

华南理工大学攻读硕士学位研究生入学考试

844 《金属学》 试卷解析

- 1、华南理工大学2014年攻读硕士学位研究生入学考试844《金属学》试卷解析
..... (1-11)
- 2、华南理工大学2013年攻读硕士学位研究生入学考试844《金属学》试卷解析
..... (12-21)
- 3、华南理工大学2012年攻读硕士学位研究生入学考试844《金属学》试卷解析
..... (22-28)
- 4、华南理工大学2011年攻读硕士学位研究生入学考试844《金属学》试卷解析
..... (28-37)
- 5、华南理工大学2010年攻读硕士学位研究生入学考试844《金属学》试卷解析
..... (38-45)

材料科学基础（金属学）考研知识总结

- 第一章 原子结构与键合..... (47)
- 第二章 固体结构..... (48-50)
- 第三章 晶体缺陷..... (51-56)
- 第四章 固体中原子及分子运动..... (57-59)
- 第五章 材料的形变及再结晶..... (60-69)
- 第六章 凝固..... (70-76)
- 第七章 相图..... (77-78)
- 第八章 材料的亚稳态..... (79-84)
- 第九章 材料的功能特性..... (85)
- 指点迷津：高分子学长的忠告良言..... (86)

-----◀---◀---◀-----适用专业-----▶---▶---▶-----

生物医学工程，材料加工工程，材料工程(专硕)，生物医学工程(专硕)、材料物理化学等

华南理工大学2014年攻读硕士学位研究生入学考试试卷解析

科目名称：金属学

适用专业：生物医学工程，材料加工工程，材料工程(专硕)，生物医学工程(专硕)

一. 填空（共30 分，每空0.5 分）

1. 影响置换式固溶体固溶度的因素有（晶体结构因素），（原子尺寸因素），（电负性因素）和（原子价因素）；
2. 能形成匀晶相图的合金凝固时，平衡分配系数 $k_0 < 1$ 时， k_0 越小，则固相线与液相线之间的水平距离（越宽），当 $k_0 > 1$ 时， k_0 越小，固相线与液相线之间的水平距离（越宽）；
3. 对于三元共晶反应 $L \rightarrow \alpha + \beta + \gamma$ ，共晶反应前的等温截面为三个小三角形，分别代表（ $L + \alpha + \beta$ ），（ $L + \alpha + \gamma$ ）和（ $L + \beta + \gamma$ ）三个三相平衡，共晶反应后，变为一个三角形，代表（ $\alpha + \beta + \gamma$ ）三相平衡；
4. 一般来说，金属单晶的滑移面总是原子的密排面。这是因为密排面上原子之间的结合力（最强），密排面之间的面间距（最大），即密排面之间的结合力（最弱），滑移阻力（最小）；
5. 在多晶体中，滑移先从塑性变形的晶粒转移到相邻的晶粒，而这种转移能否发生，主要取决于在已滑移晶粒晶界附近的（位错塞积群）所产生的（应力集中）能否激发相邻晶粒滑移系中的位错也开动起来，从而进行协调的多滑移；
6. 在外力的作用下，材料中裂纹的扩展方式可能有三种，分别为（张开型），（错开型）和（撕开型）；
7. 经过塑性变形的金属，在进行低温回复时，（点缺陷）密度大大减少，在性能上表现为（电阻）有明显降低；
10. 其它条件相同时，金属模浇铸的铸件晶粒比砂型模浇铸的（细小）；铸成薄件的晶粒比铸成厚件的（细小），浇铸时采用震动的晶粒比不采用震动的（细小）；
11. 冷深冲件出现“制耳”现象，是由于原板材在轧制时出现了（织构）；
12. 下图的三个合金中，铸造性能最好的是（III），固溶+时效硬化效果最好的是（II）；压力加工性能最好的是（I）；

华南理工大学2013年攻读硕士学位研究生入学考试试卷解析

科目名称：金属学

适用专业：生物医学工程，材料加工工程，材料工程(专硕)，生物医学工程(专硕)

