# 865《材料物理化学》复习大纲

目录

（方向一）复习大纲 …………………………………………....2

（方向二）复习大纲 ………………………………………..…..5

# 865《材料物理化学》（方向一）复习大纲

**一、考试的基本要求**

要求学生比较系统地理解和掌握材料物理化学的基本概念和基本理论，

材料物理化学（方向一）要求学生掌握晶体结构、结晶化学、晶体结构缺陷的基本概念和基础理论；掌握玻璃体、表面与界面的基本理论与基本概念；熟悉相平衡图的基本概念，掌握相图的应用，能进行相图的分析；掌握扩散、固相反应、相变和烧结等高温过程动力学的基本理论与基本概念；具备一定的分析和解决实际问题的能力。

**二、考试方式和考试时间**

闭卷考试，总分150，考试时间为3小时。

**三、参考书目（仅供参考）**

《无机材料科学基础》，张其土主编，华东理工大学出版社，2007年；

《无机材料科学基础》，宋晓岚黄学辉主编，化学工业出版社，2006年；

《无机材料科学基础》，曾燕伟主编，武汉理工大学出版社 ，2008年。

**四、试题类型：**

主要包括选择题、是非题、名词解释、简答题、计算题、论述题等类型，并根据每年的考试要求做相应调整。

**五、考试内容及要求**

**第一部分 晶体结构基础**

**掌握：**晶体的基本概念与性质，单位平行六面体的划分原则，晶体的对称要素、点群、晶面符号与晶棱符号，结晶化学的基本原理，晶体的宏观对称，晶体的微观对称，晶胞的概念，空间群的概念，球体紧密堆积原理；金刚石结构、NaCl结构、硫化锌结构、萤石结构、金红石结构，刚玉结构、钙钛矿结构、尖晶石结构等典型晶体结构的特征，以及晶胞参数等的计算；硅酸盐结构与分类，各种类型的典型硅酸盐结构。

**熟悉：**晶体的宏观对称，晶体的微观对称，晶胞的概念，空间群的概念，球体紧密堆积原理，NaCl结构、金刚石结构、萤石结构、钙钛矿结构、尖晶石结构和层状硅酸盐结构，离子晶体结构中负离子的堆积方式、正离子的配位数、正离子占据的空隙位置。

**第二部分 晶体结构缺陷**

**掌握：**点缺陷的概念与类型，热缺陷的分类，热缺陷浓度的计算，固溶体的概念与分类，能熟练书写缺陷化学反应方程式和相应的固溶式，形成连续置换型固溶体的条件，组份缺陷的形成原因，非化学计量化合物的概念与分类，间隙型固溶体的形成规律，固溶体的研究方法，位错的基本概念，刃位错与螺位错。

**熟悉：**点缺陷的概念与类型，固溶体的概念与分类，能熟练书写缺陷化学反应方程式和相应的固溶式，点缺陷浓度的计算，形成连续置换型固溶体的条件，组份缺陷的形成原因，刃位错与螺位错。

**第三部分 非晶态固体**

**掌握：**熔体的概念，粘度的概念，玻璃的通性，玻璃态物质的形成方法，玻璃形成的热力学观点和动力学手段，形成玻璃的结晶化学条件，玻璃的结构，硅酸盐玻璃的结构特征和玻璃结构参数的计算，硼酸盐玻璃。

**熟悉：**玻璃的结构，粘度的概念，形成玻璃的结晶化学条件，玻璃结构参数的计算。

**第四部分 材料的表面与界面**

**掌握：**固体的表面力场、晶体的表面结构，固体表面的双电层对表面能的影响，弯曲表面效应，润湿与粘附的概念与特点，表面粗糙度对润湿的影响，界面行为，晶界结构与分类，多晶体的组织；粘土的荷电性，粘土的离子吸附与交换，粘土胶体的电动性质，粘土泥浆的流动性和稳定性，粘土泥浆发生触变性的条件，粘土具有可塑性的原因。

**熟悉：**固体表面的双电层对表面能的影响，润湿与粘附的概念与特点，表面粗糙度对润湿的影响，粘土的荷电性，粘土泥浆的流动性和稳定性。

**第五部分 相图**

**掌握：**相图的基本知识，水型物质与硫型物质，单元系统相图，可逆与不可逆多晶转变的单元相图，二元系统相图的特点，二元相图的分析，三元系统相图的特点、杠杆规则、连线规则、切线规则、重心规则、三角形规则等，三元相图的分析与析晶路程。

**熟悉：**可逆与不可逆多晶转变的单元相图，二元系统相图的特点，三元系统相图的特点，三元相图的分析与析晶路程。

**第六部分 扩散与固相反应**

**掌握：**扩散的基本特点，影响固体材料中扩散的因素，扩散动力学方程，扩散过程的推动力，微观机构与扩散系数，扩散系数的一般热力学关系，本征扩散与非本征扩散，点缺陷浓度与质点扩散的关系及其计算，非化学计量化合物中的扩散特点；固相反应及其动力学特征，固相反应的动力学方程，扩散动力学范围的动力学方程，影响固相反应的因素。

