

# 武汉理工大学 2007 年研究生入学考试试题

课程代码 440 课程 材料科学基础

(共 2 页, 共九题, 答题时不必抄题, 标明题目序号, 相图不必重画,

直接做在试题纸上)

一、(30 分) 解释下列基本概念

同质多晶、重建型转变、热释电效应、位错的爬移、大角度晶界、网络形成体、表面化学力、凝聚系统、稳定扩散、非扩散型相变、矿化剂、晶粒长大、广义材料腐蚀、蠕变、铁弹效应

二、(20 分) 镁铝尖晶石  $MgAl_2O_4$  晶体结构中, 氧离子作面心立方堆积, 结构中 A 块和 B 块的质点配置见图。

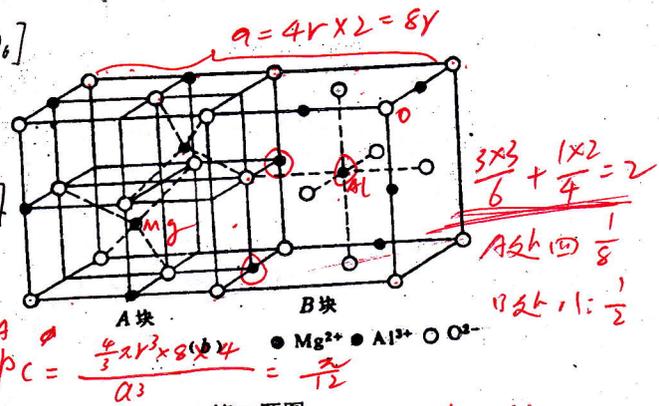
1. A 块、B 块主要反映的是哪种离子的配位情况? 写出其配位多面体和配位数; (4 分)

2. 指出结构中氧离子的配位数和配位多面体, 并判断其电价是否平衡; (4 分)

3. 若尖晶石的晶胞分子数为 8, 且 A 块、B 块在空间交替出现, 请构造尖晶石的单位晶胞; (4 分)

4. 计算结构中空隙填充率; (4 分)

5. 分析该结构是正尖晶石还是反尖晶石。(4 分)



三、(20 分) 1. 硅酸盐晶体滑石的化学式为  $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$ , 判断其结构类型, 用氧化物写法表征滑石的分子式, 分析其结晶习性。

2. 在钠硅酸盐玻璃中, 分析  $Na_2O$  对熔体粘度的影响, 并说明理由。

3. 为什么相同组成的固体的表面能总是高于液体的表面能?

四、(20 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  $CaO$  的肖脱基缺陷数

2.  $CsCl$  溶入  $MgCl_2$  中形成空位型固溶体, 并写出固溶体的化学式

3.  $Al_2O_3$  掺入到  $MgO$  中, 请写出二个合理的方程及其固溶体化学式。

五、(10 分) 已知  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  和  $O^{2-}$  和在尖晶石  $MgAl_2O_4$  中的自扩散系数与温度的关系分别为

$$D_{Mg} = 7.8 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{257700 \times 4.18 J/mol}{RT}\right) m^2/s \quad D = 1 \times 10^{-46} m^2/s$$

$$D_{Al} = 1.8 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{235704 \times 4.18 J/mol}{RT}\right) m^2/s \quad D = 1.3 \times 10^{-43} m^2/s$$

$$D_{O} = 9.3 \times 10^{-9} \exp\left(-\frac{478000 \times 4.18 J/mol}{RT}\right) m^2/s \quad D = 3.6 \times 10^{-90} m^2/s$$

1. 试求 1282K 时  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  和  $O^{2-}$  在  $MgAl_2O_4$  中的扩散系数。

2. 若在此温度下,  $O^{2-}$  基本不动, 哪种离子控制着  $MgAl_2O_4$  的生成, 为什么?

六、(10 分) 铜的熔点  $T_m = 1385K$ , 在过冷度  $\Delta T = 0.3T_m$  时, 通过均相成核得到晶体铜, 计算该

温度下的临界核胚半径及临界核胚原子数。

$$r^* = -\frac{2\sigma_s}{\Delta G_v} = \frac{2\sigma_s \cdot T_m}{\Delta H(T_m - T)} = 7.25 \times 10^{-8} \text{ cm} \quad n = \frac{4\pi(r^*)^3}{3a^3} \times 4$$

$^{-5}\text{J}/\text{cm}^3$ , 设铜为面心立方晶体,  $a=0.3615\text{nm}$ )

七、(10分) 烧结过程中, 初次再结晶、晶粒长大和二次再结晶的推动力分别是什么? 假设某氧化物的烧结初期满足以下动力学关系, 即  $\frac{\Delta L}{L_0} = \left[ \frac{5\gamma\delta^3 D_v}{\sqrt{2}kT} \right]^{\frac{2}{5}} r^{\frac{6}{5}} t^{\frac{2}{5}}$ , 为了提高烧结初期的线收缩率, 有人建议将原料的颗粒降低一半, 有人建议将烧结时间延长一倍, 你认为哪一种方法更有效, 为什么?

