

武汉理工大学 2004 年研究生入学考试试题

440 课程 材料科学基础

(共 3 页, 共十题, 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、判断下列叙述是否正确? 若不正确, 请改正 (30 分)

1. 结晶学晶胞是反映晶体结构周期性的最小重复单元。 ~~√~~ *和对称性有关*
2. 热缺陷是温度高于绝对零度时, 由于晶体组成上的不纯净性所产生的一种缺陷。 ~~√~~ *热缺陷是热运动产生*
3. 晶面指数通常用晶面在晶轴上截距的互质整数比来表示。 ~~√~~ *互倒数的*
4. 固溶体是在固态条件下, 一种物质以原子尺寸溶解在另一种物质中所形成的单相均匀的固体。 ~~√~~ *晶体 化学势梯度*
5. 扩散的推动力是浓度梯度, 所有扩散系统中, 物质都是由高浓度处向低浓度处扩散。
6. 初次再结晶的推动力是晶界过剩的自由能。 ~~√~~ *基体塑性变形所增加的能量*
7. 在热力学平衡条件下, 二元凝聚系统最多可以 3 相平衡共存, 它们是一个固相、一个液相和一个气相。 ~~√~~ *$n=1$ $f=c-p+n=2-1+1=3-p$*
8. 临界冷却速率是形成玻璃所需要的最小冷却速率, 临界冷却速率越大越容易形成非晶体。 ~~√~~
9. 马氏体相变是一种无扩散性相变, 相变时成分发生变化但结构不变。 ~~√~~ *不发生*
10. 在临界温度、临界压力时, 化学势及其一阶偏导数连续, 二阶偏导数不连续的相变为二级相变, 发生二级相变时, 体系的体积和热焓发生突变。 ~~√~~ *不连续*
11. 驰豫表面是指在平行于表面的方向上原子间距不同于该方向上晶格内部原子间距的表面。 ~~√~~ *垂直于*
12. 固态反应包括界面化学反应和反应物通过产物层的扩散等过程, 若化学反应速率远大于扩散速率, 则动力学上处于化学动力学范围。

二、ZnS 的一种结构为闪锌矿型结构, 已知锌离子和硫离子半径分别为 $r_{Zn^{2+}} = 0.068nm$,

$r_{S^{2-}} = 0.156nm$, 原子质量分别为 65.38 和 32.06。

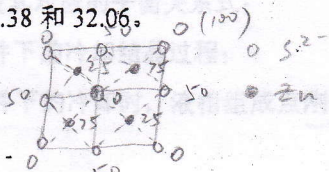
1. 画出其晶胞结构投影图: (001)

2. 计算 ZnS 的晶格常数:

$$4(r_+ + r_-) = \sqrt{2}a$$

$$a = 2\sqrt{2}(r_+ + r_-)$$

$$4(r_+ + r_-) = \sqrt{2}a$$



$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M \times 4}{a^3 N_A} \quad \rho =$$

3. 试计算 ZnS 的晶体的理论密度。(15 分)

FeO 结构属于 NaCl 型结构，其中氧的摩尔分数 $x_O = 0.52$ ，晶格常数为 0.429 nm ，由于存在正离子缺位，所以对应地存在一部分 Fe^{3+} 离子。试计算

1. 这种氧化铁中 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 离子比值 = 0.2

$$X = 0.07$$

$$\text{Fe}_{2x}\text{Fe}_{1-3x}\text{O} = \text{Fe}_{1-x}\text{O} = \text{Fe}_{0.48}\text{O}_{0.52}$$

2. 这种氧化铁的密度。(10 分)

$$\rho = 5.7 \text{ g/cm}^3$$

四、陶瓷材料制成的器件在外界温度发生急剧变化时为什么容易发生开裂或破碎？如何提高陶瓷材料抗热震性能？(8 分)

五、试述高分子材料老化的类型及原因。(12 分)

