

《材料科学基础》试题

共4页

注: 试题必须注明题号答在答题纸上, 否则试卷作废!

一、解释下列名词 (20分):

致密度、同素异构转变、扩展位错、孪晶、莱氏体、成分起伏、柯氏气团、冷作硬化、二次再结晶、临界变形度

二、判断下列说法是否正确, 并分析原因 (30分)

1 构成间隙相的两组元的原子半径相差大, 而构成间隙化合物的两组元间原子半径接近。

2 在金属的强化中, 强度的提高总是伴随着塑性的降低。

3 在 Fe-Fe₃C 相图中, 奥氏体可以记作 A, 而不能记作 γ -Fe。

4 一条位错线的柏氏矢量的决定因素是该位错线的位错类型。

5 扩散常数 D_0 的影响因素主要是扩散激活能。

6 石英 (SiO₂) 的结合键是单一的共价键。

7 单晶材料呈现各向异性、而多晶材料呈现各向同性。

8 碳在奥氏体中固溶度比铁素体高, 其原因主要是 γ -Fe 的致密度比 α -Fe 低。

9 在切应力作用下, 直径大的位错环比直径小的位错环容易运动。

10 晶体滑移的临界分切应力的大小取决于该晶体的滑移系与拉力轴的相对取向。

三、判断下列位错反应能否进行 (9分)

$$1) a[100] \rightarrow \frac{a}{2}[101] + \frac{a}{2}[10\bar{1}] \quad a^2 \cdot 1 = a^2 \rightarrow \frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{4} = \frac{a^2}{2} \text{ 不守恒}$$

$$2) \frac{a}{2}[10\bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{1}21] \rightarrow \frac{a}{3}[11\bar{1}] \quad \frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{36} = \frac{a^2}{9} \quad \frac{a^2}{9} = \frac{a^2}{9} \text{ 守恒}$$

$$3) \frac{a}{3}[112] + \frac{a}{6}[1\bar{1}\bar{1}] \rightarrow \frac{a}{2}[111] \quad \frac{a^2}{9} + \frac{a^2}{36} = \frac{a^2}{6} \quad \frac{a^2}{6} = \frac{a^2}{6} \text{ 守恒}$$

四、比较说明过冷度、临界过冷度、动态过冷度的区别。(9分)

五、纤维组织及结构是怎样形成的? 它们有何不同? 对金属的性能有什么影响? (8分)

纤维组织: 纤维组织是金属在轧制或锻造过程中形成的, 其特点是纤维状组织, 对金属的性能有影响。

六、在 Cu 晶体的 (111) 平面上画出 [011] 和 [112] 晶向, 并计算柏氏矢量的模。如果位错沿 [011] 和 [112] 晶向的滑移都是可能的, 请比较其滑移矢量的位错线的能量, 并说明位错的特点。(10分)

(已知 Cu 晶体的点阵常数为 0.361 nm) $b = \frac{a}{\sqrt{2}} [011]$ $\frac{b_1}{b_2} = \frac{\frac{a}{\sqrt{2}}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$

七、一碳钢在平衡冷却条件下, 显微组织中含有 50% 的珠光体和 50% 的铁素体, 试求: (10分)

1) 该材料中碳的质量分数为多少? (Fe 和 Fe₃C 的密度近似相等)

2) 图示该材料从液态平衡冷却到室温过程的组织转变过程;

3) 如果该合金在较快冷却速度下结晶, 室温组织与平衡状态下有何不同?

八、某厂有两个工件, 一个是冷挤压成型, 另一个是铸造成型, 现厂方拟采用细化晶粒的方法提高它们的强度和韧性, 请你协助进行可行性分析, 并说明原因。(8分)

九、试根据 Fe-Fe₃C 相图作合金相图在 950°C、800°C、727°C 和 600°C 时各有关相的 C%-自由焓曲线示意图。(8分)

十、图 1 是某三元系共晶合金的投影图, 分析 I、II、III、IV、V、VI 区合金的结晶过程及室温下的组织组成物。(10分)

