

## 2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目: 材料科学基础  
 科目代码: 848#  
 适用专业: 材料学、纳米材料与纳米技术、  
 生物医学工程、材料工程

(试题共 2 页)

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上不加分)

### 一、填空 (每空 1 分, 共 32 分)

1. 面心立方结构的单位晶胞原子数为\_\_\_\_\_, 原子半径为\_\_\_\_\_, 配位数为\_\_\_\_\_, 致密度为\_\_\_\_\_, 其八面体间隙半径比四面体间隙半径\_\_\_\_\_。
2. 间隙化合物是\_\_\_\_\_元素和\_\_\_\_\_元素在电负性差\_\_\_\_\_时, 且原子半径比\_\_\_\_\_ 0.59 时形成的中间相, 它的晶体结构比较\_\_\_\_\_, 并与两组元\_\_\_\_\_, 它具有高的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 但脆性较\_\_\_\_\_, 是合金钢中的主要\_\_\_\_\_相。
3. 扩散的驱动力为\_\_\_\_\_, 原子扩散的机制主要是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_, 前者扩散速度比后者\_\_\_\_\_。
4. 金属材料经冷塑性变形后\_\_\_\_\_密度增加, 在力学性能方面, \_\_\_\_\_升高, 而\_\_\_\_\_降低; 将变形金属加热, 会发生\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_与晶粒长大。
5. 密排六方结构晶体的单位位错的柏氏矢量为\_\_\_\_\_。
6. 既能提高金属的强度, 又能降低其脆性的强化手段是\_\_\_\_\_。
7. 加工硬化是一种重要的强化手段, 但其缺点是材料在\_\_\_\_\_情况下不适用。
8. 根据相图可以推断合金的性能, 如铸造工艺性能方面, 相图上的液相线与固相线的成分间隔越大, \_\_\_\_\_越严重; 结晶温度范围越大, 铸件凝固终了越易产生\_\_\_\_\_。
9. Fe-Cr-C 三元合金进行渗碳的反应扩散, 则该合金中不能出现\_\_\_\_\_相共存区。
10. 若晶体在两个滑移系之间能实现交滑移, 则这两个滑移系的滑移方向\_\_\_\_\_同, 滑移面\_\_\_\_\_同。

### 二、判断正误 正确的划“√”, 错误的划“×” (每个 2 分, 共 28 分)

1. 扩展位错之间常夹有一片层错区, 因此扩展位错是面缺陷。 ( )
2. 经过冷变形后再结晶退火的金属, 晶粒都可以得到细化。 ( )
3. 变形金属只有在通常定义的再结晶温度以上才能发生再结晶, 此温度以下不可能发生再结晶。 ( )

4. 位错受力方向处处垂直于位错线，位错运动过程中，晶体发生相对滑动的方向始终是柏氏矢量方向。 ( )
5. 晶体中的滑移和孪生都不改变原有的晶体结构，但孪生变形却使晶体的变形部分发生了位向变化。 ( )
6. 结晶时凡能提高形核率、降低生长率的因素，都能使晶粒细化。 ( )
7. 不全位错的柏氏矢量小于单位点阵矢量。 ( )
8. 在柯肯达尔效应中，标记漂移的主要原因是扩散偶中两组元的原子尺寸不同。 ( )
9. 铸铁与碳钢的区别在于有无铁素体。 ( )
10. 根据三元相图的垂直截面图，可以分析相成分的变化规律。 ( )
11. 能进行交滑移的位错必然是螺型位错。 ( )
12. 凝固时，通过减小液相的过冷度，可以有效地降低晶粒尺寸。 ( )
13. 渗碳处理常常在钢的奥氏体区域进行，这是因为碳在奥氏体中的浓度梯度比在铁素体中的大。 ( )
14. 如果某一晶体中若干晶面同属于某一晶带，则这些晶面上原子排列相同。 ( )

### 三、简答题（每个 8 分，共 40 分）

1. 在面心立方晶体中，层错能的高低对螺型位错的运动有何影响？
2. 画出面心立方晶体的 (100)，(110)，(111) 等晶面的原子排列示意图，并分别计算这几个晶面的面密度。
3. 在液固相界面前沿液体处于正温度梯度条件下，纯金属凝固时界面形貌如何？在同样条件下，单相固溶体凝固时界面形貌又如何？试分析原因。
4. 某工厂用一冷拉钢丝绳（钢丝绳出厂时检验合格）将一大型钢件吊入热处理炉内，由于一时疏忽，未将钢丝绳取出，而是随同工件一起加热至 860℃。保温时间到了，打开炉门，用该钢丝绳吊出工件时，钢丝绳发生断裂，试分析原因。
5. 根据阿累尼乌斯方程，扩散系数与温度成指数关系。碳原子在 800℃ 时扩散进入纯铁材料距表面 0.1cm 处需要 10h，根据半无限长扩散体的扩散方程误差函数解公式，求在 900℃ 时要获得同样的碳层深度需要多长时间？（碳在  $\gamma$ -Fe 中的扩散激活能为 137520J/mol）

### 四、综合题（共 50 分）

1. (1) 画出 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图，注明各重要点的字母、成分、温度，并标明各相区。（8 分）
  - (2) 分别分析过共析钢和过共晶白口铁的平衡凝固过程，画出冷却曲线，并描述其室温平衡组织形貌（可用示意图表示）。（12 分）
  - (3) 计算含碳 5% 的铁碳合金的室温平衡组织中一次渗碳体，共晶渗碳体，二次渗碳体，共析渗碳体，三次渗碳体的重量百分数。（10 分）
2. 在 FCC 晶体的 (111) 面上全位错  $\frac{a}{2}[10\bar{1}]$  和 (11 $\bar{1}$ ) 面上的全位错  $\frac{a}{2}[011]$  会发生什么反应？最终可能会形成什么性质位错？写出反应过程的各反应式。（20 分）