

教 学

精品课程教材《高分子物理实验》建设的体会——三个及时融入

朱平平, 杨海洋, 何平笙

(中国科学技术大学高分子科学与工程系, 合肥 230026)

摘要:中国科学技术大学“高分子物理实验”课程是 2006 年安徽省精品课程, 作者结合教学研究和精品课程建设经验, 总结出了“三个及时融入”的教材建设理念, 本文结合实例对该理念的具体含义进行了阐述。

关键词:精品课程; 教材建设; 高分子物理实验; 计算机模拟实验

自 2002 年初《高分子物理实验》出版以来, 在我校以此书作为教材已供 6 届学生实验使用, 一直受到学生的好评, 也得到许多专家及同行的认可, 一些兄弟院校将此书选作主要教学参考书, 其中的一些实验已在国内多所学校得到应用。此书在 2005 年 1 月获校优秀教材一等奖, 并且作为“全面提升高分子物理重点课程的教学质量”教研成果的重要组成部分获 2005 年国家级教学成果二等奖^[1], 在 2006 年 8 月被教育部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划选题, 现已作重新修订, 将于 2007 年底前正式出版。

近十年来高分子科学发展迅速, 尤其在高分子凝聚态基本物理问题的研究领域取得了显著的研究成果, 提出了一些新概念, 这些应该在课程教学中及时向学生介绍, 另一方面, 高分子学科本身是一门年轻的学科, 许多基本问题的本质在逐步探讨和清晰中, 因此即使是每一阶段的有限研究进展也有必要在教学中介绍给学生。特别是作者近几年在“高分子物理实验”精品课程建设中作了大量创新的、细致而持久的工作^[2,3], 取得了不少教学研究成果, 这些都要及时融入教学中。

“高分子物理实验”课程在 2006 年被评为安徽省精品课程, 结合教学研究和精品课程建设经验, 作者总结出了“三个及时融入”的教材建设理念, 下面就结合实例对该理念的具体含义进行阐述。

1 及时把教学研究成果融入教材内容

作者倡导“教学需要研究”的理念, 并用于实验教学课程。从实验选题、实验模式创新到具体内容设计与改进都在教学实践和研究中逐步摸索、不断改进和完善。

高分子链的构象、形态是高分子特有的问题, 也是教学的重点和难点之一。由于单键的内旋转, 使得柔性大分子这一瞬间的构象与另一瞬间不同, 链构象数很大, 链的形态不断改变, 尺寸也随之发生变化。决定形态的重要因素是大分子链的化学结构和链单元间的相互作用, 在溶液中的高分子链形态还受溶剂和温度的影响。不同条件下高分子链的形态差别较大, 需用不同的模型来描述, 如: 无规行走 (简称 RW) 和自回避行走 (简称 SAW)。然而高分子形态的研究主要是利用高分子稀溶液性质, 这是因为溶液中的高分子的形态是稀溶液性质的决定性因素。因此通常的高分子物理实验难以直接涉及高分子链构象、形态等问题。如何弥补实验教学中这一缺陷, 让学生对高分子链构象形态问题有直观、形象、透彻的了解, 作者在国内首先提出把计算机技术用于高分子物理教学实验, 并开发出多个高分子物理的计算机实验, 是

基金项目:2006 年安徽省精品课程建设费资助, 2007 年安徽省重点教学研究项目资助;

作者简介:朱平平, 女, 安徽无为, 中国科学技术大学高分子科学与工程系教授, 主要从事高分子溶液、高分子凝聚态结构、共混高聚物性能等方面的研究, 近年来同时开展了高分子物理的教学研究工作, E-mail: zhupp@ustc.edu.cn.

高分子物理实验教学的创新模式。即在实验教学中采用分子模拟法模拟和研究现代物理实验方法尚难以为计的高分子物理现象及过程。在初版“用‘分子模拟’软件构建聚乙烯、全同立构聚丙烯分子并计算它们末端的直线距离”和“用‘分子模拟’软件计算聚丙烯酸甲酯的构象能量”两个实验基础上^[4],此次教材修订中增加了“二维高分子链形态的计算机模拟”^[5]等三个计算机模拟实验。

计算机模拟无疑是事半功倍的,在屏幕上直接构建(合成)高分子长链,直观展现链的内旋转过程,高分子链看起来千姿百态,进一步计算链尺寸与分子量的标度关系,有效地验证了诺贝尔奖获得者的工作,特别是展示大分子链如何在熵驱动下穿越受限管道,使学生深刻体会熵这个概念的重要性。这些都是实体分子模型和课堂教学不可能达到的效果。

此外,一旦计算机和软件具备,计算机模拟实验平时几乎不需要维持费用,对实验教学是十分有利的。因此高分子物理的计算机实验具有普及性,非常适于推广,作者通过提供电脑程序源代码、发表介绍实验内容的论文和组织召开研讨班作示范教学,有关的计算机实验已被国内多所高校所采用。

