



材米斗
Cailiaoren.com

湖南大学历年招收攻读硕士学位研究生
入学考试复试真题汇编

材料科学与工程

无机非金属





烧结: 由于固体中分子(或原子)的相互吸引, 通过加热, 使粉末体产生颗粒相结, 经过物质迁移使粉末体产生强度并导致致密化和再结晶的过程。

湖南大学 2014 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称: 无机材料物理化学 F-1301

粉末经过成型, 在加热到一定温度后开始收缩, 在低于熔点温度下变成致密、坚硬的烧结体的过程。
注: 所有答题(包括主观题和客观题)必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

烧结: 粉末在压力下或在重压作用下致密化的物理过程。
烧成: 经过烧结过程, 使材料发生物理、化学变化。[烧成范围, 烧成是烧成过程中的一个阶段]

一、名词解释(每题 4 分, 共 20 分)

- 1、何为链状结构? 何为组群状结构?
- 2、何为本征缺陷和非本征缺陷?
- 3、何为缺陷化学? 何为固熔体?
- 4、何为烧结? 何为烧成?
- 5、广义固相反应和狭义固相反应?

广义固相反应: 凡是有固相参与的化学反应, 都可称为固相反应。

狭义固相反应: 固体与固体间发生化学反应生成新的固体产物的过程。

二、请回答下列问题(每题 10 分, 共 30 分)

- 1、在无机非金属材料中最基本最重要的是点缺陷, 请简述点缺陷产生的原因及分类? 请写出三个表示缺陷的符号?
- 2、为什么说烧结过程是决定陶瓷显微结构形成的最后阶段, 而且是关键阶段?
- 3、简述机械混合物、固溶体、化合物三种物质间的区别? (试用 AO 溶质溶解在 B₂O₃ 溶剂中为例说明) ①颗粒间作用, 混合物

答: 烧结过程是决定陶瓷显微结构形成的最后阶段, 而且是通过控制晶界移动而抑制晶粒长大的过程。这些都能决定陶瓷显微结构。

三、计算下列各题(每题 10 分, 共 30 分)

- 1、假如从氧化铝和二氧化硅粉料形成莫来石扩散控制过程, 又假如激活能为 200KJ/mol, 并在 1400°C 下 1 小时内反应过程完成 10%, 问在 1500°C 下 1 小时内反应会进行到什么程度? 在 1500°C 下 3 小时又会如何?
- 2、氧化铝陶瓷表面需被银, 已知 1000°C 时, 瓷件的表面张力为 $\gamma(Al_2O_3, s) = 1.00 mN/m$; 银液的表面张力 $\gamma(Ag, l) = 0.92 mN/m$; 瓷和银液的界面张力 $\gamma(Ag, l - Al_2O_3, s) = 1.77 mN/m$ 。问液态银能润湿瓷件表面? 可用什么方法改善它们之间的润湿性?

△在 A 和 B 形成的固溶体中, A 和 B 之间以变化的组成, 以原子尺度混合成均匀的单一相固体; 而在 A 和 B 颗粒之间以任意比例形成的混合物中, A 颗粒和 B 颗粒各自保持原有的结构和性能, 混合物不是均匀的单一相, 而是两相或多相; 而 A 与 B 形成的化合物 A_mB_n 具有固定的整数比(m:n), 化合物 A_mB_n 的结构既不同于 A 晶相, 也不同于 B 晶相的结构。



湖南大学 2014 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称：无机材料物理化学

注：所有答题（包括主观题和客观题）必须答在专用答卷纸上，否则无效。

3、有两种不同配比的玻璃，其组成如下（质量百分数）：

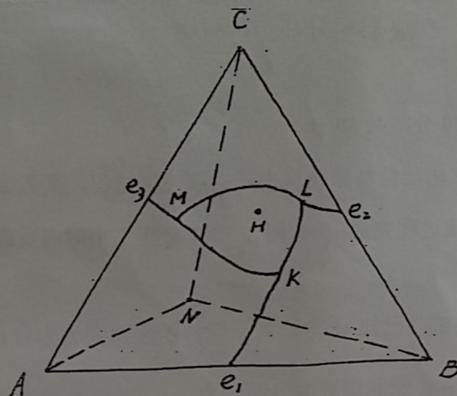
序号	Na_2O	SiO_2	Al_2O_3
1	12	68	20
2	20	70	10

试用玻璃结构参数说明两种玻璃高温下粘度的大小？

（原子量：Na—23 Si—28 Al—27 O—16）

四、阅读下面三元相图，按要求回答问题（共 20 分）

- 1、在图上标出各个组成的初晶区；
- 2、在图上标出边界曲线的温降方向（转熔界线用双箭头）
- 3、判断所标注的三元化合物的性质；
- 4、指出无变点 K、L、M 的性质；
- 5、分析 H 组合点的结晶路程（液固相组成点的变化及各阶段的变化，辅助点自己标出。）



（请将本图画在答案纸上，再按要求回答问题）



湖南大学 2013 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称: F1301 材料材料物理学

齐页
(共4页)

注: 所有答题 (包括主观题和客观题) 必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

一、选择题 (每题 2 分, 共 24 分)

