

## 南京航空航天大学

## 二〇一〇年硕士研究生入学考试试题

考试科目: 材料科学基础

说明: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上无效

## 一、名词解释 (每小题 3 分, 总计 15 分)

1、成分过冷; 2、同素异构转变; 3、相; 4、共聚反应; 5、重心法则

## 二、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. 下列过程与晶体中空位迁移过程关系不大的是:

- (1) 形变孪晶;           (2) 自扩散;           (3) 回复;           (4) 位错攀移。

2. 形变再结晶后, 若在更高的温度下保温, 某些金属材料中会发生异常晶粒长大 (二次再结晶), 最后获得的组织非常粗大, 这是因为材料:

- (1) 临界形变量变形的结果;           (2) 形变前原始晶粒粗大;  
(3) 含有固溶合金元素;           (4) 存在弥散分布的细小第二相颗粒。

3. 下列有关固体中扩散的说法中, 正确的是:

- (1) 原子扩散的驱动力是存在着浓度梯度;  
(2) 空位扩散是指间隙固溶体中溶质原子从一个空位间隙跳到另一个空位间隙;  
(3) 成分均匀的材料中也存在着扩散;  
(4) 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。

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:

- (1) 滑移面相同, 滑移方向不同;   (2) 滑移方向相同, 滑移面不同;  
(3) 滑移面和滑移方向都不同;   (4) 滑移面和滑移方向都相同。

5. 下列说法不正确的是:

- (1) 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;  
(2) 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;  
(3) 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;  
(4) 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。

6. 单晶体的临界分切应力值与 ---- 有关。

- (1) 外力相对滑移系的取向;           (2) 拉伸时的屈服应力;  
(3) 晶体的类型和纯度;           (4) 拉伸时的应变大小。

7. 链段是高分子物理学中的一个重要概念, 下列有关链段的描述, 错误的是。

- (1) 高分子链段可以自由旋转无规取向, 是高分子链中能够独立运动的最小单位;
- (2) 玻璃化转变温度是高分子链段开始运动的温度;
- (3) 链段是一个取向单元;
- (4) 聚合物熔体的流动不是高分子链之间的简单滑移, 而是链段依次跃迁的结果。

8. 非晶态聚合物的玻璃化转变即玻璃 - 橡胶转变, 下列说法正确的是。

- (1)  $T_g$  是塑料的最低使用温度, 又是橡胶的最高使用温度;
- (2) 玻璃态是高分子链段运动的状态;
- (3) 玻璃态可以看作是链段运动冻结的状态;
- (4) 玻璃化转变是热力学平衡的一级相转变, 不是一个松弛过程。

9. 再结晶过程包含晶粒的形核与长大

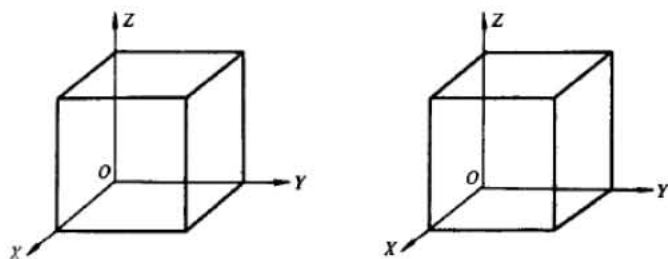
- (1) 形核与长大的驱动力都来源于形变储存能;
- (2) 形核与长大的驱动力都来源于晶界能;
- (3) 形核的驱动力来源于形变储存能, 长大的驱动力来源于晶界能;
- (4) 形核与长大的驱动力都来源于外部加热所提供的能量。

10. 在简单立方晶体的 (100) 面上有一个  $b_1=a[001]$  的螺位错, 若它被 (001) 面上的  $b_2=a[010]$  刃型位错所交割, 则  $b_1$  和  $b_2$  位错上分别形成:

- (1) 扭折和割阶; (2) 割阶和扭折; (3) 扭折和扭折; (4) 割阶和割阶。

### 三、简答题 (每题 5 分, 总计 45 分)

1. 在下图中分别画出纯铁的 (011)、 $(1\bar{1}1)$  晶面和  $[011]$ 、 $[1\bar{1}1]$  晶向。



2. 影响置换固溶体溶解度的因素有哪些? 它们是如何影响的?
3. 说明常见高聚物分子链的键接方式及其对聚合物性能的影响?
4. 金属凝固的必要条件是什么? 试用热力学定律解释原因。
5. 按照硅氧四面体在空间的组合情况, 硅酸盐结构可以分成哪几种方式。
6. 在晶体的宏观对称性中, 包含哪 8 种最基本的对称元素?
7. 简述柏氏矢量的物理意义和性质。
8. 简述扩展位错的性质和运动特点。
9. 影响陶瓷晶体塑性变形能力的因素有哪些?。

### 四、计算分析题 (每题 10 分, 共 50 分)

1、论述液态金属均匀形核过程中的能量变化关系。

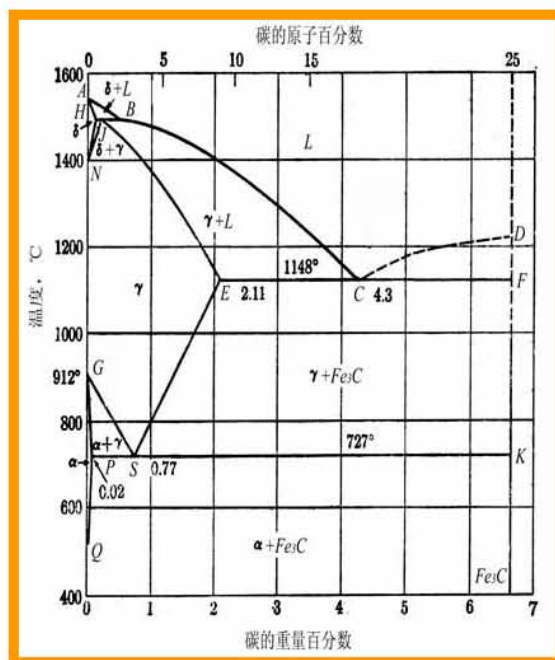
2、根据下面 Fe-C 相图，回答问题。

(1) 写出 S 点和 C 点的相变类型。

(2) 计算 C 含量为 0.45wt% 合金室温下的组织组成物和相组成物重量百分比。

(3) 画出 C 含量为 0.9wt% 合金的冷却曲线和室温组织示意图。

(4) 画出 1200℃ 的 Gibbs 自由能-成分曲线。



3、有一面心立方单晶体，在(111)面滑移的柏氏矢量为  $\frac{a}{2} [10\bar{1}]$  的右螺型位错，与在  $(\bar{1}\bar{1}1)$

面上滑移的柏氏矢量为  $\frac{a}{2} [0\ 1\ 1]$  另一右螺型位错相遇于此两滑移面交线。问：

(1) 此两位错能否进行下述反应： $\frac{a}{2} [10\bar{1}] + \frac{a}{2} [011] \rightarrow \frac{a}{2} [110]$ ，为什么？

(2) 说明新生成的全位错属哪类位错？该位错能否滑移？为什么？

(3) 若沿[010]晶向施加大小为 17.2MPa 的拉应力，试计算该新生全位错单位长度的受力大小，并说明方向（设晶格常数为  $a=0.2\text{nm}$ ）。

