《高分子物理》（全英）课程教学大纲

一、课程基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **英文名称** | Polymer Physics | **课程代码** | 09042006 |
| **课程性质** | 专业选修课 | **授课对象** | 化学、材料 |
| **学 分** | 2.0 | **学 时** | 36 |
| **主讲教师** | 宣孙婷 | **修订日期** | 2021.6 |
| **指定教材** | J.M.G. Cowie Valeria Arrighi 著，黄鹤注释，高分子化学与物理（导读版），2013,机械工业出版社 | | |

二、课程目标：

（一）总体目标：

《高分子物理》是化学和材料与工程专业的重要专业选修课程。本课程的目标是通过系统学习，使学生能够掌握高分子的关键物理概念和模型、高分子化学结构与其超分子结构及性能之间的基本关系，具备系统的高分子物理知识结构；了解本学科的新成果和发展状态，提高学生分析问题、解决问题及学以致用的能力，为今后的学习和工作打下扎实的专业基础。

（二）课程目标：

《高分子物理》课程按照高分子物理学科的重点内容进行教学，主要通过系统讲授聚合物的基本概念、聚合物的结构-性质关系、聚合物的表征技术对高分子物理的知识体系和结构进行梳理。本课程目标如下：

**课程目标1：**

1.1 掌握高分子物理的关键概念：常用聚合物的组成和结构，聚合物的链构象、尺寸、形状和分子量分布，聚合物稀溶液理论和相行为，聚合物的结晶和玻璃态，聚合物的流变及力学性能，聚合物热力学，聚合物自组装行为等。

1.2 理解高分子材料的结构-性能关系，如粘弹性与其化学和物理结构的关系。

1.3 熟悉一些常用和重要的表征聚合物结构和性能的技术。

1.4 认识到建立和理解高分子材料的结构-性能关系在其应用、开发和研究中的重要性

**课程目标2：**

2.1 能综合运用本课程和其它课程知识解释实际应用中不同高分子材料的结构和性能差异，学会根据不用应用需求简单设计、改性和表征高分子材料，学会借助文献调研了解学科最新动态，更新和完善已具备的知识体系。

2.2 具有科学思维和严密逻辑推理的能力，有自主学习和探索创新的能力，具有团队合作精神和意识。

**课程目标3：**具有爱国敬业精神和科学使命感，具备正确的个人价值取向和职业道德，有安全、生态和环保等职业素养。

**课程目标4：**熟练掌握高分子物理学科中的专业英语名词，能用两种语言学习，有较强的英语应用能力和国际交流能力，在高分子物理概念形成、知识积累和国际视野等方面都具有优势。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系：

**表1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程子目标** | **对应课程内容** | **对应毕业要求** |
| 课程目标1 | 1.1 | 第1，8-14，16章 | 毕业要求1 |
| 1.2 | 第13-14章 | 毕业要求1-2 |
| 1.3 | 第9-10章 | 毕业要求1-3 |
| 1.4 | 第15-16章 | 毕业要求1-3 |
| 课程目标2 | 2.1 | 全部章节 | 毕业要,1-5，11 |
| 2.2 | 全部章节 | 毕业要求2，9，12 |
| 课程目标3 | - | 全部章节 | 毕业要求6，7，8 |
| 课程目标4 | - | 全部章节 | 毕业要求10 |

三、教学内容、学时分配及教学进度

按照高分子物理学科的重点内容进行教学，主要通过系统讲授聚合物的基本概念、聚合物的结构-性质关系、聚合物的表征技术对高分子物理的知识体系和结构进行梳理。主要内容包括聚合物的结构、链模型、分子量及其分布的表示和测量方法，聚合物稀溶液理论，聚合物玻璃化和结晶性能及其表征手段，聚合物的流变和力学性能及其测量方法，聚合物的自组装行为及聚合物的主要应用。

