

《材料科学基础》考试大纲

第一部分 考试说明

一、考试性质

《材料科学基础》是材料学科的专业基础课，也是学习材料学科专业课的先行课程，设立为材料科学与工程一级学科硕士研究生的入学专业基础考试课程，由我校材料科学与工程学院命题。考试的评价是普通高等学校材料、化学、物理、化工及相近专业优秀本科毕业生能达到的及格或及格以上水平。

二、考试的学科范围

应考范围包括：材料的微观结构，包括原子的排列方式，理想的完整结构、不完整结构（晶体缺陷）、固体中原子和分子的运动（扩散）、材料的变形和回复再结晶；材料组织结构的变化规律，包括单元系的相变、二元合金系的相变规律、三元合金系的相变规律。

三、评价目标

材料科学基础是材料科学与工程、材料化学、高分子材料科学与工程、新能源材料与器件及相关专业的重要学科基础课。本课程考试旨在考查考生是否掌握材料科学研究的基础理论，即各种材料（包括金属、陶瓷、高分子材料）的微观结构和宏观结构规律，考查学生是否能够运用材料科学的基本原理解决实际工程问题。

四、考试形式与试卷结构

- （一）答卷方式：闭卷，笔试；
- （二）答题时间：180 分钟；
- （三）参考书目

《材料科学基础》胡赓祥，蔡珣，戎咏华编著，上海交通大学出版社

第二部分 考查要点

一、 原子结构与键合

名词概念：金属键、离子键、共价键、氢键、范德瓦耳斯力，主量子数、轨道角动量量子数、磁量子数、自旋角动量量子数、同位素

内容要求：

1. 原子中一个电子的空间位置和能量由哪四个量子数确定：主量子数 n ；轨道角动量量子数 l_i ；磁量子数 m_i ；自旋角量子数 s_i 。
2. 核外电子排布规律遵循的三个原则：能量最低原理；泡利不相容原理；洪特定则。
3. 元素周期表在同一周期中，从左到右各元素的原子半径、电离能、金属性、非金属性等的变化规律；在同一主族中，从上到下原子半径、电离能、金属性、非金属性等的变化规律。

重难点：

1. 用金属键的特征解释金属材料的性质-----①良好的导电、导热性；②良好的延展性。
2. 用共价键的特征解释共价键结合的晶体材料的性质-----延展性和导电性都很差。

二、晶体结构

1、晶体学基础

- (1) 空间点阵和晶胞
- (2) 晶向指数和晶面指数
- (3) 晶体的对称性

2、金属的晶体结构

- (1) 三种典型的金属晶体结构
- (2) 晶体的原子堆垛方式和间隙
- (3) 多晶型性

3、合金相结构

- (1) 固溶体
- (2) 中间相

4、离子晶体结构

5、共价晶体结构

基本概念：

晶体与非晶体、空间点阵、晶格和晶胞、晶向指数和晶面指数、晶带和晶带定律、密排面和密排方向、堆垛方向和堆垛次序、固溶体和化合物、配位数、

内容要求：

- (1) 晶向指数和晶面指数的确定（按图示写出晶向指数和晶面指数，在图中画出对应晶向和晶面）
- (2) 晶带定律的应用
- (3) 晶面间距
- (4) 金属中三种典型晶体结构的原子位置、晶胞中原子数、原子半径和点阵常数关系、致密度和原子间隙大小、配位数、密排方向和密排面
- (5) 晶体的原子堆垛方式和堆垛间隙
- (6) 固溶体的基本特征，分类，影响固溶体溶解度的因素，固溶体

的性质

(7) 金属间化合物（中间相）的类型，固溶体与中间相的区别

(8) 配位数与离子半径比的关系，离子晶体结构的影响因素，离子晶体的结构规则（鲍林规则），典型的离子晶体（AB 型、AB₂ 型等）

三、晶体缺陷

1. 点缺陷

(1) 点缺陷的形成

(2) 点缺陷的平衡浓度

(3) 点缺陷的运动

2. 位错

(1) 位错的基本类型和特征

(2) 伯氏矢量

(3) 位错的运动

(4) 位错的生成和增殖

(5) 实际晶体结构中的位错

3. 表面及界面

(1) 外表面

(2) 晶界和亚晶界

(3) 孪晶界

(4) 相界

概念知识点理解：

单晶体与多晶体 点缺陷 线缺陷 面缺陷 空位 位错 伯氏矢量 刃型

位错和螺型位错 混和位错 滑移与攀移 层错 不全位错 位错反应

内容要求

- (1) 点缺陷的形成与平衡浓度
- (2) 柏氏矢量的确定，物理意义及守恒性
- (3) 位错的基本类型和特征，重点注意位错线与柏氏矢量，位错线移动方向、晶体滑移方向与外加应力方向之间的关系。
- (4) 位错运动的两种基本形式：滑移和攀移的特点
- (5) 位错的增殖机制
- (6) 堆垛位错与不全位错
- (7) 位错反应的条件
- (8) 小角度和大角度晶界模型
- (9) 晶界能与晶界特性
- (10) 孪晶界与相界

