

2024年硕士研究生自命题科目考试大纲

科目代码、科目名称:	810 高分子化学与物理 (高分子化部分)
一、基本内容	
第一章 绪论	
要求学生掌握:	
1、高分子化合物的基本概念、命名及分类、常见聚合物的英文缩写;	
2、聚合反应及其分类、连锁与逐步聚合的异同点、常见高分子的合成反应方程式;	
3、高分子的分子量与多分散性的概念及其表达方式;	
4、高分子的基本结构及形态;	
5、了解高分子科学及其工业的发展概况。	
第二章 逐步聚合	
本章是高分子化学中的重点章节之一。要求学生掌握:	
1、逐步聚合反应的特点、常用的缩聚反应的单体;	
2、反应程度、官能度、官能团等活性概念、凝胶现象、凝胶点、界面缩聚、链交换等基本概念;	
3、掌握缩聚反应动力学、影响缩聚反应动力学的因素;	
4、线型缩聚反应中影响聚合度的因素及控制聚合度的方法;	
5、体型缩聚的特点及凝胶点的预测方法、Carothers 方程的应用;	
6、逐步聚合反应的实施方法; 常见缩聚物, 聚酯、尼龙等的合成工艺。	
第三章 自由基聚合	
本章是高分子化学的重点章节之一。要求学生掌握:	
1、自由基的基本概念、烯类单体对聚合机理的选择性, 可自由基聚合的单体;	
2、自由基聚合反应机理及其各步的特性, 自由基聚合与逐步聚合的异同点;	
3、自由基聚合的引发类型、主要引发剂的种类及分解反应方程式、使用温度及其特点、引发剂的分解反应动力学及其引发活性、引发剂效率及其影响因素、引发剂的选择原则; 了解光、热及辐射引发等其它引发作用;	
4、自由基聚合反应动力学曲线, 膨胀计法研究自由基聚合动力学, 自由基聚合动力学方程的推导及其所作的假定, 影响聚合动力学的因素, 温度对聚合速率的影响, 自动加速现象及其影响因素、宏观自由基聚合速率; 引发剂用量、聚合温度对聚合速率的影响;	
5、动力学链长的定义, 动力学链长与引发剂、聚合速率、温度的关系, 动力学链长与聚合度的关系, 引发剂用量、温度对聚合度的影响;	
6、链转移反应, 链转移对聚合度的影响, 向引发剂、单体、溶剂及链转移剂的链转移, 链转移常数, 分子量调节剂, 自由基聚合的分子量调节方法, 向大分子链转移;	
7、阻聚及缓聚现象, 阻聚剂的种类及阻聚机理, 常见的阻聚剂, 烯丙基单体的自阻聚作用;	
8、聚合热力学, 影响聚合热的因素, 聚合上限温度;	
9、可控自由基聚合的基本原理, 原子转移自由基聚合, RAFT 聚合。	

第四章 自由基共聚合

本章是高分子化学的重点章节之一。要求学生掌握：

- 1、常见共聚物的类型及结构，共聚物的命名；
- 2、二元共聚的共聚物组成方程及推导，竞聚率的意义，典型共聚类型及共聚物组成曲线，转化率与组成的关系；共聚组成的控制方法；
- 3、自由基及单体的相对活性，自由基及单体的活性与取代基的关系，共轭效应，极性效应，位阻效应，Q-e 概念。

第五章 聚合方法

要求学生掌握：

- 1、常见自由基聚合实施方法，各种聚合方法的特点、组成及优缺点、工业应用；
- 2、本体聚合、溶液聚合的特点，聚甲基丙烯酸甲酯的本体聚合，聚醋酸乙烯酯的溶液聚合；
- 3、掌握悬浮聚合、悬浮聚合的关键因素、聚苯乙烯及聚氯乙烯的悬浮聚合；
- 4、乳液聚合的机理特点，乳化剂的种类及作用，乳液聚合过程、成核机理及动力学，聚醋酸乙烯酯的乳液聚合。

第六章：离子型聚合

要求学生掌握：

- 1、离子聚合机理及特点，活性种的形式，离子聚合的工业应用；
- 2、阴离子聚合单体，引发剂，单体与引发剂的匹配，阴离子聚合机理特点，聚合动力学，分子量及其分布，活性高分子的特征及其应用，溶剂、温度及反离子对反应速度及分子量的影响，阴离子聚合的聚合速率及分子量的控制，嵌段共聚物 SBS 的合成；
- 3、阳离子聚合单体，引发剂及基特点，阳离子聚合机理及特点，异构化聚合，聚合动力学，溶剂、温度对聚合速率及分子量的影响，阳离子聚合的聚合速率及分子量的控制，丁基橡胶的合成。

