

《高分子化学》教学大纲

课程性质：学科基础课

课程代码：050006

学时：56（讲课学时：56 实验学时：0 课内实践学时：0）

学分：3.5

适用专业：高分子材料与工程

一、课程教学基本要求

高分子化学是高分子类专业学科基础课。以有机化学和物理化学等为基础，又为后继课程：聚合反应工程、聚合物合成工艺学等打下理论基础。

高分子化学是研究聚合物的合成原理及其化学反应的一门科学。它的任务是通过课堂教学，使学生掌握高分子的基本概念，合成高分子化合物的基本原理及控制聚合反应速度和分子量的方法，高分子化学反应的特征及聚合方法的选择。为今后从事高分子的合成与加工打下坚实的基础。

二、课程教学大纲说明

1. 本门课程的研究对象、性质；本门课的知识、技术在国内外的情况及发展前景。

《高分子化学》除介绍聚合原理与方法外，还涉及聚合物的结构、性能、成型工艺及应用。主要的内容在聚合反应原理上。按照聚合机理和方法的共同规律性，将内容进行分解。本课程以聚合反应机理和动力学为主线贯穿全书，要解决的主要问题是解决聚合速率、平均聚合度、聚合物微观结构、共聚物组成等的影响因素和如何控制的问题。

自由基聚合、自由基共聚合、逐步聚合内容比较成熟，作为本课程的重点。而离子聚合和配位聚合中还有一些理论在发展中，材料难以系统。聚合方法中着重介绍逐步聚合中熔融缩聚和溶液缩聚，自由基聚合的乳液聚合。

2. 本门课在专业教学计划中的地位与其他课程关系

本课程高分子材料与工程专业教学计划的重要组成部分，课程属于学科基础课，是高分子专业的基础，是高分子材料研究和应用的前提。

前期课程为有机化学、物理化学、分析化学等。

3. 本门课教学目的、任务及基本教学方法与手段

通过本课程的学习掌握高分子化学的基本知识、基本理论和基本原理，了解聚合物的聚合机理和合成方法。能够运用所学高分子化学的知识解决高分子材料合成，聚合物结构与性能的关系的问题。本课程以聚合反应机理与动力学为主线，着重介绍比较成熟的理论和知识。本课程的目标是解决聚合速率、平均聚合度、聚合物微观结构、共聚物组成等问题。对除单体外的，如引发剂、催化剂、链转移剂、阻聚剂、乳化剂、分散剂等及其作用也给予必要的重视。

本课程主要采取课堂讲授与多媒体演示相结合的方法。

三、各章教学结构及具体要求

第一章 概论

[教学目的和要求]

本章教学使学生掌握高分子的基本概念：单体，高分子，聚合物，低聚物，结构单元，单体单元，重复单元，主链，侧链，端基，链节，聚合度，相对分子质量等。掌握从不同的角度对聚合物进行分类的方法。熟练掌握聚合反应的分类方法：加成聚合和缩合聚合，连锁聚合和逐步聚合。掌握常用聚合物的命名，来源，结构特征。掌握聚合物的相对分子质量及其分布的定义及表示方法。

[教学内容和要点]

高分子的基本概念、聚合反应的分类、聚合物的分类和命名、大分子的微观结构，相对分子质量及其分布的定义及表示方法以及聚合物的物理状态和主要性能等。

[思考题]

- 1) 高分子的概念和分类。
- 2) 聚合物的平均分子量和分子量分布是如何分类和计算的？

第二章 缩聚和逐步聚合

[教学目的和要求]

逐步聚合反应是相对前几章的连锁聚合反应而言，其主要是缩聚反应。在高聚物产品中特别是耐高温聚合物均是通过这一反应制备的。通过本章教学，应使学生掌握：通过缩聚反应制备高聚物的基本原理，影响分子的因素及解决的方法。掌握体型缩聚中凝胶点的预测，对缩聚产品的合成过程也应有深入的了解。

[教学内容和要点]

通过本章的学习主要掌握的内容有五个方面，分别是逐步聚合简介、线型缩聚反应平衡、线型缩聚反应相对分子质量的控制、体型缩聚、逐步聚合方法及重要的缩聚物。

教学的要点是掌握逐步聚合反应的分类；掌握官能团等活性的概念，了解缩合反应、缩聚反应和共缩聚；熟悉线形逐步聚合反应动力学，了解线型缩聚与成环倾向，掌握线型缩聚机理—逐步和平衡，对逐步聚合与连锁聚合的进行比较；掌握逐步聚合聚合度的控制方法，掌握反应程度对聚合度的影响、缩聚平衡对聚合度的影响和线型缩聚物聚合度的控制；掌握凝胶化作用和凝胶点，重点掌握凝胶点的测定方法；掌握常见的结构预聚物与无规预聚物的结构；掌握逐步聚合实施方法；熟练书写重要逐步聚合产品聚合方程式；了解逐步聚合相对分子质量的分布。

[思考题]

- 1) 如何评估缩聚反应的反应程度？
- 2) 如何计算凝胶点？

第三章 自由基聚合

[教学目的和要求]

