**《高分子物理》教学大纲**

1. **课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程号 | 300021040 | 课程中文名称 | | | | 高分子物理 | | |
| 学分 | 4 | 课程英文名称 | | | | Polymer Physics | | |
| 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，三年级本科生 | | | | | | | |
| 先修课程 | 高分子化学、材料科学与工程基础、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**

高分子物理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。高分子物理是研究聚合物结构与性能之间关系的一门学科。通过课程教学，培养学生掌握有关聚合物的多层次结构、分子运动及主要物理、机械性能的基本概念、基本理论和基本研究方法，为学生从事高分子设计、改性、加工，应用奠定基础。

本课程的任务：培养学生能够根据高分子的结构判断对应材料的基本性能，并根据应用需求选择合适聚合物材料以及相应适当的加工方法；培养学生利用高分子基本结构-性能关系，分子运动以及动力学与热力学等方面的高分子物理基本原理，对复杂工程问题中所涉及的高分子材料结构、改性、加工、应用等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**

Polymer physics is the basic specialty course for students majoring in polymer materials and engineering. Polymer physics is a discipline that studies the relationship between polymer structure and performance. Through this course, students are trained to master the basic concepts, theories and research methods of polymer structures, structure-property relationship from the molecular motion theory. This course will lay the foundation for the students engaging in polymers science in future including the polymers materials design, polymer modification and processing technology of polymer materials.

**Course objectives**: To cultivate students with the ability to judge the basic properties of polymer materials according to the structure of polymers, and to select appropriate polymer materials and appropriate processing methods of corresponding materials according to application requirements; to cultivate students with the ability to identify, express, analyze, and solve problems related to the structure, modification, processing, and application of polymer materials involved in complex engineering problems, using the basic structure-performance relationship of polymers, molecular motion, and basic dynamics and thermodynamics principles of polymer science.

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物理的基本概念、高分子材料的结构层次、非晶高聚物的力学三态及力学转变、结晶高聚物的结晶形态等；能明确掌握结构-性能关系，并根据使用性能需求选择合适的高分子材料以及根据材料性能选择合适的加工条件。

**课程目标2**：培养学生掌握基本的高分子溶液以及相行为热力学、高分子玻璃化转变温度的自由体积理论、以及高分子结晶动力学与热力学等动力学与热力学模型及分析方法，从而培养学生利用数学模型解决高分子的本质科学问题以及应用基本条件建立数学模型去解决高分子材料的结构-性能关系。

**课程目标3**：培养学生掌握高分子的分子量测定方法，溶剂的选择方法，以及改善和提高材料某些性能如强度、韧性、弹性等的方法，从而培养学生解决高分子材料实际工程问题的能力。

**课程目标4**：培养学生掌握高分子材料基本的力学、电学等性质，为高分子材料的高性能功能化应用提供正确的选材。能对复杂工程与应用问题中所涉及的高分子材料选材与改性方面的问题进行识别、表达以及分析，具有解决实际工程与应用问题的能力。

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1.2：能够针对高分子材料制备、加工及应用等具体问题建立数学模型并求解 | 0.4 | 0.2 | 0.4 |  |  |
| 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 | 0.2 | 0.6 |  | 0.2 |  |

1. **课程教学内容**
2. **高聚物的结构 （9学时）**

了解高分子各层次结构的特征及其与性能之间的关系。掌握内旋转、构象、柔顺性概念及影响柔顺性的各种因素，了解单个键的柔顺性与聚合物的刚柔之间的关系，掌握聚合物非晶态和晶态结构特征，取向的概念及其对性能的影响。了解高分子共混物和复合材料的织态结构、高分子液晶的结构和性能。

1. 高分子链的进程结构（1学时）
2. 高分子链的远程结构 （7学时）
3. 高聚物的凝聚态结构（1学时）

**重点**：高分子的结构层次，高分子链构象定义及构象统计，柔顺性及链段的概念，影响高分子链柔顺性的因素。

**难点**：高分子链尺寸的统计构象算法。

1. **高分子溶液 （9学时）**

了解高聚物的溶解特性，掌握溶度参数概念及溶剂选择的规律、增塑作用。了解浓溶液的重要特点及聚电解质的特点与应用。

1. 高分子溶液的本质和高分子稀溶液的热力学（1学时）
2. 高聚物的溶解特性及溶剂的选择和评价（2学时）
3. 高聚物的临界溶解条件（4学时）
4. 高分子浓溶液（1学时）
5. 聚电解质溶液简介（0.5学时）
6. 小结（0.5学时）

**重点**：高分子的溶解过程，高分子稀溶液热力学，高聚物的溶解特性及溶剂的选择。

**难点**：高分子的理想溶液状态与高聚物的临界溶解条件。

1. **高聚物的分子量及其分布（6学时）**

了解高聚物分子量的统计意义及分子量分布的表示方法。掌握应用高分子溶液性质测定分子量及分布的基本原理和基本方法(膜渗透压法、光散射法、粘度法和凝胶渗透色谱法，及溶解度分级)。

1. 高聚物分子量特点及分子量定义（1学时）
2. 高聚物数均分子量的测定（1学时）
3. 高聚物重均分子量的测定（1学时）
4. 高聚物黏均分子量的测定（1学时）
5. 高聚物的分子量分布（1学时）
6. 凝胶渗透色谱法 （GPC）（1学时）

