

**2016 年研究生入学考试专业课资料**

**Graduate Entrance Examination**

**西安建筑科技大学**

**868 无机非金属材料科学基础真题**

**GEE 考试专业课内部复习材料**

**学府考研高端辅导专业定制**

# 西安建筑科技大学 824

## 2014 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: \_\_\_\_\_ (824) 无机材料科学基础 \_\_\_\_\_

适用专业: 材料物理与化学、材料学、资源循环科学与工程建筑材料、材料工程

本卷共十道大题, 满分 150 分, 试卷中可能用到的基本常数如下:

阿伏加德罗常数  $N_0 = 6.02 \times 10^{23}$  摩尔气体常数  $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

一、(共 2 题, 其中第 1 小题 9 分, 第 2 小题 6 分, 共 15 分)

1、在立方晶系的晶胞中画出下列米勒指数的晶面和晶向:  $(001)$  与  $[2\bar{1}0]$ ,  $(111)$  与  $[11\bar{2}]$ ,  $(1\bar{1}0)$  与  $[111]$

2、对称型为  $3L^24L^33PC$ 、 $L^66P$ 、 $L^22P$  的晶体分别属于哪个晶系?

二、(共 1 题, 15 分)

$\text{MnS}$  有三种多晶体, 其中两种为  $\text{NaCl}$  型结构, 一种为立方  $\text{ZnS}$  型结构, 其晶胞参数  $a_1 = 0.472 \text{ nm}$ , 当由立方型  $\text{ZnS}$  结构转变为  $\text{NaCl}$  型结构(晶胞参数  $a_2 = 0.528 \text{ nm}$ )时, 体积变化的百分数是多少? 已知  $\text{MnS}$  的分子量为 87, 试计算  $\text{MnS}$  为  $\text{NaCl}$  型结构时的密度。

三、(共 2 题, 其中第 1 小题 7 分, 第 2 小题 8 分, 共 15 分)

1、在面心立方点阵中, 面心位置的原子数比立方体顶角位置上的原子数多三倍。原子 B 溶入 A 晶格的全部面心位置中, 形成置换型固溶体, 其成分应该是  $\text{A}_3\text{B}$  呢还是其他? 为什么?

2、试写出  $\text{Al}_2\text{O}_3$  进入  $\text{MgO}$  晶格生成有限置换型固溶体时的缺陷反应方程式;  $\text{CaO}$  进入  $\text{ZrO}_2$  晶格生成填隙型固溶体的缺陷反应方程式。

四、(共1题, 10分)

影响硅酸盐熔体粘度的因素有哪些? 试分析一价碱金属氧化物降低硅酸盐熔体粘度的原因并写出碱金属氧化物含量不同时, 降低粘度的顺序。

五、(共1题, 15分)

在高温将某金属熔于  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷片上。(1) 若  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的表面张力为  $1 \text{ N/m}$ , 此熔融金属的表面张力也与之相似,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  与熔融金属的界面张力约为  $0.3 \text{ N/m}$ , 问接触角是多少? 熔融金属能否润湿  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷片? (2) 若某液相表面张力只有  $\text{Al}_2\text{O}_3$  表面张力的一半, 而界面张力是  $1.2 \text{ N/m}$ , 试估计此液相在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷片上接触角的大小? 液相能否润湿  $\text{Al}_2\text{O}_3$  陶瓷片?

六、(共1题, 15分)

在某种材料中, 某种粒子的晶界扩散系数与体积扩散系数分别为

$D_{gb} = 2.00 \times 10^{-10} \exp\left(-\frac{191000}{RT}\right) \text{ cm}^2/\text{s}$  和  $D_v = 1.00 \times 10^{-4} \exp\left(-\frac{382000}{RT}\right) \text{ cm}^2/\text{s}$ , 试求晶界扩散系数和体积扩散系数分别在什么温度范围内占优势?

七、(共1题, 10分)

反应物的颗粒尺寸及均匀性对固相反应的速率有影响, 试回答具体体现在哪些方面?

八、(共1题, 10分)

什么叫相变? 按照热力学分类来划分, 可分为哪些相变? 各有什么特点?

九、(共1题, 15分)

什么是烧结, 试比较晶粒生长与二次再结晶的区别。

# 西安建筑科技大学 824

## 2014 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

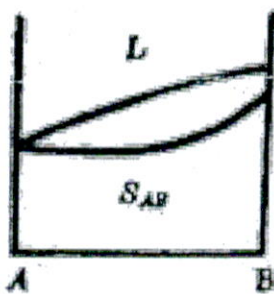
考试科目: \_\_\_\_\_ (824) 无机材料科学基础 \_\_\_\_\_

适用专业: 材料物理与化学、材料学、资源循环科学与工程建筑材料、材料工程

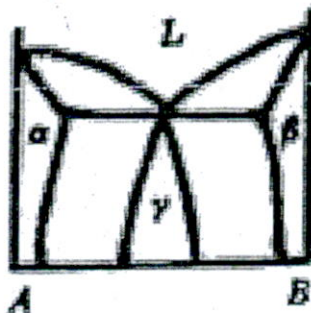
十、(共 2 题, 其中第 1 题 12 分, 第 2 题 18 分, 共 30 分)

1、试判断以下相图的正确性, 如果有错, 请指出错在何处? 并说明理由。(只需在答题纸上写出图中的错误及理由, 不必绘图)

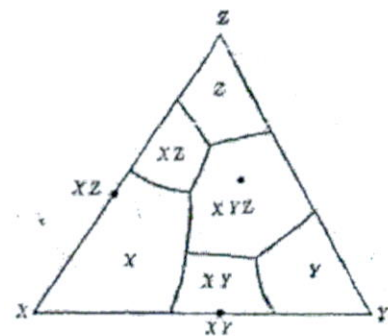
(a)



(b)



(c)





2、下面两张相图是最简单的三元系统投影图，根据相图回答一下问题：

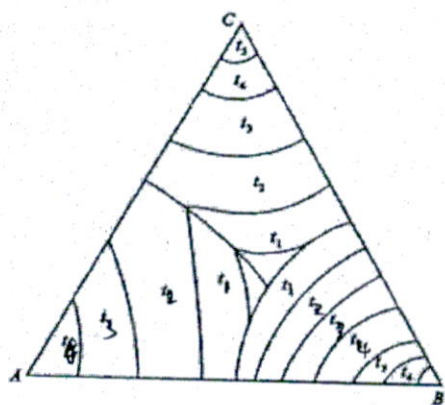
(1) (a) 图中等温线从高温到低温的次序是：  $t_6 > t_5 > t_4 > t_3 > t_2 > t_1$ ，根据此投影图回答：

三个组元 A、B、C 熔点的高低次序是怎样排列的？

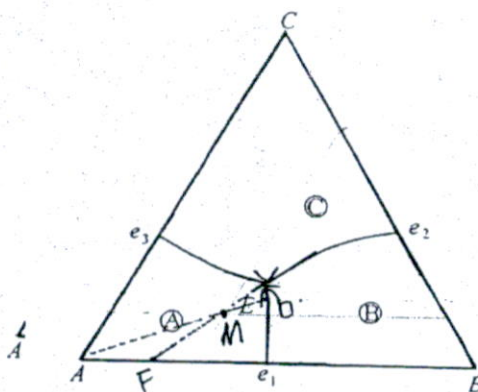
(2) (a) 图中各液相面的陡势排列如何？哪个最陡？哪个最平坦？

(3) 试在 (b) 图中标出各条界线的温度下降方向，标出组成为 65%A、10%B、25%C 物料组成点 M 的位置并分析 M 组成的熔体从高温冷却析晶的过程。

(a)



(b)



824

## 西安建筑科技大学

## 2013 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料物理与化学、材料学、资源循环科学与工程、建筑材料、环境材料、材料工程

试卷中可能用到的基本常数:

摩尔气体常数  $R=8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 波尔兹曼常数  $k=1.38\times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ 1 电子伏特 (eV)  $=1.602\times 10^{-19} \text{ J}$ 阿伏加德罗常数  $N=6.023\times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 

## 一、选择题 (共 11 题, 每空 2 分, 共 30 分)

1、在  $n$  个球构成的六方或面心立方最紧密堆积中, 存在的八面体空隙数为 C。A.  $n/6$ B.  $n/3$ C.  $n$ D.  $2n$ 

2、多种聚合程度不等的负离子团同时并存而不是一种独存, 是硅酸盐熔体结构远程无序的实质。

当熔体的组成不变时, 熔体中各级聚合体的数量与温度的关系是: 温度升高 D。

A. 高聚物的数量多于低聚物的数量

B. 高聚物的数量少于低聚物的数量

C. 高聚物的浓度增加

D. 低聚物的浓度增加

3、透辉石的化学式为  $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , 属单斜晶系, 是具有        结构的硅酸盐矿物。

A. 岛状

~~B. 链状~~

C. 层状

D. 架状

4、表面原子层在水平方向上的周期性不同于体内, 但垂直方向的层间距离与体内相同, 这种表面称为 B 表面。

A. 台阶

B. 弛豫

C. 重构

D. 理想

5、界面能最低的界面是 D。

A. 共格界面

B. 半共格界面

C. 非共格界面

D. 孪晶界

6、原子在晶粒内部的扩散系数  $D_b$ 、晶界区域扩散系数  $D_g$  和表面区域扩散系数  $D_s$  的关系为 D。

- A.  $D_b > D_g > D_s$       B.  $D_g > D_s > D_b$   
C.  $D_s > D_b > D_g$       D.  $D_s > D_g > D_b$

