**《高分子化学》教学大纲**

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 课程号 | 300019040  | 课程中文名称 | 高分子化学 |
| 学分 | 4 | 课程英文名称 | Polymer Chemistry |
| 总学时 | 64 | 周学时 | 4 | 上课周数 | 16 |
| 课程属性 | ☑必修课 □ 选修课 |
| 课程类别 | □ 公共基础课 □ 通识模块课 □ 学科基础课 ☑ 专业核心课 □ 专业选修课 □ 实践教育课程 |
| 面向对象 | 高分子材料与工程专业，二年级本科生 |
| 先修课程 | 有机化学、物理化学 |
| 课程负责人 | 冉蓉 | 开课单位 | 高分子科学与工程学院 |
| 执笔人 | 石玲英 | 审核人 | 冉蓉 | 执行时间 | 2018.1 |

1. **课程简介**

**1. 中文课程简介**

高分子化学是高分子材料与工程专业和相关专业学生必修的专业基础课。通过本课程的教学，使学生掌握各类聚合反应的单体、机理、反应动力学、聚合反应速率、聚合物相对分子质量的影响因素及控制方法，高分子化学反应的基本理论及重要聚合物的合成方法；为后续专业课程的学习和将来从事聚合物的开发、研究、加工、改性及应用等奠定基础。

本课程的任务：使学生能够根据聚合反应相关理论选择适当的聚合方法与工艺；培养学生利用聚合反应及高分子化学反应等方面的高分子科学原理，对复杂工程问题中所涉及的高分子材料合成、改性方面的问题进行识别、表达以及分析、解决的能力。

**2. 英文课程简介**

This course presents an overview of the nature and chemistry of polymer molecules which have become a part of every aspect of life. Polymer chemistry is a multidisciplinary science that deals with the chemical synthesis and chemical properties of polymers. This polymer chemistry course covers the synthetic techniques in common use in both academic and industrial laboratories for making a wide variety of polymers. All major synthetic methods are considered: step growth polymerization, chain polymerization with ionic and radical variations, copolymerization, stereospecific polymerization, coordination polymerization, ring-opening polymerization, and synthetic reactions on formed polymers. Emphasis is placed on how the various synthetic methods are used to control structural features such as molecular weight, branching and crosslinking.

1. **课程目标及其对毕业要求的支撑**
2. **课程目标**

**课程目标1**：培养学生掌握高分子化合物的概念、基本特征、常见聚合物的结构与合成方法以及基本的聚合实施方法。能确定基本的合成路线，考虑反应条件对高分子材料的影响，能明确聚合实施方法的关键环节，制定出合理的实施方案。

**课程目标2**：培养学生掌握各类聚合反应的单体、机理、反应动力学、聚合反应速率、聚合物相对分子质量的影响因素及控制方法。能推导聚合反应机理，从聚合反应机理出发，分析理解高分子制备过程中的影响因素，从而具备识别和判断高分子材料的合成制备工程问题的关键环节和参数的能力。

**课程目标3**：培养学生掌握自由基共聚基本理论、二元共聚物组成与控制方法，序列结构，单体与自由基活性顺序。能根据逐步聚合、自由基聚合、共聚合、活性聚合等体系，运用高分子化学基本原理，思考、调研和分析高分子相关的复杂工程问题。

**课程目标4**：培养学生掌握高分子反应的基本理论、交联固化机理，了解高分子降解与老化。能对复杂工程问题中所涉及的高分子材料改性方面的问题进行识别、表达以及分析，具有复杂工程问题解决的能力。

1. **课程教学方法对课程目标的支撑**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程教学方法** | **课程目标1** | **课程目标2** | **课程目标3** | **课程目标4** |
| 课堂理论教学 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| 课堂测验 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 课后作业 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 线上线下考核评价 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

1. **课程目标对毕业要求的支撑**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **…** |
| 毕业要求1. 工程知识 | 毕业要求1.4：能够将高分子材料与工程专业知识和数学模型方法用于高分子材料领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。 |  |  | 0.6 | 0.4 |  |
| 毕业要求2. 问题分析 | 毕业要求2.1 能够应用数学、化学和化工的基本原理和相关知识，正确识别和表达高分子材料基本原理和相关知识，解决高分子材料及相关领域的工程问题。  | 0.4 | 0.6 |  |  |  |
| 毕业要求2. 问题分析 | 毕业要求2.3 能够对高分子材料领域中的复杂工程问题进行分析、评价，并对解决方案进行优化、改进。 |  | 0.4 | 0.2 | 0.4 |  |
| 毕业要求4. 研究 | 毕业要求4.1 能够基于自然科学和材料科学的相关科学原理，根据高分子材料研究或产品应用的需要选择科学合理的研究方案. | 0.5 |  |  | 0.5 |  |

1. **课程教学内容**
2. **绪论（5学时）**

掌握高分子化合物的基本概念、分类及命名原则，高分子聚合反应的分类。

掌握聚合物的平均分子量、分子量分布、结构性能的基本概念。

1. 高分子化合物的基本概念（3学时）
2. 聚合物的分子量及其分布、结构性能的基本概念（2学时）

**重点**：高分子的定义和聚合反应分类。

**难点**：分子量的统计平均意义。

1. **逐步聚合（11学时）**

掌握逐步聚合反应的特点；反应程度、官能度、线型缩聚、体型缩聚的概念；线型缩聚中影响聚合度的因素及控制聚合度的方法；体型缩聚中凝胶点的预测。了解线型缩聚动力学，逐步聚合的实施方法。

1. 平衡缩聚的特点及影响缩聚平衡的因素；（1学时）
2. Flory等活性理论；（1学时）
3. 反应程度和平均聚合度的概念，计算公式及相互关系；（1.5学时）
4. 平均聚合度与平衡常数的关系及缩聚平衡方程；（1学时）
5. 缩聚反应动力学；（1学时）
6. 影响缩聚反应的因素；（1学时）
7. 线型缩聚产物分子量的控制和分布；（1学时）
8. 体型缩聚；（1.5学时）
9. 不平衡缩聚；（1学时）
10. 逐步聚合反应实施方法。（1学时）

**重点**：反应程度、官能度、线型缩聚、体型缩聚的概念；线型缩聚中影响聚合度的因素及控制聚合度的方法；体型缩聚中凝胶点的预测。

**难点**：缩聚反应动力学；体型缩聚中凝胶点的预测。

1. **第三章 自由基聚合反应（18学时）**

掌握单体结构与聚合机理的关系，自由基聚合反应机理及特征；自由基聚合低转化率动力学及影响聚合速率和分子量的因素；高转化率下的自动加速现象及其产生原因；主要引发剂类型及引发机理，阻聚和缓聚的基本概念。了解光、热、辐射等其他引发作用，聚合热力学及分子量分布。

1. 连锁聚合的单体结构特征；（1.5学时）
2. 自由基聚合热力学，从热力学的角度研究单体的聚合能力与单体结构的关系；（2学时）
3. 自由基聚合反应机理；（3学时）
4. 引发剂与引发作用；（2学时）
5. 自由基聚合反应速率；（2学时）
6. 高转化率下的自动加速现象、产生的原因及结果；（2学时）
7. 分子量：无链转移和有链转移的情况下计算分子量的公式；（2学时）
8. 影响自由基聚合的因素；（2学时）
9. 阻聚作用和缓聚作用；（1学时）
10. 分子量分布（0.5学时）

**重点**：单体结构与聚合机理的关系，自由基聚合反应机理及特征；自由基聚合低转化率动力学及影响聚合速率和分子量的因素；高转化率下的自动加速现象及其产生原因；主要引发剂类型及引发机理，阻聚和缓聚的基本概念。

**难点**：自由基聚合低转化率动力学。

1. **自由基共聚合（8学时）**

掌握二元共聚物微分组成与单体组成的关系，竞聚率的意义，典型的共聚物微分组成曲线类型以及共聚物组成与转化率的关系，共聚物组成均一性的控制方法，自由基及单体的活性与取代基的关系及对反应速率的影响。了解Q-e方程的物理意义及用途。

