

## 2008 年度《物理冶金原理》复习思考题

(据大三同学说红色斜体部分为王老师最后一节课点评的题目, 大家注意一下)

晶体学基础、金属及合金相结构、固体金属原子扩散

### 1、简述题及基本概念:

金属键及金属的性能特点; 金属晶体、金属非晶的结构及性能特点; 材料分类方法及各类材料的有缺点; 复合材料性能特点及存在的问题; 空间点阵、晶胞及点阵常数; 晶体结构符号 (Pearson 符号); 晶面指数及晶向指数的求法; 晶面族与晶向族; 晶带、晶带轴及晶带定理; 配位数、致密度、原子半径; 间隙、间隙半径; 合金、组元、相及合金分类; 固溶体 (置换、间隙及有序固溶体); 固溶强化; 中间相 (正常价化合物、电子化合物、间隙相、间隙化合物、拓扑密堆相 [TCP 相]) 的结构及其性能特点; 同素异构转变及意义;

2、在面心立方晶胞中, ABCD 四点构成一个正四面体, 四点的坐标分别为 A (0, 1/2, 1/2), B (1/2, 1, 1/2), C (1/2, 1/2, 0), D (0, 1, 0), 写出该四面体中四个面的晶面指数及六条边的晶向指数;

3、求体心立方 (BCC)、面心立方 (FCC) 及密排六方 (HCP) 晶胞的原子数、原子半径、配位数、致密度、间隙半径;

4、碳在  $\alpha$ -Fe (BCC) 及  $\gamma$ -Fe (FCC) 中的最大固溶度 (原子百分数) 分别为 0.1% 和 8.9%, 若碳原子均位于八面体间隙中, 试分别计算  $\alpha$ -Fe 及  $\gamma$ -Fe 中八面体间隙被碳原子占据的百分数;

5、试述置换式固溶体与间隙式固溶体的形成条件、影响固溶度的主要因素及性能特点。

6、何谓固溶强化? 试分析影响金属固溶强化效果的因素;

7、试比较间隙固溶体与间隙相的结构特征及性能特点

8、组元 A 具有面心立方晶体结构, 组元 B 固溶于 A 中形成置换式固溶体, 试问  $A_3B$  还是  $A_2B$  成分的固溶体更易形成有序固溶体?

9、基本概念: 扩散, 扩散激活能, 扩散驱动力, 扩散系数。

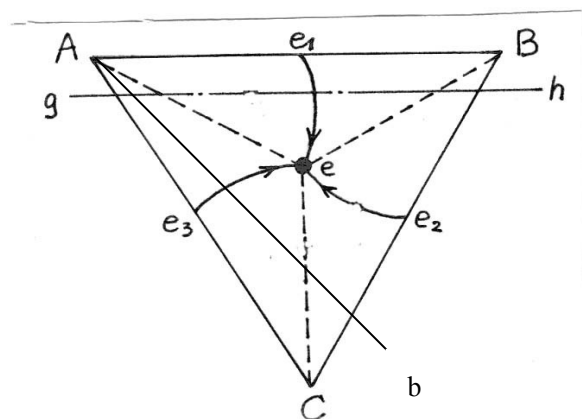
10、**试述固体合金中原子扩散的微观机制及影响金属原子扩散的主要因素。**

纯金属的凝固、二元合金、三元合金相图及凝固

1、**简述液态金属的结构特点及性质;**

- 2、何谓液态金属的**过冷**现象？影响液态金属凝固**过冷度**的主要因素有哪些？
- 3、**简述通过控制合金凝固过程细化金属晶粒的主要方法及机理；**
- 4、简述**平整界面、粗造界面**晶体液—固界面结构与晶体**生长机制**、晶体生长**形态**的关系；
- 5、分别简述影响纯金属与单相合金凝固时凝固平界面稳定性的主要因素；
- 6、**相图、相律；建立合金相图的基本方法及基本原理。**合金相图与合金组织、力学性能及工艺性能（铸造性能、热处理及塑性加工性能等）的关系。**平衡凝固与非平衡凝固；杠杆定律、溶质元素再分配、分配系数、凝固偏析、晶内偏析、枝晶偏析、宏观偏析；产生凝固偏析的原因及减小凝固偏析的基本方法；**
- 7、**组成过冷、组成过冷产生的条件及其对合金凝固界面形态及合金凝固组织的影响；**
- 8、**伪共晶、离异共晶、共生生长。包晶转变**的特点及非平衡包晶转变在材料科学与工程中的应用。
- 9、画出铁碳二元合金状态图。含碳量为**3%的Fe-C合金按Fe-Fe<sub>3</sub>C亚稳系平衡凝固凝固**，分析其凝固组织形成过程并画出其**冷却曲线**及其凝固组织示意图，计算共晶反应结束时出生奥氏体树枝晶与共晶组织的**相对含量**及室温组织中**组织组成与相组成的重量百分数**。
- 10、成分三角形、**直线法则、重心法则**。三元相图中水平投影图、**水平截面图及垂直截面图**的特点及用途。
- 11、三元合金两相平衡、三相平衡、四项平衡的特点。

