

华南理工大学
2014 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 材料物理化学

适用专业: 材料学; 生物医学工程; 材料工程(专硕); 生物医学工程(专硕)

共 5 页

一、(40 分) 选择题

- 1、在离子晶体中, 配置于正离子周围的负离子数取决于正负离子半径比。某离子化合物的正负离子半径比为 0.564, 其负离子配位数为 ()
(A) 3 (B) 4 (C) 6 (D) 8
- 2、一晶面截 x 轴于 $2a/3$, y 轴于 $b/2$, z 轴于 c, 则晶面符号为 ()
(A) (321) (B) (423) (C) (342) (D) (436)
- 3、金红石晶体中, O^{2-} 作稍有变形的六方密堆, Ti^{4+} 填充了 ()
(A) 四面体空隙的半数 (B) 四面体空隙的八分之一
(C) 八面体空隙的半数 (D) 八面体空隙的八分之一
- 4、MgO 具有 NaCl 结构, O^{2-} 半径为 0.140 nm, Mg^{2+} 半径为 0.072 nm, 则 MgO 的堆积系数为 ()
(A) 72% (B) 68% (C) 34% (D) 56%
- 5、在氧离子立方密堆中, 若全部四面体空隙均填充一种阳离子, 则该阳离子的价态为 ()
(A) +1 价 (B) +2 价 (C) +3 价 (D) +4 价
- 6、在下列硅酸盐矿物中, 属于片状结构的是 ()
(A) 透辉石 $CaMg[Si_2O_6]$ (B) 绿柱石 $Be_3Al_2[Si_6O_{13}]$
(C) 钠长石 $Na[AlSi_3O_8]$ (D) 叶腊石 $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$
- 7、在 Al_2O_3 中掺入 0.5% 摩尔的 NiO 生成黄宝石, 经分析认为是形成了置换型固溶体, 此黄宝石的化学式可写成 ()
(A) $Al_{1.995}Ni_{0.005}O_{2.9975}$ (B) $Al_{1.995}Ni_{0.005}O_3$
(C) $Al_2Ni_{0.005}O_3$ (D) $Al_2Ni_{0.005}O_{2.9975}$

- 8、对于刃位错，其位错线方向、伯氏矢量方向与位错运动方向是（ ）
 (A) 平行，平行 (B) 垂直，平行
 (C) 平行，垂直 (D) 垂直，垂直
- 9、当温度不变时，硅酸盐熔体中的聚合物种类，数量和熔体组成(O/Si比)有关。O/Si比值大，表示碱性氧化物含量高，此时熔体中（ ）
 (A) 高聚体数量增多 (B) 高聚体数量减少
 (C) 高聚体数量多于低聚体 (D) 高聚体数量少于低聚体
- 10、一种玻璃其组成为 10% 质量分数 Na_2O ，25% 质量分数 Al_2O_3 ，65% 质量分数 SiO_2 ，则此玻璃的非桥氧分数为（ ）
 (A) 3.92 (B) 3.28 (C) 2.04 (D) 1.96
- 11、 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系统的低共熔物放在 Si_3N_4 陶瓷片上，加热到低共熔温度。已知液相的表面张力为 0.9 N/m ，液体与固体的界面能为 0.6 J/m^2 ，测得接触角为 70.52° ，则 Si_3N_4 的表面张力为（ ）
 (A) 0.7 N/m (B) 0.8 N/m (C) 0.9 N/m (D) 1.0 N/m
- 12、非化学计量化合物产生与缺陷浓度与下列何种因素无关（ ）
 (A) 气氛性质 (B) 压力 (C) 温度 (D) 杂质
- 13、固体的表面结构与体相结构相比，差别不包括（ ）
 (A) 表面弛豫 (B) 表面重构
 (C) 表面扩散 (D) 表面吸附
- 14、任何系统均具有向最低能量状态发展的趋势。物料以其表面能转变成晶界能而达到稳定存在，籍这种推动力而进行的过程，称为（ ）
 (A) 晶粒成核-生长 (B) Spinodal 分解
 (C) 固相反应 (D) 烧结
- 15、在离子型材料中。影响扩散的缺陷来自两个方面：(1)肖特基缺陷和弗伦克尔缺陷；(2)掺杂点缺陷。掺杂点缺陷引起的扩散称为（ ）
 (A) 自扩散 (B) 互扩散
 (C) 本征扩散 (D) 非本征扩散
- 16、下列过程中，哪一个能使烧结物强度增大，而不产生致密化过程（ ）
 (A) 蒸发-凝聚 (B) 体积扩散

(C) 粘性流动

(D) 表面扩散

17、液相相变时，非均匀成核势垒与接触角 θ 有关，当（ ）时，成核势垒降低一半，

(A) $\theta=0^\circ$

(B) $\theta=45^\circ$

(C) $\theta=90^\circ$

(D) $\theta=180^\circ$

18、在 Fe_{1-x}O 晶体中，随氧分压增大，晶体的电导率（）

(A) 降低

(B) 升高

(C) 不变

19、石英的二级变体间的转变，体积变化最大的是（ ）

(A) β -石英 $\rightarrow\alpha$ -石英

(B) γ -鳞石英 $\rightarrow\beta$ -鳞石英

(C) β -鳞石英 $\rightarrow\alpha$ -鳞石英

(D) β -方石英 $\rightarrow\alpha$ -方石英

20、烧结时，空位浓度最大的是（ ）

(A) 球体内部

(B) 球体接触部位

(C) 颈部

(D) 任意部位

二、（85分）问答与计算题

1、（15分）写出下列化合物的结构式，指出其所属结构类型，并用鲍林规则解释高岭石结构中的电荷分配及结构特点

(1) 正硅酸钙 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$

(2) 钾长石 $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$

(3) 透闪石 $2\text{CaO}\cdot 5\text{MgO}\cdot 8\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$

(4) 高岭石 $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

2、（10分）试用实验方法鉴别石英玻璃粉末、石英砂粉末和硅砖石粉末，并从结构角度来解释其差异。

3、（13分）由氧化铝和二氧化硅粉料形成莫来石为扩散控制过程，并符合杨德方程，反应激活能为 210 KJ/mol ，在 1400°C 反应 1 小时后，反应过程完成 10%，试问：

(1) 在 1500°C 反应 1 小时后，反应会进行到什么程度？

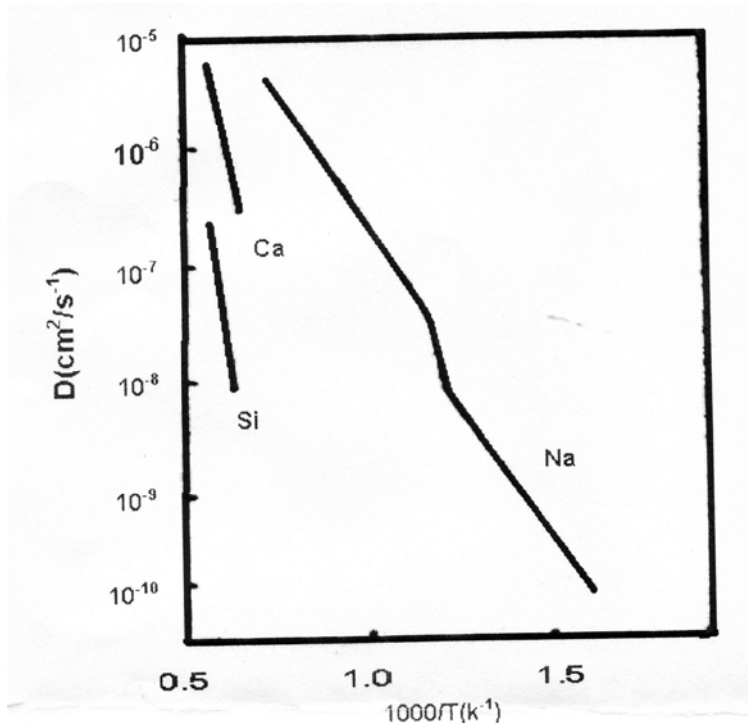
(2) 为加速莫来石化，可采取哪些有效措施？

4、（15分）钠钙硅酸盐玻璃中阳离子的扩散系数如图所示，试问：

(1) 为什么钠离子比钙离子和硅离子扩散的快？

(2) 钠离子扩散曲线的非线性部分产生的原因是什么？

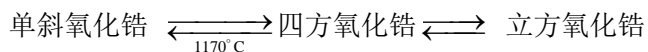
- (3) 将玻璃淬火，其曲线将如何变化？
 (4) 钠离子熔体中扩散活化能约为多少？



5、(10分) Al_2O_3 烧结过程由阴离子扩散过程控制, MgO 烧结过程由阳离子扩散控制, 请分析以下现象的原因:

- (1) 烧结 Al_2O_3 时, 氢气氛和氧分压较低时促进烧结, 氧分压较高时妨碍致密化;
- (2) 烧结 MgO 时, 加入少量 FeO , 在氢气氛和氧分压较低时都不能促进烧结, 只有氧分压较高时才能促进烧结

6、(12分) 纯氧化锆结构随温度作如下相变



若以二价或三价金属氧化物与其形成固溶体时, 就变成在室温下能稳定存在的萤石型立方晶系结构, 请写出加入二价氧化物 (CaO) 和三价氧化物 (Y_2O_3) 的固溶体方程式和化学式, 并讨论对材料性质的影响

7、(10分) 氧化锆 ZrO_2 是一种重要的耐火材料。试用热力学方法分析 ZrO_2 在含氢还原气氛中的稳定性。相关热力学数据如下:

化合物	ΔH_{298}° (kJ/mol)	Φ_T° (J/mol)			
		1000K	1400K	1800K	2100K
ZrO ₂ (s)	-1098.20	83.74	100.82	117.27	127.32
Zr(s)	0	53.01	61.21	67.99	72.26
H ₂ (g)	0	286.88	153.03	159.27	163.29
H ₂ O(g)	-242.63	206.83	216.42	224.62	230.11

三、（25分）按给出的相图回答下列问题：

- 完成此相图（划分副三角形，用箭头标注界线温度下降方向，转熔线用双箭头表示）。
- 写出无变量点 G、E、F 的性质和平衡反应方程。
- 用析晶过程中平面投影图上固、液相点位置的变化，简明表述组成为 M 的熔体的冷却析晶过程。
- 判断 $B_{\alpha} \rightleftharpoons B_{\beta}$ 多晶转变温度 t_n 与 e_1 、 e_2 的温度顺序。

