

# 武汉理工大学 2008 年研究生入学考试试题

课程代码 833 课程名称 材料科学基础

(共 2 页, 共九题, 答题时不必抄题, 表明题目序号; 相图不必重画, 直接在试题纸上解答)

## 一、填空题 (每空 1 分, 共 1×20=20 分)

1. 等径球面心立方结构的单位晶胞中分子数是 (4), 配位数是 (6)。
2. 形成弗伦克尔缺陷时, 其特征是 (空位) 和 (间隙原子) 成对出现。
3. 固溶体是在固态条件下, 一种物质以原子尺寸 (溶解) 在另一种基体中所形成的单相均匀的 (固溶体)。
4. Fick 扩散第一定律的一维表达式为 ( $J = -D \frac{dc}{dx}$ ), 是一个 (稳态) 表达式。
5. 重构表面是指在 (水平方向上) 质点间距不同于晶体内部的表面, 形成重构表面会导致晶体的 (稳定性) 增加。
6. 材料或构件在 ( ) 作用下发生的破坏称为疲劳破坏或疲劳失效, 根据疲劳周次大小分为 ( ) 和 ( )。
7. 烧结的中后期, 正常晶粒长大的推动力为 (晶界过剩的自由能), 它是指 (晶界两侧物质的自由能之差, 是使界面向曲率中心移动的驱动力)。
8. 不同的固态反应在反应机理上可能相差很大, 但都包含 (界面化学反应) 和 (反应物通过产物层的扩散) 这两个基本过程。
9. 从熔融态向玻璃态的转化取决于 (冷却) 速率和 (晶体) 结构 (晶体结构调适速率)。
10. 螺位错的柏氏矢量与位错线呈 (平行) 关系。

## 二、晶体结构分析 (20 分)

$CN: Zn = 4$   $[ZnS_4]$   $[S_4Zn_4]$

1. 根据纤锌矿 (六方 ZnS) 结构图回答下列问题 (12 分):

$S^{2-}$ : 密排六方最密堆积  $Zn^{2+}$ : 四面体空隙的 2/3

- (1) 指出结构中正负离子的堆积方式;
- (2) 写出正负离子的配位数及其配位多面体:  $CN=4$   $[ZnS_4]$
- (3) 分别计算六方柱晶胞和平行六面体晶胞的晶胞分子数: 6  $6 \times \frac{1}{6} + 1 = 2$

(4) 纤锌矿结构为何具有热释电性? 无对称中心

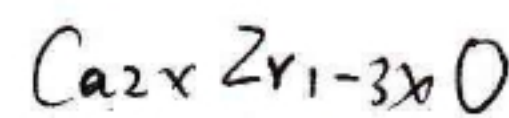
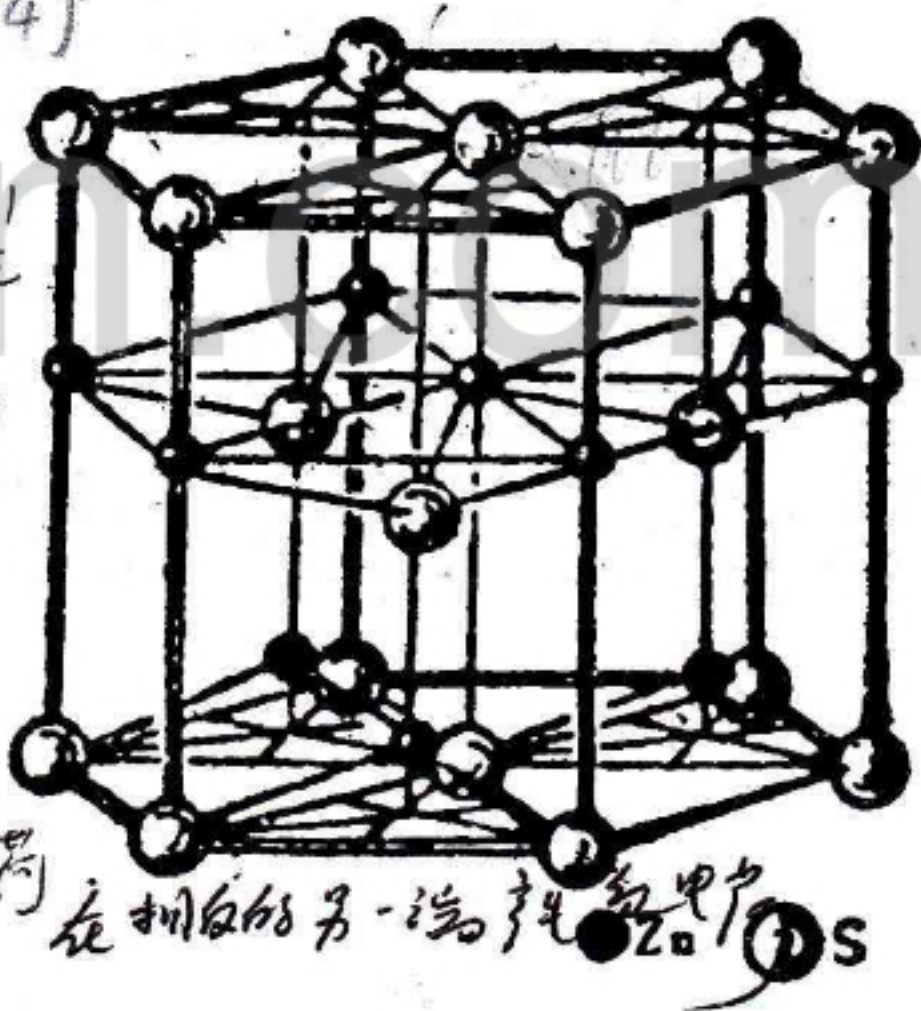
在受热后整个晶体发生极化, 结果在 S 轴正端产生正电荷, 在 S 轴负端产生负电荷