一、填空题（30 分，每空0.5 分）

1. 点阵常数为 a 的立方晶系中，以晶胞一个原子为原点，三条边为坐标轴的坐标系中，(352)晶面在三个坐标轴上的截距 x 轴为($a/3$)， y 轴为($a/5$)， z 轴为($a/2$)。
2. 置换固溶体的溶解度与（晶体结构）因素、电负性因素和（原子尺寸因素）有关。
3. 金属材料的主要强化方式有（细晶强化）、（固溶强化）和（加工硬化）。
4. 若液固两相单位体积自由能差为 ΔG_v ，单位面积表面能为 σ ，假设过冷液相中出现一个半径为 r 是球形晶胚，它所引起的自由能变化为 $\Delta G=(\frac{4\pi r^3 \Delta G_v}{3} + 4\pi r^2 \sigma)$ ，晶核均匀形核依靠（结构起伏）提供 $r>r^*$ 的原子团充当晶核，依靠（能量起伏）提供相当于界面能（ $1/3$ ）的形核功。

组元A 的熔点为 1000°C ，组元B 的熔点 700°C ，含B 为 $w_B=25\%$ 的A-B 合金在 500°C 结晶完毕，得到重量百分比为 $(220/3)\%$ 的先共晶 α 相和 $(80/3)\%$ 的 $(\alpha + \beta)$ 共晶体，其中 α 是富含A 的固溶体， β 是富含B 的固溶体。含 $w_B=50\%$ 的AB 合金在 500°C 结晶完毕后，得到40%的先共晶 α 相和60%的 $(\alpha + \beta)$ 共晶体，此时合金中的 α 相总量为50%。

（1）共晶反应的共晶温度为多少？计算共晶成分点和共晶温度时 α 相和 β 相的B 含量；（8 分）

（2）假设室温时B 在 α 相中的固溶度为零，试设计含B 量为4%的A-B 合金的热处理强化工艺。（6 分）

答：（1）共晶温度： 500°C 。设共晶成分点B的含量为 x_B ， α 中A的含量为 x_α ，则：

$$\frac{25 - x_\alpha}{x_B - x_\alpha} = \left(\frac{80}{3}\right)\%, \quad \frac{50 - x_\alpha}{x_B - x_\alpha} = 60\%, \text{ 求得: } x_B = 80\%, x_\alpha = 5\%, \text{ 即为共晶成分点}$$

此时， α 相和 β 相中B的含量为： $x_{\alpha(B)} = x_\alpha = 5\%$ ，

$$x_{\alpha+\beta(B)} = x_{\alpha(B)}(x_{\beta(B)} * 100 - 80) + (80 - 5)x_{\beta(B)} = 80\%, \quad \text{求得 } x_{\beta(B)} = 6\%,$$

（2）热处理工艺：固溶处理+时效处理。

华南理工大学2012年攻读硕士学位研究生入学考试试卷解析

科目名称：金属学

适用专业：材料物理化学，材料加工工程，生物医学工程，材料工程(专硕)

