

华南理工大学
2018 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: 生物医学工程; 材料科学与工程; 材料工程(专硕); 生物医学工程(专硕)

共 9 页

一、选择题 (30 分, 每小题 2 分)

1、化合物 Cr_2O_3 和 K_2O 中阳离子的配位数分别为 ()

- A、6 和 12 B、6 和 6 C、4 和 12 D、4 和 6

2、原子半径为 R , 根据晶胞常数计算的面心立方晶胞和体心立方晶胞的体积分别为 ()

- A、 R^3 和 $16\sqrt{2}R^3$ B、 $16\sqrt{2}R^3$ 和 $\frac{64}{9}\sqrt{3}R^3$
C、 $16\sqrt{2}R^3$ 和 R^3 D、 $\frac{64}{9}\sqrt{3}R^3$ 和 $16\sqrt{2}R^3$

3、化学式 $\text{KF} \cdot \text{AlF}_3$ 、 BaO 、 MgO 、 Al_2O_3 、 5MgSiO_3 的晶体具有白云母类型晶体结构, 其结构特征是 ()

- A、二八面体, Ba^{2+} 取代部分 Mg^{2+} , 镁氧八面体中 OH^- 被 F 取代, 层间进入 K^+
B、三八面体, Ba^{2+} 取代部分 Mg^{2+} , 镁氧八面体中 O^{2-} 被 F 取代, 层间进入 K^+
C、二八面体, 镁氧八面体中 OH^- 被 F 取代, 层间进入 K^+ 和 Ba^{2+}
D、三八面体, 镁氧八面体中 O^{2-} 被 F 取代, 层间进入 K^+ 和 Ba^{2+}

4、晶体缺陷分为点缺陷、线缺陷、面缺陷和体缺陷, 以下缺陷中不属于点缺陷的是 ()

A、弗伦克尔缺陷 B、肖特基缺陷 C、色心 D、固溶体

5、超疏水是指水在固体表面的接触角大于 150° ，即液体在固体表面不浸润，要达到此状态，不能采用的方法有（ ）

A、除去固体表面吸附膜 B、在固体表面吸附低表面能物质
C、增加固体的表面粗糙度 D、降低固体表面能

6、在简单碱金属硅酸盐熔体 R_2O-SiO_2 中，正离子 R^+ 含量对熔体黏度有影响，当 O/Si 值较低时，黏度按照 $Li^+ > Na^+ > K^+$ 次序增加，这是因为（ ）

A、 (SiO_4) 连接方式已接近岛状，四面体基本靠 $R-O$ 键力相连
B、因为 $r_{Li^+} < r_{Na^+} < r_{K^+}$ ， Li^+ 键力最强
C、 (SiO_4) 间的键力是黏度的主要表征， R^+ 半径愈小，对 (SiO_4) 间的 $Si-O$ 键削弱能力增加

D、由于离子极化使离子变形，共价键成分增加，减弱了 $Si-O$ 键力

7、非化学计量化合物都是半导体，属于 P 型半导体的是（ ）

A、 TiO_{2-x} ， $Zn_{1+x}O$ B、 UO_{2+x} ， $Cu_{2-x}O$
C、 ZnO_{1-x} ， $Ca_{1-x}O$ D、 $Cr_{2+x}O_3$ ， $Co_{1-x}O$

8、具有面心立方晶格的晶体，其 (110) 、 (100) 和 (111) 面上表面密度分别为 0.785，0.555 和 0.907，则固气表面能最高的晶面是（ ）

A、 (100) B、 (110) C、 (111)

