

# 中国科学技术大学

## 2011 年硕士学位研究生入学考试试题

(材料科学基础)

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

☒ 需使用计算器

☐ 不使用计算器

### 一、判断题 (对填 T, 错填 F, 每小题 2 分, 共 20 分)

1. 人工制备的晶体不可能有 5 次对称轴 ( )
2. 石墨晶体是由石墨烯结构单元以共价键作用力构成的 ( )
3. 材料的力学性能与点缺陷的关系不大 ( )
4. 理论密度 100% 的陶瓷体对任何气体而言都是气密性的 ( )
5. 达到一定的过冷度是纯金属熔体结晶的必要条件 ( )
6. 爱因斯坦模型可解释比热的  $T^3$  实验现象 ( )
7. 无机材料玻璃相主要靠电子导热 ( )
8. 无机材料塑性差的原因是因为其晶格中滑移系统多 ( )
9. 釉层感受坯体的应力与釉层厚度有关 ( )
10. 表面能发生变化在裂纹亚临界生长中起重要作用 ( )

### 二、名词解释 (每小题 3 分, 共 15 分)

1. 晶格滑移
2. 霍尔效应
3. 铁电体
4. 反铁磁性
5. 热稳定性

### 三、问答题 (总 85 分)

1. 如图 1 所示的是  $\text{CaO-ZrO}_2$  相图, 已知: C = cubic, 即立方相, 如 C ss 表示立方相固溶体; O = orthorhombic, 即正交相, O- $\text{CaZrO}_3$  表示正交相锆酸钙; T ss = tetragonal  $\text{ZrO}_2$ , 即四方相氧化锆; M ss = monoclinic  $\text{ZrO}_2$  solid solution, 即单斜相氧化锆;  $\Phi_1 = \text{CaZr}_4\text{O}_9$ ;  $\Phi_2 = \text{Ca}_6\text{Zr}_{19}\text{O}_{44}$ 。(每小题 5 分, 共 40 分)

- 1) 氧化锆与氧化钙的熔点分别是多少?
- 2) 在熔化之前, 固态氧化锆有哪几个相?
- 3) 由于氧化钙与氧化锆的物理化学性质相差较大, 所以形成中间化合物 (中

间相), 指出这些中间化合物(中间相)的分子式。

4) 1959°C 所示的等温线所对应的自由度为 0 的相变过程是什么?

5) 成份点为 60 Mol % (CaO) 时, 从高温(如 3000 °C)平衡冷却到 2133 °C 时, 写出 2133 °C 时的相变反应(降温)。

6) 成份点为 30 Mol % (CaO) 时, 从高温如 2500°C 平衡(可逆)冷却到 1353°C 时, 指出 1353°C 时的相变反应(降温), 该反应结束后, 所得产物是什么。

7) 简述实验上如何制备化合物  $\text{CaZr}_4\text{O}_9$  (即  $\Phi_1$ ) ?

8) 已知单相区 C ss 的  $\text{ZrO}_2$  结构与  $\text{CaF}_2$  一样, 而  $\text{CaF}_2$  (萤石) 的结构可以这样描述: 钙离子形成面心立方紧密堆积, 氟离子填入密堆积的四面体空位中。因此在单相区 C ss 的  $\text{ZrO}_2$  中, 不存在本征氧空位, 所以单相区 C ss 的纯  $\text{ZrO}_2$  不是氧离子导体。但是往单相区 C ss 的  $\text{ZrO}_2$  中掺入 CaO, 形成处于单相区 C ss 的固熔体  $(\text{ZrO}_2)_{1-x}(\text{CaO})_x$ , 则产生氧空位。请问掺杂 x 摩尔 CaO 可以生成多少摩尔的氧空位? 并写出形成空位的缺陷方程?