一、填空题（每个空格0.5分，共30分）

1. 每个面心立方晶胞中的原子数为 4，其配位数为 12，致密度为 0.74。
2. 小角度晶界包括对称倾斜晶界、不对称倾斜和 扭转 晶界。
3. 不同组元组成合金，形成固溶体或金属化合物时，受 原子尺寸 因素、电化学 因素和 电子浓度 因素控制。
4. 在晶体缺陷中，常见的点缺陷有 空位、间隙原子、杂质或溶质原子，而线缺陷主要是 位错。
5. 纯金属凝固时，要得到枝晶组织，界面前沿液体中的温度梯度必须为 负温度梯度，要实现定向凝固，界面前沿液体中的温度梯度必须为 正温度梯度。
6. 在立方晶系中，一晶面在X、Y、Z坐标轴上的截距分别为1、1/3、1/2，其晶面指数为 (132)，属于 <132> 晶面族。
7. 钢的热处理可分为普通热处理、化学热处理 和 特种热处理。
8. 相变反应式 γ （固） \rightarrow α （固）+ β （固）表示 共析 反应， L （液）+ α （固） \rightarrow β （固）表示 包晶 反应， L （液） \rightarrow α （固）+ β （固）表示 共析 反应。
9. 莱氏体是共晶转变所形成的 奥氏体 和 渗碳体 组成的混合物。
10. 当一平衡系统的压力为常数时，相律的表达式为 $F = C - P + 1$ （F为平衡系统的自由度数，C为组元数，P为相数）。
11. 固溶体合金结晶时，其平衡分配系数 K_0 表示固液两平衡相中的 质量分数 之比。
12. 亚共晶合金和过共晶合金，如果组成相之间的比重差别较大，则在 较小 的条件下结晶时，可能导致铸件产生比重偏析。
13. 钢中的硫会引起钢发生 热 脆，磷会使钢发生 冷 脆。
14. 室温下，铁碳合金中 P、 Fe_3C 、Ld 随含碳量增加的变化顺序为：P，Ld， Fe_3C ，。
15. 螺型位错的位错线 平行 于滑移方向，位错线的运动方向 垂直 于位错线。
16. 三元相图三的相平衡区的等温截面图是一个直边三角形，其三个顶点各连接

华南理工大学2010年攻读硕士学位研究生入学考试试卷解析

科目名称：金属学

适用专业：材料物理化学，材料加工工程，生物医学工程，材料工程(专硕)

14. 把 $\Phi 6\text{mm}$ 的65钢丝冷拉至 $\Phi 1.5\text{mm}$ ，在拉拔过程中因强度、硬度不断升高，塑性、韧性不断降低而出现 加工硬化 现象，难以继续变形，这时应穿插退火处理。若以这 $\Phi 1.5\text{mm}$ 钢丝冷绕成弹簧后应进行 再结晶 退火处理，目的是软化组织，提高韧性。
15. 液态金属凝固时，粗糙界面晶体的长大机制是 垂直长大，光滑界面晶体的长大机制是 二维晶核长大 和 螺位错长大。
16. 在金属学中，冷、热加工的界限是以金属的 再结晶温度 来划分的，因此铜 ($T_m = 1084^\circ\text{C}$) 在室温下变形加工称为 热 加工；而锡 ($T_m = 232^\circ\text{C}$) 在室温下的变形加工称为 冷 加工。
17. 三元相图等温截面的三相区都是 直角三角 形。
18. 二组元 晶体结构 完全相同是形成无限固溶体的必要条件。

二、选择题（每小题1.5分，共15分）

1. 原子越过能垒的激活能为 Q ，则扩散速率（A）。
- A. 随 Q 增加而减小 B. 随 Q 增加而增加 C. 与 Q 无关
2. 固溶体凝固时，宏观偏析最严重的是（A）。
- A. 液相中溶质完全混合 B. 液相中溶质只通过扩散而混合
C. 液相中溶质部分混合
3. 置换固溶体中溶质原子的扩散机制为（B）。
- A. 换位机制 B. 空位机制 C. 间隙机制

-----<---<---<-----冲刺 135+必备资料----->--->--->-----

材料科学基础（金属学）考研知识总结

目 录

- 第一章 原子结构与键合（47）
- 第二章 固体结构（48-50）
- 第三章 晶体缺陷（51-56）
- 第四章 固体中原子及分子运动（57-59）
- 第五章 材料的形变及再结晶（60-69）
- 第六章 凝固（70-76）
- 第七章 相图（77-78）
- 第八章 材料的亚稳态（79-84）
- 第九章 材料的功能特性（85）

