

## 911 材料综合考试大纲（2013 版）

《材料综合》满分 150 分，考试内容包括《物理化学》、《材料现代研究方法》《材料科学基础》三门课程，其中《物理化学》占总分的 50%，《材料现代研究方法》占总分的 30%，《材料科学基础》占总分的 20%。**特别注意：《材料科学基础》分为三部分，考生可任选其中一部分作答。**

### 物理化学考试大纲（2013 版）

**适用专业：材料科学与工程专业**

《物理化学》是化学、化工、材料及环境等专业的基础课。它既是专业知识结构中重要的一环，又是后续专业课程的基础。要求考生通过本课程的学习，掌握化学热力学及化学动力学的基本知识；培养学生对化学变化和相变化的平衡规律及变化速率规律等物理化学问题，具有明确的基本概念，熟练的计算能力，同时具有一般科学方法的训练和逻辑思维能力，体会并掌握怎样由实验结果出发进行归纳和演绎，或由假设和模型上升为理论，并能结合具体条件应用理论分析解决较为简单的化学热力学及动力学问题。

#### 一、考试内容及要求

以下按化学热力学基础、多组分系统热力学、相平衡、化学平衡、界面现象、电化学、以及化学动力学六部分列出考试内容及要求。并按深入程度分为了解、理解（或明了）和掌握（或会用）三个层次进行要求。

##### （一）化学热力学基础

理解平衡状态、状态函数、可逆过程、热力学标准态等基本概念；理解热力学第一、第二、第三定律的表述及数学表达式涵义；明了热、功、内能、焓、熵和 Gibbs 函数，以及标准生成焓、标准燃烧焓、标准摩尔熵和标准摩尔吉布斯函数等概念。

熟练掌握在物质的  $p$ 、 $T$ 、 $V$  变化，相变化和化学变化过程中求算热、功以及各种热力学状态函数变化值的原理和方法；在将热力学公式应用于特定体系的时候，能应用状态方程（主要是理想气体状态方程）和物性数据（热容、相变热、蒸汽压等）进行计算。

掌握熵增原理和吉布斯函数减小原理判据及其应用；明了热力学公式的适用条件，理解热力学基本方程、对应系数方程。

##### （二）多组分系统热力学及相平衡

理解偏摩尔量和化学势的概念；理解并掌握化学势判据及其应用；

理解并掌握 Clapeyron 公式和 Clausius-Clapeyron 方程，并能进行有关计算。

理解理想液体混合物和理想稀溶液中各组分化学势的表达式及含义；

理解并掌握形成理想液体混合物过程热力学函数变的计算方法；

掌握 Raoult 定律、Henry 定律等相平衡规律的简单计算（如蒸气压下降、凝固点降低等）；

理解相律的意义；掌握单组分系统和二组分系统典型相图的特点。

### （三）化学平衡

明了热力学标准平衡常数的定义，会用热力学数据计算标准平衡常数；

理解并掌握 Van't Hoff 等温方程及等压方程的含义及其应用，能够分析和计算各种因素对化学反应平衡组成的影响（如系统的温度、浓度、压力和惰性气体等）。

### （四）界面现象

理解（比）表面 Gibbs 能和表面张力的概念；了解表面变化的热力学原理；

理解弯曲液面附加压力的概念，掌握 Laplace 公式及简单计算；

理解分散度对系统物理化学性质的影响（如蒸气压、凝固点等）；

理解润湿、接触角概念，掌握 Young 方程。

### （五）电化学

理解电解质溶液离子平均活度、离子平均活度系数的概念及在可逆电池电动势计算中的应用。

掌握可逆电池（包括化学电池及浓差电池）电动势与热力学函数和热力学平衡常数的关系及相关计算；

掌握各种类型电极的特征、电极反应；掌握 Nernst 方程及其应用（如求平衡常数、pH 值、活度等）。

### （六）化学动力学

理解化学反应速率、速率常数、基元反应及反应级数等概念；

掌握零级、一级和二级反应速率方程及特征，并会进行相关计算；

掌握由反应机理建立速率方程的近似方法（稳定态近似法、平衡态近似法）；

掌握 Arrhenius 方程及应用，明了活化能的物理意义。

## 二、主要参考书目

选择以下 2 套书中任意一套。

《物理化学》天津大学物化教研组编 高等教育出版社

《物理化学》傅献彩等编 高等教育出版社

## 《材料现代研究方法》考试大纲（2013 版）

**适用专业：材料科学与工程专业**

《材料现代研究方法》是材料、物理、化学、化工及环境等专业的专业基础课，是作为研究生必须掌握的一门专业知识。要求考生通过本课程的学习，掌握在材料测试方法中应用最广和最基础的 X 射线衍射和扫描与透射电子显微镜分析技术。

### 一、考试内容及要求

本年度的考试内容仅针对 X 射线、电子衍射分析技术和热分析技术。

#### （一）X 射线衍射分析技术

要求考生对晶体学、X 射线的产生与基本性质、X 射线与电子衍射的基本原理以及常见的粉末与单晶的衍射技术等具有明确的基本概念、熟练的计算能力以及对常见案例的分析能力。

