

考试科目: (806)材料科学基础 共 3 页

★★★★ 答题一律做在答题纸上, 做在试卷上无效。★★★★

一. 名词解释 (10 分)

晶体缺陷, 固熔体, 孪生变形, 扩散, 中间相

二. 选择题 (30 分) (请选出一个正确答案)。

1. CsCl 的晶体结构属于____点阵。
A. 体心立方 B. 简单立方 C. 面心立方
2. 实际晶体材料强度远低于理论值的原因是晶体中存在____
A. 晶界 B. 溶质 C. 位错 D. 第二相
3. 在稳态扩散中, 任一点的____不随时间变化。
A. 温度 B. 浓度梯度 C. 密度 D. 浓度
4. 区分金属热变形的依据是根据变形温度在____ 以上。
A. 室温 B. 零度 C. 再结晶温度 D. 熔点
5. 固体材料中原子扩散的驱动力是: _____
A. 浓度梯度 B. 温度梯度 C. 化学势梯度 D. 活度
6. 对金属冷冲压成型时, 有时会产生“制耳”, 其形成原因是: _____
A. 残余应力 B. 变形织构 C. 加工硬化 D. 晶格畸变
7. 金属的典型晶体结构有面心立方、体心立方和密排六方三种, 它们的晶胞中原子数分别为: _____
A. 4; 2; 6 B. 6; 2; 4 C. 4; 4; 6 D. 2; 4; 6
8. 形成临界晶核时体积自由能的减少只能补偿表面能的_____
A. 1/3 B. 2/3 C. 3/4 D. 1/2
9. 某二组元形成共晶系, 铸造性能最好的成分是_____
A. 亚共晶成分 B. 共晶成分 C. 过共晶成分 D. 端部固溶体
10. 用于降低冷变形金属中的内应力的方法是: _____
A. 低温回火 B. 回复退火 C. 再结晶退火 D. 高温回火
11. 在晶体中形成空位的同时又产生间隙原子, 这样的缺陷称为 _____。
A. 肖脱基缺陷 B. 弗兰克尔缺陷 C. 线缺陷
12. 合金与纯金属结晶的不同点是: _____
A. 需要过冷 B. 需要能量起伏 C. 需要成分起伏 D. 需要结构起伏
13. 组成置换固溶体的两个组元完全互溶的必要条件是_____
A. 两组元的电子浓度相同 B. 两组元的晶体结构相同 C. 两组元的电负性相同 D. 两组元的原子半径相同
14. 两平行螺型位错, 当柏氏矢量同向时, 其相互作用力_____。

A. 为零 B. 相斥 C. 相吸

15. 立方晶体中 (110) 和 (211) 面同属于 _____ 晶带。

A. [110] B. [100] C. [211] D. $[\bar{1}11]$

三. 辨析题 (20 分) 判断下列说法是否正确, 并说明理由。

1. 金属中典型的点阵有体心立方、面心立方和密排六方三种。
2. 钢中铁素体与奥氏体的本质区别在于含碳量不同。
3. 一条位错线具有惟一的柏氏矢量, 不论此位错线各处的形状和位错类型如何, 其各部分的柏氏矢量都是相同的。
4. 再结晶是相变过程。
5. 间隙固溶体和间隙化合物一样, 其结构都与溶剂的结构相同。
6. 回复、再结晶及晶粒长大 3 个过程均是形核及核长大过程, 其驱动力均为储存能。
7. 从非均匀形核的计算公式 $A_{\text{非}} = A_{\text{均}} \left(\frac{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}{4} \right)$ 中可以看出, 当 $\theta = 0^\circ$ 时, 非均匀形核的形核功最小。
8. 金属结晶时, 原子从液相无序排列到固相有序排列, 使体系熵值减小, 因此是一个自发过程。
9. 物质的扩散方向总是与浓度梯度方向相反。
10. 塑性变形时, 滑移面总是晶体的密排面, 滑移方向也总是密排方向。

四. 简答与计算 (65 分)

1. 在面心立方晶胞中, (1) 画出具有下列密勒指数的晶面和晶向: $(\bar{4}21)$, $[31\bar{2}]$
(2) 写出 $\langle 110 \rangle$ 晶向族中位于 (111) 平面上的晶向指数。
(3) 计算 (110) 晶面的面密度 (单位晶面上的原子个数/该单位晶面面积) 和 $[111]$ 晶向的线密度 (单位晶向上的原子个数/该单位晶向长度)。(9 分)
2. 已知 Cr 为立方结构, 其晶格常数 $a = 0.28844 \text{ nm}$, 密度为 $\rho = 7.19 \text{ g/cm}^3$, 试确定此时 Cr 的晶体结构。(Cr 的原子量为 51.996, 阿伏加德罗常数为 6.023×10^{23}) (5 分)
3. 从热力学角度说明为什么金属结晶必须在过冷条件下进行? (5 分)
4. 已知碳在 $\alpha\text{-Ti}$ 中的扩散系数在以下温度被确定:

| 测量温度 ($^\circ\text{C}$) | 扩散系数 D (m^2/s) |
|---------------------------|------------------------------------|
| 736 | 2×10^{-13} |
| 782 | 5×10^{-13} |
| 835 | 1.3×10^{-12} |

- (1) 试确定公式 $D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$ 是否适用? 若适用, 则计算出扩散常数 D_0 和激活能 Q 。
- (2) 试求出 800°C 下的扩散系数。(R = 8.314 J/K) (8 分)

5.假定某面心立方晶体可以开动的滑移系为 $(11\bar{1})[\bar{1}10]$ ，试回答下列问题：

(1) 给出引起滑移的单位位错柏氏矢量，并说明当该位错滑移出晶体后，在晶体上产生的台阶的大小和方向。

(2) 如果滑移是由纯刃型位错引起的，试指出位错线的方向。

(3) 设有 70MPa 应力作用在 fcc 晶体的 $[010]$ 方向上，求作用在滑移系 $(11\bar{1})[\bar{1}10]$ 上的分切应力 τ 。(10 分)

6. 在低碳钢的拉伸实验中，(1) 如果先对低碳钢进行少量的预塑性变形，卸载后立即加载，在拉伸曲线上是否能出现屈服点？请说明理由。(2) 如果将经预塑性变形的试样在 200 度左右短时加热后再拉伸，在拉伸曲线上是否能出现屈服点？请说明理由。(8 分)

7. (1) 画出 Fe-Fe₃C 相图，标明各相区的组织组成物，写出所有三相恒温转变，并注明反应类型；

(2) 写出含碳量为 0.6% 的合金从 1600°C 冷却到室温时的平衡凝固组织变化顺序。

(3) 计算含碳量为 2.5% 的合金在室温时各组织的相对含量和各相的相对含量。(20 分)

五、论述题 (25 分)

1. 试述多晶体塑性变形与单晶体的不同之处，并说明多晶体的细晶强化、固溶强化及弥散强化的机制。(15 分)

2. 试述纯金属晶体长大的机制及其与固液界面微观结构的关系。(10 分)