

西北工业大学 2009 考研真题

一、简答题

1、在位错发生滑移时，请分析刃位错、螺位错和混合位错的位错线 l 与柏氏矢量 b 、外加切应力 τ 与柏氏矢量 b 、外加切应力 τ 与位错线 l 之间的夹角关系，及位错线运动方向。（请绘表格作答，答案务必写在答题册上）

	B 与 l	τ 与 b	τ 与 l	位错线运动方向
刃型位错	\perp	$//$	\perp	法线
螺型位错	$//$	$//$	$//$	法线
混合位错	一定角度	$//$	一定角度	法线

2、什么是置换固溶体？影响置换固溶体溶解度的因素有哪些？形成无限固溶体的条件是什么？

答：溶质原子溶入溶剂中形成固溶体时，溶质原子取代溶剂原子，并保持溶剂结构的合金相称为置换固溶体。

影响因素有：1）原子尺寸；2）晶体结构；3）电负性；4）电子浓度

两组元晶体结构相同是形成无限固溶体的必要条件；原子尺寸相近；电负性相近；电子浓度低；

3、置换扩散与间隙扩散的扩散系数有何不同？在扩散偶中，如果是间隙扩散，是否会发生柯肯达尔效应？为什么？

答：间隙扩散系数与空位浓度无关，而置换扩散系数与空位浓度有关（可用公式表示）。一般地，间隙扩散系数大于置换扩散系数。不会发生。因为间隙扩散中考虑间隙原子定向流动，未考虑置换互溶式扩散。

4、在室温下对铁板（其熔点为 1538°C ）和锡板（其熔点为 232°C ），分别进行来回弯折，随着弯折的进行，各会发生什么现象？为什么？

答：根据 $T_{\text{再}} = (0.35 \sim 0.45) T_m$ 可知 Fe 在室温下加工为冷加工，Sn 在室温下加工为热加工因此随着弯曲的进行，铁板发生加工硬化，继续变形，导致铁板断裂 Sn 板属于热加工，产生动态再结晶，弯曲可不断进行下去。

5、何为固溶强化？请简述其强化机制。

答：固溶强化就是由于合金元素的加入，溶质原子阻碍位错运动，从而使合金强度提高的现象。

机理：固溶强化实质是溶质原子与位错的弹性交互作用，电交互作用和化学交互作用；

①弹性交互作用：溶质原子溶入溶剂，造成点阵畸变，以溶质原子为中心产生应力场，该应力场与位错产生弹性交互作用，使溶质原子聚集到位错周围（置换固溶体中比溶剂原子大的溶质原子往往扩散到正刃位错的下端拉应力部位，而比溶剂原子小的溶质原子扩散到正刃位错的上端压应力的部位；间隙固溶体中溶质原子总是扩散到位错线下方），形成柯氏气团，对位错线钉扎，降低体系能量，使

体系稳定，从而阻碍位错运动，使强度升高；

②化学交互作用：溶质熔入溶剂会引起层错能降低，形成扩展位错，难以交滑移，引起位错塞积，发生化学交互作用，形成铃木气团，阻碍位错运动，使强度升高；

③电交互作用：溶质、溶剂由于价电子数差异，形成局部静电偶极，导致溶质原子与静电区发生短程交互作用，溶质或富集与拉伸区，或富集于压缩区，均产生固溶强化，使强度升高；

6、请比较二元共晶转变与包晶转变的异同。

答：相同点：恒温、恒成分转变；相图上均为水平线。

不同点：共晶为分解型反应，包晶为合成型反应；共晶线全是固相线，包晶线只有部分是固相线；共晶三角在水平线上，包晶三角在水平线下。

二、作图计算题

1、请比较 FCC 晶体中 $b_1 = \frac{a}{2}[111]$ 和 $b_2 = a[100]$ 两位错的畸变能哪个较大。

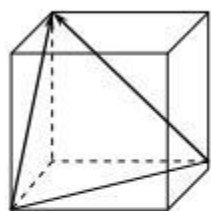
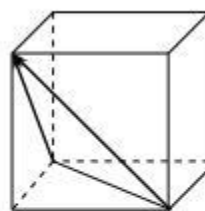
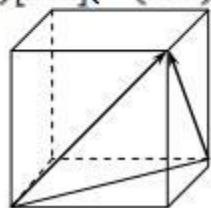
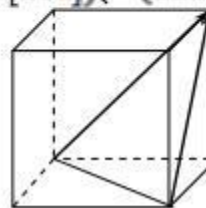
$$\text{答： } |b_1| = \frac{a}{2}\sqrt{1+1+1} = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

$$|b_2| = a\sqrt{1+0+0} = a$$

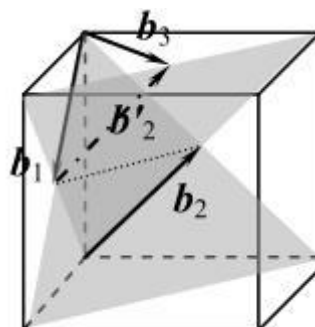
由 $W = \alpha G b^2$ ， b 越小，能量越低，引起点阵缺陷越小，故：FCC 中的 b_2 引起的畸变较小。