自由基聚合是高分子化学的核心，由其合成的高分子产品占大多数。通过本章教学使学生基本掌握自由基聚合机理和聚合反应特征。并对自由基聚合动力学的研究方法和基元反应速率常数的测定有所了解。

[教学内容和要点]

通过本章的学习主要掌握的内容有九个方面，分别是单体的聚合能力、自由基聚合反应特征、自由基聚合的引发剂、聚合反应初期动力学、自动加速效应、动力学链长及聚合度的推导、链转移反应、聚合的热力学依据。

教学的要点是掌握单体的聚合能力，包括空间效应和聚合能力，电子效应和聚合类型；掌握自由基聚合反应每一步特征，自由基聚合反应特征；掌握常用引发剂的种类和符号，引发剂分解反应方程式；掌握引发剂活性的表征方法，引发剂效率，诱导效应和笼蔽效应；熟练掌握自由基聚合反应初期动力学的三个假设，四个条件；掌握自由基聚合初期动力学方程的推导及反应级数的变化，影响聚合速率的因素；掌握自动加速效应以及结合具体的聚合反应类型对自动加速效应的影响；掌握动力学链长及聚合度的推导计算及其影响因素；掌握链转移反应的类型及和聚合度的关系；了解阻聚和缓聚的原理及常用阻聚剂和缓聚剂；掌握单体的聚合的热力学依据。

[思考题]

- 1) 自由基聚合反应的机理是怎样的？

2) 自由基聚合的基元反应、聚合反应速率的计算？

第四章 自由基共聚合

[教学目的和要求]

自由基共聚合不论在实际应用或理论研究上都具有重要意义。由于均聚物种类有限，共聚合不但可以大大增加聚合物数量，而且还可以改变均聚物的大分子结构，使其多种性能得以改进，从而扩大了聚合物的应用范围。

通过本章教学，使学生认识共聚合反应的重要意义。掌握共聚合反应能否发生的判据 r_1 ， r_2 ，以及可能发生的几种共聚合组成曲线类型。并对竞聚率测定方法，Q-e 概念有所了解。

[教学内容和要点]

通过本章的学习主要掌握的内容有五个方面，分别是共聚物组成微分方程、共聚物组成 F-f 曲线和共聚物的平均组成、影响竞聚率的因素、单体活性与自由基活性、Q-e 概念。

教学的要点是掌握共聚合的基本概念，共聚物类型与命名；熟悉共聚物微观结构和多元共聚；掌握共聚物组成方程，共聚物组成曲线；掌握共聚物组成控制方法；掌握单体自由基相对活性极判断标准；了解竞聚率的测定和共聚速率；掌握 Q-e 概念及再实践中的应用。

[思考题]

- 1) 二元共聚的组成和转化率的关系是怎样的？
- 2) 竞聚率是如何测定的，有什么因素影响竞聚率？

第五章 聚合方法

[教学目的和要求]

聚合方法是研究合成高聚物的实验室或工业方法，因此具有重要的理论和实际意义，学生必须掌握本章所述各种聚合的方法和特点，并能针对不同单体和不同产物要求选择聚合方法。

[教学内容和要点]

通过本章的学习主要掌握的内容有四个方面，分别是本体聚合、溶液聚合、悬浮聚合、乳液聚合，最后介绍其它聚合实施方法及新进展。

教学的要点是掌握有机玻璃板的制备方法、苯乙烯的连续本体聚合的制备方法；了解自由基溶液聚合的方法和离子溶液聚合；掌握分散剂的定义、种类与分散作用，了解氯乙烯悬浮聚合和苯乙烯悬浮聚合；了解乳液聚合中的主要组成及各组成的作用，掌握乳液聚合机理和聚合动力学，了解乳液聚合技术和应用的新进展；简要解除上述以外聚合实施方法外的其它实施方法及应用，认知当前聚合实施方法的进展。

[思考题]

- 1) 常见的聚合方法有哪些？它们各有什么特点？
- 2) 为什么乳液聚合能同时提高聚合反应速率和聚合度？

第六章 离子聚合

[教学目的和要求]

离子聚合与自由基聚合同属连锁聚合机理，但离子聚合机理及其动力学研究远不如自由基聚合成熟，但许多高聚物均要通过离子聚合的方法来进行制备。通过本章的学习，学生应掌握阴、阳离子聚合引发剂的特征及引发聚合的机理，特别是阴离子的无终止聚合。对离子共聚合和开环聚合仅作一般了解。

[教学内容和要点]

教学的内容包括阴阳离子聚合反应的引发剂、阴阳离子聚合反应的机理及其动力学，影响阴阳离子聚合反应的因素。

教学要点包括阴阳离子聚合的相关概念；阳离子聚合引发剂，聚合机理；熟悉异构化聚

合；掌握阴离子聚合常见单体，引发剂；掌握阴离子聚合机理；熟悉活性阴离子聚合的原理，特点和应用；熟悉溶剂，温度，反离子对聚合速率的影响；熟悉自由基聚合和离子聚合的比较；了解丁基橡胶，聚异丁烯，SBS 的聚合方法，原理。