2. 简述硅酸盐晶体结构的基本特点 (8 分):

- ①  $[SiO_4]$  ② 共顶 ③  $O^{2-}$  最密堆积, 能作为  $[SiO_4]$  的共用

## 三、晶体结构缺陷 (20 分)

六方 ZnS 结构图



将 CaO 掺入到  $ZrO_2$  中, 请写出二个可能的缺陷反应方程式, 并写出对应的固溶体化学式。 (12 分)

对于  $MgO$ 、 $Al_2O_3$  和  $Cr_2O_3$ , 其正、负离子半径比分别为 0.47、0.36 和 0.40, 则  $Al_2O_3$  和  $Cr_2O_3$  形成连续固溶体。 (8 分)

- (1) 这个结果可能吗? 为什么?  $\frac{0.40 - 0.36}{0.40} = 10\% < 15\%$  可以  $\frac{\Delta r}{r_c} < 15\%$
- (2) 试预计, 在  $MgO-Cr_2O_3$  系统中的固溶度是有限的还是无限的? 为什么?  $\frac{0.07}{0.47} \approx 15\%$  不可

四、1. 已知  $CaF_2$  的表面能和硬度均大于  $PbI_2$ , 请判断  $PbI_2$  和  $CaF_2$  的表面双电层厚度的大小。

成反比

$Pb^{2+}$  的极化性能大, 故厚



为什么会产生以上现象? (8分)

2、在真空下的氧化铝表面张力约为  $0.9 \text{ J/m}^2$ , 液态铁的表面张力为  $1.72 \text{ J/m}^2$ , 同样条件下的表面张力 (液态铁-氧化铝) 约为  $2.3 \text{ J/m}^2$ , 液态铁能否润湿氧化铝? (7分)

五、分析熔体  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  和  $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  的粘度以及表面张力的变化, 并比较其形成玻璃的能力。 (20分)

六、假设液-固相变中晶核为球形。 (10分)

1、写出均态形核时的能量方程, 推导相变势垒  $\Delta G_r^*$  和临界晶核半径  $r^*$  表达式。

$$\Delta G_r = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_v + 4\pi r^2 \gamma_{ls} \quad \frac{d\Delta G_r}{dr} = 0 \quad r^* = -\frac{2\gamma_{ls}}{\Delta G_v}$$

2、证明相变势垒  $\Delta G_r^*$  和临界晶核体积  $V_c$  之间的关系为:  $\Delta G_r^* = -\frac{V_c \cdot \Delta G_v}{2}$

$$\therefore r^* = -\frac{2\gamma_{ls}}{\Delta G_v} \quad \Delta G_r^* = \frac{16\pi\gamma_{ls}^3}{3\Delta G_v^2} \quad V_c = \frac{4}{3}\pi r^{*3}$$

(式中  $\Delta G_v$  为单位体积液-固两相自由能差)

七、烧结  $\text{MgO}$  时加入少量  $\text{FeO}$ , 在氢气氛和氧分压低时都不能促进烧结, 只有在氧分压高的气氛下才促进烧结。试分析其原因。 (10分)

八、已知碳在面心立方铁中的扩散活化能为  $Q_c = 140 \times 10^3 \text{ J/mol}$ , 镍在面心立方铁中的扩散活化能为  $Q_{Ni} = 283 \times 10^3 \text{ J/mol}$ , 据此判断碳和镍在面心立方铁中的扩散系数大小, 说明原因。 (10分)

