

## 武汉理工大学

### 武汉理工大学 2010 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 3 页, 共八题, 答题时不必抄题, 标明题目序号即可;

相平衡题目直接做在试卷上, 不必另外画图 !!!)

#### 一、基本概念 (30 分)

1. 空间利用率、空隙填充率
2. 位错滑移、位错爬移
3. 玻璃网络形成体、玻璃网络外体
4. 穿晶断裂、蠕变断裂
5. 应力腐蚀、晶间腐蚀
6. 初次再结晶、二次再结晶
7. 均态核化、非均态核化
8. 矿化剂

#### 二、作图题 (10 分)

1. 在面心立方晶胞中标示出质点以 ABCABC... 规律重复的堆积方式。(5 分)
2. 画出面心立方晶胞中质点在 (111) 晶面上的投影图。(5 分)

#### 三、绿宝石 $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ 上半个晶胞在 (0001) 面上的投影如图 1 所示, 整个晶胞的结构按照标高 50 处的镜面经反映即可得到。根据图 1 回答下列问题: (20 分)

1. 绿宝石的氧硅比为多少? 硅氧四面体组成的是什么结构? (4 分)
2. Be 和 Al 分别与周边什么标高的几个氧配位? 构成的配位多面体是什么? 它们之间又是如何连接的? (8 分)
3. 用 Pauling 的连接规则说明标高 65 的氧电价是否平衡? (4 分)
4. 根据结构说明绿宝石热膨胀系数不高、当半径小的  $\text{Na}^+$  存在时, 在直流电场下具有显著离子电导的原因。(4 分)

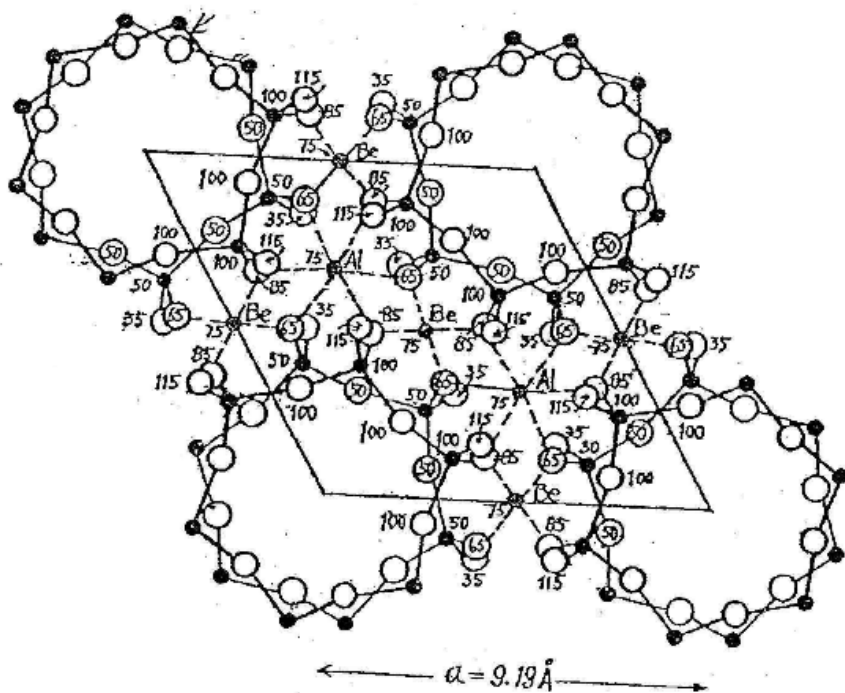


图1 绿宝石晶胞结构

四、 A-B-C 三元系统相图如图 2 所示，根据相图回答下列问题：  
(25 分)

1. 在图上划分副三角形、用箭头表示个界线上下降方向及界线的性质；(8 分)
2. 判断化合物 S1、S2 的性质；(2 分)
3. 写出各三元无变量点的性质及其对应的平衡关系式；(5 分)
4. 写出熔体 1、2 在完全平衡冷却下的冷却结晶过程；(10 分)

