

华南理工大学
2015 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; 材料工程(专业学位); 生物医学工程; 生物医学工程(专业学位)

共 6 页

一、 选择题 (40 分, 每小题 2 分)

- (1) 在面心立方晶体中, 密排面是 ()
 (A) $\{001\}$ 面 (B) $\{011\}$ 面 (c) $\{111\}$ 面 (D) $\{110\}$ 面
- (2) MgO、CaO 和 SrO 均为 NaCl 型结构, 其晶格能分别为 936 KCal/mol、830 KCal/mol 和 784 KCal/mol, 则其熔点存在以下关系 ()
 (A) $MgO > CaO > SrO$ (B) $SrO > CaO > MgO$
 (C) $CaO > MgO > SrO$ (D) $MgO = CaO = SrO$
- (3) 离子晶体 AB 中, A 和 B 的离子半径分别为 0.078 和 0.132 nm, 则正离子配位数为 ()
 (A) 3 (B) 4 (C) 6 (D) 8
- (4) 在尖晶石型结构中, 二价阳离子占据 ()
 (A) 四面体空隙 (B) 八面体空隙
 (C) 立方体空隙 (D) 三方柱空隙
- (5) 下列硅酸盐矿物, 属于链状结构的是 ()
 (A) 镁橄榄石 $Mg_2[SiO_4]$ (B) 顽火辉石 $Mg_2[Si_2O_6]$
 (C) 绿柱石 $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ (D) 叶腊石 $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2$
- (6) 在下列几类晶体中, 形成间隙型固溶体的次序是 ()
 (A) 沸石 $> CaF_2 > TiO_2 > MgO$ (B) $MgO > TiO_2 > CaF_2 > 沸石$
 (C) $CaF_2 > TiO_2 > MgO > 沸石$ (D) $TiO_2 > MgO > CaF_2 > 沸石$
- (7) 在非化学计量化合物 UO_{2+x} 中存在的非化学计量结构缺陷类型是 ()
 (A) 阴离子空位 (B) 阳离子空位

(C) 阴离子填隙

(D) 阳离子填隙

- (8) 若有一个变价金属氧化物 MO ，在还原气氛下形成阴离子缺位性非化学计量化合物，金属原子数和氧原子数之比为 $M:O=1.1:1$ ，则其化学式为 ()
(A) $M_{1.1}O$ (B) $MO_{0.89}$ (C) $MO_{0.91}$ (D) $MO_{1.1}$
- (9) 容易形成玻璃的物质往往具有 () 之类的键性
(A) 离子键 (B) 金属键
(C) 极性共价键 (D) 共价键
- (10) 一种玻璃，其组成是 $10\%Na_2O$ 、 $20\%CaO$ 和 $70\%SiO_2$ ，这种玻璃的网络参数是 ()
(A) $R=2.42$, $X=0.82$ (B) $R=2.39$, $X=0.78$
(C) $R=2$, $X=0$, (D) $R=3$, $X=2$
- (11) 在玻璃熔体内形成小气泡所需的最低内压力应 () 大气压
(A) 大于 (B) 小于 (C) 等于 (D) 不确定
- (12) 在真空条件下 Al_2O_3 的表面张力约为 $0.9 J/m^2$ ，液态铁的表面张力为 $1.72 J/m^2$ ，同样条件下界面张力（液态铁-氧化铝）约为 $2.3 J/m^2$ ，液态铁-氧化铝的接触角为 ()
(A) 144° (B) 156° (C) 78° (D) 122°
- (13) 离子晶体通常借助于表面离子的极化变形和重排来降低其表面能，对于下列离子晶体的表面能，最小的是 ()
(A) CaF_2 (B) PbF_2 (C) PbI_2 (D) $BaSO_4$
- (14) 在固-液界面的润湿中，不能改善润湿的方法是 ()
(A) 降低固液界面能 (B) 除去固体表面吸附膜
(C) 改变固体的表面粗糙度 (D) 降低固体表面能
- (15) 熔体中形成临界晶核时，体系的吉布斯函数变化称为 ()
(A) 相变位垒 (B) 扩散位垒
(C) 缺陷形成位垒 (D) 化学反应位垒
- (16) 在烧结中后期，往往伴随晶粒生长过程。晶粒长大对物料烧结

致密的影响是 ()

- (A) 没有影响 (B) 阻碍烧结致密 (C) 促进烧结致密
(D) 开始时促进, 随着烧结时间的延长而对烧结致密起阻碍作用

(17) 若由 BaO 和 TiO_2 球形颗粒之间反应生成 BaTiO_3 是通过产物层扩散进行的, 若在 1300°C 时阳离子扩散系数 $D(\text{Ba}^{2+}) < D(\text{Ti}^{4+})$, O^{2-} 基本不动, 控制 BaTiO_3 生成的扩散离子是 ()

- (A) Ba^{2+} 和 Ti^{4+} (B) Ti^{4+} 离子
(C) Ba^{2+} 离子 (D) 以上都不是

(18) 在三元相图的双降点自由度是 ()

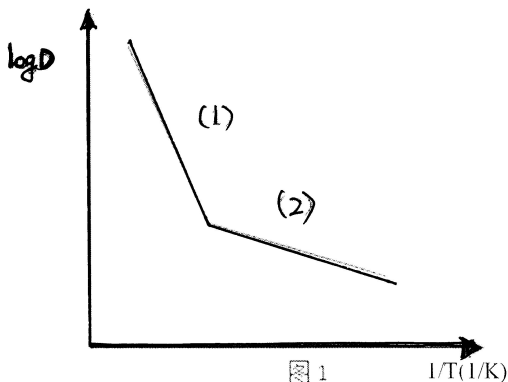
- (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3

(19) 以下几种烧结方式能使纯 Si_3N_4 物料达到最大致密度的是 ()

- (A) 常压烧结 (B) 无压烧结
(C) 常压反应烧结 (D) N_2 气氛加压烧结

(20) 实验测得微量 MgCl_2 掺杂的 KCl 单晶中 K^+ 的扩散系数与温度关系如图 1 所示, 两条直线表示的扩散过程分别是 ()

- (A) 晶格扩散, 互扩散 (B) 自扩散, 本征扩散
(C) 非本征扩散, 本征扩散 (D) 本征扩散, 非本征扩散



二、简答题 (25 分, 每小题 5 分):

(1) 刃位错和螺位错的差异

- (2) 试述高岭土的结构特点
- (3) 普通硅酸盐玻璃组分中用 10 wt%BaO 替代 10 wt%SiO₂, 该玻璃耐酸能力变差 (在 3%盐酸溶液中浸泡 3 天), 为什么?
- (4) 写出 ZrO₂ 加入 Y₂O₃ 的缺陷反应方程式和对应的固溶式。
- (5) 杨德尔方程和金斯特林格方程的差异。

三、(10 分) 铝酸钇 (YAlO₃) 的晶体结构为钙钛矿型, 铝、钇和氧的电负性 x 分别为 1.61、1.22 和 3.44, 离子半径分别为 0.0675、0.104 和 0.126 nm

- (1) 判断键性;
- (2) 铝填充的是什么空隙, 计算说明其配位数是否合理;
- (3) 用鲍林规则分析其结构稳定性。

四、(10 分) 按热力学计算 Ca(OH)₂ 的脱水温度。(相关热力学数据见下表)

化合物	$\Delta_f H^\circ_{298}(\text{kJ/mol})$	$\Phi^\circ_T(\text{J/mol} \cdot \text{K})$			
		600K	700K	800K	900K
Ca(OH) ₂	-985.23	102.20	110.60	118.84	126.86
CaO	-633.69	48.82	52.84	56.76	60.53
H ₂ O (g)	-242.23	195.29	198.22	203.86	206.49

五、(10 分) 乌尔曼研究 GeO₂ 晶体时, 做出成长速率与过冷度关系如图 2, 请解释之。

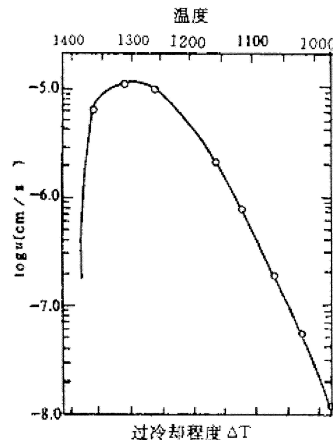


图 2

六、(10分)如果要合成镁铝尖晶石,可供选择的原料有碱式碳酸镁、氧化镁、三水铝石、 γ 氧化铝、 α 氧化铝。从提高反应速度的角度出发,选择什么原料较好?请说明原因。

七、(10分)在透明氧化铝陶瓷生产中,通常加入少量的氧化镁(约0.25%质量分数),并在氢气气氛下进行烧结,能达到近于理论密度,请解释其机理。

八、(10分) Co^{2+} 在 CoO 中, Fe^{2+} 在 FeO 中扩散活化能异常低(见下表),请分析原因。

离子/基质	激活能 (kJ/mol)	离子/基质	激活能 (kJ/mol)
$\text{Co}^{2+}/\text{CoO}$	93	$\text{Mg}^{2+}/\text{MgO}$	348
$\text{Fe}^{2+}/\text{FeO}$	105	$\text{Ca}^{2+}/\text{CaO}$	322

九、(25分)图3为三元系统相图,根据相图回答下列问题(注意:此题必须答在答题纸上,可以剪下相图贴于答题纸上)

(1)、在图上划分副三角形、用箭头表示各条界线上的温度下降方向及界线性质;

(2)、判断化合物 S_1 、 S_2 、 S_3 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1、2在完全平衡条件下的冷却结晶过程。

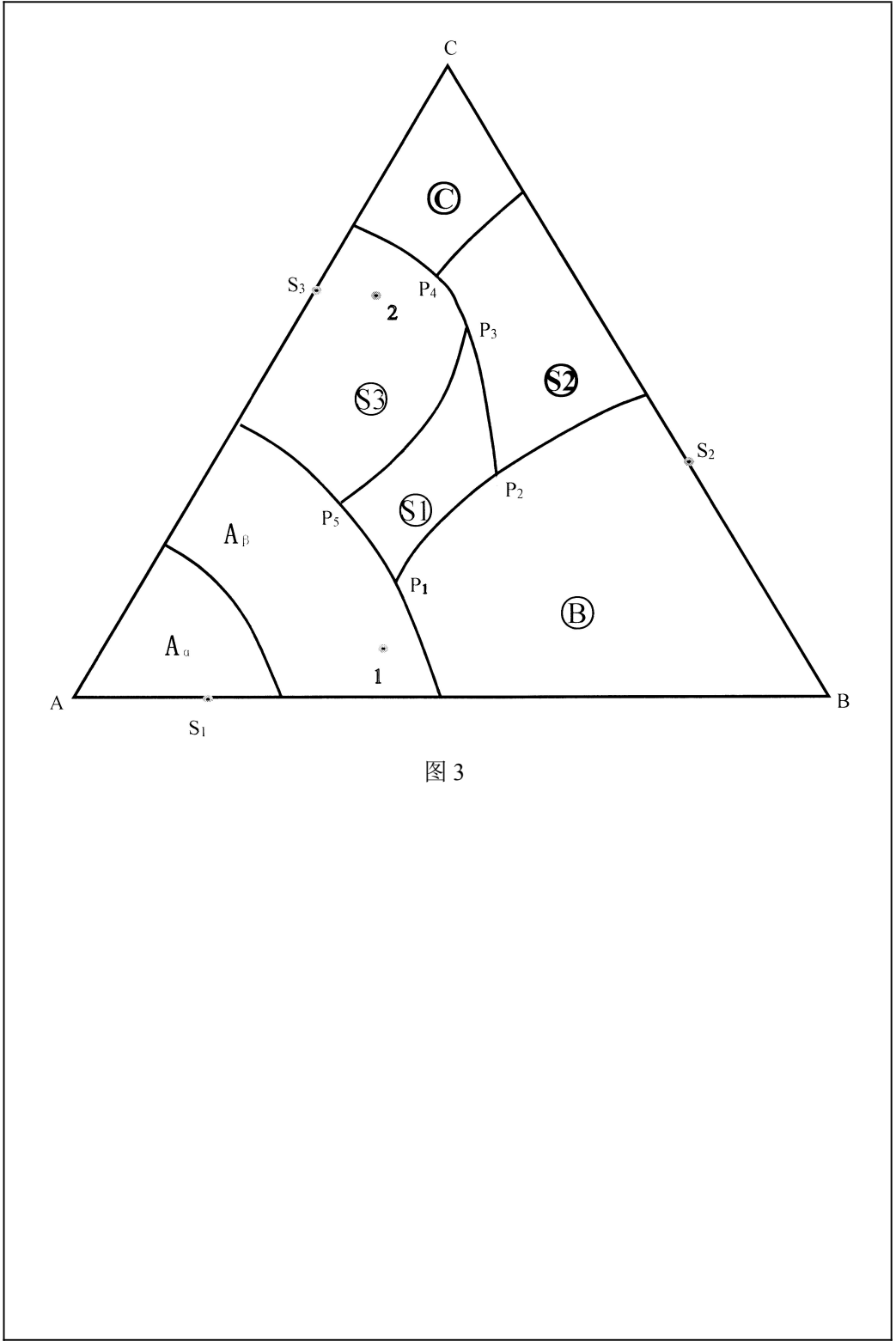


图 3