

全国重点名校系列

新版

全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年中国矿业大学

(北京) 833材料科学基础考研精品资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点
考研笔记 突破难点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



【初试】2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。

一、中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研真题汇编及考研大纲

1. 中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2006-2012 年考研真题，暂无答案。

说明：分析历年考研真题可以把握出题脉络，了解考题难度、风格，侧重点等，为考研复习指明方向。

2. 中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲

①2021 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲。

②2023 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的首选资料，本项为免费提供。

二、2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研资料

3. 《材料科学基础》考研相关资料

(1) 《材料科学基础》[笔记+课件+提纲]

①中国矿业大学（北京）833 材料科学基础之《材料科学基础》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②中国矿业大学（北京）833 材料科学基础之《材料科学基础》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③中国矿业大学（北京）833 材料科学基础之《材料科学基础》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《材料科学基础》考研核心题库（含答案）

①中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之选择题精编。

②中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之填空题精编。

③中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之判断题精编。

④中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之简答题精编。

⑤中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之计算题精编。

⑥中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库之分析题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

(3) 《材料科学基础》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]

①2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

三、电子版资料全国统一零售价

4. **本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]**

特别说明：

- ①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。
- ②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

5. **中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研初试参考书**

《材料科学基础》，刘智恩编，西北工业大学出版社，2003 年第二版

五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

机电与信息工程学院：材料科学与工程/材料工程

选择题、填空题、判断题、简答题、计算题和分析论述题

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础备考信息	7
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研初试参考书目	7
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研招生适用院系及考试题型.....	7
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础历年真题汇编	8
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2012 年考研真题（暂无答案）	8
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2011 年考研真题（暂无答案）	12
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2010 年考研真题（暂无答案）	15
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2009 年考研真题（暂无答案）	17
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2008 年考研真题（暂无答案）	21
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2007 年考研真题（暂无答案）	24
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2006 年考研真题（暂无答案）	28
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲	31
2023 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲.....	31
2021 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲.....	33
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心笔记	35
《材料科学基础》考研核心笔记.....	35
第 1 章 工程材料中的原子排列	35
考研提纲及考试要求	35
考研核心笔记	35
第 2 章 材料中的相结构	54
考研提纲及考试要求	54
考研核心笔记	54
第 3 章 凝固	66
考研提纲及考试要求	66
考研核心笔记	66
第 4 章 相图	81
考研提纲及考试要求	81
考研核心笔记	81
第 5 章 材料中的扩散	127
考研提纲及考试要求	127
考研核心笔记	127
第 6 章 塑性变形	134
考研提纲及考试要求	134

考研核心笔记	134
第 7 章 回复与再结晶	145
考研提纲及考试要求	145
考研核心笔记	145
第 8 章 固态相变	153
考研提纲及考试要求	153
考研核心笔记	153
第 9 章 复合效应与界面	158
考研提纲及考试要求	158
考研核心笔记	158
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研辅导课件	162
《材料科学基础》考研辅导课件	162
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研复习提纲	229
《材料科学基础》考研复习提纲	229
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库	234
《材料科学基础》考研核心题库之选择题精编	234
《材料科学基础》考研核心题库之填空题精编	250
《材料科学基础》考研核心题库之判断题精编	261
《材料科学基础》考研核心题库之简答题精编	268
《材料科学基础》考研核心题库之计算题精编	286
《材料科学基础》考研核心题库之分析题精编	329
2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺]	370
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研仿真五套模拟题	370
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	370
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	380
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	390
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	399
2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	409
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研强化五套模拟题	421
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（一）	421
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（二）	432
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（三）	441
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（四）	453
2024 年材料科学基础五套强化模拟题及详细答案解析（五）	463
中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研冲刺五套模拟题	473
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	473
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	483

2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	493
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	503
2024 年材料科学基础五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	514

2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础备考信息

中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研初试参考书目

《材料科学基础》，刘智恩编，西北工业大学出版社，2003 年第二版

中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研招生适用院系及考试题型

机电与信息工程学院：材料科学与工程/材料工程

选择题、填空题、判断题、简答题、计算题和分析论述题

中国矿业大学（北京）833 材料科学基础 2012 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学
2012 年硕士研究生入学考试初试试题

科目代码: 819 科目名称: 材料科学基础 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、写出下图中所示 5 种晶体结构所属的布拉菲点阵类型。(5 分)

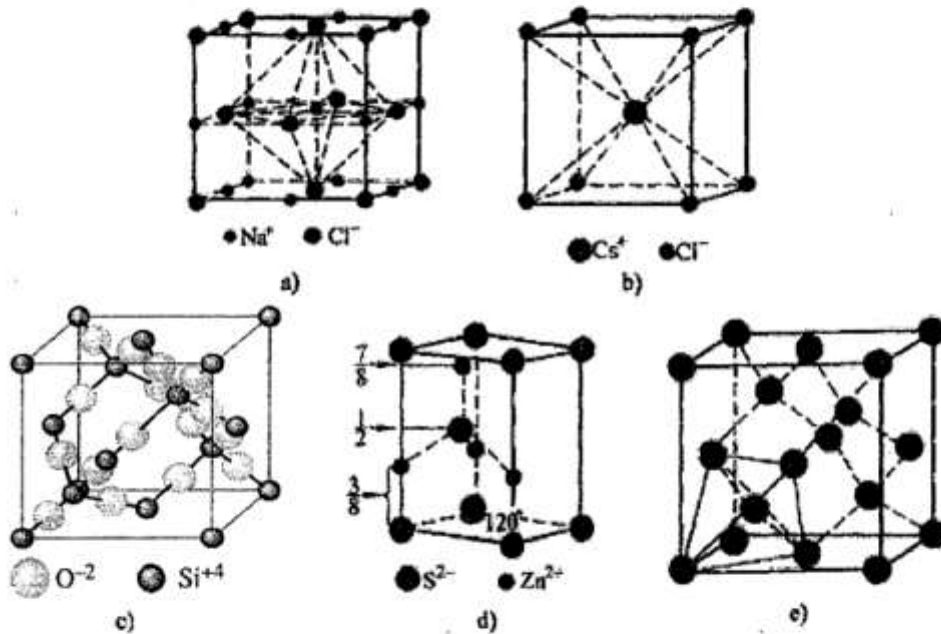


图 1 a) NaCl 的晶体结构 b) CsCl 的晶体结构 c) 方石英 SiO_2 的晶体结构
d) 纤锌矿 (ZnS) 的晶体结构 e) 金刚石的晶体结构

二、在面心立方晶体沿 $[001]$ 方向拉伸, 可能有几个滑移系开动?
请写出各滑移系指数, 并绘图表示出各滑移系。(10 分)

科目代码: 819

科目名称: 材料科学基础

第 1 页 共 4 页

166

三、名词解释（每小题 2 分，共 10 分）

成分过冷

形变织构

上坡扩散

铁素体

电子化合物

四、判断题（每小题 1 分，共 10 分）

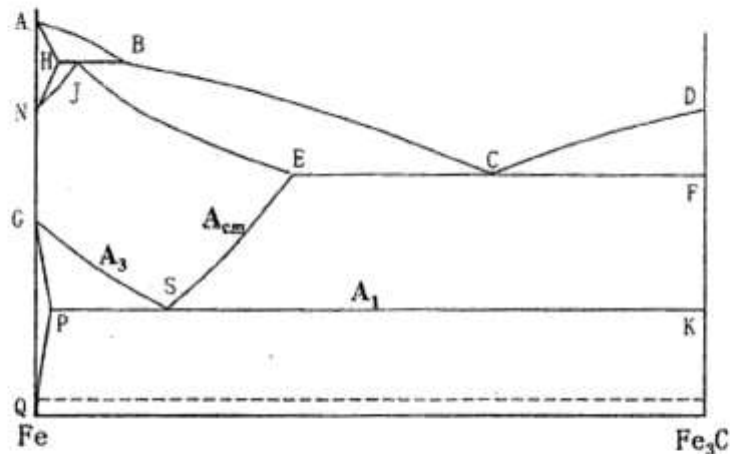
- 1、 某刊物发表的论文中有这样的论述：“正方点阵 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (410) 晶面和 (411) 晶面的衍射峰突出，因此晶体生长沿 $\langle 410 \rangle$ 和 $\langle 411 \rangle$ 晶向生长较快。” ()
- 2、 面心立方结构是原子的最密排结构，其原子最密排面的堆垛顺序为 ABABAB……。 ()
- 3、 在面心立方晶体结构的置换型固溶体中，原子扩散的方式一般为换位机制。 ()
- 4、 刃型肖克莱不全位错可以做滑移和攀移运动。 ()
- 5、 点缺陷是热稳定缺陷，在一定的温度时晶体中的点缺陷具有一定的平衡浓度。 ()
- 6、 置换固溶体和间隙固溶体都有可能形成无限固溶体。 ()
- 7、 晶体结构对扩散有一定的影响，在致密度较小的晶体结构中，原子的扩散系数较大。 ()

