

# 上海交通大学

## 2004年硕士研究生入学考试试题

试题序号: 493 试题名称: 材料科学基础

(答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上的一律不给分)

### 一、单选题(每题3分, 共75分)

- 简单立方晶体中原子的配位数为\_\_\_\_\_。  
(A)12个; (B)6个; (C)8个;
- 由A和B两种元素组成的固溶体, 同类原子间的结合能分别为 $E_{AA}$ ,  $E_{BB}$ 而异类原子间的结合能为 $E_{AB}$ 。当A和B原子在该固溶体中呈现无序分布(随机分布)时, 则\_\_\_\_\_。  
(A) $E_{AA} \approx E_{BB} \approx E_{AB}$ ; (B) $(E_{AA} + E_{BB})/2 < E_{AB}$ ; (C) $(E_{AA} + E_{BB})/2 > E_{AB}$ ;
- 高分子链能产生不同构象的根本原因是\_\_\_\_\_。  
(A)氢键的内旋转; (B) $\pi$ 键的内旋转; (C) $\sigma$ 键的内旋转;
- 在NaCl晶体中加入微量的 $CdCl_2$ 时, 在晶体中最可能形成的缺陷是\_\_\_\_\_。  
(A) $Na^+$ 离子空位; (B)间隙 $Cd^{2+}$ 离子; (C)间隙 $Cl^-$ 离子; (D) $Cl^-$ 离子空位;
- 存在皮革态的高分子材料必由\_\_\_\_\_高分子链组成。  
(A)全部非晶态; (B)部分结晶态和非晶态; (C)全部晶态;
- 已知fcc结构中原子在(111)面上的堆垛方式为ABCABC……, 则在(001)面上的堆垛方式为\_\_\_\_\_。  
(A)ABCABC...; (B)ABAB...; (C)ABCDEFAB...;
- 能进行攀移的位错可能是\_\_\_\_\_。  
(A)弗兰克位错; (B)肖克莱位错; (C)螺型全位错;
- 下述有关自扩散的描述中正确的为\_\_\_\_\_。  
(A)自扩散系数由浓度梯度引起; (B)自扩散又称为化学扩散;  
(C)自扩散系数随温度升高而增加;
- Cu-Al合金和Cu焊接成的扩散偶发生柯肯达尔效应, 发现原始标记面向Al-Cu合金一侧漂移, 则两元素的扩散通量关系为\_\_\_\_\_。  
(A) $J_{Cu} > J_{Al}$ ; (B) $J_{Cu} < J_{Al}$ ; (C) $J_{Cu} = J_{Al}$ ;

10. 对 Fe-Cr-C 三元系合金进行渗 C 的反应扩散, 则该合金中不能出现\_\_\_\_\_。
- (A)单相区; (B)两相区; (C)三相区;
11. 处于高弹态的线型非晶态高分子材料, 其力学状态主要决定于\_\_\_\_\_。
- (A)链结的运动; (B)链段的运动; (C)分子链质心的流动;
12. 在 fcc、bcc 和 hcp 三种单晶材料中, 形变时各向异性行为最显著的是\_\_\_\_\_。
- (A) fcc; (B) bcc; (C) hcp;
13. 面心立方金属发生形变孪生时, 则孪晶面为\_\_\_\_\_;
- (A){111}; (B){110}; (C){112};
14. 再结晶结束后发生晶粒长大时的驱动力主要来自\_\_\_\_\_;
- (A)高的外加温度; (B)高的材料内部应变能; (C)高的总晶界能;
15. 形变后的材料在低温回复阶段时其内部组织发生显著变化的是\_\_\_\_\_。
- (A)点缺陷的明显下降; (B)形成亚晶界; (C)位错重新运动和分布;
16. 晶体凝固时若以均匀形核方式进行, 则当形成临界晶核时, 体系的自由能\_\_\_\_\_。
- (A)升高; (B)降低; (C)不变;
17. 在单元系的 P(压强)-T(温度)相图内, 当高温相向低温度相转变时体积收缩, 则根据 Clausius-Clapeyron 方程, \_\_\_\_\_。
- (A)  $dp/dT > 0$ ; (B)  $dp/dT = 0$ ; (C)  $dp/dT < 0$ ;
18. 凝固时不能有效降低晶粒尺寸的是以下哪种方法?
- (A)加入形核剂; (B)减小液相的过冷度; (C)对液相实施搅拌;
19. 结构单元相同的高分子链, 其结晶能力最高的异构体为\_\_\_\_\_。
- (A)全同立构; (B)间同立构; (C)无规立构;
20. 特定成分的 Pb-Sn 合金在室温能形成共晶组织  $\alpha$ (富含 Pb)+ $\beta$ (富含 Sn)原因的描述正确的为\_\_\_\_\_。
- (A) $\alpha$ 相和 $\beta$ 相的自由能相等;
- (B) $\alpha$ 内 Pb 原子的化学势与 $\beta$ 内 Pb 原子的化学势相等;
- (C) $\alpha$ 内 Pb 原子的化学势与 $\beta$ 内 Sn 原子的化学势相等;

21. 在  $\text{MgO}$  离子化合物中, 最可能取代  $\text{Mg}^{2+}$  的阳离子是(已知各离子的半径分别为  $\text{Mg}^{2+}$ :  $0.066\text{nm}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ :  $0.099\text{nm}$ ,  $\text{Li}^{+}$ :  $0.066\text{nm}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ :  $0.074\text{nm}$ )\_\_\_\_\_。

