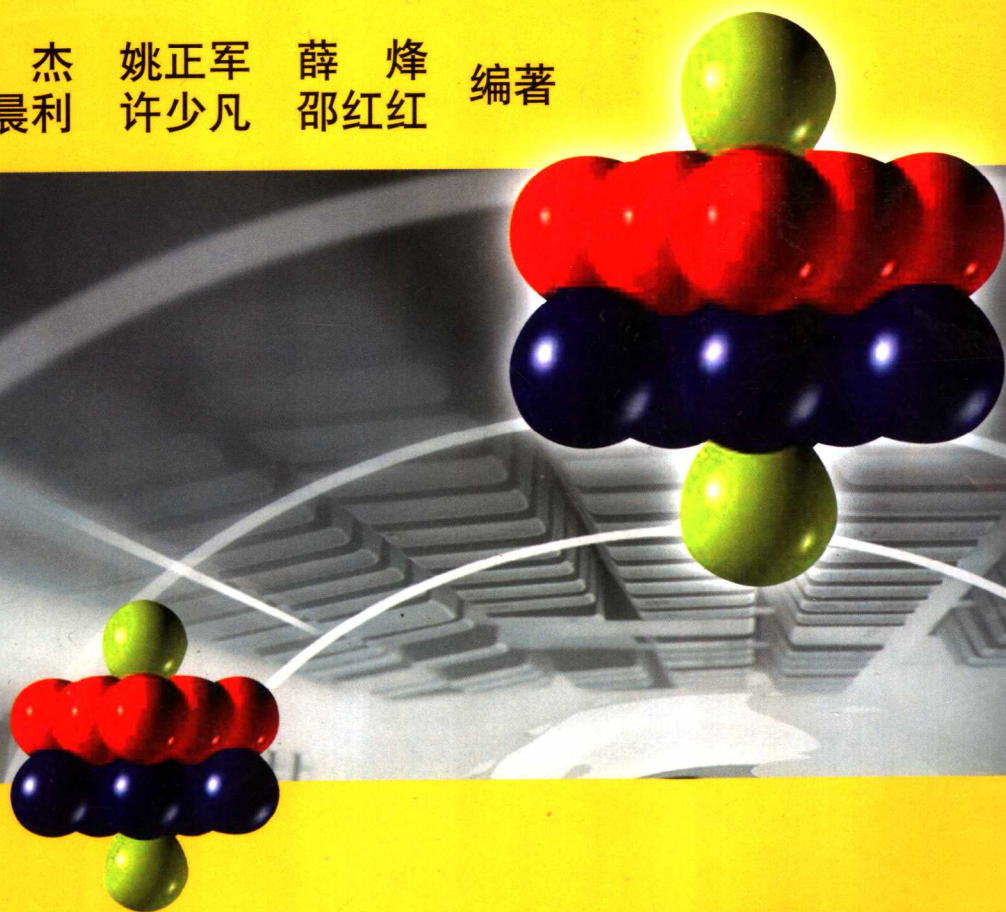


高 等 学 校 教 材
GAODENG XUEXIAO JIAOCAI

材料科学基础 全真试题及解析

● 陶 杰 姚正军 薛 烽 编著
● 宫晨利 许少凡 邵红红



化学工业出版社
教材出版中心

高 等 学 校 教 材

材料科学基础全真试题及解析

陶 杰 姚正军 薛 烽 编著
宫晨利 许少凡 邵红红



化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心

· 北 京 ·

本书为高等学校教材,与《材料科学基础》互为配套教材。全书共分为三部分,第一部分为《材料科学基础》(上),主要包括晶体学基础、固体材料的结构、凝固、相图和固态相变的基础原理等方面的试题及答案。第二部分为《材料科学基础》(下),主要包括固体中的扩散、晶体缺陷、材料表面与界面、金属材料的变形与再结晶以及非金属材料的应力-应变行为与变形机制等方面的试题及答案。第三部分为南京航空航天大学、东南大学、合肥工业大学和江苏大学四所高校近三年硕士研究生入学考试试题及参考答案。另在文后列出相关知识附录,以便师生查阅参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料科学基础全真试题及解析/陶杰,姚正军,薛烽等
编著. —北京:化学工业出版社,2006.7

高等学校教材

ISBN 7-5025-9118-4

I. 材… II. ①陶…②姚…③薛… III. 材料科学-
高等学校-解析 IV. TB3-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第083916号

高等学校教材

材料科学基础全真试题及解析

陶杰 姚正军 薛烽 编著
宫晨利 许少凡 邵红红

责任编辑:杨菁

文字编辑:李玥

责任校对:蒋宇

封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 彩插 1 字数 323千字

2006年9月第1版 2006年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-9118-4

定价:22.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

化学工业出版社于2006年3月出版了陶杰、姚正军和薛烽等教授编著的《材料科学基础》，为配合该课程的教学需要，并应广大学生的要求，由南京航空航天大学、东南大学、合肥工业大学和江苏大学等高校老师结合多年教学实践，参考和吸收了国内外许多相关材料，编著了近三年来课程考试试题以及研究生入学考试试题，并对试题给予了详细解析，突出了知识要点，为学生们在课程学习时掌握基本概念、基本理论和知识难点，提高分析问题解决问题的能力尤其是理论联系实际的能力，将提供有益的帮助。为保持各校试题的原貌和完整性，在编著本书时对部分重复的试题和内容未作改动。同时，也说明这部分内容十分重要，因为它们引起了各校老师的高度关注。

