

北京化工大学攻读硕士学位研究生入学考试

《高分子化学与物理》复试大纲

一. 适用的招生专业

化学、材料科学与工程、……。

二. 考试的基本要求

高分子化学部分：

要求考生系统地掌握高分子化合物的基本概念，高分子化合物的合成反应原理、反应动力学、热力学，聚合物的合成方法、以及聚合物的化学反应。要求考生具有抽象思维能力、逻辑推理能力、和综合运用所学的知识分析问题和解决问题的能力。

1. 掌握高分子化学的基本概念；聚合物分类及命名、聚合反应分类及相互关系。
2. 掌握从单体结构等因素入手，用热力学、动力学方法分析单体进行均聚合、共聚合反应的能力。
3. 掌握各种连锁聚合反应（自由基聚合、阳离子聚合、阴离子聚合、配位聚合、开环聚合、易位聚合）机理的特点、基元反应；单体与引发剂的匹配、反应速率、相对分子质量、立构的控制等。
4. 掌握各种逐步聚合反应机理的特点，聚合度的控制等。
5. 掌握各种共聚合反应的机理、共聚组成的控制等
6. 掌握聚合物化学反应的基本特点、主要的聚合物化学反应。
7. 掌握基本的聚合方法，具有制定聚合配方，选择工艺条件、制定聚合实施方案的能力；分析和解决问题的能力。
8. 掌握主要聚合物的合成机理、聚合方法、聚合工艺等。

高分子物理部分：

“高分子物理”是以聚合物为研究对象、以聚合物结构与性能关系为主要研究内容的一门学科。考试内容包括三个部分：聚合物的结构、聚合物的分子运动、聚合物的各种物理性能。以聚合物结构与性能关系为主线、以分子运动为联系结构与性能的桥梁，重点考核高分子的链结构（包括化学组成、形状、形态、分子量和分子量分布）、凝聚态结构（包括晶态、非晶态、液晶态、取向及织态结构）和各种物理性能（包括溶液性质、力学性质、流动性质、电学性质等），并包括聚合物的结构、分子运动、分子量及其分布及各种物理力学性能的测试方法等。

- 1、掌握高分子链的基本结构，构造、构型与构象的基本概念，影响柔性的因素，构象的统计分析与计算。
- 2、掌握聚合物的凝聚态结构（晶态、非晶态与液晶态）与取向结构的基本结构特点；结晶度与取向度的定义、计算与测定方法
- 3、掌握高分子溶液的溶解过程，溶度参数、第二维利系数、哈金斯参数的物理意义，高分子溶

