



天津考研网

天津地区考研门户网站

<http://www.52kaoyan.com>

客服热线: 022-58054788, 58054799

天津考研网成立于 2003 年, 是一家为研友提供考研相关全套服务的专业性服务机构。独立运作 8 年来, 通过不断的资源整合和市场探索, 目前已经形成了服务、资讯、资料三大种类考研业务, 涵盖考研辅导班、试题笔记、会员咨询、教材书籍、考研资讯等一站式考研服务。

ALL IN ONE
一站购齐 快乐考研

考研一站式服务

资讯 资料 辅导 咨询

天津大学

金属学

本科期末试卷


P14



(内部资料, 仅供参考)

7*24小时
咨询热线

58054788
58054799

获取更多详情点击天津考研网
 www.52kaoyan.com

天大金属学本科期末卷(13份)

本科生期末考试试卷统一格式 (16 开),

注: 该格式用于直接将试题粘贴在教务处激光照排中心提供的
试卷专用纸上, 学生个人须填写的信息 (学院、专业、班、年
级、学号、姓名等) 已直接印在试卷专用纸上

2005~2006 学年第一学期期末考试试卷

《金属学》(A 或 B 卷 共 页)

(考试时间: 2005 年 11 月 30 日)

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	成绩	核分人签字
得分										

一、名词解释 (每词 3 分, 计 30 分)

攀移

刃型位错 半原子面的向上、向下移动

晶格

为表征空间点阵规律 人为地 将阵点用一系列互相平行的直线连接起来构成
的空间格架

置换固溶体

溶质原子取代位于结点位置的溶剂原子所形成的固溶体

珠光体

α -Fe 和 Fe₃C 的机械混合物

共晶反应

一定温度下, 一个液相生成成分、结构不同的两个固相的反应

形变组织

晶体的择优取向

回复

冷变形金属在再结晶前经过的过程。

单滑移

切应力作用下，只有一个滑移系统上分切应力最大且达到临界分切应力

孪晶

已变形晶体和未变形部分保持镜面对称关系。

扩散激活能

原子在跃迁时需克服的周围原子对其束缚的势能 即原子跃过激活能。

二、填空（每空1分、计20分）

1. 常见的典型金属通常具有 fcc bcc hcp
面心立方、体心立方、密排六方 三
种晶体结构。

2. 根据缺陷在空间的几何图像，可以将晶体缺陷分为 点、线、面。

3. 置换固溶体中，溶质的溶解度大小与 尺寸、电负性、晶体结构 等因素有关。

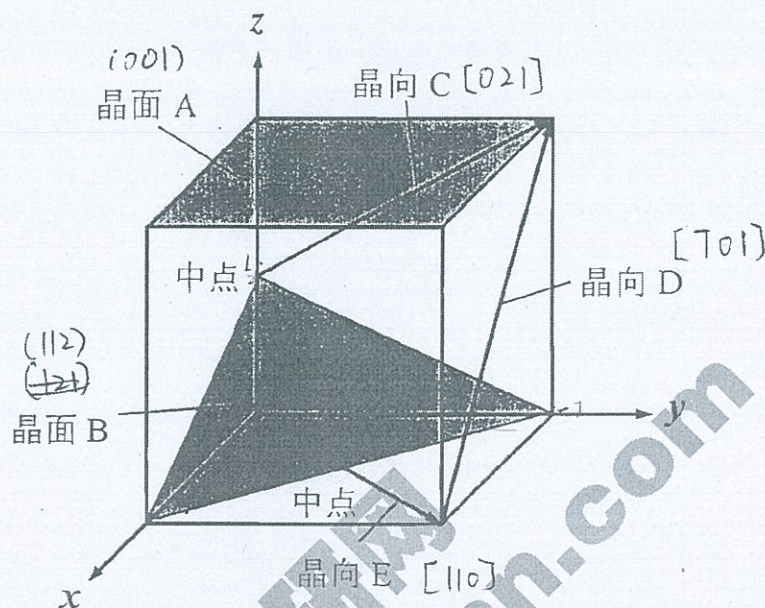
4. 铸锭组织通常由 表面细晶区、柱状晶区 和 中心等轴晶区 组成，细化铸
锭晶粒尺寸的主要途径有 降低过冷度、化学变质 和 机械振动。

5. α -Fe 发生塑性变形时，其滑移面和滑移方向分别是 $\{110\}$
和 $[111]$ 。

6. 再结晶后晶粒的大小主要取决于 温度 和 塑性变形量。
形变率 晶粒长大速率

三、简答题:

1. 写出下列立方晶系中晶面、晶向的密勒指数。(5 分)



