

西北工业大学 2007 考研真题

一、简答题

1、请说明什么是全位错和不全位错，并请写出 FCC、BCC 和 HCP 晶体中的最短单位位错的柏氏矢量。

答：全位错：柏氏矢量等于点阵矢量的整数倍；

不全位错：柏氏矢量不等于点阵矢量的整数倍。

FCC: $\frac{a}{2} \langle 110 \rangle$; BCC: $\frac{a}{2} \langle 111 \rangle$; HCP: $\frac{a}{3} \langle 11 \bar{2}0 \rangle$;

2、已知原子半径与晶体结构有关，请问当配位数降低时，原子半径如何变化？为什么？

答：半径收缩。这是因为原子尽量保持自己所占的体积不变或者少变（原子所占体积 $V_A = \text{原子的体积} \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) + \text{间隙的体积}$ ）。当晶体结构的配位数减小时，即发生间隙体积的增加，若要维持上述方程平衡，则原子半径必然发生收缩。

3、均匀形核与非均匀形核具有相同的临界晶核半径，非均匀形核的临界形核功也等于三分之一表面能，为什么非均匀形核比均匀形核容易？

答：非均匀形核与均匀形核的临界晶核半径相等，但非均匀形核晶核体积为球冠的体积，而均匀形核为一个球的体积，因此非均匀形核形核体积小，所需要的调动的原子数少，结构起伏小；非均匀形核的临界形核功也等于三分之一表面能，但非均匀形核表面能小于均匀形核的表面能，即非均匀形核的临界形核功小。因此非均匀形核比较容易。

4、原子的热运动如何影响扩散？

答：热运动增强将使原子的跃迁距离、跃迁几率和跃迁频率均增大，即增大扩散系数。

5、如何区分金属的热变形和冷变形？

答：变形温度与再结晶温度的高低关系。高于再结晶温度的为热变形，反之为冷变形。

二、作图计算题

1、已知某晶体在 500℃时，每 10^{10} 个原子中可以形成有 1 个空位，请问该晶体的空位形成能是多少？（已知该晶体的常数 $A=0.0539$ ，波耳兹曼常数 $K=1.381 \times 10^{-23}$ J/ K）

答： $C=A \exp\left(-\frac{\Delta E_V}{KT}\right)$

$$\Delta E_V = -KT \ln \frac{C}{A} = -[1.381 \times 10^{-23} \times (500 + 273)] \ln \frac{10^{-10}}{0.0539}$$

$$= 1.068 \times 10^{-20} \times 17.8 = 2.15 \times 10^{-19} \text{ J}$$

2、请计算简单立方晶体中，(111)和 $(1\bar{1}1)$ 的夹角。

答： $\cos \alpha = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \times \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}} = \frac{1-1+1}{\sqrt{3} \times \sqrt{3}} = \frac{1}{3}$

$$\alpha = 70^\circ 32'$$

3、请判定在 fcc 中下列位错反应能否进行：

$$\frac{a}{2}[\mathbf{10\bar{1}}] + \frac{a}{6}[\mathbf{\bar{1}21}] \rightarrow \frac{a}{3}[\mathbf{11\bar{1}}]。$$

答：几何条件：

$$b_1 + b_2 = \frac{a}{2}[\mathbf{10\bar{1}}] + \frac{a}{6}[\mathbf{\bar{1}21}] = \frac{a}{3}[\mathbf{11\bar{1}}]$$