液与多组分聚合物的相分离机理。

4、掌握各种平均分子量与分子量分布的定义、计算与测定方法

5、掌握高分子的运动特点，玻璃化转变理论，玻璃化转变温度、结晶速度与熔点的基本概念、影响因素、与测定方法

6、橡胶弹性的特点、产生条件，橡胶弹性热力学分析，橡胶的统计状态方程，网络的溶胀

7、蠕变、应力松弛、滞后与内耗的基本概念、影响因素及表征方法，线性粘弹性模型，时-温等效原理，动态力学谱与次级转变

8、屈服、银纹、剪切带、脆韧转变温度与断裂的基本概念，格里菲斯断裂理论，增强与增韧的途径与机理

9、牛顿流体与非牛顿流体，聚合物的粘性流动曲线，粘度的测定方法与影响因素，聚合物流体的弹性响应

三. 考试的方法和考试时间

考试为闭卷笔试，可以使用无字典和编程功能的电子计算器；考试时间为 3 小时。

四. 考试的主要内容与要求

高分子化学部分：

1. 高分子化学的基本概念

高分子基本概念，包括单体、高分子、聚合物、低聚物、结构单元、重复单元、单体单元、链节、主链、侧链、端基、侧基、聚合度、相对分子质量等。

基本的聚合反应类型，如加成聚合与缩合聚合；连锁聚合与逐步聚合。

聚合物的主要命名方法。

从不同角度对聚合物进行分类。

2. 自由基聚合

运用热力学(ΔE , ΔS , T , P)、动力学（空间效应-聚合能力, 电子效应-聚合类型）对单体聚合能力进行分析、判断。

自由基聚合主要基元反应特征，自由基聚合总体反应特征。

自由基聚合常用引发剂：种类、分子式、符号、分解反应式、特点；表征引发剂活性的四个参数，引发剂效率，诱导分解，笼蔽效应；引发剂选择原则。

聚合速率：表达式、主要影响因素及控制手段，包括：

聚合初期聚合反应速率的推导、三个假设、反应级数的变化；

聚合中后期的反应速率的研究：自动加速现象，凝胶效应，沉淀效应等。

相对分子质量：表达式、主要影响因素及控制手段，包括：

动力学链长、自由基寿命、聚合度的表达式、链转移主要类型及对聚合度的影响、阻聚、缓聚、相对分子质量调节剂。

3. 离子聚合

阳离子聚合常用单体与引发剂。

阳离子聚合机理，包括基元反应、特点、异构化聚合、假阳离子聚合。

阳离子聚合离子对平衡式及其影响因素

阴离子聚合常用单体、引发剂及单体与引发剂的匹配

阴离子聚合机理，包括基元反应、特点、活性阴离子聚合原理、特点及主要应用。

离子聚合活性中心存在形式及活性、离子对平衡及影响因素。

阴离子、阳离子聚合、自由基聚合的比较。

4. 配位聚合

聚合物的立体异构概念、命名及立构规整度。

基本概念，如配位聚合、络合聚合、定向聚合、有规立构聚合，Ziegler-Natta 聚合。

Ziegler-Natta 催化剂的主要类型（如两组分催化剂、三组分催化剂、载体型催化剂、茂金属催化剂、后过渡金属催化剂）、组成、活性、特点。

了解丙烯单金属、双金属配位聚合机理、二烯烃配位聚合机理。

了解易位聚合。

5. 开环聚合

单体开环聚合能力分析、常见开环聚合种类及开环聚合基本原理。

6. 共聚合

共聚合基本概念，共聚物主要类型与命名。

共聚组成微分方程推导、假设的运用、产生偏差的主要原因。

典型的共聚形式及其共聚组成曲线、特点。

影响共聚组成的主要因素及主要控制方法。

单体与活性中心相对活性判断、影响因素与基本规律。

离子型共聚与自由基共聚的比较

7. 逐步聚合

逐步聚合反应分类及主要产物的合成。

官能团等活性理论。

线形逐步聚合反应聚合度的控制（理论计算与实施）。

体型逐步聚合：预聚物的主要类型、合成、特点；凝胶点的控制（理论计算与实施）。

线形、体型逐步聚合、连锁聚合的比较。

8. 聚合方法

连锁聚合的主要实施方法：基本组成及作用、特点、典型品种实施例。

逐步聚合的主要实施方法：基本组成及作用、特点、典型品种实施例。

了解其他的聚合实施方法。

各种聚合实施方法的比较与选择。

常用聚合物的合成。

9. 聚合物的化学反应

聚合物的化学反应特征及影响因素。

重要的聚合物的相似转变反应：纤维素、聚醋酸乙烯、离子交换树脂等。

重要的聚合度变大的反应：橡胶硫化、过氧化物交联、HIPS、ABS、SBS 等。

重要的降解反应：PMMA、PE、PP、PVC 等。

功能高分子的主要类型和合成方法。

高分子物理部分：

第一章 高分子链的结构

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

第二章 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；

第三章 高分子溶液

- 1、高聚物的溶解过程；
- 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（ χ_1 ）和第二维力系数（ A_2 ）的物理意义；
- 6、 θ 溶液的含义和 θ 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、凝胶与冻胶的概念；

第四章 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、PC 的分离机理、实验方法、数据处理；

第五章 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；

第六章 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；

第七章 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、弛时间谱和推迟时间谱的物理意义；
- 4、Boltzmann 叠加原理及应用；
- 5、时温等效原理（WLF 方程）及应用；
- 6、测定高聚物粘弹性的实验方法；
- 7、储能模量、损耗模量、损耗角正切、对数减量之间的关系；
- 8、分子运动与动态力学谱之间的关系；

第八章 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、格里菲斯的脆性断裂理论；
- 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；

第九章 聚合物的流变性

- 1、牛顿流体和非牛顿流体
- 2、聚合物粘性流动的特点
- 3、聚合物熔体切粘度的测定方法
- 4、聚合物熔体切粘度的影响因素及分子解释
- 5、聚合物熔体的弹性表现

五. 试卷结构

试卷满分 150 分，题型包括解答题、计算题。

六. 主要参考书

张兴英、程珏、赵京波. 高分子化学. 化学工业出版社, 2006

华幼卿、金日光, 高分子物理, 化学工业出版社, 2002