

# 东南大学

## 二〇〇〇年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

试题编号： 442

试题名称：材料科学基础

### 一、选择题（每题 2 分，共 30 分）

- 1、 引入晶面指数的目的是为了：
  - a. 描述晶面上的原子结构；
  - b. 描述晶面的取向；
  - c. 描述晶面间距；
  - d. 描述晶面和晶向之间的相对关系。
- 2、 六方晶系中和  $(11\bar{2}2)$  晶面等同的晶面是：
  - a.  $(2\bar{2}\bar{1}1)$ ；
  - b.  $(\bar{2}\bar{1}12)$ ；
  - c.  $(\bar{1}2\bar{1}2)$ ；
  - d.  $(12\bar{1}\bar{2})$ 。
- 3、  $\gamma$ -Fe 中的八面体间隙若都被碳原子占满，碳的溶解度将达 9%，但根据铁碳相图，碳在  $\gamma$ -Fe 中的最大溶解度仅为 2.11%，这是因为：
  - a. 碳原子的化合价太高；
  - b. 碳原子的原子半径大于间隙半径；
  - c. 碳原子的原子半径小于间隙半径；
  - d. 碳和铁的晶体结构不同。
- 4、 若晶体在两个滑移系之间能实现交滑移，则这两个滑移系：
  - a. 滑移面相同，滑移方向不同；
  - b. 滑移方向相同，滑移面不同；
  - c. 滑移面和滑移方向都不同；
  - d. 滑移面和滑移方向都相同。
- 5、 层错和不完全位错之间的关系是：
  - a. 层错和不完全位错交替出现；
  - b. 层错和不完全位错能量相同；
  - c. 层错能越高，不完全位错柏氏矢量的模越小；
  - d. 不完全位错总是出现在层错和完整晶体的交界处。
- 6、 对于一个位错环来说，
  - a. 环上各点的柏氏矢量大小相同，但方向不同；
  - b. 环上各点的柏氏矢量方向相同，但大小不一定不同相同；
  - c. 环上必定有两个点的柏氏矢量和位错线平行；
  - d. 环上必定有两个点的柏氏矢量和位错线方向完全相同。
- 7、 界面能和界面的原子结构有关，一般情况下
  - a. 相界的界面能取决于是否共格，共格相界的界面能高于非共格相界；
  - b. 半共格晶界的界面能取决于错配度，错配度越高，界面能越高；
  - c. 孪晶界的界面能取决于它的是否共格，共格孪晶界的界面能大于非共格孪晶界；
  - d. 小角度晶界的界面能取决位向差  $\theta$ ， $\theta$  越大，界面能越低。
- 8、 晶界作为高扩散率通道的作用和
  - a). 温度有关，温度越高晶界作用越不明显；
  - b). 温度有关，温度越高晶界作用越明显；

- c). 溶质浓度有关, 浓度越高晶界作用越明显;  
d). 溶质浓度有关, 浓度越高晶界作用越不明显.
- 9、柯垂尔 (Cottrell) 气团是
- 由于空位在位错芯区域的聚集而形成;
  - 由于溶质原子在位错芯区域的聚集而形成;
  - 由于位错的交割而形成;
  - 由于溶质原子聚集在层错而形成。
- 10、分散 (颗粒) 强化的效果和
- 颗粒的体积百分数有关, 颗粒的体积百分数越低, 强化效果越好;
  - 颗粒的大小有关, 颗粒越小, 强化效果越好;
  - 颗粒的硬度有关, 颗粒越软, 越容易被位错切割, 强化效果就越好;
  - 颗粒的晶体结构有关, 颗粒的致密度越高, 强化效果越好。
- 11、如果某一晶体中若干晶面同属于某一晶带, 则
- 这些晶面必定是同族晶面;
  - 这些晶面必定相互平行;
  - 这些晶面上原子排列相同;
  - 这些晶面之间的交线相互平行。
- 12、形成临界晶核时, 体积自由能的减少, 但它只能补偿新增表面能的
- 1/3;
  - 2/3;
  - 3/4;
  - 1/4。
- 13、A、B 二组元形成共晶系, 则:
- 具有共晶成分的合金铸造工艺性能最好;
  - 具有亚共晶成分的合金铸造工艺性能最好;
  - 具有过共晶成分的合金铸造工艺性能最好;
  - 不发生共晶转变的合金铸造工艺性能最好。
- 14、间隙相和间隙固溶体的区别之一是:
- 间隙相结构比间隙固溶体复杂;
  - 间隙相的间隙原子比间隙固溶体间隙原子大;
  - 间隙相的固溶度比间隙固溶体大;
  - 间隙相的结构和其组元的结构不同。
- 15、纯金属均匀形核时,
- 当过冷度  $\Delta T$  很小时, 原子可动性低, 相变驱动力低, 因此, 形核率低;
  - 当过冷度  $\Delta T$  很小时, 原子可动性高, 相变驱动力高, 因此, 形核率低;
  - 当过冷度  $\Delta T$  很小时, 原子可动性低, 相变驱动力高, 因此, 形核率低;
  - 当过冷度  $\Delta T$  很小时, 原子可动性高, 相变驱动力低, 因此, 形核率低。
- 二、标出下图所示的个晶面的晶面指数。 (6 分)
- 三、纯金属凝固时为什么必须有过冷度? 请用热力学原理定量说明。 (7 分)
- 四、在如图所示的 Fe-Mo 二元相图中有几个三相平衡反应, 请写出这些反应的反应式, 并标明反应温度 (若图中未标出温度, 则根据坐标估计) 和类型。 (7 分)

- 五、(1) 画出铁-碳平衡相图( $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$  相图), 并标出各临界点的成分和三相平衡反应的温度;  
(2) 画出含碳为 1.2% 的过共析钢在平衡冷却过程中的热分析曲线, 并画出该合金在  $800^\circ\text{C}$  和  $700^\circ\text{C}$  的平衡组织的示意图;  
(3) 计算上述合金中二次渗碳体的百分数。 (10 分)

- 六、下图所示的分别是  $\text{Fe}-\text{C}-\text{Cr}$  三元系的垂直截面、等温截面和液相面投影图, 根据些图求出:
- (1) 在  $795^\circ\text{C}$  发生了什么样的平衡反应? 写出这个反应的反应式并说明反应的类型。
  - (2) 在  $850^\circ\text{C}$  温度下, 含碳量为 3%, 含 Cr 量为 15% 和 20% 的  $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{C}$  由几相组成, 分别写出这两个合金的组成相。
  - (3) 能否根据这两个截面图判断在  $\gamma+\alpha+\text{C}_2$ ,  $\gamma+\text{C}_1+\text{C}_3$ ,  $\text{L}+\gamma+\alpha$  三个三相区中发生的三相反应的类型? 若能判断, 请写出反应式并说明判别的依据。
  - (4) 在  $1275^\circ\text{C}$  和  $1230^\circ\text{C}$  发生的四相平衡反应, 写出反应式。 (10 分)

七、假定某面心立方晶体的活动滑移系为  $(11\bar{1})[\bar{1}10]$ ,

- (1) 试给出引起滑移的位错的柏氏矢量;
- (2) 如果滑移是由纯刃性位错引起的, 试指出位错线的方向和位错线运动方向;
- (3) 如果滑移是由纯螺性位错引起的, 试指出位错线的方向和位错线运动方向;
- (4) 假定在该滑移系上作用一大小为  $0.7\text{MN}/\text{m}^2$  的切应力, 试计算单位长度刃性位错及螺型位错线受力的大小和方向。 (10 分)

## 八、解答下列问题：

- 1、回复过程和再结晶过程的有哪些区别？试从性能和组织两方面予以说明。
- 2、再结晶后晶粒大小的受哪些因素的影响？说明这些因素的影响规律。
- 3、示意画出再结晶后的晶粒尺寸和形变量的关系曲线，并解释为什么会出现一个临界形变量？ (10 分)

## 九、回答以下问题：

- 1、什么是单位位错？什么是不完全位错？为什么面心立方晶体中的单位位错能分解成不完全位错？试从几何条件和能量条件两个方面予以说明。
- 2、已知黄铜和铝均是 fcc 结构，它们的切变模量分别为： $G_{\text{Cu}}=2.9 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 、 $G_{\text{Al}}=2.4 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ ；铜和镍的点阵常数分别为  $2.55 \times 10^{-10} \text{ m}$  和  $2.8 \times 10^{-10} \text{ m}$ ；层错能分别为  $\gamma_{\text{Cu}}=10 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2$ ， $\gamma_{\text{Al}}=250 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2$ ，试问在这两种金属的哪一种中容易观察到层错？为什么？(提示：扩展位错区的宽度为： $d=Gb^2/24\pi\gamma^2$ ) (10 分)

# 东南大学

## 二〇〇二年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！  
做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

试题编号： 442 试题名称：材料科学基础

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 36 分）

- 1、如果某一晶体中若干晶面同属于某一晶带，则
  - a) 这些晶面必定是同族晶面；
  - b) 这些晶面必定相互平行；
  - c) 这些晶面上原子排列相同；
  - d) 这些晶面之间的交线相互平行。
- 2、体心立方(bcc)晶体中间隙半径比面心立方(fcc)中的小，但 bcc 的致密度却比 fcc 低，这是因为：
  - a) bcc 中原子半径小；
  - b) bcc 中的密排方向 $\langle 111 \rangle$ 上的原子排列比 fcc 密排方向上的原子排列松散；
  - c) bcc 中的原子密排面 $\{110\}$ 的数量太少；
  - d) bcc 中原子的配位数比 fcc 中原子配位数低。
- 3、组成固溶体的两组元完全互溶的条件是：
  - a) 两组元的电子浓度相同；
  - b) 两组元的晶体结构相同；
  - c) 两组元的原子半径相同；
  - d) 两组元电负性相同。
- 4、晶粒尺寸和形核率  $I$ ，线长大速度  $\mu$  之间的关系是：
  - a)  $I \rightarrow$  大 晶粒尺寸越大；
  - b)  $I\mu \rightarrow$  大 晶粒尺寸越大；
  - c)  $\mu/I \rightarrow$  大 晶粒尺寸越大；
  - d)  $\mu \rightarrow$  小 晶粒尺寸越大。
- 5、用热分析曲线测定相图的原理是：
  - a) 每种成分的合金在不同温度下自由焓不同；
  - b) 每种成分的合金在冷却过程中熵减小；
  - c) 每种成分的合金在不同温度下热焓不同；
  - d) 每种成分的合金在平衡冷却过程中，通过不同相区时，冷却速度不同。
- 6、对所有的立方晶体可以用相同的标准投影图，这是因为：
  - a) 立方晶系对称性高；
  - b) 立方晶系三基矢相互垂直；
  - c) 立方晶系的面间距和点阵常数有关；
  - d) 立方晶系的晶面间夹角和点阵常数无关。

7、 $\text{Cu}_5\text{Zn}_8$ ,  $\text{Cu}_9\text{Al}_4$ ,  $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$  虽然化学成分不同, 但晶体结构相同, 均属 $\gamma$ 黄铜结构, 这是因为:

- a)  $\text{Zn}, \text{Al}, \text{Sn}$  三种元素的原子半径相近;
- b) 这三种中间相的电子浓度相同;
- c)  $\text{Zn}, \text{Al}, \text{Sn}$  三种元素的电负性相近;
- d)  $\text{Zn}, \text{Al}, \text{Sn}$  三种元素晶体结构相同。

8、层错和不完全位错之间的关系是:

- e. 层错和不完全位错交替出现;
- f. 层错和不完全位错能量相同;
- g. 层错能越高, 不完全位错柏氏矢量的模越小;
- h. 不完全位错总是出现在层错和完整晶体的交界处。

9、六方晶系中和 $(11\bar{2}1)$ 晶面等同的晶面(同族晶面)是:

- a)  $(1\bar{2}11)$ 面;
- b)  $(111\bar{2})$ 面;
- c)  $(12\bar{1}1)$ 面;
- d)  $(21\bar{1}1)$ 面。

10、晶体结构和空间点阵的相互关系:

- a) 空间点阵中每一个阵点代表晶体中的一个原子;
- b) 每一种空间点阵代表唯一的一种晶体结构;
- c) 晶体结构一定, 它所属的空间点阵也唯一地被确定;
- d) 每一种晶体结构可以用不同的空间点阵表示。

11、间隙相和间隙固溶体的区别之一是:

- a) 间隙相结构比间隙固溶体复杂;
- b) 间隙相的间隙原子比间隙固溶体间隙原子大;
- c) 间隙相的固溶度比间隙固溶体大;
- d) 间隙相的结构和其组元的结构不同。

12、引入晶面指数的目的是为了:

- a) 晶面上的原子结构;
- b) 描述晶面的取向;
- c) 描述晶面间距;
- d) 描述晶面和晶向之间的相对关系。

13、金属镁的单晶体处于软取向时塑变量可达 100%~200%, 但其多晶体的塑性很差, 其主要原因是:

- a) 其多晶体晶粒通常较粗大;
- b) 其多晶体晶界上通常存在裂纹;
- c) 其滑移系通常较少;
- d) 因为  $\text{Mg}$  是 bcc 结构, 所以脆性大。

14、位错交截后原来的位错线成为折线，若：

- a) 折线和原来的位错线柏氏矢量相同，则称之为扭折，否则称之为割阶；
- b) 折线和原来的位错线柏氏矢量不同，则称之为扭折，否则称之为割阶；
- c) 折线在原来的滑移面上，则称之为扭折；折线和原来的滑移面垂直称之为割阶；
- d) 折线在原来的滑移面上，则称之为割阶；折线和原来的滑移面垂直称之为扭折。

15、下列有关金属弹性变形的说法中，不对的是：

- a) 它是可逆的，即去掉外力后变形就消失；
- b) 应力与应变之间呈线性关系；
- c) 弹性变形量的数值一般都较大；
- d) 单晶体的弹性模量是各向异性的。

16、工业上对零件的渗碳处理一般在钢的奥氏体状态下进行，这是因为：

- a) 奥氏体状态下可以获得较大的碳浓度梯度；
- b) 奥氏体状态下碳的扩散系数大于铁素体状态；
- c) 奥氏体状态下碳的扩散激活能大于铁素体状态；
- d) 奥氏体状态下铁的自扩散系数大于铁素体。

17、下列过程与晶体中空位迁移过程关系不大的是：

- a) 形变孪晶；
- b) 自扩散；
- c) 回复；
- d) 位错攀移。

18、再结晶组织中的晶粒大小和形变量有关，

- a) 达到临界形变量时，再结晶组织中晶粒最细；
- b) 低于临界形变量时，再结晶组织中晶粒最细；
- c) 大于临界形变量时，再结晶组织中晶粒随形变量的增大而变大；
- d) 大于临界形变量时，再结晶组织中晶粒随形变量的增大而变小。

## 二、问答题（共 64 分）

1、作图：(1) 画出立方晶胞中晶面指数为 $(21\bar{1})$ 和 $(\bar{1}20)$ 的晶面；

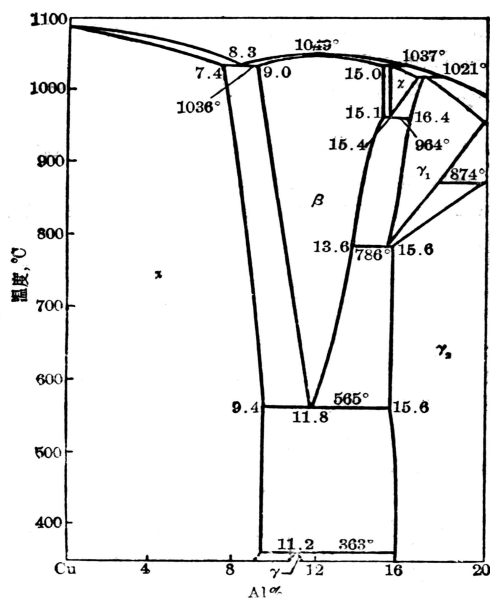
(2) 画出六方晶胞中晶面指数为 $(\bar{1}211)$ 的晶面。 (6 分)

2、答下列于过冷度有关的问题：

- (1) 什么纯金属凝固是必须有过冷度？用数学式或图解说明。
- (2) 什么是动态过冷度？什么情况下必须要有动态过冷度？
- (3) 什么是成分过冷？为什么单相固溶体凝固时会出现成分过冷？成分过冷区的大小与哪些因素有关？(12 分)

3、在如图所示的 Cu-Al 相图中，

- (1) 当温度为 1037°C、1021°C、964°C 时各发生了什么样的三相平衡反应？写出平衡反应式；
- (2) 成分为 Cu-14Al (重量百分数) 的合金在从液态到室温的平衡冷却过程中发生了几个三相平衡反应？写出平衡反应式和室温组织。(6 分)



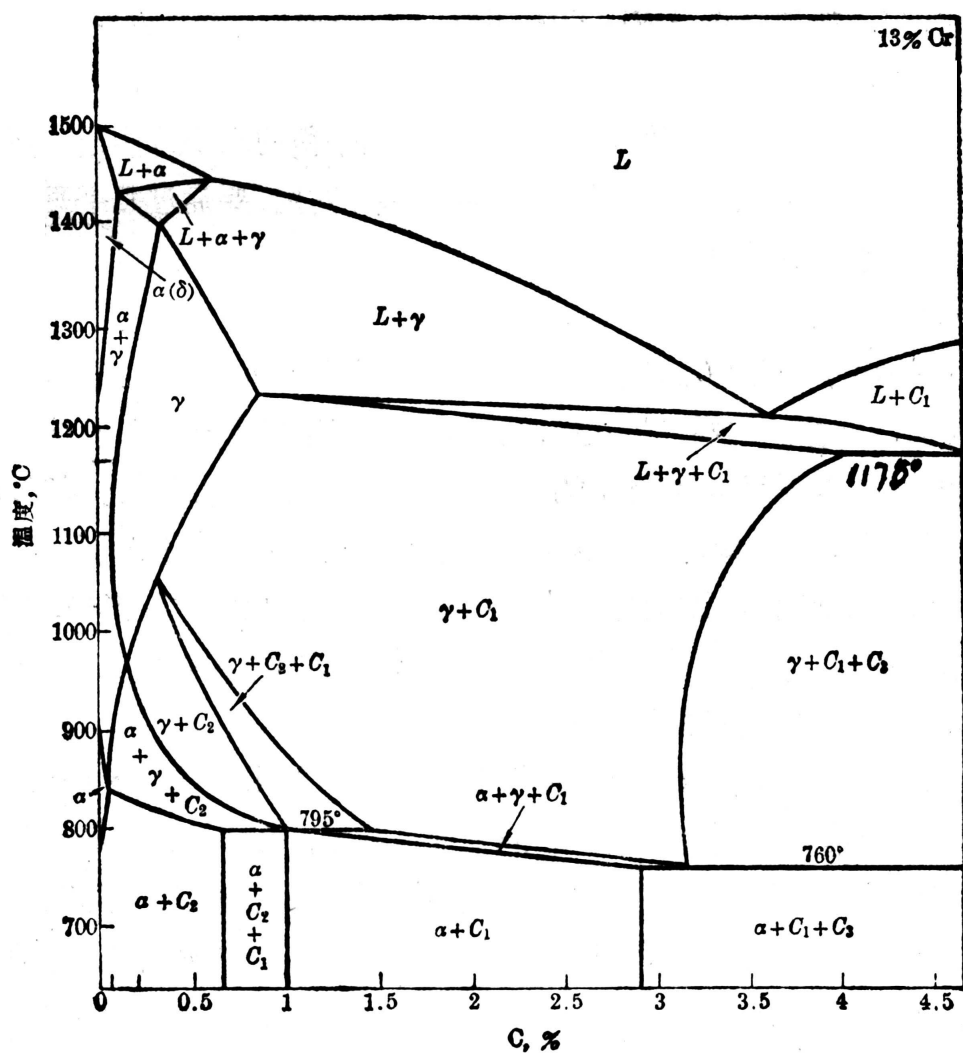
题 3 图 Cu-Al 相图

4、据 Fe-Fe<sub>3</sub>C 亚稳态相图（自己作图）回答下列问题：

- (1) Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图中有几个三相平衡反应？写出反应式。
- (2) 画出含碳量为 0.6% 和 1.2% 的 Fe-C 合金在 750℃ 和 720℃ 的平衡组织的示意图；
- (3) 分别计算含碳量为 0.6% 的合金中珠光体和含碳量为 1.2% 合金中的二次渗碳体的百分数。(8 分)

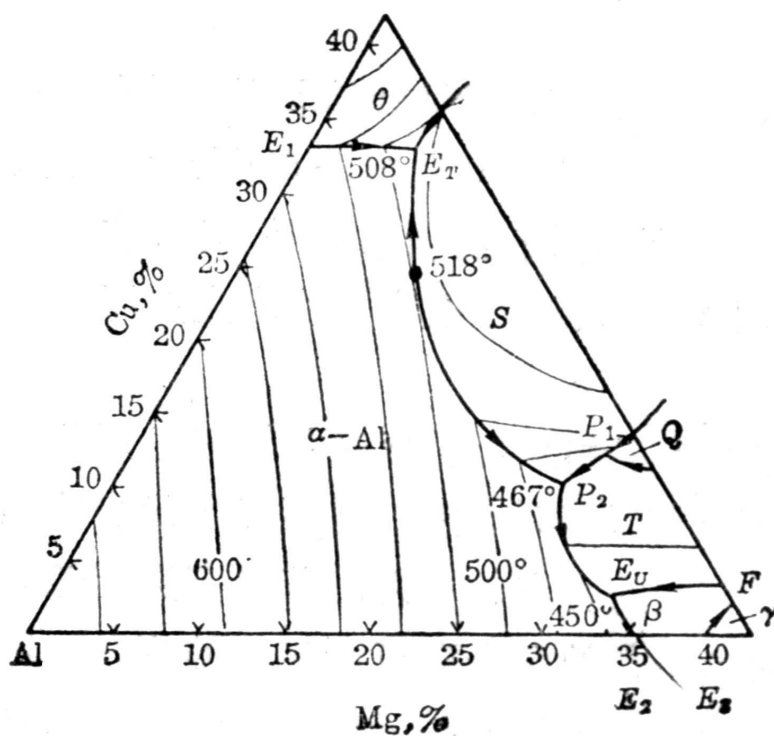
5、根据在如图所示的 Fe-Cr 相图的垂直截面回答以下问题：

- (1) 相图中有几个四相平衡反应？写出发生在 795℃ 的四相平衡反应的反应式。
- (2) 写出在 L+α+γ, L+γ+C<sub>1</sub> 和 α+γ+C<sub>2</sub> 相区发生的三相平衡反应的反应式。  
(5 分)



题 5 图 Fe-C-Cr 三元相图垂直截面

- 6、根据如图所示的 Al-Cu-Mg 三元系液相面投影图写出在 508°C、467°C、450°C 发生的四相平衡反应的反应式 (3 分)



题 6 图 Al-Cu-Mg 三元相图液相面投影图

7、什么是全位错及不全位错？为什么面心立方晶体中的全位错  $\frac{a}{2}[\bar{1}10]$  可以分解成两个不全位错  $\frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}]$  及  $\frac{a}{6}[\bar{2}11]$ ，试从几何条件和能量条件两个方面予以说明。（8 分）

8、形变孪晶与退火孪晶的形成机制和显微组织有何不同？在金相显微镜下，它们与滑移带及划痕的区别又是什么？（8分）

9、通常强化金属材料的方法有哪些？试述它们强化金属的微观机理，并指出其共同点。（8分）



# 东南大学

## 二〇〇三年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意：试题解答务请考生做在随试题发放的我校专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 442      课程名称：金属学

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 30 分）

- 1、引入空间点阵的目的是为了：
  - a、描述晶体中原子的稳定性；
  - b、描述晶体中原子排列的周期性；
  - c、描述晶体中原子排列的对称性；
  - d、描述晶体中原子排列的致密性。
- 2、间隙固溶体溶解度的大小取决于：
  - a、电子浓度，电子浓度越大，溶解度越高；
  - b、溶质和溶剂的结构，若两者结构相同，则溶解度大；
  - c、取决于溶质原子与溶剂原子的原子半径之比 ( $r_B/r_A$ )，比值越大，溶解度越高，  
其中  $r_B$  表示溶质半径， $r_A$  表示溶剂半径；
  - d、取决于溶质原子与溶剂原子的原子半径之比 ( $r_B/r_A$ )，比值越小，溶解度越高。
- 3、若 A、B 两晶体具有相同空间点阵，但不具有相同的晶体结构，则
  - a、A 晶体与 B 晶体的 (111) 上原子的排列相同；
  - b、A 晶体与 B 晶体的 (111) 上原子的排列不同；
  - c、若两者的点阵常数相同，A 晶体与 B 晶体的 (111) 上原子的排列相同；
  - d、若两者同属于立方晶系，A 晶体与 B 晶体的 (111) 上原子的排列相同。
- 4、若某晶体属面心立方点阵，
  - a、该晶体必定具有密排结构；
  - b、如果该晶体由纯金属元素组成，则该晶体具有密排结构；
  - c、如果该晶体是间隙化合物，则该晶体具有密排结构；
  - d、如果该晶体是电子化合物，则该晶体具有密排结构。
- 5、在六方晶体中与  $(12\bar{3}2)$  等价的晶面有：
  - a、 $(1\bar{3}22)$ 、    b、 $(312\bar{2})$ 、    c、 $(\bar{1}223)$ 、    d、 $(212\bar{3})$ 。
- 6、在下列晶面中属于  $[110]$  晶带的晶面是：
  - a、 $(\bar{1}\bar{1}0)$ ；    b、 $(101)$ ；    c、 $(011)$ ；    d、 $(001)$ 。