本书可供材料科学与工程类和冶金类专业师生，以及从事科研、教学、生产等方面的科研技术人员参考，也可作为报考材料科学与工程类和冶金类学科研究生复习思考的辅导材料。

全书共分三部分，第一部分为《材料科学基础》（上），主要包括晶体学基础、固体材料的结构、凝固、相图和固态相变的基本原理；第二部分为《材料科学基础》（下），主要包括固体中的扩散、晶体缺陷、材料表面与界面、金属材料的变形与再结晶以及非金属材料的应力-应变行为与变形机制；第三部分为南京航空航天大学、东南大学、合肥工业大学和江苏大学四所高校近三年硕士研究生入学考试试题及参考答案。本书在编著过程中，得到了东南大学孙扬善教授、合肥工业大学吴玉程教授、江苏大学赵玉涛教授的大力帮助和支持，在此谨致诚挚的感谢！

由于编著者水平有限，书中难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编著者

2006年6月于南京

目 录

第一部分 《材料科学基础》(上)

试题一.....	1
试题二.....	2
试题三.....	3
试题四.....	4
试题五.....	5
试题六.....	7
试题七.....	8
试题八.....	9
试题九.....	11
试题十.....	12
试题十一.....	16
试题十二.....	20
解析.....	25

第二部分 《材料科学基础》(下)

试题一.....	62
试题二.....	64
试题三.....	66
试题四.....	69
试题五.....	71
试题六.....	74
试题七.....	74
试题八.....	75
试题九.....	76
试题十.....	79
试题十一.....	82
解析.....	86

第三部分 硕士研究生入学考试试题及参考答案

南京航空航天大学 2004 年攻读硕士学位研究生入学考试试题.....	110
南京航空航天大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题.....	111
南京航空航天大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题.....	112
东南大学 2004 年攻读硕士学位研究生入学考试试题.....	114
东南大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题.....	120

东南大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	124
合肥工业大学 2004 年攻读硕士学位研究生考试试题	129
合肥工业大学 2005 年攻读硕士学位研究生考试试题	131
合肥工业大学 2006 年攻读硕士学位研究生考试试题	133
江苏大学 2004 年硕士研究生入学考试试题	135
江苏大学 2005 年硕士研究生入学考试试题	136
江苏大学 2006 年硕士研究生入学考试试题	138
南京航空航天大学 2004 年硕士研究生入学考试参考答案	139
南京航空航天大学 2005 年硕士研究生入学考试参考答案	143
南京航空航天大学 2006 年硕士研究生入学考试参考答案	148
东南大学 2004 年硕士研究生入学考试参考答案	153
东南大学 2005 年硕士研究生入学考试参考答案	156
东南大学 2006 年硕士研究生入学考试参考答案	159
合肥工业大学 2004 年硕士研究生入学考试参考答案	162
合肥工业大学 2005 年硕士研究生入学考试参考答案	165
合肥工业大学 2006 年硕士研究生入学考试参考答案	168
江苏大学 2004 年硕士研究生入学考试参考答案	171
江苏大学 2005 年硕士研究生入学考试参考答案	173
江苏大学 2006 年硕士研究生入学考试参考答案	174
附录	178
参考文献	192

第一部分

《材料科学基础》(上)

(晶体学基础、固体材料的结构、凝固、相图和固态相变的基本原理)

试 题 一

一、名词解释 (每小题 2 分, 共 12 分)

1. 金属间化合物 2. 过冷度 3. 相变 4. 成分过冷 5. 马氏体 6. 微观偏析

二、简答题 (每题 5 分, 共 50 分)

1. 底心立方是不是一种独立的布拉菲点阵, 为什么?
2. β -黄铜为体心立方结构 (顶角为锌原子、中心为铜原子), 如果铜原子和锌原子的半径分别为 0.13nm 和 0.14nm, 试估算其密度 (已知铜与锌的相对原子质量分别为 63.54 及 65.38, $N_0 = 6.023 \times 10^{23}$)。
3. 简述贝氏体转变的基本特征。
4. 金属的固态相变主要有哪几种基本变化?
5. 陶瓷材料一般由哪些相组成?
6. 简述金属玻璃的性能特点?
7. 绘制一个二元匀晶相图, 在其两相区任一温度画一水平线, 并做出在该温度下的自由能-成分曲线 (即 $G-X$ 曲线)。
8. 简述金属结晶过程的条件。
9. 比较平衡冷却状态的 45 钢 (0.45% C) 与 T8 钢 (0.77% C) 的硬度与塑性, 简述原因?
10. 常见单晶材料的制备方法分为哪几种?

三、作图表示立方晶体的 $(12\bar{3})$ 、 $(0\bar{1}2)$ 晶面及 $[\bar{1}02]$ 、 $[\bar{2}11]$ 晶向。(6 分)

四、假设液体在凝固时形成的临界晶核是边长为 a 的立方体形状, 求均匀形核时临界晶核边长 a^* 和临界成核功 ΔG^* (注: 单位面积表面能用 σ 表示, 单位体积固相与液相的自由焓差值用 ΔG_v 表示)。(8 分)

五、1. 画出 Fe-Fe₃C 相图, 并标注各点温度和成分。(8 分)

2. 计算含碳 0.2% 的碳钢在室温下的组织相对含量和相的相对含量, 并画出在室温下平衡组织示意图, 并在图中表明组织名称。(8 分)

六、设 A、B、C 三元共晶相图中, α 、 β 、 γ 三种固溶体分别是以组元 A、B、C 为溶剂的, $T_A > T_B > T_C$, $E_{AB} > E_{AC} > E_{BC}$ (注: T_A 为组元 A 的熔点, E_{AB} 为组元 A、B 的共晶点, 其余类推)。

1. 画出 $T = E_{AB}$ 时的水平截面图。(4 分)

2. 根据综合投影图 (图 1), 写出 I、II、III、IV 区域内的合金的室温下组织。(4 分)

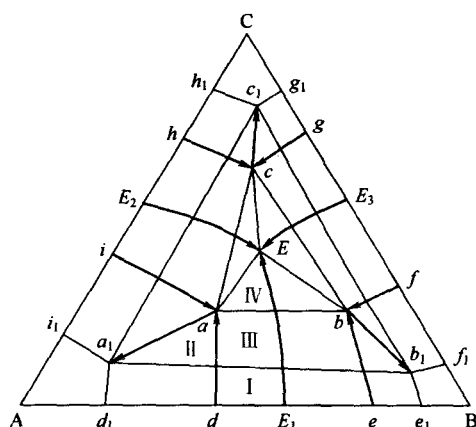


图 1

试 题 二

一、名词解释 (每小题 2 分, 共 12 分)

1. 固溶体 2. 热分析法 3. 相 4. 定向凝固 5. 贝氏体转变 6. 偏析

二、简答题 (每题 5 分, 共 50 分)

1. 体心单斜是一种新点阵吗? 为什么?

2. 纯铝晶体为面心立方点阵, 已知铝的相对原子质量为 26.97, 原子半径为 0.143nm, 求铝晶体的密度 (已知铝的相对原子质量分别为 26.97, $N_0 = 6.023 \times 10^{23}$)。

3. 马氏体转变的基本特征。

4. 简述扩散型相变的一般特征。

5. 陶瓷材料的组成相有哪些?

6. 试比较热塑性塑料与热固性塑料的性能特点?

7. 根据凝固理论, 简述细化晶粒的基本途径。

8. 在高聚物大分子链中有哪些热运动单元? 这些热运动单元与高聚物宏观性能有何关联?

9. 铸锭最外层组织有何特点? 简述形成的原因。

10. 简述高分子化合物的基本性质?

三、画出立方晶系中的 $(3\bar{1}2)$ 晶面和 $[13\bar{2}]$ 晶向。(6 分)

四、证明均匀形核的临界形核功 $\Delta G^* = -\frac{1}{2}V^* \Delta G_v$ (注: 单位面积表面能用 σ 表示, 单位体积固相与液相的自由焓差值用 ΔG_v 表示)。(8 分)

五、1. 画出 Fe-Fe₃C 相图, 并标注各点温度和成分。(8 分)

2. 计算含碳 1.0% 的碳钢在室温下的组织相对含量和相的相对含量, 并画出在室温下平衡组织示意图, 并在图中标明组织名称。(8 分)

六、图 1 是 Al-Cu-Mg 三元系液相面投影图。图中 α 是以铝为溶剂的固溶体, θ 、 β 分别以 Al-Cu、Al-Mg 二元化合物为基的固溶体, S、T 分别是以 Al-Cu-Mg 三元化合物为基的固溶体。试写出 E_T 、 E_U 、 P_1 、 P_2 四相平衡转变式。(8 分)

