的缩聚反应,为了提高聚合产率和提高分子量,要尽量避免脱羧、环化和降解等副反应,都跟有机化学中的知识有关^[5,6]。

还有,在缩聚反应中,为了提高聚合物的聚合度和分子量,需要不断地降低体系中产生的小分子的含量,使反应朝着生产聚合物的方向进行,这又跟物理化学中的相关知识有关。

2. 有机化学对分子化学专业英语的学习的影响

无论是考研还是就业,分子专业英语都有重要的意义。潘祖仁版分子化学,只是在绪论部分对分子化合物的命名进行了简单介绍(系统命名法和习惯命名法),教材中没有对分子化合物的英文专业词汇进行系统的概括;而在之前的有机化学教学过程中,我们选用的教材(有机化学第四版,高鸿宾,高等教育出版社)也没有对有机化合物的英文名字进行讲解和归类。所以,同学们在之后的高分子专业英语的学习当中,大家普遍反应,一下子面对大量的专业词汇,很难尽快的掌握,应该在专业英语课程之前,就加强分子专业词汇的引导和梳理。

笔者的体会是,可以参考邢其毅先生的《基础有机化学》的方法,在烷烃的学习之后,就把简单烷烃的英文名字(methane, ethane, propane, butane, pentane, hexane, heptane, octane, nonane, decane 等,词头为甲、乙、丙、丁、戊、己……等,-ane 为烷烃词尾)进行讲解和说明,到了烯烃章节,只要把相应的烷烃(甲烷除外)英文词汇末尾的-ane 改为-ene 即为对应的烯烃名称;之后各章醇、醛、酮、羧酸等等都以此类推,学生们会更容易系统地掌握有机化学的专业词汇,进而可以较为轻松的、甚至自己对分子专业英语

进行整理,对之后的高分子专业英语的学习也很有益处。

3. 高分子化学的知识,与高分子物理的内容相结合,加强学生对高分子化学相关知识的印象。例如,为什么低密度聚乙烯 LDPE 和高密度聚乙烯 HDPE 的性能差别较大?这是由于 LDPE 是通过自由基聚合机理得到的,而 HDPE 是通过配位聚合制得的。在乙烯的自由基聚合中容易发生链转移,导致聚合分子链中有很多支链,故 LDPE 结晶度低,密度低;而乙烯通过配位聚合得到的大分子链比较规整,HDPE 结晶度较高,密度较高。

5 改革作业及考试形式

改变期末一次考试定性的不足,将学生从死记硬背书本中解放出来,对学生的整个学习过程进行评价。期末成绩含基础知识和综合运用两部分,综合运用包括平时作业、课堂讨论、文献讲解、课程设计等占 40%,基础知识占 60%。

6 教学效果

经过多年的高分子化学教学和改革探索,高分子化学的教学效果取得了较大进步。

校内专家评价:“课堂内容丰富,信息量大,能适时引入相关的多种实例与课堂内容结合,激发了学生的学习兴趣。课堂设计合理,内容讲解清晰,重点突出,深入浅出。学生听课认真,课堂气氛活跃。”

学生评价:“授课态度认真,讲解条理清晰,课堂气氛轻松;课堂内容丰富,深入浅出,善于理论联系实际;课堂重视与学生互动,同学学习积极、投入。”

7 本课程目前存在的不足

(1)在基础性与前沿性的关系上面,还未能圆满地处理好。有些最新的理论进展未能有机地溶入基本概念中。在课时限制之下,有些内容不得不忍痛割爱;

(2)在理论性与实用性方面,尚不能做到完全的理工融通,未能在基本理论和实际应用之间架设起便捷的桥梁。

《高分子化学》课程教学改革面向社会和高分子行业需求,在人才培养理念和目标以及优化学生的知识、能力、素质结构等方面充分体现改革精神,探索以培养能力为主线,以启发式和拓展式教育为主的教学方法,将课堂教学、实验教学与课程设计相结合的方法,加快课程建设步伐,使先进的教学经验和教改成果及时融入课程建设之中。

参考文献:

- [1] 唐黎明. 高分子通报, 2014, 7: 104~108.
- [2] 吴宁晶, 华静. 大学化学, 2016, 31(8): 56~59.
- [3] 夏笑虹, 杨新国, 陈惠, 杨丽. 高分子通报, 2016, 4: 109~113.
- [4] 潘祖仁. 高分子化学. 第五版. 北京: 化学工业出版社, 2011 年, 10.
- [5] 何冰晶, 蒋华江, 王庆丰, 刘维均. 高分子通报, 2011, 3: 105~108.
- [6] 洪川. 化学工程与装备, 2016, 10: 277~279.

Exploration of Polymer Chemistry Teaching Reform

HE Hai-feng* , BAI Rui-qin, LIU Lei, LI Ting-xi

(School of Materials Science and Engineering, Shandong University of Science and
Technology, Qingdao 266590, China)

Abstract: *Polymer Chemistry* is one of the most important specialized course for the student majoring in polymer materials, its contents include basic theory and experimental teaching, which have direct impact on the follow-up study of other specialized courses. It is of great significance for teachers to actively explore the teaching reform of *Polymer Chemistry* to improve the teaching quality and effect. In this paper, the teaching methods reform was discussed in several aspects, such as the course construction goal, teaching method, experiment and practice teaching, examination ways through the combination of polymer chemistry teaching of exploration and thinking in recent years. Through the application of these teaching practice to arouse the enthusiasm of students, the teaching effect and students' comprehensive quality improved effectively.

Key words: Polymer Chemistry; Teaching methods; Teaching ideas