1. 研究共聚合反应的意义；（0.5学时）
2. 二元共聚物微分组成与原料单体组成的关系：共聚物组成的微分方程的推导，共聚物组成方程式的其他表达形式；（2学时）
3. 竞聚率的定义及物理意义；（2学时）
4. 共聚物组成曲线类型，共聚物组成与转率的关系；共聚物组成均一性的控制方法；（2学时）
5. 共聚物中单体单元的序列分布；（0.5学时）
6. 影响单体、自由基活性的因素；（1学时）

**重点**：二元共聚物微分组成与单体组成的关系，竞聚率的意义，典型的共聚物微分组成曲线类型以及共聚物组成与转化率的关系，共聚物组成均一性的控制方法，自由基及单体的活性与取代基的关系及对反应速率的影响。

**难点**： 典型的共聚物微分组成曲线类型以及共聚物组成与转化率的关系。

1. **自由基聚合实施方法（5学时）**

掌握本体、溶液、悬浮、乳液聚合的特点；经典乳液聚合的机理。

1. 聚合实施方法：本体聚合、溶液聚合、悬浮聚合、乳液聚合（1学时）
2. 悬浮聚合：体系组成，各组分的作用。（1.5学时）
3. 乳液聚合：体系组成，各组分的作用，聚合机理。（2.5学时）

**重点**：本体、溶液、悬浮、乳液聚合的特点；经典乳液聚合的机理。

**难点**： 经典乳液聚合的机理。

1. **离子型聚合（7学时）**

掌握进行阴、阳离子聚合的单体、引发剂以及相互间的匹配，活性种的形式，离子型聚合反应机理及其特征，活性高分子、溶剂、温度及反离子对聚合速率和分子量的定性影响。初步了解异构化聚合的概念。

1. 阴离子聚合的单体与引发剂；（1.5学时）
2. 阴离子聚合反应机理；（1学时）
3. 影响阴离子聚合反应的因素：溶剂、温度与反离子对聚合速率、分子量及聚合物立构规整度的影响；（1.5学时）
4. 阳离子聚合的单体与引发剂；（1学时）
5. 阳离子聚合反应机理(注意异构化聚合)；（0.5学时）
6. 影响阳离子聚合的因素：溶剂、温度及反应离子对聚合速率、分子量及聚合物立构规整性的影响，特别是温度对分子量的影响。（1学时）
7. 聚合物的立体异构现象；（0.5学时）

**重点**：进行阴、阳离子聚合的单体、引发剂以及相互间的匹配，活性种的形式，离子型聚合反应机理及其特征，活性高分子、溶剂、温度及反离子对聚合速率和分子量的定性影响。

**难点**：阴离子聚合反应机理。

1. **配位聚合（3学时）**

 掌握聚合物的立体异构现象、配位聚合、定向聚合、等规度等基本概念，Ziegler-Natta催化剂体系的组成。初步了解异构化聚合。初步了解丙烯配位阴离子聚合机理及定向的原因，二烯烃配位聚合的主要催化剂。

1. 定向聚合、配位聚合及配位阴离子聚合的基本概念；（1学时）
2. 聚合物的立体异构现象；（0.5学时）
3. Ziegler-Natta催化剂：组成、性质和种类；（1学时）
4. *α*-烯烃配位聚合机理。（0.5学时）