7、在扩散传质所控制的固相反应中，适用于较大转化率的固相反应动力学方程是 A。

- A. 杨德尔方程      B. 金斯特林格方程      C. 卡特方程      D. 抛物线速率方程

8、液固相变时，非均匀成核位垒与接触角  $\theta$  有关。当  $\theta$  等于 C 时，核化位垒降低一半。

- A.  $0^\circ$       B.  $45^\circ$       C.  $90^\circ$       D.  $180^\circ$

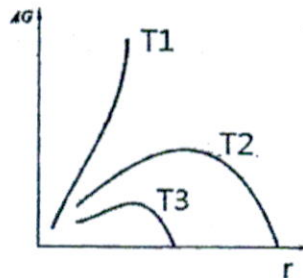
9、在烧结的各种传质方式中，下列 A 能使烧结体强度增大，而不发生收缩。

- A. 蒸发 - 凝聚      B. 溶解 - 沉淀      C. 粘性流动      D. 晶界扩散

10、如图所示球形核胚的半径  $r$  与  $\Delta G$  间的关系，现有

不同温度的三条曲线，其中      过冷度最大。

- A. T1      B. T2      C. T3      D. 无法判断

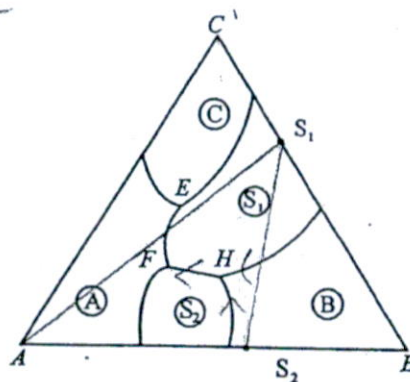


11、右图为 A-B-C 三元系统相图，该系统可划分 B 个副

三角形，化合物  $S_1$  为 ② 化合物， $S_2$  为 ⑥ 化合物，

图中的无变量点 H 的性质是 ④，相平衡关系是 ⑤

- ① A. 2      B. 3      C. 4      D. 5  
② A. 二元一致熔融      B. 三元一致熔融  
C. 二元不一致熔融      D. 三元不一致熔融  
③ A. 二元一致熔融      B. 三元一致熔融  
C. 二元不一致熔融      D. 三元不一致熔融  
④ A. 低共熔      B. 单转熔  
C. 双转熔      D. 无法判断  
⑤ A.  $L_H \rightarrow B + S_1 + S_2$       B.  $L_H + B \rightarrow S_1 + S_2$   
C.  $L_H + S_1 + S_2 \rightarrow B$       D. A、B、C 都不正确





824

## 西安建筑科技大学

## 2013 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料物理与化学、材料学、资源循环科学与工程、建筑材料、环境材料、材料工程

## 二、名词解释 (共 5 题, 每题 4 分, 共 20 分)

1、小角度晶界

晶界之间的夹角很小

2、固溶强化

3、上坡扩散

4、位错的滑移

位错在应力作用下发生滑移

5、二次再结晶

个别晶粒的异常长大

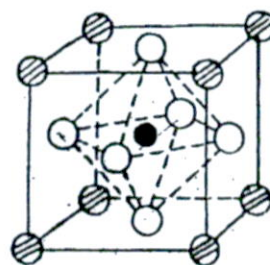
## 三、问答题 (共 5 题, 每题 10 分, 共 50 分)

1、钛酸钙的晶体结构是钙钛矿型 ( $\text{ABO}_3$ ) 的, 如图右所示。已知三个离子的半径分别为  $\text{Ca}^{2+} = 0.143\text{nm}$ 、 $\text{Ti}^{4+} = 0.064\text{nm}$ 、 $\text{O}^{2-} = 0.132\text{nm}$ , 试问:

(1) 该结构属于什么晶系? 什么点阵?

(2) 结构中各离子的配位数是多少?

(3) 该结构遵守鲍林规则吗? 试分析讨论。



Ca  $\frac{4}{6}$

Ti  $\frac{1}{6}$

O  $\frac{12}{6}$

$$\frac{4}{6} \times 2 + \frac{1}{6} \times 1 + \frac{12}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{11}{2}$$

2、写出  $\text{CaCl}_2$  溶解在  $\text{KCl}$  中可能的 3 种缺陷反应式, 根据离子晶体结构的一些基本知识, 分析判断它们的合理性。

3、写出菲克第一定律的数学表达式, 并注明表达式中各参量的含义及单位, 说明其适用范围。

4、试分析反应物颗粒尺寸及均匀性对固相反应的影响。

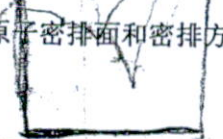
5、在固相烧结中, 加入少量外加剂可起到强化烧结、促进烧结的作用, 试分析其原因。



四、计算题（共 2 题，每题 10 分，共 20 分）

- 1、氧化铝瓷件中需要被银，已知  $1000^{\circ}\text{C}$  时  $\gamma(\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{S}) = 1.00 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ ， $\gamma(\text{Ag}\cdot\text{L}) = 0.92 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ ，若要液态银能够润湿氧化铝瓷件表面，那么  $\gamma(\text{Ag}\cdot\text{L} / \text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{S})$  应满足什么条件？
- 2、已知碳在  $\alpha\text{-Fe}$ （体心立方）和  $\gamma\text{-Fe}$ （面心立方）中扩散时，频率因子分别为  $0.0079 \text{ cm}^2/\text{s}$  和  $0.21 \text{ cm}^2/\text{s}$ ；扩散活化能分别为  $83600 \text{ J/mol}$  和  $141284 \text{ J/mol}$ ，计算  $800^{\circ}\text{C}$  时各自的扩散系数，并解释其差别。

五、绘图并回答问题（共 2 题，每题 15 分，共 30 分）

- 1、绘出体心立方晶体结构，标出其一组原子密排面和密排方向；说明该结构中四面体间隙和八面体间隙的位置及数目。
- 2、绘出生成一个不一致熔融化合物的二元系统相图。要求：A-B 二元系，化合物为  $\text{AmBn}$ ，二元低共熔点的 B 含量为 20%，化合物含 B 为 60%；A 组元的熔点低于 B 组元的熔点，化合物  $\text{AmBn}$  的分解温度高于低共熔点且接近 A 组元的熔点，分解产物中液相的组成含 B 为 40%。  
有一高温熔体 M（配料组成 B 含量为 50%），利用所绘相图分析 M 的析晶过程并写出液相点和固相点的析晶路线。

# 西安建筑科技大学 824

## 2012 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料学一级学科(材料)

试卷中可能用到的基本常数:

摩尔气体常数  $R=8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

波尔兹曼常数  $k=1.38\times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

1 电子伏特 (eV)  $=1.602\times 10^{-19} \text{ J}$

阿伏加德罗常数  $N=6.023\times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

一、解释下列概念 (共 5 题, 每题 4 分, 共 20 分)