2. 判断下列位错反应能否进行: (6 分)

$$(1) \frac{a}{2}[\bar{1}11] + \frac{a}{2}[111] \rightarrow a[001]$$

几何: $\frac{a}{2}[002] = a[001]$

能量: 前 = $(\frac{a}{2}\sqrt{3})^2 + (\frac{a}{2}\sqrt{3})^2 = \frac{3}{2}a^2$ 后 = a^2 能

$$(2) \frac{a}{6}[12\bar{1}] + \frac{a}{6}[211] \rightarrow \frac{a}{2}[110]$$

$$\frac{a}{6}[330] = \frac{a}{2}[110]$$

前 = $2(\frac{a}{6}\sqrt{14})^2 = \frac{a^2}{3}$ 后 = $(\frac{a}{2}\sqrt{2})^2 = \frac{a^2}{2}$ 不能

$$(3) \frac{a}{2}[10\bar{1}] + \frac{a}{2}[011] \rightarrow \frac{a}{2}[110]$$

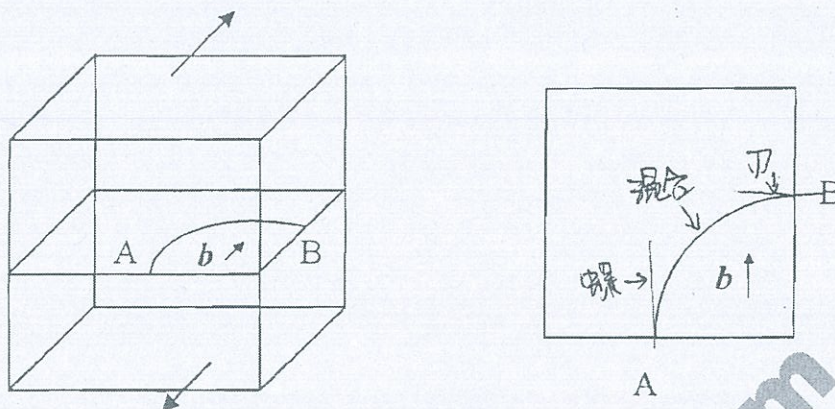
$$\frac{a}{2}[110]$$

前 = $2(\frac{a}{2}\sqrt{2})^2 = a^2$

后 = $(\frac{a}{2}\sqrt{2})^2 = \frac{a^2}{2}$

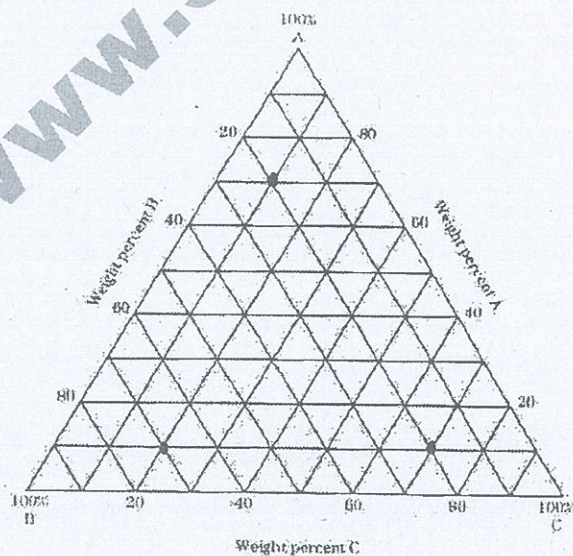
能

3. 如图所示，晶体中有一形状为 $1/4$ 圆环的位错线，其柏氏矢量平行于正方形的一条边。请指出位错线各部分的位错类型，并说明在图示的切应力作用下，位错将如何运动。（5 分）

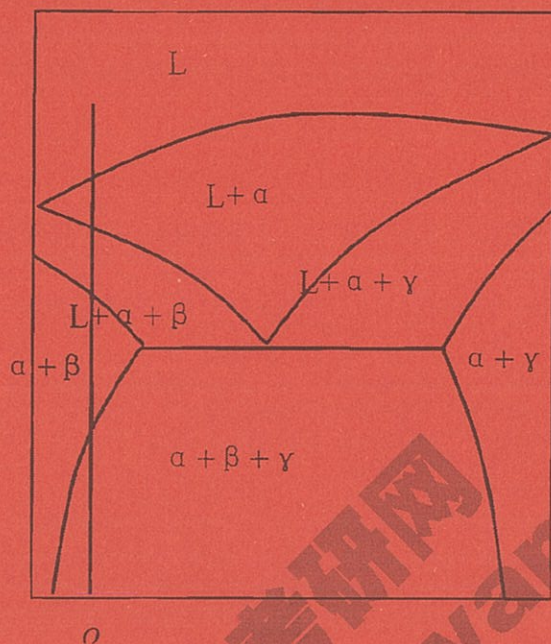


4. 在三元系统的浓度三角形中，标出下列合金的组成点。（3 分）

- ① $C_A=10\%$ $C_B=70\%$ $C_C=20\%$
- ② $C_A=10\%$ $C_B=20\%$ $C_C=70\%$
- ③ $C_A=70\%$ $C_B=20\%$ $C_C=10\%$



5. 根据三元相图的垂直截面图, 说明成分为 o 的合金从液相冷却到室温的结晶过程。(4 分)



6. 孪晶和滑移的变形机制有什么不同? (4 分)
 滑移产生大范围变形, 孪晶小变形
 滑移产生滑移线, 滑移台阶, 孪晶平整无
 滑移改变相位, 孪晶不改变
 滑移不改变晶面, 孪晶有位相变化

7. 简要阐述合金凝固过程得以进行所要求的液体金属状态? (6 分)

有定过冷度, 能量起伏, 结构起伏

8. 阐述影响扩散过程的主要因素? (5 分)