- 8、 固溶体合金在完全混合条件下凝固后产生的宏观偏析较小。 ()
- 9、 固态金属中原子扩散的驱动力是浓度梯度。 ()
- 10、 单晶体的临界分切应力与外力对于滑移系的取向有关。()

五、解释柯氏气团在强化金属中的作用。(10分)

六、从结晶条件和过程分析纯金属和单相固溶体合金结晶时的异同点。(10分)

七、在如图所示铁碳平衡相图中：(10分)



- 1、 写出三条水平线上的三相平衡反应式，并标出反应温度和相应反应相成分。(6分)
- 2、 画出碳含量 5.0%的铁碳合金在室温下的平衡组织，并计算其中一次渗碳体的百分数（写出计算式即可）。(4分)

八、晶粒大小对材料的力学性能有何影响？实际生产中常用哪些措施来控制晶粒的尺寸？（15分）

九、将经过大量冷塑性变形（70%以上）的纯金属长棒的一端浸入冰水中，另一端加热至接近熔点的高温（ $0.9T_m$ ），过程持续进行一小时，然后将试样完全冷却，试做沿棒长度的硬度分布曲线（示意图），并作简要说明。（15分）

十、三元合金相图中，常见的四相平衡转变有哪几种类型？写出各四相平衡转变的反应式，并在投影图上示意画出各四相平衡反应的单相单变量线的降温走向。（15分）

十一、从以下题中任选2道，不可多选。（每小题20分，共40分）

- 1、试举例分析材料加工过程对材料性能的影响。
- 2、结合低碳经济发展的要求，谈谈你所了解的新材料及新材料应用。
- 3、说明材料中结合键与材料性能的关系。

中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲

2023 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲

《材料科学基础》考试大纲

学院（盖章）：

负责人（签字）：

专业代码：080501~080503

专业名称：材料物理与化学、材料学、材料加工工程

考试科目代码：833

考试科目名称：材料科学基础

一、考试要求

本《材料科学基础》考试大纲适用于报考中国矿业大学材料物理与化学、材料学和材料加工工程专业的硕士研究生入学考试。

《材料科学基础》是材料学最重要的专业基础课之一，着重研究材料的成分、加工方法与材料的组织、性能之间的关系及其变化规律，是发挥材料潜力、用好现有材料和研究开发新材料的理论基础，也是学习其它材料学科专业课程的先行课程。要求学生系统地掌握材料科学的基本概念、基础理论及其应用。系统地理解材料的成分、组织结构与性能内在联系及在各种条件下的变化规律，具备综合运用所学知识分析和解决问题的能力。分析问题要求文字语言通顺，层次清楚；回答问题要求要点明确，理由充分；计算题要有明确原理，原始数据来源，准确的结果，合理的计量单位。

二、考试内容

试题内容涵盖材料科学基础课程主要内容，试题重点考查的内容如下：

(一)、材料的结构

1. 结合键
2. 晶体学基础与常见晶体结构
3. 固溶体的结构
4. 金属间化合物的结构
5. 硅酸盐结构
6. 非晶态固体结构
7. 高分子材料结构

(二)、晶体结构缺陷

1. 点缺陷
2. 位错的结构与位错的运动
3. 位错的应力场及其与晶体缺陷间的交互作用
4. 位错的增殖、塞积与交割
5. 实际晶体中的位错
6. 表面、晶界与相界的结构
7. 界面能与显微组织形貌
8. 晶界平衡偏析与晶界迁移

(三)、相平衡与相图

1. 组元、相与相平衡、自由度与相律的概念
2. 杠杆定律与多相平衡的公切线原理
3. 二元相图综合分析
4. 三元相图的成分表示与三元系平衡相的定量法则

5. 三元相图的投影图、水平截面图和垂直截面图分析
6. 三元共晶、包晶、包共晶相图中三相平衡与四相平衡转变类型的判别

(四)、材料的凝固

1. 纯金属的凝固理论
2. 固溶体合金的凝固理论
3. 共晶凝固理论
4. 铸锭组织的形成与控制

(五)、固体中的扩散

1. 扩散定律及其应用
2. 扩散的微观机理
3. 影响扩散的因素
4. 扩散的热力学理论
5. 反应扩散

(六)、材料的变形与再结晶

1. 材料的弹性变形
2. 单晶体的塑性变形
3. 多晶体的塑性变形
4. 合金的塑性变形
5. 高分子材料和陶瓷的变形
6. 塑性变形对材料组织与性能的影响
7. 冷变形金属的回复
8. 冷变形金属的再结晶
9. 晶体的高温变形

(七)、固态相变

1. 固态相变的概念及分类
2. 固态相变的主要类型及特点

三、考试基本题型

基本题型可能有：选择题、填空题、判断题、简答题、计算题和分析论述题等。

2021 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研大纲

《材料科学基础》考试大纲

一、考试要求

本《材料科学基础》考试大纲适用于报考中国矿业大学材料物理与化学、材料学和材料加工工程专业的硕士研究生入学考试。

《材料科学基础》是材料学最重要的专业基础课之一，着重研究材料的成分、加工方法与材料的组织、性能之间的关系及其变化规律，是发挥材料潜力、用好现有材料和研究开发新材料的理论基础，也是学习其它材料学科专业课的先行课程。要求学生系统地掌握材料科学的基本概念、基础理论及其应用。系统地理解材料的成分、组织结构与性能内在联系及在各种条件下的变化规律，具备综合运用所学知识分析和解决问题的能力。分析问题要求文字语言通顺，层次清楚；回答问题要求要点明确，理由充分；计算题要有明确原理，原始数据来源，准确的结果，合理的计量单位。

二、考试内容

试题内容涵盖材料科学基础课程主要内容，试题重点考查的内容如下：

(一)、材料的结构

1. 结合键
2. 晶体学基础与常见晶体结构
3. 固溶体的结构
4. 金属间化合物的结构
5. 硅酸盐结构
6. 非晶态固体结构
7. 高分子材料结构

(二)、晶体结构缺陷

1. 点缺陷
2. 位错的结构与位错的运动
3. 位错的应力场及其与晶体缺陷间的交互作用
4. 位错的增殖、塞积与交割
5. 实际晶体中的位错
6. 表面、晶界与相界的结构
7. 界面能与显微组织形貌
8. 晶界平衡偏析与晶界迁移

(三)、相平衡与相图

1. 组元、相与相平衡、自由度与相律的概念
2. 杠杆定律与多相平衡的公切线原理
3. 二元相图综合分析
4. 三元相图的成分表示与三元系平衡相的定量法则
5. 三元相图的投影图、水平截面图和垂直截面图分析
6. 三元共晶、包晶、包共晶相图中三相平衡与四相平衡转变类型的判别