7、过冷度的定义是 $\Delta T = T_m - T$ ，当 $\Delta T = 0$ 时，液相与固相的自由焓相同，即 $G_L = G_S$ ，系统处

于平衡态，因此，

- a、只有 $\Delta T > 0$ 时熔化过程和凝固过程才能进行；
- b、只有 $\Delta T < 0$ 时熔化过程和凝固过程才能进行；
- c、只有 $\Delta T > 0$ 时凝固过程才能进行； $\Delta T > 0$ 时熔化过程才能进行；
- d、只有 $\Delta T > 0$ 时凝固过程才能进行； $\Delta T \geq 0$ 时熔化过程才能进行。

8、单相固溶体在非平衡凝固过程中会形成成分偏析，

- a、若冷却速度越小，则成分偏析的倾向越小；
- b、若过冷度越小，则成分偏析的倾向越小；
- c、若两组元熔点相差越大，则成分偏析的倾向越小；
- d、若固相线和液相线距离越近，则成分偏析的倾向越小。

9、对于三元系，杠杆定理可以用于：

- a、水平截面，以计算三相平衡时各相的百分数；
- b、水平截面，以计算两相平衡时各相的百分数；
- c、垂直截面，以计算三相平衡时各相的百分数；
- d、垂直截面，以计算两相平衡时各相的百分数；

10、单相固溶体凝时，若 $k_0 < 1$ ，根据液相混合的程度，

- a、 $K_e = K_0$ 时液相混合最充分，铸锭内成分最均匀；
- b、 $K_e = 1$ 时液相混合最充分，铸锭内成分最均匀；
- c、 $K_e = 1$ 时液相混合最不充分，铸锭内成分最均匀；
- d、 $K_0 < K_e < 1$ 时液相混合最充分，铸锭内成分最均匀。

11、下列说法不正确的是：

- a、一个位错环不可能处处是刃位错，也不可能处处都是螺位错；
- b、若将位错线正向定义为原来的反向，则螺位错旋向不变，但是刃位错正负反向；
- c、位错线不可能终止于晶体内部，只能终止于晶体表面、界面或其它位错处；
- d、晶体中的柏氏矢量通常不是任意的，而是点阵的平移矢量，这是由晶体的不连续性决

定的。

12、下面哪种金属易形成退火孪晶：

- a、层错能低的金属，如黄铜、奥氏体不锈钢等；
- b、层错能高的金属，如铝、铁等；
- c、经过剧烈冷变形的金属；
- d、未经过冷变形的金属。

13、再结晶组织中的晶粒大小和形变量有关，

- a、达到临界形变量时，再结晶组织中晶粒最细；

- b、低于临界形变量时，再结晶组织中晶粒最细；
- c、大于临界形变量时，再结晶组织中晶粒随形变量的增大而变大；
- d、大于临界形变量时，再结晶组织中晶粒随形变量的增大而变小。

14、在晶体滑移过程中，

- a、由于位错不断移出滑移面，位错密度随形变量的增加而减少；
- b、由于位错的增殖，位错密度随形变量的增加而增高；
- c、由于晶界不断吸收位错，位错密度随形变量的增加而减少；
- d、由于位错的消失（移出滑移面）和增殖的共同作用，位错的密度基本不变。

15、强化金属材料的各种手段，考虑的出发点都在于：

- a、制造无缺陷的晶体或设置位错运动的障碍；
- b、使位错增殖；
- c、适当减少位错。

## 二、问答题（共 70 分）

1、画出立方晶胞中的 $(\bar{1} \bar{1} 2)$ 和 $(102)$ 晶面和六方晶胞中的 $(11\bar{2}2)$ 晶面  
(6 分)

2、回答下列问题：(8 分)

- a、形核率的物理意义是什么？形核率的大小对金属凝固后的组织有什么影响？
- b、形核后晶粒的长大的驱动力是什么？长大速度对金属凝固后组织的影响规律是否与形核率对凝固组织的影响规律相同？
- c、为了细化金属的凝固组织，一般可以采取哪些措施？

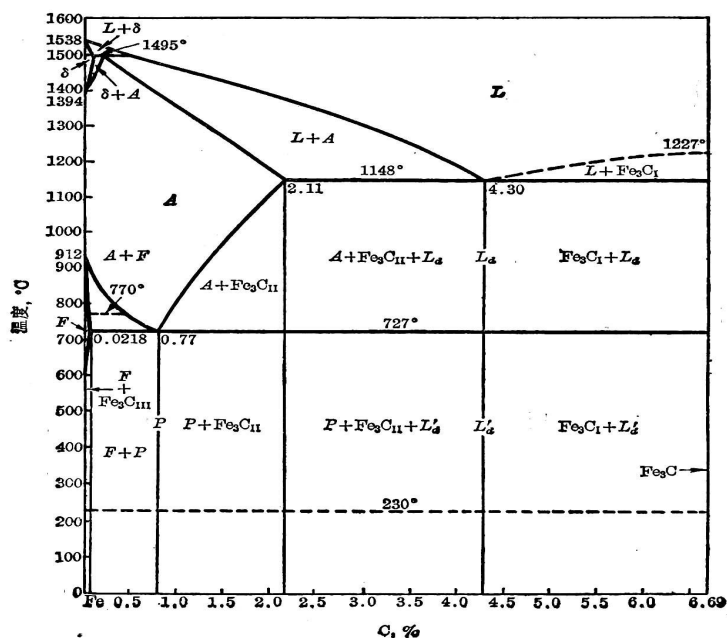
3、根据下列实验结果绘制概略的 A-B 二元系的共晶相图，并标出相图中三相反应区上各临界点的成分（要求写出计算临界点成分的过程）。(8 分)

- 1) A 的熔点为  $1000^{\circ}\text{C}$ , B 的熔点为  $700^{\circ}\text{C}$ ；
  - 2) 含 B25% 的合金在  $500^{\circ}\text{C}$  凝固完毕，并由 73.7% 的先共晶  $\alpha$  和 26.3% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶组织组成；
  - 3) 含 B50% 的合金在同一温度下则由 40% 先共晶  $\alpha$  与 60%  $(\alpha + \beta)$  共晶组织组成，而此时合金中  $\alpha$  相的总量为 50%。
  - 4) 室温下  $\beta$  在  $\alpha$  中溶解度和  $\alpha$  在  $\beta$  中的溶解度都为 3%。
- (\*以上实验结果均在平衡状态下获得)

4、根据如图所示的 Fe-Fe<sub>3</sub>C 亚稳态相图回答下列问题：

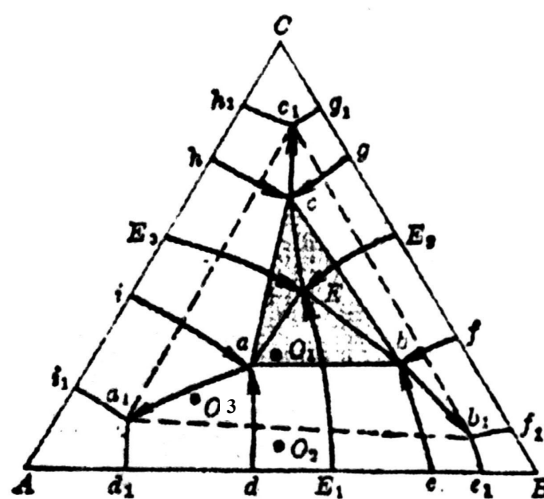
(6 分)

- 在什么温度下发生共析反应？得到的产物是什么？写出反应式。
  - 含 C 量为 4.3% 的合金在 1148°C 得到的共晶组织与它在室温下的组织有何不同？
- (3) 画出含碳量为 0.3% 和 1.0% 的 Fe-C 合金在 750°C 和 720°C 的平衡组织的示意图；
- (4) 计算含碳量为 1.5% 合金中的二次渗碳体的百分数。



(8 分)

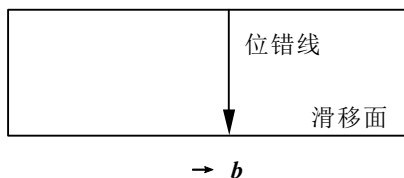
- i. 写出该三元系发生的四相平衡反应的反应式和三相平衡反应的反应式,
- ii. 写出图中标的合金  $O_1$ 、 $O_2$ 、 $O_3$  在平衡冷却过程中发生的相平衡反应, 以及每个合金的室温组织。



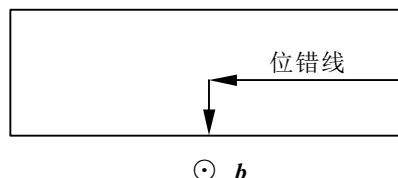
(c)

题 6 图

7、简单立方晶体中存在如图所示的刃型位错，试用立体图表示其半原子面的位置。（8分）



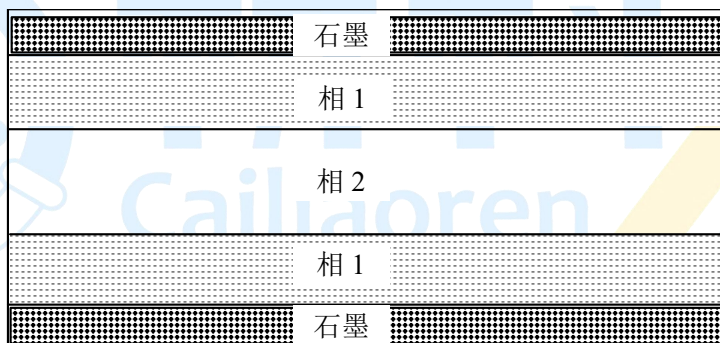
题 7 图 a



b

8、什么是单滑移、复滑移及交滑移？它们的滑移带形貌有什么特征？试结合图解说明。（8分）

9、将纯铁板装入渗碳箱内加热至  $740^{\circ}\text{C}$  保温 4 小时进行渗碳处理后，经金相观察发现渗层组织如下图所示，试画出渗层碳含量分布曲线，标出相区并由 Fe-C 相图确定表面及渗层分界面上的碳含量；如果去掉石墨层并重新加热至  $740^{\circ}\text{C}$ ，假设表面不脱碳，试画出保温若干周后达到平衡时的碳含量分布曲线，并加以解释。（12分）



题 9 图

# 东南大学

## 二〇〇四年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 442

课程名称：金属学

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 40 分）

1、A、B 两晶体，如果它们的

- a、空间点阵相同，则两者的晶体结构相同；
- b、所属的晶系相同，则两者的晶体结构相同；
- c、晶体结构相同，则两者的点阵常数相同；
- d、晶体结构相同，则两者的空间点阵相同。

2、在正方晶系中与 (112) 等价的晶面是：

- a、(121)；      b、(211)；      c、 $(\bar{1}12)$ ；      d、 $(\bar{1}21)$ 。

3、配位数是指晶体结构中

- a、每个原子周围的原子数；
- b、每个原子周围最邻近的原子数；
- c、每个原子周围的相同原子数；
- d、每个原子周围最邻近的和次邻近的原子数之和。

4、密排六方和面心立方均属密排结构，它们的不同点是：

- a、晶胞选取方式不同；
- b、原子配位数不同；
- c、密排面上，原子排列方式不同；
- d、原子密排面的堆垛方式不同。

5、在立方晶系中与 (101)、(111) 属同一晶带的晶面是：

- a、(110)；      b、(011)；      c、 $(\bar{1}10)$ ；      d、(010)。

6、TiC 和 NaCl 具有相同的晶体结构，但它们不属于同一类中间相，这是因为：

- a、TiC 是陶瓷，NaCl 是盐；
- b、NaCl 符合正常化合价规律，TiC 不符合正常化合价规律；
- c、TiC 中的电子浓度高；
- d、NaCl 的致密度高。

7、纯金属均匀形核时，临界半径  $r^*$  与

- a、该金属的熔点有关，熔点越高， $r^*$  越小；
- b、与该金属的表面能有关，表面能越高， $r^*$  越小；
- c、与过冷度有关，过冷度越大， $r^*$  越小；
- d、与过冷度有关，过冷度越大， $r^*$  越大。

8、在三元系中，杠杆定理的用途是：

- a、在水平截面上计算三相平衡时各相的相对百分数；
- b、在垂直截面上计算三相平衡时各相的相对百分数；
- c、在水平截面上计算两相平衡时各相的相对百分数；
- d、在垂直截面上计算两相平衡时各相的相对百分数。

- 9、在下列那一种情况下平衡分配系数  $k_0$  和有效分配系数  $k_e$  相等：
- a、正常凝固；
  - b、快速凝固；
  - c、定向凝固；
  - d、边界层与液相区部分混合条件下的凝固。
- 10、指出下列四个六方晶系的晶面指数中，哪一个是错误的：
- a、 $(2\ \bar{3}\ 12)$ ；
  - b、 $(1\ \bar{1}\ 02)$ ；
  - c、 $(3\ \bar{1}\ \bar{2}\ 2)$ ；
  - d、 $(11\ \bar{1}\ 2)$ 。
- 11、在三元系中，四相平衡共晶相图和四相平衡包晶相图的四相平衡区都是三角形，两者区别是：
- a、共晶相图四相区中液相成分点在三角形内，而包晶相图四相区液相成分点在三角形顶角上；
  - b、包晶相图四相区中液相成分点在三角形内，而共晶相图四相区液相成分点在三角形顶角上；
  - c、共晶相图四相区是等边三角形；包晶相图的四相区不是等边三角形；
  - d、包晶相图四相区是等边三角形；共晶相图的四相区不是等边三角形。
- 12、当  $\Delta P=0$  时，根据相律，
- a、单元系中两相平衡反应可以在某个温度区间内进行；
  - b、二元系中的三相平衡反应可以在某个温度区间内进行；
  - c、三元系中的三相平衡反应可以在某个温度区间内进行；
  - d、三元系中的四相平衡反应可以在某个温度区间内进行。
- 13、下列各种偏析中，哪一种能用热处理（均匀化退火）方法消除？
- a、正常偏析；
  - b、比重偏析；
  - c、反偏析；
  - d、枝晶偏析。
- 14、在理想的热力学平衡态，下列哪类缺陷是不应存在的：
- a、空位，晶界；
  - b、位错，晶界；
  - c、空位，位错；
  - d、空位，位错，晶界。
- 15、亚晶界一般是由位错构成的，通常
- a、亚晶界位向差越大，亚晶界上的位错密度越高；
  - b、亚晶界位向差越大，亚晶界上的位错密度越低；
  - c、亚晶界上的位错密度高低与亚晶界位向差关系不大；
  - d、以上都不对。
- 16、有二根同向右螺旋位错线，各自的能量都为  $E$ ，当它们无限靠近时，总能量为：
- a、0；
  - b、 $E$ ；
  - c、 $2E$ ；
  - d、 $4E$
- 17、高温下晶粒正常长大时，晶界迁移将受到第二相颗粒的阻碍，

- a、第二相含量越多，颗粒越大，阻力越大；
- b、第二相含量越少，颗粒越大，阻力越大；
- c、第二相含量越多，颗粒越小，阻力越大；
- d、第二相含量越少，颗粒越小，阻力越大。

18、某 fcc 单晶体塑变时出现二组平行的交叉的滑移线，则塑性形变处于：

- a、易滑移阶段； b、线性硬化阶段； c、动态回复阶段； d、抛物线硬化阶段。

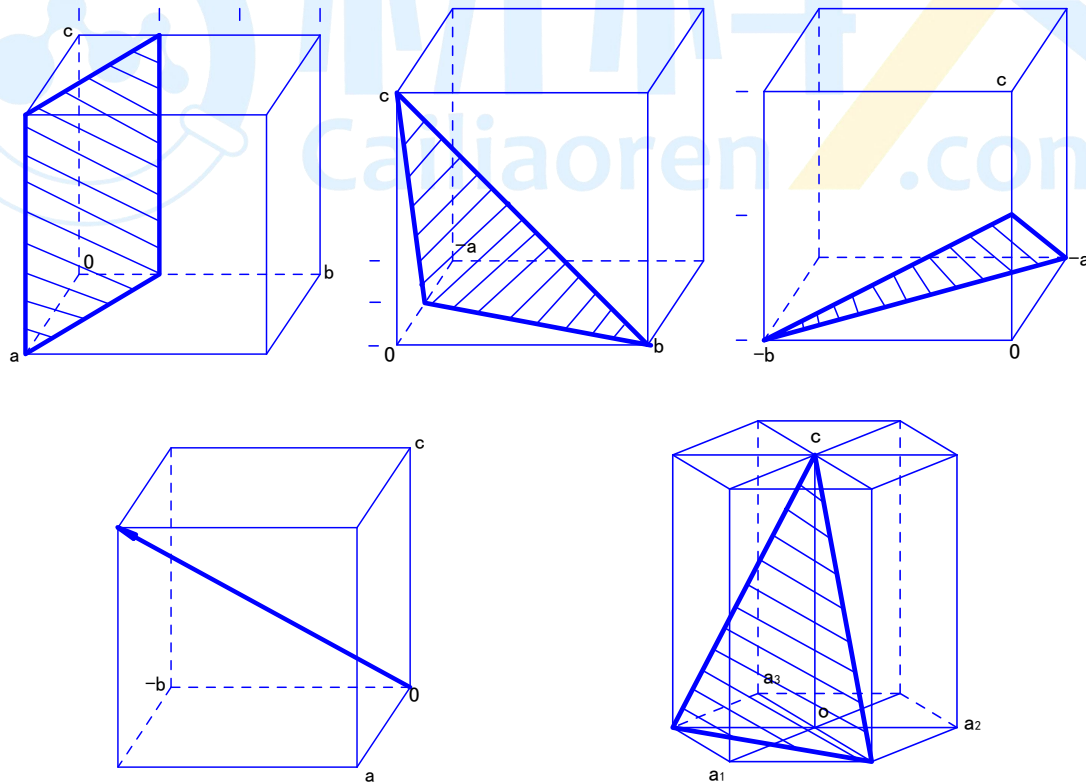
19、再结晶过程包含晶粒的形核与长大

- a、形核与长大的驱动力都来源于形变储存能；
- b、形核与长大的驱动力都来源于晶界能；
- c、形核的驱动力来源于形变储存能，长大的驱动力来源于晶界能；
- d、形核与长大的驱动力都来源于外部加热所提供的能量。

20、纯铁可在某一相同的温度下（如  $900^{\circ}\text{C}$ ）渗碳或渗铬，一般来说：

- a、渗碳速度比渗铬快；
- b、渗铬速度比渗碳快；
- c、渗碳速度与渗铬差不多；
- d、无法比较。

二、写出下列各图所示的晶面或晶向的晶面指数或晶向 （10 分）

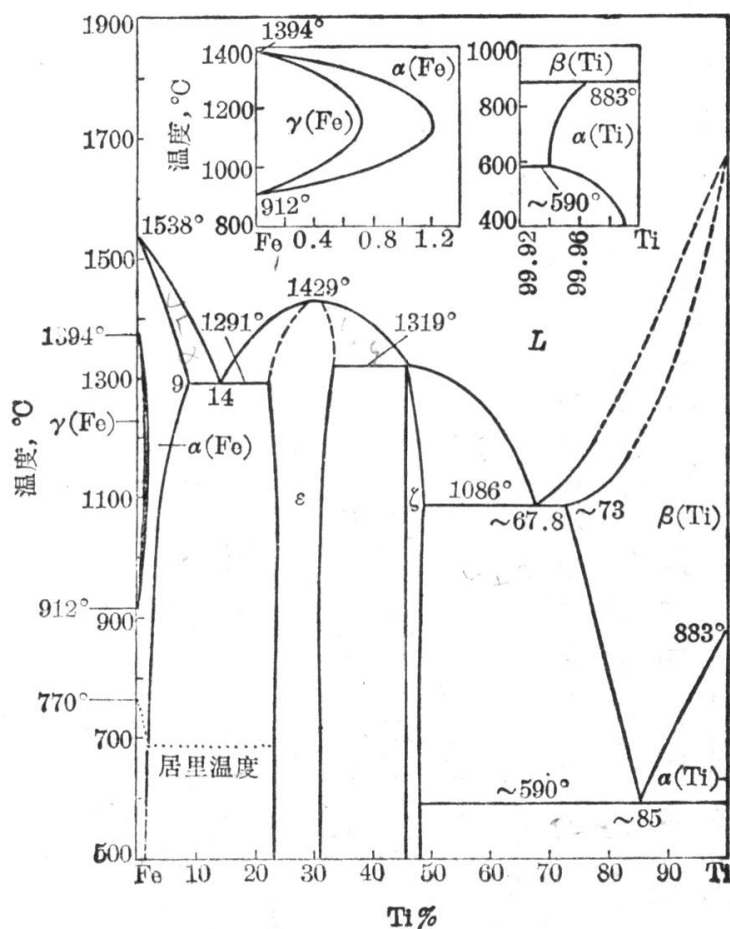


### 三、回答下列问题：（18 分）

- 1、纯金属凝固时，均匀形核和非均匀形核的形核功大小是否相同？一般情况下两者哪一个大？为什么？什么情况下两者相同？
- 2、正常凝固和平衡凝固是否相同？说明两者的相同或不同之处。
- 3、纯金属凝固时是否会出现成分过冷？为什么？
- 4、单相固溶体正常凝固时是否会出现成分过冷？为什么？
- 5、对于金属—金属型共晶，决定其形貌是片状或是棒状的因素是什么？

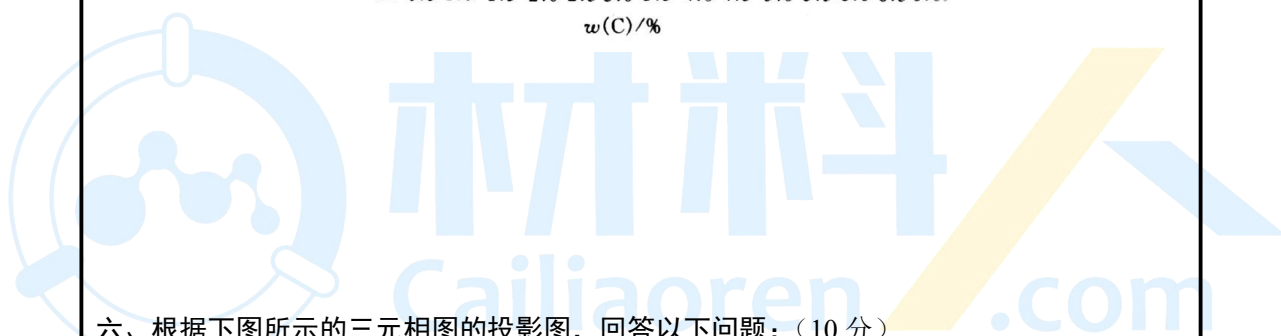
### 四、根据下图所示的 Fe—Ti 二元相图：

- 1、写出在 1291℃、1319℃、1086℃、590℃发生的三相平衡反应的反应式；
- 2、叙述含 Ti 为 60%的 Fe—Ti 合金从高于液相线的温度平衡冷却过程中的各种转变（可用热分析曲线表示），并写出该合金的室温组织。（8 分）



五、根据所示的铁碳平衡相图，回答以下问题：

- 1、写出在 1495°C、1154°C、1148°C 和 727°C 发生的三相平衡反应的反应式；
- 2、按亚稳态相图，叙述含碳量为 0.4% 的 Fe—C 合金从高于液相线温度平衡冷却到室温时，发生的两相和三相平衡转变（可用热分析曲线表示），并画出室温组织的示意图；
- 3、计算含碳量为 1.5% 的 Fe—C 合金中二次渗碳体的百分数。（10 分）



