

西北工业大学 2008 年硕士研究生入学试题

材料科学参考答案

一、简答题（每题 10 分，共 60 分）

1. 固态下，无相变的金属，如果不重熔，能否细化晶粒？如何实现？

答：可以。通过进行适当冷变形，而后在适当温度再结晶的方法获得细晶（应主意避开临界变形度和避免异常长大）。或进行热加工，使之发生动态再结晶。

2. 固体中有哪些常见的相结构？

答：固体中常见的相结构有：固溶体（单质）、化合物、陶瓷晶体相、非晶相、分子相。

3. 何谓平衡结晶？何谓非平衡结晶？

答：平衡结晶是指结晶速度非常缓慢，液相和固相中扩散均很充分的情况下的结晶。非平衡结晶是指结晶速度比较快，扩散不充分的情况下的结晶。

4. 扩散第一定律的应用条件是什么？对于浓度梯度随时间变化的情况，能否应用扩散第一定律？

答：扩散第一定律的应用条件是稳态扩散，即与时间无关的扩散。对于非稳态扩散的情况也可以应用扩散第一定律，但必须对其进行修正。

5. 何为织构？包括哪几类？

答：织构是晶体中晶面、晶向趋于一致现象。织构包括再结晶织构和变形织构。其中变形织构又包括丝织构和板织构。

6. 什么是成分过冷？如何影响固溶体生长形态？

答：凝固过程中，随液固界面的推进，液固界面附近液相一侧产生溶质原子富集，导致液相的熔点发生变化，由此产生的过冷现象称为成分过冷。无成分过冷时，固溶体以平面状生长，形成等轴晶；有较小过冷度时，形成胞状组织；有较大成分过冷时，形成树枝晶。

二、作图计算题（每题 15 分，共 60 分）

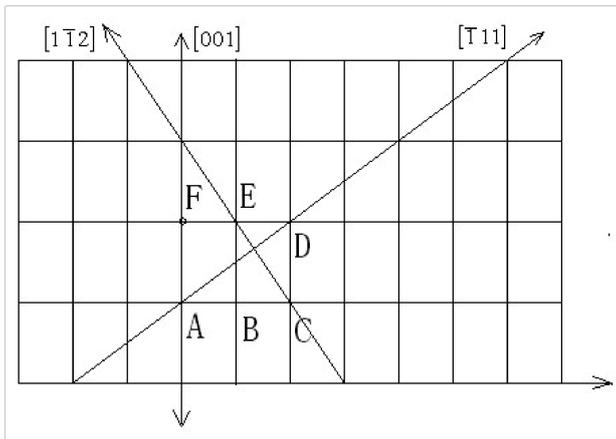
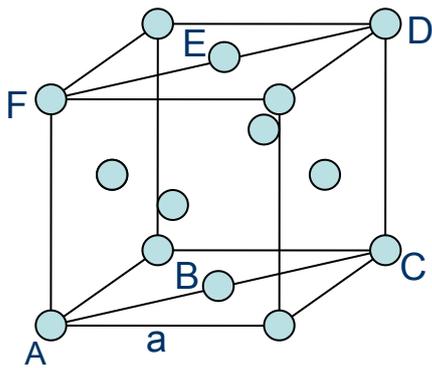
1. 请分别写出 FCC、BCC 和 HCP 晶体的密排面、密排方向，并计算密排面间距和密排方向上原子间距。

答：

晶体结构	密排面	密排方向	密排面间距	密排方向原子间距
FCC	{111}	$\langle 110 \rangle$	$\frac{\sqrt{3}}{3}a$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$
BCC	{110}	$\langle 111 \rangle$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$	$\frac{\sqrt{3}}{2}a$
HCP	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	$\frac{1}{2}c$	a

2. 请绘出面心立方点阵晶胞，并在晶胞中绘出(110)晶面；再以(110)晶面平行于纸面，绘出(110)晶面原子剖面图，并在其上标出[001]， $[\bar{1}\bar{1}2]$ ， $[\bar{1}11]$ 晶向。

答：



3. 已知 H70 黄铜在 400°C 时完成再结晶需要 1 小时，而在 390°C 下完成再结晶需 2 小时，请计算在 420°C 下完成再结晶需要多长时间？

答：在两个不同的恒定温度产生相同程度的再结晶时，

$$\frac{t_1}{t_2} = e^{-\frac{Q}{R}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} \quad \frac{t_1}{t_3} = e^{-\frac{Q}{R}(\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1})}$$