(四)、材料的凝固

1. 纯金属的凝固理论
2. 固溶体合金的凝固理论
3. 共晶凝固理论
4. 铸锭组织的形成与控制

(五)、固体中的扩散

1. 扩散定律及其应用
2. 扩散的微观机理
3. 影响扩散的因素
4. 扩散的热力学理论
5. 反应扩散

(六)、材料的变形与再结晶

1. 材料的弹性变形
2. 单晶体的塑性变形
3. 多晶体的塑性变形
4. 合金的塑性变形
5. 高分子材料和陶瓷的变形
6. 塑性变形对材料组织与性能的影响
7. 冷变形金属的回复
8. 冷变形金属的再结晶
9. 晶体的高温变形

(七)、固态相变

1. 固态相变的概念及分类
2. 固态相变的主要类型及特点

三、考试基本题型

基本题型可能有：选择题、填空题、判断题、简答题、计算题和分析论述题等。

《材料科学基础》考研核心笔记

第 1 章 工程材料中的原子排列

考研提纲及考试要求

- 考点：固体中原子的结合键
- 考点：工程材料的分类
- 考点：晶体结构及其几何特征
- 考点：线缺陷
- 考点：面缺陷

考研核心笔记

【核心笔记】原子键结合

1. 固体中原子的结合键

(1) 金属键：正离子和电子之间的相互吸引，使正离子与电子结合起来。

①作用力来源：自由电子气与正离子之间的库仑引力

②键强度：较强

③形成晶体的特点：无方向性键、结构密堆、配位数高、塑性较好、有光泽、良好的导热、导电性

(2) 共价键：原子间通过共用电子对(电子云重叠)所形成的化学键。

①作用力来源：相邻原子价电子各处于相反的自旋状态，原子核间的库仑引力

②键强度：强

③形成晶体的特点：有方向性键、低配位数、高熔点、高强度、高硬度、低膨胀系数、塑性较差、即使在熔态也不导电

(3) 离子键：正离子和负离子由于静电引力相互吸引；当它们充分接触时会产生排斥，引力和斥力相等时即形成稳定的离子键。

①作用力来源：原子得、失电子后形成负、正离子，正负离子间的库仑引力

②键强度：最强

③形成晶体的特点：无方向性键、高配位数、高熔点、高强度、高硬度、低膨胀系数、塑性较差、固态不导电、熔态离子导电

(4) 分子键(范德瓦尔斯力)：一个分子带正电的部位，同另一个分子带负电的部位之间就存在比较弱的静电吸引力，这种吸引力就称为范德瓦尔斯力。

①作用力来源：原子间瞬时电偶极矩的感应作用

②键强度：最弱

③形成晶体的特点：无方向性键、结构密堆、高熔点、绝缘

(5) 氢键：氢原子与某一原子形成共价键时，共有电子向这个原子强烈偏移，使氢原子几乎变成一半径很小的带正电荷的核，而这个氢原子还可以和另一个原子相吸引，形成附加的键。

氢键是一种较强的、有方向性的范德瓦尔斯键。

①作用力来源：氢原子核与极性分子间的库仑引力

②键强度：弱

③形成晶体的特点：有方向性和饱和性

2. 工程材料的分类

工程材料

(1) 金属材料:

①黑色金属: 钢、铸铁②有色金属: 轻金属、重金属

(2) 陶瓷材料

①普通陶瓷②特殊陶瓷③金属陶瓷

(3) 复合材料

①树脂基复合材料②金属基复合材料

(4) 高分子材料

①工程塑料②橡胶③合成纤维

【核心笔记】原子的规则排列

1. 晶体学基础

(1) 晶体

晶体-原子(分子)在三维空间按一定规律作周期性排列的固体。

非晶体(如玻璃、松香)-原子是散乱分布, 或仅有局部区域为短程规则排列。

晶体与非晶体的区别:

①晶体-有确定的熔点, 各向异性。

②非晶体-无确定的熔点, 各向同性。

(2) 晶体结构与空间点阵

晶体结构(点阵): 实际原子排列成的规则集合体。

①晶格

晶体中原子排列规律的空间格架

②晶胞

定义: 能够完全反映晶格特征的最小几何单元

选取原则:

a. 能够充分反映空间点阵的对称性;

b. 相等的棱和角的数目最多;

c. 具有尽可能多的直角;

d. 体积最小

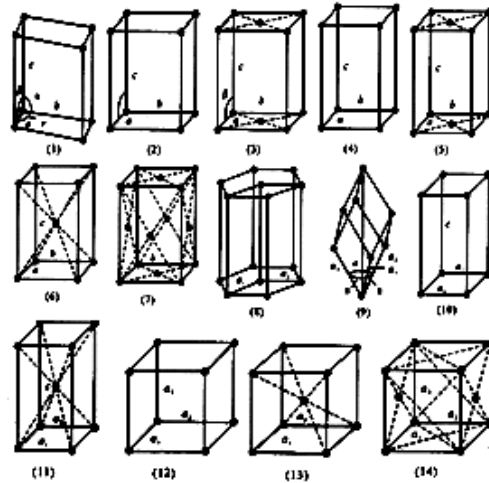
③形状和大小:

a. 有三个棱边的长度 a, b, c 及其夹角 α, β, γ 表示

b. 晶胞中点的位置表示(坐标法)

2. 空间点阵: 由环境相同抽象阵点所组成的点阵排列。

(3) 布拉菲点阵



7 个晶系

三斜晶系: $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

单斜晶系: $a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$

正交晶系: $a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

六方晶系: $a = b \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$

菱方晶系: $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$

正方晶系: $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

立方晶系: $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

(4) 晶向指数和晶面指数

①晶向

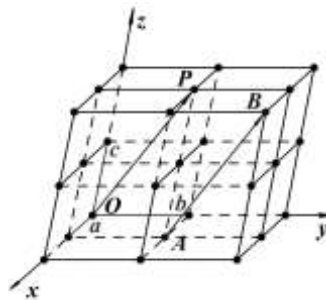
晶体中某个方向。

②晶面

晶体中原子所构成的平面。

③晶向指数

确定晶向在晶体中的相对取向。



确定方法:

a. 建立坐标系 → 确定原点 (阵点) 坐标轴和度量单位 (棱边)

b. 求坐标 (x, y, z)

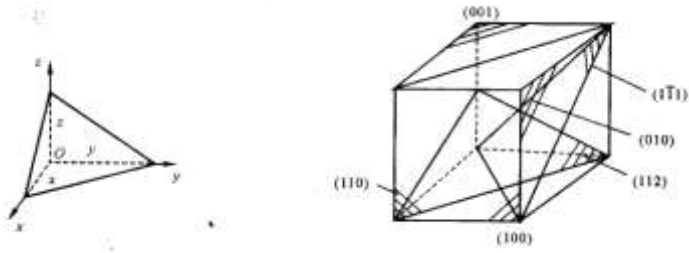
c. 化整数 $x:y:z = u:v:w \rightarrow$ 加 $[\] \rightarrow [uvw]$ (最小整数)

如果其中某一数为负值, 则将负号标注在该数的上方。

晶向族: 原子排列相同但空间位向不同的所有晶向的统称, 以 $\langle uvw \rangle$ 表示。

④晶面指数

确定晶面在晶体中的相对取向。



晶面指数确定方法:

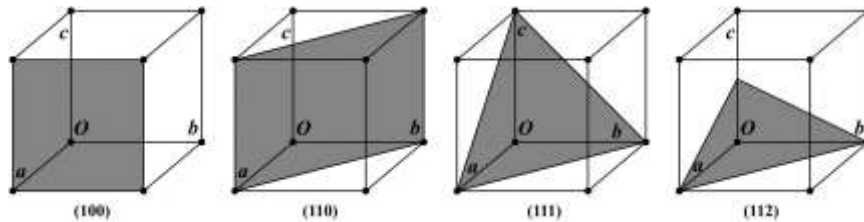
建立坐标系→确定原点(非阵点)、坐标轴和度量单位

量截距 x, y, z → 取倒数 $1/x, 1/y, 1/z$

化整数 $h, k, l = 1/x : 1/y : 1/z$ → 加 $()$ → (hkl)

