



在 高 分 子 化 学 教 学 中 培 养 学 生 的 创 新 思 维

侯桂香, 桑晓明

(河北联合大学材料科学与工程学院, 唐山 063009)

摘要:根据素质教育与创新能力培养的目标要求,围绕提高学生的学习兴趣和培养学生分析问题、解决问题的能力,激发创造性思维,结合《高分子化学》课程的特点,在教学内容和教学方式上进行了设计。从理论与实际相结合、利用教学模型培养研究性思维、形象化教学、注重分析问题和归纳推理、注重实践教学等方面来探索培养学生创新思维的有效教学方法,并结合笔者自身的教学体会,分析和阐明了这些教学方法在培养学生创新思维中所起的作用。

关键词: 高分子化学; 课堂教学; 创新思维; 教学方法; 学习兴趣

开展创造性思维教学,激发学生创造性思维,培养学生创造力,已成为教育发展的必然趋势。在具体教学过程中培养学生的创造性思维,应当针对不同教学内容,采取相应的教学方法。《高分子化学》是研究高分子化合物的合成、化学反应、物理化学、物理、应用等方面的一门新兴的综合性学科^[1]。是高分子材料科学和化工相关专业的专业基础课程之一。作为20世纪的新兴学科,新方法和新技术不断涌现,许多理论尚不成熟。因此,许多学生反映这门课程内容多、概念多、理论新、难度大,这在一定程度上影响了学生的学习兴趣。《高分子化学》课程安排在大学三年级第一学期,在此阶段的学生对于该专业的认识还比较局限。《高分子化学》作为一门专业基础和专业入门的课程,对于学生了解高分子专业领域内容,激发学习兴趣与热情,树立专业信心,起到至关重要的作用;对于学生分析问题、解决问题以及创新思维、创新能力的培养起着启发性的关键作用。中国的先哲有云:“授人以鱼,供一饭以需;教人以渔,则终身受用不尽”;德国的教育家斯普朗格言:“教育的最终目的不是传授已有的东西,而是要把人的创造力量诱导出来,将生命感、价值感唤醒”。然而,要将学生的创新意识引导出来,开发学生的创新能力,将素质教学落到实处却十分不易。本文主要介绍作者进行高分子化学课程教学中的一点做法及思考,请同行指导。

1 理论与应用相结合,培养创新思维

在教学过程中发现学生学而不深,学而不透,死学现象严重。如我们对已经学完高分子化学课程的学生提出苯乙烯本体连续热聚合法工艺中的2个问题:

(1)为什么在反应釜中要控制苯乙烯转化率为20%而不让转化率提高一些,以增加设备的利用率?

(2)反应釜中80%左右的单体实际上什么聚合都未参与,仅仅在釜中转了一圈就进入后续聚合工艺,会不会影响最终产品的质量?

对这两个问题的回答,都令人不满意。而针对以上问题改用另一种提问方式:

(1)什么叫自动加速效应?它是如何产生的?

(2)自由基链式聚合与逐步加成聚合在聚合物形成方面各有什么特点?

第二种方式的提问是高分子化学的常规问题,学生们早已熟背在心,回答不会有困难了。传统本科教学方法尚存在着理论脱离实际,以至于不能很好地为实际应用服务。反过来这一不足也让学生在学完

收稿:2012-04-17; 修回:2012-05-09;

基金项目:河北联合大学教育教学改革项目(基金编号:Q1164-04);

作者简介:侯桂香(1981—),女,讲师,主要从事聚合物改性方面研究。E-mail: hougx0301@126.com.