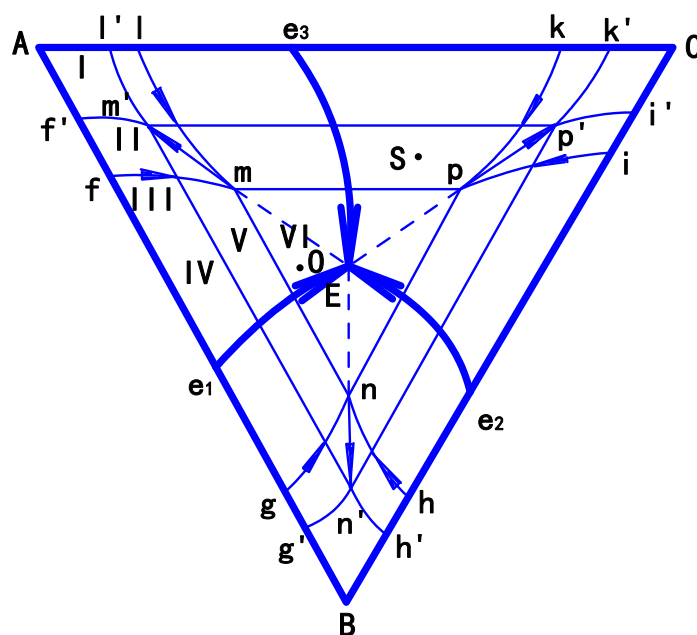
1、该相图中的四相平衡区在

2、组成该三元系的三个二元

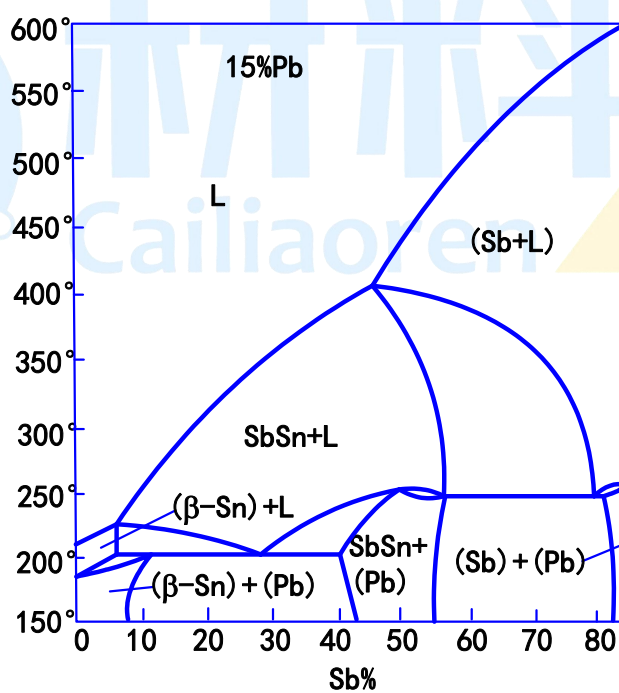
3、写出图中成分为O的合金在平衡冷却过程中发生四相平衡反应的反应式；并说明在四相平衡反应前合金所在的相区及发生的平衡转变的反应式；

4、图中成分为 S 的合金在平衡冷却过程中是否会发生四相和三相平衡反应？若有则写出相应的反应式；

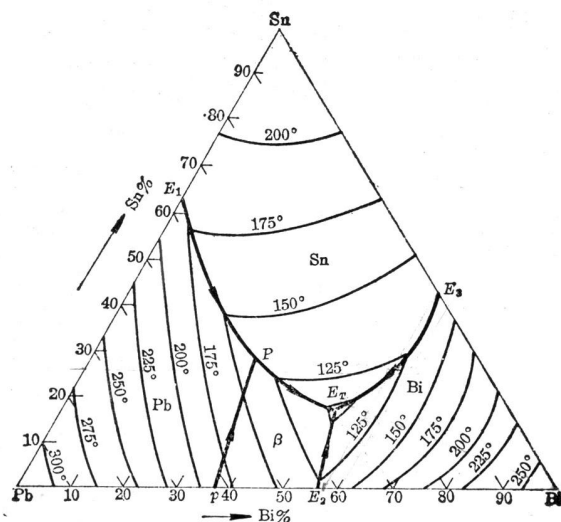
5、写出合金 O 和 S 在室温下的平衡组织。



七、图中所示的含 Pb 为 15% 的 Sn—Sb—Pb 三元相图的垂直截面中，温度为 200℃ 的水平线上发生什么样的平衡反应？写出反应式。在水平线的上方和下方各有几个三相区？写出每个三相区的组成相。（5 分）



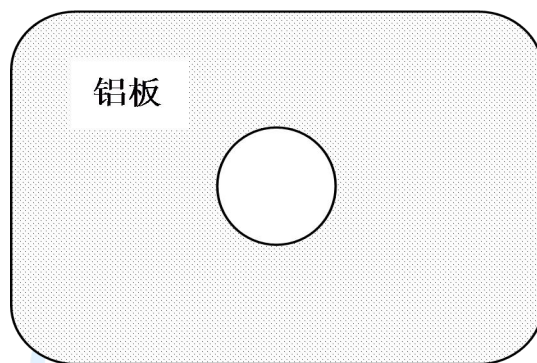
八、根据下方所示的 Pb-Bi-Sn 三元相图液相面投影图，写出在 P 和  $E_T$  两点发生的四相平衡反应的反应式。（4 分）



九、若平均晶粒直径为 1mm 和 0.04mm 的纯铁的屈服强度分别为 100MPa 和 250MPa，则平均晶粒直径为 0.01mm 的纯铁的屈服强度为多少？（8 分）

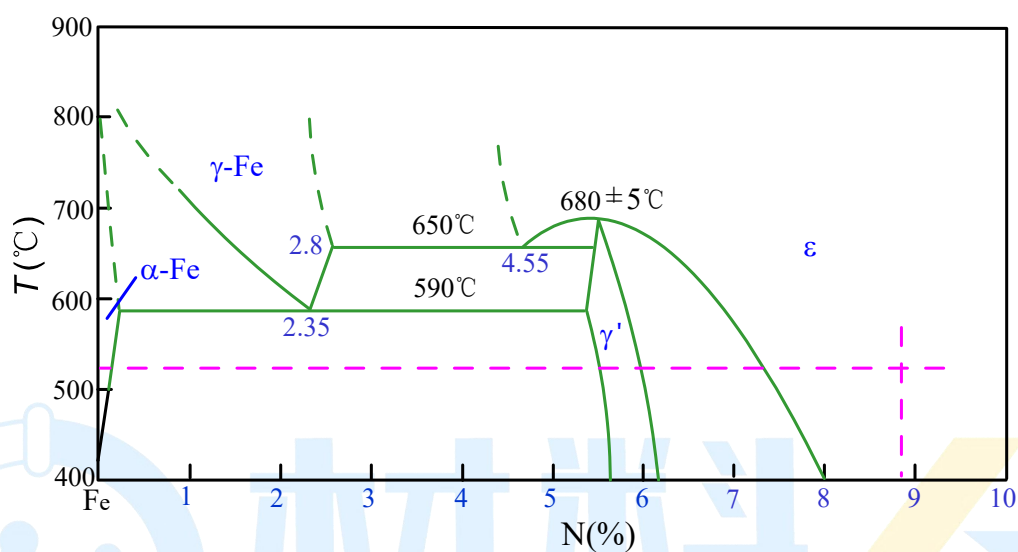
十、有一低碳钢零件，试分析对其渗 C 时温度选取 930℃ 和 870℃ 的利弊。（8 分）

十一、有一方形纯铝板零件，加工时在其中部冷冲出一如图所示的小圆孔。当该零件在再结晶温度下进行退火处理后，小孔周围的组织形貌将发生怎样的变化，用示意图表示，并进行适当的解释。（13 分）



十二、试分析面心立方金属中，在(111)面上运动的  $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}10]$  的螺型位错受阻时，能否通过交滑移转移到  $(\bar{1}11)$ 、 $(1\bar{1}1)$ 、 $(11\bar{1})$  面中的某个面上继续运动？说明理由。（8 分）

十三、纯铁通过渗氮可以在表面形成一个硬化层，从而获得较好的耐磨性和抗疲劳损伤性能。假设渗氮在  $520^{\circ}\text{C}$  进行，会发生反应扩散，Fe-N 相图如下所示。考虑表面氮浓度为  $8.8\%$ ，试画出渗层的氮量分布曲线，标出相区。（8 分）



# 东南大学

## 二〇〇五年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 442

课程名称：金属学

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 40 分）

1、两晶体的空间点阵相同，则

- a、它们的晶体结构相同；
- b、它们的对称性相同；
- c、它们所属的晶系相同；
- d、它们所属的空间群相同。

2、配位数与致密度及间隙半径之间的关系是：

- a、配位数越高，致密度越低；
- b、配位数越高，致密度越高；
- c、配位数越高，间隙半径越大；
- d、配位数越高，间隙半径越小。

3、指出下列四个六方晶系的晶面指数中，哪一个是错误的：

- a、 $(1\ \bar{3}\ 22)$ ；
- b、 $(0\ \bar{1}\ 12)$ ；
- c、 $(03\ \bar{1}2)$ ；
- d、 $(3\ \bar{1}\ \bar{2}2)$ 。

4、间隙相和间隙固溶体的区别在于：

- a、间隙相的结构比间隙固溶体简单；
- b、间隙相中原子结合符合化合价规律，间隙固溶体不符合化合价规律；
- c、间隙固溶体中间隙原子在溶剂晶格的间隙中；间隙相中原子在正常原子位子上；
- d、间隙相中有点阵畸变；间隙固溶体中没有点阵畸变。

5、A、B 二组元形成共晶系，则：

- a、具有共晶成分的合金铸造工艺性能最好；
- b、具有亚共晶成分的合金铸造工艺性能最好；
- c、具有过共晶成分的合金铸造工艺性能最好；
- d、不发生共晶转变的合金铸造工艺性能最好。

6、 $\text{Cu}_5\text{Zn}_8$ ， $\text{Cu}_9\text{Al}_4$ ， $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$  虽然化学成分不同，但晶体结构相同，均属  $\gamma$  黄铜结构，这是因为：

- a、Zn, Al, Sn 三种元素的原子半径相近；
- b、这三种中间相的电子浓度相同；
- c、Zn, Al, Sn 三种元素的电负性相近；
- d、Zn, Al, Sn 三种元素的晶体结构相同。

7、与(021)和(121)同属一晶带的有：

- a、(121);      b、 $(\sqrt{2} 21)$ ;      c、(110);      d、(221)。

8、几何密排和拓扑密排均属密排结构，两者的不同在于：

- a、几何密排的致密度比拓扑密排高；
- b、几何密排中的原子配位数比拓扑密排中的原子配位数高
- c、几何密排的晶体结构比拓扑密排复杂；
- d、几何密排是由同种原子组成的密排结构，而拓扑密排是两种原子组成的密排结构。

9、晶粒尺寸和形核率  $N$ ，线长大速度  $v_g$  之间的关系是：

- a、 $N$  越大，晶粒尺寸越大；
- b、 $N/v_g$  越大，晶粒尺寸越大；
- c、 $v_g/N$  越大，晶粒尺寸越大；
- d、 $v_g$  越小，晶粒尺寸越大。

10、硅酸盐晶体结构中的基本结构单元是：

- a、由硅和氧组成的硅氧多面体；
- b、由硅和氧组成的  $[\text{SiO}_6]^{6-}$  六面体；
- c、由硅和氧组成的  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  四面体；
- d、由二氧化硅组成的  $[\text{Si}_2\text{O}_8]^{8-}$  八面体。

11、下面列出的是铁碳合金中可能出现的组织，其中哪一种不属于亚稳态？

- a、铁素体；      b、马氏体；      c、贝氏体；      d、索氏体。

12、在三元相图中，连接线是指：

- a、在水平截面上，三相平衡时各相成分点之间的连线；
- b、在液相面投影图上，两相平衡时各相成分点之间的连线；
- c、在综合投影图上，三相平衡时各相成分点之间的连线；
- d、在水平截面上，两相平衡时各相成分点之间的连线。

13、运用区域熔炼方法可以：

- a、使材料的成分更均匀；
- b、可以消除晶体中的微观缺陷；
- c、可以消除晶体中的宏观缺陷；
- d、可以提高金属的纯度。

14、若晶体在两个滑移系之间能实现交滑移，则这两个滑移系：

- a、滑移面相同，滑移方向不同；
- b、滑移方向相同，滑移面不同；
- c、滑移面和滑移方向都不同；
- d、滑移面和滑移方向都相同。

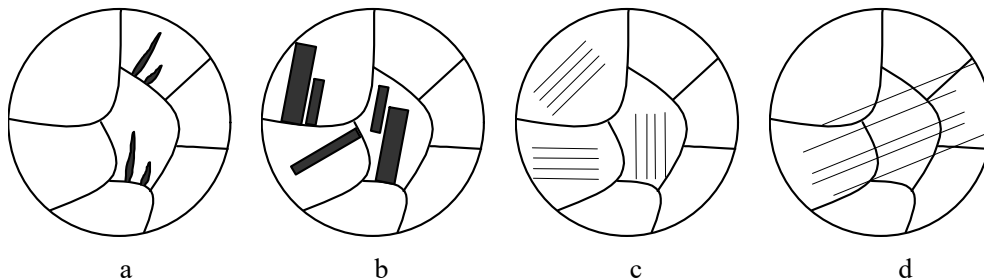
15、某 fcc 单晶体塑变时出现一组平行的滑移线，则塑变处于：

- a、易滑移阶段；      b、线性硬化阶段；
- c、动态回复阶段；      d、抛物线硬化阶段。

16、下列过程与晶体中空位迁移过程关系不大的是：

- a、 形变孪晶；      b、 自扩散；      c、 回复；      d、 位错攀移。

17、下列各图为金相显微镜所观察的形貌，其中对应形变孪晶的是：



18、经过冷塑性形变和再结晶过程，在下列何种情况下必定会得到粗大的晶粒组织：

- a、 在临界形变量进行塑性变形加工；      b、 大变形量；  
c、 较长的退火时间；      d、 较高的退火温度。

19、单晶体的临界分切应力值与\_\_\_\_\_有关。

- a、 外力相对滑移系的取向；  
b、 拉伸时的屈服应力；  
c、 晶体的类型和纯度；  
d、 拉伸时的应变大小。

20、对面心立方晶体而言，表面能最低的晶面是：

- a、 (100)；      b、 (110)；      c、 (111)；      d、 (121)。

二、作图题 (10 分)

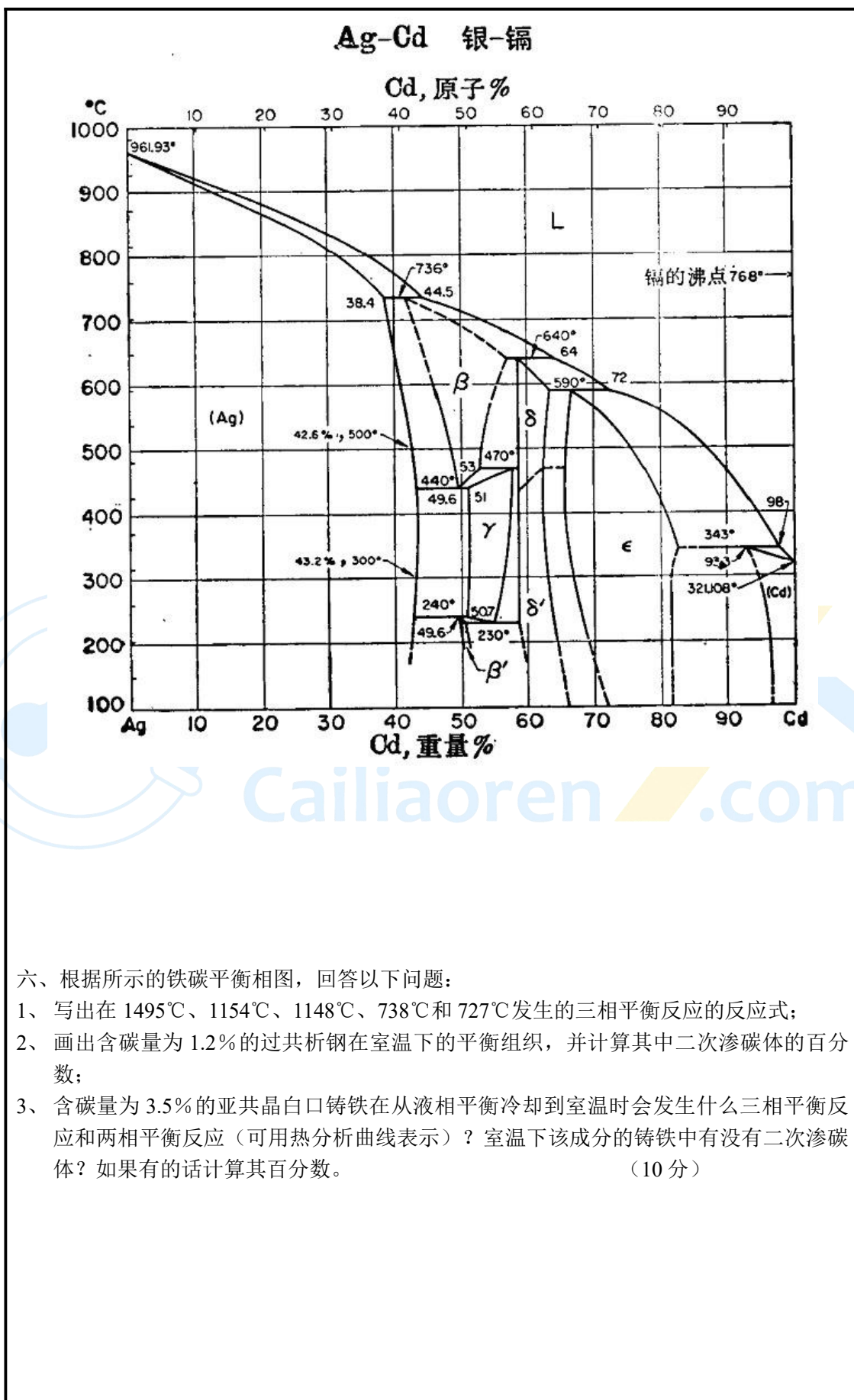
- 画一个立方晶胞，并标注出坐标原点和三个基矢 ( $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{b}$ 、 $\mathbf{c}$ )，然后在晶胞中画出  $(1\ 2\ \bar{1})$  晶面和一个与  $(1\ 2\ \bar{1})$  等同 (同一晶面族) 的晶面，并标出它的晶面指数；
- 画一个斜方晶胞 ( $a \neq b \neq c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ )，并标注出坐标原点和三个基矢 ( $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{b}$ 、 $\mathbf{c}$ )，然后在晶胞中画出  $(210)$  晶面和一个与  $(210)$  晶面等同 (同一晶面族) 的晶面，并标出它的晶面指数
- 画出一个六方晶胞，并标注出坐标原点和基矢 ( $\mathbf{a}_1$ 、 $\mathbf{a}_2$ 、 $\mathbf{a}_3$ 、 $\mathbf{c}$ )，然后在晶胞中画出  $(1\ \bar{2}\ 1\ 2)$  晶面。

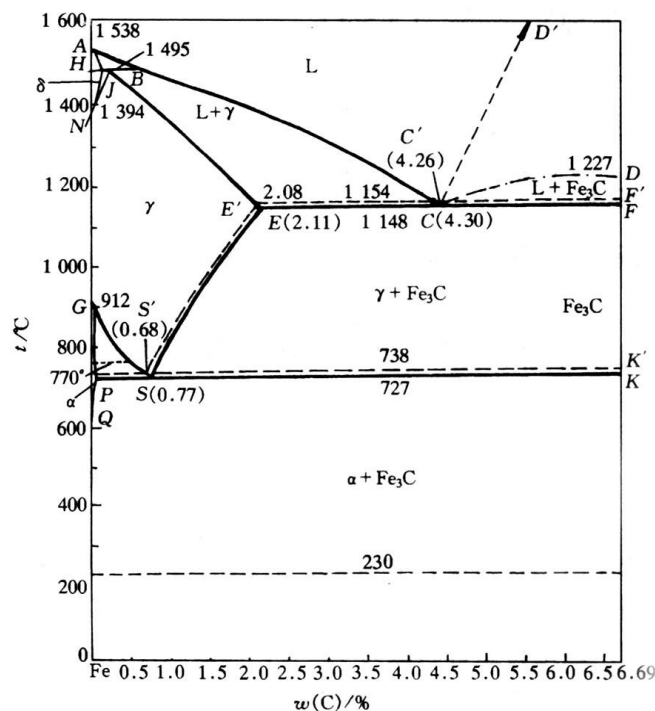
三、根据单相固溶体凝固的一维模型回答下列问题（可以用图解说明）：（16 分）

- 1、为什么在凝固过程中会出现边界层？
- 2、分别叙述平衡分配系数和有效分配系数的物理意义；
- 3、什么情况下出现正常凝固？什么情况下凝固后的铸锭内成分最均匀？什么情况下最不均匀？
- 4、用图解说明出现成分过冷的临界条件，并解释如果是正常凝固会不会出现成分过冷。

四、分别说明在纯金属均匀形核时，临界晶核和临界半径、形核功和形核率的物理意义；如果是非均匀形核，接触角的大小主要与什么因素有关？（8 分）

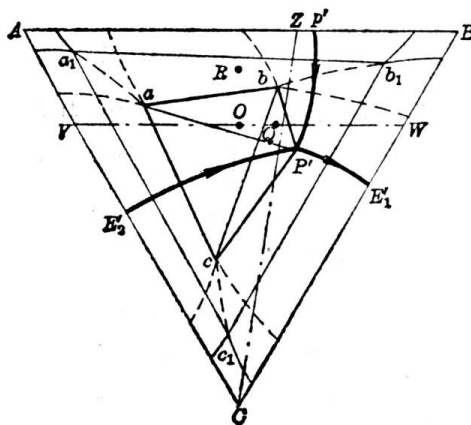
五、在如图所示的 Ag-Cd 二元相图中当温度为 736℃、640℃、590℃、440℃和 230℃时分别会发生什么样的三相平衡反应？写出反应式。（5 分）





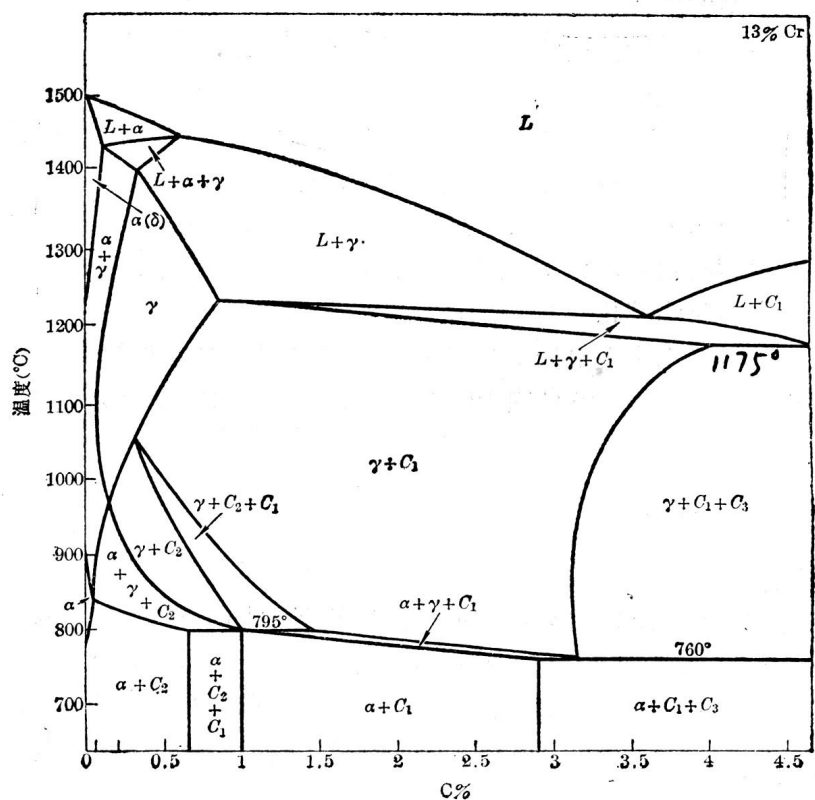
七、根据下图所示的三元相图的投影图，回答以下问题：（10 分）

- 1、该相图中的四相平衡区在什么范围内？（用字母表示）
- 2、组成该三元系的三个二元系中是否都有三相平衡反应？若有，则写出每个二元系中三相平衡反应的反应式；
- 3、写出图中成分为 Q 的合金在平衡冷却过程中发生四相平衡反应的反应式；并说明在四相平衡反应后合金所在的相区及发生的平衡转变的反应式；
- 4、图中成分为 R 的合金在平衡冷却过程中是否会发生四相和三相平衡反应？若有则写出相应的反应式；



八、根据如图所示的 Fe-Cr-C 三元相图垂直截面图，回答以下问题：

- 1、在 795°C 会发生什么样的平衡反应？写出反应式；
- 2、在  $L+\alpha+\gamma$ 、 $\alpha+\gamma+C_2$  两个三相区内发生了什么样的三相平衡反应？写出反应式；
- 3、能否根据这个垂直截面图写出在 1175°C 和 760°C 发生的反应的反应式？为什么？（6 分）



九、试述孪生与滑移的异同，比较它们在塑性变形过程中的作用。（10 分）

十、请就你所学知识讨论：在某一基体金属材料（如纯铜）中引入弥散分布硬颗粒后，其塑性变形、再结晶过程以及强度所发生的变化。（10 分）

十一、氢在金属中扩散较快，因此用金属容器贮存氢气会存在渗漏。假设钢瓶内氢压力为  $p_0$ ，钢瓶放置于真空中，其壁厚为  $h$ ，并且已知氢在该金属中的扩散系数为  $D$ ，而氢在钢中的溶解度服从  $C = k\sqrt{p}$ ，其中  $k$  为常数， $p$  为钢瓶与氢气接触处的氢压力。（9 分）

- 1) 列出稳定状态下金属容器中的高压氢通过器壁的扩散方程；
- 2) 提出减少氢扩散逸失的措施。

十二、试分析在面心立方金属中（点阵常数为  $a$ ），下列位错反应能否进行，并指出这些位错各属什么类型？反应后生成的新位错能否在滑移面上运动：

$$\frac{a}{2}[101] + \frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}] \rightarrow \frac{a}{3}[111] \quad (10 \text{ 分})$$

十三、纯金属中主要的点缺陷有哪些，试述其可能的产生原因。（6 分）

# 东南大学

## 二〇〇六年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

试题编号： 442

试题名称：材料科学基础

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 40 分）

#### 1、两晶体的空间点阵相同，则

- a. 两晶体具有相同的晶体结构；
- b. 两晶体所具有的对称性相同；
- c. 两晶体所具有的周期性规律相同；
- d. 两晶体所属的空间群相同。

#### 2、三元系中哪些四相平衡反应结束后可能有液相剩余？

- a. 共晶和包晶；
- b. 共晶和包共晶；
- c. 包晶和包共晶；
- d. 包晶和包析。

#### 3、在立方晶系(001)标准投影图上，A、B、C 三晶面同在东经 $30^\circ$ 的经线大圆弧上，则：

- a. 三晶面同属一晶面族；
- b. 三晶面和(001)晶面的夹角相等；
- c. 三晶面同属一晶带；
- d. 三晶面以坐标原点为对称中心,具有旋转对称性。

#### 4、可以用同一个标准投影图的晶体有：

- a. 六方和菱方晶体；
- b. 四方晶体和斜方晶体；
- c. 立方和四方晶体；
- d. 立方晶体。

#### 5、液态金属开始凝固时,一旦晶胚形成,则

- a. 系统自由焓一直下降；
- b. 系统自由焓先下降后上升
- c. 系统自由焓一直上升；
- d. 系统自由焓先上升后下降。

#### 6、与 $(2\ 1\ 1)$ 和 $(1\ 0\ 1)$ 同属一晶带的有：

- a.  $(0\ \bar{1}\ 1)$ ;
- b.  $(\bar{1}\ 2\ 1)$ ;
- c.  $(0\ 1\ 0)$ ;
- d.  $(2\ 2\ 1)$ 。

#### 7、六方晶系中和 $(1\ \bar{2}\ 1\ 2)$ 晶面等同的晶面(同族晶面)是：

- a.  $(\bar{1}212)$ ;    b.  $(12\bar{1}\bar{2})$ ;    c.  $(12\bar{1}1)$ ;    d.  $(2\bar{1}\bar{1}2)$ 。

8、相互作用参数 $\Omega$ 的物理意义是:

- a.  $\Omega > 0$  表示固溶体内原子偏聚;
- b.  $\Omega > 0$  表示固溶体内原子短程有序;
- c.  $\Omega > 0$  表示固溶体内原子完全无序;
- d.  $\Omega < 0$  表示固溶体内原子偏聚.