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad Q_c < Q_{Ni} \quad D_c > D_{Ni}$$

九、根据 A-B-C 三元系统相图回答下列问题 (25分):

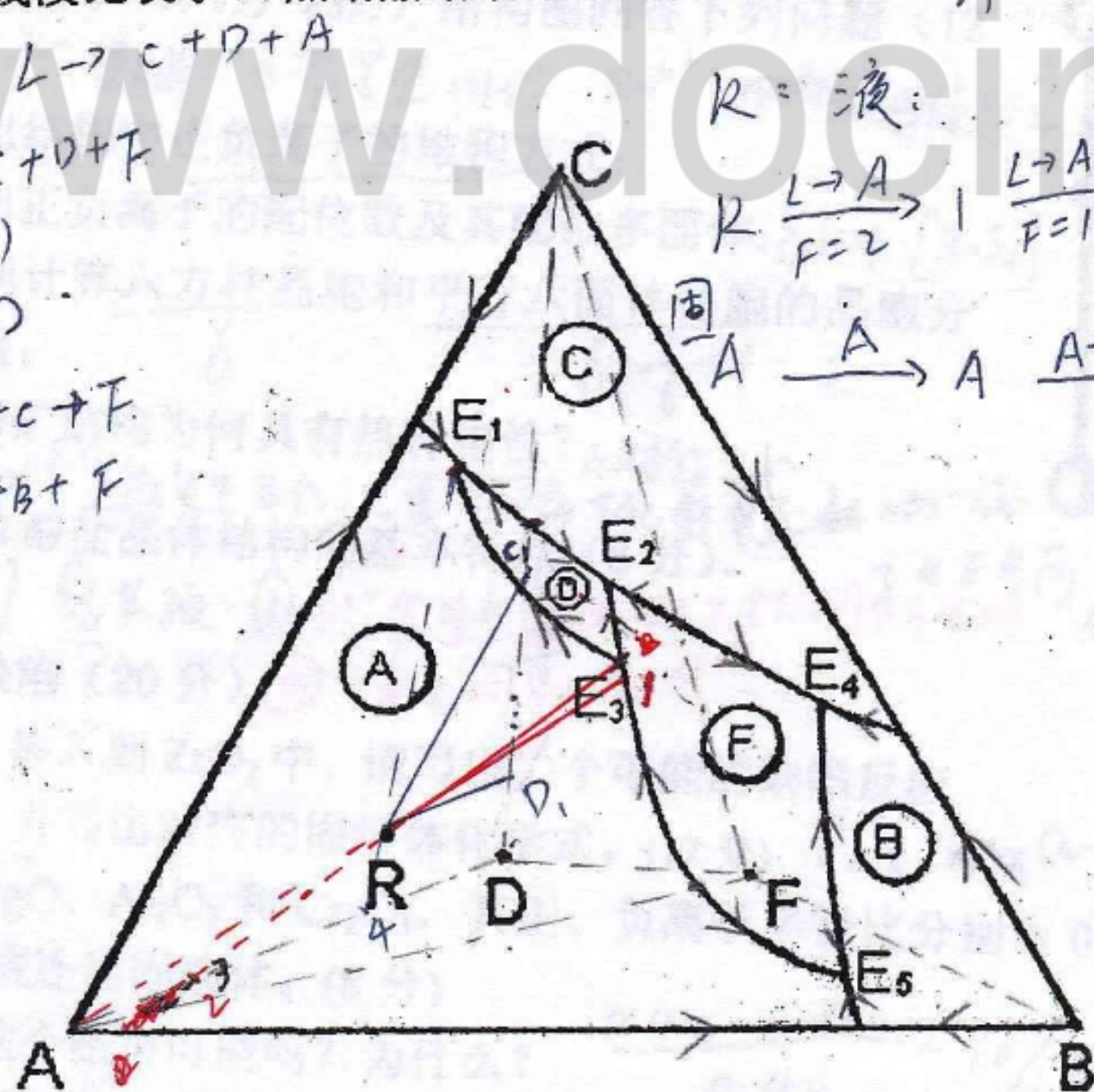
1、在相图上划分副三角形、用箭头表示各条界线上温度下降方向及界线的性质;

2、判断化合物 D、F 的性质;

3、写出各三元无变量点的性质及其对应的相平衡关系式;

4、写出组成点 R 在平衡条件下的冷却结晶过程;

5、用线段比表示 R 点结晶结束时各相的百分含量。



第九题图