拼搏考研，为考研而拼搏，成就精彩人生！

适合：材料加工工程、材料物理化学、材料工程等专业考生。

华南理工考研过来人总结，冲刺 135+背诵必备，祝君成功！

第一章 原子结构与键合

1、原子的键合

分类	结合键类型	作用力来源	键强度	实例	形成晶体的特点
化学键	离子键	原子得、失电子后形成负、正离子，正负离子间的库仑引力	最强	LiCl/NaCl KCl/GaCl	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
	共价键	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	强	金刚石/ Si/Ge Sn	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
	金属键	自由电子气与正离子之间的库仑引力	较强	Li/Na K	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
物理键	氢键	氢原子核与极性分子间的库仑引力	弱	H ₂ O (冰) HF	有方向性和饱和性
	范德瓦尔斯力 (原子间瞬时电偶极矩的感应作用)	静电力	极性原子 (团) 永久偶极静电相互作用力	1/(Td ⁷)	无方向性键、结构密堆、高熔点、绝缘
		诱导力	极性分子与非极性分子永久偶极与诱导偶极的相互作用力	与温度无关, 1/d ⁷	
		色散力	某些电子运动导致瞬时偶极间的相互作用		

2、反映微观粒子运动的基本方程——薛定谔方程，解得的波函数描述了电子的运动状态及在核外空间某处的出现几率，及原子中一个电子的空间位置和能量可用的四个量子数：

- (1) 主量子数 n
- (2) 轨道角量子数 l_i
- (3) 磁量子数 m_l
- (4) 自旋角动量量子数 s_i

3、核外电子的排布规律的原则：

- (1) 能量最低原理：电子排布总是尽可能地使体系能量最低；
- (2) 泡利不相容原理：在一个原子中不可能有运动状态完全相同的两个电子 (主量子数为 n 的壳层，最多容纳 $2n^2$ 个电子)；
- (3) 洪德定则：在同一亚层中的各个能级中，电子的排布尽可能分占不同的能级，而且自旋方向相同。

第二章 固体结构

1、基本概念

- (4) 空间点阵：由周围环境相同的阵点在空间排列的三维列阵称为空间点阵；
- (5) 晶体结构：由实际原子、离子、分子或各种原子集团，按一定规律的具体排列方式称为晶体结构，或称为晶体点阵；
- (6) 晶格常数：（为了便于分析晶体中的粒子排列，可以从晶体的点阵中取一个具有代表性的基本单元作为点阵的基本单元，称为晶胞。）晶格常数就是指晶胞的边长。
- (7) 晶向指数：（在晶格中，穿过两个以上结点的任一直线，都代表晶体中一个原子阵列在空间的位向，称为晶向。）为了确定晶向在晶体中的相对取向，需要一种符号，这种符号称为晶向指数。
- (8) 晶面指数：（在晶格中，由结点组成的任一平面都代表晶体的原子平面，称为晶面）为了确定晶面在晶体中的相对取向，需要一种符号，这种符号称为晶面指数。
- (9) 晶向族：原子排列相同但空间位向不同的所有晶向称为晶向族。
- (10) 配位数：每个原子周围最近邻且等距离的原子的数目称为配位数。
- (11) 致密度：计算单位晶胞中原子所占体积与晶胞体积之比，比值称为致密度。
- (12) 各向异性：晶体的某些物理和力学性能在不同方向上具有不同的数值，此为晶体的各向异性。

2、晶向指数的确定步骤

- (1) 以晶胞的三个棱边为坐标轴 X、Y、Z，以棱边长度（即晶格常数）作为坐标轴的长度单位；
- (2) 从坐标原点引一有向直线平行于待定晶向；
- (3) 在所引有向直线上任取一点（为了分析方便，可取距原点最近的那个原子），求该点在 X、Y、Z 上的坐标值；
- (4) 将三个坐标值按比例化为最小简单整数，依次写在方括号 [] 内，即所求的晶向指数。

3、晶面指数的确定步骤

- (1) 以晶胞的三个相互垂直的棱边为坐标轴 X、Y、Z，坐标原点应在待定晶面以外，以免出现零截距；
- (2) 以棱边长度（即晶格常数）作为坐标轴的度量单位求出待定晶面在各轴上的截距；
- (3) 取各截距的倒数，并化为最小简单整数，放在圆括号内，即所求的晶面指数。

4、典型晶体类型

晶格类型	晶胞中的原子数	原子半径	配位数	致密度
体心立方	2	$\frac{\sqrt{3}}{4}a$	8	68%
面心立方	4	$\frac{\sqrt{2}}{4}a$	12	74%
密排六方	6	$\frac{1}{2}a$	12	74%