4、碳质量分数为 0.1% 的低碳钢工件，置于碳质量分数为 1.2% 的渗碳气氛中，在 920℃ 下进行渗碳，通常渗碳数小时后即可达到工艺要求。

(1)、画出 ① 渗碳结束时，② 渗碳结束后缓慢冷却至室温时，这两种情况下工件表层至心部平衡组织示意图；

(2) 试说明在渗碳温度不变的前提下，要使工件达到相同的渗碳层深度，可采取哪

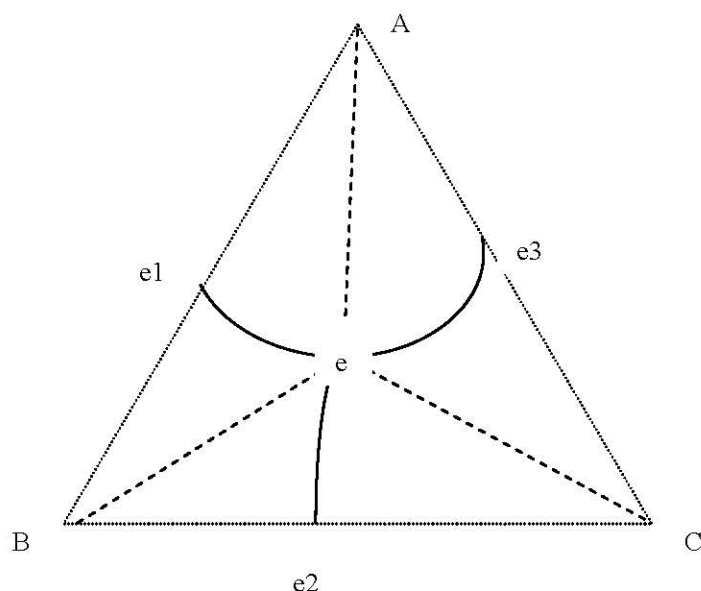
些措施减少渗碳时间?

5、下图为 A、B、C 液态无限互溶，固态完全不溶的三元合金相图的总投影图，根据投影图回答下面问题。

(1) 请说出相图的类型

(2) 画出 e 点合金的冷却曲线，写出其室温相组成。

(3) 写出 e-e1 线, e-A 线上和区域 e-e1-A 内合金的室温组织组成。



## 五、联系实际题（每题 10 分，共 20 分）

1、铜合金槽楔是汽轮发电机中的重要部件，要求具有较高的导电率，在室温及高温条件下具有较高的强度和较好的韧性。常用的槽楔合金材料为铍钛锆铜合金，但铍在生产过程中对人体有毒害作用，为此有人研发了新型槽楔替代材料钛青铜，其合金成分为 Ti0.15-0.6%，Ni1.5-2.5%，微量 Cr、Zr，余为铜，其生产工艺为：熔炼、铸造→热锻→固溶（950℃）→冷加工变形→时效（500-550℃，t=3-4h）→机加工成产品。

问：（1）钛青铜合金元素总含量控制在  $\leq 2-4\%$  是出于何种考虑？（2）指出上述生产工艺环节中冷加工变形的作用。

2、碳钢线材通常指直径为 5mm-22mm 的热轧圆钢，其生产流程一般包括连铸坯在加热炉内加热、粗轧、中轧、预精轧和精轧、斯泰尔摩线上控冷和集卷等。由于其表面有一层氧化皮，在线材随后的拉丝过程中易造成钢丝表面缺陷或引起断丝，因此需去除表面这层氧化皮。研究表明，典型碳钢氧化皮由钢基体向外依次为  $Fe_{1-x}O$ 、 $Fe_3O_4$  和  $Fe_2O_3$ ，当冷速较慢（1℃/s）时在  $Fe/Fe_{1-x}O$  界面上形成连续的  $Fe_3O_4$  带，使氧化皮机械剥离很困难。已知某钢厂轧制该线材结束时吐丝温度为 830℃，氧化皮厚度为 3 μm，试分析：

（1）通过哪些措施可使线材上的氧化皮易于机械剥离？（机械剥离采用弯曲变形法）

（2）在  $Fe/Fe_{1-x}O$  界面上合金元素 C、Si 和杂质元素 Cu 的分布情况。