

西北工业大学 2012 考研真题

一、简答题

1、请简述滑移和孪生变形的特点？

答：滑移变形的特点：

- ①平移滑动：相对滑移的两部分位向关系不变；
- ②滑移线与应力轴呈一定角度；
- ③滑移不均匀性：滑移集中在某些特定的晶面上；
- ④滑移线先于滑移带出现，由滑移线构成滑移带；
- ⑤滑移在滑移系上进行，滑移系是由特定的晶面和晶相组成；

孪生变形的特点：

- ①部分晶体产生均匀切变；
- ②变形区与未变形区呈晶面对称关系；
- ③变形所需的临界切分应力大；
- ④孪生对于塑性变形的贡献小于滑移；
- ⑤产生表面浮凸；

2、什么是上坡扩散？哪些情况下会发生上坡扩散？

答：由低浓度处向高浓度处扩散的现象称为上坡扩散。应力场作用、电场磁场作用、晶界内吸附作用和调幅分解反应等情况下可能发生上坡扩散。扩散驱动力来自自由能下降，即化学位降低。

3、在室温下，一般情况金属材料的塑性比陶瓷材料好很多，为什么？纯铜与纯铁这两种金属材料哪个塑性好？说明原因。

答：金属材料的塑性比陶瓷材料好很多的原因：金属材料由金属键结合，金属键是金属阳离子和自由电子相互吸引结合起来。当金属弯曲变形时，原子将改变它们彼此之间的位置，但并不破坏金属键，因此金属有良好的塑韧性也比较好。陶瓷材料由离子键和共价键结合，共价键是相邻原子共用电子对结合起来，有方向性和饱和性，结合力大，使材料脆性大，塑韧性差，离子键是由阴阳离子在静电作用下相互吸引起来，键合很强，脆性大，塑韧性差。因此室温条件下，多数金属材料的塑韧性优于陶瓷材料。铜为面心立方结构，铁为体心立方结构，两者滑移系均为 12 个，但面心立方的滑移系分布取向较体心立方匀衡，容易满足临界分切应力。且面心立方滑移面的原子堆积密度比较大，因此滑移阻力较小。因而铜的塑性好于铁。

4、请总结并简要回答二元合金平衡结晶过程中，单相区、双相区和三相区中，相成分的变化规律。

答：单相区：相成分为合金平均成分，不随温度变化；

双相区：两相成分分别位于该相区的边界，并随温度沿相区边界变化；

三相区：三相具有确定成分，不随结晶过程变化。

5、合金产品在进行冷塑性变形时会发生强度、硬度升高的现象，为什么？如果合金需要进行较大的塑性变形才能完成变形成型，需要采用什么中间热处理的方法？而产品使用时又需要保持高的强度、硬度，又应如何热处理？

答：合金进行冷塑性变形时，位错大量增殖，位错运动发生交割、缠

结等，使得位错运动受阻，同时溶质原子、各类界面与位错的交互作用也阻碍位错的运动。因此发生应变硬化，使强度、硬度升高。较大的塑性变形产生加工硬化（应变硬化），如果需要进行继续变形就要进行中间热处理，即再结晶退火，使塑性恢复到变形前的状态，零件可继续进行塑性变形。如果产品需要保持高的强度、硬度，可在最终热处理时采用去应力退火，去除残余应力，保持零件较高的强度、硬度。

二、作图计算题

1、在 Fe-Fe₃C 相图中有几种类型的渗碳体？分别描述这些渗碳体的形成条件，并绘制出平衡凝固条件下这些不同类型渗碳体的显微组织形貌。

答：渗碳体包括：初生（一次）渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体、共晶渗碳体、共析渗碳体，共五种。