9、在硅酸盐晶体结构中桥氧是指:

- a. 价态未饱和的氧;
- b. 两个硅氧四面体共用的氧;
- c. 多个硅氧四面体共用的氧;
- d. 与其他金属离子连接的氧.

10、间隙相和离子晶体

- a. 可以有相同的晶体结构;
- b. 可以有相同的空间点阵,但不可能有相同的晶体结构;
- c. 可以有相同的晶体结构,但不可能有相同的空间点阵;
- d. 既不可能有相同的晶体结构,也不可能具有相同的空间点阵.

11、下面列出的是铁碳合金在不同温度下可能出现的组织,其中哪一种属于亚稳态?

- a. 铁素体;
- b. 铁素体+球状石墨;
- c. 贝氏体;
- d. 铁素体奥氏体.

12、在三元系中出现两相平衡时,若要计算两相的百分数,则:

- a. 在垂直截面上运用杠杆定理计算;
- b. 在水平截面上运用杠杆定理计算;
- c. 在投影面上运用杠杆定理计算;
- d. 在水平截面上运用重心法则计算.

13、在单相固溶体铸锭中形成枝晶的条件是:

- a. 成分过冷度越大越易形成枝晶;
- b. 没有成分过冷才能形成枝晶;
- c. 正常凝固条件下才能形成枝晶;
- d. 平衡凝固条件下才能形成枝晶.

14、若欲通过形变和再结晶方法获得细晶粒组织,应避免:

- a. 在临界形变量进行塑性变形加工;
- b. 大变形量;
- c. 较长的退火时间;
- d. 较高的退火温度.

15、层错和不完全位错之间的关系是:

- a. 层错和不完全位错交替出现;
- b. 层错和不完全位错能量相同;
- c. 层错能越高, 不完全位错柏氏矢量的模越小;
- d. 不完全位错总是出现在层错和完整晶体的交界处。

16、下列说法不正确的是:

- a. 一个位错环不可能处处是刃位错, 也不可能处处都是螺位错;
- b. 若将位错线正向定义为原来的反向, 则螺位错旋向不变, 但是刃位错正负反向;
- c. 尽管扩展位错间通常都夹有一片层错区, 但扩展位错是线缺陷;
- d. 晶体中的柏氏矢量通常不是任意的, 而是点阵的平移矢量, 这是由晶体的不连续性决定的。

17、经冷变形后的金属在回复过程中, 位错会发生

- a. 增殖;                      b. 大量消失;                      c. 部分重排;                      d. 无变化

18、位错上的割阶是在\_\_\_\_\_过程中形成的:

- a. 交滑移;                      b. 复滑移;                      c. 孪生;                      d. 交割

19、下列有关固体中扩散的说法中, 正确的是:

- a. 原子扩散的驱动力是存在着浓度梯度;
- b. 空位扩散是指间隙固溶体中溶质原子从一个间隙跳到另一个间隙;
- c. 晶界上点阵畸变较大, 因而原子迁移阻力较大, 所以比晶内的扩散系数要小;
- d. 成分均匀的材料中也存在着扩散。

20、冷变形使金属中产生大量的空位、位错等晶体缺陷, 对置换固溶体中的扩散过程而言, 这些缺陷的存在将导致:

- a. 阻碍原子的移动, 减慢扩散过程;
- b. 对扩散过程无影响;
- c. 有时会加速扩散, 有时会减弱扩散;
- d. 加速原子的扩散过程。

二、作图题 (10 分)

1、画一个立方晶胞, 并标注出坐标原点和三个基矢 (**a**、**b**、**c**), 然后

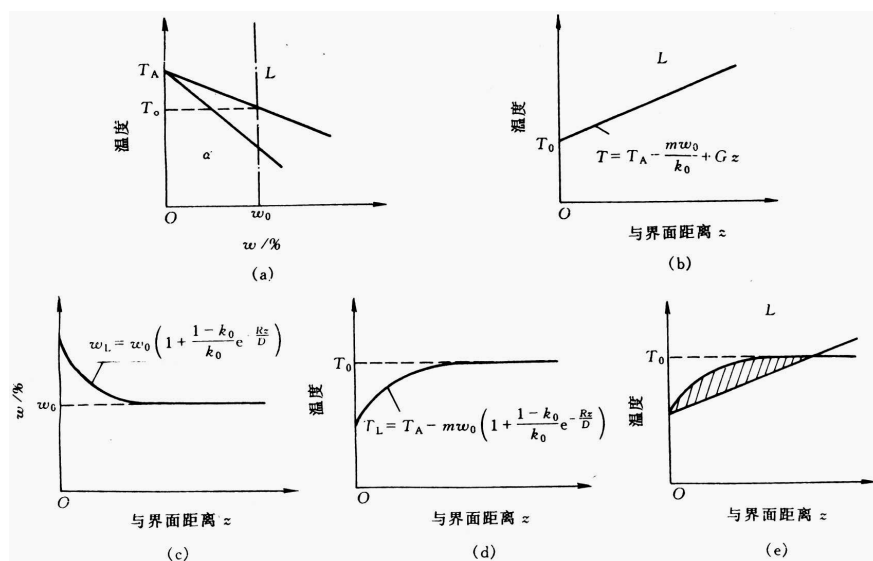
- a. 在晶胞中画出  $(3\bar{1}1)$  晶面
- b. 画出和一个与  $(3\bar{1}1)$  等同 (同一晶面族) 的晶面, 并标出它的晶面指数。

2、画一个四方晶胞 ( $a=b \neq c, \alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ ), 并标注出坐标原点和三个基矢 (**a**、**b**、**c**), 然后

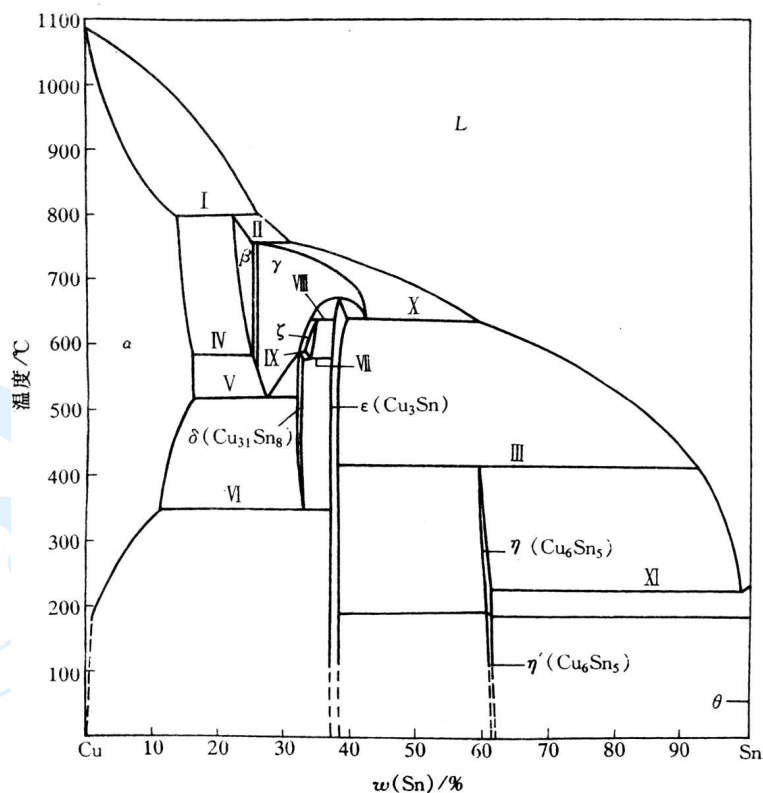
- a. 在晶胞中画出  $(210)$  晶面
- b. 画出和一个与  $(210)$  晶面和  $(100)$  晶面同属一个晶带的晶面, 标出它的晶面指数, 并写出该晶带轴的晶向指数。

三、在均匀形核时,如果形成的晶胚是立方体,请推导出形核功  $\Delta G^*$  和临界尺寸(立方体边长  $a^*$ )的表达式,并证明  $\Delta G^* = \frac{1}{3} A^* \sigma$ , 其中  $A^*$  是临界晶核的表面积. (8 分)

四、分别叙述下列组图中的图(b)、图(c)和图(d)中三条曲线的物理意义,并在此基础上说明形成成分过冷的条件. (8 分)

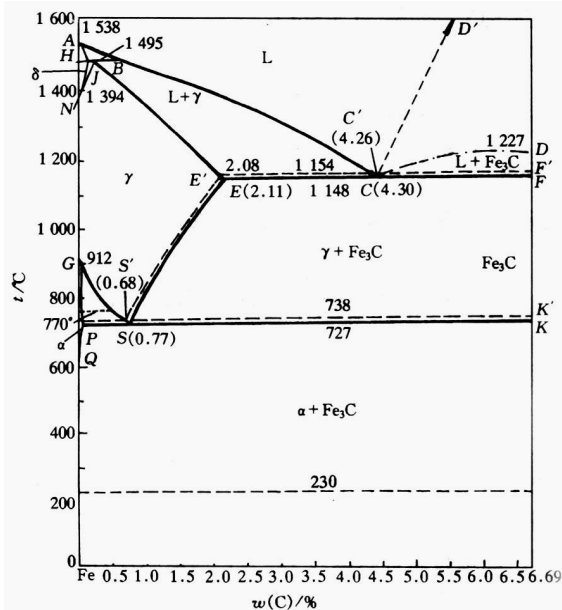


五、如图所示的 Cu-Sn 二元相图中, 在水平线 I、II、VI、V、X 上各发生什么三相平衡反应? 写出相应的反应式 (5 分)



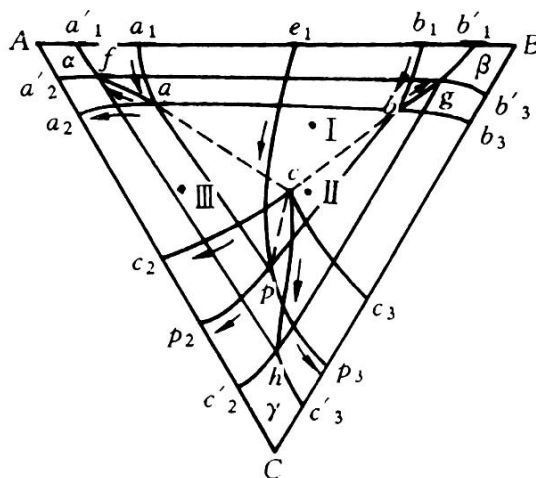
六、根据所示的铁碳平衡相图, 回答以下问题:

- 1、在 Fe-C 系中有几种类型的渗碳体? 分别说出这些渗碳体的形成条件, 并描述在平衡凝固条件下这些不同类型渗碳体的形貌 (可用示意图表示);
- 2、画出含碳量为 0.4% 的亚共析钢在 730°C 和 720°C 平衡组织的示意图, 并计算其中珠光体的百分数;
- 3、含碳量为 3.5% 的亚共晶白口铸铁在从液相平衡冷却到室温时会发生什么三相平衡反应和两相平衡反应 (可用热分析曲线表示)? (10 分)

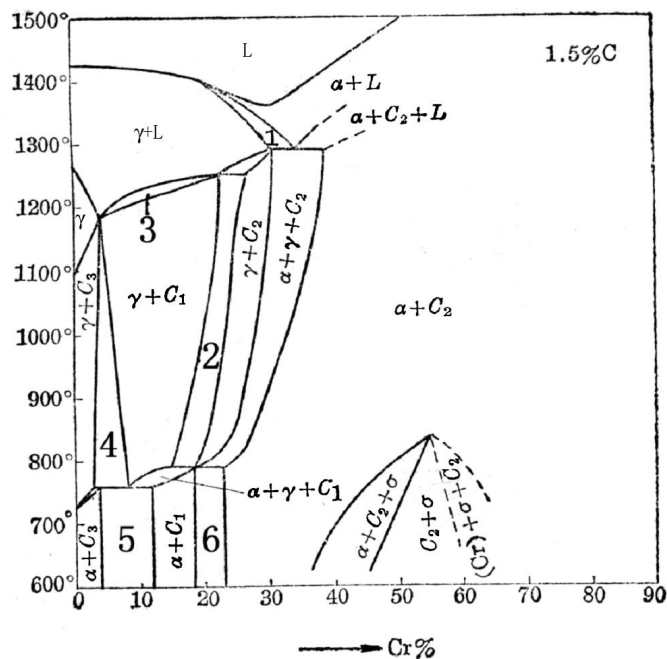


七、回答以下问题:

1. 在三元相图中, 四相平衡包共晶反应区应是什么形状? 它的上下方分别与几个三相区相连? 在四相区的上方和下方是否还与两相区或单相区相连? 为什么?
2. 三元相图中的四相平衡共晶反应区和包晶反应区都是三角形, 请说出这两种四相平衡反应区的不同之处(从液相成分点和相邻相区的情况作比较).
3. 在下图所示的三元相图投影图中会发生什么样的四相平衡反应? 写出反应式.
4. 组成这个三元系的三个二元系中分别发生什么样的三相平衡反应? 写出反应式.
5. 写出图中 I、II、III 点代表的成分在室温下的平衡组织. (15 分)



八、根据在如图所示的 Fe—Cr—C 三元相图的垂直截面, 写出发生在温度低于  $800^{\circ}\text{C}$  的四相平衡反应的反应式, 写出图中标有 1、2、5 各相区的组成相和标有 4 的相区内发生的平衡反应的反应式。 (8 分)



九、假定某面心立方晶体(点阵常数为  $a$ )中的活动滑移系为  $(111)[\bar{1}\bar{1}0]$ ,

- 1、给出引起滑移的单位位错的柏氏矢量,加以说明;
- 2、若引起此滑移的为刃型位错,指明位错线方向及其移动方向;
- 3、若引起此滑移的为螺型位错,指明位错线方向及其移动方向。(10分)

十、铜是工业上常用的一种金属材料,具有导电率高和耐腐蚀性好等优点,但是纯铜的强度较低,经常难以满足要求,根据你所学的知识,提出几种强化铜合金的方法,并说明其强化机理。(10分)

十一、将经过大量冷塑性变形（例如为 70%）的纯铜长棒的一端浸入冰水中，另一端加热至接近熔点的高温（例如  $0.9T_m$ ），过程持续进行一小时，然后试样完全冷却，试作沿棒长度的硬度分布曲线（示意图），并作简要说明。（8 分）

十二、单位位错  $\frac{a}{2}[\bar{1}10]$  能否与肖克莱不全位错  $\frac{a}{6}[\bar{1}\bar{1}2]$  相结合形成弗兰克不全位错，若能，写出新生成的弗兰克不全位错的柏氏矢量，若不能，给出理由。这个位错为什么称固定位错？（8 分）

十三、T10 钢（Fe-1.0%C）制作的零件在高温空气介质中会发生脱碳现象。若加热温度为  $1000^\circ\text{C}$ ，经过一定时间后，零件表面 C 浓度降为 0，试画出此时零件由表层至内部的碳浓度分布情况及冷却到室温后的组织示意图。（10 分）

# 东南大学

## 二〇〇七年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意： 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 442

课程名称：材料科学基础

### 一、选择题（单项选择，每题 2 分，共 40 分）

1. 在三元相图的水平截面的两相区中，连接线之间
  - a. 必定相交；
  - b. 必定平行；
  - c. 可以相交或平行；
  - d. 不能相交也不能平行。
2. 非均匀形核的形核功( $\Delta G^*_{\text{非}}$ )和接触角( $\theta$ )和 $\sigma_{\text{nw}}$ (晶核和杂质之间的界面能)之间的关系为：
  - a)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小， $Q$  越大， $\Delta G^*_{\text{非}}$  越大；
  - b)  $\sigma_{\text{nw}}$  越大， $Q$  越大， $\Delta G^*_{\text{非}}$  越小；
  - c)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小， $Q$  越小， $\Delta G^*_{\text{非}}$  越大；
  - d)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小， $Q$  越小， $\Delta G^*_{\text{非}}$  越小。
3. 引入极射赤面投影的目的是
  - a. 表示晶体结构的周期性；
  - b. 晶体结构的对称性；
  - c. 表示晶面之间或晶向之间的取向关系；
  - d. 表征晶体中阵点或原子的投影位置。
4. 单相固溶体凝时，若  $k_0 < 1$ ，则
  - a.  $k_e = 1$  时，偏析最严重；
  - b.  $k_e = k_0$  时偏析最严重；
  - c.  $k < k_e < 1$  时偏析最严重；
  - d. 偏析与  $k_e$  及  $k_0$  均无关。
5. 二元材料形成伪共晶的必要条件之一是：
  - a. 两种组元必须都是金属元素；
  - b. 溶液在凝固时必须以足够慢的速度冷却；
  - c. 溶液在冷却时必须有过冷度；
  - d. 某一组元的含量必须高于相图中共晶点所示的值。
6. 纳米材料的特征之一是：
  - a. 具有与单晶体相近的性能特征，
  - b. 具有超塑性；
  - c. 具有超高强度效应。

- d. 具有表面效应
7. 空间点阵是用来描述晶体结构的周期性, 因此
- 自然界存在的晶体结构和空间点阵的数量相同;
  - 任何一个晶体的晶体结构和空间点阵完全等同;
  - 表征晶体结构周期性的空间点阵的数量少于自然界晶体结构的种类;
  - 表征晶体结构周期性的空间点阵的数量多于自然界晶体结构的种类;
8. 离子晶体和价化合物都符合化合价规律, 但它们分属不同的晶体类型, 原因是:
- 离子晶体的密度高于正常价化合物;
  - 离子晶体的致密度与正常价化合物不同;
  - 离子晶体的电子浓度与正常价化合物不同;
  - 离子晶体具有陶瓷的性能特征, 正常价化合物属金属间化合物。
9. 准晶之所以称之为亚稳态是因为:
- 系统以准晶的形式存在时, 自由焓处于最小值;
  - 系统以准晶的形式存在时, 自由焓处于极小值;
  - 系统以准晶的形式存在时, 其自由焓高于非晶态的自由焓;
  - 系统以准晶的形式存在时, 其自由焓低于多晶态的自由焓。
10. 在描述纯元素和离子晶体的结构时均引入了配位数的概念, 它们的物理意义
- 完全相同;
  - 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的异种离子数;
  - 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的同种离子数;
  - 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近和次邻近的的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的异种离子数;
11. 纯金属在某一温度  $T(T < T_m)$  平衡凝固时, 当临界晶核形成后, 晶核能进一步长大, 这是因为:
- $\gamma > \gamma^*$  表面自由能变化可以忽略不计;
  - $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的增加大于表面自由能的增加;
  - $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的增加小于表面自由能的增加;
  - $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的减少(绝对值)大于表面自由能的增值。
12. 一定质量的纯铁在加热至  $912^\circ\text{C}$  时, 体积
- 突然增大, 因为其结构从 fcc 转变为 bcc;;
  - 突然减小, 因为其结构从 bcc 转变为 fcc
  - 不变, 因为其结构仍然属立方晶系;
  - 缓慢增大, 因为 fcc 的致密度大于 bcc 结构的致密度。
13. 硅氧四面体中的阳离子
- 只属于一个硅氧四面体
  - 可以被多个硅氧四面体公用;

- c) 只能被两个硅氧四面体公用;
- d) 可以被四个硅氧四面体公用。

## 二、作图题 (12 分)

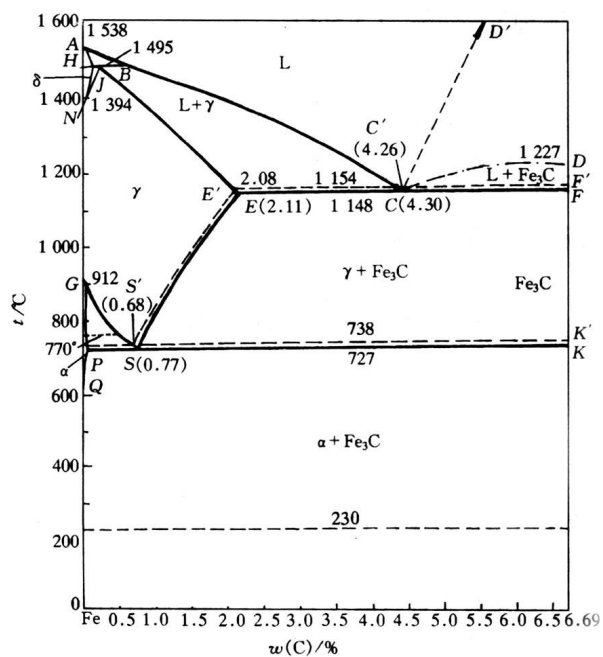
1. 画出立方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的基矢 ( $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{c}$ ), 然后在晶胞中画出  $(1\ 2\ 3)$ 、 $(\bar{1}\ 2\ 3)$ 、 $(1\ 2\ \bar{3})$  和  $(1\ \bar{2}\ 3)$  晶面  
\*(每一个晶面单独画在一个晶胞中, 不要将不同的晶面画在同一晶胞中);
2. 画出六方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的基矢。然后在晶胞中画出  $(1\ \bar{2}\ 1\ \bar{2})$  晶面。

## 三、回答一下与凝固过程相关的问题: (12 分)

- 1) 在某二元系 (若平衡分配系数  $k_0 < 1$ ) 的单相固溶体非平衡凝固过程中, 当  $K_0$  与什么参数相等时不会出现成分过冷? 说明其理由。
- 2) 当凝固过程中在液固相界面上出现边界层时, 是否肯定会出现成分过冷? 为什么?
- 3) 形成临界晶核后它长大的驱动力是什么? 长大速度对金属凝固后组织的影响规律是否与形核率对凝固组织的影响规律相同? 为什么?
- 4) 金属-金属型共晶在平衡凝固过程中, 决定共晶组织形貌的主要因素是什么。

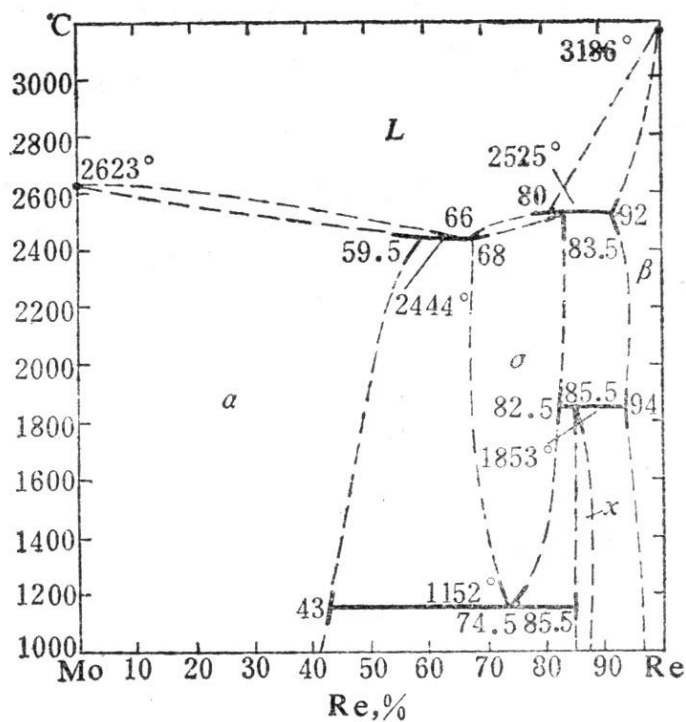
## 四、分析铁碳相图 (题四图), 回答以下问题: (10 分)

- 1) 含碳量为 0.3% 的钢从 1600°C 高温平衡冷却时会发生什么样的两相和三相平衡反应?  
写出相应的反应式。
- 2) 写出过共析钢和亚共析钢的成分范围。
- 3) 画出含碳量为 0.3% 和 1.2% 的钢在室温下的平衡组织的示意图。
- 4) 成分处于什么范围内的合金在什么样的温度范围内会出现二次渗碳体?
- 5) 灰铸铁和白口铸铁的区别是什么? 在分析它们的平衡组织时应该参照什么相图?