[思考题]

- 1) 阴、阳离子的聚合特点是什么？
- 2) 阴、阳离子聚合反应的引发体系是什么？

第七章 配位聚合

[教学目的和要求]

采用 Ziegler-Natta 引发体系引发烯类单体聚合，单体首先向引发剂配位，而后进行聚合，聚合产物为定向立构高分子，因而此类反应可被称为络合聚合、配位聚合或定向聚合，本章称其为配位聚合。配位聚合的建立在高分子科学领域起着里程碑的作用。通过本章的教学，学生应对 Ziegler-Natta 引发体系的组成、性质，及 α -烯烃和二烯烃的配位聚合机理有所了解。

[教学内容和要点]

教学内容有配位聚合的发展历史、聚合物的立体异构现象、Ziegler-Natta 引发剂、丙烯的配位聚合、极性单体的配位聚合、茂金属引发剂以及共轭二烯烃的配位聚合。教学要点包括掌握配位聚合，定向聚合，络合聚合，有规立构聚合的概念及区别；掌握聚合物的立体异构现象；掌握 Ziegler-natta 催化剂的组成与活性；熟悉丙烯配位聚合催化剂；掌握单金属，双金属原理；了解配位聚合催化剂的发展历史。

[思考题]

- 1) 什么是 Zigler—Natta 引发体系，它由什么组成，各组分都有什么作用？
- 2) 丁二烯是如何聚合的？

第八章 开环聚合

[教学目的和要求]

环状聚合是指单体经过开环反应转变成线型聚合物的反应。开环聚合产物和单体具有同一组成，一般是在温和条件下进行反应，副反应比缩聚反应少，易于得到高分子量聚合物。通过本章的学习了解开环聚合反应单体的活性特点；掌握开环聚合反应的机理；掌握几种常见开环聚合产物的反应历程。

[教学内容和要点]

教学内容有判断开环聚合的单体种类、三元环醚的阴离子开环聚合、环醚的阳离子开环聚合、三氧六环的阳离子开环聚合以及聚硅氧烷的合成。

教学要点包括掌握从热力学上判断开环聚合的单体种类；理解环氧乙烷、环氧丙烷的阴离子开环聚合机理和动力学；掌握环氧乙烷、丁氧环的开环过程；；掌握三氧六环的阳离子开环聚合过程；掌握聚硅氧烷的合成过程结构性能与应用。

[思考题]

- 1) 分析环氧乙烷与环氧丙烷的开环聚合机理和动力学有何异同？
- 2) 合成聚硅氧烷的反应中 $\Delta H=0$ ，为何仍能得到高分子化学物？

四、各教学环节学时分配表

(一) 理论教学学时分配表 (共 48 学时)

章 序	讲授题目	学 时	主要内容	学时分配	备 注
第一章	绪论	4 学时	高分子化学中的基本概念 聚合物的分类和命名	2 学时	

			聚合物的分子量、形态与大分子的微观结构	2 学时	
第七章	缩聚和逐步聚合	10 学时	逐步聚合反应的分类;缩聚反应及缩聚反应的机理	2 学时	
			线型缩聚动力学	2 学时	
			影响线型缩聚聚合度的因素和控制方法、缩聚反应产物分子量的分布	2 学时	
			体型缩聚	2 学时	
			缩聚的实施方法、常见与主要缩聚物	2 学时	
第二章	自由基聚合	12 学时	自由基聚合机理	2 学时	
			聚合反应动力学	3 学时	
			链转移反应	2 学时	
			阻聚与缓聚	2 学时	
			自由基聚合各基元反应速率常数	2 学时	
			聚合热力学	1 学时	
第三章	自由基共聚合	6 学时	共聚物的类型和命名,以及研究共聚反应的意义	1 学时	
			二元共聚物的组成	2 学时	
			共聚率的测定与影响因素	1 学时	
			单体和自由基的活性	2 学时	
第四章	聚合的实施	4 学时	本体聚合	1 学时	
			溶液聚合		
			悬浮聚合 乳液聚合	3 学时	
第五章	离子聚合	6 学时	阴离子聚合	3 学时	
			阳离子聚合	3 学时	
第六章	配位聚合	4 学时	聚合物的立构规整性	1 学时	
			配位聚合	2 学时	
			二烯烃的配位聚合	1 学时	
第七章	开环聚合	2 学时	开环聚合的单体种类、三元环醚的阴离子开环聚合	1 学时	
			环醚的开环聚合、三氧六环的开环聚合以及聚硅氧烷的合成	1 学时	

五、教材及主要参考书

- 1、潘祖仁主编高分子化学(第 5 版)北京: 化学工业出版社, 2011
- 2、潘才元高分子化学合肥: 中国科学技术大学出版社 2012
- [3] 王槐三主编高分子化学教程(第 3 版)北京: 科学出版社 2013

大纲撰写人: 张大伟
课程组负责人: 张大伟
大纲审核人: 苏文强
大纲撰写日期: 2013.5.12