

武汉工程大学硕士研究生入学考试
《高分子物理》考试大纲

一、课程基本信息

课程中文名称：高分子物理

课程英文名称：Polymer Physics

二、课程的性质与任务

高分子物理学的主要内容是阐述高分子材料的结构与性能之间的关系，它与高分子材料的设计、合成、改性、成型加工和实际应用等都具有非常密切的关系，是材料化学专业的最重要的专业技术基础课之一。

本课程的教学目的是使学生掌握高分子材料的结构与性能之间的内在联系及其规律，为后续的高聚物成型加工工艺等专业课程打下坚实的基础。它的主要任务就是系统阐述高分子的运动和高分子材料的高弹性、粘弹性、流变性、电性能和热力学性能。

三、课程教学基本要求

通过本课程的教学，应使学生达到如下要求：

1. 能够独立的阅读其他的高分子物理教材、参考书以及与高分子物理相关的文献资料专著，并能理解其主要内容，写出条理清晰的笔记、小结或心得
2. 基本掌握大分子微观结构与宏观性能之间的内在联系与规律，了解各种物理模型及其与实际状态的差异，并能深入了解最常用高分子材料的结构与性能特征。
3. 能根据需要和实际条件，应用高分子物理的基本理论、观点和方法分析、研究、计算或估算一般难度的毕业论文和教研中的高分子物理问题，并为后续的高分子加工成型工艺课程打下良好的理论基础。

四、理论教学内容和基本要求

1. 绪论

- (1) 本学科简史。
- (2) 高分子材料的特点、在国民经济与高科技领域中的应用。
- (3) 课程内容、学习方法、学习目的。

基本要求：

- (1) 了解高分子物理学所研究的对象及课程发展历史；
- (2) 了解高分子的特征、与小分子的不同之处；
- (3) 了解课程的在材料科学与工程专业中的地位；

2. 高分子链的结构

- (1) 单个高分子链的基本化学结构；
- (2) 构型的概念；
- (3) 构象的概念；
- (4) 高分子链的柔顺性的概念及主要影响因素；
- (5) 均方末端距的几何算法；
- (6) 高分子链柔顺性的表征；
- (7) 晶体和溶液中的构象；

(8) 一般了解蠕虫状链;

基本要求:

- (1) 了解单个高分子链的基本化学结构及构造, 高分子链的构型;
- (2) 理解当分子链的组成、构型、构造不同时, 高分子材料的性能会有很大差别。
- (3) 掌握高分子链的构象、柔顺性和链段的概念, 以及柔顺性的影响因素。

重点难点: 高分子的构型与构象之间的区别, 高分子的构象与柔顺性及其表征。

3. 高分子的聚集态结构

- (1) 内聚能密度的概念;
- (2) 晶体结构的基本概念;
- (3) 各种结晶形态和形成条件;
- (4) 聚合物晶态结构模型;
- (5) 结晶度及其测定方法;
- (6) 非晶态结构模型 (Yeh 两相球粒模型和 Flory 无规线团模型);
- (7) 液晶态的基本概念;
- (8) 液晶的结构特征和形成条件;
- (9) 液晶的特性和应用;
- (10) 聚合物的取向现象、取向机理、取向度的表征和应用;
- (11) 高分子合金的概念、相容性和组分含量与织态结构的关系;
- (12) 非相容高分子合金的增容方法和相容性表征;

基本要求:

- (1) 了解内聚能密度、晶体结构的基本概念;
- (2) 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;
- (3) 了解结晶度概念及其测定方法, 晶态结构和非晶态结构的模型;
- (4) 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, 理解各种结构对性能的影响。