指数数字相同而符号相反, 是由原点选取不同造成, 它们仍互相平行。

晶面族: 晶体中凡是具有相同的原子排列方式而只是空间位向不同的各组晶面的统称, 用 $\{hkl\}$ 表示。



注意:

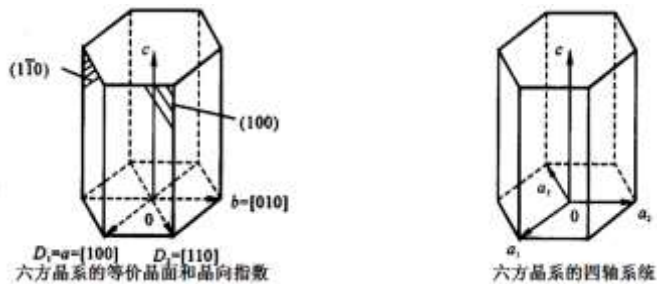
指数数字相同而符号相反, 是由原点选取不同造成, 它们仍互相平行。

晶面族晶体中凡是具有相同的原子排列方式而只是空间位向不同的各组晶面的统称, 用 $\{hkl\}$ 表示。

在立方晶系中, 具有相同指数的晶向和晶面必定是相垂直的, 即 $[hkl]$ 垂直于 (hkl) 。此关系不适用于其它晶系。

⑤六方晶系中的晶向、晶面指数

六方晶系参阅下图, a, b, c 为晶轴, 而 a 与 b 间的夹角为 120° 。按这种方法, 六方晶系六个柱面的晶面指数应为 (100) 、 (010) 、 $(\bar{1}10)$ 、 $(\bar{1}00)$ 、 $(0\bar{1}0)$ 、 $(1\bar{1}0)$ 。这六个面是同类型的晶面, 但其晶面指数中的数字却不尽相同。



⑥六方晶系四指数标定:

以 a_1, a_2, a_3 和 c 四个轴为晶轴, a_1, a_2, a_3 彼此间的夹角均为 120° 。

2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研辅导课件

《材料科学基础》考研辅导课件

第一章 工程材料中的原子排列

第一节 原子键合

结合力: 在固态下, 当原子 (离子或分子) 聚集为晶体时, 原子 (离子或分子) 之间产生较强的相互作用力, 也称为结合键。

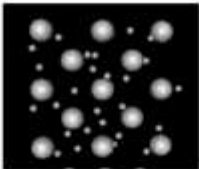
化学键: 由于电子运动使原子产生聚集的结合力。

固体中的结合键可以分为离子键、共价键和金属键 3 种化学键, 以及分子键、氢键等物理键。

一 固体中的原子结合键

1. 金属键

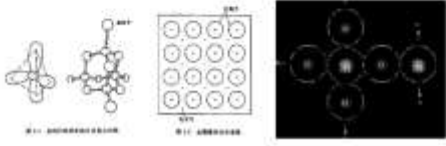
金属晶体: 导电性、导热性、延展性好, 熔点较高



2. 共价键

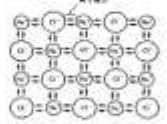
共价键的特点: 具有明显的饱和性和强烈的方向性。结合力很大

性能: 共价晶体具有强度高、硬度大、脆性大、熔点高等性质, 结构也比较稳定。



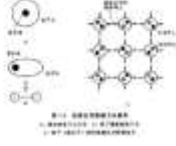
3. 离子键

离子晶体的硬度高、强度大, 热膨胀系数小, 但脆性大。



4. 分子键 (范德瓦尔斯力)

分子晶体: 熔点低, 硬度低, 如高分子材料



5. 氢键

(离子结合) $X-H \cdots Y$ (氢键结合), 有方向性, 如 $O-H \cdots O$

氢键是一种较强的、有方向性的范德瓦尔斯键。结合力比离子键、共价键小。

6. 混合键。如复合材料

7. 结合力比较

化学键 > 物理键 (氢键 > 分子键)

一般来说, 化学键最强, 氢键次之, 分子键最弱

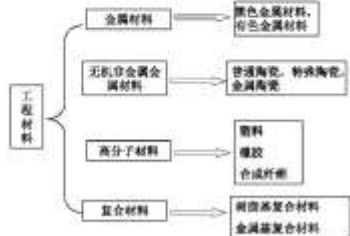
二 工程材料的分类

工程材料:

主要用于制作结构、机件和工具等的固体材料

主要用于制作结构、机件和工具等的固体材料称为工程材料, 它可以分为金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料四大类。

在这四类工程材料中, 金属材料应用面最广、用量最大、承载能力最高。



第二节 原子的规则排列

一、晶体学基础

1. 晶体

晶体

原子 (分子) 在三维空间按一定规律作周期性排列的固体。自然界中绝大多数固体都是晶体。

晶体与非晶体的区别

晶体具有确定的熔点, 它是晶体物质的结晶状态与非晶体状态互相转变的临界温度;

晶体具有各向异性, 而非晶体具有各向同性。

晶体和非晶体在一定的情况下可以转变

晶体从液态快速冷却下来就可以得到非晶态；非晶体缓慢冷却下来可以得到晶体。

2 空间点阵与晶体结构

1) 空间点阵：由几何点做周期性的规则排列所形成的三维阵列。

特征：原子的理想排列；

阵点—空间点阵中的点。它是纯粹的几何点，各点周围环境相同。

晶格—描述晶体中原子排列规律的空间格架。

原子堆垛模型→空间点阵→晶格→晶胞

晶胞—空间点阵中反映晶格特征的最小的几何单元。通常是在晶格中取一个最小的平行六面体作为晶胞。

晶胞参数：

点阵常数→晶胞大小

晶轴夹角→晶胞形状



晶胞选取原则：

- a 能够充分反映空间点阵的对称性；
- b 相等的棱和角的数目最多；
- c 具有尽可能多的直角；
- d 体积最小。

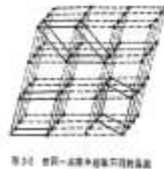


图 2-1 晶胞选取原则示意图

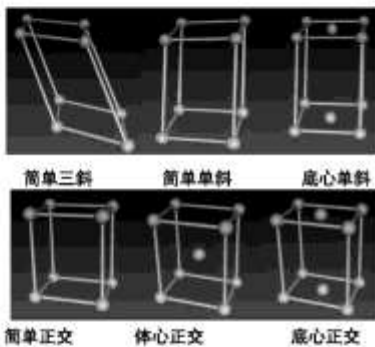
结构晶胞：构成了晶体结构中有代表性的部分的晶胞。

特点：空间重复堆垛，就得到晶体结构。

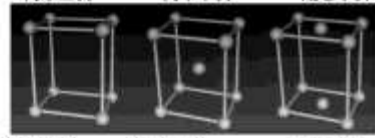
3. 布拉菲点阵

晶系：按原子排列形式及晶格常数不同可将晶体分为七种晶系，14种点阵（法国晶体学家A Bravais于1848年用数学方法证明空间点阵只有14种）

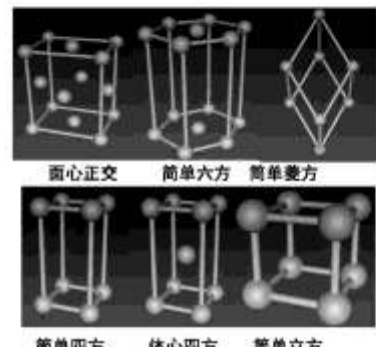
晶系名称	晶系	晶格常数与轴角关系	晶胞类型	晶胞示意图
三斜晶系	三斜	$a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma$	三斜	
单斜晶系	单斜	$a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	单斜	
正交晶系	正交	$a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	正交	
四方晶系	四方	$a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	四方	
立方晶系	立方	$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	立方	
六方晶系	六方	$a = b \neq c, \alpha = \beta = 120^\circ, \gamma = 90^\circ$	六方	
三方晶系	三方	$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 120^\circ$	三方	



