

《高分子物理》教学大纲

课程名称：高分子物理

课程代码：X100046

学分：3.0

学时：48（讲课学时：48 实验学时：0 课内实践学时：0）

课程性质：专业基础课

英文名称：Polymer physics

选用教材：华幼卿，金日光. 高分子物理（第四版）. 北京:化学工业出版社, 2013

参考书：1.何曼君，张红东,陈维孝，董西侠. 高分子物理（第三版）. 上海: 复旦大学出版社, 2007

2.方征平，宋义虎,沈烈.高分子物理.杭州: 浙江大学出版社, 2005

3.励杭权,张晨,张帆. 高分子物理. 北京: 中国轻工业出版社, 2009

4. 王槐三，张会旗，侯彦辉，寇晓康. 高分子物理教程（第二版）.北京: 科学出版社, 2017

开课学期：秋季学期

适用专业：高分子材料与工程专业及相近专业本科学生

先修课程：大学物理、高等数学、有机化学、物理化学、高分子化学

开课单位：材料科学与工程学院

一、课程目标

通过本课程的理论教学，使学生具备下列能力：

1、理解高分子材料的链结构、聚集态结构及长链结构特殊的运动规律，并能够从分子运动的观点分析和解释高分子材料结构与性能的关系，同时结合数学、自然科学、工程基础等相关知识，进而建立高分子材料的设计、合成、改性、成型加工和实际应用之间的密切联系，理解其局限性并试图改进。

2、掌握高分子材料存在的各种物理现象及其与性能的关系，将其运用到高分子材料与工程领域复杂问题的分析和表述之中，并能够解决高分子材料在实际应用中的具体问题，更好地为高分子材料的合理、优化和高效使用服务。

3、掌握高分子物理中的基础理论知识，并基于高分子材料结构、性能与实际应用的相关性理解高分子材料领域复杂工程问题，用以明确高分子材料制备的

目标和方向,为高分子材料的合成工艺探索、性能研究和开发应用提供理论基础。

4、基于高分子材料领域实际复杂工程问题与社会发展需要,合理运用高分子物理的基本理论和研究方法,设计并实施相应的解决方案,同时进行合理的分析与解释,以获得合理有效的结论。

二、课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点(学生将具备的能力)	课程目标
2	2.2 能运用高分子材料及其相关领域的专业知识与技能,解决生产运行、技术开发、技术管理、工程设计、科学研究等高分子材料工程实践中的复杂工程问题。	课程目标 3 课程目标 4
3	3.1 基于数学、自然科学和高分子科学的基本原理,能够运用技术调研、文献检索、表征评价、数据分析等基本方法,对高分子材料领域的复杂工程问题进行识别、表达和分析。	课程目标 1 课程目标 2

三、课程教学内容及学时分配

1、绪论 (2 学时) (支撑课程目标 1)

内容: 高分子科学和高分子物理学的建立、发展和现状; 高分子材料的特点、在国民经济与高科技领域中的应用; 高分子物理的课程内容、学习方法、学习目的。

要求学生: 了解高分子科学和高分子物理的发展历史; 了解高分子的特点, 与小分子的差别及其根源, 对分子的认识上完成从小分子到大分子的过渡; 了解课程在高分子材料与工程专业中的地位。

2、高分子链的结构 (4 学时) (支撑课程目标 1、2、3)

内容: 高分子结构的特点, 高分子结构的内容, 高分子链的近程结构, 高分子链的远程结构, 高分子链的基本化学组成、构型、构造、构象, 高分子链的构象统计。

要求学生: 掌握高分子结构特点, 熟悉高分子结构的内容; 了解单个高分子链的基本化学结构、构造、构型; 理解高分子链的化学组成、构型、构造、序列结构不同时对高分子材料的影响; 掌握高分子链构型、构象、柔顺性、均方末端距和旋转半径的概念, 以及柔顺性的影响因素; 理解高分子链的构象统计计算方法和高分子链柔顺性的表征方法。