即  $\frac{\Delta L}{L_0} = \left[ \frac{5\gamma\delta^3 D_v}{\sqrt{2}kT} \right]^{\frac{2}{5}} r^{\frac{6}{5}} t^{\frac{2}{5}}$ , 为了提高烧结初期的线收缩率, 有人建议将原料的颗粒降低一半, 有人建议将烧结时间延长一倍, 你认为哪一种方法更有效, 为什么?

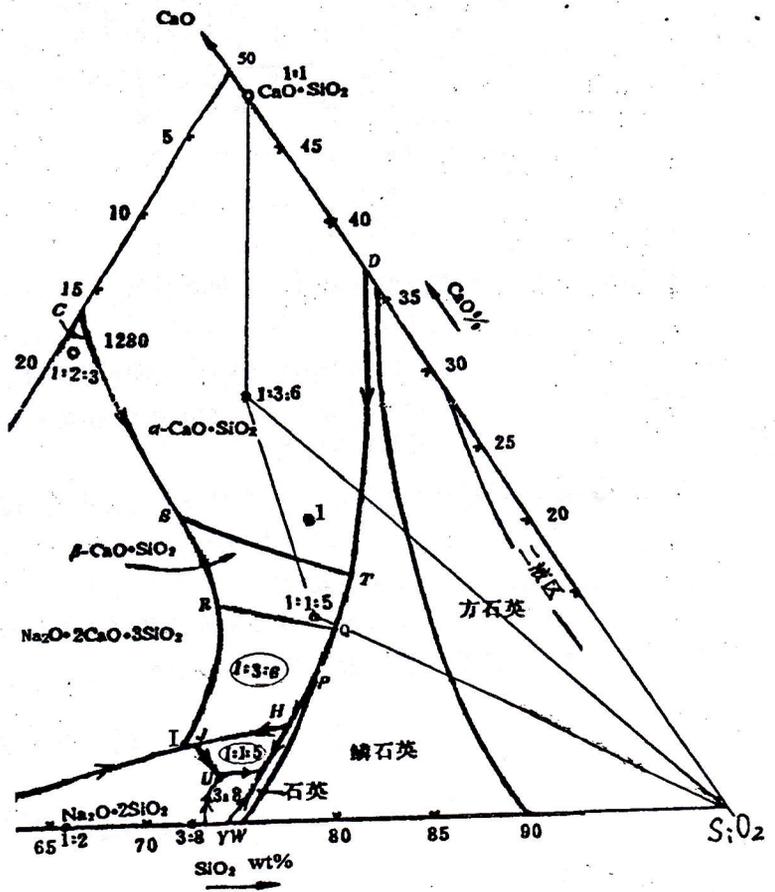
有人建议将原料的颗粒降低一半, 有人建议将烧结时间延长一倍, 你认为哪一种方法更有效, 为什么?

八、(10分) 粒径为  $1\mu$  球状  $\text{Al}_2\text{O}_3$  由过量的  $\text{MgO}$  微粒包围, 观察尖晶石的形成, 在恒定温度下, 第 1 个小时有 20% 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  起了反应, 计算完全反应的时间。

1. 用扬德方程计算;  $[1 - (1 - G)^{\frac{2}{3}}]^2 = kt$
2. 用金斯特林格方程计算;  $1 - \frac{2}{3}G - (1 - G)^{\frac{2}{3}} = kt$
3. 比较以上两个结果并分析产生差异的原因。  $t_{\text{金}} < t_{\text{扬}}$  因为扬德(扩散面积恒定)

九、(20分) 如图为  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$  系统部分相图, 根据此三元系统相图解答下列问题:

1. 判断化合物  $\text{NC}_3\text{S}_6$ ,  $\text{NCS}_5$ ,  $\text{N}_3\text{S}_8$ ,  $\text{NS}$  的性质; (4分)
2. 用箭头表示未标注温度变化的相区界线的温度变化方向及界线性质的; (4分)
3. 写出三元无变量点 Q、P、H 的平衡过程及性质; (4分)
4. 用规范化写法写出 1 点对应组分的平衡结晶过程; (8分)



第九题图