四、固体中原子及分子的运动

1. 表象理论

- (1) 菲克第一定律
- (2) 菲克第二定律

2. 扩散的原子理论

- (1) 扩散机制
- (2) 原子跳跃和扩散系数

3. 扩散激活能

4. 影响扩散的因素

5. 反应扩散

概念知识点理解：

扩散分类 扩散通量 上坡扩散与反应扩散 扩散路径 扩散激活能

内容要求

- (1) 菲克第一定律的含义和各参数的量纲
- (2) “下坡扩散”和“上坡扩散”的热力学判别条件
- (3) 扩散的几种机制，着重点是间隙机制和空位机制。
- (4) 间隙原子扩散比置换原子扩散容易的原因
- (5) 计算和求解扩散系数及扩散激活能的方法
- (6) 影响扩散的主要因素

五、材料的形变和再结晶

1. 弹性和黏弹性

- (1) 弹性变形的本质
- (2) 弹性变形的特征和弹性模量
- (3) 弹性的不完整性
- (4) 黏弹性

2. 晶体的塑性变形

- (1) 单晶体的塑性变形
- (2) 多晶体的塑性变形

名词概念

滑移、滑移线、滑移带、滑移系、滑移面、滑移方向、临界分切应力、孪生、孪晶面、孪生方向、取向因子、柯氏气团、固溶强化、细晶强

化、弥散强化、第二相强化、纤维组织、胞状亚结构、加工硬化

内容要求：

- (1) 了解弹性变形的概念及产生的微观机制；
- (2) 熟悉滑移、孪生变形的特点；滑移系统及施密特定律；多晶体的塑性变形；
- (3) 能用位错理论解释晶体的滑移过程，滑移带和滑移线的形成，滑移系的特点；
- (4) 理解加工硬化、细晶强化、弥散强化、固溶强化等相同点及不同点；不可变形第二相弥散强化，可变形第二相弥散强化
- (5) 了解纤维组织、胞状亚结构、加工硬化的概念以及这些变化的实际意义。

六、单组元相图及纯晶体的凝固

1. 单元系相变的热力学及相平衡

- (1) 相平衡条件和相律
- (2) 单元系相图

2. 纯金属的凝固

- (1) 液态结构
- (2) 晶体凝固的热力学条件
- (3) 形核
- (4) 晶体长大
- (5) 凝固理论应用

概念知识点理解：

相 相变 凝固 组元 相平衡 吉布斯相律 冷却曲线 过冷度 均匀形核 非均匀形核 能量起伏 结构起伏 临界晶核 形核功 形核率 形核剂 粗糙界面 光滑界面 连续长大方式 二维晶核长大方式 螺旋位错长大方式 正（负）温度梯度 平面状长大 树枝状长大

内容要求：

- (1) 熟悉吉布斯相律；
- (2) 掌握单元系相图的绘制方法，熟悉水、纯铁和 SiO_2 的相图；
- (3) 理解液态结构特点和凝固本质；
- (4) 理解相变自由能、理论熔点及相变的热力学条件；
- (5) 掌握均匀形核理论，均匀形核与非均匀形核的比较；
- (6) 理解界面情况对晶体长大方式的影响；
- (7) 理解界面前端正负温度梯度与最终生长形态的关系；
- (8) 了解单晶制备和细晶强化原理

七、二元系相图及其合金的凝固

1. 相图的表示和测定方法

2. 相图热力学的基本要点

3. 二元相图分析

- (1) 匀晶相图和固溶体凝固过程
- (2) 共晶相图及其合金凝固
- (3) 包晶相图及其合金凝固
- (4) 复杂二元相图的分析方法

概念知识点理解：

多相平衡 杠杆定律 匀晶 共晶 包晶 相 组织组成物 伪共晶 离异共晶

内容要求:

- (1) 熟悉二元相图表示方法;
- (2) 会使用热分析法绘制二元相图;
- (3) 理解化学势的确定、多相平衡的公切线原理;
- (4) 熟悉二元相图的几何规律;
- (5) 理解匀晶相图的特点、形成条件; 会分析平衡凝固过程; 能与纯金属凝固过程进行比较; 掌握非平衡凝固过程;
- (6) 理解共晶相图特点、形成条件; 能够分析典型成分平衡凝固过程, 做出冷却曲线, 能够区分相和组织, 能使用杠杆定律计算室温时相含量; 会分析非平衡凝固过程分析, 理解伪共晶和离异共晶的形成原因及消除办法;
- (7) 理解包晶相图特点、形成条件; 能够分析典型成分平衡凝固过程及非平衡凝固过程;
- (8) 了解稳定化合物、不稳定化合物及其他类型二元相图。

八、三元相图

概念知识点理解:

成分三角形、直线法则、杠杆法则、重心法则、相区接触法则、水平截面图、垂直截面图、投影图、共轭线、连接线、蝶形曲线

内容要求:

- (1) 掌握三元相图表示方法;

(2) 会使用直线法则和重心法则。

第三部分 考试样题(略)