(A)  $\text{Ca}^{2+}$ ; (B)  $\text{Li}^{+}$ ; (C)  $\text{Fe}^{2+}$ ;

22. 对离异共晶和伪共晶的形成原因, 下述说法正确的是\_\_\_\_\_。

(A) 离异共晶只能经非平衡凝固获得;

(B) 伪共晶只能经非平衡凝固过程获得;

(C) 形成离异共晶的原始液相成分接近共晶成分;

23. 调幅分解(spinodal decomposition)是经过\_\_\_\_\_方式形成。

(A) 形核长大过程; (B) 组元的上坡扩散; (C) 前面两个答案都不对;

24. fcc 结构中分别在  $(111)$  和  $(1\bar{1}\bar{1})$  面上的两个肖克莱位错(分别是  $1/6[2\bar{1}\bar{1}]$  和  $1/6[\bar{1}21]$ ) 相遇时发生位错反应, 将生成\_\_\_\_\_。

(A) 刃型全位错; (B) 刃型弗兰克位错; (C) 刃型压杆位错;

(D) 螺型压杆位错;

25. fcc 晶体中存在一刃型全位错, 其柏氏矢量为  $1/2[1\bar{1}0]$ , 滑移面为  $(111)$ , 则位错线方向平行于\_\_\_\_\_。

(A)  $[111]$ ; (B)  $[11\bar{2}]$ ; (C)  $[100]$ ;

二、渗碳体( $\text{Fe}_3\text{C}$ )晶胞为正交结构, 其点阵常数  $a=0.452\text{nm}$ (沿  $[100]$  方向),  $b=0.509\text{nm}$ (沿  $[010]$  方向),  $c=0.674\text{nm}$ (沿  $[001]$  方向)。试求 (1) 渗碳体晶体内  $(1\bar{1}0)$  晶面与  $(110)$  晶面的夹角; (2) 垂直  $(111)$  晶面的晶向; (3)  $[111]$  晶向与  $[110]$  晶向的夹角。(15 分)

三、假设纯晶体凝固时形成的核为球形, 试用结晶动力学的 Johnson-Mehl 方程计算结晶速率最快时对应的固体含量。(10 分)

四、单晶  $\text{Cu}$  (fcc 结构) 在室温时的位错滑移的临界分切应力  $\tau_c=0.98\text{MPa}$ 。若在室温时将单晶  $\text{Cu}$  试样做成拉伸样品, 其拉伸轴平行  $[123]$  晶向, 求引起该样品屈服时所需的外加应力。(10 分)

五、图 1(a)为固态互不溶解的三元共晶相图的浓度三角形，其中三元共晶点 E 的成分为 20wt%A, 30wt%B, 50wt%C。图 1(b)为某一温度(高于  $T_E$ )的水平截面图。(1)A, B 和 C 三组元的熔点谁最低?(2)若有一液态成分为 60wt%A, 15wt%B, 25wt%C 的合金(其 B/C 成分比与三元共晶合金相同)平衡凝固到室温，试画出平衡冷却曲线和室温平衡组织。(3)计算该合金中共晶组织在铸锭中的质量分数。(15 分)。

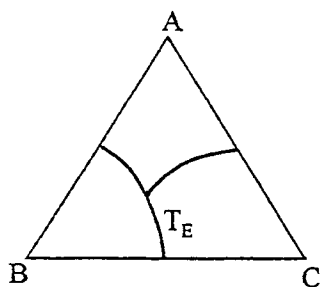


图1(a)

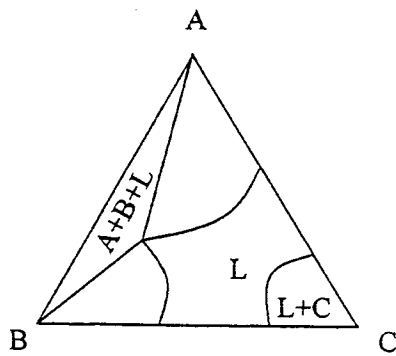
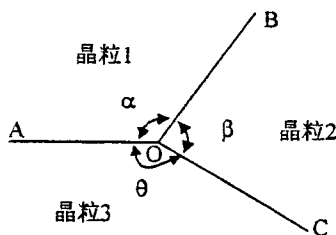


图1(b)

六、右为三叉晶界示意图，试推导晶界能公式：

$$\gamma_{AO}/\sin\beta = \gamma_{BO}/\sin\theta = \gamma_{CO}/\sin\alpha.$$

其中  $\gamma_{AO}$ 、 $\gamma_{BO}$  和  $\gamma_{CO}$  分别为三条晶界的晶界能(J/m<sup>2</sup>)。(10 分)



七、 $\gamma$ -铁在 925°C 渗碳，碳原子的跃迁频率  $\Gamma = 1.7 \times 10^9/s$ ，而在 1025°C 时碳原子的跃迁频率  $\Gamma = 5 \times 10^9/s$ 。若碳原子的跃迁步长为  $2.53 \times 10^{-10}m$ ，求扩散常数  $D_0$  和扩散激活能  $Q$ (假定  $D_0$  与  $Q$  均与温度无关)。(15 分)