

教 学

提高高分子化学实验效果的尝试

张晓云

(中国石油大学 化学 化工学院, 东营 257061)

摘要:以丙烯酰胺的水溶液聚合为例, 探讨如何提高高分子化学实验的作用: 一是将验证性实验扩展为研究性实验, 即将同一实验内容改变实验条件分给不同组进行, 而后汇总讨论; 二是引导学生认真观察实验现象, 广泛地与生产实际相联系, 和后续课程进行衔接, 丰富了实验内涵。研究性实验和丰富实验内涵极大地激发了学生学习兴趣与潜能, 从而提高了实验效果。

关键词: 高分子化学实验; 研究性实验; 丰富内涵

高分子化学是高分子科学的基础, 与之配套的高分子化学实验相应是高分子科学的实践基础。高分子化学实验不仅验证高分子化学有关的聚合理论, 合理引导与启发, 更能为学生学习后继高分子课程奠定必要的认识基础。但是, 学生完成大量的基础化学实验后, 通常的高分子合成实验对他们而言, 新的操作和技能较少, 并且由于聚合反应耗时较长, 如自由基溶液聚合搭好装置, 投料后通常反应 $3\text{h}^{[1,2]}$ 以上, 学生在等待的过程中觉得没意思, 如何提高高分子化学实验的兴趣从而提高实验的效果引人深思。萧聪明^[3]提出的高分子科学基础实验的互串互动教学的设想很有特点, 但仍受到课程设置的限制, 短时间内实现有一定难度。在此以无有机溶剂的低污染性低消耗的丙烯酰胺水溶液聚合^[4]为例浅谈作者的尝试, 以期收到抛砖引玉的作用。

1 研究性实验替代基础验证性实验

通常实验都是学生按照实验讲义预习, 讲义中十分详细写着有关的实验配方和操作工艺, 然后学生只要依照讲义“照方抓药”, 同样配方的实验, 观察同样的实验现象、得到同样的实验结果。一部分学生糊里糊涂只动手不动脑地完成实验。实验的现象和结果没有给他们留下太深的印象, 对学生观察能力、分析问题和解决问题的能力以及创新意识的培养都很不够, 甚至实验的基本目的也难以在学生头脑中留下深刻印象。

高分子化学的基础实验对初入门的学生仍旧是全新的, 让学生把基础实验做成研究性实验, 即同时做实验的同学分别完成不同配方的实验, 然后对实验结果进行比较分析。一方面由于实验条件的变化会产生不同的结果, 引发了学生的好奇心, 他们在实验过程中开始应用已学理论知识对实验现象分析, 对实验结果预测, 可以帮助学生更深入的理解理论知识, 另一方面几个学生进行不同实验条件的探索、对比和总结可以提高他们的协作精神, 培养学生分析问题的能力和科学研究的探索精神。

丙烯酰胺的水溶液聚合实验的具体做法为: 几个学生自由组合组成一组, 一个学生按照课本内容进行实验, 其它学生可在教材的基础上改变本实验中单体的浓度、引发剂的用量、反应温度、反应时间等条件之一, 其它条件严格不变, 保证结果的可比性。溶液聚合结束, 同等质量的沉淀剂分两次加入, 每次沉淀的聚合物分开烘干称重。当学生发现由于引发剂用量增加使得加入一半沉淀剂没有得到沉淀物或者

基金项目: 石油大学实验教学技术改革类项目(编号 SY-A200610);

作者简介: 张晓云(1971 年出生), 女, 副教授, 从事高分子学科的教学和功能高分子的开发。

由于单体浓度增加导致一半沉淀剂就使聚合物沉淀几乎完全的实验现象时,他们吃惊地感到了实验条件对实验结果的显著影响,加强了学生以后做事的认真意识。每个学生对几个学生的实验现象和结果进行总结比较分析,实验报告几乎成了一篇科研论文,加深了学生对高分子聚合理论的认识。

2 合理引导,广泛联想,为后续课程奠定基础

高分子学科的后续课程的许多理论由于条件不具备或者由于实验时间太长,没有相应的实验配套,学生只能从书本中学到理论知识,没有感性认识,记忆不深刻。如果在高分子化学实验中合理引导,学生对后续课程可得到广泛的感性认识,将有助于他们对后续课程理论的理解,同时亲自体验的知识,记忆会更长久。