#### （二）热分析技术

要求考生掌握差热分析技术、差示扫描量热技术和热重分析技术的基本原理，了解其在材料科学领域中所能解决的问题及方法。

## 三、主要参考书目

选择以下 2 套书中任意一套。

《现代物理测试技术》梁志德 王福 主编 冶金工业出版社，2003

《材料现代分析测试方法》王富耻主编 北京理工大学出版社，2006

## 《材料科学基础》考试大纲（2013 版）

**适用专业：材料科学与工程专业**

## 第一部分《金属学原理》

《金属学原理》是金属材料学科的科学基础，是材料科学与工程专业的平台课之一。要求考生通过本课程学习，掌握金属材料的原子排列与结构（金属及合金相结构、晶体缺陷）、金属材料制备与成形方法的基本原理（合金相图与合金凝固、塑性变形与金属强化方法、固态相变原理）、金属材料组织结构控制基本原理及其与材料制备成形工艺之间关系。

### 一、考试内容及要求

以下按金属及合金的晶体结构、晶体缺陷、固态金属中的扩散、纯金属的凝固、二元合金相图及二元合金的凝固、三元合金相图、金属的塑性变形、金属的回复与再结晶、固态相变九部分列出考试内容。考试要求：掌握基本概念与基本原理，并能够利用其计算与分析。注重基本概念与基本理论的联系，注重各章节的联系和综合。

#### （一）金属及合金的晶体结构

金属键与金属的特性

金属晶体结构 晶体学基础——晶体结构、空间点阵、晶格常数、晶向指数和晶面指数、晶面间距、三种典型金属晶体结构

金属的同素异构转变及意义

合金相分类及影响合金相结构的主要因素、固溶体与固溶强化（置换式固溶体、间隙式固溶体、有序固溶体）、中间相及分类

#### （二）晶体缺陷

点缺陷

位错的基本性质、基本类型、几何性质及其运动特点，面心立方晶体中的位错与位错反应（面心立方晶体中的全位错、分位错、层错与扩展位错、位错反应的驱动力及位错反应的条件、面心立方晶体中的典型位错反应），位错与金属的强化机制

面缺陷：晶界（晶界的描述、晶界的结构与晶界能、金属材料的细晶强韧化机理、晶界的运动及强化高温结构材料的基本方法（驱动力及影响晶界运动的主要因素）），相界面的结构、晶界及相界的性质

#### （三）固体金属中的扩散

扩散现象及其意义，宏观规律，热力学，扩散的微观理论及微观机制，影响扩散的因素

#### （四）纯金属的凝固

液态金属与合金的结构与性质

金属晶体形核过程热力学分析（均匀形核、非均匀形核、形核率及影响形核率的因素、细化金属晶粒的基本方法）

金属晶体的生长（固/液界面结构与晶体生长方式及生长速度、固/液界面的稳定性与金属晶体凝固形态）

金属铸锭典型组织及其形成机制

#### （五）二元合金相图及二元合金的凝固

二元匀晶相图及固溶体二元合金的凝固（平衡凝固过程分析、凝固过程的溶质元素再分配及固溶体的非平衡凝固过程分析，组成过冷及对固溶体晶体生长形态与凝固组织的影响）

二元共晶相图及二元共晶合金的凝固（二元共晶相图分析及典型合金（亚共晶、共晶、过共晶）平衡凝固过程及组织分析、共晶凝固机制及动力学、离异共晶、非平衡共晶、伪共晶）

二元包晶相图及凝固（二元包晶相图及合金的平衡凝固过程分析、包晶反应特点）

Fe-C 合金相图及典型成分 Fe-C 合金凝固过程及凝固组织分析（铁-渗碳体相图的特征温度点、碳含量、转变线、各区域的组织与组成相、冷却过程的分析与相组成和组织组成含量计算）。

#### （六）三元合金相图

直线法则、杠杆定律、重心法则，三元匀晶相图及合金凝固过程分析，三元共晶相图及典型合金凝固过程分析与凝固组织，四相平衡转变及三元相图所遵循的一般规律（三元相图等温截面的特点、三元相图垂直截面的特点）

#### （七）金属的塑性变形

金属的塑性、塑性变形及其意义，单晶体塑性变形的的基本方式，多晶体的塑性变形（塑性变形特点、多晶体的屈服强度、多晶体的应力-应变曲线），塑性变形后金属和合金显微组织及性能变化