第七章 配位聚合

要求学生掌握：

- 1、聚合物的立构现象、等规度、定向聚合等基本概念及 Ziegler-Natta 催化体系；
- 2、丙烯的配位离子聚合的机理及定向成因。

第九章：聚合物的化学反应

要求学生掌握：

- 1、聚合物化学反应的特点及影响因素，聚合物化学反应的分类；
- 2、聚合度相似的化学转变，纤维素的改性、聚乙烯醇的合成、聚苯乙烯基离子交换树脂；
- 3、聚合度变大的化学转变，聚合物的交联（天然橡胶、聚乙烯、聚丙烯、乙丙橡胶、不饱和聚酯），聚合物的接枝（HIPS、ABS）及聚合物的扩链；
- 4、聚合度变小的化学转变，聚合物的热降解机理，聚合物老化及降解，聚合物的燃烧及阻燃。

二、考试要求（包括题型、分数比例、是否使用计算器等）

1、名词解释（共计 10 分）

2、方程式（20 分）

3、问答题（15 分）

4、计算题（15 分）

5、实验题（15 分）

不可使用计算器，考试时间为 3 小时

三、主要参考书目

《高分子化学》（第五版），潘祖仁，化学工业出版社，2014 年；《高分子实验及仪器操作》，李坚，曹峥，化学工业出版社，2020 年

科目代码、科目名称：810 高分子化学与物理（高分子物理部分）

一、基本内容

第一章 高分子的链结构

1、聚合物结构层次的基本概念、每个结构层次所包含的内容、特点以及不同结构层次之间的相互关系、高分子近程结构所涉及的内容以及它们对聚合物性能的影响。

2、共聚组成和序列分布对聚合物性能的影响、高分子构型的基本概念、高分子立构规整性的概念、聚合物远程结构的概念、高分子内旋转构象的基本概念。

3、大分子在不同聚集态中的构象状态、高分子链柔性的基本概念、链段的基本概念、链柔性及构象转变及链段运动的关系、影响链柔性的各种因素。

4、大分子链构象尺寸统计计算的意义、自由结合链和自由旋转链模型、均方末端距几何计算方法中的推导、均方末端距统计计算中的推导、等效自由结合链、高分子链柔性的定量表征方法。

