

一. 名词解释 (共 5 小题, 每小题 2 分, 共 10 分)

1. 半共格界面    2. 动态再结晶    3. 多滑移    4. 弗兰克尔空位    5. 非稳态扩散

二. 选择题 (共 15 小题, 每小题 2 分, 共 30 分)

- 理想的密排六方结构的原子配位个数为\_\_\_\_\_。  
A. 8    B. 10    C. 12    D. 14
- 位错运动方向处垂直于位错线, 在运动过程中是可变的, 晶体做相对滑动的方向\_\_\_\_\_。  
A. 随位错线运动方向而改变    B. 始终是柏氏矢量方向  
C. 始终是外力的方向    D. 依据实际情况而定
- 熔点和硬度最高的中间相是\_\_\_\_\_。  
A. 正常价化合物    B. 电子化合物    C. 间隙相    D. 复杂间隙化合物。
- 组成固溶体的两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. 两组元的原子半径接近
- 有效分配系数  $k_e$  表示液相的混合程度, 其范围是\_\_\_\_\_。(其中  $k_0$  是平衡分配系数)。  
A.  $1 < k_e < k_0$     B.  $k_0 < k_e < 1$     C.  $k_e < k_0 < 1$     D.  $1 < k_0 < k_e$
- fcc, bcc, hcp 三种晶体结构的材料塑性变形时, 最容易生成孪晶的\_\_\_\_\_。  
A. fcc    B. bcc    C. hcp    D. 情况不唯一
- 金属-金属型共晶, 具有粗糙-粗糙型界面, 它们多为\_\_\_\_\_形态。  
A. 层片状    B. 针状    C. 树枝状    D. 螺旋状
- 强化金属材料的各种手段的出发点都在于\_\_\_\_\_。  
A. 制造无缺陷的晶体或设置位错运动的阻碍    B. 促进位错增殖  
C. 位错适当的减少    D. 增加点缺陷
- 变态莱氏体 (低温莱氏体) 中不含有\_\_\_\_\_。  
A. 一次渗碳体    B. 二次渗碳体    C. 共晶渗碳体    D. 共析渗碳体
- 位错塞积群的一个重要效应, 是在它的前端引起\_\_\_\_\_。  
A. 应力偏转    B. 应力松弛    C. 应力集中    D. 应力对消
- 下列缺陷一般不作为晶体缺陷看待的是\_\_\_\_\_。  
A. 间隙原子    B. 层错    C. 孔洞    D. 晶界

12. 一般来说下面几种扩散方式中, 扩散速度最快的是\_\_\_\_\_。  
A. 表面扩散 B. 晶界扩散 C. 位错扩散 D. 体扩散

13. 对于片状共晶, 片间距  $\lambda$  是一个重要参数, 若凝固时\_\_\_\_\_。  
A. 过冷度越大, 凝固速度越高, 则  $\lambda$  越大, 共晶的材料强度越高  
B. 过冷度越大, 凝固速度越高, 则  $\lambda$  越小, 共晶的材料强度越高  
C. 过冷度越小, 凝固速度越低, 则  $\lambda$  越大, 共晶的材料强度越高  
D. 过冷度越小, 凝固速度越低, 则  $\lambda$  越小, 共晶的材料强度越高

14. 钢件进行渗碳处理时, 通常选择的温度范围在奥氏体单相区, 其原因不可能为\_\_\_\_\_。  
A. 渗碳温度较高碳原子具有较高的动能  
B. 碳在奥氏体中的溶解度大, 从而容易形成较大的温度梯度  
C. 渗碳温度较高, 会在钢基体中形成更多的缺陷, 从而促进扩散  
D. 碳在奥氏体中的扩散激活能较高

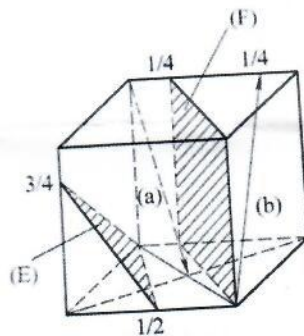
15. 某金属材料经冷变形后分为甲、乙两组, 将甲组进行一定程序的回复处理, 乙组保持冷变形态, 则\_\_\_\_\_。  
A. 甲组试样的再结晶温度比较高  
B. 乙组试样上的再结晶温度比较高  
C. 甲组试样和乙组试样具有相同的再结晶温度  
D. 不好判断