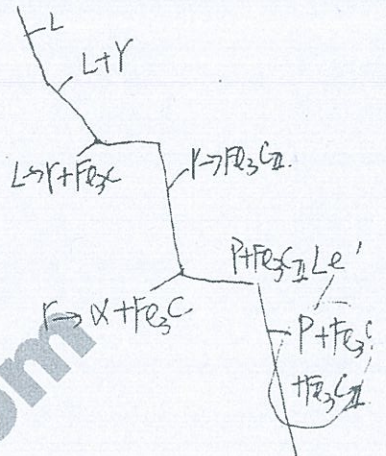
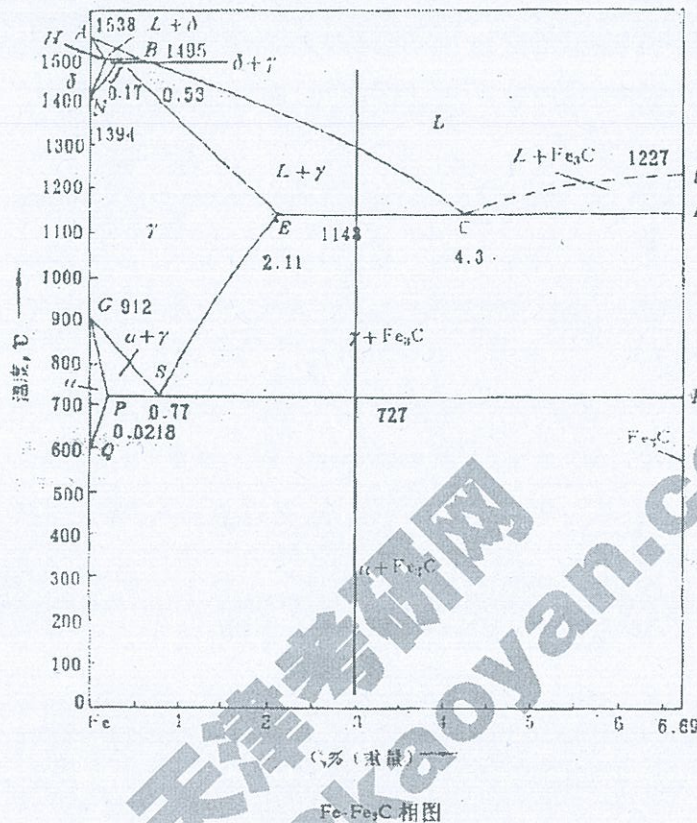
温度 \uparrow $D \uparrow$

扩散机理

溶剂 晶体结构, 排列紧密 $D \downarrow$

缺陷多 $D \uparrow$

四、分析 $w_C=3\%$ 的铁碳合金从液态冷却至室温时的转变过程, 用冷却曲线和组织示意图, 说明各阶段的组织, 并分别计算该合金在室温下莱氏体和珠光体的相对含量。(12 分)



$$w_{Le} = \frac{3-2.11}{4.3-2.11}$$

$$w_P = \frac{4.3-3}{4.3-2.11} \times \frac{6.69-2.11}{6.69-0.77}$$

$$w_{Fe_3C} = \frac{4.3-3}{4.3-2.11} \times \frac{2.11-0.77}{6.69-0.77}$$

课程编号：_____ 课程名称：_____ 学 院：_____
班 级：_____ 学 号：_____ 姓 名：_____

一、名词解释（每词4分共40分）

伪共晶 在不平衡结晶条件下，成分在共晶点附近的合金也可能全部转变成共晶组织，这种非共晶成分的共晶组织称为伪共晶

包晶偏析 由于包晶反应不能充分进行而产生的成分不均匀现象

螺形位错

晶 胞 构成晶格基本单元

固溶体 合金中一种组元作溶剂，其他组元为溶质所形成的与溶剂有相同晶体结构，晶格常数稍有变化的固相

多滑移 几个滑移系上分切应力相互同时达到临界分切应力，就会发生多滑移

加工硬化 纯金属经变形，其流变应力随变形程度增加而增加，需继续变形又有不断增加外力，这种现象叫加工硬化

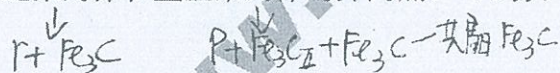
回 复 冷变形金属发生再结晶之前所经历的变化过程

形变组织 晶体的择优取向

珠光体 $\alpha\text{Fe} + \text{Fe}_3\text{C}$ 混合物

二、简答题（本题共30分）

1. 阐述莱氏体和室温莱氏体的异同点？（6分）



室温 Le' 保留 Le 的形貌，只是组成相 r 发生转变

2. 说明铸锭组织的三个晶区及其细化铸锭晶粒尺寸的主要途径？（6分）

表面细晶区，柱状晶区，中心等轴晶区

途径：增加环境冷却能力，化学变质法，增强液体流动性

3. 阐述影响扩散过程的主要因素？（6分）

温度
原子键力 晶体结构

固溶体类型与浓度

晶体缺陷



4. 结合热力学推导说明凝固过程进行的热力学条件? (6分)

从L→S

$$\Delta G_V = \Delta H - T\Delta S = (H_S - H_L) - T(S_S - S_L), \text{ 结晶潜热 } L_m = -(H_S - H_L)$$

$$\text{当 } T = T_m \text{ 时 } S_S - S_L = -\frac{L_m}{T_m}$$

$$\therefore \Delta G_V = -L_m - T\left(-\frac{L_m}{T_m}\right) = \frac{-L_m \Delta T}{T_m}$$