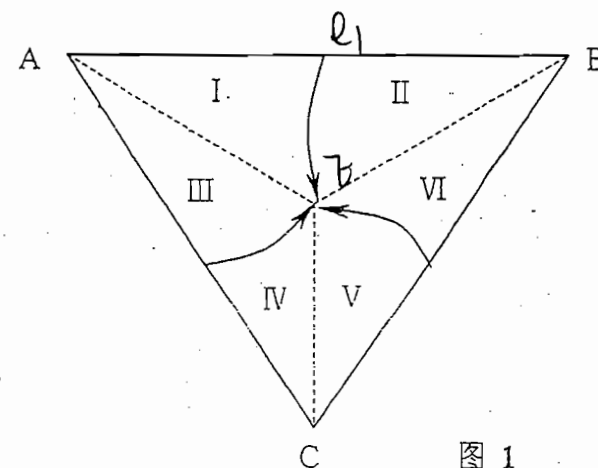


图 1

十一、有一 20 钢齿轮气体渗碳，渗碳温度为 930℃，渗碳时钢件表面

碳浓度保持在 1%，若 930℃ 时碳的扩散系数为 $D=1.6 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ，

试计算：(10 分)

1) 距表面 1 mm 处碳含量达到 0.5% 时所需时间；

2) 若想将渗碳厚度增加 1 倍，需多少渗碳时间。

提示：误差函数解的几种形式

(1) 无限长棒 (两端成分不受扩散影响的扩散偶)

$$\text{形式: } C = \frac{C_1 + C_2}{2} + \frac{C_1 - C_2}{2} \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right); \quad C_2 > C_1$$

初始条件: $t=0$ 时, $x>0 \quad C=C_1$

$x<0 \quad C=C_2$

边界条件: $x=+\infty, C=C_1$;

$x=-\infty, C=C_2$;

$x=0, C_0 = (C_1 + C_2) / 2$

(2) 半无限长棒 (一端成分不受扩散影响的扩散体)

$$\text{形式: } C = C_2 - (C_2 - C_1) \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right); \quad C_2 > C_1$$

初始条件: $t=0$ 时, $x \geq 0, C=C_1$

边界条件: $t>0$ 时, $x=0, C=C_2$;

$x=\infty, C=C_1$;

高斯误差函数表 $\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$ 与 $\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$ 的对应值

$\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$	$\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$	$\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$	$\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$	$\frac{x}{2\sqrt{Dt}}$	$\operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$
0	0	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1680	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9899
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3286	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999
0.55	0.5633	1.3	0.9340		

十二、试比较晶体滑移和孪生变形的异同点 (8 分)

1. 滑移是位错运动的结果, 孪生是原子集体切变的结果

十三、图 2 是某金属晶胞的三个晶面, 图中小圆表示原子的位置, 请

确定: (10 分)

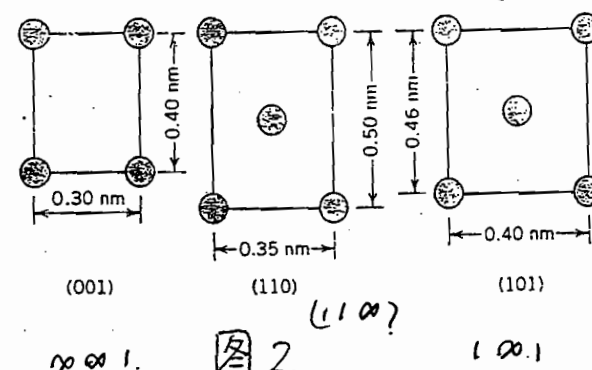
1) 该晶胞属于哪个晶系? 哪种晶体结构? 并绘出该晶胞的三维示意图

2) 如果原子的重量为 105 g/mol, 试计算该金属的密度。

$$\text{提示: } \rho = \frac{nA}{V_c N_A}$$

式中: n 为晶胞的原子数; A 为原子重量 (g/mol); V_c 为晶胞的体积;

N_A 为 Avogadro 常数 (6.023×10^{23} atoms/mol); ρ 为密度

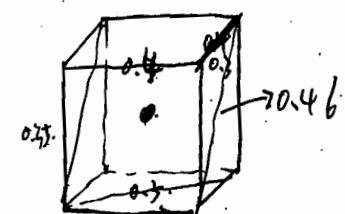
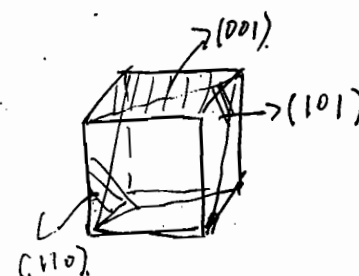


$\infty \infty 1$

图 2

(110)

(101)



$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{nm \left(\frac{1}{8} \times 8 + 1\right) \cdot 105}{0.3 \times 0.4 \times 0.35}$$

13