**熟悉**：扩散过程的推动力，扩散系数，扩散系数的一般热力学关系，本征扩散与非本征扩散，点缺陷浓度与质点扩散的关系及其计算；扩散动力学范围的动力学方程，固相反应及其动力学特征。

**第七部分 相变**

**掌握：**相变的分类方法和特点，一级相变与二级相变，马氏体相变的特征，相变过程的不平衡态与亚稳区，相变过程的推动力，晶核形成条件，影响析晶能力的因素，液-固相变过程动力学，分相的结晶化学观点，液相的不混溶现象。

**熟悉：**相变的分类方法和特点，马氏体相变的特征，相变过程的推动力，晶核形成条件，分相的结晶化学观点。

**第八部分 材料的烧结**

**掌握：**烧结的概念与模型，烧结的定义，烧结过程的推动力，固态烧结中的蒸发-凝聚传质和扩散传质，液相烧结中的流动传质和溶解-沉淀传质，液相烧结的特点，各种传质过程特点与相应的公式，晶粒生长与二次再结晶，影响烧结的因素。

**熟悉：**烧结的概念与模型，烧结过程的推动力，固态烧结中的蒸发-凝聚传质和扩散传质，液相烧结中的流动传质和溶解-沉淀传质，各种传质过程特点与相应的公式，晶粒生长与二次再结晶。

# 865《材料物理化学》（方向二）复习大纲

**一、考试的基本要求**

要求学生比较系统地理解和掌握材料物理化学的基本概念和基本理论，

材料物理化学（方向二）要求学生掌握聚合物的聚合机理、合成方法和单体对聚合机理的选择；理解聚合物的化学反应对聚合物的性能、服役行为、社会与环境等的影响；掌握高聚物多层次结构、分子运动和性能之间的关系；熟悉高聚物结构与性能的基本仪器测试方法，并具备对测试结果进行分析归纳的能力，为分析和解决高分子材料的科研和生产中的问题提供坚实的理论基础；具备一定的分析和解决实际问题的能力。

**二、考试方式和考试时间**

闭卷考试，总分150，考试时间为3小时。

**三、参考书目（仅供参考）**

《高分子化学》(第五版)，潘祖仁主编，北京：化学工业出版社，2011年；

《高分子物理》（第四版），华幼卿，金日光主编﹒北京：化学工业出版社，2013年；

《物理化学》(上、下)(第五版)，天津大学物理化学教研室编，高等教育出版社，2011年。

**四、试题类型：**

主要包括选择题、是非题、名词解释、简答题、计算题、论述题等类型，并根据每年的考试要求做相应调整。

**五、考试内容及要求**

**第一章 绪论**

**基本要求：**掌握高分子的基本概念(如高分子、链节、结构单元、单体、聚合反应等)；熟悉聚合物的分类方法和命名原则；掌握常见聚合物的聚合机理、合成方程式、化学结构式和命名等。理解聚合物的平均分子量、分子量分布、大分子微结构等基本概念；掌握聚合物的物理状态与性能特点；熟悉高分子科学的发展简史。

**重点：**高分子的基本概念(如高分子、链节、结构单元、单体、聚合反应等)； 常见聚合物的聚合机理、合成方程式、化学结构式和命名等。

**第二章 缩聚和逐步聚合**

**基本要求：**掌握逐步聚合反应的特点；掌握反应程度、官能度、官能团等活性、线形缩聚、体形缩聚等基本概念，掌握线形缩聚反应的机理与动力学，线形缩聚中影响聚合度的因素及控制聚合度的方法；掌握重要线形逐步聚合物的聚合反应方程；掌握体形缩聚中的凝胶点的预测；熟悉逐步聚合的实施方法；熟悉缩聚中的副反应；了解无规预聚物和结构预聚物；了解常见缩聚物的结构、合成与基本性能。

**重点：**反应程度、官能度、官能团等活性等基本概念；线形缩聚反应的机理与动力学(动力学方程的推导过程和适用条件等)；线形缩聚物的聚合度的控制及影响因素(相关公式的推导与使用)。

**第三章 自由基聚合**

**基本要求：**掌握烯类单体对聚合机理的选择性；理解自由基聚合的聚合热力学等；掌握自由基聚合反应机理及其与逐步聚合的差异；掌握引发剂类型、引发机理和引发剂效率；掌握自由基聚合微观动力学、影响聚合速率和分子量的因素；掌握自动加速现象及其产生的原因；熟悉阻聚和缓聚、自由基寿命、动力学链、聚合上限温度等基本概念；熟悉光、热、辐射等其它引发作用；熟悉聚合热力学及分子量分布；熟悉采用自由基聚合合成的常见聚合物；了解引发剂的选择；了解活性自由基聚合。