（1）初生（一次）渗碳体：含碳量大于 4.3% 的 Fe-C 合金在平衡凝固时从液相结晶出来的渗碳体，形貌为板条状。

（2）二次渗碳体：含碳量 0.77~2.11% 的 Fe-C 合金，在 1148℃ 冷却到 727℃ 过程中，从 γ 相中脱溶的渗碳体。

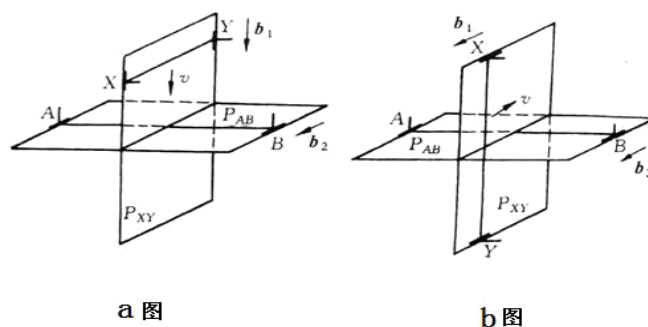
（3）三次渗碳体：含碳量小于 0.0218% 时，低于 727℃，从 α 相脱溶析出的渗碳体。

（4）共晶渗碳体：含碳量 2.11~6.69% 的 Fe-C 合金，在 1148℃ 发生共晶反应时形成的渗碳体。

（5）共析渗碳体：含碳量 0.0218~6.69% 的 Fe-C 合金，在 727℃ 发生共析反应时生成的渗碳体。

$\text{Fe}_3\text{C}_{\text{III}}$ (薄片状) $\rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{\text{共析}}$ (层片状) $\rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{\text{II}}$ (网状) \rightarrow
 $\text{Fe}_3\text{C}_{\text{共晶}}$ (连续基体) $\rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{\text{I}}$ (粗大片状) 各渗碳体形貌见教材相关部分。

2、在两个相互垂直的滑移面上各有一条刃型位错 AB、XY，如图所示。假设以下两种情况中，位错线 XY 在切应力作用下发生运动，运动方向如图中 v 所示，试问交割后两位错线的形状有何变化（画图表示）？在以下两种情况下分别会在每个位错上形成割阶还是扭折？新形成的割阶或扭折属于什么类型的位错？



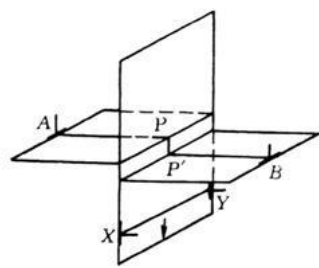
答：a 图：

- ①XY 向下运动与 AB 交割，产生 PP' 小台阶，宽度为 $|b_1|$ ；
- ② PP' 的柏氏矢量仍为 b_2 ；
- ③ $PP' \perp b_2$ 为刃型位错；
- ④ PP' 不在原滑移面上，为割阶；
- ⑤XY 平行于 b_2 ，不形成台阶；

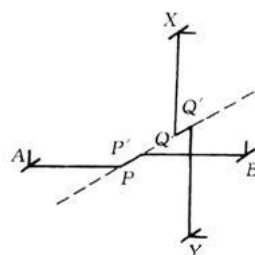
b 图：

- ①AB 位错线上出现 PP' 平行于 b_2 ，宽度为 $|b_1|$ ；

- ② PP' 的柏氏矢量仍为 b_2 ;
- ③ $PP' \parallel b_2$ 为螺型位错;
- ④ PP' 在原滑移面上, 为扭折;
- ⑤ XY 位错线上出现 QQ' 平行于 b_1 , 宽度为 $|b_2|$;
- ⑥ QQ' 的柏氏矢量仍为 b_1 ;
- ⑦ $QQ' \parallel b_1$ 为螺型位错;
- ⑧ QQ' 在原滑移面上, 为扭折;



a 图



b 图

3、已知 H 原子半径 r 为 0.0406nm , 纯铝是 fcc 晶体, 其原子半径 R 为 0.143nm , 请问 H 原子溶入 Al 时处于何种间隙位置?

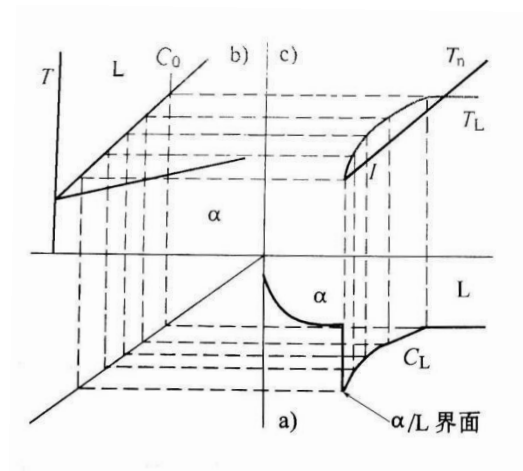
答: fcc 晶体的八面体间隙 $\frac{r}{R} = 0.414$, 四面体间隙 $\frac{r}{R} = 0.225$ 。