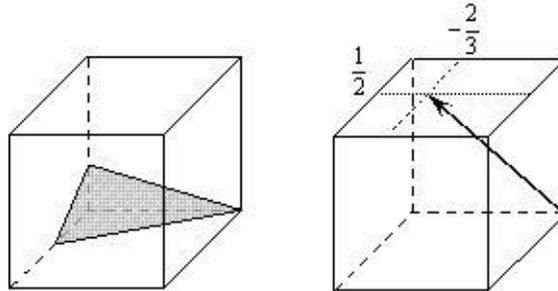
能量条件：

$$|b_1|^2 + |b_2|^2 = \frac{2}{3}a^2 > |b_3|^2 = \frac{a^2}{3}$$

满足能量条件，反应可以进行。

4、试画出面心立方晶体中的 (123) 晶面和 $[3 \bar{4}6]$ 晶向

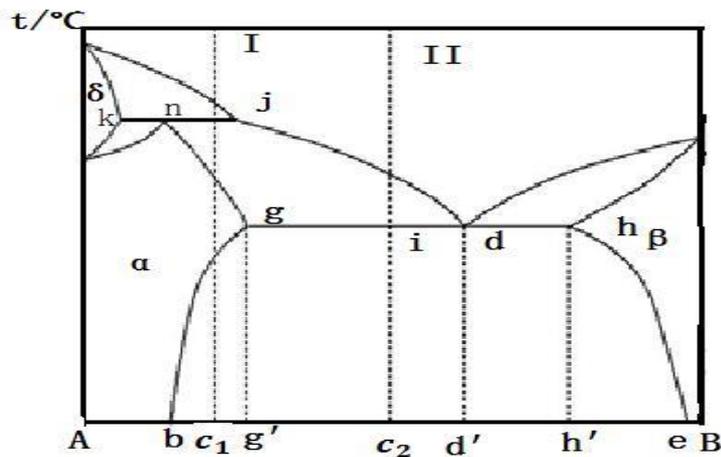
答：



三、综合分析题

1、如附图所示，请分析：

- 1) 两水平线的反应类型，并写出反应式；
- 2) 分析 Ab、bg'、g' d'、d'、d' h'、h' e、eB 七个区域室温下的组织组成物（j 点成分小于 g 点成分）；
- 3) 分析 I、II 合金的平衡冷却过程，并注明主要的相变反应；
- 4) 写出合金 I 平衡冷却到室温后相组成物相对含量的表达式及合金 II 平衡冷却到室温后组织组成物 I 相对含量 II 的表达式。



答：1) 水平线 knj 为包晶反应： $L_j + \delta_k \rightarrow \alpha_n$;

水平线 gdh 为共晶反应： $L_d \rightarrow \alpha_g + \beta_h$;

2) Ab: α

bg' : $\alpha + \beta_{II}$

g' d: $\alpha + (\alpha + \beta)_{共} + \beta_{II}$

d' : $(\alpha + \beta)_{共}$

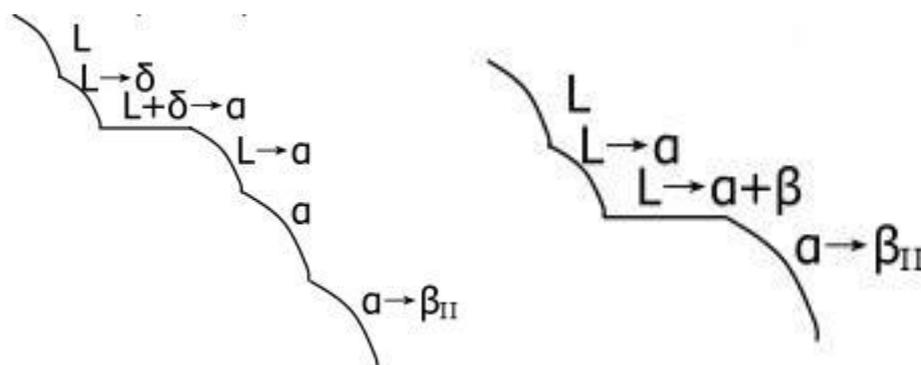
d' h' : $\beta + (\alpha + \beta)_{共} + \alpha_{II}$

h' e: $\beta + \alpha_{II}$

eB: β

3) 合金 I

合金 II



4) 合金 I 相组成： $W_{\alpha} = \frac{ec_1}{be} \times 100\%$;

$$W_{\beta} = \frac{bc_1}{be} \times 100\%;$$

合金 II 组织组成： $W_{(\alpha+\beta)_{共}} = \frac{ig}{gd} \times 100\%$;

$W_{\beta_{II}} = \alpha_{初} \text{共晶前析出量} \times \beta_{II} \text{析出比例} = \frac{id}{gd} \times \frac{bg'}{be} \times 100\%$;

$W_{\alpha_{初}} = \alpha_{初} \text{共晶前析出量} - \beta_{II} \text{析出量} = \frac{id}{gd} \times 100\% - W_{\beta_{II}}$;

2、请对比分析回复、再结晶、正常长大、异常长大的驱动力及力学性能变化。

	回复	再结晶	正常长大	异常长大
驱动力	储存能（主要是点阵畸变能）	储存能（主要是点阵畸变能）	总界面能	总界面能和表面能
力学性能变化	基本保持变形后性能	恢复到冷变形前的水平	保持在结晶后的水平	性能恶化 强度、塑性下降