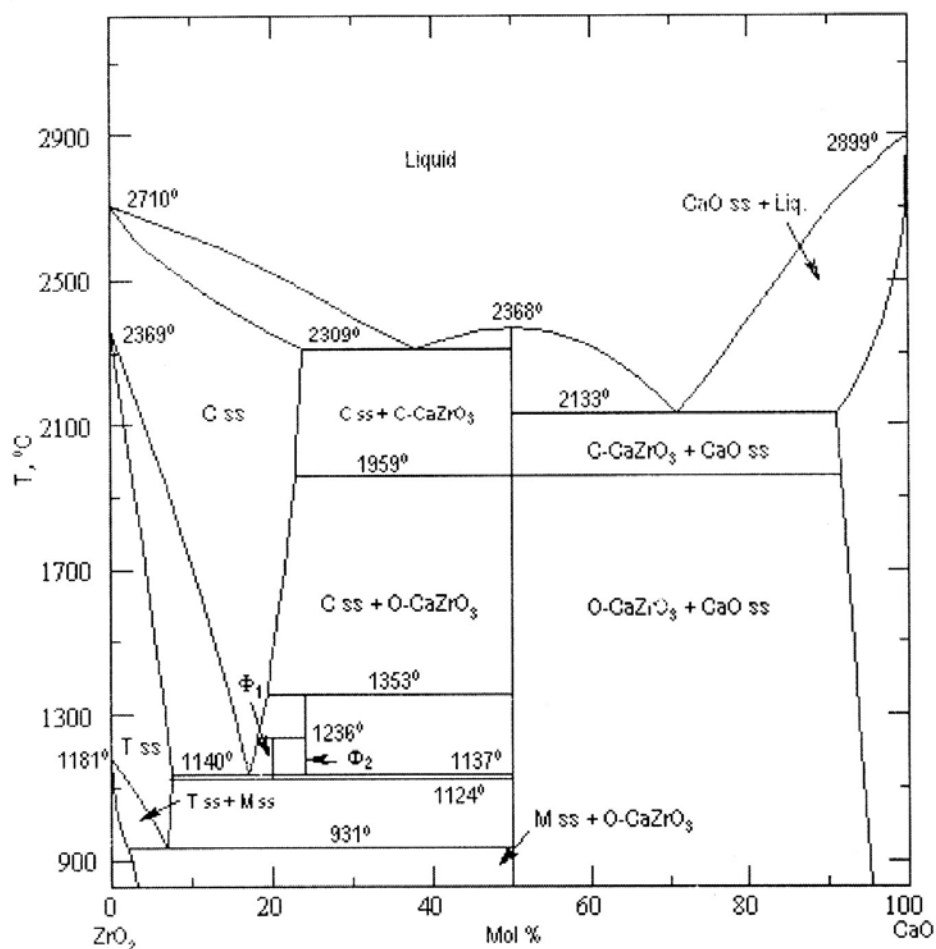
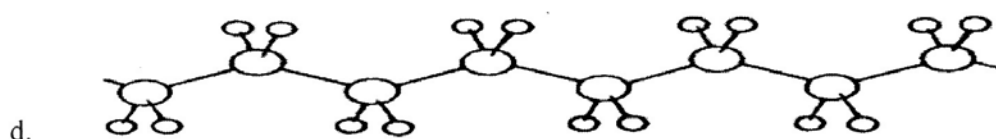
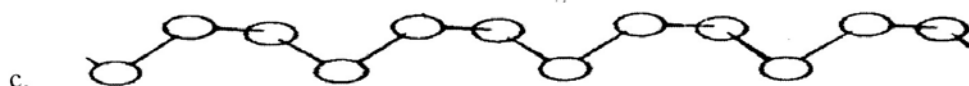
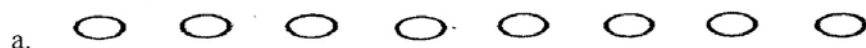


图 1. CaO-ZrO<sub>2</sub> 相图

2. 作出下列图形的点阵示意图（每小题 2 分，共 8 分）：



3. 在简立方点阵的布拉维阵胞中画出以下晶面和晶向（每个 3 分，共 15 分）：

$(102)$ ,  $(1\bar{1}2)$ ,  $(\bar{2}\bar{1}2)$ ,  $[110]$ ,  $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$

4. 什么是相变增韧？并简述其作用机理。（7 分）

5. 根据您的材料科学知识判断，一定温度下  $\text{Co}_{1-x}\text{O}$  中 Co 的扩散机制是什么？（2 分）扩散系数随环境氧分压的变化趋势如何？（2 分）（即 Co 的扩散系数随环境氧分压的升高而减小还是增大？）并写出相关点缺陷方程（4 分）（共 8 分）

6. 多数情况下，物质扩散是沿着浓度降低的方向（即浓度梯度方向），发生所谓“下坡扩散”。但也有体系，发生“上坡扩散”，即扩散是沿浓度梯度方向相反的方向进行。请予以简要、合理说明。（7 分）

#### 四、填空题（每空 1 分，共 15 分）

闪锌矿  $\beta\text{-ZnS}$ （图 2）属于点群：(1)，(2) 晶系，(3) 格子。质点的空间坐标为  $\text{S}^{2-}$ ：(4)，(5)，(6)，(7)， $\text{Zn}^{2+}$ ：(8)，(9)，(10)，(11)。在  $\beta\text{-ZnS}$  结构中，以 (12) 作 (13) 堆积，形成  $n$  个八面体空隙和  $2n$  个 (14) 空隙。八面体空隙的占有率为 (15)。

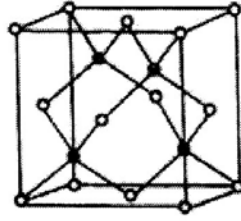


图 2. 闪锌矿的结构

## 五、计算题（10 分）

某种熔融石英的表面能为  $1.8\text{J/m}^2$ ；Si-O 的平衡原子间距为  $1.5 \cdot 10^{-8}\text{cm}$ ；弹性模量为  $70\text{GPa}$  左右，计算其理论强度。如材料内存在  $1$  微米的裂纹，实际强度又是多少？

## 六、灵活应用题（5 分）

新能源技术离不开材料的发展与应用。试举出一种你所知道的新能源材料，并给出两种可能的制备方法。