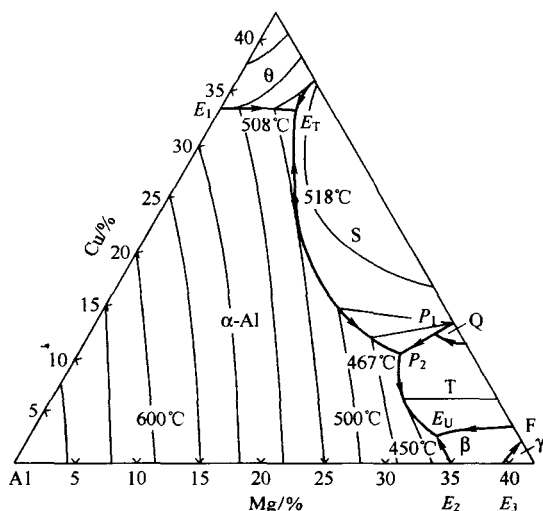


图 1

试 题 三

一、名词解释（4 分，每小题 2 分）

1. 相
2. 固溶强化

二、简答题（67 分）

1. 什么是空间点阵？它和晶体点阵是什么关系？（2 分）
2. 布拉菲点阵一共有多少种？它们分属于哪几大晶系？铜属于哪种布拉菲点阵？（4 分）
3. 写出立方晶系中属于 $\{110\}$ 的所有晶面。（3 分）
4. 画出立方晶系中具有下列密勒指数的晶面和晶向： $(\bar{3}01)$ 、 $(13\bar{2})$ 晶面和 $[20\bar{1}]$ 、 $[\bar{1}2\bar{2}]$ 晶向。（4 分）
5. 点阵平面 (110) 、 (311) 和 (132) 是否属于同一晶带？若是的话，试指出其晶带轴，另外再指出属于该晶带的任一其他点阵平面；若不是的话，为什么？（3 分）
6. 晶体的宏观对称元素有哪几种？并画图示意其中一种。（3 分）
7. 在 (001) 标准投影图中，其基圆上所代表的晶面指数有何特点，并给予解释。（3 分）
8. 金属为什么具有良好的塑性？（3 分）
9. 铁的点阵常数是 $2.86\text{\AA}$ ($1\text{\AA}=0.1\text{nm}$)，相对原子质量是 55.84，试用阿伏伽德罗常数 (6.023×10^{23}) 计算其密度。（4 分）
10. 什么是固溶体？它是如何分类的？（5 分）
11. 组元的晶体结构如何影响置换固溶体的溶解度？（3 分）
12. 为什么中间相的性能一般是硬而脆明显不同于各组元的性能？（3 分）
13. 根据鲍林第一规则，离子晶体结构可视为由负离子配位多面体按一定方式连接而成，正离子则处于负离子多面体的中央。请画出组成 NaCl 离子晶体结构的负离子配位多面体。（3 分）
14. 请描述刚玉的晶体结构及其特征。（3 分）

15. 什么是大分子链的柔性? 影响大分子链的柔性有哪些因素? (4 分)

16. 如何理解高聚物分子量的多分散性? 高聚物的平均分子量及分子量分布宽窄对高聚物性能有何影响? (4 分)

17. 怎样理解晶态高聚物的结构? (3 分)

18. 能否说明过冷度 ΔT 越大, 相变的形核率就越大, 为什么? (3 分)

19. 什么是成分过冷? 它对液-固界面的形貌有何影响? (4 分)

20. 铸锭中常见的缺陷有哪些? (3 分)

三、试证明在同样过冷度下均匀形核时, 球形晶核较立方晶核更易形成。(4 分)

四、1. 画出 Fe-Fe₃C 组织区分图, 并写出各关键点的温度及习惯标注的字母, 表明各相区。(6 分)

2. 画出含碳 1.2% 的铁碳合金的冷却曲线和室温下组织示意图, 并计算在室温下各组织组成物比例是多少? (4 分)

3. 在 Fe-Fe₃C 相图中, 画出 727°C 时各相的自由能-成分曲线。(2 分)

五、在三元合金相图中, 常见的四相平衡转变有哪几种类型? 并写出各四相平衡转变的反应式及其转变前后的三相平衡反应式。(9 分)

六、Al-Cu-Mg 三元系液相面投影图的富 Al 部分如图 1 所示, 写出该三元系中的所有四相平衡转变反应式。(4 分)

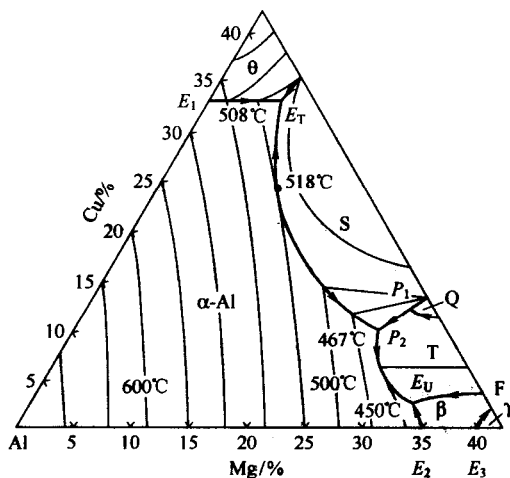


图 1

试 题 四

一、名词解释 (4 分, 每小题 2 分)

1. 组织 2. 有序强化

二、简答题 (70 分)

1. 写出正交晶系点阵常数的特点, 铁属于哪种布拉菲点阵? (4 分)

2. 写出立方晶系中属于 $\langle 110 \rangle$ 所有的晶向。(3 分)

3. 画出立方晶系中具有下列密勒指数的晶面和晶向: $(\bar{2}1\bar{1})$ 、 $(3\bar{3}1)$ 晶面和 $[1\bar{1}\bar{3}]$ 、 $[12\bar{3}]$ 晶向。(4 分)

4. 求 (121) 和 (100) 决定的晶带轴与 (001) 和 (111) 所决定的晶带轴所构成的晶面的晶面指数。(4 分)

5. 晶体的微观对称元素有哪几种? 并画图示意其中一种。(4 分)

6. 在 (001) 标准投影图中要找任一晶面 (hkl) 投影点的方法是先在基圆上找到 ($hk0$) 的点, 则 (hkl) 一定在 ($hk0$) 与圆心的连线上, 为什么?(3 分)

7. 共价键结合的晶体为什么延性和导电性都很差?(4 分)

8. 常见金属晶体结构中哪些是密排结构? 它们能不能分别看作一种独立的布拉菲点阵? 为什么?(4 分)

9. 请说出常见三类金属晶体结构中任意一类晶体结构的间隙种类、位置、多少及相对大小。(4 分)

10. γ -Fe 在略高于 910°C 时的点阵常数 $a = 0.3633\text{nm}$, α -Fe 在略低于 910°C 时 $a = 0.2892\text{nm}$, 求上述温度时 γ -Fe 和 α -Fe 的原子半径 R 。(4 分)

11. 什么是化合物? 它可分为哪几类?(4 分)