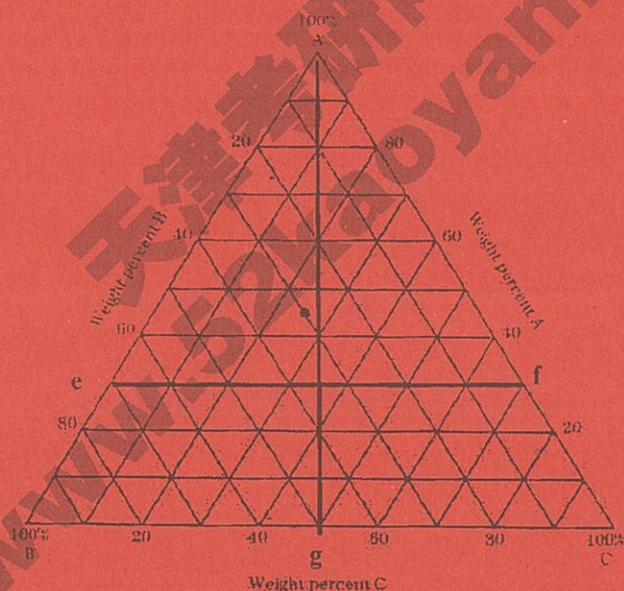
若自发 $\Delta G_V < 0$ $\Delta T = T_m - T > 0$ 即>凝固必要条件是 T_m 以下某一温度

5. 在下面三元相图中标出A组元的质量分数为45%, B组元为30%及C组元为

25%的合金成分点, 并指出图中线段ef和Ag上所表征的三元合金成分特点 (6

分)

↑ A组元一定 ↓ B、C组元比例一定

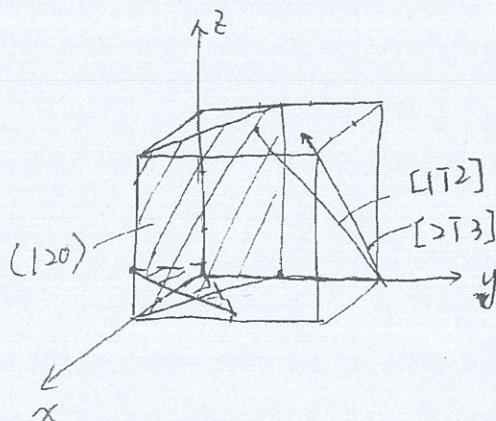


$$\left[\frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, 1\right]$$

三、在立方晶系的一个晶胞中画出具有下列 Miller 指数的晶向和晶面：[2 1

3]， $\frac{1}{2} \frac{1}{2} 1$ ， $1 \frac{1}{2} 0$ ， $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3})$ ，并写出晶面 (1 1 1) 和 (1 1 2) 的

交线的晶向指数。(9分)



$$u:v:w = \begin{vmatrix} k_1 & l_1 \\ k_2 & l_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} l_1 & h_1 \\ l_2 & h_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} h_1 & k_1 \\ h_2 & k_2 \end{vmatrix}$$

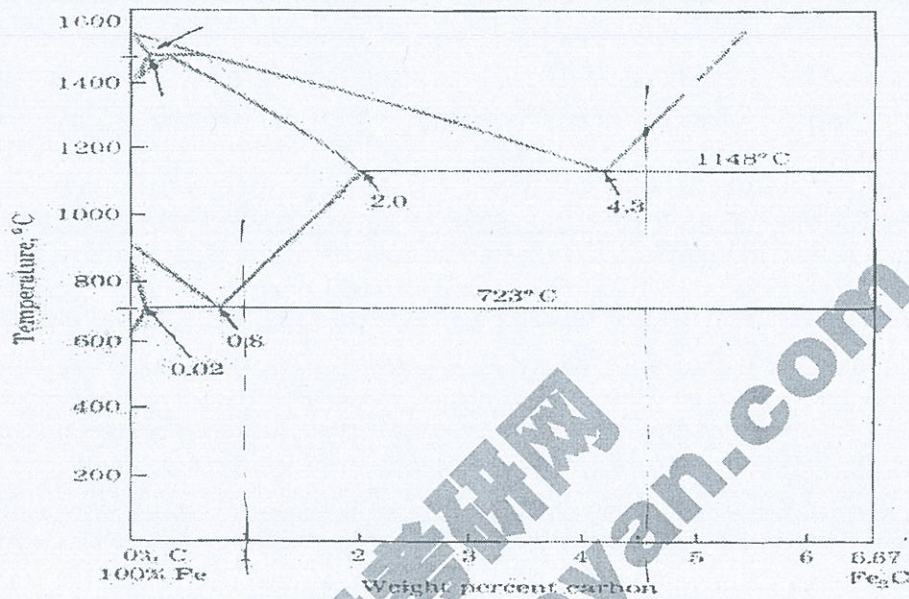
$$= \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 1 : -1 : 0$$

$$\therefore [1\bar{1}0]$$

天津考研网
www.52kaoyan.com

四、根据下面为 Fe-Fe₃C 二元相图, 分析 $w_c=1.0\%$ 和 $w_c=4.5\%$ (重量百分数) 的铁-碳合金从液态平衡冷却至室温的转变过程, 用冷却曲线和组织示意图, 说明各阶段的组织, 并分别计算室温下的相组成物和组织组成物的相对量。(21 分)



$$w_c = 1.0\%$$

$$\text{相: } w_\alpha = \frac{6.67 - 1}{6.67 - 0.02}$$

$$\text{组织: } w_p = \frac{6.67 - 1}{6.67 - 0.02} \cdot 0.8$$

$$w_{Fe_3C}$$

$$w_c = 4.5\%$$

$$\text{相: } w_\alpha = \frac{6.67 - 4.5}{6.67 - 0.02}$$

$$\text{组织: } Ld' + Fe_3C_I$$

$$w_{Ld'} = \frac{6.67 - 4.5}{6.67 - 4.3}$$

课程编号: 08020179 课程名称: 金属学 学 院: 材料学院
班 级: 材控 011-2 学 号: 姓 名:

一、名词解释 (每词 2 分共 20 分)

过冷度 包晶反应 刃形位错 晶格常数 二次渗碳体
滑移系 离异共晶 匀晶相图 形变织构 扩散激活能

二、填空 (每词 1 分共 20 分)

1. 常见金属晶体结构有三种, α -Fe、Cr、W 具有 bcc 结构; γ -Fe、Cu、Ni 具有 fcc 结构; Zn、Cd 具有 hcp 结构。
2. 再结晶后晶粒的大小主要取决于 变形量 和 温度。
3. 珠光体的本质是 α -Fe + Fe_3C 。
4. α -Fe 发生塑性变形时, 其滑移面和滑移方向分别是 $\{110\}$ 和 $\langle 111 \rangle$ 。
5. 固溶体出现枝晶偏析后, 可用 扩散退火 加以消除。
6. 位错在晶体中的运动方式有: 滑移 和 攀移。
7. 平衡晶格中的某一原子挤入点阵结点的八面体空隙中形成的点缺陷有: 间隙原子 和 间隙空位, 统称为 间隙点缺陷。
8. 铸锭组织通常由 表面细晶区、柱状晶区 和 中心等轴晶区 组成, 细化铸锭晶粒尺寸的主要途径有 提高冷却能力、化学变质 和 液体搅拌。

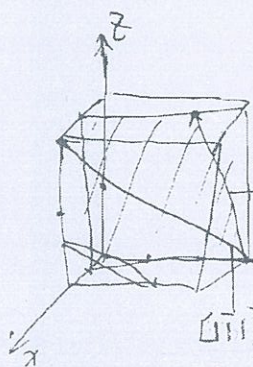
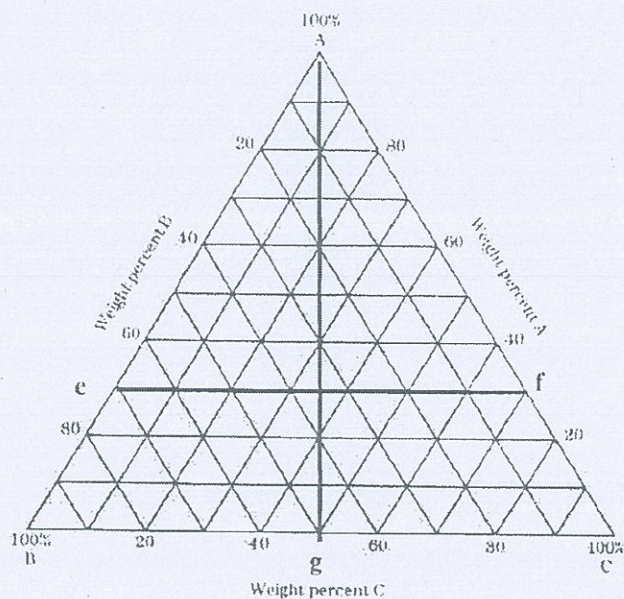
三、简答题 (本题共 30 分)

1. 为什么非均匀形核比均匀形核容易进行? (5 分)
2. 按溶质原子在溶剂晶格中所占位置, 固溶体可分为哪几种类型? 并指出它们之间的本质区别。(5 分)

$$C = \frac{n}{N} = \exp \left[-\frac{\Delta E_v}{kT} + \frac{\Delta S_v}{k} \right]$$

ΔE_v : 自增加一个空位
 ΔS_v : 相应熵变
3. 从能量的角度解释晶体中在一定的温度下存在一个平衡的点缺陷浓度。(5 分)
4. 碳在铁素体及奥氏体中的扩散系数为什么存在很大的区别? (5 分)
5. 孪晶和滑移的变形机制有什么不同? (5 分)

滑移: 大量性变形 不变晶面方向
孪晶: 小 改变 外形 滑移线 无台阶
6. 在下面三元相图中标出 A 组元的质量分数为 55%, B 组元为 20% 及 C 组元为 25% 的合金成分点, 并指出图中线段 ef 和 Ag 上所表征的三元合金成分特点 (5 分)。



四、在立方晶系的一个晶胞中画出具有下列 Miller 指数的晶向和晶面: $[1 \ 1 \ 3]$,

$[1 \ 1 \ 1]$, $(2 \ 1 \ 0)$, $(1 \ 2 \ 3)$, 并写出晶面 $(1 \ 1 \ 1)$ 和 $(1 \ 1 \ 2)$ 的交线的晶向

指数。(9分)

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \cdot 1 \cdot 2 - 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ 1 \cdot 1 \cdot 1 - 1 \cdot 1 \cdot 2 \\ 1 \cdot 1 \cdot 1 - 1 \cdot 1 \cdot 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad [1\bar{1}0]$$

五、根据下面为 Fe-Fe₃C 二元相图, 回答下列问题: (本题共 21 分)