- 1、晶胞
- 2、非化学计量化合物
- 3、稳定扩散
- 4、非均匀形核
- 5、液相烧结

二、选择题 (共 12 题, 每个选择 2 分, 共 30 分)

1、一个晶面在 x、y、z 轴上的截距分别为  $a/2$ 、 $2b/3$ 、 $c/2$ , 该晶面的米勒指数是 C。

- A. (121)      B. (232)      C. (434)      D. (343)

2、在  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  尖晶石晶体中,  $\text{O}^{2-}$  作立方最紧密堆积,  $\text{Mg}^{2+}$  填充在 D ① 四面体空隙,  $\text{Al}^{3+}$  填充在 ② ② 八面体空隙。

- A. 1/2      B. 1/4      C. 1/6      D. 1/8

3、硅酸盐晶体中镁橄榄石属于 ① ① 结构, 高岭石属于 ② ② 结构。

- A. 岛状      B. 链状      C. 层状      D. 架状

4、刃位错的几何特征是位错线与柏氏矢量相互 B ③。

- A. 平行      B. 垂直      C. 相交  $45^\circ$       D. 相交  $60^\circ$

5、在晶格热振动时，一些能量足够大的原子离开平衡位置，挤到晶格点的间隙中，形成间隙原子，在原来位置形成空位，这种缺陷称为 B 缺陷。

- A. 肖特基      B. 弗伦克尔      C. 杂质      D. 非化学计量

6、熔体的黏度是无机材料制造过程中需要控制的一个重要参数，引入  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$  等氧化物时，会使熔体的黏度 C。

- A. 不变      B. 减小      C. 增大      D. 变化无规律

7、以下方法中能够改善润湿性的是  $\gamma_{sv} = \gamma_{sl} - \gamma_{sl}$

- A. 提高固-液界面张力  $\gamma_{sl}$       B. 改变表面粗糙度  
C. 降低固-气界面张力  $\gamma_{sv}$       D. 前述三种方法都不行

8、菲克第二定律的正确表达式是       。

- A.  $D = \frac{1}{6} f \cdot r^2$       B.  $J = -D \frac{dc}{dx}$   
C.  $D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$       D.  $\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$

9、当扩散速度远大于 化学反应速度 时，整个固相反应过程由        控制。

- A. 界面上的化学反应速度      B. 通过产物层的扩散速度  
C. 化学反应速度与扩散速度之和      D. 扩散速度与化学反应速度之差

10、烧结过程中由于空位浓度差的推动而进行的传质是       。

- A. 扩散传质      B. 溶解-沉淀传质      C. 蒸发-凝聚传质      D. 流动传质

① 均匀形核与非均匀形核具有相同的临界晶核半径，其晶核体积的关系为       。

- A.  $V_{\text{均匀形核}} = V_{\text{非均匀形核}}$       B. 不能确定  
C.  $V_{\text{均匀形核}} < V_{\text{非均匀形核}}$       D.  $V_{\text{均匀形核}} > V_{\text{非均匀形核}}$

12、连线规则是用来判断相图中 ①，切线规则是用来判断相图中 ②。

- A. 无变量点的性质      B. 界线的温度走势  
C. 化合物的性质      D. 界线的性质



# 西安建筑科技大学 824

## 2012 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料学一级学科(材料)

### 三、问答题(共 5 题, 每题 8 分, 共 40 分)

- 1、画出体心立方晶体中的任一最密排面和最密排方向, 并写出其晶面族和晶向族的指数。
- 2、什么是晶界? 晶界结构的普遍特点是什么? 晶界从结构上可分为几种类型? 简要说明。
- 3、什么是扩散? 扩散的驱动力是什么? 影响扩散的因素有哪些?
- 4、将少量  $\text{YF}_3$  加入到  $\text{CaF}_2$  晶体中, 以生成固溶体。

(1) 写出可能生成的空位型和填隙型两种固溶体的缺陷反应方程。

(2) 由固溶体生成条件, 预计生成的置换型固溶体是有限还是连续固溶体? 说明理由。

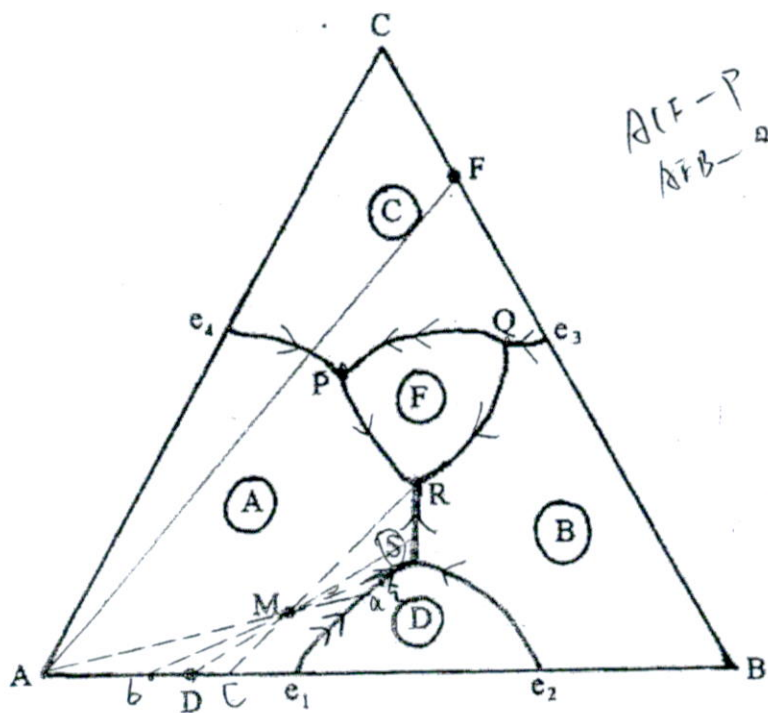
- 5、为什么在液相 - 固相的转变(成核生长相变)中, 系统要自发发生相变必须要过冷或过热? 请说明在什么情况下需要过冷, 什么情况下需要过热?