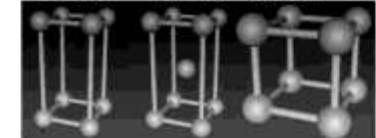
简单三斜 简单单斜 底心单斜



简单正交 体心正交 底心正交



面心正交 简单六方 简单三方



简单四方 体心四方 简单立方

4 晶向指数与晶面指数

晶向：空间点阵中各阵点列的方向。（穿过两个结点的任意直线）

晶面：通过空间点阵中任意一组阵点的平面。

国际上通用米勒指数标定晶向和晶面，称为晶面指数和晶向指数。

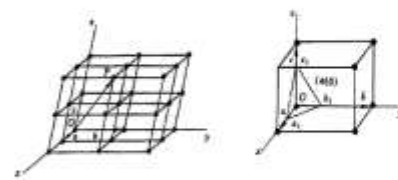


图 2-3 晶向指数的确定

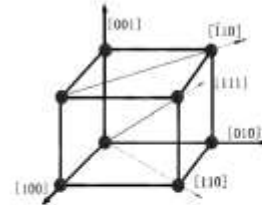
图 2-4 晶面指数的确定

$$h_1 = \frac{1}{a}, h_2 = \frac{1}{b}, h_3 = \frac{1}{c}$$

1) 晶向指数

按以下几个步骤确定：

- 1) 以晶胞的某一阵点为原点，三条棱边为坐标轴 (x, y, z) ，并以晶胞棱边的长度作为轴的单位长度 (a, b, c) 。(建坐标)
- 2) 过原点作一有向直线 OP ，使其平行于待标定的晶向 AB 。(平移线)
- 3) 在直线 OP 上选取离原点最近一个结点的坐标 (x, y, z) 。(求投影)
- 4) 将上述坐标的比化为简单整数比，如 $x : y : z = u : v : w$ 。加上方括号， $[uvw]$ 即为 AB 晶向的晶向指数。(化整数)

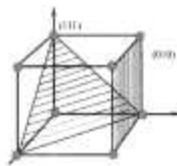


原子排列相同但空间位向不同的所有晶向称为晶向族，以 $\langle uvw \rangle$ 表示。

2) 晶面指数

确定步骤如下：

- 1) 建立以晶轴为坐标轴的坐标系 (x, y, z) ，令坐标原点不在待定晶面上，各轴上的坐标单位为晶胞边长 a, b 和 c 。(建坐标)
- 2) 找出待定晶面在三坐标轴上的截距 x, y, z 。(求截距)
- 3) 取截距的倒数。(求倒数)
- 4) 将这些倒数化成3个互质的整数 h, k, l 。(化整数)
- 5) 晶面指数可写成 (hkl) 。(加括号)



注意：

- 1) 每一个晶面指数(或晶向指数)泛指晶格中一系列与之相平行的一组晶面(或晶向)。
- 2) 立方晶系中，凡是指数相同的晶面与晶向是相互垂直的。
- 3) 原子排列情况相同但空间位向不同的晶面(或晶向)统称为一个晶面(或晶向)族。

3) 六方晶系中的晶向、晶面指数

但是，用三指数表示六方晶系的晶面和晶向有一个很大的缺点，即晶体学上等价的晶面和晶向不具有类似的指数。

> 六方晶体晶面指数：用 $(hkil)$ 4个数字表示。

特点：在三维空间中独立的坐标轴不会超过3个，故 h, k, i 中必定有一个不是独立的。存在下列关系： $i = -(h+k)$ 。

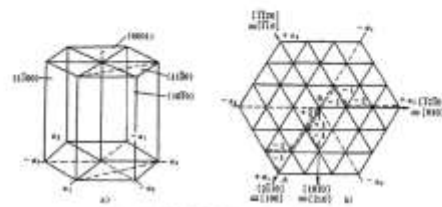


图 2-7 六方晶系的晶面指数、晶向指数

> 六方晶体晶向指数：用 $[uvw]$ 4个数字表示。

特点： u, v, t 之间也有关系： $t = -(u+v)$ 。比较可靠的标注指数方法是解析法，即用三轴坐标系先求出待标晶向的3个指数 U, V, W ，再用下列三轴与四轴坐标系晶向指数的关系

$$u = 1/3(2U - V) \quad v = (2V - U) \quad t = -(u + v) \quad w = W$$

5. 晶面间距

晶面间距：一组平行晶面中，相邻两个平行晶面之间的距离。

晶面间距越大，晶面的原子密度越大。

原子线密度最大的晶向(密排晶向)其晶面间距最大。

表 2-4 BCC、FCC、GIC 晶系晶面间距与晶向原子排列示意图

晶面族	体心立方晶格		面心立方晶格	
	晶向原子排列示意图	晶面间距 (原子数/半晶)	晶向原子排列示意图	晶面间距 (原子数/半晶)
$\langle 100 \rangle$		$2 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{a}$		$2 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{a}$
$\langle 110 \rangle$		$2 \times \frac{1}{\sqrt{2}a} = \frac{\sqrt{2}}{a}$		$2 \times \frac{1}{\sqrt{2}a} = \frac{\sqrt{2}}{a}$
$\langle 111 \rangle$		$2 \times \frac{1}{\sqrt{3}a} = \frac{2\sqrt{3}}{3a}$		$2 \times \frac{1}{\sqrt{3}a} = \frac{2\sqrt{3}}{3a}$

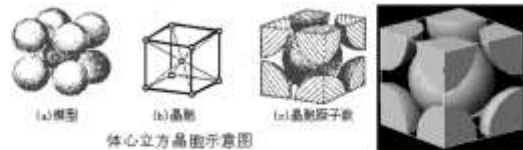
二、晶体结构及其几何特征

1. 金属中常见晶体结构

大多数金属具有比较简单的高对称性晶体结构。最常见的只有3种，即体心立方 (bcc)、面心立方 (fcc) 及密排六方 (hcp)。

1) 体心立方晶格 (bcc晶格)

(1)原子排列特征 体心立方晶格的晶胞如图所示。



体心立方晶胞示意图

(2)晶格常数 $a=b=c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ 。

(3)原子半径 $r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$

(4)晶胞所含原子数 2个原子。

晶体中原子排列的紧密程度，通常有两种表示：配位数CN——Coordination Number。致密度 k 。 k 值越大，晶体排列得越紧密。

(5)配位数 8。

$$k = \frac{MV}{V}$$

(6)致密度 68%。

(7)具有体心立方晶格的金属： α -Fe、 β -Ti、Cr、W、Mo、V、Nb等30余种金属。

2) 面心立方晶格 (fcc晶格)

(1)原子排列特征 面心立方晶格的晶胞如图所示。

具有面心立方晶格的金属： γ -Fe、Ni、Al、Cu、Ag等



面心立方晶胞示意图

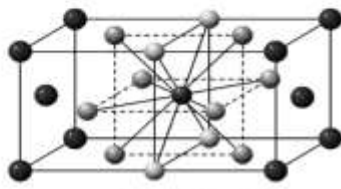
(2)晶格常数 $a=b=c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ 。

(3)原子半径 $r = \frac{\sqrt{2}}{4}a$

(4)晶胞所含原子数 4个原子。

(5)配位数 12。

(6)致密度 74%。



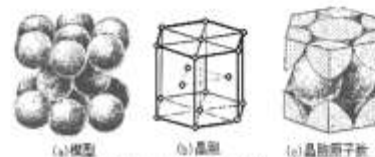
面心立方的配位数示意图

3) 密排六方晶格 (hcp)

(1)原子排列特征 密排六方晶格的晶胞如图所示。

(2)晶格常数

$$a = b \neq c, \frac{c}{a} = 1.633, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$$



密排六方晶胞示意图

(3)原子半径 $r = \frac{1}{4}a$

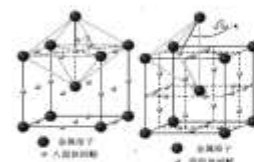
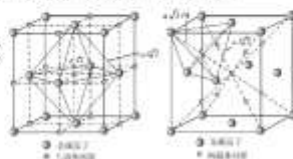
(4)晶胞所含原子数 6个原子。