- ① 用特定符号标出图中所有的单相区和双相区, 并指出各水平线所进行的反应类型 (要求标出反应前后各相的碳含量)。(7分)
- ② 分析 $w_c=0.4\%$ 和 $w_c=3.2\%$ (重量百分数) 的铁-碳合金从液态平衡冷却至室温的转变过程, 用冷却曲线和组织示意图, 说明各阶段的组织, 并分别计算室温下的相组成物和组织组成物的相对量。(14分)

2010~2011 学年第一学期期末考试试卷标准答案

《金属学》(A 卷 共 页)

(考试时间：2010 年 11 月 30 日)

题号	一	二	三	四	成绩	核分人 签字
得分						

一、填空题 (共 18 分，每空 0.5 分)

1. 每个面心立方晶胞中的原子数为 4，其配位数为 12。
2. 珠光体是共析转变所形成的 铁素体 和 渗碳体 组成的混合物。
3. 根据相律，三元合金结晶时，最多可有 4 个相平衡共存，这时自由度为 0。
4. 铁具有三种同素异晶状态，其中 δ -Fe 为 体心立方 晶格， γ -Fe 为 面心立方 晶格。
5. 将固溶体按溶质原子与溶剂原子的相对分布分类，可分为 置换 固溶体和 间隙 固溶体。
6. 相变反应式 L (液) (固) + (固) 表示 共晶 反应； γ (固) \rightarrow (固) + (固) 表示 共析 反应。
7. 刃型位错的位错线 垂直 于滑移方向，位错线的运动方向 垂直 于位错线。
8. 金属强化的方式有：细晶强化、应变强化、沉淀强化、弥散强化、固溶强化。
9. 铸锭组织通常由 表层细晶区、柱状晶区 和 中心等轴晶区 组成，细化铸锭晶粒尺寸的主要途径有 加入形核剂、搅拌或者振动。

和 快速冷却。

10. α -Ti 发生塑性变形时，其滑移面和滑移方向分别是 $\{0001\}$ 和 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ 。
11. 影响扩散的因素有：温度、固溶体类型、晶体结构、浓度、晶体缺陷、合金元素。
12. 合金凝固过程得以进行所要求的液体金属状态有：能量起伏、结构起伏 和 成分起伏。
13. 孪晶所需的临界分切应力比滑移 高。

二、名词解释（共 30 分，每题 3 分）

1. **位错攀移**
刃型位错沿着垂直于滑移面的方向进行的运动称为位错攀移。
2. **固溶体**
固溶体是以某一组元为溶剂，在其晶体点阵中溶入其他组元原子（溶质原子）所形成的均匀混合的固态溶液，它保持着溶剂的晶体结构类型。
3. **伪共晶**
在非平衡的凝固条件下，在共晶点成分附近的合金发生共晶反应产生了共晶组织的现象。
4. **过共析钢**
含碳量在 0.77%-2.11% 的铁碳合金称为过共析钢，其组织为珠光体和渗碳体。
5. **不全位错**
位错的柏氏矢量的大小是点阵常数的非整数倍的位错称为不全位错。
6. **再结晶**
冷变形组织在加热时重新彻底改组的过程。
7. **形变织构**
多晶体材料由塑性变形导致的各晶粒呈择优取向的组织。

8. 均质形核

过冷度较大时，液体内部各处形核的几率是一样的，并不存在有利于形核的位置，这样的形核过程叫均质形核。

9. 扩散激活能

原子扩散时所需要克服的能垒大小。

10. 成分过冷

由于凝固过程界面前沿液相成分不均匀分布所产生的过冷。

三、问答题（共 32 分）

1. 简述三元合金浓度三角形中的重心规则和等含量规则（6 分）

等含量规则：在成分三角形中，做任意边的平行线（如 BC），则在这条线上任一点的合金所含与此边相对的顶点（A）的组元的含量是相同的。

重心规则：在某三元合金体系中，三种浓度的合金组成的混合物的平均浓度位于三种原始合金的成分点在浓度三角形中所组成的三角形的重心处。

2. 简述晶面指数的确定步骤。（6 分）

对晶胞做晶轴 X, Y, Z，以晶轴的边长作为晶轴上的单位长度（且此晶坐标系原点不在所求晶面上）

求出待定晶面在三个晶轴上的截距（如果该晶面与某轴平行，记为 ∞ ）
取这些截距的倒数（如果为 ∞ 则记为 0）

将上述所得倒数化为最小的简单整数，加圆括号括起。

3. 简述多晶金属材料塑性变形的特征。（6 分）

（1）晶粒之间变形的传递

位错在晶界塞积产生应力集中，从而使得相邻晶粒位错源开动，相邻晶粒变形，产生塑变

（2）晶粒之间变形的协调性

各晶粒变形具有非同时性。要求各晶粒变形相互协调（独立变形会导致晶体分裂）。

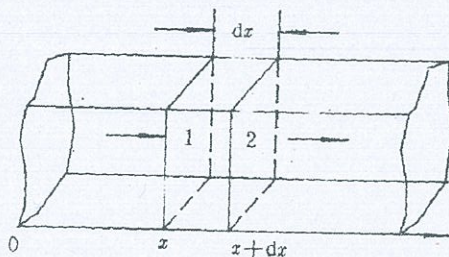
4. 简述交滑移的两种机制。（6 分）

螺形位错的交滑移：螺形位错从一个滑移面转移到与之相交的另一滑移面的过程；

螺形位错的双交滑移：交滑移后的螺位错再转回到原滑移面的过程。

5. 推导扩散第二定律。(8分)

如图有两个相距离为 dx 的平行面，如图所示，通过横截面积为 A ，相距为 dx 的微小体积元前后的流量分别为 J_1 和 J_2 。由物质平衡关系可得出：



流入 $A dx$ 体积元的物质质量减去流出该体积的量即为积存在微小体积元中的物质质量。

物质流入速率 $= J_1 A$ ；物质流出速率 $= J_2 A = J_1 A + \frac{\partial(JA)}{\partial x} dx$ ；

物质积存速率 $= J_1 A - J_2 A = -\frac{\partial(JA)}{\partial x} dx$

物质在微体积中积聚速率可表示为： $\frac{\partial(CA dx)}{\partial t} = \frac{\partial c}{\partial t} \cdot A \cdot dx$

$\therefore \frac{\partial c}{\partial t} \cdot A \cdot dx = -\frac{\partial J}{\partial x} A dx$

$\frac{\partial c}{\partial t} = -\frac{\partial J}{\partial x}$ ，代入第一定律，则有： $\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (D \frac{\partial c}{\partial x})$

四、综合题（共 20 分）

(1) 绘出 Fe-Fe₃C 相图示意图，并在图中标出如下参数：共析点、共晶点、具有最大碳溶解度的奥氏体点的成分以及温度。(6分)

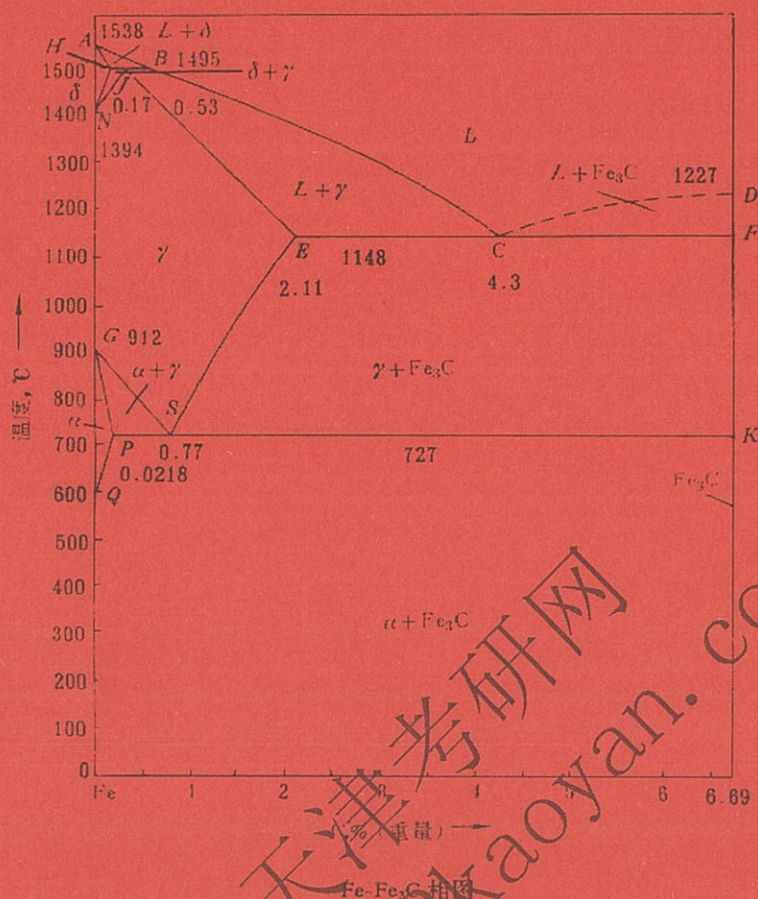
(2) 写出 45# 钢（含碳量 0.45%）凝固至室温时的相变过程，在室温下含有哪些相？并计算相对含量。(6分)

(3) 写出含 5% 碳的铸铁凝固至室温时的相变过程，以及室温下一次渗碳体及共晶莱氏体的相对含量。(8分)

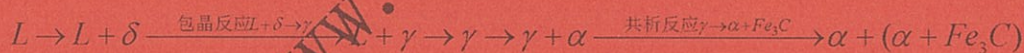
(1) 共晶点：温度：1148℃，成分：含碳 4.3%

共析点：温度：727℃，成分：含碳 0.77%

天津考研网，天津地区考研门户网站！热线：022-58054788, 58054799！
具有最大溶解度的奥氏体点：温度：1148℃，成分：含碳 2.11%



(2) 45 号钢冷却凝固过程如下所示

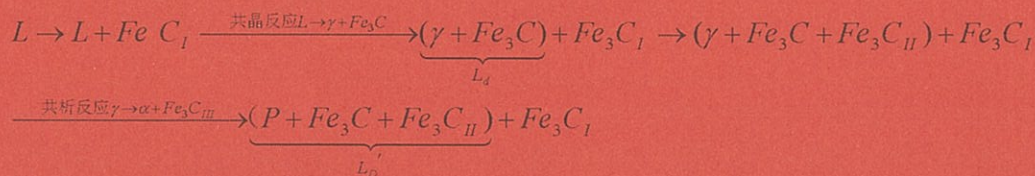


室温下含有的相是铁素体 (F) 和渗碳体 (Fe_3C)

$$W_F = \frac{6.69 - 0.45}{6.69 - 0.008} \times 100\% = 93.4\%$$

$$W_{Fe_3C} = \frac{0.45 - 0.008}{6.69 - 0.008} \times 100\% = 6.6\%$$

(3) 含碳 5% 的铸铁凝固至室温的相变过程如下：



室温下组织为室温莱氏体和渗碳体

天津考研网，天津地区考研门户网站！热线：022-58054788, 58054799！

$$W_{FeC_1} = \frac{5 - 4.3}{6.69 - 4.3} \times 100\% = 29.3\%$$

$$W_{L_D} = \frac{6.69 - 5}{6.69 - 4.3} \times 100\% = 70.7\%$$

天津考研网
www.52kaoyan.com

2011~2012 学年第一学期期末考试试卷标准答案

《金属学》(A 卷 共 4 页)

(考试时间：2011 年 12 月 9 日)

题号	一	二	三	四	五	成绩	核分人 签字
得分							

一、填空题 (共 19 分, 每空 1 分)

- 1、在BCC和FCC晶格中，单位晶胞内的原子数分别为 2 和 4，其致密度分别为 0.68 和 0.74。
- 2、金属的结晶过程是 形核和生长 的过程。控制结晶后晶粒大小的方法有 振动、变质剂 和 激冷。
- 3、冷变形金属在加热时组织与性能的变化，随加热温度不同，大致分为 回复、再结晶 和 晶粒长大 三个阶段。
- 4、实际金属中存在有 点缺陷、线缺陷 和 面缺陷 三类晶体缺陷。
- 5、为了使金属结晶过程得以进行，必须造成一定的 过冷度，它是理论结晶温度与 实际结晶温度 的差值。
- 6、 $\alpha(\text{Fe})$ 发生塑性变形时，其滑移面和滑移方向分别是： $\{111\}$ 和 $\langle 110 \rangle$ 。
- 7、滑移所需的临界分切应力比孪晶 小。

二、名词解释 (共 21 分, 每题 3 分)

1. 多滑移：当拉力轴沿一定方向时，多个滑移系上分切应力相等并同时达到临界分切应力，这样的滑移叫多滑移。
2. 应变强化：随着变形量的增加，晶体的抗拉强度与屈服强度提高而塑性和韧性下降的现象。
3. 连续生长：固液界面形态为粗糙界面时原子可填充到界面任意位置，

4. 非均质形核：凝固过程中晶核依附于杂质表面或容器表面形成的过程。
5. 形变织构：多晶体材料由塑性变形导致的各晶粒呈择优取向的组织。
6. 动力学过冷：生长过程中，固液界面前沿的过冷度大小
7. 重心规则：三元合金中，三相平衡时合金成分点一定处于三平衡相成分点所组成的浓度（共轭）三角形的重心位置。

三、简答题（共 20 分）

1. 一个面心立方结构金属单晶沿 $[001]$ 方向拉伸，当拉应力达到 34.3MPa 时，沿 (111) 面 $[011]$ 方向滑移，计算导致滑移的临界分切应力大小。（5 分）

拉力轴与滑移面法线夹角的余弦值为 $\sqrt{3}/3$

拉力轴与滑移方向法线夹角的余弦值为 $\sqrt{2}/2$

因此：临界分切应力大小为 14MPa。

2. 解释固溶体合金在正温度梯度条件下可以呈树枝方式生长，而纯金属则得不到树枝状晶？（5 分）

固溶体合金在凝固过程中固液界面前沿的溶质富集会导成分过冷，当外加温度梯度小于成分过冷度大小时，正温度梯度条件下可以按树枝方式生长。而纯金属因为没有形成成分过冷而得不到树枝状晶。

3. 孪晶和滑移的变形机制有什么不同？（5 分）

		滑移	孪晶
相同点		1 均匀切变，2 沿一定的晶面、晶向进行，不改变结构	
不同点	晶体位向	不改变	改变，形成镜面对称关系
	位移量	滑移方向上原子间距的整数倍，较大	小于孪晶方向上的原子间距，较小
	对塑变的贡献	很大，总变形量大	有限，总变形量小
	变形应力	有一定的临界分切压力	所需临界分切应力远高于滑移
	变形条件	一般先发生滑移	滑移困难时发生
	变形机制	全位错运动的结果	分位错运动的结果

4. 简述多晶金属材料塑性变形的特征（5 分）

晶粒之间变形的传递：位错在晶界塞积→应力集中→相邻晶粒位错源开动→相邻晶粒变形→塑变

晶粒之间变形的协调性：原因：各晶粒变形具有非同时性。要求：各晶粒变形相互

协调 (独立变形会导致晶体分裂)。条件: 独立滑移系 ≥ 5 个 (保证晶粒形状的自由变化)

四、What is activation energy for diffusion? List the main factors affecting diffusion. (10 分)

The energy to overcome when the atoms migrate from one position to another position

Main factors:

The type of diffusion mechanism.

The temperature at which the diffusion takes place

The type of crystal structure of the solvent lattice

The type of crystal imperfections present

The stress state.

五、根据下面Fe-Fe₃C二元相图, 分析 $w_c=0.5\%$ 和 $w_c=4.2\%$ (重量百分数) 的铁-碳合金从液态平衡冷却至室温的转变过程, 用冷却曲线和组织示意图, 说明各阶段的组织, 并分别计算室温下的相组成物和组织组成物的相对量。(30 分)