### 四、计算题(共 3 题, 每题 10 分, 共 30 分)

- 1、欲使  $\text{Mg}^{2+}$  在  $\text{MgO}$  晶体中的扩散直至  $\text{MgO}$  的熔点( $2800^\circ\text{C}$ )都是非本征扩散, 要求三价杂质离子的浓度满足什么要求? 已知  $\text{MgO}$  晶体肖特基缺陷形成能为  $6\text{eV}$ 。
- 2、在  $1500^\circ\text{C}$ ,  $\text{MgO}$  正常的晶粒长大期间, 观察到晶体在 1h 内从直径从  $1\mu\text{m}$  长大到  $10\mu\text{m}$ , 在此条件下, 要得到直径  $20\mu\text{m}$  的晶粒, 需烧结多长时间? 如已知晶界扩散活化能为  $60\text{kJ/mol}$ , 试计算在  $1600^\circ\text{C}$  下 4h 后晶粒的大小。为抑制晶粒长大, 加入少量杂质, 在  $1600^\circ\text{C}$  下保温 4h, 晶粒大小又是多少?
- 3、表面张力为  $500\text{mN/m}$  的某液态硅酸盐与某种多晶氧化物表面接触, 接触角  $\theta=45^\circ$ ; 若与此氧化物相混合, 则在三晶粒交界处形成液态小球, 二面角  $\phi$  平均为  $90^\circ$ 。已知没有液态硅酸盐时, 氧化物 - 氧化物界面的界面张力为  $1000\text{mN/m}$ , 试计算该氧化物的表面张力。

五、根据图示 A-B-C 三元系统相图回答下列问题：（共 6 题，共 30 分）

- （1）判断化合物 D 和 F 的性质。（4 分）
- （2）该系统可以划分成几个分三元系统？（2 分）
- （3）用箭头指示出界线  $e_1S$ 、 $e_2S$ 、SR、PR、QR、PQ 的温度下降方向及性质。（4 分）
- （4）判断三元无变量点 P、Q、R、S 的性质并写出相应的平衡关系式。（8 分）
- （5）写出熔体 M 的冷却析晶过程，并计算液相组成点刚达到 S 点时，液相和每种固相的百分含量（用线段表示）。（8 分）
- （6）若熔体组成点在  $\triangle ABC$  内任意点，最后析晶产物能否获得 D 及 F，为什么？（4 分）



# 西安建筑科技大学

824

## 2011 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料物理与化学、材料学、建筑材料、环境材料、材料工程(材料)

本卷共十道大题, 试卷中可能用到的基本常数如下:

理想气体常数  $R=8.314\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; 阿伏加德罗常数  $N_0=6.02\times 10^{23}$ ;  $1\text{eV}=1.602\times 10^{-19}\text{J}$ ;

波尔兹曼常数  $k=1.38\times 10^{-23}\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

一、选择题(共 10 小题, 每题 2 分, 共 20 分)

1、在晶体结构中所有宏观对称要素的集合称为( )

☒ A 对称型    B 空间群    C 微观对称要素的集合    D 空间点阵

2、等大球体的最紧密堆积有两种形式, 一种是立方最紧密堆积, 另一种是( )最紧密堆积。

A 四方    ☒ B 六方    C 三方    D 斜方

3、n 个等大球体作最紧密堆积中时, 必定有 2n 个四面体空隙和( )个八面体空隙。

A 2n    B 3n    C 1/2n    ☒ D n

4、高岭石是硅酸盐工业中的重要矿物原料, 属于( )结构硅酸盐晶体。

A 岛状    B 链状    C 组群状    ☒ D 层状

5、石英是硅酸盐工业中的重要原料, 石英在不同的热力学条件下有不同的变体, 当温度升高到  $1470^\circ\text{C}$  时,  $\alpha$ -鳞石英将转变为( )

A  $\alpha$ -石英    B  $\beta$ -石英    ☒ C  $\alpha$ -方石英    D  $\beta$ -方石英

6、影响置换型固溶体中固溶度大小的因素有离子尺寸因素、( )、离子的电价影响、电负性。

A 温度的高低    ☒ B 晶体的结构类型    C 晶体的体积大小    D 晶体的表面张力

7、玻璃的通性可以归纳为四点, 它们分别是( )、介稳性、熔融态向玻璃态转化的可逆与渐变性、熔融态向玻璃态转化时物理化学性质随温度变化的连续性。

A 各向异性    B 最小内能性    C 对称性    ☒ D 各向同性



8、毛细管凝聚现象在生活和生产中经常遇到，例如，陶瓷生坯中有许多毛细孔，从而有许多毛细孔凝聚水，这些水由于蒸汽压低而不易被排除，若不预先充分干燥，入窑将容易炸裂，这种现象可以用（ ）解释。