12. 组元间的电负性差如何影响置换固溶体的溶解度?(3 分)

13. 什么是间隙固溶体? 形成间隙固溶体有哪些条件?(3 分)

14. γ -黄铜属于哪一类相? 试描述其晶体结构。(4 分)

15. 比较在 α - Al_2O_3 、 FeTiO_3 (钛铁矿的主要成分) 两种离子晶体中离子排列的异同点。(4 分)

16. 按照硅氧四面体在空间的组合情况, 硅酸盐结构可以分成哪几类?(3 分)

17. 在高聚物大分子链中有哪些热运动单元? 这些热运动单元与高聚物宏观性状有何关联?(4 分)

18. 什么是结晶度? 影响结晶度的因素有哪些?(4 分)

19. 简述铸锭的组织及其形成机理。(3 分)

三、证明任意形状晶核的临界晶核形成功 ΔG^* 与临界晶核体积 V^* 的关系:

$$\Delta G^* = -\frac{V^*}{2} \Delta G_V, \text{ 式中, } \Delta G_V \text{ 为液固相单位体积自由能差。 (4 分)}$$

四、1. 画出 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 相图, 并写出各关键点的温度及习惯标注的字母, 标明各相区。(6 分)

2. 画出含碳 0.65% 的铁碳合金的冷却曲线和室温下组织示意图, 并计算在室温下其各组成相的比例是多少?(4 分)

3. 在 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 相图中, 画出 800°C 时各相的自由能-成分曲线。(2 分)

五、设 A、B、C 三元共晶相图中 α 、 β 、 γ 三种固溶体分别是以组元 A、B、C 为溶剂的, $T_A > T_B > T_C$, $E_{AB} > E_{AC} > E_{BC}$ (注: T_A 为组元 A 的熔点, E_{AB} 为组元 A、B 的共晶点, 其余类推)。

1. 请画出该三元共晶相图的综合投影图。(6 分)

2. 画出 $T = E_{AB}$ 时的水平截面图。(2 分)

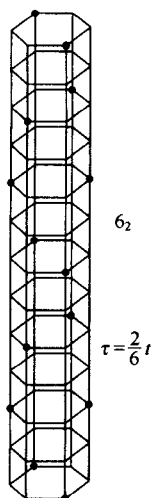
3. 在综合投影图上用阴影线表明室温下组织为 $\alpha + (\alpha + \beta) + (\alpha + \beta + \gamma)$ 的区域。(2 分)

试 题 五

注意: 选做 19 题, 第 21 题 10 分, 其余每题 5 分, 其中带 * 的为必做题目。

1.* 画出金刚石的晶体点阵和空间点阵。

2. 左下图代表什么意思?



3.* 绘图说明面心正方点阵可表示为体心正方点阵。

4.* 画出立方晶系中具有下列密勒指数的晶面和晶向： $(\bar{2} \ 1 \ 3)$ 晶面和 $[02\bar{1}]$ 晶向。

5. 已知某晶带中任意两个晶面 $(h_1 k_1 l_1)$ 和 $(h_2 k_2 l_2)$ ，请写出计算该晶带轴方向 $[uvw]$ 的表达式。

6. 与非金属相比，金属为什么具有良好的导热性？

7.* 典型面心立方 (FCC) 金属的一个晶胞中有几个原子和哪类间隙及其数目？这些原子堆积在一起的致密度和配位数分别为多少？

8. 什么是置换固溶体？影响置换固溶体溶解度的因素有哪些？

9. 间隙相有何特点？性能如何？有何用途？

10. 具有 NiAs 结构的相有何特点？

11.* 请描述锆英石 $Zr[SiO_4]$ 结构。

12. 请描述刚玉的晶体结构及其特征。

13. 什么是成分过冷？

14. 在高聚物大分子链中有哪些热运动单元？这些热运动单元与高聚物宏观性状有何关联？

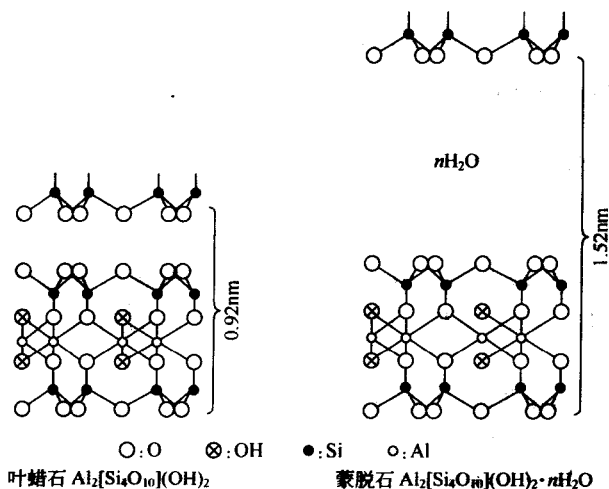
15. 简述高聚物的结构特点？影响高聚物结晶度的因素有哪些？

16.* 绘图并推导纯金属的凝固驱动力 $\Delta G = L_m \frac{\Delta T}{T_m}$ (式中， L_m 为凝固潜热， T_m 为理论熔点)。

17. 纯晶体均匀形核时为什么需要临界形核功，该临界形核功有多大？

18. 二元相图中的三相平衡反应为什么是在恒温下进行的？

19.* 比较下图中叶蜡石和蒙脱石的结构。



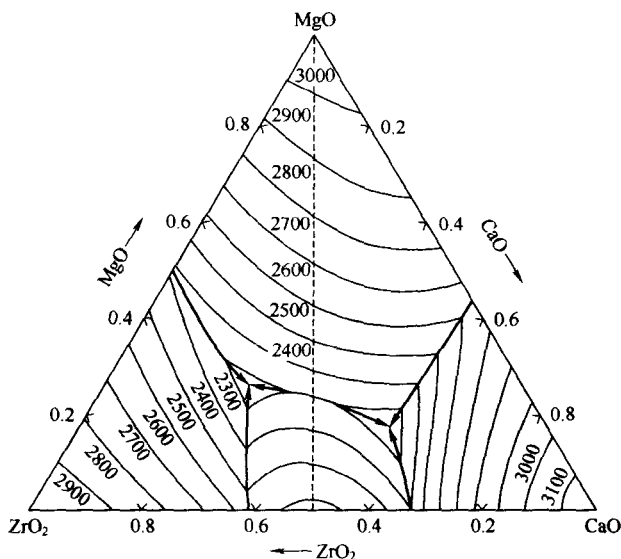
20. 简述铸锭的组织及其形成机理。

21.* 画出含碳 1.0% 的铁碳合金的冷却曲线和室温下组织示意图，并计算在室温下各组织组成物比例是多少？

22.* 写出三元系的四相平衡包析平衡反应式，在该四相平衡平面上、下各有几个三相平衡棱柱与其衔接？

23. 画出固态有限互溶三元共晶相图的投影图。

24. 对下图所示三元相图给予简单说明。



试 题 六

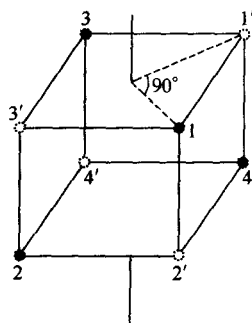
注意：选做 19 题，第 21 题 10 分，其余每题 5 分，其中带 * 的为必做题目。

1.* 画出氯化钠的晶体点阵和空间点阵。

2. 右图代表晶体的哪种对称关系？

3.* 绘图说明底心正方点阵可表示为简单正方点阵。

4.* 画出立方晶系中具有下列密勒指数的晶面和晶向： $(\bar{1}21)$ 晶面和 $[\bar{2}\bar{1}3]$ 晶向。



5. 已知某晶面同属于两个晶带 $[u_1 v_1 w_1]$ 和 $[u_2 v_2 w_2]$ ，请写出计算该晶面指数 (hkl) 的表达式。

6. 举例说明固体材料结合键的多重性。

7.* 典型体心立方 (BCC) 金属的一个晶胞中有几个原子和哪类间隙及其数目？这些原子堆积在一起的致密度和配位数分别多少？

8. 什么是间隙固溶体？形成间隙固溶体有何条件？

9. 间隙化合物结构有何特点？常见类型有哪些？

10. 说明 γ -黄铜型电子化合物结构的特点。

11.* 什么是负离子配位多面体？画出陶瓷材料中两个最常见的负离子配位多面体。

12. 比较在 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 FeTiO_3 (钛铁矿的主要成分) 两种离子晶体中离子排列的异同点。

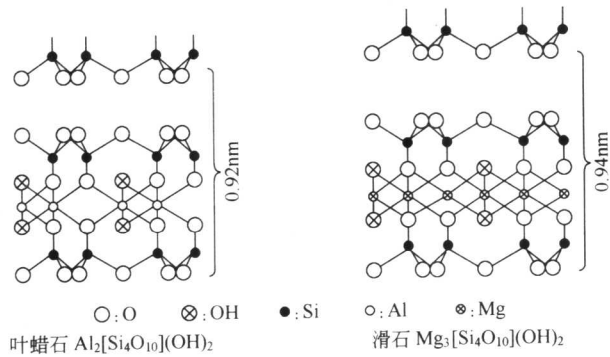
13. 能否说明过冷度 ΔT 越大，相变的形核率就越大，为什么？

14.* 什么是大分子链的柔性？影响大分子链的柔性有哪些因素？

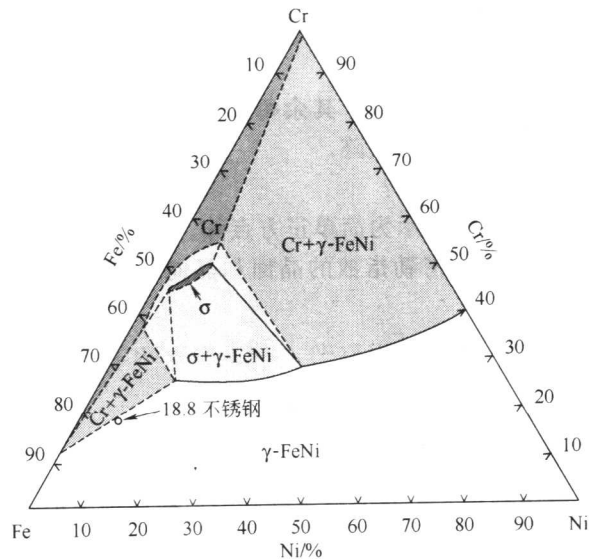
15. 什么是高聚物？高聚物的平均分子量及分子量分布宽窄对高聚物性能有何影响？

16.* 纯金属液固转变的驱动力是什么？为什么说过冷度越大这个相变的驱动力也越大？

17.* 比较下图中叶蜡石和滑石的结构。



18. 三元相图中的四相平衡反应为什么是在恒温下进行的？
19. 什么是区域熔炼？
20. 共晶合金是如何形核和长大的？铸锭中常见的缺陷有哪些？
- 21.* 画出含碳 0.60% 的铁碳合金的冷却曲线和室温下组织示意图，并计算在室温下各组织组成物比例是多少？
- 22.* 写出三元系的四相平衡包共晶平衡反应式，在该四相平衡平面上、下各有几个三相平衡棱柱与其衔接。
23. 标注下图所示三元相图中未标明区域的组成相。



不锈钢的三元相图

试 题 七

一、名词解释 (20 分，每小题 4 分)

1. 晶胞 2. 能量起伏 3. 动态过冷 4. 组织组成物 5. 扩散激活能

二、填空 (30 分，每空 1 分)

1. 体心立方结构的原子配位数为_____，致密度为_____，它的每个晶胞中含有

的八面体间隙数与四面体间隙数之比为_____, 其中围成八面体间隙的八个晶面的晶面族指数为_____, 若碳原子固溶在 α -Fe 中, 在平衡状态下碳是处在_____面体间隙中心, 所形成的固溶体叫_____; 面心立方结构的原子配位数为_____, 致密度为_____, 它的每个晶胞中含有的八面体间隙数与四面体间隙数之比为_____, 其中围成八面体间隙的八个晶面的晶面族指数为_____, 若碳原子固溶在 γ -Fe 中, 在平衡状态下碳是在_____面体间隙中心, 所形成的固溶体叫_____。

2. 金属结晶时的过冷度越大, 结晶驱动力_____, 临界晶核尺寸_____, 临界形核功_____, 形核率_____, 结晶后的晶粒尺寸_____, 金属强度_____。

3. 从微观上看, 结晶时的液固相界面有_____界面和_____界面, 典型金属的液固相界面属于_____界面, 它以_____机制生长, 其生长速率较_____; 非金属的液固相界面属于_____界面, 它以_____机制生长, 其生长速率较_____。

4. 原子扩散驱动力是_____, 阻力是_____, 固态金属中扩散的主要机制是_____与_____。

三、分析下列问题 (15 分, 每小题 7.5 分)

1. 合金铸锭三晶区的形成原因。

2. 晶内偏析和正常偏析的形成原因, 冷却速度对它们有何影响。

四、在液固相界面前沿液体处于正温度梯度条件下, 纯金属凝固时界面形貌如何? 而在同样条件下, 单相固溶体合金凝固时界面形貌又如何? 试分析原因。(10 分)

五、画出 Fe-Fe₃C 组织区分图, 标明各点符号、成分及温度, 并分析或计算下列问题。(25 分, 每小题 12.5 分)

1. Fe-Fe₃C 合金平衡组织中有哪些类型的 Fe₃C, 分析它们的形成条件(温度范围和成分范围)及组织形貌。

2. 分析 T12 钢 (Fe-1.2%C) 的平衡结晶过程, 计算室温下合金中组织组成物的相对量, 画出室温下平衡组织示意图。

试 题 八

一、名词解释 (18 分, 每小题 3 分)

1. 空间点阵 2. 原子配位数 3. 晶体缺陷 4. 临界晶核 5. 超点阵 6. 离异共晶

二、单选题 (10 分, 每小题 1 分)

1. 面心立方结构的单位晶胞原子数是 () 个。

a. 2 b. 4 c. 8 d. 12

2. 理想的密排六方结构的原子配位数为 () 个。

a. 8 b. 10 c. 12 d. 14

3. 面心立方结构的原子半径为 ()。

a. $\frac{\sqrt{2}}{2}a$ b. $\frac{\sqrt{3}}{2}a$ c. $\frac{\sqrt{2}}{4}a$ d. $\frac{\sqrt{3}}{4}a$

4. 体心立方结构中原子的最密排晶向族是 ()。

a. $\langle 100 \rangle$ b. $[110]$ c. $\langle 111 \rangle$ d. $[112]$

5. 面心立方结构的 () 晶面的正常堆垛次序为 ABCABC…。

- a. (110) b. (111) c. (112) d. (123)

6. 偏晶转变的反应式为 ()。

- a. $L_1 + L_2 \longrightarrow \alpha$ b. $\alpha \longrightarrow L + \beta$ c. $L_1 \longrightarrow L_2 + \alpha$ d. $L \longrightarrow \alpha + \beta$

7. 使碳钢产生热脆的杂质元素是 ()。

- a. S b. P c. N d. H

8. 在二元共晶相图中, 共晶成分的合金具有好的 () 性能。

- a. 铸造 b. 锻造 c. 焊接 d. 热处理

9. 空间点阵只能有 () 种。

- a. 12 b. 14 c. 15 d. 16

10. 金属-金属型共晶具有粗糙-粗糙型界面, 它多为 () 形态。

- a. 层片状 b. 针状 c. 树枝状 d. 螺旋状

三、填空 (23 分, 每空 0.5 分)