六、金属材料、陶瓷材料中晶粒的大小与什么有关？晶粒大小对材料的宏观性质有何影响？

工艺上如何控制晶粒尺寸？(15 分) 原始物料粒度、烧结时间、温度

七、根据玻璃的形成条件，对下列几种物质形成玻璃的难易程度进行排序，并说明理由。

0/s: 60 分 (10 分) 2 倍易/2: 2 倍 $\text{Cu} > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SiO}_2 > \text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 > \text{SiO}_2$

Cu SiO_2 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ NaCl R 易 ↓ 愈不易

2 次 八、从材料科学角度分析晶体的实际强度为什么远低于理论强度。(10 分)

九、已知 Zn^{2+} 和 Cr^{3+} 在尖晶石 ZnCr_2O_4 中的自扩散系数与温度的关系分别为

$$D_{\text{Zn}/\text{ZnCr}_2\text{O}_4} = 6.0 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{356732 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) \text{ m}^2/\text{s} \quad D_{\text{Zn}} = 1.8 \times 10^{-58} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$D_{\text{Cr}/\text{ZnCr}_2\text{O}_4} = 8.5 \times 10^{-3} \exp\left(-\frac{338904 \times 4.18 \text{ J/mol}}{RT}\right) \text{ m}^2/\text{s} \quad D_{\text{Cr}} = 1.545 \times 10^{-58} \text{ m}^2/\text{s}$$

1. 试求 1403K 时 Zn^{2+} 和 Cr^{3+} 在 ZnCr_2O_4 中的扩散系数。

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？ $D_{\text{Cr}} > D_{\text{Zn}}$ $\text{Cr}^{3+} - \text{Cr}$

3. 画出 ZnO 和 Cr_2O_3 接触、反应并形成 ZnCr_2O_4 的反应模型，并写出接触界面上的化学反应。(16 分)

十、下图是 A-B-C 三元系统相图，根据相图回答下列问题：

1. 在图上划分副三角形、用箭头表示各条线上温度下降方向及界线的性质；

2. 判断化合物 D、F 的性质；

3. 写出各三元无变量点的性质及其对应的平衡关系式；

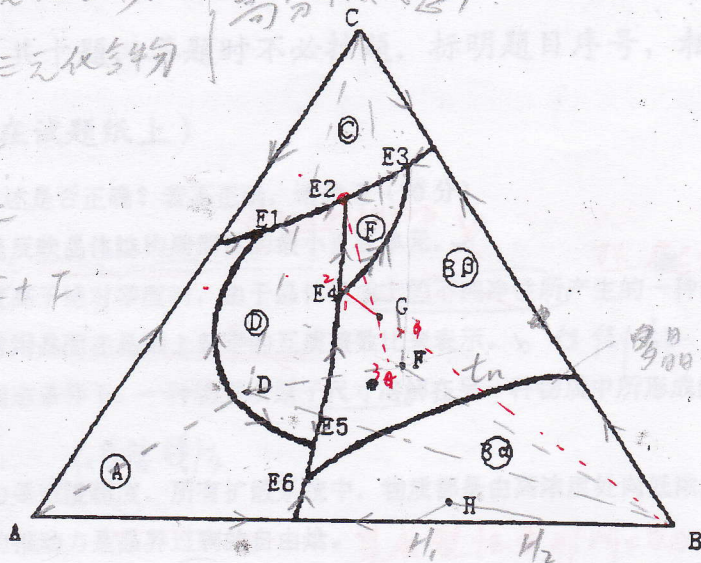
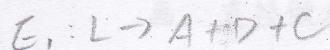
4. 写出组成点 G 在完全平衡条件下的冷却结晶过程；

5. 写出组成点 H 在完全平衡条件下的冷却时，液相组成点刚到达 E 点和结晶结束时

各相的百分含量（用线段比表示）。(24 分)

D: 一致共熔三元化合物
F: 不一致共熔三元化合物

高分低稳



第十题图

G:

