

浙 江 大 学

二〇〇三年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 材料科学基础 编号 448

注意:答案必须写在答题纸上,写在试卷或草稿纸上均无效。

一、填空题 (每空 1 分, 共 30 分)

- 在晶体学中,所有的晶体均可归纳在 A 个晶系中,各种晶体结构按其原子或分子排列的周期性和对称性可归属于 B 种空间点阵之一,所有空间点阵又可归于 C 种晶族。通过宏观对称要素分析,晶体可能存在的对称类型(点群)只能有 D 种,通过宏观和微观对称要素在三维空间的组合得出晶体中可能存在的空间群有 E 种。全部对称型总共可以导出 F 种单形。
- 不同的 $\{hkl\}$ 晶面,其面间距各不相同。总的来说,低指数晶面的晶面间距 A,而高指数晶面的面间距 B。
- 离子晶体中,配置于正离子周围的负离子数(即正离子配位数)由正、负离子的半径比(r_c/r_A)大小所决定,当 r_c/r_A 值属于范围 0-0.155, 0.155-0.225, 0.225-0.414, 0.414-0.732, 0.732-1.0 时,其正离子配位数分别为 A, B, C, D, E。
- 缺陷可归纳为 A 缺陷、B 缺陷和 C 缺陷三类,位错属于 D 缺陷,其最重要、最基本的形态有 E 位错和 F 位错两种,也有介于它们之间的 G 位错
- 根据溶质原子在晶体点阵中的位置,可以将固溶体分为三类:分别是 1、A 固溶体,2、B 固溶体 3、C 固溶体。
- 非晶态结构的基本特征是: A,描述非晶态金属和合金较成功的结构模型是 B,而描述无机玻璃的结构模型主要是: C 和 D。
- 通常,扩散系数可作为表征扩散的一个参量。它与扩散机构及扩散介质和外部条件有关。可以认为扩散系数是物质的一个物性指标。根据扩散系统的不同,扩散系数可分为 A、B 和 C 等。

二、选择题 (每题 3 分, 共 30 分)

- 固溶体特点是掺入外来杂质原子后原来的晶体结构不发生转变,但点阵畸变,性能变化。固溶体有有限和无限之分,其中:
 - 结构相同是完全固溶的充要条件
 - 结构相同是完全固溶的必要条件,不是充分条件
 - 结构相同是有限固溶的充分条件

2. a-Si:H 薄膜是十分有用的半导体材料之一，其结构特征为：
- A 在非晶 Si 膜结构中嵌入了大量的氢原子，H 的空间分布具有局部不均匀性，显示出具有两种相组分的特征
 - B 在单晶 Si 膜结构中嵌入了大量的氢原子，H 的空间分布具有局部不均匀性，显示出具有两种相组分的特征
 - C 在多晶 Si 膜结构中嵌入了大量的氢原子，H 的空间分布具有局部不均匀性，显示出具有两种相组分的特征
3. 一般认为，界限小角度晶界和大角度晶界的两相邻晶粒位向差约为：
- A 2°
 - B 10°
 - C 20°
4. 位错滑移与攀移所需驱动力的性质可分别描述为：
- A 弹性力；化学力与切应力
 - B 化学力与切应力；弹性力
 - C 切应力；化学力与弹性力
5. 实验测得氧化锌中出现间隙锌离子的浓度与锌蒸气压的二分之一一次方成正比，因而可推断其缺陷反应满足式：
- A $Zn(g) \rightleftharpoons Zn_i^\bullet + e'$
 - B $ZnO \rightleftharpoons Zn_i^{\bullet\bullet} + 2e' + \frac{1}{2}O_2(g)$
 - C $Zn(g) \rightleftharpoons Zn_i^{\bullet\bullet} + 2e'$
6. 受泡林规则的制约，在硅酸盐矿物中不同的硅氧四面体结合类型，硅氧四面体中过剩的负电荷不同，也即需要有相应的正电荷来平衡。根据硅酸盐结构判据表达式可以确定矿物 $[Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2]$ 满足：
- A 判据值为 2，属单链结构
 - B 判据值为 1，属骨架状结构
 - C 判据值为 1.5，属双链结构
7. 离子键的成键作用是：
- A 电子气和离子实间库仑作用力
 - B 相反电荷间静电力
 - C 对电子作用力

8. 物质的流动可以用菲克第一和菲克第二定律描述, 其对应的扩散方程表达式分别为:

A $J = D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)$ 和 $\left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$

B $J = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)$ 和 $\left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$

C $J = -D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)$ 和 $\left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$

9. 高分子晶体由同一分子的不同链段或不同分子的某些链段间平行排列形成, 高分子晶体通常属于如下晶体类型:

- A 共价晶体
- B 分子晶体
- C 离子晶体

10. 在固体材料中, 有许多重要的性质, 如比热、热膨胀、热导等都可以用声子的概念来描述, 声子的概念是指:

- A 晶格的振动
- B 原子
- C 电子

三、分析计算题 (每题 15 分, 共 90 分)

1. 在立方晶系中 (1) 画出下列晶面和晶向: $(111), [1\bar{1}0]$; $(110), [\bar{1}11]$ 和 $(1\bar{1}2), [110]$, (2)

在给出的三个晶向 $[1\bar{1}0]$ 、 $[\bar{1}11]$ 和 $[110]$ 中属于同一晶向族的是哪些晶向? 这些晶相又同属于哪一晶向族?