(5)配位数 12。

(6)致密度 74%。

(7)具有密排六方晶格的金属：Mg、Cd、Zn、Be、 α -Ti等。

4) 晶体结构中的间隙



体心立方晶胞图

结构名称	四面体	正四面体	正八面体	四面体	正八面体
(个数)	8	4	12	6	12
(r_1/r_2)	0.225	0.414	0.29	0.15	0.225

间隙半径 (r_1)，间隙中所容纳的最大圆球半径。

2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研复习提纲

《材料科学基础》考研复习提纲

材料科学基础复习提纲

第一章 工程材料中的原子排列

- 内容:
- 1) 原子之间的键合
 - 2) 晶体学的基本概念及点阵类型
 - 3) 晶向指数和晶面指数及其表示方法
 - 4) 金属的晶体结构特点
 - 5) 陶瓷的晶体结构
 - 6) 晶体缺陷的类型及特征

- 要求:
- 1) 熟练掌握晶面、晶向的表示方法
 - 2) 熟练掌握三种典型的晶体结构
 - 3) 熟练掌握晶体缺陷的基本类型、基本特征、基本性质
 - 4) 熟练掌握位错的应力场和应变能; 位错的运动与交互作用

第二章 固体中的相结构

- 内容:
- 1) 固溶体的分类、结构特点及性能
 - 2) 金属间化合物相的分类、特点及性能
 - 3) 陶瓷晶体相的结构及特点
 - 4) 玻璃相及其形成
 - 5) 分子相的结构特点

- 要求:
- 1) 熟练掌握合金相的主要类型, 形成条件、影响因素和性能特点
 - 2) 掌握玻璃相的形成条件
 - 3) 了解分子相的结构特点及分子晶体

第三章 凝固与结晶

- 内容:
- 1) 结晶的基本规律
 - 2) 结晶的基本条件
 - 3) 晶核的形成
 - 4) 晶体的长大
 - 5) 陶瓷、聚合物的凝固
 - 6) 结晶理论的应用

- 要求:
- 1) 熟练掌握凝固基本规律及过冷度的概念
 - 2) 熟练掌握形核的基本条件
 - 3) 熟练掌握晶体长大条件、界面类型、长大机制及固溶体形态
 - 4) 了解凝固理论解释或说明实际生产问题

第四章 相图

- 内容:
- 1) 相、相平衡及相图制作
 - 2) 二元匀晶相图
 - 3) 二元共晶相图
 - 4) 二元包晶相图
 - 5) 其它二元要相图
 - 6) 二元相图的分析方法
 - 7) 相图的热力学解释
 - 8) 铸锭(件)的组织与偏析
 - 9) 三元相图

- 要求:
- 1) 熟练掌握二元匀晶、共晶、包晶相图的特点
 - 2) 熟练掌握二元匀晶、共晶、包晶相图平衡、非平衡凝固成分变化规律,能够分析结晶过程及得到的组织,能够熟练运用杠杆定律计算相及组织相对含量
 - 3) 能依据相图判断合金的工艺性能与机械性能
 - 4) 掌握铁碳相图,能够分析平衡结晶过程及室温下所得到的相、组织,并计算其相对含量
 - 5) 初步掌握复杂二元相图分析方法
 - 6) 熟练掌握三元合金成分表示方法
 - 7) 掌握三元合金结晶过程中相与组织的转变规律
 - 8) 能够绘制简单的等温截面图和垂直截面图

第五章 材料中的扩散

- 内容:
- 1) 扩散定律及其应用
 - 2) 扩散的微观机理
 - 3) 扩散的热力学理论
 - 4) 反应扩散
 - 5) 一些影响扩散的重要因素

- 要求:
- 1) 掌握扩散第一、第二定律的表达式及适用的条件,各符号的意义和单位
 - 2) 熟练掌握扩散的微观机制
 - 3) 熟练掌握扩散系数的意义和影响扩散的因素
 - 4) 认识几种重要的扩散现象
 - 5) 了解扩散的实际应用,如渗碳过程等

第六章 塑性变形

- 内容:
- 1) 金属的应力—应变曲线
 - 2) 单晶体的塑性变形

- 3) 多晶体的塑性变形
- 4) 合金的塑性变形
- 5) 冷变形金属的组织与性能
- 6) 聚合物的塑性变形
- 7) 陶瓷材料的塑性变形

- 要求:
- 1) 熟练掌握滑移、孪生变形的特点
 - 2) 熟练掌握滑移的微观机制
 - 3) 熟练掌握多晶体塑性变形的过程、特点, 以及细晶强化的机理
 - 4) 熟练掌握合金塑性变形的特点, 以及固溶强化、复相强化、弥散强化的机理
 - 5) 熟练掌握塑性变形对晶体微观组织结构、体系能量、力学性能和物理、化学性能的影响

第七章 回复与再结晶

- 内容:
- 1) 冷变形金属在加热时组织和力学性能的变化
 - 2) 回复
 - 3) 再结晶
 - 4) 再结晶后的晶粒长大
 - 5) 金属的热变形

- 要求:
1. 熟练掌握冷塑性变形金属发生回复、再结晶和晶粒长大的条件、微观机理、影响因素
 - 2) 掌握回复、再结晶的实际应用及晶粒大小的控制
 - 3) 了解动态回复、动态再结晶的微观机制、性能特点等
 - 4) 了解金属热变形的定义

第八章 固态相变

- 内容:
- 1) 固态相变类型
 - 2) 固态相变理论简介
 - 3) 固态相变主要类型举例

- 要求:
- 1) 了解固态相变的类型
 - 2) 了解主要固态相变理论的基本思想
 - 3) 了解典型的固态相变特点

第九章 复合效应与界面

- 内容:
- 1) 复合材料、增强体及复合效应
 - 2) 复合材料增强原理
 - 3) 复合材料的界面

- 要求:
- 1) 了解复合材料的分类
 - 2) 了解复合材料增强原理
 - 3) 了解界面类型、结合原理及性能

四、实验内容和基本要求

实验一、金相显微分析

教学目标:

学习和了解金相显微试样的制作过程和方法;通过对金相显微试样的分析,学习金相显微镜的使用方法,为以后的金相分析打下基础。

内容和基本要求:

- 1) 了解金相显微镜的构造与使用。
- 2) 分别用明、暗视场观察 20 钢及夹杂物的金相组织。
- 3) 制备 20 钢金相试样,并在显微镜下观察

实验二、常见金属晶体结构和原子堆垛

教学目标:

了解局部与整体、晶体结构与整体结构的关系以及原子堆砌形式与晶体中间隙形态的大小关系。进一步理解关于晶面、晶向以及指数、致密度等概念。

内容和基本要求:

- 1) bcc、fcc、hcp 结构及相应的四面体、八面体间隙,观察其间隙位置和大小,找出最密排面和最密排方向。
- 2) 沿最密排方向用钢球堆砌出三种晶体结构的堆砌次序。
- 3) 观察晶体中的位错模型。

实验三、二元合金平衡组织分析

教学目标:

加深对二元合金相图认识,熟悉并掌握利用相图分析合金组织的方法,对固溶体组织、次生组织、共晶等组织形态和组织特征有一个初步的认识。

内容和基本要求:

- 1) 观察并描绘六种 Pb-Sn 合金的显微组织
- 2) 分析讨论以上合金组织的形成过程

实验四、二元合金不平衡组织分析

教学目标:

利用平衡态的二元相图分析不平衡凝固过程,掌握不平衡凝固的基本特点,对实际生产条件下的合金组织作出正确的分析。

内容和基本要求:

2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研核心题库

《材料科学基础》考研核心题库之选择题精编

1. 高岭石属于层状硅酸盐结构，其结构特征是_____。
 A. 二层型三八面体结构
 B. 三层型三八面体结构
 C. 二层型二八面体结构
 D. 三层型二八面体结构
【答案】 C

