

教 学

“高分子物理”的问答式互动教学

萧聪明

(华侨大学材料学院, 泉州 362021)

摘要: 阐述一种新颖、有效的“高分子物理”课程教学方法; 以问答的方式, 层层递进、互相联系; 既能突出重点, 又可以将教学内容组织成一个有机网络。这种方式利于互动教学, 提高学生的参与度; 也便于学生由一系列问题联想起许多具体细节, 避免死记硬背, 以收融会贯通之效。

关键词: 高分子物理; 互动教学; 融会贯通

“高分子物理”课程内容庞杂, 初学者颇有晦涩难懂、顾此失彼之感, 为收到良好的教学效果, 人们一直在寻求一条主线^[1,2]。近两年来, 作者在讲授这门课程时, 一直在思考如何在减少该课程记忆量的同时, 又能使其内容经过理解而长期驻留于学生的记忆当中。受《论语》的启发, 觉得孔夫子的互动教学法大可借鉴。于是, 试图采用问答-互动方式进行“高分子物理”课程的教学。该方式仍在实践和改善过程中, 不揣简陋, 陈述于此。

常见的中英文版本“高分子物理”或“高聚物的结构与性能”教科书^[3~5], 大都采用叙述的方式详尽地描述高聚物的结构和性质间的关系。这种方式对于了解细节甚为方便, 只是启发性略嫌不足。于是, 授课教师应设法提供给学生更多的思考空间, 以实现“教是为了不教”。

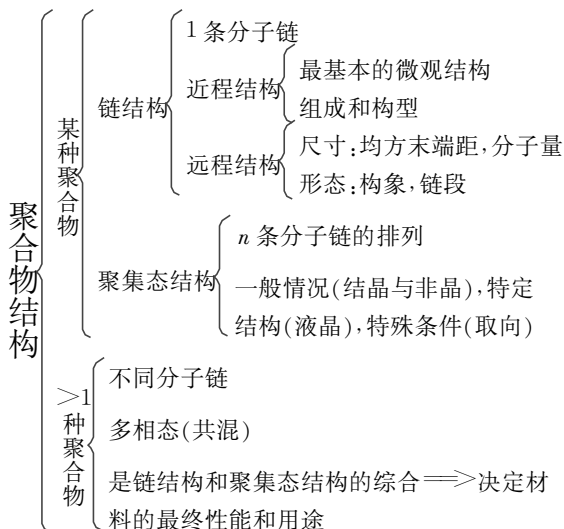
要获得良好的教学效果, 首先应设身处地为学生着想, 从他们的角度谋求掌握相关知识的切入点。我们正处于 e 时代, 信息来源广, 如何唤起学生对课程内容的兴趣并投入时间和注意力, 值得授课者思量, 而本人以为仅有丰富的内容是不够的。

一般, “高分子物理”课程的授课对象是高年级学生。可以这样说, 他们已将小分子化合物结构与性能之间的简明关系牢记于心, 容易带着这种思维惯性来认识聚合物的结构与性能之间的关系, 而聚合物的结构则要复杂得多。如果对此没有足够的重视, 那么, 不仅不能很好地运用以往学过的知识, 还会妨碍“高分子物理”课程的学习。

因此, 本课程一开始要解决的问题必然是: “高分子与小分子在结构上的主要差别是什么?” 这时, 学生的脑袋中也许会出现水分子、乙烯、丙酮或者葡萄糖的结构。授课者再给出长链、不均一性以及有序与无序并存等高分子的结构“形象”, 相信学生从此会对聚合物刮目相看的。

接着的问题便是“聚合物的结构究竟是什么样的?”, 不妨以“结构树”示意如下:

作者简介: 萧聪明 (1963—), 男, 博士, 副教授, 主要从事生物高分子材料的研究;
E-mail: xcm6305@yahoo.com.cn



给出整体的脉络,再细分问题并加以详解。例如,在回答“近程结构包括哪些内容”后,便可在学生的积极参与下,或讨论或解说什么是高分子链的化学组成、结构单元之间如何链接成为高分子链、高分子链的构型与小分子有何异同以及高分子链具有什么样的形状等一系列问题,了解并掌握聚合物的最基本结构层次。同理,由“远程结构包括哪些内容?”引出高分子链的构象是怎么产生的及其受到什么因素的影响、什么是高分子的柔顺性、如何定性判断给定聚合物的柔顺性、高分子链的柔顺性能否定量化等一系列问题,由此阐明主链结构、侧基、相互作用和交联等因素对高分子链柔顺性的影响情况,并说明均方末端距和链段的计算方法及其内涵,从而进一步加深对有关概念的认识。

弄清了单条高分子链的结构之后,自然要问“本体聚合物中分子链是如何聚集在一起的?”非晶态、晶态、取向态和液晶态的概念就可以顺理成章地提出来。接着,用 Flory 和 Yeh 等的观点回答“非晶态高聚物中分子链如何共处?”不过,局部有序和完全无序这两种说法相去甚远,又都用来描述非晶态,令人莫衷一是。对此,把“分子链如何排列才能使高分子结晶?”的答案与之对比说明,将有助于消除来自小分子化合物结构非完全无序即三维有序两极观带来的疑虑。至此,高分子长链的结晶需要进行一定程度的规整排列便不难理解了。再对“高分子链结构与结晶能力的关系是什么?”、“聚合物结晶的外界条件是什么”以及“聚合物结晶与小分子化合物结晶的主要区别是什么”等问题进行详略得当的讨论,非晶态和晶态这两种典型的高聚物聚集态结构也就基本了然于心了。在此基础上,进一步探究“若对非晶和结晶高聚物施加适当的外力,其聚集态结构是否会产生变化、如何变化?”和“具备怎样结构的高聚物才能兼具液体流动性和晶体有序性?”,以理解取向态和液晶态这两个特殊情况下的聚集态结构。

实际使用中的高分子材料,大多是不同聚合物或聚合物与助剂之间的混合物,其结构是各组分简单加和,还是另有道理?以“小分子化合物易于达到分子水平的混合”为参照坐标,来思考“聚合物共混时达到完全相容还是部分相容?”、“部分相容的聚合物共混物,其结构与单一聚合物的结构存在怎样的联系与区别?”以及“如何判断、改善聚合物之间的相容性?”这些问题,不失为理解共混物结构的有效途径。

如此这般地,我们用一些互相关连又可单独加以考量的问题,将高聚物不同层次的结构串起来,或详加讲授或引导学生进行讨论,均可达到良好的教学效果。

沿着这个思路,作者拟出如下的几个问题来讲授“聚合物的力学状态及其转变”这部分内容:

- (1)同一固体聚合物在不同温(速)度、恒定外力作用下,微观、宏观行为如何变化?
- (2)高聚物的分子运动是否有别于小分子物质?
- (3)什么是高聚物的力学状态?
- (4)不同力学状态间的转变与哪些因素有关?
- (5)聚合物的粘性流动有哪些特点?
- (6)如何衡量高分子熔体的流动性?
- (7)不同力学状态的高聚物具有怎样的力学性质?为什么具有这样的性质?
- (8)常用的力学性能参数有哪些、如何求取?
- (9)玻璃态高聚物承受不同大小的应力时,将有怎样的力学行为?
- (10)强迫高弹性应作如何观?
- (11)结晶度对玻璃态高聚物力学行为有何影响?
- (12)高聚物的强度与其理论值有无差距?若有,如何提高聚合物的强度?
- (13)处于高弹态的聚合物,其力学性质又是怎样的呢?
- (14)是不是所有高聚物都具有高弹性?
- (15)高聚物为何能表现出独特的高弹性,其本质是什么样?
- (16)高弹形变时的应力、模量如何求取?
- (17)会不会出现外力去除后,高弹形变不即时回复的现象?
- (18)低温下的力学松弛现象如何观测?