**重点:**烯类单体对聚合机理的选择性；掌握自由基聚合反应机理(三个基元反应)；引发剂及其分解动力学、引发剂效率；自由基聚合微观动力学(动力学方程的推导过程和适用条件等)；影响聚合速率和分子量的因素；自动加速现象。

**第四章 自由基共聚合**

**基本要求：**掌握共聚物的类型和命名；掌握二元共聚物组成微分方程；掌握二元共聚的共聚物组成曲线、共聚物组成与转化率的关系；掌握竞聚率及其测定与影响因素；掌握Q-e的概念与作用，掌握单体活性和自由基活性及其影响因素；理解前末端效应和共聚合的意义；熟悉常见的共聚物；熟悉前末端效应；熟悉常见的共聚物；了解多元共聚、二元共聚物的微结构和链段序列分布；了解竞聚率的测定方法和共聚速率。

**重点:** 二元共聚物组成微分方程；二元共聚的共聚物组成曲线、共聚物组成与转化率的关系；Q-e的概念与作用。

**第五章 离子聚合**

**基本要求：**掌握阴/阳离子聚合的单体与引发剂及其相互间的匹配；掌握几种典型的离子聚合反应体系的组成与聚合条件；掌握离子聚合反应机理及其特征；掌握活性聚合和活性聚合物；理解溶剂、温度及反离子对聚合速率和聚合物结构的影响；熟悉离子共聚合；熟悉活性种的主要形式；了解采用离子聚合的常见聚合物。

**重点：**离子聚合的单体与引发剂及其相互间的匹配；典型的离子聚合反应体系的组成与聚合条件；离子聚合反应机理及其特征；活性聚合和活性聚合物；溶剂、温度及反离子对聚合速率、聚合物结构的影响。

**第六章 配位聚合**

**基本要求：**掌握聚合物的立体异构现象、配位聚合、定向聚合、等规度等基本概念，掌握Ziegler-Natta引发体系的组成；熟悉丙烯的配位聚合机理及定向机理；熟悉极性单体和二烯烃的配位聚合；了解茂金属引发剂。

**重点：**聚合物的立体异构现象、配位聚合、定向聚合、等规度等基本概念， Ziegler-Natta引发体系的组成；丙烯的配位聚合机理及定向机理。

**第七章 聚合物的化学反应**

**基本要求：**掌握聚合物化学反应的特征；掌握常见聚合物的基团反应；掌握聚合物的相似转变、接枝、扩链、交联反应原理；掌握高分子的降解与老化；理解聚合物的化学反应对自然环境和可持续发展的影响；熟悉反应功能高分子。

**重点：**聚合物化学反应的特征；常见聚合物的基团反应；聚合物的相似转变、接枝、扩链、交联反应原理；高分子的降解与老化。

**第八章 高分子链的结构**

**基本要求：**高分子链的结构组成、构造及其与高聚物性能之间的关系。掌握和理解构型、构象、高分子链的内旋转、链柔性、均方末端距等基本概念。掌握高聚物链结构、温度、外力等因素对高聚物链柔性的影响，以及完全伸直链、自由结合链、自由旋转链的均方末端距的计算。

**重点：**构型、构象、均方末端距等基本概念，高聚物链结构、温度、外力等因素对高聚物链柔性的影响，以及完全伸直链、自由结合链、自由旋转链的均方末端距的计算。

**第九章 聚合物的凝聚态结构**

**基本要求：**内聚能密度的概念，内聚能密度大小与分子间作用力之间的关系；结晶度的概念、测定方法和计算方法；取向和解取向的概念、机理以及取向对高聚物性能的影响。理解晶体结构的基本概念，聚合物（聚乙烯、聚丙烯）的晶体结构，聚合物的结晶形态、晶态高聚物的结构模型；理解非晶态和液晶态高聚物的结构。掌握高分子合金相容性、形态和性能之间的关系。

**重点：**内聚能密度的概念，内聚能密度大小与分子间作用力之间的关系；结晶度的概念、测定方法和计算方法；取向和解取向的概念、机理以及取向对高聚物性能的影响。

**第十章 高分子溶液**

**基本要求：**高分子溶液、溶度参数的基本概念，求取高聚物溶度参数的实验方法和计算方法；不同的线形高聚物（结晶、非晶、极性、非极性）的溶解特性和交联高聚物的溶胀；高分子稀溶液的Huggins参数、混合热、混合熵、混合自由能和化学位表达式。掌握超额化学位、θ溶剂、θ溶液、渗透压的概念和高分子浓溶液、凝胶和冻胶等基本概念。