2. 在七大晶系中属于高级晶族的晶系有_____。
 A. 1 个
 B. 2 个
 C. 3 个
 D. 4 个
【答案】 A

3. 橡胶是优良的减震材料和磨阻材料，因为有突出的_____。
 A. 高弹性
 B. 粘弹性
 C. 塑料
 D. 减磨性
【答案】 A

4. 在 RO-SiO₂ 的系统中：(1) MgO-SiO₂；(2) CaO-SiO₂；(3) SrO-SiO₂；(4) BaO-SiO₂ 的分相区范围的大小次序为_____。
 A. (1) > (2) > (3) > (4)
 B. (4) > (3) > (2) > (1)
 C. (2) > (1) > (3) > (4)
 D. (3) > (4) > (2) > (1)
【答案】 A

5. 与玻璃软化温度 T_f 相对应的粘度为_____。
 A. $10^5 \text{ dPa} \cdot \text{s}$
 B. $10^9 \text{ dPa} \cdot \text{s}$
 C. $10^{11} \text{ dPa} \cdot \text{s}$
 D. $10^{13} \text{ dPa} \cdot \text{s}$
【答案】 B

6. 大多数固相反应处于_____。
 A. 化学反应动力学范围
 B. 扩散动力学范围
 C. 过渡范围
【答案】 B

7. 螺位错的位错线与滑移方向之间_____。

- A. 相互平行
- B. 相互垂直
- C. 没有一定的关系

【答案】A

8. 熔体是_____的混合物。

- A. 相同聚合度的聚合物和游离碱
- B. 不同聚合程度的各种聚合物
- C. 各种低聚物
- D. 各种高聚物

【答案】B

9. SrSO_4 离子晶体通常借助表面离子的极化变形和重排来降低其表面能，对于下列离子晶体的表面能，最小的是_____。

- A. CaF_2
- B. PbF_2
- C. PbI_2
- D. BaSO_4

【答案】C

10. 常温下，金属多晶体的塑变方式为_____。

- A. 滑移、孪生、蠕变
- B. 滑移、孪生、扭折
- C. 滑移、攀移、交滑移
- D. 滑移、孪生、晶界滑移

【答案】B

11. 高岭石属于_____的硅酸盐。

- A. 链状结构
- B. 层状结构
- C. 架状结构
- D. 岛状结构

【答案】B

12. 在 UO_2 晶体中， O^{2-} 的扩散是按_____机制进行的。

- A. 空位
- B. 间隙
- C. 掺杂点缺陷

【答案】B

13. 在下列几类晶体中，形成间隙型固溶体的次序是_____。

- A. 沸石 > CaF_2 > TiO_2 > MgO
- B. MgO > TiO_2 > CaF_2 > 沸石
- C. CaF_2 > TiO_2 > MgO > 沸石
- D. TiO_2 > MgO > CaF_2 > 沸石

【答案】A

14. 在 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系相图中有低共熔点 8 个、双升点 7 个、鞍形点 9 个，按相平衡规律该系统可划分成_____分三角形。（鞍形点为界线与连线的交点）

- A. 8 个
- B. 7 个
- C. 9 个
- D. 15 个
- E. 22 个

【答案】D

15. 大多数固相反应处于_____。

- A. 化学反应动力学范围
- B. 扩散动力学范围
- C. 过渡范围

【答案】B

16. 膨胀系数最低的高分子化合物的形态是_____。

- A. 线型
- B. 支化型
- C. 体型

【答案】C

17. 在各种层状硅酸盐结构中，晶胞参数相近的是_____。

- A. a_0 和 b_0
- B. a_0 和 c_0
- C. c_0 和 b_0
- D. c_0

【答案】A

18. 立方晶体中，(110) 和 (211) 面同属于_____晶带。

- A. [110]
- B. [100]
- C. [211]
- D. $[1\bar{1}\bar{1}]$

【答案】D

19. 空间点阵是对晶体结构中的_____抽象而得到的。

- A. 原子
- B. 离子
- C. 几何点
- D. 等同点

【答案】D

20. 点群为 L^66L^27PC 的晶体结构属于_____晶系。

- A. 立方
- B. 六方
- C. 四方

D. 正交

【答案】B

21. 在非化学计量化合物 ZrO_{2-x} 中存在的晶格缺陷是_____。

- A. 阴离子空位
- B. 阳离子空位
- C. 阴离子填隙
- D. 阳离子填隙

【答案】A

22. 在烧结过程中，只使坯体的强度逐渐增加，而坯体不发生收缩的传质方式是_____。

- A. 晶格扩散
- B. 流动传质
- C. 蒸发-凝聚
- D. 溶解-沉淀

【答案】C

23. 在置换型固溶体中，原子扩散的方式一般为_____。

- A. 原子互换机制
- B. 间隙机制
- C. 空位机制

【答案】C

24. 细粒复合材料中细粒相的直径为_____时增强效果最好。

- A. $< 0.01 \mu\text{m}$
- B. $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$
- C. $> 0.1 \mu\text{m}$

【答案】B

25. 在二元相图中，计算两相相对量的杠杆法则只能用于_____。

- A. 单相区中
- B. 两相区中
- C. 三相平衡水平线上

【答案】B

26. 根据整数定律，晶体结构中的坐标轴应该选取_____的方向。

- A. 相互垂直
- B. 密排面
- C. 晶体中行列

【答案】C

27. 形状记忆合金构件在_____态进行塑性变形，在_____后，恢复原来的形状。

- A. 马氏体、加热转变成母相
- B. 母相、冷却转变成马氏体
- C. 马氏体、停留若干天
- D. 母相、加热转变新的母相

【答案】A

2024 年中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研题库[仿真+强化+冲刺]

中国矿业大学（北京）833 材料科学基础考研仿真五套模拟题

2024 年材料科学基础五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、选择题

1. 高岭石属于层状硅酸盐结构，其结构特征是_____。

- A. 二层型三八面体结构
- B. 三层型三八面体结构
- C. 二层型二八面体结构
- D. 三层型二八面体结构

【答案】C

2. 热双金属片的主动层和被动层分别是_____。

- A. 定膨胀合金和高膨胀合金
- B. 高膨胀合金和定膨胀合金
- C. 定膨胀合金和低膨胀合金
- D. 高膨胀合金和低膨胀合金

【答案】D

3. SrSO_4 离子晶体通常借助表面离子的极化变形和重排来降低其表面能，对于下列离子晶体的表面能，最小的是_____。

- A. CaF_2
- B. PbF_2
- C. PbI_2
- D. BaSO_4

【答案】C

4. 橡胶是优良的减震材料和磨阻材料，因为有突出的_____。

- A. 高弹性
- B. 粘弹性
- C. 塑料
- D. 减磨性

【答案】A

5. 在各种层状硅酸盐结构中，晶胞参数相近的是_____。

- A. a_0 和 b_0
- B. a_0 和 c_0
- C. c_0 和 b_0
- D. c_0

【答案】A

6. 熔体是_____的混合物。

- A. 相同聚合度的聚合物和游离碱
- B. 不同聚合程度的各种聚合物

- C. 各种低聚物
- D. 各种高聚物

【答案】B

7. 三元系统相图中, 若存在有 n 条界线, 则此系统相图中能连接出_____条连线。

- A. 3
- B. $n-1$
- C. n
- D. $n+1$

【答案】C

8. 点群为 L^66L^27PC 的晶体结构属于_____晶系。

- A. 立方
- B. 六方
- C. 四方
- D. 正交

【答案】B

9. 退火孪晶出现的几率与晶体的层错能的关系为_____。

- A. 无关, 只与退火温度和时间有关
- B. 层错能低的晶体出现退火孪晶的几率高
- C. 层错能高的晶体出现退火孪晶的几率高

【答案】B

10. 离子晶体通常借助表面离子的极化变形和重排来降低其表面能, 对于下列离子晶体的表面能, 最小的是。_____

- A. CaF_2
- B. PbF_2
- C. PbI_2
- D. BaSO_4
- E. SrSO_4

【答案】C

二、填空题

11. 链段是用来描述高分子的_____性。

【答案】柔顺

12. 扩散第一定律只适合于_____条件, 第一定律所表达的基本含义是: 在_____的条件下, 只要浓度梯度存在就会有扩散发生, 而且扩散通量与浓度梯度成_____变化。扩散流动方向是由_____浓度向_____浓度。