3、高分子的聚集态结构（6学时）（支撑课程目标 1、2、3）

内容：聚合物的各种凝聚态结构（晶态、非晶态、液晶态、取向和织态结构），高聚物分子间的作用，结晶热力学，高聚物的取向态结构，高聚物的结晶过程以及多组分聚合物。

要求学生：了解内聚能密度、晶态结构的基本概念；掌握聚合物晶态和非晶态结构特征，取向的概念及对性能的影响；了解结晶度的概念和测定方法及晶态和非晶态结构模型；了解液晶的分类、性质及应用；掌握聚合物多元聚集态结构及组分的相容性、相容条件、相界面性质。

4、高分子溶液（6学时）（支撑课程目标 1、2、3）

内容：高聚物溶解过程的特点，高分子溶液的热力学性质，高分子溶液的相平衡，共混聚合物相容性的热力学，聚电解质溶液，聚合物浓溶液。

要求学生：了解不同类别聚合物溶解过程差异；掌握溶解度参数的定义及其测量方法；掌握溶剂选择的原则和判断方法；掌握从 Flory-Huggins 格子模型理论出发，推导出混合熵、混合热、混合自由能和化学位与小分子理想溶液的差别及原因；理解 θ 溶液的含义；了解高分子溶液发生相分离及完全溶解的判定条件；了解聚电解质溶液和高分子浓溶液；了解增塑的机理及增塑剂的选择；了解聚合物共混物发生相分离的条件；了解聚合物共混物在不同区域发生相分离的机理及其特点。

5、聚合物的分子量和分子量分布（4学时）（支撑课程目标 1、2、3）

内容：聚合物的分子量及分子量分布，分子量及分子量分布的测试方法。

要求学生：掌握高分子的分子量的特点；掌握高分子分子量与高分子性能间的关系；掌握各种平均分子量的计算及分子量分布的意义；掌握各种测定高分子分子量的方法及其原理（包括渗透压法、光散射、粘度法和 GPC 法），测定范围及得到分子量的种类；高分子按分子量大小进行分离的原理和实验方法。

6、聚合物的分子运动和转变（6学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：聚合物分子热运动的主要特点，高聚物的力学状态和热转变，高聚物的玻璃化转变，玻璃化转变理论，高聚物的粘性流动的特点，影响粘流温度的因素，高聚物熔体的流动曲线。

要求学生：了解聚合物分子运动的特点；理解模量（或形变）-温度曲线各

力学状态和转变对应的分子运动情况；掌握玻璃化转变的现象、自由体积理论和动力学理论，以及影响因素和测定方法；理解聚合物分子结构和结晶能力和结晶速率的关系、等温结晶动力学、结晶聚合物熔融过程的特点和熔点的影响因素。

7、橡胶弹性（4学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：形变类型及描述力学行为的基本物理量，橡胶弹性的热力学方程，橡胶弹性统计理论，橡胶弹性的唯象理论，橡胶弹性的影响因素，热塑性弹性体。

要求学生：掌握橡胶与橡胶弹性的基本概念，橡胶弹性域交联网络结构的关系；掌握橡胶在受力状态下应力、应变、温度和分子结构之间的关系—橡胶状态方程；理解橡胶弹性的热力学分析、高斯统计理论与唯象理论；了解实际使用橡胶的重量与加工原料。能够理解橡胶弹性的应力-应变关系及其基本物理量的含义。

8、聚合物的黏弹性（6学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：聚合物的黏弹性，聚合物的力学松弛现象，黏弹性的数学描述方法，时温等效原理，研究黏弹性的实验方法，聚合物、共混物和复合材料的结构与动态力学性能关系。

要求学生：掌握高分子蠕变、应力松弛、动态力学行为等动态黏弹性现象，黏弹运动过程中能量储存于耗散原理；能够根据弹簧与粘壶、Maxwell 与 Kelvin 模型及多元件模型理解高分子的宏观松弛特征；能够根据 RBZ 理论与爬行理论理解高分子的微观松弛特征；能够掌握波耳兹曼叠加原理、时温等效原理的基本含义及其在聚合物松弛行为中的应用；了解聚合物黏弹性的测试方法。