第一章 引言

1.1 概念的诞生

1.2 基本定义

1.3 聚合物的合成

1.4 命名法

1.5 平均摩尔质量及分布

1.6 大小和形状

1.7 构型

1.8 玻璃化转变温度及熔点

1.9 弹性体、纤维及塑料

1.10 成纤维聚合物

1.11 塑料

1.12 热固性聚合物

1.13 弹性体

第八章 聚合物溶液

8.1 聚合物溶液热力学

8.2 小分子的理想混合物

8.3 非理想溶液

8.4 理论混合熵

8.5 混合焓变

8.6 混合自由能

8.7 理论的局限性

8.8 相平衡

8.9 Flory Krigbaum理论

8.10 θ温度的测定

8.11 低临界溶液温度

8.12 溶解度和内聚能密度

8.13 聚合物-聚合物混合物

8.14 相分离动力学

第九章 聚合物表征—摩尔质量

9.1 简介

9.2 摩尔质量、分子量及国际单位制

9.3 数均摩尔质量

9.4 端基分析

9.5 溶液的依数性

9.6 渗透压法

9.7 光散射法

9.8 动态光散射

9.9 黏度法

9.10 凝胶渗透色谱法

9.11 基质辅助激光解的电离质谱法

第十章 聚合物表征—链尺寸、结构及形态学

10.1 平均链尺寸

10.2 自由连接链模型

10.3 短程效应

10.4 链的刚性

10.5 稀溶液数据的处理

10.6 核磁共振

10.7 红外光谱

10.8 热分析

10.9 广角及小角散射

10.10 光学显微镜

第十一章 结晶态和部分有序结构

11.1 介绍

11.2 结晶机理

11.3 温度和增长速率

11.4 熔融

11.5 热力学参数

11.6 聚合物的晶体排列

11.7 形态与动力学

11.8 形态

11.9 结晶动力学

11.10 嵌段共聚物

11.11 聚合物液晶的发展历史

11.12 液晶相

11.13 中间相的识别

11.14 溶致性主链液晶聚合物

11.15 热致性主链液晶聚合物

11.16 支链液晶聚合物

11.17 手性向列型液晶聚合物

第十二章 玻璃态和玻璃化转变

12.1 无定形态

12.2 玻璃态

12.3 玻璃态松弛过程

12.4 玻璃化转变区域

12.5 理论处理

12.6 分子量对Tg的影响

12.7 结构松弛和物理老化

第十三章 流变和力学性能

13.1 流变学简介

13.2 黏弹行为的五个区间

13.3 黏性区

13.4 力学性能

13.5 描述黏弹性的力学模型

13.6 无定型聚合物的线性黏弹性行为

13.7 动态力学和介电热分析

13.8 时温叠加原理

13.9 动力黏度

13.10 黏弹性的分子

13.11 蠕动模型

第十四章 高弹态

14.1 介绍

14.2 硫化实验

14.3 弹性体的性质

14.4 类橡胶弹性的热力学方面

14.5 非理想弹性体

14.8 弹性体网络的溶胀

14.9 网络缺陷

14.10 弹性体的回弹性

第十五章 结构与性能的关系

15.1 概论

15.2 Tm和Tg的控制

15.3 Tm和Tg的联系

15.4 无规共聚物

15.5 共聚物组成对Tm和Tg的影响

15.6 嵌段共聚物

15.7 增塑剂

15.8 结晶度和力学响应

15.9 在纤维、塑料和弹性体上的应用

15.10 纤维

15.11 芳香族聚酰胺

15.12 聚乙烯

15.13 弹性体和交联网络

15.14 塑料

15.15 高温特种聚合物

15.16 碳纤维

第十六章 聚合物在电子工业中的应用

16.8 电活性聚合物

16.9 导电机理

**四、学时分配**

**表2：各章节的具体内容和学时分配表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章节 | 章节内容 | 学时分配 |
| 第一章 | 引言：聚合物简介，合成高分子的历史发展及未来 | 2 |
| 第八章 | 聚合物溶液 | 6 |
| 第九章 | 聚合物表征—摩尔质量 | 3 |
| 第十章 | 聚合物表征—链尺寸、结构及形态学 | 4 |
| 第十一章 | 结晶态和部分有序结构 | 5 |
| 第十二章 | 玻璃态和玻璃化转变 | 3 |
| 第十三章 | 流变和力学性能 | 4 |
| 第十四章 | 高弹态 | 2 |
| 第十五章 | 结构与性能的关系 | 2 |
| 第十六章 | 聚合物在电子工业中的应用 | 1 |