以后有空中楼阁的感觉,不深、不透。因而在教学过程中,要注重学生解决实际工程问题的能力,多采用第一种提问的方式,而不是第二种提问的方式,不是死学,而是活学活用。

这就要求我们在专业课教学设计中,注重贯穿科学素质教育的理念。具体教授专业化知识的同时,注意教给学生解决实际问题的策略知识。学生学习过程中,往往会对经过复杂推导过程所得到的一些诸如自由基聚合速率、聚合度、缩聚反应聚合度的计算公式比较头疼,学习兴趣低迷。原因就在于,学生不知道为何要得到这样一个复杂的公式,它到底有什么用。这时,我们应在每个理论知识点讲解后,将理论与实际相结合,让学生明白所学知识的作用,以便让学生体会到学以致用成就感,激发学习兴趣。如在学习自由基聚合一章中,有关聚合度计算的公式:

$$\frac{1}{\bar{X}_n} = \frac{1}{(\bar{X}_n)_0} + C_M + C_I \frac{[I]}{[M]} + C_S \frac{[S]}{[M]}$$

式中 $(\bar{X}_n)_0 = \frac{\nu}{\frac{C}{2} + D}$, ν 为动力学链长, C 和 D 分别为偶合终止和歧化终止的分率。经过多步复杂推导

得到上述公式。如果课程到此结束,那么由于学生不知此公式如何运用,对于知识的理解、掌握将会很肤浅。此时我们可举实例,如聚氯乙烯的工业生产中如何来控制其不同的产品牌号? 引导学生去思考分子量也就是聚合度受哪些因素的影响,利用所学关系式,及手册中查得各项数据,总结得出在各项影响 PVC 聚合度的因素中,向单体的链转移常数 C_M 是最大的,远远地超过其它项对聚合度的贡献,因而得到聚氯乙烯的平均聚合度主要取决于向氯乙烯转移的速率常数。即 $\frac{1}{\bar{X}_n} \approx C_M$, 而 $C_M = \frac{k_{tr,m}}{k_p}$, 根据 k 与温度 T 遵循 Arrhenius 方程,得到结果是,控制 PVC 不同牌号的措施即为温度。学生把所学的知识与材料应用结合起来,从而使学生明确学习的目的,激发学习兴趣,这样学生的思维、记忆、注意力等各种心理因素就能充分调动起来,主动接受外界的引导,形成一种最佳的学习状态,唤起积极思维,激发求知欲望。启迪包括创造性思维在内的智力潜能,并使之处于最活跃状态,有利于提高学习的质量和效果。

2 复杂问题简单化,培养学生利用科学假设建立模型的科研思维方法

在整个高分子化学理论中曾经多次用到等活性理论,如在自由基微观动力学方程推导过程中,引入等活性假定:链自由基的活性与链长无关,即各步速率常数相等。使得难以处理的复杂自由基聚合速率关系式:

$$R_{\text{总}} = -\frac{d[M]}{dt} = R_P = \sum_{i=1}^{\infty} k_{p_i} [RM_i \cdot] [M]$$

应用等活性假定: ($k_{p_1} = k_{p_2} = k_{p_3} = \dots = k_{p_n} = k_p$), 上式变为:

$$R_P = -\frac{d[M]}{dt} = [M] \sum_{i=1}^{\infty} k_{p_i} [RM_i \cdot] = k_p [M \cdot] [M]$$

$$\text{其中 } [M \cdot] = \sum_{i=1}^{\infty} [RM_i \cdot].$$

通过应用这种假设使原来复杂的或难于处理的问题能应用较简单的方法处理^[2]。然后再说明这种假设的理想聚合体系与实际聚合体系的差异,即说明要运用所得方程应满足什么条件。并引导学生了解在科学实践中,常应用这种假设方法建立理想模型,得出某种基本关系式;再根据实际体系(或情况)不断进行修正,从而更加符合客观实际的科研方法和思路。

3 形象化教学,充分发挥学生想象力,激发创新思维

在教学过程中,应将所讲授的复杂难解、抽象的概念、理论,利用一些大家耳熟能详的例子,或者简单形象化的比喻来引起学生的兴趣,调动学生的学习积极性,从而在教学过程中启发学生的思维,达到较好的教学效果。例如,在讲到活性阴离子的应用,制备的遥爪聚合物时,就将两臂伸直,把手臂当做高分子