在回答上述问题时,可结合理论推导和实验现象予以充分、深入的阐述。譬如,由热力学第一、第二定律推导出橡胶热力学方程,该方程为 $f-T$ 呈线性的实验结果所证实, $f-T$ 直线外推时又通过原点,从而清楚地解释了高聚物高弹性的本质是熵弹性。每一个问题的答案又引出下一个问题(当然,经过改进,问题可以设计得更恰当些),环环相扣,将具体细节巧妙地贯穿成相互联系的串。而在解决了若干个关系较为密切的问题之后,再予以小结并指出其连贯性。

推而广之,聚合物的光、电、热以及溶液性质,均可以如此表达。需要说明的是:问答的详略程度,可根据授课对象和学时数而定。

这样操作,可以促使双方积极投入,调动学生主观能动地反刍课堂上给出的线索,理解、消化教材和参考书上的内容。理解之后就可自我补充并永久地沉积于心,给后续课程的学习乃至今后的工作打下良好的基础。

参考文献:

- [1] 何平笙. 高分子通报, 1997, (2): 122.
- [2] 何平笙, 朱平平, 杨海洋. 高分子通报, 2001, (5): 74.
- [3] 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理. 上海: 复旦大学出版社, 1990.
- [4] Hans-Goerg Elias, *Macromolecules Structure and Properties*. New York: Plenum Press, 1977.
- [5] 马德柱, 何平笙, 徐种德, 等. 高聚物的结构和性能(第二版). 北京: 科学出版社, 1999.

(下转 88 页)

参考文献:

- [1] 黎学东,陈鸣才,黄玉慧. 高分子通报, 1998, (3): 26.
- [2] 黎学东,陈鸣才,黄玉慧. 高分子材料科学与工程, 1999, 15(6): 120.
- [3] 李强,林薇薇,宋春芳. 材料科学与工程, 2002, 20(1): .
- [4] Ruckenstein E, Yuan Y M. Polymer, 1997, 38: 3855.
- [5] Wirz C L, Sundberg D C. Polymer, 1992, 33(18): 3797.
- [6] Chen Y C, Dimonie V L, El-Aasser M S. J Appl Polym Sci, 1991, (42): 1049.
- [7] Chen Y C, Dimonie V L, El-Aasser M S. Macromolecules, 1991, (24): 3779.
- [8] Chen Y C, Dimonie V L, Shaffer O L, El-Aasser M S. Polymer International, 1993, (30): 185.
- [9] Chen Y C, Dimonie V L, El-Aasser M S. J Appl Polym Sci, 1992, (45): 487.
- [10] 孙培勤,赵科,刘大壮. 粘接, 2001, 22(4): .
- [11] 张开. 高分子界面科学, 中国石化出版社, 1997.
- [12] Gonzalez Ortiz L J, Asua J M. Macromolecules, 1995, (28): 3135.
- [13] 李小琴,陈沛智,秦昌华. 高分子材料科学与工程, 1999, 115, (1): 129.

Synthesis and Morphology Characterization of PMMA/PAN-PMMA Nano Composite Particles

SONG Song, CHEN Wen-ping, ZHU Mei-fang^{*}, CHEN Yan-mo, ZHANG Yu

(State Key Lab of Polymer Materials & Chemical Fibers, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: Study on the effect of different initiators on the structure of PMMA/P (AN-MMA) nano composite particles. Three types of initiators, potassium persulfate (KPS), azobisisobutyronitrile (AIBN) and tert-butyl hydroperoxide ($C_4H_{10}O_2$)/ $FeSO_4$ were used in the second-stage polymerization, the results showed that the morphology structure of PMMA/P (AN-MMA) nano composite particles by seeded emulsion polymerization, at the thermodynamics equilibrium condition, was hemisphere structure in line with the thermodynamics analysis.

Key words: Nano latex; Nano composite particles; Seeded emulsion polymerization; Morphology structure

(上接 108 页)

A Novel Interactive Way to Lecture and Learn the Course of “Polymer Physics”

XIAO Cong-ming

(College of Material Science & Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: A novel and effective way to lecture and learn the course of “polymer physics” is presented. Interactive questions and answers are designed interdependently. Thus, the course is organized as a network and the details can be easily associated with set questions. With the interactive way, students can understand thoroughly and do not need to memorize mechanically.

Key words: Polymer physics; Interactive lecturing and learning way; Understand thoroughly