两边取对数，并比之得

$$\frac{\ln \frac{t_1}{t_2}}{\ln \frac{t_1}{t_3}} = \frac{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}}{\frac{1}{T_3} - \frac{1}{T_1}} = \frac{\frac{1}{400} + \frac{273}{1}}{\frac{1}{420} + \frac{273}{1}}$$

$$t_3 = 0.26 \text{ h}$$

4. 一个 FCC 晶体在 $[\bar{1}23]$ 方向在 2MPa 正应力下屈服，已测得开动的滑移系是 $(111)[\bar{1}01]$ ，请确定使该滑移系开动的分切应力 τ 。

答: $\cos \phi = \frac{[\bar{1}23] \cdot [111]}{|[\bar{1}23]| \cdot |[111]|} = \frac{-1+2+3}{\sqrt{14}\sqrt{3}} = 0.617$

$$\cos \lambda = \frac{[\bar{1}23][\bar{1}01]}{|[\bar{1}23]| \cdot |[\bar{1}01]|} = \frac{1+0+3}{\sqrt{14}\sqrt{2}} = 0.756$$

$$\tau = 2 \times 0.617 \times 0.756 = 0.933 \text{ MPa}$$

三、综合分析题（30分）

1. 请根据 Fe-Fe₃C 相图分析回答下列问题：（17分）

- 1) 请分析 2.0wt.%C 合金平衡状态下的结晶过程，并说明室温下的相组成和组织组成。
- 2) 请分析 2.0wt.%C 合金在较快冷却，即不平衡状态下可能发生的结晶过程，并说明室温下组织会发生什么变化。
- 3) 假设将一无限长纯铁棒置于 930°C 渗碳气氛下长期保温，碳原子仅由棒顶端渗入(如图示)，试分析并标出 930°C 和 缓冷至室温时的组织分布情况。

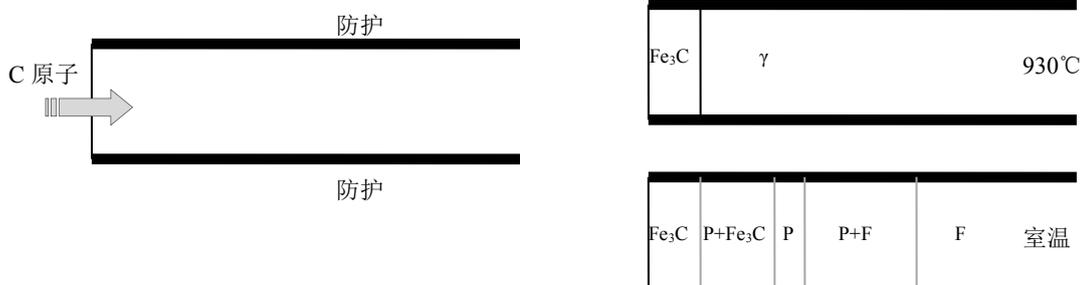
答:



相组成: α + Fe₃C 组织组成: P + Fe₃C_{II} (忽略 Fe₃C_{III})

- 2) 根据冷速不同，可能出现共晶反应，得到 Ld；得到的 P 层片细小；Fe₃C_{II} 的析出将收到抑制，甚至不析出。

- 3) 附图如下



2. 图示 Cu-Cd 二元相图全图及其 400°C~600°C 范围的局部放大: (13 分)

- 1) 请根据相图写出 549°C、547°C、544°C、397°C 和 314°C 五条水平线的三相平衡反应类型及其反应式;
- 2) 已知 β 相成分为 $w_{cd}=46.5\%$, 400°C 时 γ 相的成分为 $w_{cd}=57\%$, 请计算 400°C 时 $w_{cd}=50\%$ 合金的相组成。

答:

- 1) 549°C: 包晶反应, $(\text{Cu}) + \text{L} \rightarrow \beta$
- 547°C: 包晶反应, $\beta + \text{L} \rightarrow \gamma$
- 544°C: 共晶反应, $\text{L} \rightarrow \gamma + \delta$
- 397°C: 包晶反应, $\delta + \text{L} \rightarrow \epsilon$
- 314°C: 共晶反应, $\text{L} \rightarrow \epsilon + (\text{Cd})$

$$2) \beta\% = \frac{57 - 50}{57 - 46.5} \times 100\% = 66.7\% \quad \text{或} \quad \gamma\% = \frac{50 - 46.5}{57 - 46.5} \times 100\% = 33.3\%$$