链,两个手掌就是高分子链末端的两个反应性官能团,两个手掌遥遥相对,就像遥爪聚合物;用一排人竖直站立比作成一个一个单体,他们展开双臂,手拉手在一起比作成双键打开形成的高聚物;区分缩聚反应与加聚聚合产物时用接短绳和砌砖墙比喻,缩聚(结绳)会有多余的接头(小分子生成),而加聚(砌墙)没有小分子生成。

再如,在讲解与自动加速现象相关的凝胶效应时,将双基终止比喻成美丽的传说:牛郎织女相会。牛郎与织女分别代表两个大分子链自由基,要相会在一起就会双基终止形成一条完整的大分子,无奈体系的粘度过大,也就是有阻力,将其比喻为阻隔二人相会的银河,所以笔者在讲解自动加速效应的时候,学生学习热情非常高,而且对知识的理解及掌握程度也非常好。

同时,在教学中还应充分利用现代化的教学手段^[3],对反应过程进行直观的描述,丰富教学内容,增加学习的趣味性和感性认识。

由此,通过形象、具体化的例子“活化”聚合的反应特点以及抽象过程,非常有利于学生接纳吸收。激发了学生学习热情,提高了学习质量,培养了学生对事物进行分析、综合和判断时独辟蹊径的思维能力。这是创新思维发展的基本前提,即创新型人才应具备的思维方式及思维品质:前瞻性、独创性、灵活性。爱因斯坦认为:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象概括着一切,推动着进步,并且是知识进化的源泉”。如果说知识是创新的土壤,那么想象就是创新的翅膀。

4 培养分析问题的能力,启迪创造性思维

教育家卢梭说过:“问题不在于教他各种学问,而在于培养他有爱好学习的兴趣,而在这种兴趣充分增长起来的时候,教他以研究学问的方法。”目前常有这样一种现象,对一个复杂的问题,学生往往不知如何入手,一经教师讲解,个个又觉得简单容易,其原因是学生分析问题、解决问题的能力比较薄弱^[4]。笔者认为,在教学中应该灵活运用各种手段把教学过程变成一连串地提出问题、分析问题、解决问题的过程。学生在解答时需要选择头脑中储存的多种信息,并进行比较,找到解题的途径和方法。使高分子化学的基本知识、基本概念和思维能力发生有机联系。这样不仅有利于知识的沟通,而且有利于培养学生分析、解决问题的能力。使学生思维扩展,举一反三、触类旁通,在能力方面可以培养学生思维的灵敏性和创造性。

教师还应突破传统的“教师讲,学生听”的模式^[5]。注重学生在课堂教学中的主体地位,采用启发、引导教学法。组织展开课堂讨论。例如,在讲解烯类单体对聚合机理的选择性时,把选择原则,即单体取代基的电子效应(共轭效应和诱导效应)的影响讲解后,列举大量常用单体,如甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈、苯乙烯等让同学们自己分析应选择何种聚合方式,对所学知识进行巩固和应用。然后提出问题:单体丙烯应选择何种聚合机理?诱导学生思考丙烯取代基为甲基,属于弱供电子基,所以阴离子聚合首先排除,继续引导学生思考因一个甲基供电子效应较弱,且形成碳阳离子稳定性较弱,故阳离子聚合也不能形成聚合物,那么丙烯能用自由基聚合的方式形成高分子么,此时大部分学生的回答是肯定的,因为他们认为既然有聚丙烯产物存在,而离子聚合又不可行,那肯定是自由基聚合。这时告诉学生自由基聚合也不能制备聚丙烯,学生就会眉头紧锁,想要尽快得到答案,求知欲通过一个小问题的讨论得以充分调动,然后可以讲解丙烯聚合过程会形成烯丙基,会产生自阻聚,学生会有一种恍然大悟的感觉。而后学生又会产生新的疑问:那我们日常的聚丙烯制品又是怎么制备的呢?这里可以卖一个关子,为配位聚合理下千里伏线。这样,利用课堂上一些问题的讨论,激发学生的主体意识和探索问题的积极性。促进其主动分析特征、探究原因、寻找规律。笔者认为,在课堂上教师应该“随心所欲”,这里的“心”指的是学生的心,教师应该跟随学生的思维,明确学生的要求。调动学生自我思考、自我分析、解决问题的积极性。让学生成为教学参与者,造就学生发展个性的机会,激发青年学生的相互学习的热情与创造力。

5 注重总结归纳,发展创造性思维

归纳总结是一种基本能力,就是能否在所做过的事情、所学过的知识中提炼、总结规律性的东西。对

于工作者来说,通过总结归纳,找出工作中的优势和不足,总结经验教训,为下一步工作做好准备。对于学习者来说,通过总结加强记忆、加深理解,有利于把知识转化为能力,为学习打下长久基础。小至每个知识点、每堂课,大至每节、每章、每个知识体系,都应有“画龙点睛”的总结与归纳。通过对所学知识进行归纳梳理、突出重点、突破难点,准确地抓住每一个知识点的外在实质和内在的完整性,从而有助于学生掌握知识的重点和知识的系统性;在深化理解的同时,使所学知识具有更大的迁移价值,为后续学习奠定基础。

在“连锁聚合反应”教学单元小结时,总结对比阴离子、阳离子、自由基三种聚合机理的单体、引发剂、基元反应特点、聚合速率、聚合度、聚合方法、终止方式等的不同,不仅可引导学生对所学内容进行总结、归纳,还可帮助学生各类事物的特征、异同点进行分辨、记忆。在归纳、分析的同时应引导学生思考,为什么会有这样的异同?并提出一个有启发性的思考题,造成悬念,拓展学生的思维,把学生引入“别有洞天”的洞门口,激发学生进一步学习的兴趣。学生在好奇心的诱导下主动学习,悬念成为新旧知识的连结点和桥梁。这样不仅为学生的进一步学习提供导向,而且还能有效地激发学生的学习兴趣 and 求知欲望,从而变被动地接受为主动地索取。

如在归纳了自由基聚合机理特点:慢引发、快增长、速终止、有转移;阳离子聚合机理特点:快引发、快增长、难终止、易转移;阴离子聚合机理特点:快引发、慢增长、无转移、无终止。提出自由基和阳离子为什么不能活性聚合,如何才能实现活性聚合。这样便可使学生在分析归纳的基础上,从三种不同的机理特点入手,去找到分析问题、解决问题的切入点,那么上述问题也就变成了,应采取何种措施能够使阳离子和自由基聚合的机理特点做到无转移、无终止。接下来再通过教师的讲解实现活性“可控”聚合的手段及措施,学生便非常容易理解与掌握,且在此过程中锻炼了总结、归纳、分析、解决问题的能力。

因此,在教学过程中培养学生归纳知识规律及特征的习惯,使每位学生最终能较为独立地去完成对具体知识模式的认知和建构。使学生既能系统地掌握知识,又帮助学生发展生动的思维过程,提高了学生的思维品质与“再创造”的能力。

6 注重实验、实习教学环节

6.1 整合实验资源,进行系统化实验

将高化、高物及专业实验进行有机整合,使学生能接受系统化的原料准备、合成、后处理、成型加工、性能检测及应用的完整实验过程。让学生从实验前的准备工作开始参与,强化实验过程的设计性、应用性,增加实验的趣味性和创造性。将同一个实验,分成若干组,每组尝试不同的原料配比,不同的加热温度,不同的反应时间,做一系列对照实验,最后对结果进行比较,可以让学生很明显地看到,条件不同所造成的结果不同,引发学生的好奇心,提高学生分析问题、解决问题的能力。