“用稀溶液粘度法测定聚合物的分子量”是高分子物理的基本实验技术,一般高校都开设这个实验。然而高分子在粘度计毛细管管壁的吸附以及吸附所导致的溶液浓度的改变、毛细管半径的变化以及毛细管界面性质的变化是非常复杂的,往往会对高分子溶液粘度测定产生影响,甚至使溶液的比浓粘度对浓度作图不再满足线性关系,给测定结果分析带来麻烦。作者对此实验进行多次改进,极大地消除了这些影响,并进一步确立了粘度法是研究和表征高分子间相互作用的一种简便方法。相关内容在“稀溶液粘度法测定聚合物的分子量”、“粘度计的动能校正”两个实验中都得到了充分反映。“高分子溶液粘度测定的实验改进及粘度法对高分子间相互作用的分析和表征”获 2003 年中国分析测试协会科学技术三等奖,另外作者把相关工作整理成 5 篇实验教学论文公开发表(Polymer Testing 上 1 篇,化学通报上 4 篇)^[6~10],引起同行的高度关注,发表在化学通报上的论文“粘度法研究高分子溶液行为的实验改进(Ⅱ)”获第三届中国化学会“化学通报”优秀论文奖。首都医科大学还将这一改进技术用于贵校的“物理化学实验”课程中(参见大学化学,2006,21(4):53~57)。

2 及时把科研成果融入教材内容

为了确保实验教学内容的先进性、新颖性,并结合高分子物理基本问题,作者及时地将科研成果转化为可供学生实验的教学内容。

作者创建了研究热固性树脂和树脂基复合材料固化的动态扭转法,即用动态力学的方法通过测定力学量的变化来研究化学反应过程,很有新意。作者及时地将这一科研成果开发成学生实验,用于教学,取得了很好的教学效果,对学生更深刻地理解高分子物理中的基本概念帮助很大。

近期,也是主要根据我们自己的科研工作^[11],作者开发了“受限空间中的高分子链穿越纳米管道的 Monte Carlo 模拟”实验,即利用 Monte Carlo 方法模拟受限空间中的高分子链如何在熵驱动下穿越纳米管道,涉及到高分子物理中高分子尺寸、构象熵等基本概念和知识点,此外高分子链穿越的动力学过程与化学反应动力学过程具有相似性也是学生感兴趣的问题。很有新意,为我校特有。

大分子自组装是一种以高分子为组装单元的超分子行为,属于超分子化学和高分子科学的交叉学科,而其中嵌段共聚物的自组装则是大分子自组装领域的主流。为了让学生及时了解此领域的研究成果,作者及时地把本专业的科研成果转化成教学实验^[12],开发了“使用 Monte Carlo 方法观察受限状态下嵌段聚合物自组装结构”实验,对学生深入理解高分子物理中的高分子凝聚态结构、高分子之间相互作用、微观相分离等知识点有直观的帮助。

3 及时把新概念、新规律和新实验事实融入教材内容

近年来高分子物理发展很快,提出了许多新的概念、发现了许多新的规律,有必要在新的教材中及时介绍给学生。

如,现有的实验中往往是利用球晶的光学性质来观测球晶(偏光显微镜、小角激光光散射),不很直

观。目前已经可以用原子力显微镜(AFM)原位研究球晶的生长过程和形态,直观地观察一个原始晶核发展成一个片晶,片晶再逐渐形成一捆束状片晶簇,最终形成球状结构。虽然目前还不能采用原子力显微镜开设教学实验,但相关内容将在教材中作介绍。

此外,对在一般设备上做的有关高分子材料加工的实验已被改写为更能揭示聚合物特点、反映聚合物流变性能实验,如“旋转流变仪测定聚合物熔体流变性能”、“Instron 毛细管流变仪测定聚合物熔体的流变性能”。

教材建设是精品课程建设的重要组成部分,把“三个及时融入”的理念融入其中,适应了实验教学改革和实验课程建设的发展,保证了实验教学内容的先进性和新颖性,也更加充分地体现了本校高分子物理实验教学的特色。

参考文献:

- [1] 何平笙,朱平平,杨海洋.新探索·新突破·新发展——第五届高等教育国家级教学成果奖获奖成果介绍及文件汇编.北京:科学出版社,2006,825~826.
- [2] 朱平平,杨海洋,何平笙.高分子通报,2007,(7):61~64.
- [3] 何平笙,李春娥.高分子通报,2000,(2):94~96.
- [4] 何平笙,杨小震.高分子通报,2000,(1):86~89.
- [5] 杨海洋,易院平,朱平平,何平笙.高分子通报,2003,(5):76~80.
- [6] Yang H Y, Li H, Zhu P P, et al. Polymer Testing, 2004, 23(8):897~901.
- [7] 杨海洋,严宇亮,朱平平,朱清仁,何平笙.化学通报,2004,67(10):w87.
- [8] 杨海洋,张胡铭,徐小云,朱平平,何平笙.化学通报,2003,66(7):w053.
- [9] 杨海洋,李浩,朱平平,朱清仁,范成高.化学通报,2002,65(9):631~634.
- [10] 杨海洋,朱平平,任峰,李国锋,吴澎.化学通报,1999,62(5):47~49.
- [11] Xie Y J, Yu H T, Yang H Y, et al. Biochem Biophys Res Commun, 2006, 349, 15~19.
- [12] Chen P, He X H, Liang H J, et al. J Chem Phys, 2006, 124, 104906.

Experience on the construction of textbook “Experiment for Polymer Physics” in Elaborate Course—the “Three Prompt Introductions”

ZHU Ping-ping, YANG Hai-yang, HE Ping-sheng

(Department of Polymer Science and Engineering, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: The course “Experiments for Polymer Physics” has been selected into the 2006 Anhui elaborate course. Associated with the experience of research of teaching and construction on elaborate course, a conception “three prompt introductions” of constructing textbook is summed up. The meaning of the conception is also explained with practical examples in this paper.

Key words: Elaborate course; Construction of textbook; Experiments for polymer physics; Computer simulation experiment