2、面心立方晶体沿 $[001]$ 方向拉伸，可能有几个滑移系开动？请写出各滑移系指数，并分别绘图示。

答：共 12 个滑移系，其中可能开动的有 8 个。分别是：

$(111)[0\bar{1}1]$ 、 $(111)[\bar{1}01]$  $(\bar{1}\bar{1}1)[0\bar{1}1]$ 、 $(\bar{1}\bar{1}1)[101]$  $(\bar{1}\bar{1}1)[101]$ 、 $(\bar{1}\bar{1}1)[011]$  $(11\bar{1})[\bar{1}01]$ 、 $(11\bar{1})[011]$ 

3、在 Al 单晶中， (111) 面上有一位错 $b_1 = \frac{a}{2}[\mathbf{10} \ \bar{1}]$ ， $(11 \ \bar{1})$ 面上另一位错 $b_2 = \frac{a}{2}[\mathbf{011}]$ 。若两位错发生反应，请绘出新位错，并判断其性质。



答：新位错为 $b_3 = \frac{a}{2}[\mathbf{110}]$ 位错线为 (111) 面与 $(11 \ \bar{1})$ 面的交线 $[\bar{1}10]$ 。

两者垂直，因此是刃型位错。

4、请分别写出立方晶系中 $\{110\}$ 和 $\{100\}$ 晶面族包括的晶面。

答：

$$\{110\} = (110) + (101) + (011) + (\bar{1}10) + (\bar{1}01) + (0 \ \bar{1}1)$$

$$\{100\} = (100) + (010) + (001) + (\bar{1}00) + (0\bar{1}0) + (00\bar{1})$$

三、综合分析题

1、请分析影响回复和再结晶的因素各有哪些，以及影响因素的异同，并请分析其原因。

	回复	再结晶	原因
温度（升）	促进	促进	均为热激活过程，温度越高，越有利；
冷变形量（增）	促进	促进	冷变形量越大，其畸变能越大，驱动力越大，所以促进回复和再结晶进行，
溶质原子	阻碍	阻碍	溶质原子存在，阻碍位错和晶界的运动，从而阻碍这些过程的进行；
第二相粒子	促进	促进或阻碍	第二相粒子存在会使畸变能增大，促进回复和再结晶的进行，但也会阻碍晶界的运动，阻碍再结晶的进行
原始晶粒（细小）	促进	促进	原始晶粒越细小，变形抗力越大，储存能增加，促进回复和再结晶的进行。
晶粒位向	无影响	无影响	
热蚀沟	无影响	一般无影响	在回复、再结晶阶段尚未形成热蚀沟，故对回复、再结晶无影响；

2、附图 Ti-Al 二元合金相图：

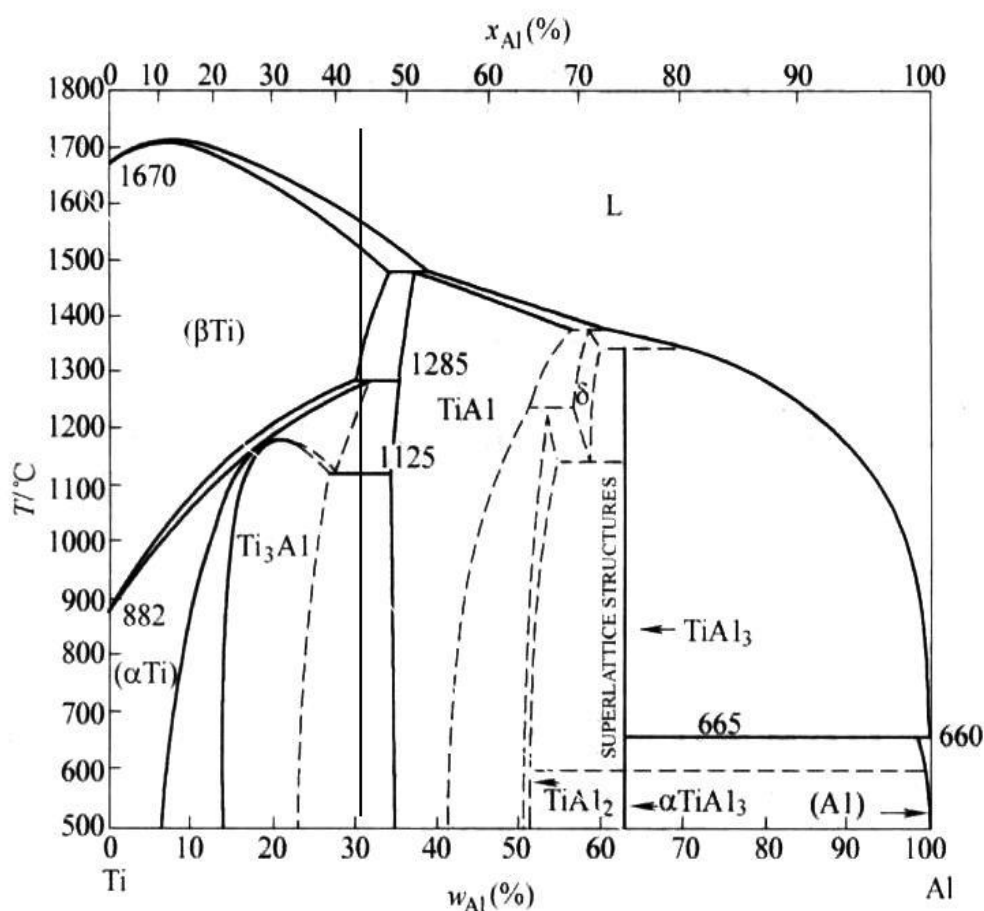
1) 请分析并分别写出 1285℃、1125℃和 665℃三个恒温转变的类型和反应式，以及 882℃时发生两相恒温转变的类型和反应式。

