

《高分子化学》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	高分子化学	课程号	1412011	
课程英文名称	Polymer Chemistry	学时/学分	36/2	
课程性质	必修	适用专业	材料化学、功能材料	
课程负责人	拜永孝	教学团队	门学虎、赵争妍	
选用教材及参考书目	选用教材：《高分子化学》（第五版）潘祖仁主编 化学工业出版社 参考书目： 1. 《高分子化学》林尚安 等编 科学出版社 2. 《高分子合成化学》冯新德 著 化工出版社 3. 《高分子化学》潘才元 主编 科学出版社 4. 《功能高分子与新技术》何天白 编化工出版社 5. 《活性聚合》张洪敏 编 中国石化出版社			
课程简介：《高分子化学》是一门研究高分子化合物（聚合物）的结构设计、合成制备、反应原理以及结构与性能关系的一门学科。由于聚合物已经渗透到每一科学研究和材料应用领域，对于材料化学和功能材料专业的学生是作为一门专业基础的必修课。通过本课程的教学，使学生掌握聚合反应机理、合成方法、反应动力学及控制聚合过程的反应速度的基本原理和方法。培养学生独立分析和解决高分子领域的科学与技术问题的能力，培养学生严谨的科学态度和聚合物材料设计思想。				
课程目标（Course Objectives, CO)				
知识目标	熟悉高分子化合物合成和结构设计的基本知识			
	熟悉高分子化合物结构表征和性能关联性的基本知识			
	熟悉高分子合成方法的发展趋势			
能力目标	学会运用高分子化合物制备的实施方案和设计的方法			
	能够独立设计简单的反应系统制备高分子材料			
	运用动力学分析推导反应的速率方程			
素质、情感价值观目标	明白高分子化学在生产、生活中的重要意义			
	理解重要高分子材料的发现和现实意义			
	归纳高分子领域的诺贝尔奖和科学价值			
教学方式 (Pedagogical Methods,PM)	PM1 讲授法教学	学时 90%	PM2 研讨式学习	学时 3 %
	PM3 案例教学	学时 4%	PM4 翻转课堂	学时 3%
	□PM5 混合式教学	学时 %	□PM6 体验式学习	学时 %

考核方式 (Evaluation Methods,EM)	考试 课 必 选	EM1 课程作业	25%	□EM 2 单元测试	%	EM3 课堂辩论	5%
		EM4 期中考试	20%	EM5 期末考试	50%	□EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考 查 课 必 选	□EM1 课程作业	%	□EM 2 单元测试	%	□EM3 课堂辩论	%
		□EM4 期末考试	%	□EM5 撰写论文/实 验报告	%		
	自 选	□EM10 课堂互动	%	□EM11 实验	%	□EM12 实训	%
		□EM13 实践	%	□EM14 期末考试	%		

二、教学大纲的定位说明

（一）课程教学目标与任务

通过本课程的学习，学生能够清晰地描述聚合反应机理、归纳出高分子合成方法、阐述反应动力学及控制聚合过程的反应速度的基本原理和方法。能够实现独立分析和解决高分子化学领域的科学与技术问题的能力，养成严谨的科学态度、建立起高分子材料设计与合成的思想。

（二）课程教学目标与培养目标的关系

课程目标		支撑的毕业要求	支撑强度
知识目标（CO1）	1-3	1	H
能力目标（CO2）	4-6	2	H
素质、情感价值观目标（CO3）	7-9	12	H

（三）支撑课程目标的教学内容与方法

采用板书加多媒体相结合的教学方法：涉及到分子结构、反应机理和动力学等数学推导过程采用板书的形式教学；涉及到基本内容讲授和动画演示时采用多媒体授课。教学过程中部分内容采用案例教学的方式，穿插近年来高分子化学领域的最新成果、高分子化学前沿研究的热点和教师本人的科研成果和研究心得。本课程的教学通过演示性多媒体课件、结合课堂辩论和讨论的方式进行，从而缩短学生从理论教学到实际应用的距离。适当安排翻转课堂的教学方式以提升学生的表达和思考力，提升学生的学习效果、提高学习的兴趣。