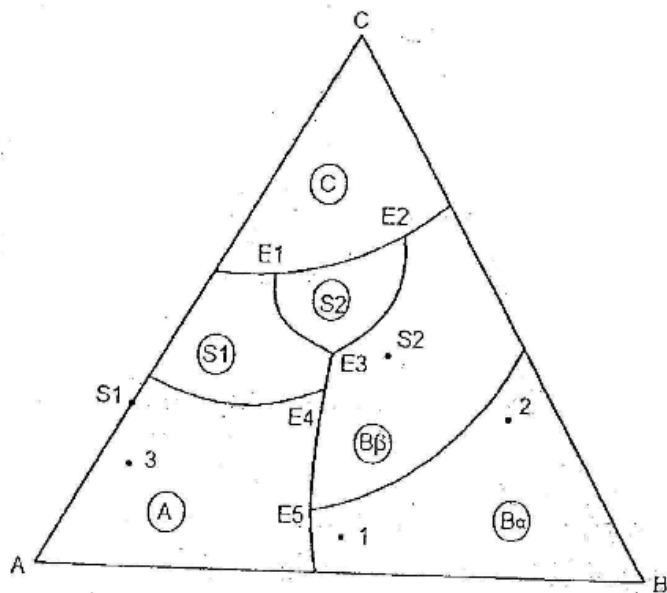


图2 第四题图

五、 假设自组成为  $18\text{Na}_2\text{O} \cdot 10\text{CaO} \cdot 72\text{SiO}_2$  (wt%) 和  $8\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{CaO} \cdot 88\text{SiO}_2$  (wt%) 两种熔体中，均态成核析出石英相。(15 分)

1. 设形成晶核为球形, 两者相变时除过界面能外单位体积自由焓 $\Delta G_v$ 的变化相同, 请推导熔体析晶时的核化势垒和临界晶核半径; (5分)
2. 考虑到两熔体组成及表面张力的差异, 试比较两者的临界晶核半径的大小并解释其原因? (5分)
3. 假设新相的晶核形成后, 新相长大的速率均取决于溶质原子在熔体中的扩散。在外界条件均相同的情况下, 试比较两种熔体中石英相的长大速率, 并解释其原因。(5分)

## 六、 晶体结构缺陷(15 分)

1. CaO 形成肖特基缺陷, 写出其缺陷反应方程式, 并计算单位晶胞 CaO 的肖特基缺陷数 (已知 CaO 的密度是  $3.0 \text{ 克/厘米}^3$ , 其晶格参数是  $0.481\text{nm}$ )。 (4分)
2. CsCl 溶入  $\text{MgCl}_2$  中形成空位型固溶体, 并写出固溶体的化学式。(3分)
3.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  掺入到  $\text{MgO}$  中, 请写出二个合理的方程, 并判断可能成立的方程是哪一种? 写出其固溶体的化学式。(5分)
4. 根据 2 和 3 总结杂质缺陷形成规律。(3分)

七、 根据玻璃的形成条件, 对  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  和  $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$  等几种物质形成玻璃的难易程度, 热膨胀系数、电导率和熔融温度的大小进行排序, 并说明理由。(15 分)

## 八、 选做题: 下列 3 题中任选 1 题 (20 分)

1. 试简要说明原始粉料的粒度、物料活性、添加物、气氛、压力等因素对烧结的影响规律。
2. 已知  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  粉末形成莫来石反应由扩散控制, 实验在恒定温度下进行, 当反应进行 1 小时的时候, 测知已有 15% 的反应物起了反应。(1) 分别用扬德方程、金斯特林格方程计算完全反应的时间。(2) 试判断哪个结果更接近实际情况? 为什么? (3) 若要加速莫来石的生产可以采取什么有效措施? 至少举出一种措施。

3. 金属表面的渗碳属于恒定源扩散, 其浓度分布曲线为  $c(x, t) = c_s [1 - \text{erf}(\frac{x}{2\sqrt{Dt}})]$ 。已知碳在 800 度时扩散进入钢表面以下 0.1cm 深度处需要 10h。已知碳原子在面心立方铁中的扩散活化能为  $137522\text{J/mol}$ 。(1) 如果希望在 5h 内达到同样的深度, 该渗碳过程应在多少温度下进行? (2) 现希望在钢表面以下 0.2cm 深度处具有相同的碳原子深度, 有人建议在相同的热处理温度下延长时间至 20h, 这种方法可行吗? 为什么? (3) 如果热处理时间保持 10h 不变, 你还能提出什么措施达到与(2)同样的目的? 具体该如何进行?