

简答：

1. 影响间隙固溶体固溶度的因素有什么？主要影响因素是什么？为什么？

影响间隙固溶体固溶度的因素：

- 1) 溶质原子和熔剂晶体结构间隙尺寸差；
- 2) 晶体结构
- 3) 电负性
- 4) 电子浓度

主要影响因素：溶质原子和熔剂晶体结构间隙尺寸差

间隙固溶体是由溶质填入熔剂点阵间隙中形成，点阵畸变较大，溶质原子尺寸和熔剂点阵间隙的尺寸差决定了点阵畸变的大小，从而决定了固溶度的大小。

2. 柏氏矢量是什么？柏氏矢量的特点有什么？

柏氏矢量是可以揭示位错本质并能描述位错行为的矢量，用 \mathbf{b} 表示。

在完整晶体和含位错晶体中，分别按右螺旋的方向做一个闭合回路，并保证每一方向上的步数相同。含位错晶体中的闭合回路中由终点指向起点的矢量就是 \mathbf{b} 。

柏氏矢量有 3 个特点：唯一性、可加性、同一性。

3. 液固相变的驱动力和阻力是什么？固态相变的驱动力和阻力有什么？

液固相变的驱动力为相变时体系自由能的降低，阻力为晶胚表面自由能的增加；

固态相变的驱动力为新相母相的自由能差，阻力为相界面处应变能的增加和新表面能的增加。

4. 溶质原子扩散的通道有什么？简述位错扩散的影响因素。

溶质原子的扩散可分为体扩散、位错扩散、晶界扩散和表面扩散。

体扩散可分为间隙扩散和空位扩散；

因此，扩散通道有点缺陷、线缺陷、面缺陷。

溶质原子借助位错扩散时，位错既可以起到“管道”作用，又可以起到“陷阱”作用，前者加速溶质原子扩散，后者阻碍溶质原子扩散。

5. 纯铁的晶体长大的形态是什么？其生长机理是什么？影响因素有哪些？

(1) 正温度梯度下，平面状长大；负温度梯度下，树枝状长大。

(2) 纯铁为微观粗糙界面，其生长机理是垂直长大；

(3) 影响晶体长大的因素有：液固界面结构和液固界面前沿液相温度分布。

作图计算题：

1. Cu 和 Al 组成了半无限长的扩散偶,在 500°C和 600°C时的扩散系数分别为 $4.8 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$ 和 $5.3 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$, 计算如果想获得和 600°C时扩散 10 小时同样的效果, 在 500 扩散需要多长时间?

根据扩散公式 (1) :

$$\delta = A \sqrt{Dt} \quad (1)$$

由 (1) 知, 当扩散距离 δ 相等时, $D_1 / D_2 = t_2 / t_1$

则当在 600°C 下扩散 $t_2 = 10\text{h}$ 时, 求得 $t_1 = t_2 \cdot D_2 / D_1 = 110.4\text{h}$

故在 500°C 应扩散 110.4 小时。

2. 交滑移系由一个滑移方向和两个包含这一滑移方向的滑移面组成, 如 bcc 的交滑移系为 $(101) [-111] (110)$, 请找出在 bcc 晶体中滑移方向为 $[-111]$ 的其他类似交滑移系并画图。

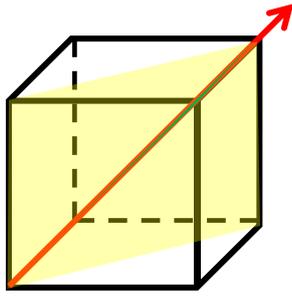
bcc 晶体中的滑移系共有 48 个, 其中滑移面 $\{110\}$ 对应的滑移系有 12 个

考虑到交滑移系中滑移方向 $[-111]$ 应在滑移面上, 可能的滑移面为:

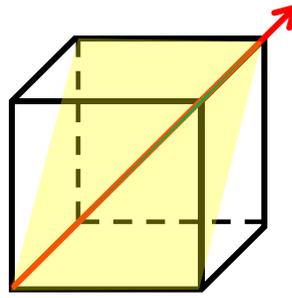
(101) 、 (110) 、 $(0\bar{1}1)$, 对应 3 个交滑移系

则其余两个交滑移系为 $(110) [-111] (0\bar{1}1)$ 、 $(101) [-111] (0\bar{1}1)$

如图所示:



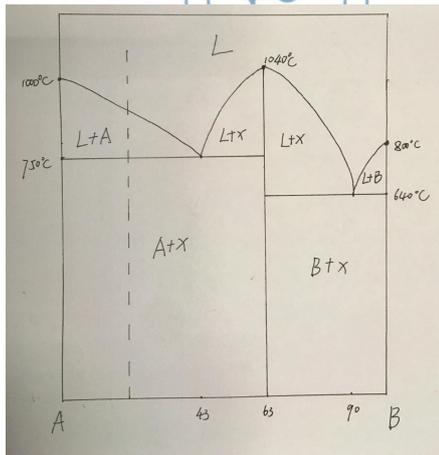
$(110) \quad [-111] \quad (0\bar{1}1)$



$(101) \quad [-111] \quad (0\bar{1}1)$

3. AB 组成的固溶体液态完全互溶，固态完全不互溶，A 的熔点为 1000°C ，B 的熔点为 800°C ，有成分 x 中 B 的质量分数为 63，熔点为 1040 ，已知 43 质量分数的 B 在 750 发生共晶反应，90 质量分数的 B 在 640 发生共晶反应，求 1.画出相图。2.x 的化学式。3.20%的 B 冷却时的相组成和组织组成(用质量分数和摩尔分数表示，A 的相对原子质量为 28，B 的相对原子质量为 24)

(1) 平衡相图：



(2) X 的化学式：

X 点处成分中 A 和 B 的摩尔比为：

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{m_A / M_A}{m_B / M_B} = \frac{37 \times 24}{63 \times 28} = 0.5$$

故 X 的化学式为 AB₂

(3) 20%的 B 冷却时的相组成和组织组成:

相组成: A+AB₂

组织组成: A 初+ (A+AB₂) 共

由杠杆定律:

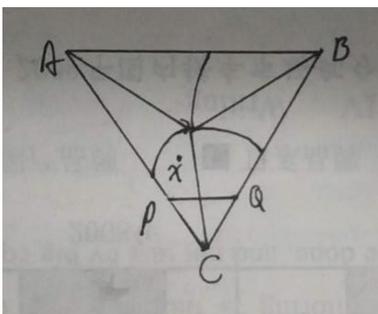
相组成中, $W_A = \frac{43}{63} \times 100\% = 68.3\%$

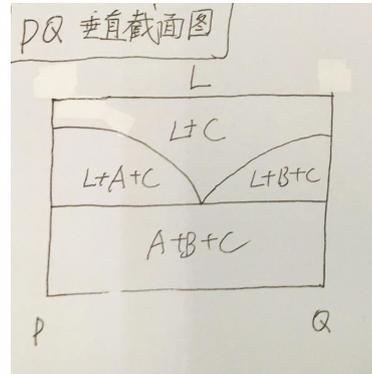
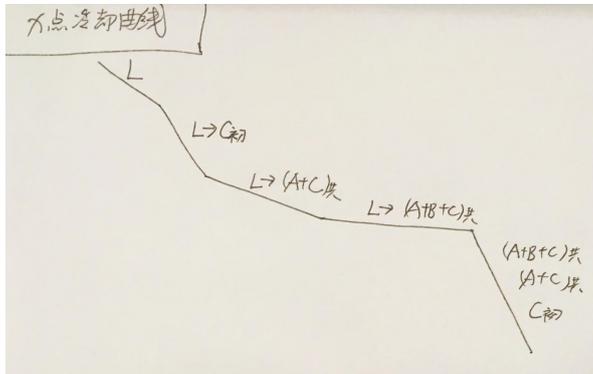
$$W_B = \frac{20}{63} \times 100\% = 31.7\%$$

组织组成中, $W_{A初} = \frac{23}{43} \times 100\% = 53.5\%$

$$W_{(A+AB_2)共} = \frac{20}{43} \times 100\% = 46.5\%$$

4. 画出 PQ 的垂直截面图和 x 点的冷却曲线, 注明相变反应类型。





其中，由液相中析出单相为匀晶转变，析出双相和三相为共晶转变。

分析题：

1. 第二相一定起强化作用吗？简述强化机制和原因，那种强化效果最好？

不一定。

第二相强化可分为弥散强化和复相强化。

弥散强化根据第二相粒子可否变形可分为位错切过机制和位错绕过机制，两种机制均消耗了位错运动能量，从而提高材料强度并降低其塑韧性。第二相微粒尺寸越小，体积分数越大效果

复相强化的强化效果则取决于第二相的性质形态数量分布，且只有当第二相为硬脆相时才可能起到强化作用。

(1) 当硬脆相呈连续网状分布时（如 T12 钢），位错运动受阻，塞积应力很大，材料的强度塑韧性均下降；

(2) 当硬脆相呈层片状分布时（如 T8 钢），位错运动受阻，塞积应力一般，材料的强度提高，塑韧性略有下降；

(3) 当硬脆相呈颗粒状分布时（如粒状珠光体），位错运动受阻较小，塞积应力较小，材料的强度较层片状更低，但塑韧性更好。

其它强化机制还有固溶强化、加工硬化和细晶强化。

固溶强化是由于溶质原子的溶入阻碍了位错运动，提高了材料强度但降低塑韧性；

加工硬化则是冷变形使位错大量增殖，位错之间发生交割缠结使得材料强度提高塑韧性下降；

细晶强化则是由于晶界数量增多一方面阻碍位错运动提高强度，另一方面使晶粒取向均匀从而提高塑韧性。

以上强化机制中，细晶强化机制效果好。

2. 比较冷变形和热加工后的组织和性能，并简述原因

	冷变形后	热加工后
组织变化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 变形织构 2. 纤维组织 3. 位错胞 	<p>温度低时，形成纤维组织；</p> <p>温度高时，发生动态再结晶，形成细小等轴晶粒，同时还可能存在变形织构、位错胞、流线、带状组织。</p>
性能变化	<p>力学性能上，出现加工硬化，提高了材料的强硬度并降低了塑韧性，这是由于冷变形使位错密度增加；</p> <p>物理化学性能上，变化复杂，主要对导电导热化学活性等有影响，主要是由于冷变形后缺陷增加；</p> <p>体系能量上，大部分能量转化为热能，少部分能量被存储起来，表现为点阵畸变（主要）、宏观内应力和微观内应力。</p>	<p>改善了铸锭组织的塑韧性，这是由于热加工可以消除气孔、偏析、粗大晶粒；</p> <p>使材料的机械性能出现各向异性，这是由于流线和带状组织的出现使得沿流线和带状组织方向有较好的塑韧性。</p>

