

考试科目: 无机材料科学基础 报考专业: 材料学

要求: 1、答案一律写在答题纸上

2、需配备的工具: 直尺、计算器、铅笔、量角器

一、 名词解释: (每小题 6 分, 共 30 分)

- 1、晶体、晶胞
- 2、热缺陷、杂质缺陷
- 3、晶子学说和无规则网络学说
- 4、扩散系数、扩散通量
- 5、烧结、固相反应

二、 问答题 (40 分)

- 1、硅酸盐晶体结构有何特点? 可分为几类, 每类的结构特点及其典型晶体实例是什么? (10 分)
- 2、影响熔体黏度的因素有哪些? 试分析金属氧化物对降低硅酸盐熔体黏度的差异。 (10 分)
- 3、什么叫斯宾那多分解? 它和成核-生成机理有何差别? (10 分)
- 4、烧结过程中的传质机理有那些类型? 比较各传质机理的差异, 它们的推动力是什么? (10 分)

三、 计算题 (45 分)

- 1、写出下列缺陷反应式: (5 分)

(1) NaCl 溶入 CaCl_2 中形成空位型固溶体;

(2) CaCl_2 溶入 NaCl 中形成空位型固溶体;

- 2、(a) MgO 晶体中, 肖脱基缺陷的生成能为 6eV, 计算在 25°C 和 1600°C 时热缺陷的浓度。

(b) 如果 MgO 晶体中, 含有百万分之一摩尔的 Al_2O_3 杂质, 则在 1600°C 时, MgO 晶体中是热缺陷占优势还是杂质缺陷占优势, 说明原因。

(玻尔兹曼常数 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$, $1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19} \text{J}$) (共 10 分)

- 3、已知 Zn^{2+} 和 Cr^{2+} 在尖晶石 ZnCrO_4 中的自扩散系数与温度的关系分别为

$$D_{\text{Zn}/\text{ZnCrO}_4} = 6.0 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{356732 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{Cr}/\text{ZnCrO}_4} = 8.5 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{338904 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) \text{ m}^2/\text{s}$$

2010 年硕士研究生入学考试试题 (B)

- 1) 试求 1403K 时 Zn^{2+} 和 Cr^{2+} 在 ZnCrO_4 中的扩散系数。(5 分)
- 2) 如将细铂丝涂在两种氧化物 ZnO 和 Cr_2O_3 的分界线上, 然后将这些压制成型的样品进行扩散退火。(标记物铂丝非常细, 不影响离子在不同氧化物之间的扩散)。根据所得数据判断铂丝将向哪一方向移动? (5 分)
- 4、熔体析晶过程在 1000 °C 时, 单位体积自由焓变化 $\Delta G_V = 418 \text{ J/cm}^3$; 在 900 °C 时是 2090 J/cm^3 。设固-液界面能 $\gamma_{\text{SL}} = 5 \times 10^{-5} \text{ J/cm}^2$, 求:
 - (1) 在 900 °C 和 1000 °C 时的, 临界晶核半径; (5 分)
 - (2) 在 900 °C 和 1000 °C 时进行相变所需的能量。(5 分)
- 5、在 1500 °C Al_2O_3 正常晶粒生长期间, 观察到晶体 1h 内从 1 μm 长大到 10 μm , 如已知晶界扩散活化能为 335 kJ/mol, 试预测在 1700 °C 下保温时间为 4h 后, 晶粒尺寸是多少? 你估计加入 0.5 % MgO 杂质对晶粒生长速率会有什么影响? (10)

四、 分析、作图题 (35 分)

- 1、推导固态反应中扩散动力学方程的杨德方程 (10 分)
- 2、分析相图: A—B—C 三元相图如下图所示, 要求回答以下问题:
 - (1) 说明化合物 S 的熔融性质 (2 分)
 - (2) 标注各界线上温度下降的方向, 界线性质, 转熔线用双箭头表示; (4 分)
 - (3) 确定无变量点的性质, 写出各点相平衡关系式; (6 分)
 - (4) 组成点为 1、2、3 和 4 各溶体的冷却结晶过程。并标明在无变量点时各相的含量 (8 分);
 - (5) 分别将组成点为 5 和 6 的物系, 在平衡条件下加热到完全熔融, 说明其固液相组成的变化途径 (5 分)