9、在三元相图中两相界线的自由度是（ ）

A、0 B、1 C、2 D、3

10、一定量的硫型固态物质熔融成液态时，液态与固态相比发生（ ）现象。

- A、体积膨胀 B、体积收缩 C、体积不变化

11、有物质定向迁移的扩散一定是由（ ）引起的。

- A、温度梯度 B、浓度梯度 C、化学位梯度 D、电势差

12、没有液相或气相参与的纯固相反应，需要满足热力学条件（ ）反应才能进行。

- A、 $\Delta G > 0$ B、 $\Delta H > 0$ C、 $\Delta H < 0$ D、 $\Delta S = 0$

13、在烧结过程中，只改变形状而不引起坯体致密化的传质方式有（ ）。

- A、晶格扩散 B、晶界扩散 C、颗粒重排 D、表面扩散

14、液相析晶相变时，晶核与形核基体间的接触角 θ 影响非均匀成核位垒。当 θ 为（ ）时，非均匀成核位垒下降一半。

- A、 0° B、 45° C、 90° D、 180°

15、相变的形式多种多样，具有不同的特点，在低温下能够高速进行的相变为（ ）

- A、玻璃分相 B、马氏体相变 C、液相析晶 D、珠光体相变

二、填空题（30分，每空1分）

1、电子陶瓷中的铁氧体磁性材料是以尖晶石相为基础制成的，例如 Fe_3O_4 ，其结构式可以写成_____ (1)_____，二价铁和三价铁占据的多面体孔隙和分数分别是_____ (2)_____和_____ (3)_____。

2、 ABX_3 化合物三种晶型分别为____ (4) ____、____ (5) ____和____ (6) ____。

ABX_3 化合物究竟以哪种晶型出现，与____ (7) ____关系最大。

3、玻璃形成的结晶化学规律有：____ (8) ____、____ (9) ____和____ (10) ____。

4、玻璃的很多性质取决于玻璃网络参数中的 Y 值。要构成三维网络结构，硅酸盐玻璃中，此值通常为____ (11) ____。

5、由于____ (12) ____的结果，必然会在晶体结构中产生“组分缺陷”，组分缺陷的浓度主要取决于____ (13) ____和____ (14) ____。

6、陶瓷坯体中很容易出现毛细管凝结，请写出描述毛细管半径与蒸汽压下降之间关系的方程式____ (15) ____。

7、固相反应一般包括____ (16) ____、____ (17) ____、____ (18) ____ 三个过程，在硅酸盐工业中，最重要的固相反应处于____ (19) ____ 范围。

8、两相化学势相等，但化学势的一阶偏微商不相等的相变称为____ (20) ____，发生时有____ (21) ____ 和____ (22) ____ 的变化，因此____ (23) ____、____ (24) ____、____ (25) ____ 等属于此类相变。

9、____ (26) ____ 是大多数固相烧结的主要传质形式，液相烧结的传质方式主要有____ (27) ____ 和____ (28) ____。液相烧结传质速度比固相烧结____ (29) ____，致密化程度____ (30) ____，是常见的陶瓷烧结方式。

三、问答及计算（70分，每题10分）

1、请解释以下现象的原因：

(1) 在层状硅酸盐结构中， Al^{3+} 经常取代 Si^{4+} ，但 Si^{4+} 不会取代 Al^{3+} ，请问为什么？（配位数为6时， Al^{3+} 、 Si^{4+} 、 O^{2-} 的离子半径分别为0.53、0.40和1.40Å；配位数为4时，相应的离子半径分别为0.40、0.26和1.38Å）

(2) 硅酸盐结构由硅氧四面体共顶连接成链状、环状、层状以及架状结构。在磷酸盐 $(\text{PO}_4)^{3-}$ 及硫酸盐 $(\text{SO}_3)^{2-}$ 中也有相似的四面体，但常常是孤岛状结构，而 AlPO_4 却具有与石英类似的结构，为什么？