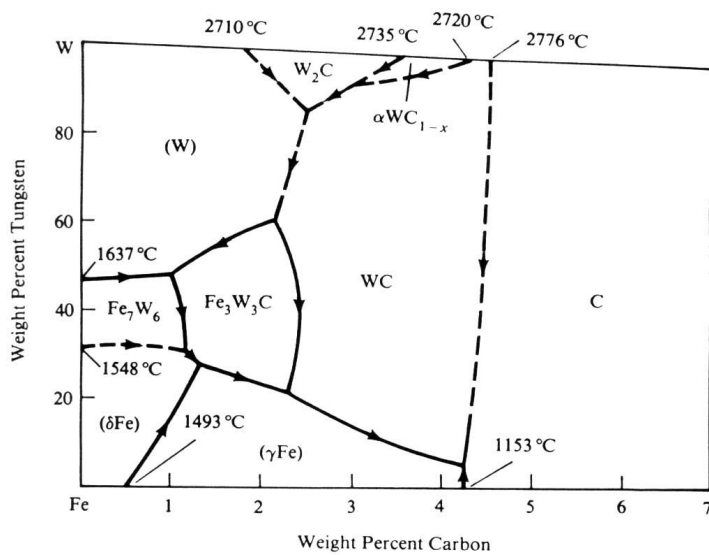
题四图

五. 在如图（题 5 图）所示的 Mo—Re 二元相图中有几个三相平衡反应，请写出这些反应的反应式，并标明反应温度和类型。（8 分）



题五图

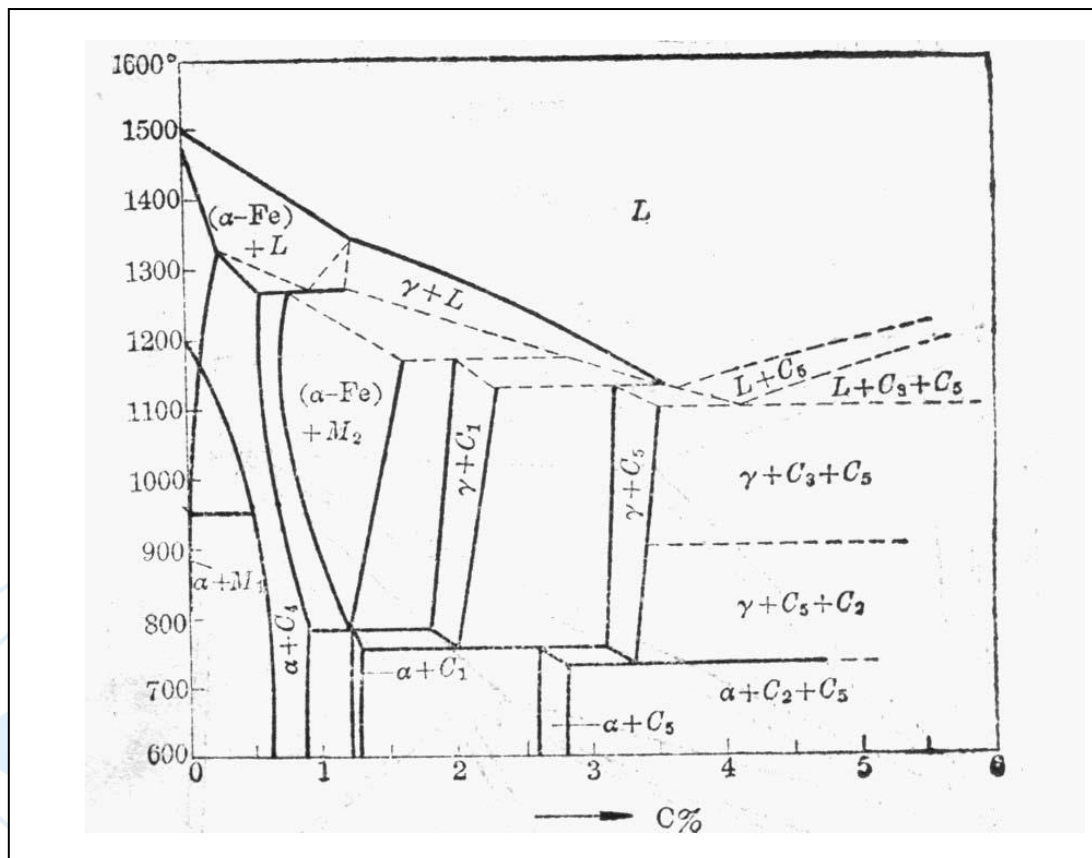
六、根据如图（题六图）所示的 Fe-C-W 三元相图的液相面投影图，分析图中有几个四相平衡反应，并写出相应的反应式。（8 分）



题六图

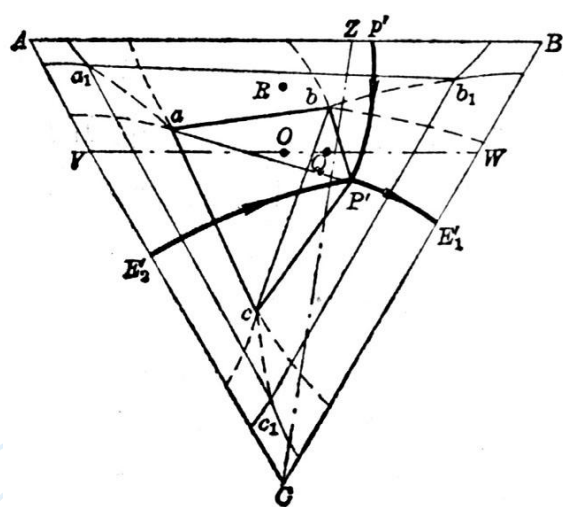
七、根据在如图（题七图）所示的 Fe-Mo-C 相图的垂直截面回答以下问题：

- (1) 相图中有几个四相平衡反应？写出发生在 795°C 的四相平衡反应的反应式。  
 (2) 用数字符号标出下列三相区：(1)  $L + C_1 + \gamma$ ; (2)  $\alpha + C_1 + C_5$ ; (3)  $L + C_5 + \gamma$ 。(8 分)



题七图

八、在如图所示的投影图中发生了什么样的四相平衡反应和三相平衡反应？写出相应的反应式（6 分）



题八图

## 东南大学

## 二〇〇八年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意: 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上!  
做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题, 不予评分。  
试题编号: 942 试题名称: 材料科学基础

## 一、选择题(单项选择, 每题 2 分, 共 40 分)

- 1、密排六方和面心立方均属密排结构, 它们的不同点是:  
(a) 原子密排面的堆放方式不同; (b) 原子配位数不同;  
(c) 晶胞选取原则不同; (d) 密排面上的原子排列方式不同。
- 2、关于晶体中间隙原子的说法, 正确的是:  
(a) 晶体中间隙尺寸明显小于原子尺寸, 所以平衡时晶体中不应该存在间隙原子;  
(b) 间隙原子总是与空位成对出现;  
(c) 间隙原子形成能较空位形成能大得多;  
(d) 只有杂质原子才可能成为间隙原子。
- 3、引入极射赤面投影的目的是  
(a) 表示晶体结构的周期性; (b) 晶体结构的对称性;  
(c) 表示晶面之间或晶向之间的取向关系; (d) 表征晶体中阵点或原子的投影位置。
- 4、下列晶体结构中, 哪一种不属于 14 种布拉菲空间点阵?  
(a) 简单立方; (b) 面心立方; (c) 体心立方; (d) 密排六方。
- 5、下列哪种条件下可获得细小均匀的再结晶晶粒组织:  
(a) 将塑性变形后的晶体在高温下长时间保温, 以使再结晶充分进行;  
(b) 将晶体按其临界变形量进行塑性变形, 然后进行再结晶处理;  
(c) 在晶体中引入大量细小、弥散分布的稳定第二相颗粒;  
(d) 尽量加大塑性变形量, 以获得形变织构。
- 6、间隙扩散和空位扩散是晶体中最重要的两种扩散机制, 因为:  
(a) 间隙原子的形成能远高于空位形成能, 因此空位扩散相对容易;  
(b) 间隙原子的平衡浓度远小于空位, 因此空位扩散相对容易;  
(c) 间隙原子的可能的迁移位置多于空位迁移位置, 因此间隙扩散相对容易;  
(d) 间隙原子所占的空间一般小于空位, 因此间隙扩散相对容易。
- 7、对于三元系杠杆定律和重心定律的作用分别是:  
(a) 在三元相图的垂直截面上, 可用杠杆定律和重心定律分别计算两相平衡和三相平衡时各相的百分数;  
(b) 在三元相图的水平截面上, 可用杠杆定律和重心定律分别计算两相平衡和三相平衡时各相的百分数;

- (c) 在三元相图的垂直截面上, 可用杠杆定律计算两相平衡时各相的百分数; 在水平截面上则用重心定律计算三相平衡时各相的百分数;
- (d) 在三元相图的水平截面上, 可用杠杆定律计算两相平衡时各相的百分数; 在垂直截面上则用重心定律计算三相平衡时各相的百分数;
- 8、在三元系中哪些四相平衡反应结束后可能有液相剩余?
- (a) 共晶和包共晶反应; (b) 共晶和包晶反应;
- (c) 包晶和包共晶反应; (d) 只有共晶反应。
- 9、以下关于匀晶转变和匀晶相图, 正确的叙述应是:
- (a) 两组元在固相和液相都完全互溶才可能形成匀晶系, 只有匀晶相图中才可能出现匀晶转变;
- (b) 只有在匀晶和包晶相图中才可能出现匀晶转变;
- (c) 只有在匀晶和共晶相图中才可能出现匀晶转变;
- (d) 只要在系统中存在液相-固相的两相区, 则该系统就可能发生匀晶转变, 但该系统的相图又不一定是匀晶相图。
- 10、二元单相固溶体凝固时, 偏析往往与相图中液固两相区的形状和成分点的位置有关; 若:
- (a) 液相线和固相线之间的距离越大, 则越不容易发生偏析;
- (b) 液相线和固相线之间的距离越大, 则越容易发生偏析;
- (c) 成分越靠近共晶点, 则越容易发生偏析;
- (d) 成分越靠近包晶点, 则越容易发生偏析。
- 11、准晶的特征是:
- (a) 微观结构中原子分布既具有平移对称性又具有五次对称性;
- (b) 微观结构中不具有五次或高于五次对称性的结构单元, 但原子排列在整体上无周期性;
- (c) 微观结构中不具有五次和低于五次对称性的结构单元, 且原子排列在整体上有周期性;
- (d) 微观结构中原子分布既具有周期性又具有对称性, 但存在大量晶体缺陷。
- 12、形核功的概念是:
- (a) 结晶过程中外界必须为系统提供的能量;
- (b) 结晶过程中系统能量起伏所能达到的最高能量;
- (c) 结晶过程中晶胚要实现稳定地长大所需克服的能量势垒;
- (d) 系统处于液态和固态时自由能之差。
- 13、下列组织中属于亚稳态的是:
- (a) 珠光体; (b) 渗碳体; (c) 贝氏体; (d) 奥氏体。
- 14、下列哪一个二元系中不可能发生 Kirkendall 效应?
- (a) Al-Cu 系; (b) Fe-Ni 系; (c) Fe-N 系; (d) Cu-Ni 系。
- 15、晶体中位错的运动可被看成位错在其上的应力引起, 或外力的方向:
- (a) 指向位错线的法线方向; (b) 与位错的柏氏矢量方向相同;
- (c) 与位错线的方向相同; (d) 与晶体中密排方向相同。

16. 滑移和孪生是晶体常温塑性变形最重要的两种方式, 区别在于:

- (a) 滑移是一种均匀的切变, 而孪生不是;
- (b) 滑移不改变晶体的体积, 而孪生会;
- (c) 滑移是位错运动的结果, 而孪生不是;
- (d) 滑移不改变晶体的位向, 而孪生会。

17. 加工硬化是一种强化材料的手段, 但在工业上的应用存在很大局限性, 主要因为:

- (a) 只能用于单晶体材料;
- (b) 只能用于纯金属材料;
- (c) 只能用于通常温度下工作的材料;
- (d) 只能与其它强化材料的手段同时使用。

18. 位错塞积会:

- (a) 使得位错在障碍物前排成行, 从而产生应力松弛;
- (b) 使得位错在障碍物前排成行, 从而产生应力集中;
- (c) 使得位错在晶内排成列, 从而产生多边化;
- (d) 使得位错在晶内排成列, 从而导致再结晶。

19. 能同时提高材料强度和塑性的方法有:

- (a) 加入适当的元素形成固溶体;
- (b) 细化材料的显微组织;
- (c) 形成过饱和固溶体后再时效析出强化相;
- (d) 塑性变形后进行回复处理。

20. 合金经塑性变形后的回复和再结晶过程区别在于:

- (a) 回复的驱动力来自于储藏能, 而再结晶则由界面能驱动;
- (b) 回复过程没有孕育期, 而再结晶则有一个明显的孕育期;
- (c) 回复过程中电阻率没有变化, 而再结晶则会降低合金电阻率;
- (d) 回复过程中只有点缺陷的运动, 没有位错运动, 而再结晶过程则都存在。

## 二、作图题

(6 分)

1. 画出立方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的原点和基矢 ( $a, b, c$ ), 然后在晶胞中画出  $(1\bar{1}1)$  和  $(11\bar{2})$  晶面。

2. 画出六方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的基矢。然后在晶胞中画出  $(10\bar{1}2)$  晶面。

\*(每一个晶面单独画在一个晶胞中, 不要将不同的晶面画在同一晶胞中)。

三、已知  $\beta\text{-Sn}$  为体心正方结构 ( $a=b=0.58\text{nm}$ ,  $c=0.32\text{nm}$ ), 除体心正方各阵点外, 在  $(0, 1/2, 1/4)$ 、 $(1, 1/2, 1/4)$ 、 $(1/2, 0, 3/4)$ 、 $(1/2, 1, 3/4)$  位置处各有一个原子。请绘出该  $\beta\text{-Sn}$  晶胞图, 并计算其致密度。(6 分)

## 四、回答一下与凝固过程相关的问题: (14 分)

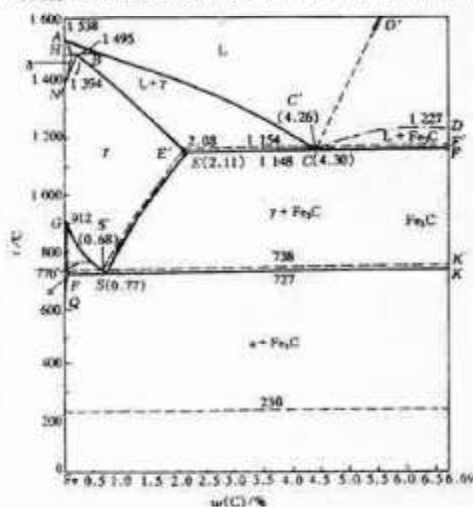
1) 非均匀形核的形核功为什么比均匀形核的形核功小? 什么情况下非均匀形核的形核功与均匀形核的形核功相等? (2 分)

2) 作图说明什么是非均匀形核时的接触角 (润湿角)? 非均匀形核的形核功与接触角之间有什么关系? 接触角的大小和液相与形核基底之间的界面能有什么关系? (4 分)

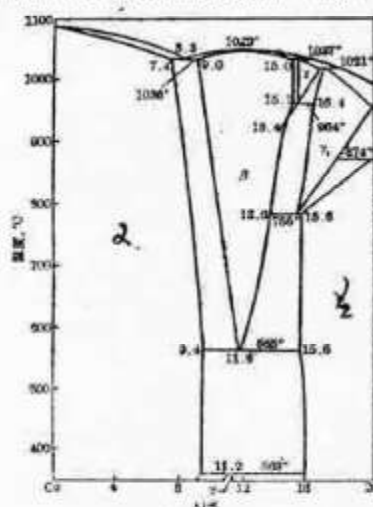
- 3) 单相固溶体凝固过程中形成成分过冷的临界条件是什么(可以用作图或公式表示)? 成分过冷的大小与什么因素有关? 请定性说明为什么这些因素会影响成分过冷。(6分)
- 4) 什么是伪共晶? 什么情况下形成伪共晶?(可以作图说明)(2分)

五、分析铁碳相图(题五图), 回答以下问题:(共8分)

- 1) 写出在 1495℃、1154℃、1148℃和 727℃发生的三相平衡反应的反应式和反应产物的名称。(2分)
- 2) 计算含碳量为 1.0% 的 Fe-C 合金中二次渗碳体的百分数。(2分)
- 3) 分别画出含碳量为 0.6% 和 1.0% 的钢在 730℃ 和室温下的平衡组织的示意图。(4分)



题五图



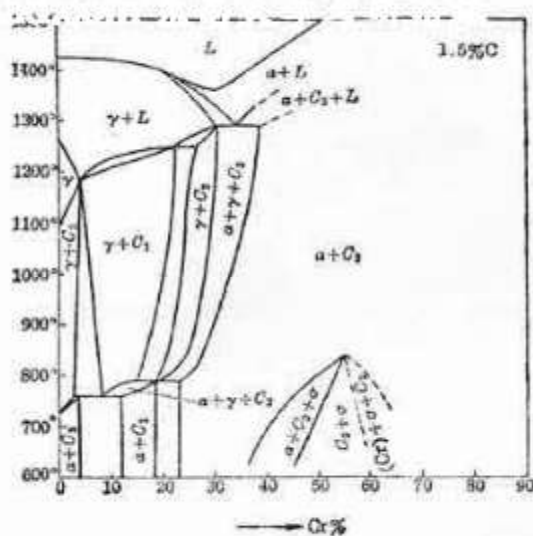
题六图

六、根据如图所示的 Cu-Al 二元相图, 回答以下问题:(共9分)

- 1) 在 1037℃、1036℃、1021℃、964℃各发生了什么样的三相平衡反应? 写出相应的反应式。(4分)
- 2) 成分为 Cu-10%Al 的铝青铜在从 1100℃ 高温平衡冷却至 400℃ 时, 会发生哪些两相平衡反应和三相平衡反应? 写出相应的反应式(可以用热分析曲线表示)。(3分)
- 3) 上述成分为 Cu-10%Al 的铝青铜在 400℃ 下的平衡组织是什么? 画出其相应的组织的示意图。(2分)

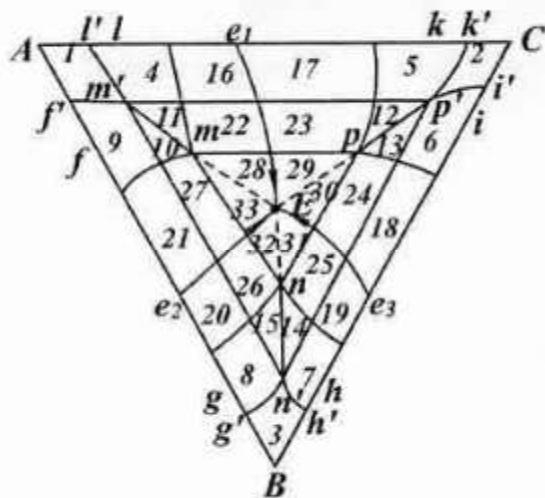
七、回答下列有关三元相图的问题:(共24分)

- 1) 分别说明在三元系中什么情况下会发生四相平衡共晶反应、四相平衡包共晶反应和四相平衡包晶反应?(提示: 根据组成三元系的三个二元系中三相平衡反应温度和三元系中四相平衡反应温度判断)(6分)
- 2) 在如图(题7-1图)所示的 Fe-Cr-C 相图的垂直截面中的 700—800℃ 和 1200—1300℃ 温度范围内各有几个四相平衡反应? 能否根据相图写出反应式? 若能写出反应式则写出反应式, 若不能写出反应式则写出四相区的组成相。(8分)



题 7.1 图

- 3) 根据如题 7-2 图所示的三元系的综合投影图, 写出在标定为 33、25、17、15、6 五个相区在室温下的组织和组成相 (包括从初生相中析出的次生相)。(10 分)



题 7.2 图

- 八、一根细铜丝中有一大角度晶界以与丝轴呈  $30^\circ$  贯穿截面, 经长时间加热后, 该界面会发生怎样的变化? 若上述倾斜界面两侧晶粒的  $[111]$  都垂直于界面, 只是两者间以  $[111]$  为轴转动了  $60^\circ$ , 那么经过上述退火处理后两侧晶粒的角度又会发生什么变化? (9 分)

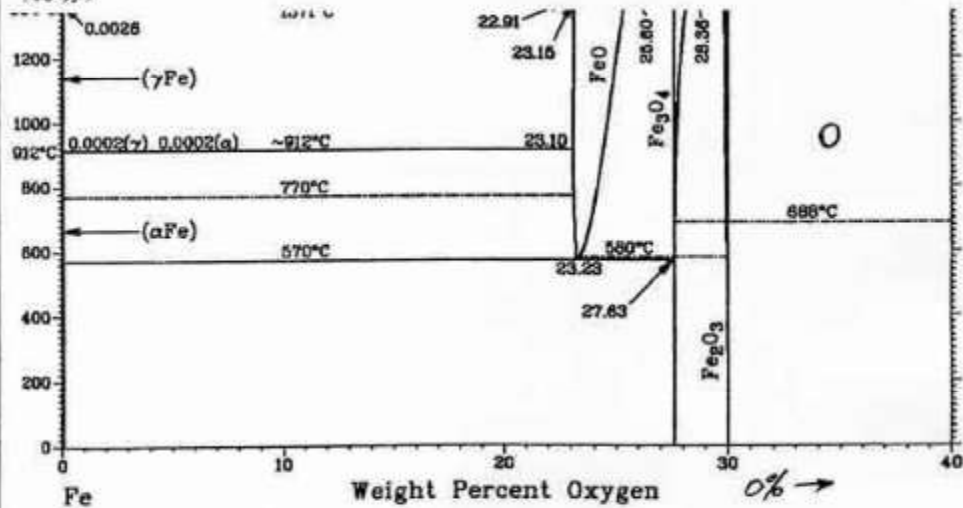
九、若已知两平行位错  $b_1, b_2$  间的力为  $F = \frac{Gb_1 \cdot b_2}{2\pi d}$ , 求某面心立方金属中位错  $b = \frac{a}{2}[110]$

分解成的两个肖克莱不全位错的间距 (假设相应层错能为  $\gamma$ )。 (8 分)

十、位错在金属晶体变形过程中可能会受到哪些阻力? 试分析这些阻力对材料形变过程及强度的影响。 (7 分)

十一、多晶体在较高温度长时间保温时, 通常晶粒会出现长大现象, 试说明原因; 但是实验发现, 当存在弥散分布 MnS 颗粒的 Fe-3%Si 多晶合金经过 50% 冷轧变形后, 在 850℃ 以下较长时间加热时, 其晶粒尺寸非常细小, 你认为这是什么原因造成的? 随后将加热温度升高到 930℃ 时, 发现晶粒会迅速粗化, 这又是什么原因? (9 分)