- ☒ A 拉普拉斯方程      B 金斯特林格方程      C 开尔文公式      D 丁达尔效应

9、在晶格热振动时，一些能量足够大的原子离开平衡位置后，挤到晶格点的间隙中，形成间隙原子，而在原来位置上形成空位，这种缺陷称为（ ）。

- A 肖特基缺陷      B 热缺陷      C 杂质缺陷      ☒ D 弗伦克尔缺陷

10、在简单碱金属硅酸盐熔体  $R_2O-SiO_2$  中，正离子  $R^+$  的含量对熔体的粘度颇具影响，当  $R_2O$  含量较高，即  $O/Si$  比值较大时，降低粘度的次序为： $K^+ > Na^+ > Li^+$ ，这是因为（ ）

- A  $K_2O$  引入的游离氧最多，则降低粘度的作用最大  
B  $[SiO_4]$  连接方式已接近岛状，四面体基本上靠  $R-O$  键相连， $R^+$  半径越大， $R-O$  键力越弱  
C 因  $r_{Li^+} < r_{Na^+} < r_{K^+}$ ， $Li^+$  极化能力最强  
☒ D  $[SiO_4]$  间的  $Si-O$  键是粘度的主要表征， $R^+$  半径越小，对  $Si-O$  键的削弱能力越强

二、判断下列说法是否正确，如不对，请改正（共 5 小题，每题 2 分，共 10 分）

- 1、随着温度升高，硅酸盐熔体的粘度升高。 (X) 温度升高， $\downarrow$   
2、一价碱金属氧化物的加入，可以增加硅酸盐熔体的粘度。 (X)  
3、在描述扩散质点运动的动力学方程中，菲克第二定律适用于描述扩散质点浓度分布随时间变化的稳定扩散。(X)  
4、对称型为  $4L^3 3L^2 PC$  的晶体属于三方晶系。 (✓)  $\frac{1}{2} \frac{5}{2} \frac{4}{1}$

5、四方晶系中一个晶面在 X、Y、Z 轴上的截距为  $2a$ 、 $2b$  和  $4c$ ，该晶面的米勒指数为  $[221]$ 。(✓)

三、在  $CaF_2$  晶体中，已知肖特基缺陷生成能为  $5.5\text{eV}$ ，试回答以下问题：（15 分）

(1) 试计算在  $298\text{K}$  和  $1873\text{K}$  时肖特基缺陷的浓度？

(2) 将少量  $YF_3$  加入到  $CaF_2$  晶体中，以生成固溶体。写出可能生成的置换型和填隙型两种固溶体缺陷反应方程。

(3) 根据固溶体生成条件，预计所生成的置换型固溶体是有限固溶体还是连续固溶体，并说明理由。

# 西安建筑科技大学

824

## 2011 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

适用专业: 材料物理与化学、材料学、建筑材料、环境材料、材料工程(材料)

四、钛酸钡是一种重要的铁电陶瓷, 其晶型是钙钛矿结构, 已知  $r_{O^{2-}}=0.132\text{nm}$ ,  $r_{Ti^{4+}}=0.064\text{nm}$ ,  $r_{Ba^{2+}}=0.143\text{nm}$ , 试回答以下问题: (15 分)

- (1) 钛酸钡结构在高温下属于什么晶系, 由何种离子作何种紧密堆积?
- (2) 这个结构中各离子的配位数分别是多少?
- (3) 钛酸钡在高温时的结构是否遵守鲍林规则, 请具体分析。

五、 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  系统的低共熔物, 放在  $\text{Si}_3\text{N}_4$  陶瓷片上, 在低共溶温度下, 液相的表面张力为  $900\text{mN/m}$ , 液体与固体的界面能为  $600\text{mN/m}$ , 测得接触角为  $70.52^\circ$ , (10 分)

- (1) 求  $\text{Si}_3\text{N}_4$  的表面张力。
- (2) 把  $\text{Si}_3\text{N}_4$  在低共熔温度下进行热处理, 测得其腐蚀的槽角为  $123.75^\circ$ , 求  $\text{Si}_3\text{N}_4$  的晶界能。

六、热力学计算 (10 分)

由氧化铝粉与石英粉, 以  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2=3\text{:}2$  配比混合成原始物料, 通过如下反应合成莫来石

$(3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2)$ :  $3\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 = 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ , 若反应以固相反应形式进行, 各反应物与生成

物的原始热力学数据如下表所示, 试用  $\Phi$  函数法求算反应开始温度。

	$\Delta H_{298}^\circ (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	$\Phi_T' (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$				
		800 K	1000 K	1200 K	1400 K	1600 K
$\text{Al}_2\text{O}_3$ $\times 3$	-1672.8	86.44 $\times 3$	102.67 $\times 3$	117.64 $\times 3$	132.95 $\times 3$	147.54
$\text{SiO}_2$ $\times 2$	-910.42	61.22 $\times 2$	70.63 $\times 2$	79.29 $\times 2$	87.15 $\times 2$	94.35 $\times 2$
$3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$ $\times 1$	-6771.74	421.42 $\times 1$	488.96 $\times 1$	551.40 $\times 1$	610.07 $\times 1$	661.67 $\times 1$

$$14\pi R^2 \cdot \gamma + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \Delta G_v = 0$$

$$4\pi R^2 \cdot \gamma + \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \Delta G_v = 0$$

$$8\pi R \cdot \gamma + 4\pi R^2 \cdot \Delta G_v = 0$$

$$4\pi R^2 \cdot \Delta G_v = -8\pi R \cdot \gamma$$

$$R \cdot \Delta G_v = -2\gamma$$

$$\therefore R = \frac{-2\gamma}{\Delta G_v} = - \frac{2\gamma}{\frac{\Delta H \cdot \Delta T}{T}}$$