重点难点: 聚合物非晶态和晶态结构特征, 取向、液晶态的概念及其对性能的影响。

4. 高分子溶液

- (1) 聚合物的溶解过程;
- (2) 溶剂的选择原则;
- (3) 溶解度参数的概念和测定;
- (4) Flory-Huggins 晶格模型理论的基本假设和高分子溶液热力学相关的基本公式;
- (5) 相互作用参数和第二维力系数 (A_2) 的物理意义;
- (6) q 溶液的含义和 q 条件;
- (7) 渗透压的概念及公式的应用;
- (8) 高分子溶液及多组分聚合物的相图和相分离机理;
- (9) 高分子浓溶液在聚合物增塑和溶液纺丝中的应用;
- (10) 溶胶与冻胶的概念;
- (11) 了解聚电解质溶液的特点和基本应用;

基本要求:

- (1) 了解不同聚合物的溶解过程差异;
- (2) 掌握溶度参数概念及溶剂选择的规律、增塑作用。
- (3) 掌握从 Flory-Huggins 晶格模型理论出发, 所推导出的高分子溶液混合过程的

混合热、混合熵、混合自由能和化学位与小分子理想溶液的差别及产生差别的原因；

- (4) 理解何为 Θ 溶液，相分离及其机理；
- (5) 了解浓溶液的重要特点及聚电解质的特点与应用。

重点难点： 溶度参数概念及溶剂选择的规律，高分子溶液热力学相关的基本公式

5. 高聚物的分子量和分子量分布

- (1) 各种平均分子量的统计意义和表达式；
- (2) 分子量分布宽度的表示方法（多分散系数、多分散指数、微分分布曲线、积分分布曲线）；
- (3) 端基分析法、气相渗透法、粘度法测分子量的基本原理、基本公式、测试方法、所测分子量的为哪一种平均分子量和分子量范围；
- (4) 聚合物的沉淀与溶解分级方法、原理，画出积分分布曲线和微分分布曲线；
- (5) GPC 的分离机理、实验方法、数据处理；

基本要求：

- (1) 了解高聚物分子量的统计意义及分子量分布的表示方法。
- (2) 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）

重点难点：各种统计平均分子量和分子量分布的表达式、表示方法及测量手段；GPC 测量分子量及分子量分布的方法和原理。

6. 聚合物的转变与松弛

- (1) 聚合物分子热运动的主要特点；
 - (2) 模量（或形变）— 温度曲线上的各种力学状态和转变所对应的分子运动情况；
 - (3) 玻璃化转变的现象、自由体积理论，一般了解热力学和动力学理论；
 - (4) 玻璃化温度的测定方法和影响因素及调节；
 - (5) 聚合物的分子结构和结晶能力的关系；
 - (6) 等温结晶动力学方程和应用；
 - (7) 结晶聚合物的熔融过程的特点和熔点的影响因素；
- 基本要求：
- (1) 了解聚合物分子热运动的主要特点；
 - (2) 理解模量（或形变）— 温度曲线上的各种力学状态和转变所对应的分子运动情况；
 - (3) 掌握玻璃化转变的现象、自由体积理论，以及玻璃化温度的测定方法和影响因素及调节；
 - (4) 理解分子结构和结晶能力的关系；等温结晶动力学方程和应用；结晶聚合物的熔融过程的特点和熔点的影响因素。

重点难点：掌握玻璃化转变过程中所对应的自由体积理论、玻璃化温度、玻璃化温度的测定方法及影响因素和调节手段； 分子运动与分子结构和力学状态之间的关系。

7. 橡胶弹性

- (1) 橡胶弹性的特点；
- (2) 通过热力学分析掌握橡胶弹性的本质；
- (3) 橡胶状态方程及一般修正；
- (4) 一般了解“幻影网络”理论和唯象理论；

(5) 熟习橡胶和热塑性弹性体结构与性能关系;

基本要求:

(1) 了解橡胶弹性的特点;

(2) 掌握橡胶弹性本质及在受力状态下的应力、应变、温度和分子结构之间相互关系。

重点难点: 掌握橡胶弹性本质及在受力状态下的应力、应变、温度和分子结构之间相互关系。

8. 聚合物的粘弹性

(1) 聚合物的粘弹性现象和分子机理 (包括蠕变现象、应力松弛现象、滞后现象、力学损耗);