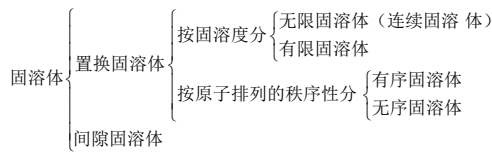
5、典型晶体的间隙类型

晶格类型	fcc(A1)		bcc(A2)		hcp(A3)	
间隙类型	正四面体	正八面体	四面体	扁八面体	四面体	正八面体
间隙个数	8	4	12	6	12	6
原子半径 r_A	$\frac{\sqrt{2}}{4}a$		$\frac{\sqrt{3}}{4}a$		$\frac{a}{2}$	
间隙半径 r_B	$(\sqrt{3}-\sqrt{2})\frac{a}{4}$	$(2-\sqrt{2})\frac{a}{4}$	$(\sqrt{5}-\sqrt{3})\frac{a}{4}$	$(2-\sqrt{3})\frac{a}{4}$	$(\sqrt{6}-2)\frac{a}{4}$	$(\sqrt{2}-1)\frac{a}{2}$

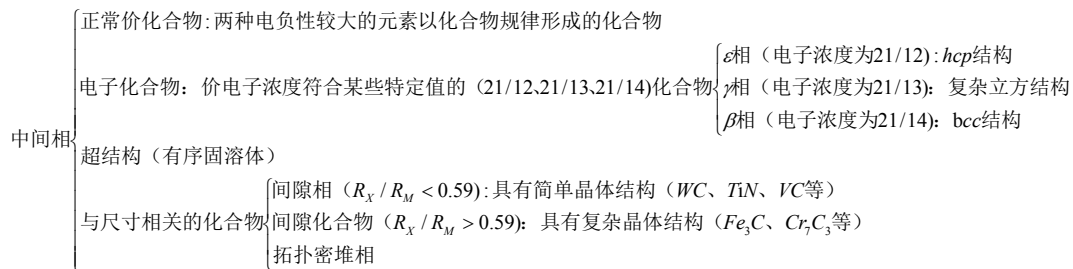
6、晶面间距

晶系	立方	正方	六方	斜方
晶面间距	$\frac{1}{a^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$	$\frac{1}{a^2} = \frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$	$\frac{1}{a^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2}$	$\frac{1}{a^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}$

7、固溶体的分类



8、中间相的分类



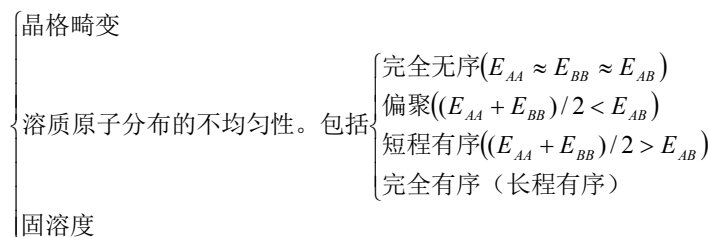
9、置换固溶体：溶质原子位于晶格点阵位置的固溶体。

影响置换固溶体溶解度的因素

- 原子尺寸因素：原子尺寸差越小，越易形成置换固溶体，且溶解度越大。 $\Delta r = (r_A - r_B) / r_A$
当 $\Delta r < 15\%$ 时，有利于大量互溶。
- 晶体结构因素：结构相同，溶解度大，有可能形成无限固溶体。
- 电负性因素：电负性差越小，越易形成固溶体，溶解度越大。
- 电子浓度因素：电子浓度 e/a 越大，溶解度越小。 e/a 有一极限值，与溶剂晶体结构有关。
一价面心立方金属为 1.36，一价体心立方金属为 1.48。
(上述四个因素并非相互独立，其统一的理论的是金属与合金的电子理论。)

10、固溶体的结构

- 重要特点：保持溶剂的晶体结构。
- 其它方面的结构变化：



11、固溶体的性质

- 点阵常数的改变；
- 产生固溶强化：由于溶质原子的溶入而引起的强化效应；
- 电阻率升高，电阻温度系数降低；
- 有序化对性能的影响：有序化时硬度和强度 \uparrow （完全有序化时又 \downarrow ），塑性和电阻率 \downarrow