【答案】稳态、 $\frac{dc}{dt} = 0$ 、正比、高、低

13. 在均一的液相中靠自身的结构起伏和能量起伏等条件形成晶核的方式称为_____形核。

【答案】均匀

14. YT30 是_____，其成分由_____、_____和_____组成，可用于制作_____。
 【答案】钨钴钛类合金、WC、TiC、Co、刀具刃部
15. 位错在滑移面上的运动称为_____，作垂直滑移面的运动称为_____。螺位错不能进行_____。
 【答案】滑移、攀移、攀移
16. 高分子中，由于_____而产生的分子在空间的不同形态称为构象，高分子能够改变构象的性质称为_____。
 【答案】单键内旋转、柔顺性
17. 空间群为 $Fm\bar{3}m$ 的晶体具有_____结构。
 【答案】面心立方结构
18. 在离子晶体结构中，正负离子构成_____，正负离子间的距离取决于_____，配位数取决于正负离子的_____。
 【答案】配位多面体、正负离子半径和、半径比
19. 上坡扩散是指扩散原子从_____向_____的扩散，产生上坡扩散的原因是合金系中存在着_____。
 【答案】低浓度、高浓度、化学位梯度
20. 硅酸盐晶体主要结构类型(亚类)有_____、_____、_____、_____和架状。
 【答案】岛、群(或环)、链、层

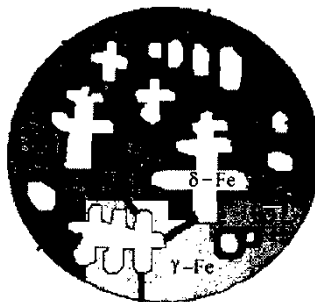
三、简答题

21. 为什么金属滑移在最密排面与最密排晶向上进行?

【答案】金属晶体的滑移是在外力的作用下，于原子排列最紧密的晶面和晶向上进行的，这是因为在密排面上原子间距最小，结合力最强，而相邻的两个密排晶面之间距离却最大、结合力最弱。可知在原子排列最紧密的晶面之间进行滑移阻力最小，需要的外力也最小。于是原子排列最紧的晶面和晶向就成了晶体进行滑移的滑移面和滑移方向。

22. 分析含碳量 0.12% 的铁碳合金的结晶过程。

【答案】含碳 0.12% 的钢，由液相冷却时，先形成 δ 铁素体，固液相分别按相图上的固、液相线成分变化，到 1495℃ 包晶温度，部分进行包晶反应；新相 γ 奥氏体在已生成的 δ 铁素体上形核并向 δ 铁素体和液相中生长。反应后是两相组织 δ 铁素体 + γ 奥氏体，见下图。 δ 铁素体相对量为： $(0.17-0.12)/(0.17-0.09)=62.5\%$ 。继续冷却得到单相奥氏体。



图

23. 简述冷变形后金属回复及再结晶退火对材料组织和性能变化的规律, 说明哪些地方可能是再结晶优先形核的地点, 指出再结晶、结晶、固态相变之间的主要区别。

【答案】随退火温度的升高或退火时间的延长, 形变组织中的位错缠结演变为亚晶, 亚晶进行合并长大; 在形变不均匀区内发生再结晶形核及长大, 等轴晶取代形变长条晶粒; 随后是晶粒正常长大。在性能上, 强度、硬度下降, 电阻下降; 塑性、韧性提高。这些过程在再结晶阶段比回复阶段更显著。

优先形核地点为: 原始晶界、形变时形成的新大角晶界处或通过亚晶长大而逐步形成的大角晶界、第二相粒子附近等。

再结晶只是一种组织变化, 没有结构变化, 驱动力是形变储能; 结晶是非晶态的液相、气相或固态非晶体中形成晶体的过程; 固态相变是固/固相的结构变化。后两者的驱动力都是化学自由能差。

24. 奥氏体不锈钢和耐磨钢淬火的目的是与一般钢的淬火目的有何不同。耐磨钢的耐磨原理与淬火工具钢的耐磨原理又有何不同? 它们的应用场合有何不同?

【答案】奥氏体不锈钢和耐磨钢淬火的目的是为了获得单一、成分均匀的奥氏体组织, 防止出现第二相引起晶间腐蚀, 因此奥氏体不锈钢淬火称固溶处理, 而耐磨钢由于淬火后获得的单一奥氏体组织塑、韧性较高, 亦称其淬火为水韧处理。耐磨钢的耐磨原理是单一奥氏体组织在工作中受到强大的冲击、压力作用, 从而产生应力诱发马氏体并产生加工硬化, 使钢的耐磨性大大增加。淬火工具钢是通过淬火+低温回火, 获得高硬度高耐磨性的回火马氏体, 使钢具有较高的耐磨性。耐磨钢用于制作承受强烈冲击、压力作用的工作零件, 例推土机大铲、铁道道岔, 淬火工具钢用于不承受强烈冲击压力作用, 要求耐磨性高的场合。

25. 分析再结晶过程中形核和长大与凝固过程中的形核和长大有何不同点。

【答案】凝固时形核的驱动力, 是新、旧相化学位差, 再结晶驱动力只是形变储存能。

凝固常是均匀形核; 再结晶形核在现有的形变不均匀区, 如晶界附近、切变带、形变带、第二相粒子周围。凝固长大时与母相不会有取向关系, 再结晶长大时可有特定的取向关系。

26. 试比较 45、T8、T12 钢的硬度、强度和塑性有何不同?

【答案】由含碳量对碳钢性能的影响可知, 随着钢中碳含量的增加, 钢中的渗碳体增多, 硬度也随之升高, 基本上呈直线上升。在 $w_C = 0.8\%$ 以前, 强度也是呈直线上升的。在 $w_C = 0.8\%$ 时, 组织全为珠光体, 强度最高; 但在 $w_C > 0.8\%$ 以后, 随碳量的继续增加, 组织中将会出现网状渗碳体, 致使强度很快下降; 当 $w_C \geq 2.11\%$ 后, 组织中出现共晶莱氏体, 强度将很低。而塑性是随碳量增加而单调下降的, 在出现莱氏体后, 塑性将几乎降为零。

所以, 综上所述, T12 的硬度最高, 45 钢的硬度最低; T12 的塑性最差, 45 钢塑性最好; T8 钢均居中, 而 T8 钢的强度最高。

27. 分别解释柯氏气团 (Cottrell atmosphere) 和铃木气团 (Suzuki atmosphere) 在强化金属中的作用。

【答案】柯氏气团: BCC 晶体 (如碳钢) 中, C、N 等小尺寸原子优先分布于刃型位错的拉应力区, 对位错产生钉扎作用。要使位错运动, 必须从钉扎作用下撕脱出, 需要增加额外的应力, 从而提高了材料的强度。

铃木气团: FCC 晶体 (如不锈钢) 中, Ni、Cr 等合金元素优先分布于层错区, 降低层错能, 使扩展位错区扩大, 要使该扩展位错运动, 需要增加额外的应力, 从而提高了材料的强度。

28. 以位错理论说明纯金属冷变形强化的原因。如何完全消除加工硬化? 说明所用的热处理方法、发生的变化及大致工艺参数。

【答案】强化原因: 位错交割产生扭折和割阶, 位错反应产生不可动位错, 位错增殖使位错密度增加。消除加工硬化的方法: 再结晶退火。

发生的变化: 退火过程中位错密度降低, 变形的晶粒变为等轴晶粒, 残余应力消除, 强度硬度降低。

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥268.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