**重点**：聚合物的立体异构现象、配位聚合、定向聚合、等规度等基本概念，Ziegler-Natta催化剂体系的组成。

**难点**：丙烯配位阴离子聚合机理及定向的原因。

1. **开环聚合（3学时）**

掌握开环聚合的基本概念，代表性杂环开环聚合的机理。了解开环聚合产物的应用。

1. 开环聚合的概念；（0.5学时）
2. 开环聚合热力学因素；（0.5学时）
3. 典型的杂环开环聚合反应方程式；（2学时）

**重点**：开环聚合的基本概念，代表性杂环开环聚合的机理。

**难点**：杂环开环聚合的机理。

1. **聚合物的化学反应（4学时）**

掌握聚合物化学反应的特点，聚合物聚合度的相似转变，聚合物的接枝、扩链交联反应原理。了解高聚物的降解、老化及防老化原理。

1、聚合物化学反应的分类及研究聚合物化学反应的意义；（0.5学时）

2、聚合化学反应的特征；（1学时）

3、聚合物聚合度相似转变；（1学时）

4、聚合度变大的反应：接枝、扩链与交联反应；聚合物的降解反应；（1学时）

5、聚合物的“老化”及防“老化”。（0.5学时）

**重点**：聚合物化学反应的特点，聚合物聚合度的相似转变，聚合物的接枝、扩链交联反应原理。

**难点**：聚合物聚合度的相似转变。

1. **课程目标对应的教学内容**

课程目标1对应本课程教学内容的第一章~第九章；

课程目标2对应本课程教学内容的第一章~第九章；

课程目标3对应本课程教学内容的第一章~第九章；

课程目标4对应本课程教学内容的第一章~第九章。

1. **考核方式及成绩评定标准**
2. **课程考核方式**

课程考核包括课后作业及随堂测试、线上线下考核、期中考试、期末考试等部分，各部分的比例分别如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **考核方式** | **所占成绩比例（%）** | **对应课程目标** |
| 1 | 课后作业及随堂测试 | 30 | 1，2 |
| 2 | 线上线下考核 | 10 | 2，3 |
| 3 | 期中考试 | 10 | 1，2，3 |
| 4 | 期末考试 | 50 | 1，2，4 |

1. **评分标准**

各项成绩构成评分标准如下：

1. 课后作业及随堂测试评分标准：

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 4次课后作业，6次平时随堂作业，平均分90分以上 | 100~90（优） |
| 4次课后作业，6次平时随堂作业，平均分为89~80 | 89~80（良） |
| 4次课后作业，6次平时随堂作业，平均分为79~70 | 79~70（中） |
| 4次课后作业，6次平时随堂作业，平均分为69~60 | 69~60（及格） |
| 4次课后作业，6次平时随堂作业，平均分低于60 | ＜60（不及格） |

1. 线上线下考核评分标准：

|  |  |
| --- | --- |
| **标准描述** | **得分** |
| 积极参与文献阅读与线上/线下讨论5次及以上，平均分为100~90 | 100~90（优） |
| 文献阅读与线上线上/线下讨论3-4次，平均分为89~80 | 89~80（良） |
| 文献阅读与线上/线下讨论2次，平均分为79~70 | 79~70（中） |
| 文献阅读与线上/线下讨论1次，平均分为 69~60 | 69~60（及格） |
| 从不参与文献阅读和线上/线下讨论，平均分为＜ 60 | ＜60（不及格） |

1. 期中考试评分标准：试卷评分标准详见每学期“《高分子化学（Ⅰ）》试卷参考答案及评分标准”。
2. 期末考试评分标准：试卷评分标准详见每学期“《高分子化学（Ⅰ）》试卷参考答案及评分标准”。
3. **教材与教学资源**

**（一）教材：**

潘祖仁《高分子化学》，化学工业出版社 第五版2014年

**（二）参考书：**

[1] 《高分子化学》，潘才元，中国科技大学出版社，2012;

[2] 《高分子化学》，王槐三，科学出版社，2017;

[3] 《高分子化学（第二版）》卢江，梁晖,化学工业出版社，2010;

[4] 《聚合反应原理》，George Odian，机械工业出版社（中文版，原书第四版），2013;

[5] 《Principles of Polymerization》，George Odian，A.John Wiley＆Sons, Inc. Publication Fouth edition,2008.

 **（三）其他教学资源（如在线学习平台、视频资源等）**

超星学习通，爱课程，SPOC，微信公众号，哔哩哔哩等。