2) 请绘出 $w=31\%$ 合金平衡结晶的冷却曲线, 并注明各阶段的主要相变反应。

3) 请分析 500°C 时, $w=31\%$ 的合金平衡结晶的相组成物和组织组成物, 并计算其质量分数。(注: 1125°C 时,

$w_{\alpha\text{Ti}}=27\%$, $w_{\text{Ti}_3\text{Al}}=26\%$, $w_{\text{TiAl}}=35\%$; 500°C 时,

$w_{\text{Ti}_3\text{Al}}=23\%$, $w_{\text{TiAl}}=35\%$)

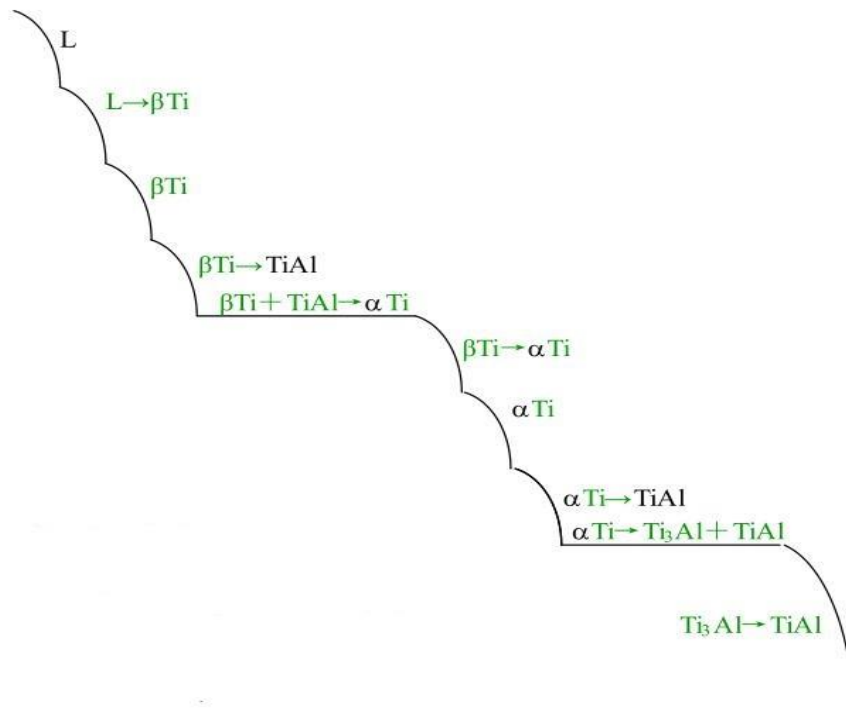


答: 1) 1285°C : 包析反应, $\beta\text{Ti} + \text{TiAl} \rightarrow \alpha\text{Ti}$

1125°C : 共析反应, $\alpha\text{Ti} \rightarrow \text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl}$

665°C : 包晶反应, $\text{L} + \text{TiAl}_3 \rightarrow \text{Al}$

882°C : 同素异构转变, $\beta\text{Ti} \rightarrow \alpha\text{Ti}$



相组成: Ti_3Al 、 TiAl

$$\text{Ti}_3\text{Al}\% = \frac{35-31}{35-23} \times 100\% = 33.3\%$$

$$\text{TiAl}\% = 1 - \text{Ti}_3\text{Al}\% = 66.7\%$$

组织组成: TiAl 、 $(\text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl})$ 共

$$\text{TiAl}\% = \frac{31-27}{35-27} \times 100\% = 50\%$$

$$(\text{Ti}_3\text{Al} + \text{TiAl}) \text{ 共}\% = 1 - \text{TiAl}\% = 50\%$$