#### （八）金属的回复与再结晶

冷变形金属在加热过程中的组织结构及性能变化，回复、再结晶、晶粒长大

#### （九）固态相变

固态相变分类, 扩散型固态相变的一般特点, 马氏体相变的基本特征

## 二、主要参考书目

1. 胡赓祥等:《材料科学基础》, 上海交大出版社
2. 潘金生等:《材料科学基础》, 清华大学出版社
3. 余永宁:《金属学原理》, 冶金工业出版社

## 第二部分《无机非金属材料学》

《无机非金属材料学》是无机非金属材料专业的基础理论课。要求考生掌握无机非金属材料晶体与非晶结构特点、表面与界面、化合物相图、扩散与固相反应、烧结等的基本知识; 在此基础上了解无机非金属材料结构、性能以及制备过程内在联系的本质。

### 一、考试内容及要求

#### (一) 化合物晶体结构及其缺陷

了解化合物晶体典型结构类型, 明了各类结构的代表性陶瓷及其特性与晶体结构的关系;

了解硅酸盐晶体结构特点, 明了高岭石、蒙脱石等矿物晶体结构特点;

了解化合物晶体的缺陷类型。掌握点缺陷的表示方法、点缺陷反应方程及其化学平衡; 了解固溶体的类型及其形成条件; 了解非化学计量化合物。

#### (二) 熔体与玻璃体

了解硅酸盐熔体的结构和性质。了解玻璃的结构和玻璃的通性。了解玻璃的形成及其条件;

理解桥氧离子、非桥氧离子、网络形成离子和网络变性离子的概念及其与性能的关系;

#### (三) 表面与界面

了解固体表面力、晶体的表面结构。

理解弯曲表面效应与陶瓷烧结过程传质的关系。

了解陶瓷粒子在水介质中的动电性质及其影响因素, 了解陶瓷浆料的流变特性和稳定性。

#### (四) 相平衡与相变

掌握陶瓷相图阅读方法, 了解相图在陶瓷研究中的作用。

掌握相变热力学与动力学。

### （五）扩散与固相反应

掌握扩散动力学方程，了解扩散过程的推动力和微观机制，明了影响固体材料中扩散的主要因素；

了解固相反应动力学，明了影响固相反应的因素。

### （六）烧结

掌握烧结的概念、驱动力和典型的烧结类型；

掌握固态烧结、液相烧结的主要传质方式、驱动力、特点及其影响因素。

了解烧结过程中的晶粒生长及其与烧结的关系；

掌握影响烧结的主要因素，了解促进烧结的方法。

## 二、主要参考书目

《无机材料科学基础》（硅酸盐物理化学）（重排本）陆佩文主编 武汉理工大学出版社

## 第三部分《高分子化学及物理》

《高分子化学及物理》是高分子材料、复合材料等专业的基础课，它既是专业知识结构中重要的一环，又是后续专业课程的基础。要求学生掌握高分子的合成反应、制备方法、高分子的结构、分子运动与性能之间关系等方面的基本原理和基本知识，了解高聚物结构与性能的特征和研究手段，具备通过化学合成制备高聚物、高聚物的分子设计、控制高聚物产品的性质的方法等方面的初步能力，并能利用聚合物的结构性能关系分析解决实际高分子材料制造和工艺过程中的问题。

### 一、考试内容及要求

#### （一）高分子化学

要求掌握：各类高分子材料的合成方法；逐步聚合、链式聚合及乳液聚合的反应原理、影响产物结构的因素及对单体的要求；共聚物的合成及共聚组成的控制；聚合物的反应。

#### （二）高分子物理

掌握高分子链结构的长、柔和复杂的特点；掌握高分子分子量与分子量分布的表征，部分掌握分子量与分子量分布的测定方法（以粘度法与凝胶渗透色谱法为主）；

理解高分子聚集态结构的多样性、复杂性与多缺陷特点；掌握高分子的结晶/熔化与分子结构和

外界条件的关系；了解并部分掌握高分子聚集态结构的研究/表征方法；

掌握高分子运动单元多重性及运动松弛时间分布宽的特点；

掌握相变与转变温度的物理意义；理解高聚物高弹性的特点、热力学本质与分子运动本质；理解平衡高弹统计理论的假设、推导思路、结论及理论的应用意义与局限性；

掌握高聚物粘弹性的概念、简单的模型（最多四元件）、数学表达式以及分别在线性和对数坐标中的曲线形式；理解影响粘弹性的各种内因与外因；理解高聚物粘弹性理论中的两个基本原理，了解并部分掌握粘弹性的测定方法；部分掌握利用高聚物的力学性能与温度、时间与频率的关系研究高分子运动的方法；

理解高聚物中冷拉、银纹等特殊现象的本质，理解高聚物断裂韧性的概念与断裂行为的特点，理解影响高聚物应力-应变行为的结构因素与环境因素；理解高分子溶液的非理想性、高聚物熔体的非牛顿性与弹性表现；掌握稀溶液理论与流变学中基本物理量的物理意义；结合高分子材料的加工与应用，理解影响熔体粘度的各个因素并了解研究高聚物熔体流变行为的基本方法。

### 三、主要参考书目

《高分子化学（第四版）》，潘祖仁主编，化工出版社，2007

《高分子物理》，过梅丽、赵得禄主编，北京航空航天大学出版社，2005