（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

先修课程主要是高等数学、物理学、有机化学、物理化学、分析化学。先修课是学好《高分子化学》的基础，是基本知识储备和科学分析手段，通过微积分知识、物理学中的热力学分析、有机合成化学中的化学反应、物理化学中的动力学分析，以及分析化学中的定性定量分析手段的运用，《高分子化学》在先修课程基础上学生才得以很好地整合和熟悉该课程的知识。后续课程主要有高分子化学实验、高分子物理，通过实验课程让学生会议理论知识，系统地运用所学理论知识提升解决实际问题的能力，通过阐述高分子构效关系来解释和设计所需性能的高分子材料。后续课程是材料学科课程知识体系的延伸和补充。

（五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

本课程采用期末考试、期中考试、课程作业和课堂辩论四种形式构成考核方式。通过严格的过程考核和结果考核体现出课程目标的要求。开展对课程重点知识复述、归纳重点知识控制课程目标达成的基本要求、思考课程领域的延伸知识、辨认和判断课程难点体现学生能力达成的差异度，期末考试侧重考核运用课程知识解决实际问题的能力。

三、课程内容与安排

第一章 绪论（6学时）

学习目标：

复述高分子化学相关的基本概念，能对几对重要概念进行辨析。能按规范写出正确的聚合物名称、分子式、聚合反应式。概括对高分子化学学科的认识和理解。

【重点掌握】： 高分子化合物的基本概念（单体、高分子、聚合物、低聚物、结构单元、重复单元、单体单元、链节、主链、侧链、端基、侧基、聚合度、相对分子质量等）。聚合反应分类（加成聚合与缩合聚合、连锁聚合与逐步聚合）。聚合物分类方法、常用聚合物的命名、来源、结构特征；聚合物相对分子质量及其分布。

【掌握】： 高分子的系统命名法；典型聚合物的名称、符号及重复单元。

【了解】： 聚合物相对分子质量及其分布对聚合物性能的影响。

【一般了解】： 高分子化学发展历史。

教学重点： 高分子化合物的基本概念、聚合反应分类、聚合物分类方法、常用聚合物的命名、来源、结构特征；聚合物相对分子质量及其分布。

教学难点： 结构单元、重复单元、单体单元、链节的辨析。加成聚合与缩合聚合的区别与联系。连锁聚合与逐步聚合的区别与联系。

教学方法： 课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以案例教学。

第一节 高分子化合物研究对象（0.5 学时）

第二节 高分子化合物的基本概念（1.5 学时）

第三节 聚合物的分类和聚合物的命名（1 学时）

第四节 聚合反应分类（1 学时）

第五节 聚合物平均分子质量及其分布（0.5 学时）

第六节 聚合物物理状态及转变（1 学时）

第七节 高分子发展简史（0.5 学时）

第二章 自由基聚合（8 学时）

学习目标:

描述自由基聚合相关基本概念。辨别自由基聚合常见单体、引发剂、阻聚剂、聚合方法。归纳和概述如下技能：（1）单体聚合能力的判断与类型的选择；（2）引发剂的选择及正确书写引发反应式；（3）正确书写任一体系的基元反应式；（4）根据动力学方程计算各参数，选择适当方法控制反应进程。

【重点掌握】：自由基基元反应每步反应特征，自由基聚合反应特征、聚合机理。常用引发剂的种类和符号，引发剂分解反应式，表征方法（四个参数），引发剂效率，诱导效应，笼蔽效应，引发剂选择原则。

【掌握】：聚合动力学研究方法，聚合初期：三个假设，四个条件，反应级数的变化，影响速率的四因素（M,I,T,P）；聚合中后期的反应速率的研究：自动加速现象，凝胶效应，沉淀效应；聚合反应类型、自由基聚合的相对分子质量分布、动力学链长；聚合度及影响其的四因素（M,I,T,P），链转移、类型、聚合度、动力学分析、阻聚与缓聚。

【了解】：通用单体来源、自由基聚合进展。

【一般了解】：自由基聚合热力学（ ΔE , ΔS , T, P）、热、光、辐射聚合。

教学重点：聚合动力学研究方法。聚合初期：三个假设，四个条件，反应级数的变化，影响速率的四因素（M,I,T,P）；聚合中后期的反应速率的研究：自动加速现象，凝胶效应，

沉淀效应；聚合反应类型。自由基聚合的相对分子质量分布。动力学链长，聚合度及影响其的四因素（ M, I, T, P ），链转移：类型，聚合度，动力学分析，阻聚与缓聚。