$$= - \frac{2\gamma \cdot T}{\Delta H \cdot \Delta T}$$

$$= - \frac{2\gamma \cdot T}{\Delta H \cdot \Delta T}$$

七、已知氢和镍在面心立方铁中均以间隙机制的方式进行扩散，其扩散系数分别为：

$$D_H = 0.0063 \exp\left(-\frac{43054}{RT}\right) \text{cm}^2/\text{s}, D_{Ni} = 4.1 \exp\left(-\frac{267520}{RT}\right) \text{cm}^2/\text{s}$$

$$\frac{2 \times 204 \times 10^{-5} \times 1866}{1502.75 \times 283}$$

试计算在 1000℃ 时，氢元素和镍元素在面心立方铁中的扩散系数，并对其差别进行解释。（10 分）

八、已知金属铁熔点为 1866K，单位体积的熔化热为  $\Delta H = -1502.75 \text{J/cm}^3$ ，固-液界面能为  $2.04 \times 10^{-5} \text{J/cm}^2$ ，试求在过冷度为 283K、373K 时的临界晶核半径大小。（10 分）

九、简答题（共 2 题，每题 10 分，共 20 分）

1、影响固相反应的因素有哪些？

2、烧结过程的推动力是什么？影响烧结的因素有哪些？

十、下图是 A-B-C 系统的相图，试回答下列问题：（30 分）

(1) 说明化合物  $D_1$ 、 $D_2$  和  $D_3$  的性质；

(2) 划分副三角形，判断各三元无变量点 E、F、G、H、I 的性质，并写出相应的相平衡关系；

(3) 用箭头标出各界线上的降温方向，并判断各界线性质；

(4) 试分析组成为 M 熔体的冷却析晶过程，并计算液相组成点刚达到结晶结束点时所存在的各相的百分含量（用线段表示）

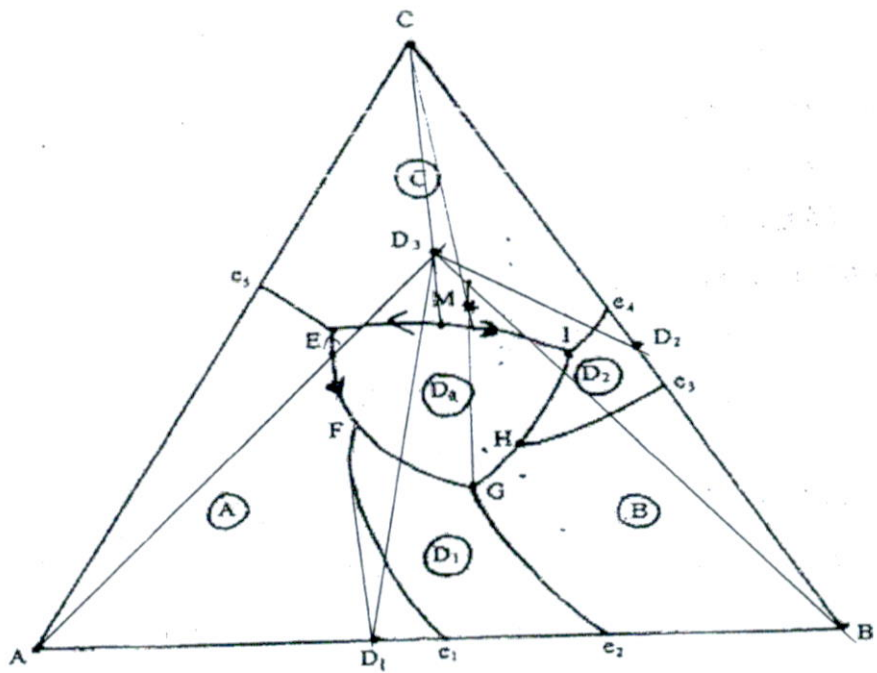
$$8\pi R \cdot \gamma = -4\pi R^2 \cdot \Delta G_v$$

$$R = \frac{-2\gamma}{\Delta G_v}$$

$$\Delta G_v = \Delta H \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

$$4\pi R^2 \cdot \Delta G_v = -8\pi R \cdot \gamma$$

$$R = - \frac{2\gamma}{\Delta G_v} = - \frac{2\gamma \cdot T}{\Delta H \cdot \Delta T}$$





# 西安建筑科技大学 824

## 2010 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

试卷中可能用到的基本常数:

摩尔气体常数  $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1 电子伏特 (eV)  $= 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$

波尔兹曼常数  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

阿伏加德罗常数  $N = 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

一、名词解释 (共 5 题, 每题 4 分, 共 20 分)

- 1、弗伦克尔缺陷
- 2、表面能
- 3、本征扩散
- 4、均匀成核
- 5、二次再结晶

二、选择题 (共 12 题, 每空 2 分, 共 28 分)

- 1、在晶体的不同表面上, 随着结晶面的不同, 表面上原子的密度也不同, 相应的表面能也不一样, 在一个具有面心立方结构的晶体中, 表面能最低的晶面是\_\_\_\_。  
A. (100)      B. (010)      C. (110)      D. (111)
- 2、镁橄榄石晶体的几何常数为:  $a = 4.76 \text{ \AA}$ 、 $b = 10.21 \text{ \AA}$ 、 $c = 5.99 \text{ \AA}$ 、 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。由此可判断其属于\_\_\_\_晶系。  
A. 三斜      B. 单斜      C. 斜方 (正交)      D. 四方
- 3、在硅酸盐结构分类中,  $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  属于 ① 型结构, 而  $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$  属于 ② 型结构。  
A. 岛状      B. 链状      C. 层状      D. 架状
- 4、各种氧化物添加剂对硅酸盐熔体表面张力的影响不同, \_\_\_\_\_ 引入量较大时能显著降低熔体表面张力。  
A.  $\text{Al}_2\text{O}_3$       B.  $\text{MgO}$       C.  $\text{K}_2\text{O}$       D.  $\text{CaO}$