- 12、分析固态下完全不互溶三元共晶相图水平投影图中各典型成分合金的凝固过程，画出过gh、Ab等线的垂直截面图、标明各相区的相组成、分析各标明合金的凝固过程（画出冷却曲线及凝固组织形成过程示意图）并计算a、b、c、d各合金凝固组织组织组成及相组成的相对重量百分数。



#### 位错基本理论、界面

1. **位错的定义，位错的基本性质。**

2. 刃位错、螺位错的基本特征及其运动特点。

3. 基本概念：

位错的应变能及线张力；刃位错及螺位错的应力场特点及其与溶质原子的交互作用特点；攀移，交滑移；割阶对位错运动的影响；扩展位错，层错能，全位错与分位错（Shockley, Frank 分位错的特征及其性质）；位错在应力场中的受力及位错间的交互作用；位错反应的条件，Lomer 位错，Lomer-Cottrell 位错，Cottrell 气团、Suzuki 气团

4. 根据位错理论，简述细晶强化、加工硬化、固溶强化及粒子强化（绕过粒子及切割粒子两种情况）的微观机制。

5. 简述位错的起源机制及增殖机制与观察位错的基本方法。小角度晶界、大角度晶界，小角度晶界的位错模型，大角度晶界的 CSL 模型，晶界偏析。

6. 试述晶界对金属材料常温及高温力学性能的影响规律并分析其机理。

7. 晶界迁移的驱动力及影响晶界运动的主要因素。

8. 共格、半共格及非共格相界面结构及相界面结构对合金组织形态及力学性能的影响。

9. 从原子扩散及晶界运动观点出发，试述强化高温金属结构材料可采取的主要方法

### 金属的塑性变形

1、 滑移、滑移系、滑移线、滑移带、交滑移、多滑移

2、 分切应力与临界分切应力、影响临界分切应力的主要因素

3、 比较滑移与孪晶塑性变形的特点

4、 比较单晶与多晶金属塑性变形的特点

5、 何谓加工硬化、固溶强化、细晶强化与粒子强化（弥散强化、沉淀强化）？从位错理论出发简述其强化的微观机制。

6、 画出 FCC 金属单晶体的典型加工硬化曲线，简述该曲线三个阶段的基本特征及其位错机制，分析晶体位相、晶体结构等因素对单晶体加工硬化曲线的影响。

7、 简述金属塑性变形后的组织特征与性能变化

8、 写出 Hall-Petch 关系式。简述金属材料的细晶强韧化机理。

### 变形金属的回复与再结晶

- 1、再结晶、二次再结晶、动态回复与动态再结晶、形变织构与再结晶织构、冷加工与热加工
- 2、试述冷变形金属加热过程中（回复、再结晶过程中）组织结构及性能变化情况。
- 3、试述影响再结晶过程及再结晶晶粒度的主要因素；简述回复过程及再结晶形核的微观机制
- 4、A、B 金属在室温下塑性变形，变形后发现 A 具有纤维状晶粒且其亚结构为位错胞，B 具有细小的等轴晶组织，试分析其原因。
- 5、简述固态相变的分类方法。
- 6、与凝固过程相比，试述金属固态相变的主要特点
- 7、简述扩散性相变的动力学特点
- 8、以 Al-4.5%Cu 合金为例，简述过饱和固溶体时效（沉淀析出）过程的一般特点、时效过程中组织结构的变化及其对性能的影响
- 9、简述马氏体相变的基本特征
- 10、综合运用物理冶金原理，试述细化金属材料晶粒的基本方法及机理。