例如,在利用马来酸酐和乙二醇制备不饱和聚酯实验过程中,分别利用苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯和邻苯二甲酸二烯丙酯作为交联剂。与不饱和聚酯中的双键在适当的条件下,发生自由基共聚合反应,使聚酯链发生交联。然后将学生制得的不饱和聚酯进行力学性能和热性能检测。由于交联时所用烯类单体不同,所得交联产物的力学性能和热性能不同。在锻炼合成技能的基础上,学会分析结构与性能之间的关系。另将实验中制备的不饱和聚酯活性溶液,浸渍玻璃纤维,固化成玻璃纤维增强塑料制品,俗称玻璃钢。它不仅具有良好的抗高温软化和抗形变性,而且电性能、抗腐蚀性、耐强酸性及耐候性都很好。主要用来制造小型船舶、浴缸、化学品贮罐、汽车驾驶室等。这样一来就可以实现系统化实验教学,让学生明确合成过程影响因素、聚合物结构与性能之间的关系以及性能与用途之间的关系等,形成基本的研究思路。在训练基本的实验操作技能的基础上;在实验的总体设计、实验方向的选择、实验方案的确定、综合性分析、新知识的探求、发现问题、解决问题的能力等方面也得到一定程度的训练。

6.2 运用计算机模拟高分子化学实验

采用计算机模拟实验,即克服了由于实验条件的限制,许多在常规实验室中无法做到的实验,如活性阴离子聚合,同时对于很多微观难以理解的现象有更为直观的理解。例如:选择了以实验课件形式来实

现 SBS 阴离子聚合的实验教学。具有界面友好、模拟形象、注重创新性培养、易实现远程操作等特点,在学生实践教学发挥了重要作用。

6.3 重视实习过程

为了更好地掌握高分子化学的合成原理,还需要学生通过下工厂进行实地参观学习,了解生产中的工艺实施方法和生产装置,如聚氯乙烯的生产工艺、粘胶纤维的生产过程、橡胶硫化等。使学生对生产的工艺实施方法和工艺设备有所了解,将书本所学理论知识和生产实践相结合。拓宽学生视野,提升学生专业素质。

实践是创新的基础,是能力提高的源泉。强调理论教学与实践教学并重,实现在学生工程素质与能力培养上的突破。让学生通过参与导师科研活动、大学生科技创新活动、实验项目开发和自主实验等多种方式,为他们能够更好地适应社会、为以后的继续深造和工作奠定坚实的基础。

结束语

高分子化学作为高分子材料科学和化工相关专业的先修课程和基础,在专业培养中处于核心地位。笔者通过在教学中注意激发学生的创造性思维,努力增强学生的创新意识、创新精神和创新能力,取得了一定的效果,学生分析和解决实际问题的能力得到了提高。当然,学生创新能力和意识的培养决不是通过一门课、一个教学环节就能彻底解决的。笔者将在今后的教学实践中将继续探索更好的教学方式,不断推进高分子化学及高分子专业的教学改革,提高教学质量,为培育出能够为国民经济发展作贡献的合格人才不懈努力。

参考文献:

- [1] 潘祖仁. 高分子化学(第四版). 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [2] 聂康明. 化工高等教育, 2002, 74(4): 73~75.
- [3] 李丽. 高分子通报, 2006(2): 64~69.
- [4] 冉蓉, 丁泽扬, 潘固平, 王跃川. 皮革科学与工程, 2004, 14(1): 52~54.
- [5] 王国建. 高分子通报, 2007(1): 62~65.

Training of Creative Thinking for Undergraduates in Teaching of Polymer Chemistry

HOU Gui-xiang, SANG Xiao-ming

(College of Materials Science and Engineering, Hebei United University, Tangshan 063009, China)

Abstract: According to the objectives and requirements of quality education and innovative ability, combined with the features of Polymer Chemistry course, the teaching contents and methods was designed in order to improve students' interest in learning, train the ability of parsing problem and problem-solving, stimulate the student's creative thinking. The teaching approach on culturing students' creative thought was explored from the aspects of combining the theory with actual, using teaching model to cultivate research thinking, visualization teaching in classe, paying attation to analyse problems and inducing, and paying attention to practical teaching etc.. Based on our practices and experiences, it is considered that these teaching methods can greatly improve the student's ability to innovation.

Key words: Polymer chemistry; Classroom teaching; Creative thinking; Teaching method; Learning interest