**五、教学进度**

**表3：教学进度表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 周次 | **教学内容** | 授课时数 | **相关书章** |
| 1 | 引言：聚合物简介，合成高分子的历史发展及未来 | 1 | 第一章：1.1-1.13；  第十六章：16.8-16.9 |
| 聚合物的分类，聚合链的不同结构，直链聚合物的构型异构 | 1 |
| 2 | 聚合物的分子量和分子量分布 | 1 | 第一章：1.5；  第九章：9.1-9.11 |
| 聚合物分子量和分子量分布的测量方法和技术 | 1 |
| 3 | 单链构象、形状、大小和大小分布—随机行走模型 | 2 | 第一章：1.6；  第十章：10.1-10.4 |
| 4 | 国庆假期 | | |
| 5 | 稀溶液中聚合物链的结构 | 1 | 第十章：10.5 |
| 聚合物溶液 (I) – 溶液的热力学 | 1 | 第八章：8.1-8.4 |
| 6 | 聚合物溶液 (II) – Flory-Huggins 理论 | 2 | 第八章：8.5-8.8 |
| 7 | 聚合物溶液 (III) – 相平衡和相分离动力学 | 2 | 第八章：8.9-8.14 |
| 8 | 聚合物溶液 (IV) – 聚合物共混物和嵌段共聚物的相行为 | 2 | 第八章：8.13；  第十一章：11.10 |
| 9 | 期中考试 | 2 | - |
| 10 | 弹性状态 (I) – 应力/应变简介； 高分子材料的应力应变行为； 橡胶弹性热力学 | 2 | 第十四章：14.1-14.5；14.8-14.10 |
| 11 | 玻璃态、玻璃化转变和测量方法 | 2 | 第十二章：12.1-12.7 |
| 12 | 流变特性简介 | 1 | 第十三章：13.1-13.4 |
| 粘弹性-松弛、蠕变玻尔兹曼叠加原理和动态响应 | 1 | 第十三章：13.5-13.7 |
| 13 | 粘弹性 - 时间-温度等效性 | 1 | 第十三章：13.7-13.9 |
| 粘弹性 - 机械模型和分子理论 | 1 | 第十三章：13.1-13.11 |
| 14 | （半）结晶态-链构象、薄片结构和球晶 | 1 | 第十一章：11.1-11.8 |
| （半）结晶态-动力学、机制和表征方法 | 1 | 第十章：10.8-10.10；  第十一章：11.3, 11.9 |
| 15 | 聚合物的部分有序状态—液晶聚合物，嵌段共聚物的自组装 | 2 | 第十一章：11.10-11.17 |
| 16 | 聚合物表征技术 | 2 | 第九章：9.1-9.11；  第十章：10.6-10.10 |
| 17 | 聚合物结构-性质关系 | 2 | 第十五章：15.1-15.16 |
| 18 | 期末复习 | 2 | 全部内容 |

**六、教材及参考书目**

1. J. M. G. Cowie and Valeria Arrighi, Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials, 3rd Ed., CRC Press, 2012. (ISBN: 9780849398131). 黄鹤老师编译， 北京机械工业出办社，2013, 12.

2. Gert Strobl, The Physics of Polymers – Concepts for Understanding Their Structures and Behavior, 3rd Ed., Springer Berlin Heidelberg, 2007. (ISBN: 9787111376705). 北京机械工业出办社, 2012, 4.

3. Richard A. L. Jones, Soft Condensed Matter, Oxford University Press, 2002. (ISBN: 9787030221261)，北京科学出版社，2008，6.

**七、教学方法**

授课方式：陈述法，师生互动，翻转课堂，小组讨论等

基本要求：

1. 课堂上通过讲授重、难点，用案例分析、小组讨论等方式帮助学生理解知识点。

3. 课后通过习题的练习，巩固和加深对高分子物理知识重点和难点的理解，融会贯通。

**八、考核方式及评定方法**

**（一）课程考核与课程目标的对应关系**

**表3：课程考核与课程目标的对应关系表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核要点** | **考核方式** |
| 课程目标1 | 知识储备 | 选择题，填空题，名词解释，简答题，计算题 |
| 课程目标2 | 能力达成 | 判断题，分析题 |
| 课程目标3 | 素质养成 | 分析题 |
| 课程目标4 | 能力达成 | 分析题 |

**（二）评定方法**

**1. 评定方法**

本课程为考试课，考核成绩构成为：平时成绩35% + 期中考试25% + 期末考试成绩40%。

（1）平时成绩由出勤率（5%）、作业（20%）及文献阅读报告（10）组成。

（2）期中考试和期末考试以闭卷形式进行。试卷考核围绕课程目标考察学生专业基础知识、问题分析、解决问题的能力。

**2．课程目标的考核占比与达成度分析**

**表4：课程目标的考核占比与达成度分析表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核占比**  **课程目标** | **平时（35%）** | **期中（25%）** | **期末（40%）** | **总评达成度** |
| 课程目标1 | 20% | 7% | 7% | {0.2ｘ平时目标1成绩+0.07ｘ期中目标1成绩+0.07ｘ期末目标1成绩}/34。 |
| 课程目标2 | 10% | 10% | 20% | {0.1ｘ平时目标1成绩+0.1ｘ期中目标1成绩+0.2ｘ期末目标1成绩}/40。 |
| 课程目标3 | 5% | 3% | 3% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.03ｘ期中目标1成绩+0.03ｘ期末目标1成绩}/11。 |
| 课程目标4 | 5% | 5% | 5% | {0.05ｘ平时目标1成绩+0.05ｘ期中目标1成绩+0.05ｘ期末目标1成绩}/15。 |

执笔人：宣孙婷

2021年6月2日