高分子流体的粘弹性是聚合物加工中首要考虑的问题,“爬杆现象”是高分子流体的粘弹行为的特征表现之一,在溶液聚合中非常明显。但是如果投料完毕静等 3 h,学生可能觉得乏味,注意力不集中,不仔细观察现象,可能对此现象视而不见。在本实验中,教师特别强调这一点。实验一开始就让学生注意搅拌有什么变化。当学生看到搅拌中心由漩涡状逐渐出现明显的“爬杆现象”,并且随着温度的升高反应的进行,爬杆现象部分回落,许多问题出来了:为什么会出现“爬杆现象”?为什么不同条件下“爬杆现象”出现早晚和程度不同?用什么仪器观察“爬杆现象”的微观本质?等等。当然要解释清楚这么多问题,牵涉到很广的高分子知识:高分子链的柔性、聚合物的取向、高分子链运动的粘弹性等等。通过老师的引导和与学生的讨论,学生加深了“爬杆现象”的印象,并对其本质初步了解,不仅会对后续课程的学习起到帮助作用,同时为了彻底弄明白“爬杆现象”的理论本质学生期盼学习后续课程,激发了对后续课程的学习兴趣。有部分学生甚至提前翻阅相关书籍。譬如学生在实验报告中画出下图(见图 1)并解释为^[4]:“爬杆”现象又称为 Weissenberg 效应,是因为高分子液体在旋转流动时,具有弹性的大分子链会沿着外周方向取向和出现拉伸变形,从而产生一种朝向轴心的压力,迫使液体沿棒爬升。测量容器中 A、B 两点的压力,对牛顿流体有 $p_A < p_B$,对高分子液体 $p_A > p_B$ 。

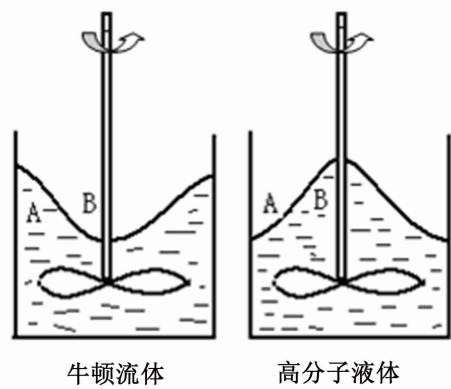


图 1 高分子液体的“爬杆”效应
Figure 1 Weissenberg effect of polymer liquid

加沉淀剂沉淀聚合物在工业中广泛应用,如顺丁橡胶的工业生产,聚丙烯腈的湿法纺丝过程等。加入甲醇让丙烯酰胺从水溶液中沉淀析出,有助于学生对上述过程的理解。为什么本实验中分两次加甲醇呢?

由于现代先进仪器的出现,测定聚合物分子量分布基本上不用分级方法,并且由于分级实验耗时较长,很多实验教材也取消了分级实验。但分级实验是制备大量窄分布级分的有效方法^[5]。在本实验中,教师有意地采取分次加入沉淀剂,向学生引入分级的概念,如果学生以后用得到,可以再去查阅相关书籍,严格实验操作;同时,不用测分子量,学生粗略地了解到自己的实验条件下得到聚合物分子量的分布趋势,如加大引发剂的用量,一半沉淀剂没有聚合物沉积,学生更深入地了解引发剂用量对聚合物分子量

的影响。

在没有增加实验时间的前提下, 学生不仅掌握了溶液聚合的方法, 更深入地理解了聚合条件对聚合物分子量及分子量分布的影响, 并且初步接触到粘弹性、分级等概念, 了解了某些聚合物的工业生方法。

当然, 在学时紧张的情况下, 可采取多种方法增加学生在高分子化学实验中的收获。如同时开两个实验, 即学生同时预习两个实验, 相邻的两个学生同时做不同的实验, 互相观察实验现象, 互相讨论, 共享实验结果, 每个学生完成两份实验报告, 比如可同时开悬浮聚合与反相悬浮聚合实验, 在同样的时间内, 学生的收获成倍增加。

总之, 教师深入研究高分子化学实验, 广泛联想, 积极引导, 不断丰富实验的内涵, 会极大地激发学生的学习兴趣与学习潜能, 就会收到事半功倍的学习效果。

参考文献:

- [1] 何卫东. 高分子化学实验. 合肥: 中国科技大学出版社, 2003; 65 ~ 68.
- [2] 梁晖, 卢江. 高分子化学实验. 北京: 化学工业出版社, 2004; 42 ~ 43.
- [3] 萧聪明. 高分子通报, 2006 (1): 70 ~ 72
- [4] 吴其晔, 巫静安. 高分子材料流变学. 北京: 高等教育出版社, 2002; 7.
- [5] 何平笙. 高分子物理实验. 合肥: 中国科技大学出版社, 2002; 106 ~ 110

Try to Enhance the Effect of Experiment Course of Polymer Chemistry

ZHANG Xiao-yun

(College of Chemistry and Chemical Engineering, China University of Petroleum, Dongying 257061, China)

Abstract: How to enhance the effect of experiment course of polymer chemistry is discussed with the example of polymerization of acrylamide solution in water. Researching experiment, Which means every student finishes the same experiment with the different conditions and collects the results and discussed them, is developed to substitute validating experiment. Experiment phenomena are connected with industry producing process and following course so that the experiment content is enriched. Good result is achieved through developing researching experiment and enriching the experiment content, which can stir up the students' enthusiasm and tap their potentialities.

Key words: Experiment of polymer chemistry; Researching experiment; Enriching content