2、镁橄榄石是镁质耐火材料中的主要矿物，熔点高，硬度大，其结构如图1所示。请用鲍林规则分析其结构，并说明结构与性能的关系。

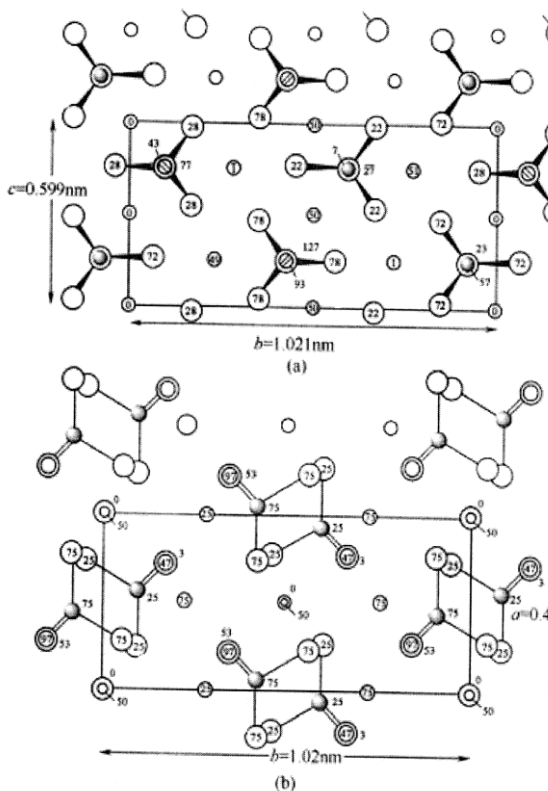


图 1

3、铅钛酸铅镧（PLZT）陶瓷是一种性能优异的陶瓷，其显微结构会显著影响性能，因此通过工艺调控其显微结构的形成至关重要。图 2 是两张 PLZT 陶瓷的电镜照片，请分析这两种显微结构的形成过程。

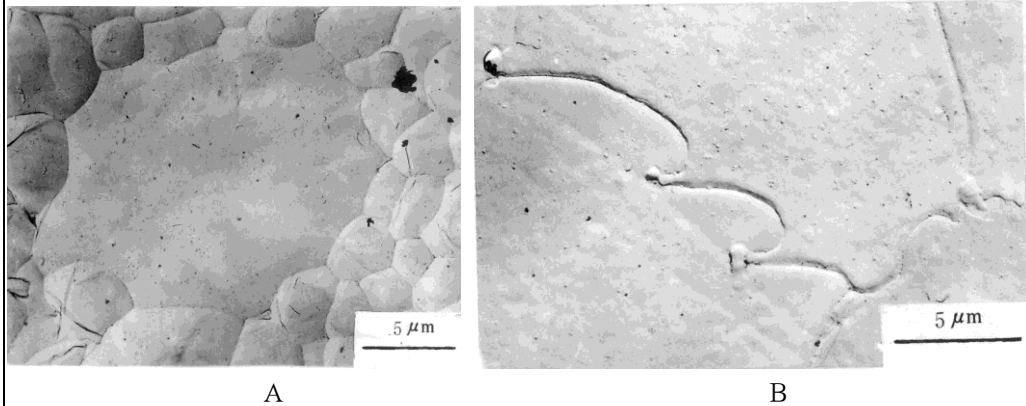


图 2

4、固相反应速率很大程度上受到反应物活性的影响，请问哪些因素会影响反应物活性？

5、如果在某过冷液中形成边长为 a 的立方体晶核，求晶核的临界边长 a_0 和临界自由能 ΔG_0 。和球形晶核比较，哪种晶核的临界自由能大？

6、图 3 描述了硅酸盐玻璃中阳离子的扩散系数，请问：

- (1) 三种离子扩散系数差异的原因是什么？
- (2) Na^+ 的扩散系数出现转折的原因是什么？

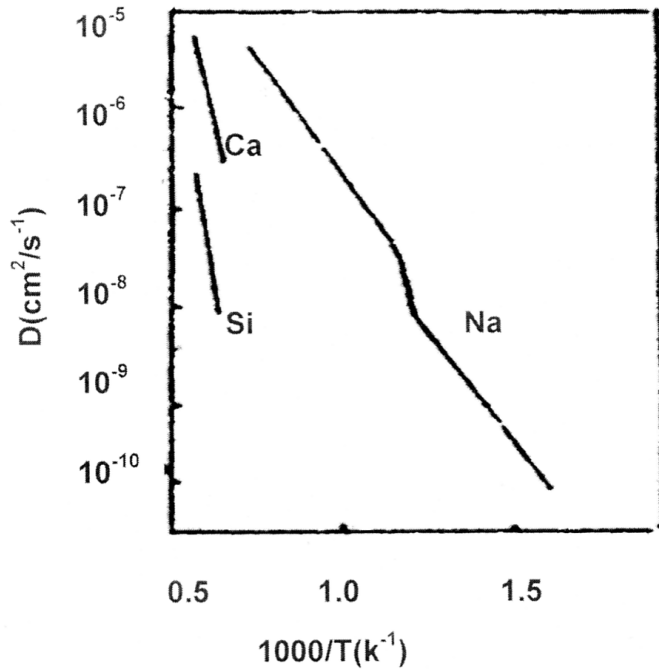


图 3

7、氧化锆 (ZrO_2) 是一类重要的耐火材料。试用热力学方法分析 ZrO_2 在含氢还原气氛中的稳定性。已知在考虑的温度范围内,氢气压 $p_{H_2} = 1.013 \times 10^5$ Pa, 有关热力学数据见表:

物质	ΔH_{298}^\ominus (kJ/mol)	$\Delta \Phi'_T$ (J/(mol·K))			
		1000K	1400K	1800K	2100K
ZrO_2	-1097.463	83.703	101.608	117.259	127.322
H_2	0	145.403	152.906	159.123	163.173
Zr	0	52.95	61.17	67.94	72.219
H_2O	-241.814	206.716	216.285	224.487	229.978

四、相图（20分）

（注意：此题必须答在答题纸上，请剪下相图作答，并贴于答题纸上）

A-B-C 三元相图如图 4 所示。图中有一个二元化合物 D (A_mB_n) 和一个三元化合物 M ($A_xB_yC_z$)。要求：

1. 划分副三角形，写出副三角形名称；
2. 标注界线上温度下降的方向，转熔线用双箭头表示；
3. 写出图中 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 各点的相平衡关系式；
4. 说明组成点 F 的析晶过程，计算析晶结束后各晶相组成比例。

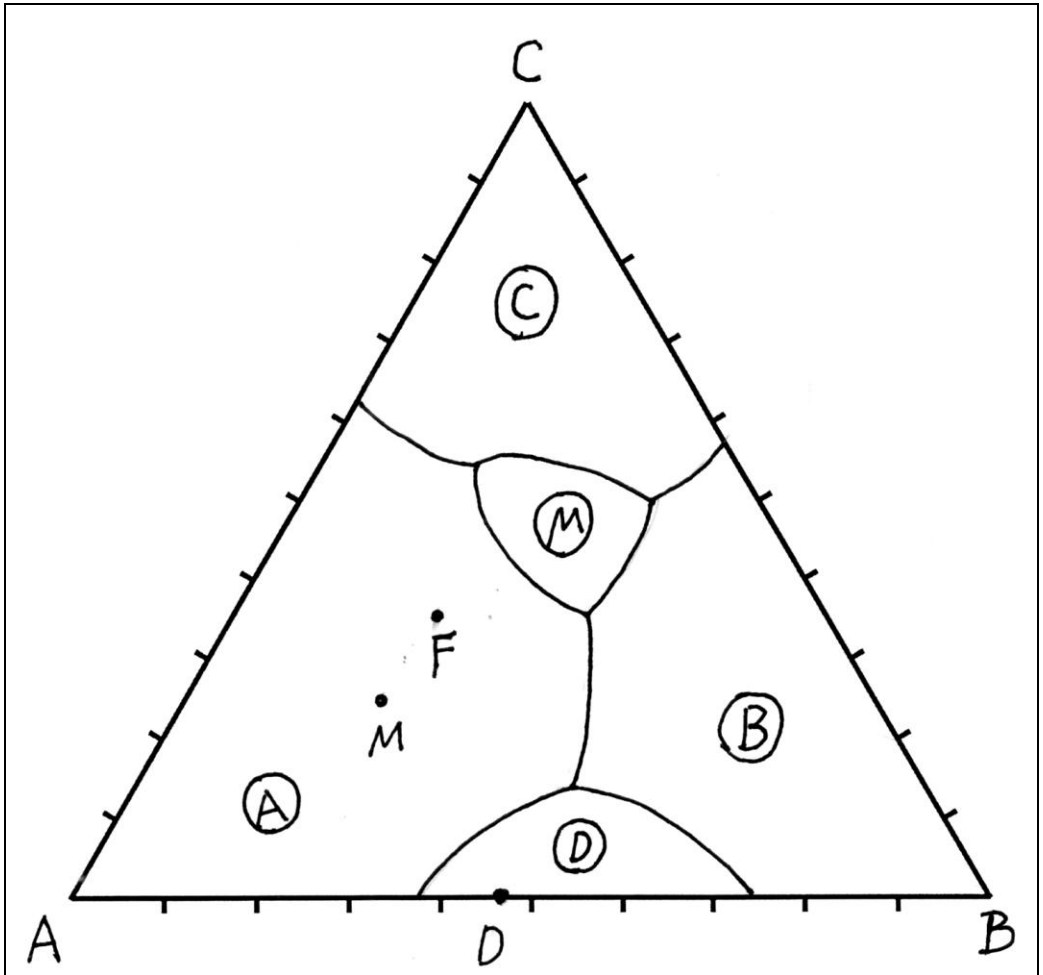


图 4