5、界面能最低的界面是\_\_\_\_\_界面。

- A. 共格                      B. 半共格                      C. 非共格                      D. 不能确定

6、硅酸盐熔体中,当熔体温度不变时,随着熔体的 O/Si 比值升高时,熔体中低聚物含量\_\_\_\_\_。

- A. 不变                      B. 升高                      C. 降低                      D. 变化无规律

7、在固液两相接触时为了使液相对固相润湿,在固-气 ( $\gamma_{sv}$ )、液-气 ( $\gamma_{lv}$ ) 界面张力不变时,必须使液-固 ( $\gamma_{ls}$ ) 界面张力\_\_\_\_\_。

- A.  $\gamma_{ls} = \gamma_{sv}$                       B. 降低                      C. 升高                      D. 与  $\gamma_{ls}$  无关

8、借助于\_\_\_\_\_烧结机理进行烧结,能使烧结体强度增大,而不发生收缩。

- A. 蒸发-凝聚                      B. 溶解-沉淀                      C. 粘性流动                      D. 晶界扩散

9、玻璃具有下列通性\_\_\_\_\_。

- A. 自限性                      B. 介稳性                      C. 对称性                      D. 最小内能性

10、扩散传质控制的固相反应动力学方程中,适用于较小转化率的固相反应动力学方程是\_\_\_\_\_。

- A. 杨德尔方程                      B. 金斯特林格方程                      C. 卡特方程                      D. 斯宾那多分解方程

11、已知一典型的离子化合物,其阳离子半径为 0.072nm,阴离子半径为 0.14nm,根据鲍林规则,在该化合物的晶体结构中,阳离子配位数为 ①,其配位多面体的形状是 ②。

- ① A. 3                      B. 4                      C. 6                      D. 8

- ② A. 立方体                      B. 等边三角形                      C. 四面体                      D. 八面体

12、过冷度  $\Delta T$  愈大则临界晶核半径  $r_K$  愈\_\_\_\_\_,相变愈易进行。

- A. 不变                      B. 大                      C. 小                      D. 变化无规律

### 三、简答题 (共 4 题, 每题 8 分, 共 32 分)

1、写出下列缺陷反应式:

(1) NaCl 溶入  $\text{CaCl}_2$  中形成空位型固溶体。

(2)  $\text{CaCl}_2$  溶入 NaCl 中形成空位型固溶体。

2、影响熔体粘度的因素有哪些?

3、扩散有哪些微观机制? 哪种方式容易进行?

4、烧结时, 晶粒生长能促进坯体致密化吗? 晶粒生长会影响烧结速率吗?

# 西安建筑科技大学

824

## 2010 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

(答案书写在本试题纸上无效。考试结束后本试题纸须附在答题纸内交回) 共 4 页

考试科目: (824) 无机材料科学基础

四、在真空条件下  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的表面张力约为  $0.9\text{N/m}$ ，液态铁的表面张力为  $1.723\text{N/m}$ ，同样条件下氧化铝-液态铁的界面张力约为  $2.3\text{N/m}$ ，问接触角有多大？液态铁能否润湿氧化铝，怎样可以改变其润湿性？(10 分)

五、试证明：在同样过冷度下均匀成核时，球形晶核较立方晶核更易形成。(10 分)

六、计算题 (共 2 题，每题 10 分，共 20 分)

1、根据  $\text{ZnS}$  烧结的数据测定， $\text{Zn}^{2+}$  在  $\text{ZnS}$  中扩散时， $450^\circ\text{C}$  时的扩散系数为  $3.0 \times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{s}$ ； $563^\circ\text{C}$  时的扩散系数为  $1.0 \times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{s}$ ，试计算扩散的活化能和  $750^\circ\text{C}$  时的扩散系数。

2、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  为共价键化合物，当烧结  $\text{Si}_3\text{N}_4$  材料时，由于烧结温度与  $\text{Si}_3\text{N}_4$  的分解温度十分接近，使得该材料难以致密化。试计算标准状况下  $\text{Si}_3\text{N}_4$  的分解温度。计算中所涉及的热力学数据如下表所示。

化合物	$\Delta H_{298}^\circ$	$\Phi'_T (\text{J/mol}\cdot\text{K})$				
	(kJ/mol)	1000 K	1500 K	2000 K	2100 K	2200 K
$\text{Si}_3\text{N}_4$	-745.25	173.42	216.37	252.84	259.50	262.81
Si	0	30.44	38.02	48.99	51.29	53.42
$\text{N}_2$	0	206.95	216.50	224.16	225.54	226.88



七、下图为  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  系统相图中的  $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_{12}\text{A}_7$  高钙区，相应的无变量点分别为 h (1470°C)、k (1455°C) 和 F (1335°C)。根据相图回答下列问题：（共 4 题，共 30 分）

- (1) 判断 h、k、F 点的性质，并写出其平衡关系式。
- (2) 判断化合物  $\text{C}_3\text{S}$ 、 $\text{C}_2\text{S}$ 、 $\text{C}_3\text{A}$  和  $\text{C}_{12}\text{A}_7$  的性质。
- (3) 分析熔体 1、2 的冷却析晶过程。
- (4) 组成点在 3 点的水泥配料将在何点温度开始出现液相？在此点生成的最大液相量与总量的比值是多少？（用线段表示）