十二、Fe 在 1000℃ 下会发生显著氧化, 其氧化层的组织及成分可由其相图进行解释, 试根据下面所给出的 Fe-O 相图绘出该温度下氧化层的组成及其中氧浓度分布曲线示意图 (10 分)



## 东南大学

## 二〇〇九年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意: 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上!  
做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题, 不予评分。

试题编号: 942

试题名称: 材料科学基础

## 一、选择题(单项选择, 每题2分, 共40分)

## 1、拓扑密排与几何密排相比,

- (a) 几何密排的配位数高, 致密度小; (b) 拓扑密排的配位数高, 致密度小;  
(c) 拓扑密排的配位数高, 致密度大; (d) 几何密排的配位数高, 致密度大。

## 2、TiC 和 CaO 都具有 NaCl 型结构, 但

- (a) TiC 属离子晶体, CaO 属共价晶体; (b) TiC 属共价晶体, CaO 属离子晶体;  
(c) TiC 属间隙化合物, CaO 属离子晶体; (d) TiC 属间隙相, CaO 属离子晶体。

3、若某面心立方晶体中开动的滑移系为(111)[ $\bar{1}01$ ], 当滑移是由刃位错运动引起的, 其位错线的方向为:

- (a) [111]; (b) [ $\bar{1}01$ ]; (c) [ $1\bar{2}1$ ]; (d) [101]

## 4、在硅酸盐晶体结构中活性氧是指:

- (a) 价态未饱和的氧; (b) 两个硅氧四面体共用的氧;  
(c) 多个硅氧四面体共用的氧; (d) 游离于硅氧四面体之外的氧。

## 5、所谓二次再结晶, 是指:

- (a) 再结晶完成后继续加热时, 晶粒发生的均匀长大过程;  
(b) 再结晶完成后继续加热时, 晶粒发生的非均匀长大过程;  
(c) 再结晶完成后再次形变和再结晶时, 晶粒发生的异常长大过程;  
(d) 因初次再结晶不完全而再次进行的再结晶过程。

6、对正方晶系( $a=b \neq c$ )而言, 与[123]等价的晶向是:

- (a) [132]; (b) [ $\bar{2}13$ ]; (c) [ $3\bar{2}1$ ]; (d) [231]

## 7、立方晶系(001)投影图基圆上的点所代表的晶面属于下列哪个晶带轴:

- (a) [001]; (b) [100]; (c) [010]; (d) [ $1\bar{1}0$ ]

## 8、密排六方和面心立方均属密排结构, 它们的不同点是:

- (a) 原子密排面的堆垛方式不同; (b) 原子配位数不同;  
(c) 晶胞选取原则不同; (d) 密排面上的原子排列方式不同。

## 9、只有螺型位错能进行交滑移, 这是因为:

- (a) 螺位错的应力场没有正应力分量; (b) 螺位错存在多余半原子面;  
(c) 螺位错可以是三维曲线形状; (d) 螺位错的滑移面不唯一。

- 10、冷塑性变形后的金属在再结晶完成后继续保温时会发生晶粒长大现象, 这是因为:
- (a) 界面能降低的要求; (b) 储存能降低的要求;
- (c) 位错密度降低的要求; (d) 界面角度增加的要求。
- 11、下列关于孪晶界的描述中, 正确的是:
- (a) 是两部分孪晶的对称面; (b) 界面能明显低于一般大角度晶界;
- (c) 只能是共格的; (d) 由位错构成。
- 12、临界分切应力:
- (a) 取决于材料的屈服强度; (b) 取决于取向因子;
- (c) 与外力方向无关; (d) 随塑性变形的进行而不断变化。
- 13、对于一个二元系,
- (a) 匀晶反应只可能在匀晶系(相图)中发生;
- (b) 匀晶相图不仅在匀晶系(相图)中发生, 还可能在共晶系中发生; 但不可能在包晶系中发生;
- (c) 匀晶反应不仅在匀晶系(相图)中发生, 还可能在包晶系中发生; 但不可能在共晶系(相图)中发生;
- (d) 在有从液相结晶出单相固溶体的二元系中都会发生匀晶反应。
- 14、利用三元相图的垂直截面可以:
- (a) 在连接线上用杠杆定理确定两相区内各相的百分数;
- (b) 在三相区内用重心法则各相的百分数;
- (c) 从水平线上下四个相邻的三相区的组成相确定四相平衡反应的反应式;
- (d) 根据相区接触法则确定三相区内发生的三相平衡反应的反应式。
- 15、在三元系的四相平衡反应温度之上如果有三个三相区, 这个三元系可能是:
- (a) 包共晶系; (b) 包晶系; (c) 包共析系; (d) 共晶系。
- 16、在三元相图中单变量线是指:
- (a) 三相区中各相成分随温度而变化的关系曲线;
- (b) 垂直截面中三相区和两相区的分界线;
- (c) 水平截面中三相区和两相区的分界线;
- (d) 投影图中四相区的边界线。
- 17、在 A、B 两组元组成的置换固溶体中, 空位扩散和原子扩散是个互逆的过程,
- (a) 所以空位扩散与原子扩散的扩散系数相等;
- (b) 但空位扩散的扩散系数小于原子扩散的扩散系数;
- (c) 但空位扩散的扩散系数大于原子扩散的扩散系数;
- (d) 如果  $D_A > D_B$ , 则空位扩散的扩散系数  $D_V > D_A$ ,  $D_V < D_B$ 。
- 18、在下列的材料强化机制中, 哪一种可以通过合理的人工时效处理实现?
- (a) 细晶强化; (b) 形变强化; (c) 沉淀强化; (d) 固溶强化。

19、纯金属凝固过程中过冷度 $\Delta T$ 、临界半径 $r^*$ 和形核功 $\Delta G^*$ 之间的关系是:

- (a)  $\Delta T$  越大,  $r^*$  越大, 则 $\Delta G^*$  越小;
- (b)  $\Delta T$  越大,  $r^*$  越小, 则 $\Delta G^*$  也越小;
- (c)  $\Delta T$  越大,  $r^*$  越小, 则 $\Delta G^*$  越大;
- (d)  $\Delta T$  越大,  $r^*$  越大, 则 $\Delta G^*$  也越大。

20. 在描述单相固溶体凝固时有两个重要的参数, 平衡分配系数 $k_0$ 和有效分配系数 $k_e$ , 如果 $k_0 < 1$ , 则在下列哪种情况下, 凝固过程中, 液固两相的边界上没有边界层,

- (a)  $k_0 < k_e < 1$ ;
- (b)  $k_e = k_0$ ;
- (c)  $k = 1$ ;
- (d)  $k_e > 1$ 。

## 二、作图题

(6 分)

- 1、画出立方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的原点和基矢 ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), 然后在晶胞中画出  $(1\ 1\ \bar{2})$ 、 $(1\ \bar{3}\ 2)$  晶面和  $[2\ \bar{1}\ 1]$  晶向。(每一个晶面或晶向单独画在一个晶胞中, 不要将不同的晶面画在同一晶胞中)
- 2、画出六方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的基矢。然后在晶胞中画出  $(1\ 1\ \bar{2}\ 0.)$ 、 $(\bar{1}\ 0\ 1\ 2)$  晶面和  $[1\ 1\ \bar{2}\ 0]$  晶向。

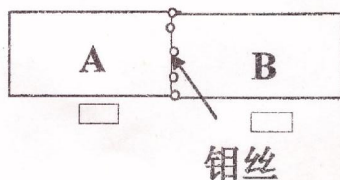
三、FeAl 金属间化合物属立方晶系, 每晶胞中有两个原子, 假设  $(0, 0, 0)$  为 Fe 原子,  $(1/2, 1/2, 1/2)$  为 Al 原子, 请绘出该晶胞示意图, 说明其属于何种布拉菲点阵, 并计算其致密度 (Fe 原子半径  $0.140\text{nm}$ , Al 原子半径  $0.125\text{nm}$ )

(8 分)

四、题 1 图所示是一个由 A、B 两个元素组成的扩散偶, 若将此扩散偶置于高温下长时间保温, 请回答:

(10 分)

- a、如果 A、B 之间能形成置换固溶体, 且  $D_A \neq D_B$ , 则钼丝是否会移动? 为什么? 这种现象称之为什么效应?
- b、如果  $D_A > D_B$ , 钼丝若发生移动的话, 则会向哪个方向移动? 为什么?
- c、如果这对扩散偶中 A 是一段高碳钢, B 是一段低碳钢, 在高温下长时间保温钼丝是否会移动? 为什么?



题 1 图

五、回答以下相变有关的下问题:

(12 分)

- a、在从液相到固相的转变 (凝固) 过程中往往会发生成分过冷, 为什么? 试用示意图说明发生成分过冷的临界条件?
- b、简要说明平衡凝固和正常凝固有什么相同和不同之处?

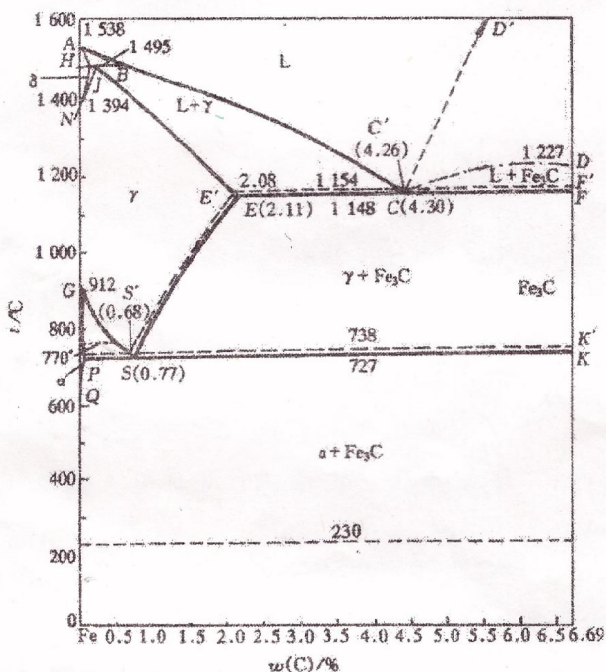
六、有一个由 A、B 两组元组成的二元系, 试根据下列条件绘制二元相图的草图: (10 分)

- 已知 A 的熔点为  $700^{\circ}\text{C}$ , B 的熔点为  $1200^{\circ}\text{C}$ ,
- A 和 B 之间可形成中间相  $\gamma$ , 它的熔点为  $1500^{\circ}\text{C}$ , 室温下  $\gamma$  的成分范围为  $(45-55)\text{B}\%$
- B 在 A 中的固溶体为  $\alpha$ , 室温下 B 在 A 中的最大的溶解度为  $5\%$ ,
- A 在 B 中的固溶体为  $\beta$ , 室温下 A 在 B 中的最大的溶解度为  $10\%$ ,
- 合金系中有两个三相平衡反应:  
 $1000^{\circ}\text{C}: \gamma(40\text{B}) + \text{L}(10\text{B}) = \alpha(20\text{B})$   
 $900^{\circ}\text{C}: \text{L}(80\text{B}) = \gamma(65\text{B}) + \beta(85\text{B})$

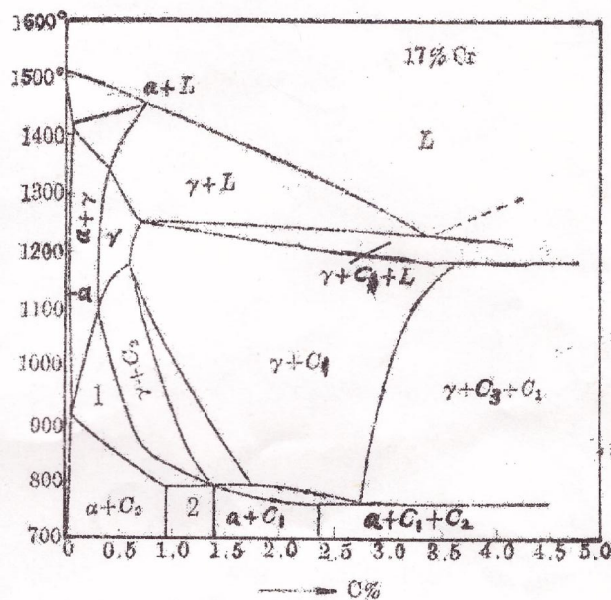
七、根据铁碳相图 (题 7 图), 回答以下问题:

(共 10 分)

- 该图中包含了稳态和亚稳态两个相图, 应如何区分?
- 在稳态相图中有几个三相平衡反应? 请写出反应式, 并标明反应温度和各相的成分。
- 分别画出含碳量为  $0.3\%$  和  $1.1\%$  的钢在  $730^{\circ}\text{C}$  和室温下的平衡组织的示意图。
- 含碳量为  $0.2\%$  的 Fe-C 合金在从液相到室温的平衡冷却过程 (按亚稳态相图) 中, 发生了几个三相平衡反应和两相平衡反应? 请写出反应式



题 7 图



17%Cr 垂直截面

题 8 图

八、根据题 8 图所示的三元相图的垂直截面, 回答下列问题:

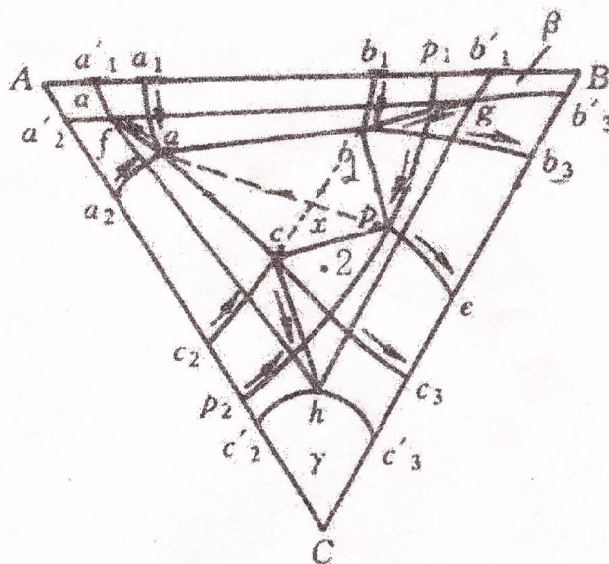
(6 分)

- 图中有几个四相平衡反应? 能否写出相应的反应式? 若能写, 则写出反应式; 若不能写则写出四相区的组成相。
- 在图中标的 1、2 两相区内发生了什么样的相平衡反应? 能否写出相应的反应式? 若能写, 则写出反应式。

九、根据题 9 图所示的三元相图投影图回答下列问题:

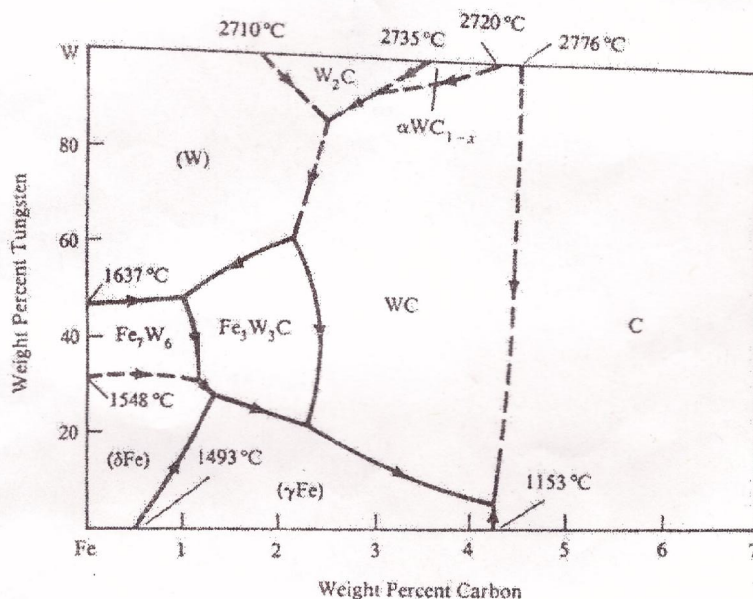
(13 分)

- 该三元系中发生了什么样的四相平衡反应和三相平衡反应? 写出相应的反应式。
- 写出图中所示的 1 和 2 两点代表的成分在室温下的平衡组织;
- 图中 1 点代表的成分在从液相到室温的平衡冷却过程中发生了什么样的平衡反应? 按温度下降的顺序依次写出相应的反应式。



题 9 图

十、在下图（题 10 图）所示的 Fe-C-W 三元相图的液相面投影图中有几个四相平衡反应？分别写出反应式。（4 分）



题 10 图

十一、简单立方晶体(010)面有 1 个  $b = [\bar{1}00]$  的刃位错（8 分）

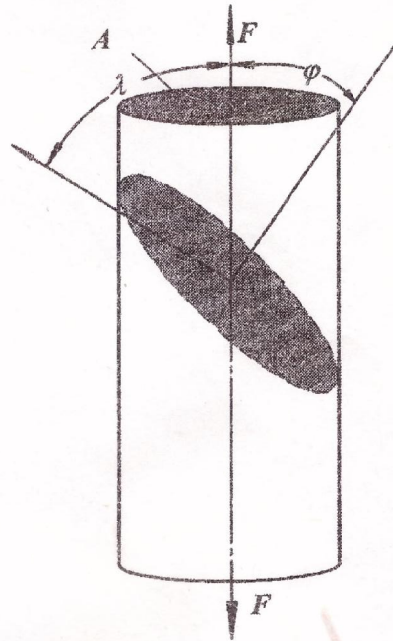
- 在(001)面有 1 个  $b = [010]$  的刃位错和它相截，相截后 2 个位错产生扭折还是割阶？
- 在(001)面有 1 个  $b = [100]$  的螺位错和它相截，相截后 2 个位错产生扭折还是割阶？

十二、回复过程和再结晶过程的有哪些区别？试从性能和组织两方面予以说明。示意画出再结晶后的晶粒尺寸和形变量的关系曲线，并解释为什么会出现一个临界形变量？（8 分）

十三、晶粒长大过程以及再结晶弓出形核过程都发生了晶界的迁移，但晶粒长大时晶界一般都是向凹侧迁移，为什么？而在再结晶形核的弓出长大过程中，晶界却向凸侧推进，这又是什么原因？（8 分）

十四、如题 14 图所示，圆柱单晶体在轴向力作用下，当外力为  $F$  时开始发生塑性变形（该单晶体横截面积为  $A$ ，外力与滑移方向及滑移面法向夹角分别为  $\lambda$  和  $\phi$ ）：（7 分）

- 写出该滑移系开动时的临界分切应力表达式；
- 解释为何通常在滑移开始后，晶面会发生转动？



题 14 图

## 东南大学

## 二〇一〇年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意: 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上!  
做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题, 不予评分。

试题编号: 942

试题名称: 材料科学基础

## 一、选择题(单项选择, 每题2分, 共40分)

1、离子晶体的配位数是指:

- (a) 最近邻的异号离子数; (b) 最近邻的同号离子数;  
(c) 最近邻离子数; (d) 与周围离子的成键总数。

2、螺位错在滑移过程中遇到障碍时:

- (a) 可以通过攀移方式绕开障碍物; (b) 可以通过交滑移方式绕开障碍物;  
(c) 可以通过复滑移方式绕开障碍物; (d) 可以通过位错分解的方式绕开障碍物。

3、下列哪种方法可能同时提高金属材料的强度和塑性:

- (a) 进行冷加工处理; (b) 加入与其晶粒尺寸相当的第二相;  
(c) 加入细小弥散分布的第二相; (d) 降低晶粒的尺寸。

4、间隙相和间隙固溶体的区别之一是:

- (a) 间隙相结构比间隙固溶体简单;  
(b) 间隙相的间隙原子比间隙固溶体中的间隙原子大;  
(c) 间隙固溶体中间隙原子含量比间隙相的大;  
(d) 间隙相中金属原子组成的结构和其组元的结构都不同, 而间隙固溶体至少与组元之一相同。

5、单晶体的临界分切应力值:

- (a) 与外力相对滑移系的取向有关; (b) 取决于材料的屈服应力;  
(c) 与晶体的类型和纯度有关; (d) 与拉伸时的应变大小有关。

6、构成硅酸盐的硅氧四面体中的氧离子

- (a) 只属于一个硅氧四面体; (b) 可以被多个硅氧四面体公用;  
(c) 只能被两个硅氧四面体公用; (d) 可以被四个硅氧四面体公用。

7、某 fcc 单晶体塑变时出现两组交叉平行的滑移线, 则塑变处于:

- (a) 易滑移阶段; (b) 线性硬化阶段; (c) 动态回复阶段; (d) 抛物线硬化阶段。

8、对简单立方晶体而言, 表面能最低的晶面是:

- (a) (100); (b) (110); (c) (111); (d) (121)。

9、层错和不完全位错之间的关系是:

- (a) 层错和不完全位错交替出现； (b) 层错和不完全位错能量相同；  
(c) 层错能越高，不完全位错柏氏矢量的模越小；  
(d) 不完全位错总是出现在层错和完整晶体的交界处。
- 10、经大量冷变形后的金属在随后的回复过程中：  
(a) 内应力不会发生变化； (b) 强度显著降低；  
(c) 不会出现新的无畸变晶粒； (d) 位错不会发生运动。
- 11、下列哪个过程可能导致亚晶形成：  
(a) 高温回复； (b) 再结晶； (c) 位错切过细小颗粒相； (d) 有序化转变。
- 12、面心立方晶体中的肖克莱不全位错 ( $\frac{1}{2}\langle 110 \rangle$ )：  
(a) 只能是纯韧性位错； (b) 位错线只能是直线或二维曲线；  
(c) 只能攀移； (d) 可通过抽掉一层密排面的部分区域形成。
- 13、关于固体原子的扩散，下列说法正确的是：  
(a) 晶体的致密度越高，扩散系数越大；  
(b) 晶体缺陷会导致扩散激活能增加，影响扩散系数；  
(c) 发生柯肯达尔效应时，空位浓度增加导致点阵平面迁移；  
(d) 置换扩散和间隙扩散相比，后者的扩散速率较快。
- 14、在二元系中，下列说法正确的是：  
(a) 形成共晶组织的合金一定是共晶合金；  
(b) 从液相结晶出单相固溶体的反应都叫匀晶反应；  
(c) 发生包晶反应后没有液相剩余；  
(d) 只有在共晶温度下才会形成共晶组织。
- 15、关于三元相图的垂直截面，下列说法正确的是：  
(a) 可以用来判断某一温度下的组织组成；  
(b) 可以在三相区内用重心法则计算各相的相对含量；  
(c) 可以根据相区接触法则确定三相区内发生的三相平衡反应的反应式；  
(d) 可以用来确定某一温度下材料的相组成。
- 16、在三元系的四相平衡反应温度之下如果还有液相剩余，这个三元系可能是：  
(a) 共析系； (b) 包共析系； (c) 共晶系； (d) 包共晶系。
- 17、在三元相图中：  
(a) 水平截面能够反映出某一温度下的反应类型；  
(b) 单变量线是指水平截面中三相区和两相区的分界线；  
(c) 可通过水平截面计算三相平衡区中各相的相对含量；  
(d) 可通过水平截面得到材料的相变温度。
- 18、纯金属凝固过程中，关于临界形核半径  $r^*$  和形核功  $\Delta G^*$  说法正确的是：  
(a) 在均匀形核时， $\Delta T$  越大， $r^*$  越大，则  $\Delta G^*$  越小；

- (b) 在非均匀形核时, 基底相-液相界面能越大,  $r^*$  越小, 则  $\Delta G^*$  也越小;  
 (c) 在非均匀形核时, 生成相-液相界面能越大,  $r^*$  越小, 则  $\Delta G^*$  也越小;  
 (d) 在非均匀形核时, 基底相-生成相界面能越大,  $r^*$  越小, 则  $\Delta G^*$  也越小。

19、在单相固溶体凝固时, 在下列哪种情况下, 液固界面上不会形成成分过冷 ( $k_0 < 1$ ):

- (a)  $k_e = k_0$ ; (b)  $k_0 < k_e < 1$ ; (c)  $k_e = 1$ ; (d)  $k_e > 1$ 。

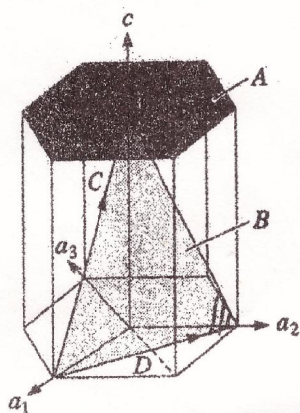
20、在下列相变类型中, 哪一种相变过程中一定发生了上坡扩散?