掌握高分子近程结构所涉及的内容以及它们对聚合物性能的影响；掌握链段及链柔性概念和影响因素；掌握等效自由结合链概念处理真实分子链的方法。

第二章 高分子的凝聚态结构

1、聚合物分子间作用力与聚集态结构和物理性能之间的关系、聚合物结晶的微观结构、聚合物结晶的亚微观结构、同质多晶现象和结晶形态的多样性。

2、描述聚合物晶态结构的三个模型及其实验依据，模型特点、局限性、聚合物结晶度的概念，熟悉测试方法、结晶对聚合物物理性能的影响。

3、聚合物非晶态结构的两个模型、聚合物取向和取向态结构的概念、取向对聚合物物理性能的影响。

4、聚合物共混目的和意义、共混相容性的概念以及相容性与共混形态的关系、非均相共混体系聚集态结构特点和几种典型结构、橡胶增韧塑料共混形态要求。

掌握高分子聚集态结构的分类、其结构与性能之间的关系。

第三章 高分子溶液

1、聚合物的溶解或溶胀过程、聚合物溶剂选择规则、聚合物内聚能密度的测量方法。

2、Flory-Huggins 参数物理意义和判断溶剂优劣方法、聚合物溶液 θ 状态物理意义。

3、聚合物浓溶液的含义、聚合物增塑机理、溶液纺丝过程及对溶液的要求。

掌握高分子的溶解过程和溶剂选择方法；掌握判断溶剂优劣的方法。

第四章 聚合物的分子量和分子量分布

1、聚合物分子量多分散性的概念以及统计平均意义、聚合物分子量分布的各种表示方法。

2、数均分子量的测量方法，特别是渗透压法、使用乌氏黏度计测定聚合物黏均分子量的方法。

3、利用溶解度对聚合物分子量分级的原理和方法、GPC 的工作原理和仪器结构、GPC 测量聚合物分子量大小和分布的方法。

掌握分子量的统计意义、各种测试方法的原理、适用性和局限性。

第五章 聚合物的分子运动和转变

1、聚合物分子运动特点、分子运动与聚合物力学状态之间对应关系、聚合物形

变-温度曲线因素和影响规律。

2、玻璃化转变和玻璃化温度的概念、玻璃化转变的理论意义和工业意义、玻璃化温度的测定方法。

3、影响玻璃化转变的各种因素和影响规律、调节和控制玻璃化温度的方法、玻璃化温度下次级转变的机理和对聚合物性能的影响。

4、黏流转变的机理、黏流温度的影响因素、聚合物结构与其结晶能力的关系、聚合物的结晶过程以及研究聚合物结晶过程的实验方法。

5、Avrami 方程处理聚合物等温结晶动力学的过程、影响结晶速率的各种因素及影响规律。

6、聚合物结晶熔融过程的特点、聚合物结晶熔点的测定方法、影响聚合物结晶熔点的各种因素、聚合物橡胶态的特点及其与应用的关系。

熟悉聚合物分子运动的特点；掌握松弛过程的概念以及与观察时间的关系；掌握松弛时间与温度的对应关系。熟练掌握聚合物在不同温度范围出现不同力学状态的原因，熟悉非晶、结晶、交联、增塑以及分子量对聚合物形变-温度曲线的影响。熟悉测定聚合物 T_g 温度的方法；熟悉玻璃化转变的各种机理，掌握自由体积理论。熟悉影响聚合物玻璃化温度的因素。了解次级转变的机理。熟悉聚合物熔体的流动机理以及影响黏流温度的因素。了解影响聚合物结晶能力的因素；熟练掌握聚合物等温结晶动力学（Avrami 方程处理聚合物结晶动力学）；熟悉影响聚合物结晶过程的各种因素。熟悉结晶聚合物的熔融过程；掌握测定结晶聚合物熔点的方法；熟练掌握影响结晶熔点的各种因素。

第六章 橡胶弹性理论

1、橡胶的使用温度范围，高弹性特点。橡胶弹性热力学方程式；对热力学方程式的讨论。

2、橡胶状态方程式；橡胶状态方程式意义及其应用。内能对橡胶弹性的贡献；交联聚合物溶胀平衡方程式。

了解高弹态的特点。掌握理想高弹体和熵弹性的概念。熟悉交联橡胶的状态方程式的推导和实际意义。熟悉交联橡胶溶胀平衡方程式的推导和应用。

第七章 聚合物的黏弹性

1、聚合物的各种黏弹性现象。聚合物在交变应力作用下的力学响应；复数模量、储能模量、损耗模量、内耗的概念及之间的关系。

2、聚合物黏弹性的四种模型。Boltzmann 叠加原理的基本概念；时温等效原理及其应用。

掌握黏弹性与力学松弛的基本概念（静态黏弹性——蠕变、应力松弛；动态黏弹性——滞后、力学损耗）。了解交变应力和应变下材料的响应（复数模量、储能模量、损耗模量、内耗的意义、表达式）。熟悉各种黏弹性模型的构成、适用性和局限性。掌握 W.L.F 方程的意义和实际应用；了解 Boltzmann 叠加原理；熟悉时温等效原理和它的实际应用。

第八章 聚合物的屈服和断裂

1、表征聚合物力学性能的各种参数。玻璃态和晶态聚合物的拉伸应力应变曲线；强迫高弹形变产生的原因及影响因素。

2、聚合物的屈服理论；聚合物的断裂机理。影响聚合物强度的各种因素。

熟悉描述力学性能的基本物理量。熟悉聚合物材料的各种应力-应变曲线；掌握

强迫高弹形变产生的原因和影响强迫高弹形变的因素。了解聚合物的屈服形变机理——银纹屈服和剪切屈服；了解聚合物材料的脆性断裂和韧性断裂。了解聚合物的理论强度和实际强度；熟悉聚合物各种断裂理论；熟悉影响聚合物强度的各种因素。

第九章 聚合物的流变性能

1、流体的各种流动行为；假塑性流体的概念、聚合物流体呈假塑性流动行为的原因。聚合物熔体流动行为的表征；聚合物的流动曲线。

2、加工条件对聚合物熔体黏度的影响；链结构与聚合物熔体流动行为的关系。聚合物熔体的各种弹性效应。

熟悉各种不同类型的非牛顿流体。熟悉聚合物的流动曲线；熟悉聚合物流动性的各种表征方法。熟练掌握影响聚合物熔体黏度和流动性的各种因素——链结构、温度、剪切速率和剪切应力；了解聚合物熔体弹性效应产生的原因以及减轻弹性效应的措施。

二、考试要求（包括题型、分数比例、是否使用计算器等）

1、名词解释（共计 10 分）

2、问答题（共计 48 分）

3、画图题（共计 10 分）

4、计算题（共计 7 分）

不可使用计算器，考试时间为 3 小时

三、主要参考书目

《高分子物理》（第五版），华幼卿、金日光，化学工业出版社，2019 年；《高分子实验及仪器操作》，李坚，曹峥，化学工业出版社，2020 年