12、有序固溶体：某些成分接近一定的原子比例的无序固溶体，温度降至某一临界温度以下时，溶质原子会从统计随机分布状态过渡到占有一定位置的规则排列状态，即发生有序化过程，形成有序固溶体。

- 具备两个条件：
 - 异类原子的相互吸引力大于同类原子的，以便有序化时降低能量：
 $E_{AB} < (E_{AA} + E_{BB}) / 2$
 - 具有相当于一定化学式的合金成分（如 AB 、 AB_3 或 A_3B ），以便在完全有序化结构中， A 、 B 原子能按比例各占点阵中的某一位置。

指点迷津：

高分学长的忠告良言

本人本科二本，2013 年参加考研，报考华南理工大学材料学院，专业课 139 分，不算高分。别的我不好说，我觉得，纵观华南理工材料学院这些年凡是考 844 或 802 的专业课，这个分数很平常。也就是，这个分数，对于将要考研的学弟学妹来说也是完全可能的，当然这也是必然的。

首先要分析命题。以 844《金属学》为例，10 几年来题型和考察内容基本没有变化，而且今后也不会有大的变化，甚至往年真题出现了不少重复考的题目。为什么呢？因为《金属学与热处理》，或者《材料科学基础》，它都是材料科学的基础理论知识，无论今年考还是明年考，或者别的学校考，都是围绕着基本的理论去考察的，而这些理论是不可能有什么变化的，具有非常强的稳定性，所以命题的规律性也就可以研究出来。

对于理论基础的考察，我们无非就是理解和识记，特别是在理解的基础上还要识记，或者说要背诵，对于一个今后的材料领域的研究生甚至研究人员来说，对于材料领域的基础理论，如位错理论、扩散机制、相变规律等，要倒背如流水，像背唐诗和乘法口诀一样，脱口而出，信手拈来，提笔可以写，这样的话考试怎么可能会有问题。

其次，从题型来看，有选择题或填空题，这些很好做，对于主观题，也就是对基础理论的理解，考来考去就是那些东西。

再次，从阅卷来看，答到了知识点都可以得分，关键是要答到要点。

因此，材料科学基础或热处理的理论和基本知识，一定要理解到位，识记到位，最好就是背诵到位，因此建议对本门专业课的建议就是适当背诵，重点理论熟记于心，基本概念和基础知识脱口而出，再加上对相图计算的理解，基本就差不多了。

考察内容和题型都有很强的规律性，所以往年的真题值得深入研究，这本《五年真题解析》是一群研究生学长学姐最新修订完善，查找资料，请教老师，反复修正，认真编辑排版的资料，整个过程确实非常辛苦，向学弟学妹推荐！

时间仓促，不足之处在所难免，望指正！

祝考研成功！

同学你好！

欢迎加入考研大军！

844 金属学专业课的考察内容和题型都有很强的规律性，所以往年的真题值得深入研究，现向你们推荐《**华南理工大学年 2010-2014 年 844 金属学 5 年真题解析（含附赠资料）**》，这是我们一群研究生学长学姐最新修订完善，查找资料，请教老师，反复修正，认真编辑排版的资料，**总共 60000 多字，85 页（A4）**，整个过程确实非常辛苦，向学弟学妹吐血推荐！

本真题解析由在校研究生学长认真总结完成，经过反复修改完善，具有较高的参考和借鉴价值。金属学的题目每年有较大的类比和参考价值，如需**完整答案解析（电子加密版）**，包括作图题、计算题、简答题、论述题等等，**我们基本做到了真正的一题不漏**，另有冲刺阶段宝典复习资料《材料科学基础考研知识总结》，全面总结，非常实用，**请通过支付宝转账 39 元至 2811668379@qq.com**，我们将在 24 小时内将完整答案解析的电子版发给你，**转账时请留下你的邮箱或 QQ 联系。**

祝考研成功！