2. β' 黄铜 (一种铜锌合金), 属于简单立方点阵, 其中 Cu 原子和 Zn 原子由两套简单立方点阵分别错位 $1/2, 1/2, 1/2$ 构成。如果 Cu 和 Zn 原子半径分别为 0.13nm 和 0.14nm , (1) 画出 β' 黄铜的晶体结构简图, 确定每个单位晶胞中所含 Cu 原子和 Zn 原子的数目, (2) 试计算 β' 黄铜的密度 (已知 Cu 和 Zn 的原子量分别为 63.54 及 65.37 , 阿佛加德罗常数为 6.022×10^{23})。

3. 对含 0.1% 碳的钢进行渗碳试验 (渗碳系指将碳原子扩散渗入钢的内部), 若控制渗碳时钢件表面碳的浓度保持为 1.2% , 要求在其表面以下 2mm 处有 0.45% 碳, 现若碳在钢中的扩散系数 $D = 2 \times 10^{-11} \text{m}^2/\text{s}$ 为常量, 且考虑为半无限长一维扩散。

- (1) 试求渗碳所需时间;
- (2) 若想将渗碳厚度增加 1 倍, 需多少渗碳时间?

误差函数表: β 与 $\text{erf}(\beta)$ 的对应值 (β 由 0 至 2.7)

β	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.1	0.000 0	0.011 3	0.022 6	0.033 8	0.045 1	0.056 4	0.067 6	0.078 9	0.090 1	0.101 3
0.1	0.112 5	0.123 6	0.134 8	0.145 9	0.156 9	0.168 0	0.179 0	0.190 0	0.200 9	0.211 8
0.2	0.222 7	0.233 5	0.244 3	0.255 0	0.265 7	0.276 3	0.286 9	0.297 4	0.307 9	0.318 3
0.3	0.328 6	0.338 9	0.349 1	0.359 3	0.369 4	0.379 4	0.389 3	0.399 2	0.409 0	0.418 7
0.4	0.428 4	0.438 0	0.447 5	0.456 9	0.466 2	0.475 5	0.484 7	0.492 7	0.502 7	0.511 7
0.5	0.520 5	0.529 2	0.539 7	0.546 5	0.554 9	0.563 3	0.571 6	0.579 8	0.587 9	0.595 9
0.6	0.603 9	0.611 7	0.619 4	0.627 0	0.634 6	0.642 0	0.649 4	0.656 6	0.663 8	0.670 8
0.7	0.677 8	0.684 7	0.691 4	0.698 1	0.704 7	0.711 2	0.717 5	0.723 8	0.730 0	0.736 1
0.8	0.742 1	0.748 0	0.753 8	0.759 5	0.865 1	0.770 7	0.776 1	0.781 4	0.786 7	0.791 8
0.9	0.796 9	0.801 9	0.806 8	0.811 6	0.816 3	0.820 9	0.825 4	0.829 9	0.832 2	0.838 5
1.0	0.842 7	0.846 8	0.850 8	0.854 8	0.858 6	0.862 4	0.866 1	0.869 8	0.873 3	0.876 8
1.1	0.880 2	0.883 5	0.886 8	0.890 0	0.893 1	0.896 1	0.899 1	0.902 0	0.904 3	0.907 6
1.2	0.910 3	0.913 0	0.915 5	0.918 1	0.920 5	0.922 9	0.925 2	0.927 5	0.939 7	0.931 9
1.3	0.934 0	0.936 1	0.938 1	0.940 0	0.941 9	0.943 8	0.945 6	0.947 3	0.949 0	0.950 7
1.4	0.952 3	0.953 9	0.955 4	0.956 9	0.958 3	0.959 7	0.961 1	0.962 4	0.968 7	0.964 9
1.5	0.966 1	0.967 3	0.963 7	0.969 5	0.970 6	0.971 6	0.972 6	0.973 6	0.974 5	0.975 5
β	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.9	2.0	2.2	2.7
$\text{erf}(\beta)$	0.971 6	0.976 3	0.980 4	0.983 8	0.986 7	0.989 1	0.992 8	0.995 3	0.998 1	0.999

4、在氧化镁晶体中,若肖特基缺陷生成焓为 6eV , (1) 计算 1600°C 时作为热本征缺陷的镁空位浓度是多少。(2) 若在氧化镁晶体中掺杂三氧化二铝生成镁空位, 试写出缺陷方程。(3) 计算 1600°C 时掺杂有百万分之一 (摩尔比) 三氧化二铝的氧化镁晶体中是热缺陷占优势还是杂质缺陷占优势? ($k = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$)

5、有一面心立方结构晶体, 在发生滑移时, 如果考虑滑移面是在原子面密度较大的晶面上进行, 且滑移方向也是在原子线密度较大的晶向上进行, (1) 写出该滑移面的晶面指数, (2) 写出滑移方向的晶向指数, (3) 试求该面心立方晶体结构的最小滑移矢量长度。(晶体的晶格常数为 a)。

6、两个体系的无机玻璃系统, 在某一温度下分别测定这两个玻璃系统的成核速率和晶体生长速率, 其中系统甲的成核速率是乙系统的3倍, 而系统乙的晶体生长速率却是甲系统的2倍。现设系统甲在这一温度下保持为玻璃相所允许的保温时间不得大于 t , 试计算系统乙在同样温度条件下保持为玻璃相所允许的保温时间不得大于多少? 并简单分析两者不同的原因。