- (a) 共析相变; (b) 马氏体相变; (c) 脱溶相变; (d) 调幅分解

## 二、作图题

(6 分)

写出如图所示密排六方结构中晶面 A、B, 晶向 C、D 的三轴和四轴指数。在立方单胞中画出  $(2\bar{3}1)$  晶面和  $[1\bar{2}1]$  晶向, 注意标出基矢。

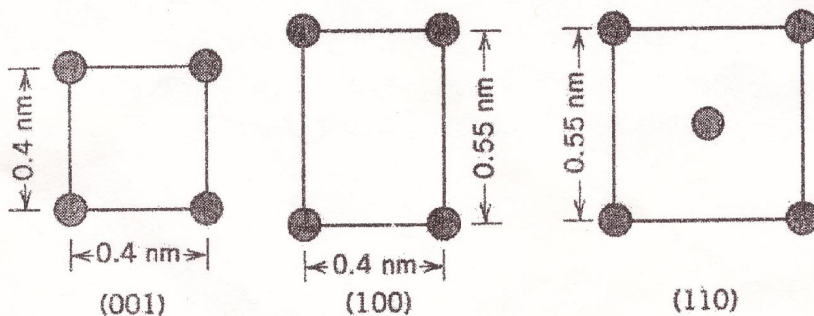


题二图

三、如图所示为某晶体结构的几个晶面原子排列图, 请:

(6 分)

- 1、绘出其晶体结构图;
- 2、指出其所属布拉菲点阵类型;
- 3、计算其致密度。

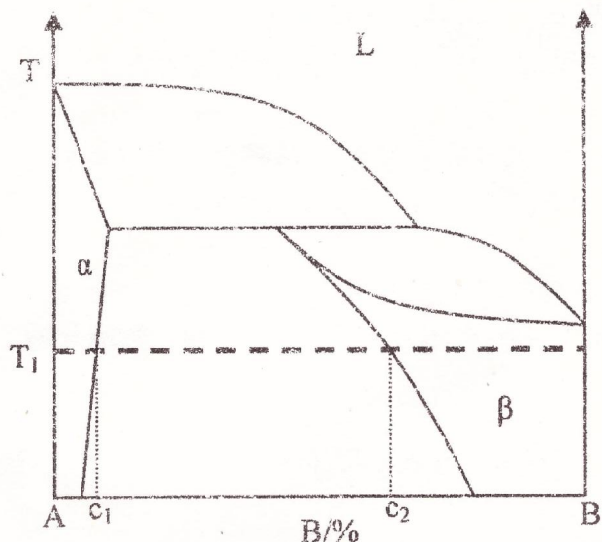


题三图

四、关于固体的扩散, 请回答下列问题:

(10 分)

- 1、什么是柯肯达尔效应? 怎样解释柯肯达尔效应? 互扩散系数说明了什么物理问题?
- 2、什么是上坡扩散? 发生上坡扩散的热力学条件是什么?
- 3、A 和 B 两组元形成的相图如下图所示, A-B 扩散偶在  $T_1$  温度下进行长时间扩散后, 平均成分位于  $c_1$  和  $c_2$  之间, 试画出此时扩散偶内 B 组元浓度分布的示意图



A	B
---	---

题四图

五、回答以下相变有关的问题:

(12 分)

- 1、试分析单相固溶体在正常凝固过程中发生成分偏析的原因? 对于成分特定的单相固溶体, 在非平衡凝固条件下用什么方法可以减轻偏析?
- 2、在从液相到固相的转变(凝固)过程中往往会发生成分过冷, 为什么? 试用示意图说明发生成分过冷的临界条件?

六、根据下列条件画出一个二元系相图:

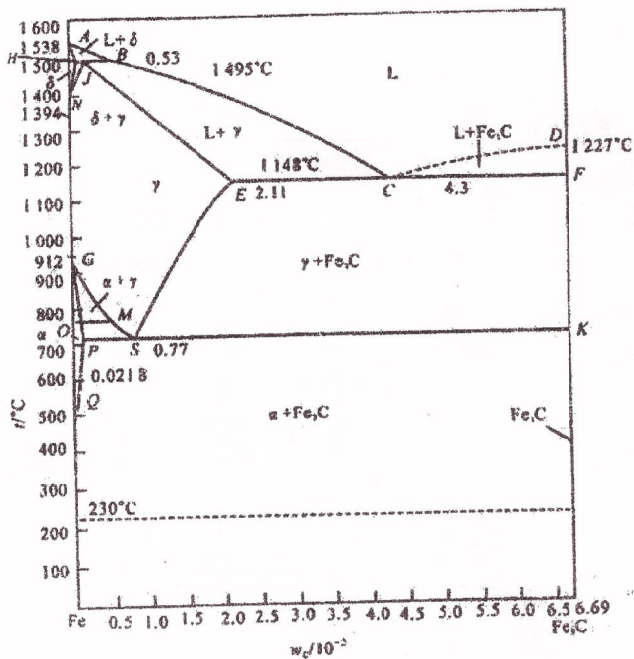
(10 分)

A 和 B 的熔点分别是  $900^{\circ}\text{C}$  和  $600^{\circ}\text{C}$ , B 在 A 中的最大溶解度为 20%, 当 B 含量为 30% 的合金在  $500^{\circ}\text{C}$  刚好完全凝固时, 它的平衡组织由 66.7% 的先共晶  $\alpha$  和 33.3% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶组成, 而 B 含量为 60% 的合金在相同温度下的组织由 50% 的先共晶  $\beta$  和 50% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶组成。此外, 室温下 B 在 A 中的溶解度及 A 在 B 中的溶解度均为 5%。

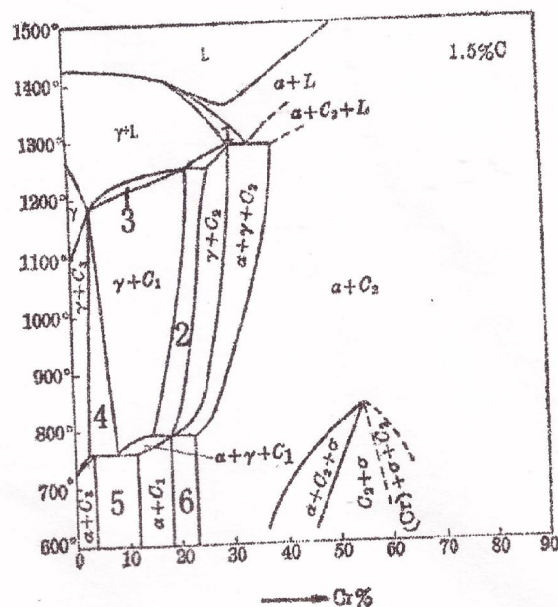
七、根据 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图, 回答以下问题:

(10 分)

- 1、作出含碳量为 0.2% 的铁碳合金在从液相到室温的平衡冷却过程中热分析曲线示意图;
- 2、分别画出含碳量为 1.0% 的铁碳合金在  $730^{\circ}\text{C}$  和室温下的平衡组织示意图。
- 3、计算含碳量为 4% 的铁碳合金按亚稳态冷却到室温后, 组织中的变态莱氏体、二次渗碳体和珠光体的相对量; 并计算组织组成物中共晶渗碳体与共析渗碳体的相对量。



题七图

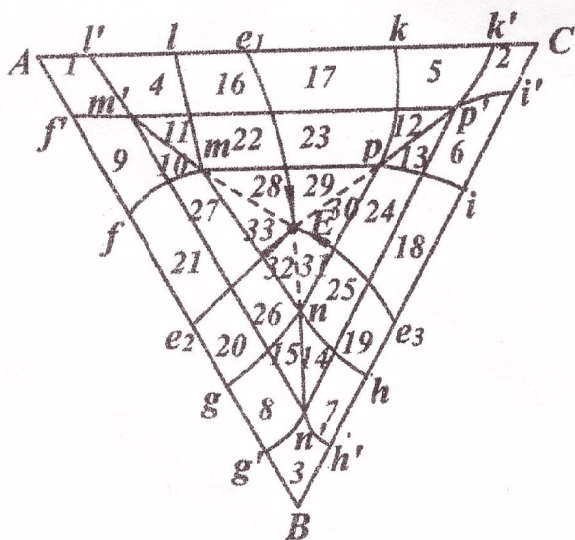


题八图

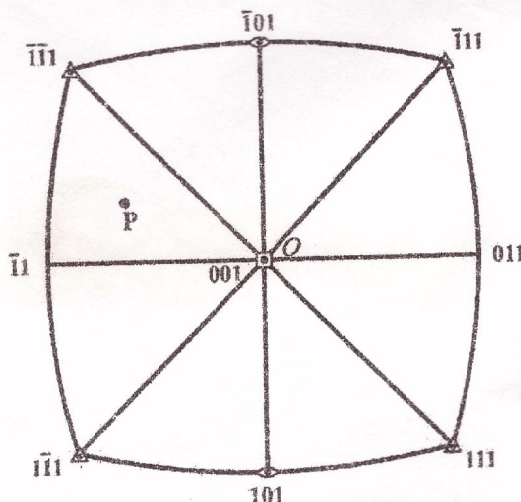
八、在如图所示的 Fe-Cr-C 三元相图的垂直截面中有几个四相平衡反应?找出能够判断反应类型的四相平衡反应,并写出反应式。在 1、3、4 三相区中找出能够判断反应类型的三相平衡反应,并写出反应式。(6 分)

九、根据下图所示的三元相图投影图回答下列问题:(14 分)

- 1、该三元系发生了何种四相平衡反应?指出发生四相平衡反应的区域并写出反应式;
- 2、指出在  $\alpha + \beta + \gamma$  三相内三相的单变量线,同时指出  $\alpha + \beta$  两相平衡区的一对共轭曲面;
- 3、分别画出成分位于图中 13 及 29 两个区域中的材料在冷却过程中的热分析曲线示意图;



题九图



题十图

十、当面心立方晶体拉伸时,根据上图所给的立方晶体(001)标准投影图回答:(a) 拉伸沿 P 点所代表的方向进行时,哪个滑移系首先开动?(b) 拉伸轴平行于[001]时,共有几个滑移系可能开动,写出所有可能的情况。(8 分)

十一、下表给出了 Ni 及其它一些原子的半径等参数,根据所学过的知识,请分析:(8 分)

- 1、哪些原子可能与 Ni 组成无限固溶体, 为什么?
- 2、哪些可能与 Ni 组成有限置换固溶体, 为什么?
- 3、哪些可能与 Ni 组成间隙固溶体, 为什么?

元素符号	半径/nm	晶体结构	电负性	化合价
Ni	0.1246	fcc	1.8	2
C	0.071	—	—	—
H	0.046	—	—	—
O	0.060	—	—	—
Ag	0.1445	fcc	1.9	1
Al	0.1431	fcc	1.5	3
Co	0.1253	hcp	1.8	2
Cr	0.1249	bcc	1.6	3
Fe	0.1241	bcc	1.8	2
Pt	0.1387	fcc	2.2	2
Zn	0.1332	hcp	1.6	2

十一、对某一给定晶体:

(6 分)

- 1、表面能与晶界能相比, 哪个更大些, 为什么?

- 2、普通大角度晶界、小角度晶界、共格孪晶界这三种界面中, 哪种界面能更大些, 为什么?

十二、什么是交滑移? 在面心立方晶体中, 位错交滑移的难易程度与层错能有何关系? 为什么?

(6 分)

十三、纯镍由于高温强度较低, 只有通过强化后才能作为高温结构材料使用 (实际上镍基高温合金使用温度可达 1100℃)。请你根据所学过的知识, 提出两种镍基耐高温合金的设计思路, 要求给出相关依据, 并比较所给出的两种强化方法中哪种可能获得更高的高温强度。 (8 分)

# 东南大学

## 2011 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 942

满分: 150 分

科目名称: 材料科学基础

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、选择题 ( 单项选择, 请选择最合适的答案。每题 2 分, 共 40 分 )

1、在再结晶过程中, 下列哪种情况下退火孪晶较易于形成:

- (a) 层错能低的面心立方金属;
- (b) 层错能高的面心立方金属;
- (c) 滑移系少的密排六方金属;
- (d) 再结晶温度低的低熔点金属。

2、亚晶界一般是由位错构的, 通常:

- (a) 亚晶界位向差越大, 亚晶界上的位错密度越高;
- (b) 亚晶界位向差越大, 亚晶界上的位错密度越低;
- (c) 亚晶界上的位错密度高低与亚晶界位向差关系不大;
- (d) 以上都不对。

3、组成固溶体的两组元完全互溶的必要条件是:

- (a) 两组元的电子浓度相同;
- (b) 两组元的晶体结构相同;
- (c) 两组元的原子半径相同;
- (d) 两组元电负性相同。

4、位错在切应力作用下可沿滑移面运动, 位错线的运动方向为:

- (a) 和柏式矢量的方向相同;
- (b) 和位错线的方向相同;
- (c) 与位错线垂直;
- (d) 刃位错线的运动方向与位错线垂直, 螺位错线的运动方向与位错线平行。

5、回复和再结晶是经冷塑性变形晶体在加热时发生的涉及组织与性能的变化, 其主要区别在:

- (a) 回复是由变形储存能驱动的, 再结晶则是由界面能驱动的;
- (b) 再结晶是一个形核长大的过程, 而回复不需要;
- (c) 材料性能在回复时不会发生变化, 而经再结晶后变化明显;
- (d) 回复过程需要一个孕育期, 而再结晶过程在加热后立刻开始。

6、下列立方晶体的晶面中, \_\_\_\_\_ 与 (123) (213) 属同一晶带:

- (a) (313);
- (b) (011);
- (c) (312);
- (d) (231)。

- 7、下列晶体结构中，\_\_\_\_\_容易在变形中产生形变孪晶：  
(a) 密排六方； (b) 面心立方； (c) 体心立方； (d) 简单立方。
- 8、下面哪个晶向是面心立方晶体中的三次对称轴：  
(a) [100]； (b) [110]； (c) [111]； (d) [211]。
- 9、下列位错中，只能以攀移方式运动的是：  
(a) 刃型位错； (b) 螺型位错； (c) 肖克莱不全位错； (d) 弗兰克不全位错。
- 10、体心立方 Fe 晶体在不同温度下变形时，其滑移系会发生变化，其主要原因是：  
(a) 在不同温度下，体心立方结构中密排方向会发生变化；  
(b) 体心立方结构中只有密排面，没有密排方向；  
(c) 在不同温度下，体心立方结构中密排面会发生变化；  
(d) 体心立方结构中没有密排面，但有密排方向。
- 11、滑移与孪生是晶体形变的两种主要形式，它们的主要区别在于：  
(a) 滑移是位错滑移引起的，而孪生不是；  
(b) 孪生是一种切变，而滑移不是；  
(c) 温度对滑移过程影响明显，而对孪生过程影响较小；  
(d) 滑移会导致材料体积变化，而孪生不会。
- 12、在 A、B 两组元组成扩散偶中如果发生  
(a) 间隙扩散，则 A 和 B 两种原子都会发生定向迁移（扩散）；  
(b) 空位扩散，则只有一种原子会发生定向迁移（扩散）；  
(c) 置换扩散，则一定存在空位扩散；  
(d) 置换扩散，则一定发生点阵平面迁移。
- 13、关于二元相图，下列说法错误的是：  
(a) 不是只有共晶成份的材料才能形成百分之百共晶组织；  
(b) 共晶点是二元共晶相图中的最低凝固点；  
(c) 有匀晶转变的相图就是匀晶相图； (d) 离异共晶往往只形成少量共晶组织。
- 14、在三元系中，有液相参与的四相平衡反应温度之下如果有三个三相区，这个三元系是：  
(a) 共析系； (b) 包晶系； (c) 包析系； (d) 包共晶系。
- 15、在单相固溶体凝固时，关于形成成份过冷（设  $k_0 < 1$ ），下列说法正确的是：  
(a) 只有固-液界面有负温度梯度才能形成成份过冷；  
(b) 只有固-液界面形成过渡层才能形成成份过冷；  
(c)  $k_e = 1$  可以形成成份过冷； (d) 成份过冷与温度梯度无关。

16、可以完整地反映三元相图中所有的单变量线的可能的是：

- (a) 垂直截面； (b) 综合投影图； (c) 水平截面； (d) 液相面投影图。

17、关于三元相图综合投影图，下列说法正确的是：

- (a) 可以根据相图确定各种反应的反应温度；  
(b) 可通过相图分析得到各个成分室温下的相组成，但不能得到组织组成；  
(c) 可以判断各种反应的类型； (d) 可以使用杠杆定理计算两相的相对含量。

18、下列关于三元相图的水平截面的作用，错误的是：

- (a) 可以在连接线上用杠杆定理确定两相区内各相的百分数；  
(b) 可以在三相区内用重心法则计算各相的百分数；  
(c) 可以确定各个相区发生的反应类型； (d) 不能确定反应温度。

19、在脱溶沉淀相变过程中，形核功及临界半径与 $\Delta G_V$ (驱动力)， $\sigma$  (界面能) 及 $\omega$  (弹性应变能) 有关：

- (a)  $\Delta G_V$  (绝对值) 越小，则临界半径和形核功越小；  
(b)  $\sigma$  越小，则临界半径和临界晶核的体积越大，形核功也越大；  
(c)  $\omega$  越小，则临界半径和临界晶核的体积越大，形核功也越大；  
(d) 非均匀形核的形核功还取决于缺陷类型。

20、在下列各种情况下凝固，发生疏松的倾向是

- (a)  $k_0$  值越小 (当  $k_0 < 1$  时)，发生疏松的倾向越大；  
(b)  $k_0$  值越大 (当  $k_0 < 1$  时)，发生疏松的倾向越大；  
(c)  $k_0$  值越小 (当  $k_0 > 1$  时)，发生疏松的倾向越大；  
(d)  $k_e = 1$ ，发生疏松的倾向越大。

二、回答以下有关晶面的问题：

(8 分)

(1) 作图画出立方晶胞中晶面指数为 $(1\bar{2}1)$ 和 $(11\bar{2})$ 的晶面；

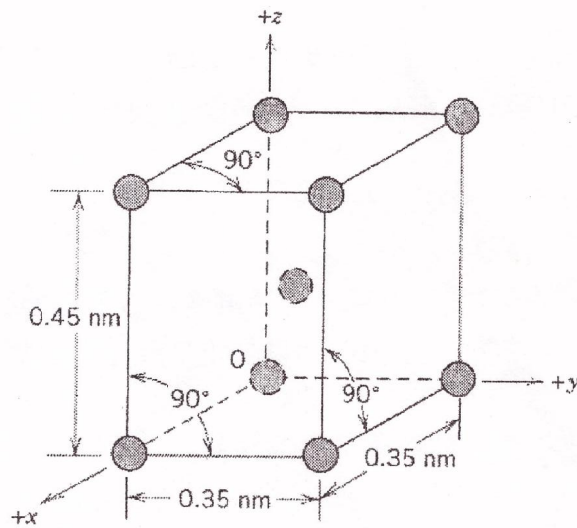
(2) 作图画出六方晶胞中晶面指数为 $(10\bar{1}2)$ 的晶面，并列岀所有属于 $\{10\bar{1}2\}$ 晶面族的晶面的指数。

\*注：作图时必须在晶胞中标岀基矢  $a, b, c$

三、一晶体结构如图所示，问：

(6 分)

- (1) 该结构属哪种空间点阵？  
(2) 该结构每晶胞中包含几个原子？  
(3) 计算该结构的致密度。



题三图

四、回答下列与扩散相关的问题：

(10 分)

(1) 有两对长度和截面积相同的扩散偶，

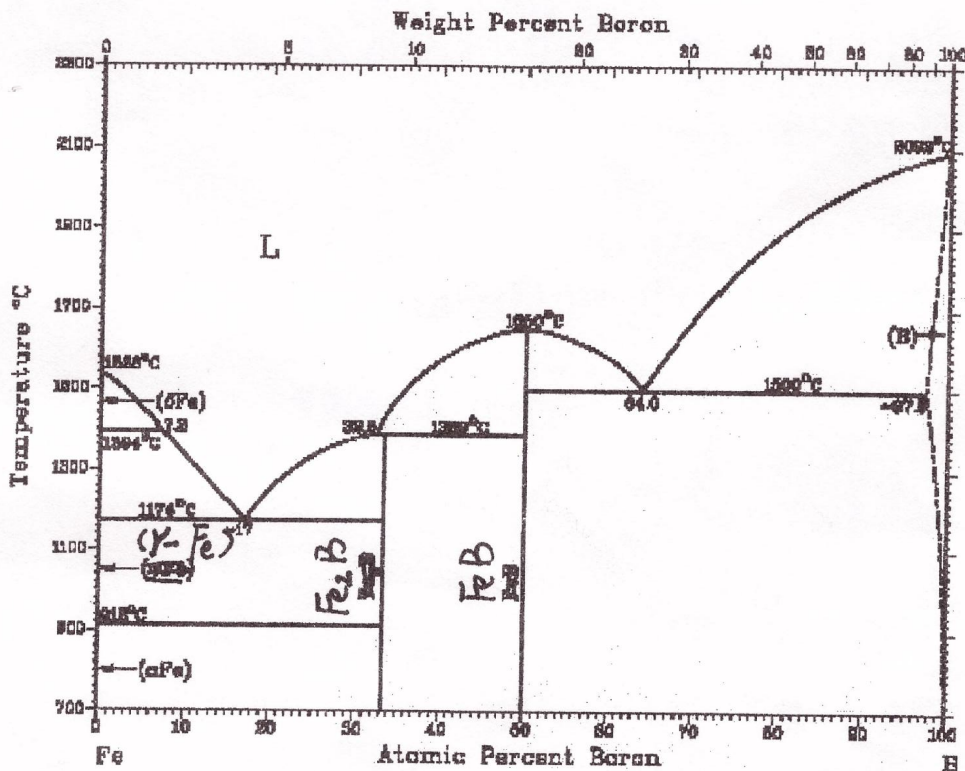
第一对左右两段的成分分别是 A-2%C 和 A-4%C，A 与 C 形成置换固溶体，

第二对左右两段的成分分别是 B-2%C 和 B-4%C，C 与 B 形成间隙固溶体。

在上述两对扩散偶中 C 组元的浓度梯度相同。若置于同一温度下，两对扩散偶中 C 组元的扩散系数是否相同？为什么？

(2) Fe-B 相图如题四图所示，如果一块纯铁试样在 1000°C 下进行表面渗 B，会得到什么样的表层组织？画出组织示意图和浓度分布曲线。

(3) 什么是上坡扩散？什么情况下会发生上坡扩散？



题四图

五、某厂生产一种铝合金材料，工艺上先经冷变形后进行适当退火处理，通过形变再结晶形成细小均匀的组织以获得理想的力学性能。但在生产中有时也发现组织异常情况，试分析出现下述异常组织时可能的原因，并提出解决问题的建议：1) 金相组织不均匀，部分晶粒明显粗大；2) 组织虽然基本均匀，但均较粗大。(10分)

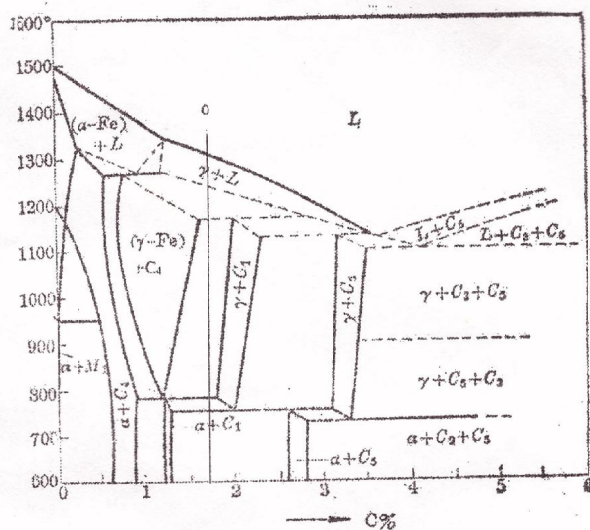
六、有一个由 A、B 两组元组成的二元系，试根据下列条件绘制二元相图草图：(10分)

- 已知 A 的熔点为  $700^{\circ}\text{C}$ ，B 的熔点为  $1200^{\circ}\text{C}$ ；
- B 在 A 中的固溶体为  $\alpha$ ，B 在 A 中的最大的溶解度为 45%，室温下 B 在 A 中的溶解度为 10%；
- A 在 B 中的固溶体为  $\beta$ ，A 在 B 中的最大的溶解度为 15%，室温下 A 在 B 中的溶解度为 5%；
- 在  $900^{\circ}\text{C}$  发生三相平衡反应，此时液相成份为 20%B。

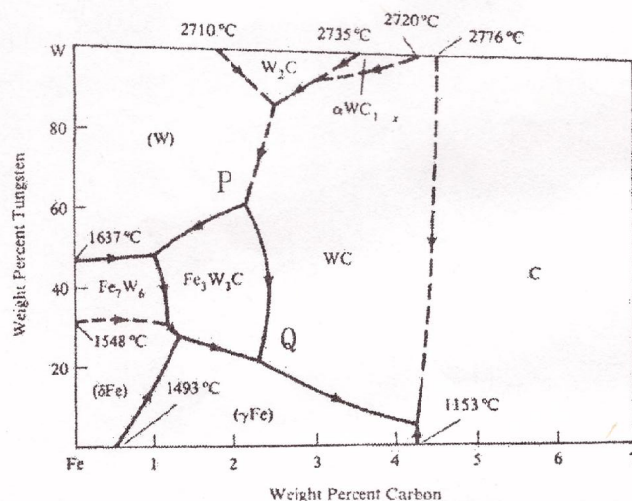
七、根据铁碳平衡相图，回答以下问题：(10分)

