

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,

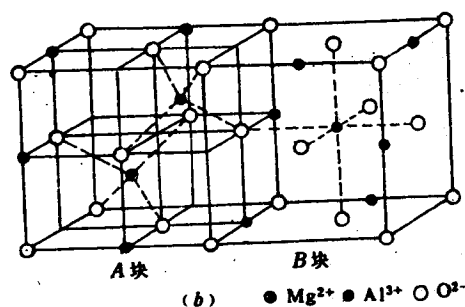
直接做在试题纸上)

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)



第二题图

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 (CaO 的密度是 3.2 克/厘米^3 , 其晶格参数是 0.481 nm , 分子量为 56);
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

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

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

$$D_O = 9.3 \times 10^{-9} \exp\left(-\frac{478000 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) m^2/s$$

1. 试求 1282 K 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 $T_m = 1385 \text{ K}$, 在过冷度 $\Delta T = 0.3 T_m$ 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。 ($M = 63.54$, $\rho = 9.0 \text{ g/cm}^3$, $\Delta H = 1628 \text{ J/mol}$, $\gamma = 1.77 \times 10$

$^{-5}\text{J}/\text{cm}^3$, 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, 有人建议将原料的粒度降低一半, 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?

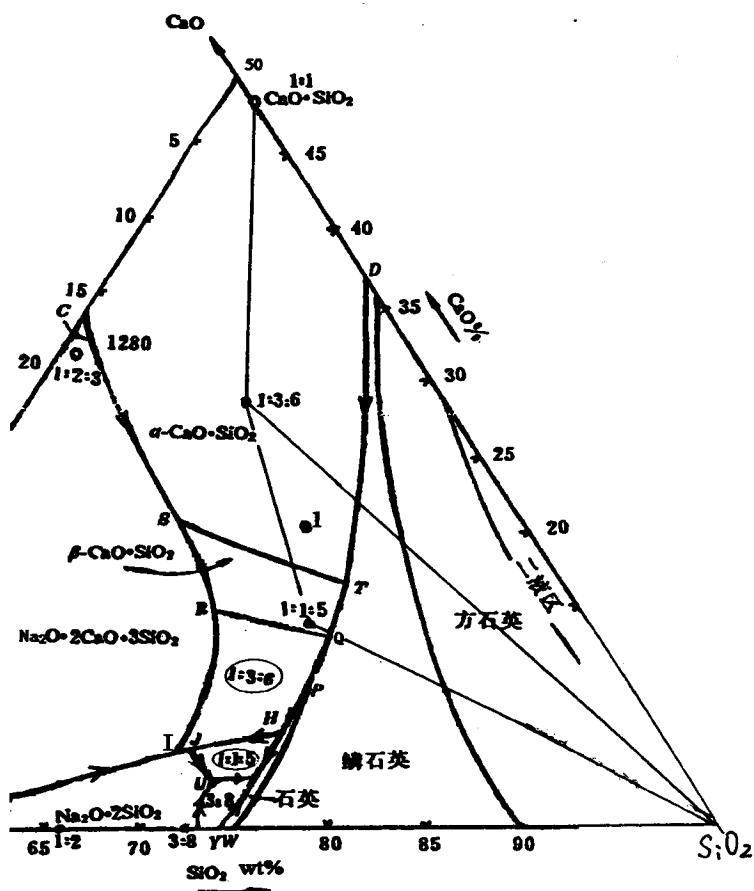
八、(10分) 粒径为 1μ 球状 Al_2O_3 由过量的 MgO 微粒包围, 观察尖晶石的形成, 在恒定温度下, 第1个小时有20%的 Al_2O_3 起了反应, 计算完全反应的时间。

1. 用扬德方程计算;
2. 用金斯特林格方程计算;
3. 比较以上两个结果并分析产生差异的原因。

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 NC_3S_6 , NCS_5 , N_3S_8 , 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; (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