1. 理想密排六方结构的单位晶胞原子数为 _____ 个, 原子半径为 _____, 配位数为 _____, 致密度为 _____, 八面体间隙数为 _____, 四面体间隙数为 _____, 原子最密排晶面族为 _____。

2. 位错线是晶体中 _____ 区与 _____ 区在滑移面上的交界线, 刃型位错的柏氏矢量与其位错线 _____, 螺型位错的柏氏矢量与其位错线 _____, 混合型位错的柏氏矢量与其位错线既不 _____, 也不 _____。

3. 小角度晶界是相邻两晶粒的位向差 _____ 的晶界, 它可分为 _____ 和 _____ 两种基本类型, 前者是由 _____ 位错构成, 后者是由 _____ 位错构成, 它们具有 _____ 的界面能; 大角度晶界是相邻两晶粒的位向差 _____ 的晶界, 它的界面能比小角度晶界的 _____。

4. 液态金属的结构为短程 _____, 长程 _____, 纯金属和合金结晶的必要条件是 _____, 它们都是通过 _____ 和 _____ 完成结晶的, 但纯金属是在 _____ 条件下结晶, 形核需要 _____ 起伏和 _____ 起伏, 而固溶体合金结晶时的自由度为 _____, 因此是在 _____ 条件下才能结晶完成, 形核还需要 _____ 起伏。根据液固相界面的微观结构, 相界面可分为 _____ 界面和 _____ 界面两类, 在正温度梯度条件下, 前者以 _____ 机制生长, 后者以 _____ 机制生长。

5. 间隙相是由 _____ 元素和 _____ 元素在负电性差 _____ 时, 且原子半径比 _____ 0.59 时形成的中间相, 它的晶体结构比较 _____, 并与两组元的晶体结构 _____, 尽管它的脆性 _____, 但由于具有很高的 _____ 和 _____, 是合金工具钢中的主要 _____ 相。

四、相图应用题 (22 分)

1. 画出 Fe-Fe₃C 相图, 注明各点的字母、成分、温度和各相区的组织组成物。(7 分)

2. 分析含碳 3.3% (质量) 铁碳合金的平衡结晶过程, 并画出冷却曲线。(9 分)

3. 计算该合金在室温时的组织组成物和相组成物的相对含量。(6 分)

五、问答题 (27 分)

1. 分析非均匀形核比均匀形核容易的原因, 并说明细化晶粒的途径和方法。(9 分)

2. 简述影响置换固溶体溶解度的因素和影响效果, 以及形成无限固溶体的条件。(9 分)

3. 试用位错理论解释低碳钢的应变时效现象。(9分)

试 题 九

一、名词解释 (15分, 每小题3分)

1. 非均匀形核 2. 伪共晶 3. 杠杆定理 4. 结构起伏 5. 比重偏析

二、填空 (11分, 每空0.5分)

1. 金属材料在常温或低温下的塑性变形主要以滑移和孪生方式进行, 滑移是在滑移系上进行, 一个_____和一个_____组成了一个滑移系, 滑移以后滑移面两侧的晶体位向关系_____, 当滑移面上的分切应力大于_____时, 处于_____的滑移系首先_____, 滑移量是点阵矢量的_____. 孪生是在_____和_____上进行, 孪生切应变是点阵矢量的_____, 孪生对晶体塑性变形的直接贡献_____, 但是间接贡献_____, 它能使晶体的_____发生改变, 从而促进_____进行。

2. 冷变形金属经回复以后, 力学性能和物理性能的变化主要是_____和_____下降。加热时发生再结晶的驱动力是_____, 它的形核机制主要有_____, _____和_____三种, 再结晶以后, 力学性能变化是_____下降和_____提高。

三、判断题 (正确打“√”, 错误打“×”, 8分, 每小题1分)

1. 由凝固理论可知, 细化晶粒的途径是提高形核率, 降低长大速度。 ()
2. 共晶合金具有良好的铸造性能。 ()
3. 合金凝固时, 只要有成分过冷, 就会出现树枝状晶。 ()
4. 二次再结晶是冷变形金属在再结晶后又一次进行的形核与长大过程。 ()
5. 液态金属的结构特点是短程有序, 长程无序。 ()
6. 形变织构和再结晶织构都会使金属材料具有各向异性。 ()
7. 金属-非金属型共晶具有粗糙-光滑型界面, 所以它多为树枝状、针状或螺旋状。 ()

8. 多晶体金属塑性变形的特点是, 各个不同位向晶粒之间要相互协调以及晶界对变形有阻碍作用。 ()

四、相图 (36分)

1. Fe-Fe₃C 合金相图 (18分)

(1) 画出 Fe-Fe₃C 合金相图, 标明重要点的字母、成分和温度, 并填出各相区的组织组成物。(7分)

(2) 分析含 0.45% C 铁碳合金的平衡凝固过程, 画出冷却曲线及室温下显微组织示意图。(7分)

(3) 计算含 0.45% C 铁碳合金在室温时相组成物和组织组成物的相对含量。(4分)

2. 三元共晶相图 (18分)

(1) 根据固态下有限溶解的三元共晶相图的投影图, 分析 K 和 P 点合金的平衡结晶过程, 并写出其在室温下的组织组成物。(10分)

(2) 已知 $T_B > T_A > T_C > E_1 > E_2 > E_3 > E$, 画出 $E_1 > T > E_2$ 时的水平 (等温) 截面图, 并填出各个相区的相组成物。(8分)