教学难点：对具体单体聚合热力学与动力学的综合分析，终止方式的相对比例及其与体系状态的关系，笼蔽效应与诱导效应，不同条件下反应速率对单体与引发剂浓度的反应级数的推导与分析，区别聚合反应速率、动力学链长、平均聚合度的影响因素和变化趋势。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以案例教学。

第一节 连锁聚合反应（1.5 学时）

第二节 自由基聚合机理（2.5 学时）

第三节 聚合反应动力学（1 学时）

第四节 聚合物的平均聚合度（1 学时）

第五节 影响自由基聚合反应因素（1 学时）

第六节 阻聚、缓聚（0.5 学时）

第七节 聚合热力学（0.5 学时）

第三章 自由基共聚合（6 学时）

学习目标：描述自由基共聚合相关基本概念。辨别均聚反应和共聚反应的区别，归纳其理论研究意义和实际应用价值，复述二元共聚和三元共聚的概念。

【重点掌握】：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、共聚合反应能否发生的判据 r_1, r_2 。

【掌握】：影响竞聚率的因素、单体活性与自由基活性，可能发生的几种共聚合组成曲线类型。

【了解】：共聚曲线及共聚物组成控制、四种共聚合产物的结构特点。

【一般了解】：对竞聚率测定方法、Q-e 概念。

教学重点：二元共聚物根据两单体单元在聚合物链上的排列方式的四种共聚物形式和结构特点。共聚合反应机理及共聚组成方程（链引发、链增长、链转移和链终止等基元反应，但在链增长过程中其增长链活性中心是多样的）。 r_1 和 r_2 分别为同系链增长速率系数与交叉链增长速率系数之比，分别称为 M_1 和 M_2 的竞聚率（表示两单体的相对活性），共聚反应的类型。共聚物组成与转化率关系。竞聚率的测定及影响因素。单体与自由基的反应活性。

教学难点：元共聚产物的组成（单体单元的含量）与单体组成及单体相对活性之间的关系。竞聚率 r_1 和 r_2 的概念和物理意义、共聚物组成分布与共聚物组成控制方法。共轭效应、位阻效应和极性效应。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以翻转课堂教学。

第一节 概述（0.5 学时）

第二节 共聚合反应机理及共聚组成方程（1 学时）

第三节 共聚曲线及共聚物组成控制（2 学时）

第四节 竞聚率的测定及影响因素（1 学时）

第五节 单体与自由基的反应活性（1 学时）

第六节 Q-e 概念（0.5 学时）

第四章 聚合方法（3.5 学时）

学习目标：复述本体、溶液、悬浮、乳液聚合定义、组

成、优缺点。说出自由基聚合主要的工业化品种。能根据要求设计正确的聚合配方。

【重点掌握】：本体、溶液、悬浮、乳液聚合定义、组成、优缺点，乳液聚合的机制。

【掌握】：均相体系和非均相体系。

【了解】：烯类单体四种聚合方法比较。

【一般了解】：聚合物实施方法的案例。

教学重点：悬浮聚合液-液分散和成粒过程、分散剂和分散作用。乳液聚合主要组分及其作用、乳化剂作用、临界胶束浓度、CMC、HLB 值外，阴离子型乳化剂三相平衡。乳液聚合机理及其被单体溶胀的聚合物乳胶体颗粒（乳胶粒）的过程——成核作用、乳液聚合动力学和聚合度。

教学难点：乳液聚合聚合场所与成核机理、胶束成核和乳胶粒生成阶段、乳胶粒长大阶段，乳胶粒数恒定。乳液聚合动力学。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，采用案例教学法。

第一节 聚合方法基本介绍（0.5 学时）

第二节 本体聚合（0.5 学时）

第三节 溶液聚合（0.5 学时）

第四节 悬浮聚合（0.5 学时）

第五节 乳液聚合（1.5 学时）

第五章 离子聚合与开环聚合（4.5 学时）

学习目标：描述阴离子聚合、阳离子聚合和开环聚合的基本概念。复述阴阳离子聚合常见单体与引发剂及聚合反应

特点。能按规范写出正确的阴阳离子聚合引发反应式、聚合机理、应用反应式。运用计量聚合进行简单计算。

【重点掌握】：阳离子聚合常见单体与引发剂、阳离子聚合离子对平衡式及其影响因素。阴离子聚合常见单体与引发剂、活性阴离子聚合聚合原理、特点及应用。开环聚合聚合物全通结构和间同结构。