三. 辨析题 (请判断以下说法是否正确, 并说明理由。共5小题, 每小题4分, 共20分)

1. 变形金属的回复再结晶是固态下发生的相变。
2. 低碳钢板冲压成型时所出现的吕德斯带, 是发生孪生变形所致。
3. 间隙固溶体和间隙化合物都属于间隙相。
4. 非均匀形核总是比均匀形核容易, 因为前者是以外加质点为结晶, 核心不像后者那样形成界面, 从而引起自由的增加。
5. 观察共析钢的显微组织, 发现图中显示渗碳体片层密集程度不同, 凡是片层密集处则含碳量偏高而稀疏处, 则含量偏低。

四. 简答与计算 (共 65 分)

1. 标出下图中 (a) (b) 的晶向指数及 (E) (F) 的晶面指数 (8 分)



2. 试述纯金属结晶的热力学条件、动力学条件、能量及结构条件。(8分)

3. 金属溶液在一定的冷却条件下会得到树枝晶形貌, 请说明其生长条件。(6分)



4. MgO 具有 NaCl 型结构。Mg<sup>2+</sup> 的离子半径为 0.078nm，O<sup>2-</sup> 的离子半径为 0.132nm。Mg 和 O 相对原子质量分别为 24.31 和 16.00。阿伏伽德罗常数  $N_A=6.02 \times 10^{23}$ 。试求 MgO 的密度( $\rho$ ) 和致密度(K)。(6 分)

5. 如果将硼在 1100°C 向纯硅晶片中扩散 2h ( $D=4 \times 10^{-13} \text{m}^2/\text{s}$ )，若表面的硼浓度为  $10^{18}$  原子/cm<sup>3</sup>，试求浓度为  $10^{17}$  原子/cm<sup>3</sup> 的位置。相关数据见下表。(8 分)

z	erf (z)	z	erf (z)
1.0	0.8427	1.2	0.9103
1.1	0.8802	1.3	0.9340

6. 已知某铁碳合金室温时的相组成物为铁素体和渗碳体，铁素体占 82%，

(1) 求该合金的碳含量和组织组成物的相对含量。

(2) 画出该成分合金的冷却曲线，并写出此冷却过程中涉及的三相平衡转变式。

(3) 画出室温平衡组织示意图。如果快速冷却（如空冷），显微组织会发生什么变化？(14 分)

7. 有一面心立方单晶体在 (111) 面上滑移的柏氏矢量  $\frac{a}{2}[10\bar{1}]$  的右螺旋位错，与在 ( $\bar{1}\bar{1}1$ )

面上滑移的柏氏矢量  $\frac{a}{2}[011]$  的右螺旋位错相遇于此两滑移面的交线。

(1) 请写出该位错反应式，并判断说明位错能否进行反应，为什么？

(2) 说明新生成的全位错属于哪类位错？该位错是否能滑移？为什么？

(3) 若沿 [010] 晶向施加大小为 17.2MPa 应力，试计算该新生全位错单位长度的受力大小，并说明方向，(设晶格常数  $a=0.2\text{nm}$ )。

(4) 随着滑移的进行，拉伸试样中上述滑移面会发生什么现象？它对随后进一步的变形有何影响？(15 分)

## 五、论述题 (共 25 分)

1. 细晶强化是材料制备中重要的强化手段。请结合材料科学基础知识，讨论金属材料在工业生产中常使用哪些细化晶粒的手段，并简要阐述相关机理。(10 分)

2. 与传统的低碳钢相比，微合金高强钢通过加入微量元素 V, Nb, Ti 等元素，在后续的热处理过程中析出形成硬质合金碳化物，同时采用控轧控冷等热变形措施，使钢的强度显著提高。工程师希望钢中的合金碳化物“小、匀、圆、适量”，请结合材料科学基础知识分析：

(1) 为什么希望钢中的碳化物“小、匀、圆、适量”？请分别阐述。

(2) 结合上段文字描述分析微合金高强钢的强化机制。(15 分)