9、聚合物的屈服和断裂（4学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：玻璃态和结晶态高聚物的力学性质，描述高聚物力学性质的基本物理量，聚合物的拉伸行为，聚合物的塑性和屈服，聚合物应力-应变曲线，聚合物断裂现象、韧性和强度的影响因素，聚合物的断裂理论和理论嵌段，聚合物增韧、增强的方法和机理。

要求学生：掌握非晶态、结晶高分子在不同温度下的拉伸行为（应力-应变曲线）、断裂特征及冷拉的概念和条件；掌握高分子的剪切屈服及真应力-应变曲线；掌握高分子的拉伸强度和冲击强度及其影响因素；掌握高分子的增韧及银纹化现象；能够理解高分子的脆-韧转变及增韧机理；理解常用的高聚物的断裂理论（裂纹应力集中效应和 Griffith 理论）；了解聚合物的增强和增韧的方法。

10、聚合物的流变性（4学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：牛顿流体和非牛顿流体，聚合物熔体的切黏度，多组分聚合物材料的流变行为，聚合物熔体的弹性效应，拉伸黏度。

要求学生：掌握高分子粘性流动的特征及其与牛顿流体的区别，能够利用幂律方程表征剪切黏度与非牛顿指数；了解剪切增稠和剪切变稀的机理，深刻理解高分子粘度的影响因素；了解高分子熔体的黏弹效应的表现及其物理本质；了解高分子拉伸粘度的含义；了解高分子剪切粘度与拉伸粘度的测试方法。

11、聚合物的电学性能、热性能和光学性能（2学时）（支撑课程目标 1、2、3、4）

内容：高聚物的极化及介电常数、高聚物的介电损耗、高聚物的导电性、高聚物的介电击穿、高聚物的静电现象等电学性能，聚合物的耐热性、热稳定性、导热性和热膨胀性等热性能，聚合物的光学性能。

要求学生：了解聚合物的导电性能，聚合物的介电性能与导电性能的应用，掌握导电聚合物的结构和性能之间的关系；了解聚合物的热性能及其应用，掌握聚合物热性能的影响因素和表征方法；了解聚合物的光学性质。

四、教学方法

1、以课堂讲授为主，学生参与课堂讨论，结合课后作业、文献总结、方案分析讨论、课堂测试、阶段考试、期末考试等教学环节共同实施。

2、采用多媒体课件、传统教学和在线课程平台辅助教学相结合。

3、在教学过程中注重理论联系实际，在讲解高分子物理的基本原理后，结合工程的实际例子说明这些原理在聚合物合成、改性、成型加工中是如何应用的，引导学生正确认识高分子材料结构与性能的关系；同时引入研究型教学，专门介绍高分子物理基本原理在具体的科研工作中的应用，从多方面提高学生识别和表达高分子材料领域复杂工程问题的能力。

4、布置与高分子物理课程内容相关的专题研讨，学生分组后需要相互合作、查阅文献、撰写报告等方式共同完成，以此提高学生在教学活动中的自由度和参与度，开发学生的思辨能力、协同能力、组织能力和口头表达能力，培养学生独立解决高分子材料领域复杂工程问题的能力，为学生就业后从事研发活动或终生学习打下坚实基础。

五、考核方式及成绩评定方式

成绩分配	评价环节	评估毕业要求
平时成绩（20分）	课后作业、课堂测验、案例探讨	
阶段成绩（40分）	阶段试题、期末试题	2.2（20分）；3.1（20分）
期末考试（40分）	阶段试题、期末试题	2.2（20分）；3.1（20分）

大纲撰写人：刘旸

课程组负责人：刘旸

大纲审核人：邸明伟、高振华

撰写日期：2017.8.6