**重点**：分子量的统计表达方法，膜渗透压发、光散射法、黏度法以及凝胶渗透色谱法测分子量的原理及步骤。

**难点**：光散射法与凝胶渗透色谱法测分子量的原理与方法。

1. **非晶态高聚物（15学时）**

在第一章引出链段概念的基础上，详细讲解高聚物分子运动的特点，高分子链运动单元多重性(主要为双重性)；高聚物分子运动的时间依赖性-松驰特性，分子运动对温度的依赖性。高聚物的力学状态和热转变。掌握玻璃化转变的现象，影响因素及测定方法。了解高弹性变应力-应变关系。掌握高弹性的熵弹本质。了解粘流态的特征，掌握非牛顿流体的类型，流动曲线和方程，了解流动过程中出现的各种弹性效应。

1. 非晶态高聚物的分子运动及力学状态（5学时）
2. 高聚物的玻璃化转变与玻璃态（4学时）
3. 高聚物的橡胶态（2学时）
4. 高聚物的粘流态（3学时）
5. 小结（1学时）

**重点**：高分子的分子运动特点，非晶高聚物的力学状态，高分子的玻璃化转变的自由体积理论，橡胶的热力学状态方程，高聚物的黏流态，影响玻璃化转变、黏流转变温度、黏度的因素。

**难点**：玻璃化转变的自由体积理论，橡胶的热力学状态方程。

1. **晶态高聚物（10学时）**

了解高聚物的结晶形态与结构、掌握高聚物的结晶能力与结晶条件、结晶动力学、结晶热力学的基本知识和实验方法。

1. 高聚物的结晶形态（1学时）
2. 高聚物的晶体结构（1学时）
3. 高聚物的结晶动力学与热力学（3学时）
4. 结晶高聚物的熔融（3学时）
5. 晶态高聚物的分子运动和力学状态（1学时）
6. 小结（1学时）

**重点**：高分子的常见结晶形态与形成条件，高分子结晶动力学与热力学，高分子晶体的熔点与影响熔点的因素，晶态高聚物的分子运动和力学状态与分子量以及结晶度之间的关系，结晶度及其测定方法。

**难点**：高分子的晶体结构模型，高分子结晶动力学与热力学。

1. **固体高聚物的力学性能（12学时）**

掌握高聚物的粘弹性概念、掌握时温等效的概念，掌握WLF方程的实际应用，掌握各类高聚物的应力-应变曲线及影响屈服和断裂强度的因素，掌握增强、增韧概念、了解其机理。一般了解断裂理论。

1. 概念（2学时）
2. 弹性与粘弹性（4学时）
3. 屈服与塑性（2学时）
4. 断裂和强度（3学时）
5. 其它力学性能（1学时）

**重点**：高分子力学性能的表征，粘弹性、时温等效等概念，不同聚合物的应力-应变曲线及影响屈服和断裂强度的因素。

**难点**：时温等效原理及应用，聚合物强度理论与断裂方式。

1. **高聚物的电学性质、热性质等(3学时)**

了解高聚物电学性质与高聚物结构的关系。

1. 高聚物的电学性质（1学时）
2. 高聚物的热性能 （0.5学时）
3. 高聚物的光学性质（0.5学时）
4. 高聚物的胶粘性能（0.5学时）
5. 高分子膜的透过性（0.5学时）

**重点**：高聚物的电学性质与高聚物结构之间的关系。

**难点**：高聚物电学性质与热性质的本质问题及应用分类等级。

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~第七章；

课程目标2对应本课程教学内容的第一章~第七章；

课程目标3对应本课程教学内容的第一章~第七章；

课程目标4对应本课程教学内容的第一章~第七章。

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 | 1，2，3 |
| 2 | 线上线下考核 | 10 | 2，4 |
| 3 | 期中考试 | 10 | 1，2，4 |
| 4 | 期末考试 | 50 | 1，2，3 |

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，4-5次平时随堂测试，完成质量良好，平均分90分以上 | 100~90（优） |
| 3-4次课后作业，3-4次平时随堂测试，完成质量良好，平均分为89~80 | 89~80（良） |
| 2-3次课后作业，2-3次平时随堂测试，完成质量较好，平均分为79~70 | 79~70（中） |
| 1-2次课后作业，1-2次平时随堂测试，完成质量较好，平均分为69~60 | 69~60（及格） |
| 1次课后作业/1次平时随堂测试及以下，以及完成质量差等，平均分低于60 | ＜60（不及格） |

注：具体根据学生完成质量等实际情况调整。

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4次及以上，平均分为100~90 | 100~90（优） |
| 积极参与文献阅读与线上/线下讨论3次，平均分为89~80 | 89~80（良） |
| 积极参与文献阅读与线上/线下讨论2次，平均分为79~70 | 79~70（中） |
| 参与文献阅读与线上/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） |

**注：具体根据学生完成质量等实际情况调整。**

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

**（一）教材**

《高分子物理》（第三版），何曼君主编，复旦大学出版社，2007年。

**（二）参考书：**

[1] 《Polymer Physics》, Michael Rubinstein and Ralph, OXFORD University Press，2003；

[2] 《高分子物理（第五版）》，华幼卿、金日光等主编，化学工业出版社（第五版），2019年；

[3] 《高聚物的结构与性能》，马德柱等主编，科学出版社（第二版），1995年；

[4] 《分子物理学中的标度概念》，P.G.德热纳|吴大诚//刘杰//朱谱新等译，高等教育出版社，2013年。

**（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，MOOC，SPOC，微信公众号，哔哩哔哩等。