根据题意知 $\frac{r_H}{R_{Al}} = \frac{0.0406}{0.143} = 0.284$, 因此 H 原子应处于四面体间隙。

4、柱状试样, 当固溶体合金 ($k_0 > 1$) 从左向右定向凝固, 凝固过程中假设, 凝固速度快, 固相不扩散、液相基本不混合, α/L (固/液) 界面前沿液体中的实际温度梯度为正温度梯度。由于 α/L 界面前沿液体存在成分过冷区, 晶体易以

树枝状结晶生长。当合金从左向右定向凝固，达到稳态凝固区时，请分析并画出：① $k_0 > 1$ 相图；② α/L 界面处固体、液体的溶质浓度分布图；③ 液体中成分过冷区图。

答：柱状试样从左向右定向凝固，在固相不扩散、液相基本不混合、 $k_0 > 1$ 的条件下，在凝固达到稳态凝固区时， α/L 界面前沿液体溶质浓度分布 C_L 如图 a 所示。由于 α/L 界面前沿液体中溶质浓度从左向右逐渐升高（与 $k_0 < 1$ 情况不同），成分与相图对应如图 b。 α/L 界面前沿液体中从左向右熔点逐渐升高（与 $k_0 < 1$ 情况相同）构成 T_L 曲线，加之界面前沿液体中的实际温度梯度为正温度梯度 T_n ，即形成了由 T_L 、 T_n 两曲线组成的成分过冷区见图 c，在凝固过程中晶体易以树枝状结晶生长。



三、综合分析题

1、试用位错理论解释低碳钢的应变时效现象。

答：将退火低碳钢进行少量塑性变形后卸载，然后立即加载，屈服现象不再出现。如果卸载后在室温下放置较长时间或加热到一定温度保温，屈服现象再次出现，而且低碳钢的强度及硬度升高，这种现象称

为应变时效或机械时效。

机理：柯垂尔理论：卸载后立即重新加载，位错已经脱钉，因此不会出现屈服现象，放置较长时间或加热后保温一段时间再加载时，溶质原子又重新扩散到位错周围后，对位错重新钉扎，因此会再次出现屈服现象；

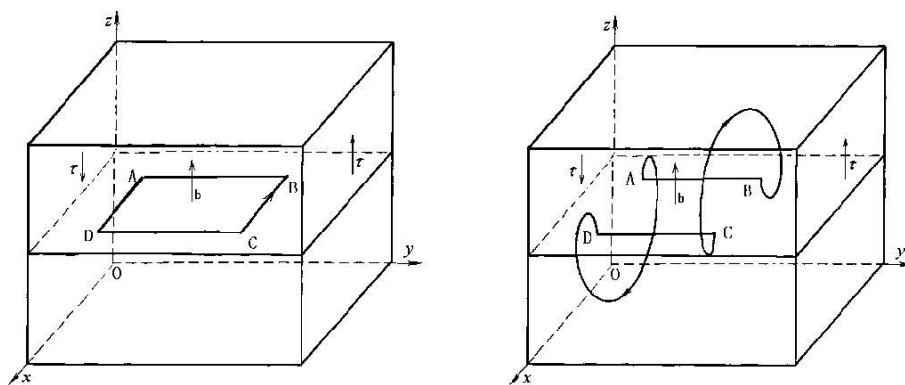
位错增殖理论：卸载后立即加载时，位错已经增殖，因此不会出现屈服现象。放置较长时间或加热后保温一段时间在加载，发生了回复，位错已经发生了合并重组或抵消，因此再次出现屈服现象。

两种理论均有实验依据，目前一般同时采用两理论解释应变时效的产生原因。

2、如图所示，在立方单晶体中有一个位错环 ABCDA，其柏氏矢量 b 平行于 z 轴

1) 指出各段位错线是什么类型的位错。

2) 各段位错线在外应力 τ 作用下将如何运动？请绘图表示：



答：1) AB、BC、CD、DA 段都是刃位错

2) AB 和 CD 不动；BC 向上滑移，AD 向下滑移，如图所示。