- 有两个普碳钢试样，成分分别为：Fe-0.2%C 和 Fe-1.0%C，用热分析曲线表示这两个试样平衡冷却过程，并画出这两个试样的室温下组织示意图。
- 计算这两个试样中渗碳体（各种类型渗碳体的总量）所占的百分数。

八、题八图是含 Mo 含量为 20% 的 Fe-C-Mo 相图的垂直截面，请按从高温到低温的顺序写出对所标的成分 (1.7%C) 三元合金在平衡冷却过程中经过的各个相区，判断在哪些三相区和四相区发生的反应可以根据此截面图写出反应式，并写出相应的反应式。(6分)



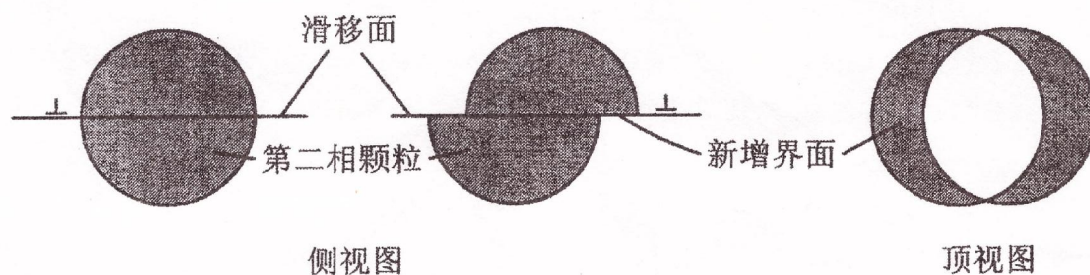
题八图



题九图

九、根据题九图所示的 Fe-C-W 三元相图的液相面投影图，说明 C 含量为 2%，W 含量 40% 的三元 Fe-C-W 合金在平衡冷却过程中的初生相，以及可能发生的四相平衡反应，并写出反应式。(6分)

十、当第二相颗粒为可变形颗粒时，位错将切过颗粒，如下图所示。试分析此时强化作用的主要机制与影响因素。（8分）



题十图 位错切过颗粒机制示意图

十一、什么是临界分切应力？它主要和那些因素有关？请设计一个试验测试某金属晶体的临界分切应力值。（10分）

十二、什么是固溶强化？其主要强化机理是什么？要获得理想的强化效果的话，最好能满足哪些条件？（8分）

十三、与单晶体相比，多晶体塑性变形行为呈现出哪些不同的特征？导致这种情况的原因主要有哪些？（8分）

十四、有一个由 AB 两组元组成二元材料，根据相图可知室温下平衡组织是单相固溶体，且  $k_0 > 1$ ，请回答：（10分）

(1) 在非平衡凝固条件下，该二元材料凝固时是否会出现边界层？如果会出现，请画出边界层成分分布的示意图；

(2) 对于这个二元材料，凝固过程中液相处于完全混合，部分混合和完全不混合的条件分别是什么？（提示：用有效分配系数表示）

(3) 对于这个二元材料，凝固过程中是否可能发生成分过冷？如果可能发生，用示意图表示发生成分过冷的临界条件。

2012 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 942

满分: 150 分

科目名称: 材料科学基础

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、选择题 ( 单项选择, 每题 2 分, 共 40 分 )

1. 某纯金属凝固时的形核功为  $\Delta G^*$ , 其临界晶核界面能为  $\sigma A$ , 则  $\Delta G^*$  和  $\sigma A$  的关系为:

- (A)  $\sigma A = 3\Delta G^*$  (B)  $\sigma A = 1/3 \Delta G^*$   
(C)  $\sigma A = 2/3 \Delta G^*$  (D)  $\sigma A = \Delta G^*$

2. 关于动态过冷, 下列说法正确的是:

- (A) 液-固相线间距越大, 动态过冷越大;  
(B) 动态过冷是指液相的过冷度随时间变化;  
(C) 晶体生长时, 液固界面上的过冷度为动态过冷度;  
(D) 凝固速度越高, 动态过冷越大。

3. 对于片状共晶, 片间距  $\lambda$  是一个重要参数, 若凝固时

- (A) 过冷度越大, 凝固速率越高, 则  $\lambda$  越大, 共晶材料的强度越高;  
(B) 过冷度越大, 凝固速率越高, 则  $\lambda$  越小, 共晶材料的强度越高;  
(C) 过冷度越小, 凝固速率越低, 则  $\lambda$  越大, 共晶材料的强度越高;  
(D) 过冷度越大, 凝固速率越高, 则  $\lambda$  越小, 共晶材料的强度越低。

4. Kirkendall 效应中发生点阵平面迁移的原因是:

- (A) 只有一种原子发生了扩散 (B) 发生了间隙扩散  
(C) 两种原子的体积不同 (D) 两种原子的扩散速率不同

5. 亚共晶白口铸铁平衡冷却到室温时的组织中不存在下列哪一种渗碳体:

- (A) 共晶渗碳体 (B) 一次渗碳体  
(C) 二次渗碳体 (D) 共析渗碳体

6. 下列转变过程中, 那一种没有液相参与:

- (A) 共析转变 (B) 共晶转变 (C) 包晶转变 (D) 匀晶转变

7. 在二元系中, 下列说法正确的是:

- (A) 形成共晶组织的合金一定是共晶合金;  
(B) 从液相结晶出单相固溶体的反应都叫匀晶反应;  
(C) 发生包晶反应后没有液相剩余;

(D) 只有在共晶温度下才会形成共晶组织。

8、三元相图中有垂直截面、水平截面和综合投影图，那么下列说法错误的是：

- (A) 用垂直截面可以得到截面成分范围内各成分材料在各温度下的相组成；
- (B) 用水平截面可以得知各种成分的材料在此温度下的相组成；
- (C) 用水平截面可以得知各种成分的材料在此温度下的组织组成；
- (D) 可以利用综合投影图分析各种成分材料的平衡冷却过程。

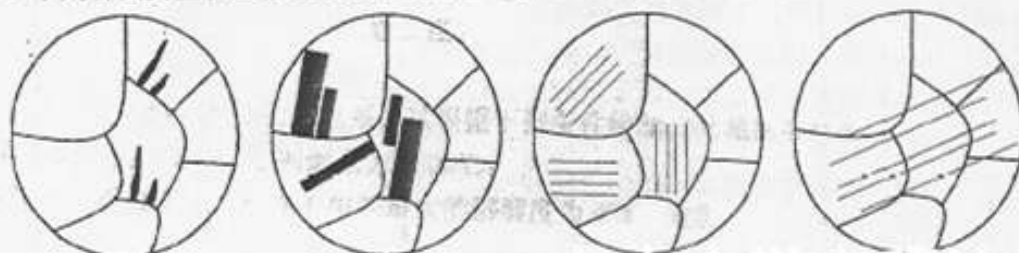
9、下列哪个转变过程发生了上坡扩散：

- (A) 脱溶转变 (B) 有序化转变 (C) 块状转变 (D) 调幅分解

10、在脱溶相变过程中常常形成亚稳相（过渡相）而不直接析出平衡相，其原因是：

- (A) 形成亚稳相所需要克服的能量势垒低；
- (B) 亚稳相与母相的成分相同；
- (C) 亚稳相与母相的结构相同；
- (D) 亚稳相与平衡相的结构相同，便于平衡相形核。

11、下列各图为金相显微镜所观察的形貌，其中对应形变孪晶的是：



(A)

(B)

(C)

(D)

12、在面心立方单晶体的典型应力—应变曲线上，如果切应力与切应变间符合抛物线关系，则说明晶体中很可能发生了

- (A) 多滑移 (B) 交滑移 (C) 孪生 (D) 扭折

13、某金属材料经冷变形后分为A、B两组，将A进行一定程序的回复处理，B保持冷变形态，对这两批试样而言

- (A) A试样的再结晶温度比较高； (B) B试样的再结晶温度比较高；
- (C) A试样与B试样具有相同的再结晶温度； (D) 难以判断。

14、如果某一晶体中若干晶面同属于某一晶带，则：

- (A) 这些晶面必定是同族晶面； (B) 这些晶面必定相互平行；
- (C) 这些晶面上原子排列相同； (D) 这些晶面之间的交线相互平行。

15、单晶体在塑性变形过程中发生晶面转动是因为随着滑移进行，

- (A) 滑移方向发生变化； (B) 滑移面发生变化；
- (C) 由于力的分解而产生了力偶； (D) 发生了交滑移。

16、密排六方和面心立方均属密排结构，它们的不同点是：

- (A) 晶胞选取方式不同； (B) 原子配位数不同；  
(C) 密排面原子排列方式不同； (D) 原子密排面的堆垛方式不同。

17、有一右螺位错，若把位错线的正向定义为原来的反向，此位错：

- (A) 仍为右螺位错； (B) 变为左螺位错；  
(C) 性质不确定； (D) 和晶体结构有关系。

18、在面心立方金属中的滑移面和滑移方向通常是：

- (A) 滑移面是  $\{111\}$ ，滑移方向是  $\langle 110 \rangle$ ；  
(B) 滑移面是  $\{111\}$ ，滑移方向是  $\langle 100 \rangle$ ；  
(C) 滑移面是  $\{110\}$ ，滑移方向是  $\langle 100 \rangle$ ；  
(D) 滑移面是  $\{110\}$ ，滑移方向是  $\langle 111 \rangle$ 。

19、从降低系统能量的角度分析，合金中析出的少量第二相通常更倾向析出在以下何种位置？

- (A) 晶粒内部 (B) 晶界 (C) 晶棱 (D) 晶角

20、面心立方晶体共有 12 个滑移系，若滑移系的临界分切应力为  $\tau_c$ ，则：

- (A) 各滑移系的  $\tau_c$  都相等； (B) 各滑移系的  $\tau_c$  都不相同；  
(C) 取向因子大的滑移系  $\tau_c$  大； (D) 取向因子小的滑移系  $\tau_c$  大。

二、1、扩散第一定律是否适用于置换扩散问题？为什么？

2、Fe-N 相图分别如下图（图见下页）所示，如果一块纯铁试样在  $650^\circ\text{C}$  下进行表面渗 N，并测定渗 N 后表层 N 含量为 20at%（原子百分比），试问会得到什么样的表层组织？画出组织示意图和浓度分布曲线。

3、什么是上坡扩散？什么情况下会发生上坡扩散？ (12 分)

三、1、纯金属凝固会不会出现边界层？会不会形成成份过冷？为什么？

2、对于固溶体凝固，发生成份过冷的条件是什么？试用示意图说明。(10 分)

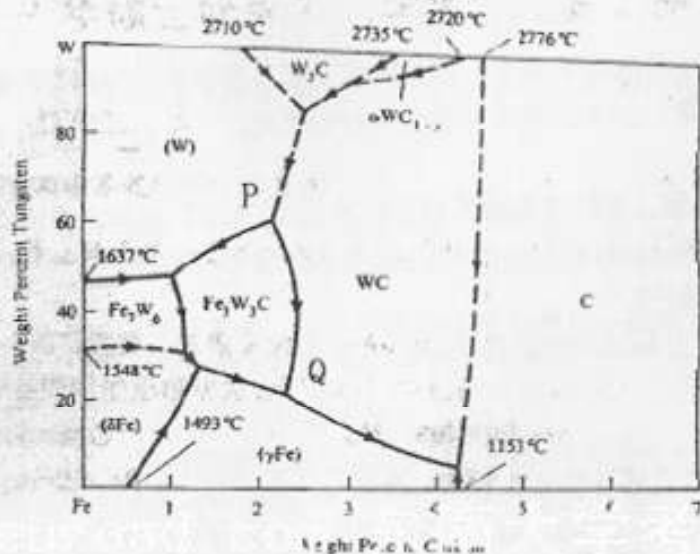
四、1、如果将碳含量为 0.2% 的一个钢件试样加热到  $950^\circ\text{C}$  保温一小时后，快速投入水中（淬火），试问试样的强度和硬度是否会得到大幅度提高？为什么？

2、如果对与一个 Al-4%Cu 试样也采取淬火处理是否也能获得显著的强化效果？为什么？

3、如果要进一步提高上述 Al-4%Cu 试样的强度应该采取什么样的工艺措施？并说明相应的原理。(8 分)

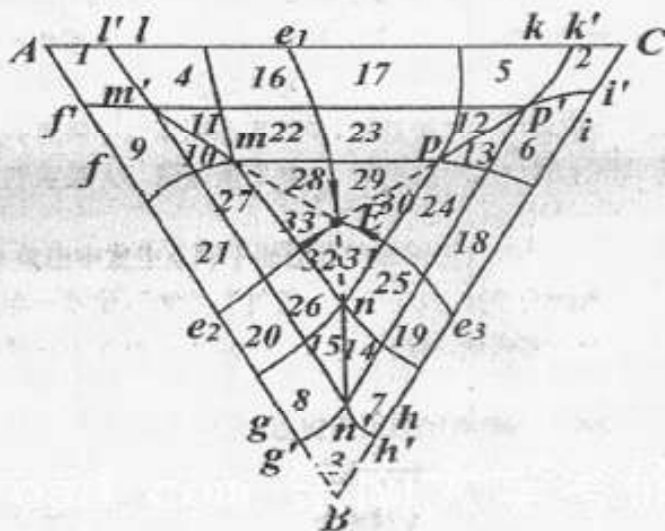


七、根据下面所示的 Fe-C-W 三元相图的液相面投影图,说明 C 含量为 2%,W 含量 40% 的三元 Fe-C-W 合金在平衡冷却过程中的初生相,以及可能发生的四相平衡反应,并写出反应式。(6 分)



(题七图)

八、根据下面三元相图综合投影图,写出 4、13、25 点所代表的成分在冷却过程中的热分析曲线。(12 分)



(题八图)

九、在面心立方金属中(点阵常数为  $a$ ),  $\frac{a}{2}[101]$  与  $\frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}]$  位错能否形成新的位错,若不能,给出理由;若能,写出位错反应式,说明该反应能否进行,并指出这些位错各属什么类型,判断反应后生成的新位错能否在滑移面上运动?(8 分)

十、什么是交滑移？在面心立方晶体中，位错交滑移的难易程度与层错能有何关系？为什么？  
(6分)

十一、立方点阵单胞轴长为  $a$ ，给出简单立方、体心立方、面心立方这三种点阵的每一个阵点的最近邻和次近邻的数量，并求出最近邻和次近邻的距离。  
(8分)

十二、画出立方晶体的单位晶胞，并标出晶胞的原点和基矢 ( $a, b, c$ )，然后在晶胞中画出  $(113)$ 、 $(\bar{1}13)$  晶面和  $[11\bar{3}]$ 、 $[\bar{1}13]$  晶向。(每一个晶面单独画在一个晶胞中，不要将不同的晶面画在同一晶胞中)

2、画出六方晶体的单位晶胞，并标出晶胞的基矢。然后在晶胞中画出  $(11\bar{2}0)$ 、 $(\bar{1}012)$  晶面和  $[11\bar{2}0]$ 、 $[\bar{1}012]$  晶向。  
(12分)

十三、与传统的低碳钢相比，微合金高强度钢通过加入微量 V、Nb、N、B 等元素，同时采用控制轧制等形变措施，是的微合金化低碳钢的强度显著提高。试分析微合金高强度钢的强化机理。  
(10分)

# 东南大学

## 二〇一三年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意：试题解答务请考生做在随试题发放的我校专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 942      课程名称：材料科学基础（回忆版）

2013 年东南大学材料科学基础初试试题回忆版

对于外校考生而言，最头疼的莫过于不清楚到底会怎么考，考试内容和范围到底是什么，这也是我当时遇到的问题。总结一下 13 年的试题，我在复习中一共忽略了三道考题，这几道题目我的印象尤为深刻。首先是一道选择题，问凝固过程是什么类型的相变（一级相变、二级相变之类的）。由于对于往年试题的把握，固态相变的内容基本没考，而且我本科学的是金属学与热处理，基础还算扎实，所以我也就没有直接跳过固态相变没看。这也为我的专业课复习节约了很多时间。但是对于 14 年的同学，我希望大家把固态相变的一些基本概念还是要弄懂，不过这里不是考核的重点。

其次，还有一道题目就是问为什么细化晶粒既可以提高强度，又可以提高韧性？这道题目在上交的书中只提及为什么可以提高强度，对于韧性的提高没有解释，复习时你们可以参考你们本科的教材把对韧性和强度的解释全部弄懂。第三就是试卷的最后一题，这一题是关于标准投影的。由于往年这块从没出过大题，所以在复习中我把这里疏漏了，不过庆幸的是这道题目和《材料科学基础全真试题及解析》（陶杰 姚正军 薛烽主编）第 84 页第三大题几乎完全一样，虽说当时没有过多重视，不过基本也都弄懂了。要提醒大家的是真题和《材料科学基础全真试题及解析》是必备的，而且对于真题的研究能够让大家把握命题规律。

下面就是我还记得的其它一些大题。

一、画体心立方和密排六方的晶面和晶相，并标出原点。要注意的是密排六方晶面晶向的表示方法。今年没有关于致密度的计算，不过复习中仍然不能疏忽这块内容。

二、间隙固溶体、间隙相、间隙化合物有何异同点？（说到这里，你们买了我的真题的或者已经有真题的人可以拿出 2011 年真题看第三大题然后打开你们买的资料中的作业答案那个文件夹习题 2 看第 3 题，完全一模一样！唯一不同的是题目由英文翻译成了中文！3、Fig.1 shows a unit cell of a hypothetical metal. (a) To which crystal system does this unit cell belong? (b) What would this crystal structure be called? (c) Calculate the density of the material, given that its atomic weight is 141 g/mol. 还有看 2012 年真题第十一大题就是习题 2 中的第 1 题还有几个画晶面晶向的题目也是那上面的，比如 08 年真题第三大题就是习题 3 第一题还有 09 年第二第三第八大题都是上面的，你们可以自己查查看！。2013 年的这道简答题和我刚才说的最后一道标准投影的题目分别是习题 3 第 4 题和习题一第 10 题。东南大学在命题时为了照顾本校学生，每年都会有一些题目是在他们本科生所用习题中出现的。你们有资料的可以自己对比对比就知道我说的了，所以那些资料在复习后期一定要重视起来！)

根据三元相图投影图写出五个点在冷却过程中所发生的反应。这道题目的图和 12 年真题上的图一模一样，不同的是要求写的成分点不同。

参考上交书第三版 197 页图 5.45，写出回复再结晶过程中的物理和力学性能的变化情况

上交第三版 181 页图 5.18 对于铜单晶拉伸曲线变化的解释，我记不清这题当时有没有考了，好像是考到了，不管如何，这个也是一定要掌握的。还有第 194 页图 5.41 也考到了，不过具体题目我记不清了。

还有一道根据条件画出相图的草图，这道题没出现过，大家复习的时候把真题中画相图的题目多练习练习。

关于位错反应的一道题，类似于 2012 年真题第九大题

时间下来好长了，我也只记得这么些了，不过 13 年的题目中，没有偏题怪题，基本上都复习到了，并且更加侧重基础，把书本弄透是至关重要的。



# 东南大学

## 二〇一三年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意：试题解答务请考生做在随试题发放的我校专用“答题纸”上！

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题，不予评分。

课程编号： 942          课程名称：材料科学基础（回忆版）

### 材料基 15 年真题回忆（部分）

一、选择题跟以前真题差不多 22 个，不偏都是书上的，比较偏细节。

二、还是画立方晶胞，两个晶面，两个晶向。六方，2 个晶面，2 个晶向。平时多练练不难。

三、给出一个体心四方晶胞(001)，(110)，(100)晶面原子排布，让判断布拉菲点阵类型。计算致密度。也是常规题。

四、叙述多晶形变和单晶形变的不同点。

五、以铝合金熔炼开始，设计方案并说明原因，以达到细化晶粒的效果

六、给出反应条件画二元系草图。比较简单，跟以往真题没区别。

七、判断位错反应能否进行，说明都是什么位错类型，新生成位错能否在滑移面滑动。这个是原题。

八、什么是织构，织构的种类，产生机理，以及哪些材料易产生形变材料和再结晶材料都有什么织构类型，什么情况下会出现织构。

九、低碳钢应力-应变曲线，三条线，第一条书上的，第二条卸载后短时间进行拉伸，第三条，卸载后放置一段时间后拉伸。就是屈服现象的解释。

十、纯铁加热至  $800^{\circ}\text{C}$  渗碳，始终保持碳气氛 5%，画出铁棒室温组织分布，以及碳浓度分布曲线。

十一、铁碳相图，有一个过共析钢含量，具体想不起来了，2.8% $\text{C}$  的热分析曲线，写室温组织组成物，相组成物，并计算相对量。

十二、说一下单相固溶体和共晶合金性质的不同，单相固溶体适合锻造，共晶适合铸造的原因。简述影响固溶度的因素，形成固溶体对材料力学性能，物理性能的影响，影响固溶效果的因素。

十三、包共晶综合投影图，写出各二元系反应式，写出四相平衡反应范围，反应式，画出合金 1, 2, 3 冷却曲线。

十四、给出铝合金富铝一角，让分析形变铝合金，热处理铝合金分界点。说明为什么 F 点以左的不能热处理。说一下可热处理铝合金常用的热处理方法，铝合金从熔炼到最后制成型材，所有细化晶粒的措施，铝合金什么成分点是变形合金与铸造合金的分界点，什么点是热处理分界点，原因是什么。可能的热处理工艺。

（具体：铝合金的二元图，三问

第一问，变形铝合金和铸造铝合金的分界点，原因

第二问，p 点向左为什么是不可热处理的铝合金

第三问，铝合金一般用什么热处理工艺）

一共是十四个大题，但是每一题至少四问，题量非常大，速度慢了真写不完。看书一定要细，知道的越多越好。

## “材料人”简介

材料人网，域名 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com)，2011 年 7 月起在北京开始运营，专注于助力材料领域各阶段人才成长。

网站开设有材料人考学（<http://xue.cailiaoren.com/>），为广大材料专业学生（本科、研究生、博士、出国留学）提供各类考试资料和交流。其中材料人考研学院目前已经覆盖了全国各知名高校，帮助学生顺利考上理想高校。

网站开设有材料人招聘（<http://job.cailiaoren.com/>），第一时间为广大材料领域人才提供材料专业招聘信息，并举办职业规划沙龙，就业培训，组织材料专场招聘会，帮助材料人找到好工作。

网站开设有材料牛资讯（<http://www.cailiaoniu.com/>）——材料领域新媒体，报道国内外最新科技新闻，以周报的形式尽揽方向动态，以专栏形式解读各方向基础知识，并发布材料领域专业人士对行业的观点及建议。

网站开设有材料人论坛（<http://www.cailiaoren.com/forum.php>），为大家提供一个线上讨论平台，另外还成立了材料人协会，在北京、上海、深圳、西安等地成立分会，促进材料领域人才线下交流。

2015 年 5 月，材料人网成立北京泰坦青材科技发展有限公司，提供材料实验室所需的各类耗材、试剂以及材料性能测试服务，并附有电商平台（<http://mai.cailiaoren.com/>）。

未来，材料人将继续秉承专注服务于材料人的宗旨，致力于为材料人提供更多更好的服务。

## 关注我们



材料人微信公众号



考研学院微信公众号

此外我们还有很重要的材料人招聘，只为材料人找到好工作！

**材料人招聘：**材料人招聘网站为材料人网下属材料类职场信息服务机构，全权负责为材料领域人才提供高品质多数量和专业匹配度高的全职就业和兼职实习的招聘信息、线上就业指导系列讲座\线下职场精英访谈沙龙活动和材料类专业专场联合招聘会等事宜。我们开设了如下媒体组织：①微信订阅号：材料人招聘（cailiaojob）②微信客服：jobcailiaoren ③2000 人 QQ 群：材料人招聘交流总站 149163885 ④QQ 客服：3271467181 ⑤官方微博：材料人招聘，静候大家的实习就业咨询，材料人招聘——您最忠实的就业伴侣！



材料人招聘微信公众号

## 本书声明

本书由材料人考研学院出品，版权归材料人网所有，任何单位、个人均不得在未取得材料人网书面同意情况下复制、出售此书，违者将追究法律责任。读者通过非指定销售途径购买此书，出现任何问题均与材料人网无关。

本书声明最终解释权归材料人网所有。

邮箱：2794882380@qq.com

材料人考研学院

2016 年 5 月 1 日



## 相关说明

由于作者/编辑团队水平有限，加之编辑整理时间匆忙，书中难免会有疏漏和错误，诚恳地欢迎广大读者批评指正。

材料人考研学院

2016 年 5 月 1 日