(2) 粘弹性的力学模型理论 (Maxwell 模型、Kelvin 模型和多元件模型);

(3) 松弛时间谱和推迟时间谱的物理意义;

(4) 一般了解分子理论;

(5) Boltzmann 叠加原理及应用;

(6) 时温等效原理 (WLF 方程) 及应用;

(7) 测定高聚物粘弹性的实验方法;

(8) 掌握储能模量、损耗模量、损耗角正切、对数减量之间关系;

(9) 建立分子运动与动态力学谱之间的关系;

基本要求:

(1) 掌握聚合物的粘弹性现象和分子机理; 测定高聚物粘弹性的实验方法;

(2) 了解粘弹性的力学模型理论分子理论

(3) 掌握时温等效原理 (WLF 方程) 及应用;

(4) 理解储能模量、损耗模量、损耗角正切、对数减量之间关系。

重点难点: 聚合物材料在受力情况下所产生的各种粘弹性现象、分子运动机理、力学模型及数学描述; 时温等效原理及其应用

9. 聚合物的屈服和断裂

(1) 聚合物应力 — 应变曲线、从该曲线所能获得的重要信息, 以及各种因素对应力 — 应变曲线影响;

(2) 屈服现象和机理, 银纹、剪切带的概念, 了解屈服判据;

(3) 聚合物的强度、韧性和疲劳等概念;

(4) 格里非斯的脆性断裂理论;

(5) 聚合物强度的影响因素、增强方法和增强机理;

(6) 聚合物韧性的影响因素、增韧方法和增韧机理;

基本要求:

(1) 掌握聚合物应力 — 应变曲线、从该曲线所能获得的重要信息, 以及各种因素对应力 — 应变曲线影响;

(2) 理解屈服现象和机理, 银纹、剪切带的概念, 了解屈服判据;

(3) 掌握韧性和强度的影响因素及增韧、增强方法和机理。

重点难点: 会从聚合物应力 — 应变曲线获取信息, 掌握屈服和断裂现象及其机理、韧性和强度的影响因素及增韧、增强方法和机理。

10. 聚合物的流变性

(1) 聚合物粘性流动的特点;

- (2) 非牛顿流体的概念和种类及产生的原因;
- (3) 聚合物熔体剪切粘度的主要测定方法;
- (4) 影响高聚物熔体剪切粘度的因素;
- (5) 聚合物熔体的弹性现象和原因;
- (6) 一般了解拉伸流动;

基本要求:

- (1) 了解聚合物粘性流动的特点;
- (2) 理解非牛顿流体的概念和种类及产生的原因;
- (3) 掌握影响高聚物熔体剪切粘度的因素, 聚合物熔体的弹性现象和原因。

重点难点: 掌握由于聚合物是长链大分子所带来的流动特征与小分子的不同, 重点学习粘度的影响因素及改善加工流动性的方法。

11. 聚合物的电学性能

- (1) 聚合物的介电性能;
- (2) 聚合物的介电松弛;
- (3) 聚合物的导电性能;
- (4) 导电聚合物的结构与性能;
- (5) 导电性复合材料;

基本要求:

- (1) 了解聚合物的导电性能;
- (2) 了解聚合物的介电性能与导电性能的应用;
- (3) 掌握导电聚合物的结构与性能之间的关系。

重点难点: 掌握由于聚合物大的共轭体系, 电子自由流动而具有导电性, 重点学习聚合物的介电性能和导电性得到广泛应用的原因。

五、考试辅导书

1. 金日光, 华幼卿主编. 高分子物理(第三版). 北京: 化学工业出版社, 2007
2. 何曼君, 陈维孝, 董西侠. 高分子物理(修订版). 上海: 复旦大学出版社, 1990
3. 马德柱, 何平笙, 徐种德, 周漪琴. 高聚物的结构与性能. 北京: 科学出版社, 1995
4. 董炎明, 胡晓兰. 高分子物理学习指导. 北京: 科学出版社, 2005