【掌握】：假阳离子聚合、异构化聚合。阴离子聚合的自发终止；溶剂、温度与反离子对反应的影响。

【了解】：阳离子聚合动力学，阴离子、阳离子聚合、自由基聚合的比较。

【一般了解】：其他类的活性聚合、开环聚合的概念。

教学重点：假阳离子聚合、异构化聚合。阴离子聚合的自发终止；溶剂、温度与反离子对反应的影响。阳离子聚合常见单体与引发剂、阳离子聚合离子对平衡式及其影响因素。阴离子聚合常见单体与引发剂、活性阴离子聚合聚合原理、特点及应用。

教学难点：阳离子聚合聚合机理、阴阳离子对平衡式影响规律、活性阴离子聚合条件、特点及其应用。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以案例教学。

第一节 引言（0.5 学时）

第二节 阳离子聚合（1.2 学时）

第三节 阴离子聚合（1.3 学时）

第四节 开环聚合（1.5 学时）

第六章 配位聚合（3 学时）

学习目标：描述掌握聚合物的立体异构等基本概念。辨析配位聚合、络合聚合、定向聚合、有规立构聚合，Ziegler-Natta 聚合。复述配位聚合机理简要内容。通过配位聚合发展历史的学习树立正确的科学观与方法论。

【重点掌握】：配位聚合、络合聚合、定向聚合、有规立构聚合，Ziegler-Natta 聚合等概念的区别与联系、Ziegler-Natta 催化剂的组成与活性。

【掌握】：聚合物的立体异构概念、命名及立构规整度、丙烯配位聚合催化剂。

【了解】：二烯烃配位聚合。

【一般了解】：配位聚合及催化剂发展史。

教学重点：配位聚合、络合聚合、定向聚合、有规立构聚合，Ziegler-Natta 聚合等概念的区别与联系，Ziegler-Natta 催化剂的组成与活性。

教学难点：丙烯的配位聚合机理、聚合物的立构规整性、聚合物的光学异构。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以案例教学。

第一节 引言（0.5 学时）

第二节 聚合物的立构规整性（0.5 学时）

第三节 α -烯烃的配位阴离子聚合（1 学时）

第四节 二烯烃的配位阴离子聚合（0.5 学时）

第五节 配位聚合的实施（0.5 学时）

第七章 缩聚与逐步聚合（5 学时）

学习目标：描述逐步聚合反应分类、官能团的等活性、

线型与体型逐步聚合、连锁聚合与体型逐步聚合、反应程度与转化率、当量系数与过量分率、结构预聚物与无规预聚物等基本概念。写出线性逐步聚合相对分子质量控制方法及其计算，归纳体型逐步聚合凝胶点控制方法及其计算，能正确书写重要逐步聚合产品合成反应式，辨别四种逐步聚合方法的区别。

【重点掌握】：逐步聚合反应分类、官能团的等活性、比较线型、体型逐步聚合、连锁聚合；线型逐步聚合反应聚合度的控制、体型逐步聚合凝胶点的控制。

【掌握】：线型逐步聚合反应动力学、逐步聚合产品合成工艺。

【了解】：统计学方法计算凝胶点。

【一般了解】：线型逐步聚合反应的分子量分布。

教学重点：线型逐步聚合反应聚合度的控制、体型逐步聚合凝胶点的控制。逐步聚合反应分类、官能团的等活性、比较线型、体型逐步聚合、连锁聚合。

教学难点：线性逐步聚合反应机理与动力学、控制线性逐步聚合相对分子质量方法、控制体型逐步聚合凝胶点。

教学方法：课堂讲授法教学，采用多媒体教学，并辅以案例教学。

第一节 缩聚反应（0.5 学时）

第二节 线性逐步聚合反应机理（1 学时）

第三节 线性逐步聚合反应动力学（1 学时）

第四节 缩聚物的聚合度（1 学时）

第五节 分子量分布（0.5 学时）

第六节 逐步聚合施和重要线性逐步聚合物（0.5 学时）

第七节 体型缩聚（0.5 学时）

制定人：拜永孝

审定人：门学虎

批准人：贺德衍

日 期：2024.10.10