**重点：**高分子溶液、溶度参数的基本概念；不同的线形高聚物（结晶、非晶、极性、非极性）的溶解特性和交联高聚物的溶胀；高分子稀溶液的Huggins参数、混合热、混合熵、混合自由能和化学位表达式。

**第十一章 聚合物的分子量和分子量分布**

**基本要求：**不同分子量和分子量分布宽度的表示方法，了解分子量的微分分布曲线和积分分布曲线。掌握端基分析法、沸点上升法、冰点降低法、蒸气压下降法、膜渗透压法、粘度法和凝胶渗透色谱法（GPC）测定聚合物分子量的原理和方法。掌握Mark-Houwink方程、GPC方法中的普适校正曲线、校正曲线以及第二维利系数等内容。

**重点：**膜渗透压法、粘度法和凝胶渗透色谱法（GPC）测定聚合物分子量的原理和实验方法。掌握Mark-Houwink方程、GPC方法中的普适校正曲线。

**第十二章 聚合物的转变与松弛**

**基本要求：**高分子运动单元的多重性、分子运动的时间依赖性和温度依赖性。要求掌握非晶共高聚物、结晶高聚物的温度-形变曲线以及分子量对温度-形变曲线的影响；Tg的影响因素、Tg的测定、Tg转变的自由体积理论；聚合物结晶能力与结构的关系。掌握均相成核、异相成核的概念、结晶速度的表示方法、结晶速度和温度的关系。掌握熔点的概念、以及影响聚合物Tm的因素。掌握次级转变的概念。

**重点：**非晶高聚物、结晶高聚物的温度-形变曲线以及分子量对温度-形变曲线的影响；理解高分子运动单元的多重性、分子运动的时间依赖性和温度依赖性的影响因素。Tg的影响因素、Tg的测定、Tg转变的自由体积理论；聚合物结晶能力与结构的关系。熔点的概念、以及影响聚合物Tm的因素。聚合物转变与松弛的热分析方法与仪器。

**第十三章 橡胶弹性**

**基本要求：**橡胶弹性的特征、橡胶弹性与结构之间的关系，掌握泊松比、杨氏模量、切变模量的概念。重点掌握橡胶弹性的热力学分析、交联橡胶状态方程。掌握热塑性弹性体的概念，嵌段共聚热塑性弹性体的结构、使用的上下限温度。

**重点**：橡胶弹性的热力学分析、交联橡胶状态方程。嵌段共聚热塑性弹性体的结构、使用的上下限温度。

**第十四章 聚合物的粘弹性**

**基本要求：**蠕变、应力松弛、滞后和内耗的基本概念，线性和理想交联高聚物的蠕变和回复曲线；线性和交联高聚物的应力松弛曲线，聚合物内耗-温度曲线；聚合物结构与内耗之间的关系；Boltzmann叠加原理、时温等效原理；会用WLF方程进行计算。了解描述粘弹性的力学模型。掌握粘弹性的研究方法和动态力学谱研究聚合物的结构和分子运动。

**重点：**蠕变、应力松弛、滞后和内耗的基本概念，线性和理想交联高聚物的蠕变和回复曲线；线性和交联高聚物的应力松弛曲线，动态黏弹谱仪测试揭示的内耗-温度以及结构与内耗之间的关系；Boltzmann叠加原理、时温等效原理；WLF方程。

**第十五章 聚合物的屈服和断裂**

**基本要求：**杨氏模量、屈服强度、屈服伸长、断裂强度（拉伸强度）、断裂伸长、断裂能、应变硬化、应变软化、弯曲强度、冲击强度的概念。掌握强迫高弹形变、非晶和结晶高聚物的应力-应变曲线、银纹屈服和剪切屈服机理。了解脆性断裂、韧性断裂以及断裂面的形态、断裂机理。掌握影响聚合物拉伸强度和冲击强度的因素。

**重点：**强迫高弹形变的概念，材料试验机的测试方法与过程，非晶和结晶高聚物的应力-应变曲线、银纹屈服和剪切屈服机理。影响聚合物拉伸强度和冲击强度的因素。

**第十六章 聚合物的流变性**

**基本要求：**牛顿流体、非牛顿流体、假塑性流体、胀塑性流体和表观粘度的概念。聚合物的普适流动曲线，刚性高聚物和柔性高聚物的粘流活化能大小以及粘度对温度和剪切速率的敏感性，影响聚合物粘流温度和粘度的因素。掌握聚合物熔体的弹性表现（法向应力效应、挤出胀大效应、不稳定流动）。了解动态粘度和拉伸粘度。

**重点：**牛顿流体、非牛顿流体、假塑性流体、胀塑性流体和表观粘度的概念。影响聚合物粘流温度和粘度的因素。掌握聚合物熔体的弹性表现（法向应力效应、挤出胀大效应、不稳定流动）。