- 每个副三角形都对应有一个无变量点, 但这个规则对 (b) 是无效的。
a. 无变量点 b. 过渡点 ^{或为晶相转变点} c. 组成点 d. 共熔点
- 三元系统相图共有四个基本规则, 它们是杠杆规则、(a) 规则、切线规则和划分副三角形规则。
a. 连结线 b. 三种界线 c. 无变量点
- 对于不同物质的泰曼温度与其熔点 (T_M) 之间存在一定的关系, 例如金属粉末为 $0.3 \sim 0.4T_M$, 硅酸盐为 (a) T_M , 盐类为 $0.57T_M$ 。
a. $0.8 \sim 0.9$ b. 0.5 c. $0.6 \sim 0.7$ d. $0.7 \sim 0.8$
- $Al_2O_3 \xrightarrow{MgO} 2Al_{Mg}^{2+}O_1^{2-} + \frac{2}{3}O_3$, 该反应式表示 (b)
a. 阳离子出现空位 b. 阴离子进入间隙
c. 阴离子出现空位 d. 阳离子进入间隙
- 非晶态固体如玻璃、树脂、橡胶等, 其结构特点是 (c) 而远程无序。
a. 有规则排列 b. 无规则排列 c. 近程有序 d. 远程有序
- 假蓝宝石的化学式是 $4MgO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, 其简写式是 (c)。
a. $Mg_4Al_{10}Si_2$ b. $4M_5A_2S$ c. $M_4A_5S_2$ d. MA_5SiO
(Handwritten: $Mg_4Al_{10}Si_2O_{20}$)
- 在碱金属卤化物晶体中, 由一个孤立的负离子空位俘获一个电子所构成俘获电子中心就是 (c) 色心。
a. p b. n c. F d. E
- 在写缺陷反应方程式时, 应满足以下三个规则: 位置关系 (d) 和电中性。
a. 化学平衡 b. 系数平衡 c. 方程平衡 d. 质量平衡



湖南大学 2013 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称: F1304 无机材料物理化学

第2页
(共4页)

注: 所有答题(包括主观题和客观题)必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

9. T_f 称为玻璃的软化温度, 其粘度值为 (a) Pa·S. T_g ($10^{12} \sim 10^{13}$ dpu·s)

- a. 10^9 b. 10^{12} c. 10^8 d. 10^{13}

10. (a) 传质主要有四类: 扩散传质、气相传质、流动传质和溶解沉淀传质。

- a. 烧结 b. 熔烧 c. 烧成 d. 多相反应

11. 下列硅酸盐矿物属于岛状结构是 (d)。

- a. 蓝锥矿 $BaTi[Si_3O_9]$ 组链状 b. 绿宝石 $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$ 组群状
c. 透辉石 $CaMg[Si_2O_6]$ 组链状 d. 镁橄榄石 $Mg_2[SiO_4]$ 岛状

12. 玻璃网络形成体, 单键强 (a) KJ/mol.

- a. >335 b. <335 c. >250 d. <250

二、填空(每题2分, 共16分)

1. 硅酸盐的化学式有三种写法, 如高岭石的三种写法是: $Al_2[Si_2O_5][OH]_4$ 和 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ 以及 $H_4Al_2Si_2O_9$

2. 烧结过程中的传质过程可分为 蒸发-凝聚、扩散传质、气相传质、流动传质和溶解沉淀传质。

3. 对于四元凝聚系统 $f = c - p + 1$, 系统中可能存在的平衡共存的相数最多为 5。

4. 在三元相图中, 某点位于三个晶相组成点连成的三角形重心位, 从该点液相中同时析出三个晶体, 则该点是一个 低共熔点。

5. 在三元相图中, 将界线上某一点所作的切线与相应的连线相交, 如交点在连线的延长线上, 则表示界线上该处具有转熔性质, 这条界线亦可称为 转熔界线, 远离交点的晶相被回吸。



湖南大学 2013 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称: E13-1 无机材料物理化学

第3页
(共4页)

注: 所有答题 (包括主观题和客观题) 必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

6. 在晶体中, 不管是刃位错或是螺位错, 由于原子错排集中在位错线附近, 都是 线 缺陷。

7. G°_T 表示在 T 温度下的标准自由焓, $H^{\circ}_{T_0}$ 表示物质在某一参考温度 T_0 下的热, 则 Φ 函数表示式写成 $\Phi_T = -\frac{G^{\circ}_T - H^{\circ}_{T_0}}{T}$

8. 在硅酸盐玻璃中, 若组成 $R_2O+RO/Al_2O_3 > 1$, 则 Al^{3+} 被认为是占据 $[AlO_4]$ 四面体的中心位置, 则 Al^{3+} 作为网络形成离子。

三、名词解释 (每题 5 分, 共 15 分) (请选做三题)

相界: 结构不同或结构相同而成分不同的两块晶体相接触所形成的界面。
晶界: 结构相同而取向不同的晶体之间的界面。
非化学计量化合物: 化学组成不严格符合化学式, 随周围气氛的性质和压力大小的变化而发生组成偏倚的化合物。
二次再结晶: 少数巨大的晶粒在细晶颗粒时成核长大的过程。
岛状结构: 硅酸盐晶体结构中的硅四面体以孤立状态存在, 硅原子之间没有共用氧。
缺陷化学: 从理论上研究固体材料中的缺陷, 为物理化学和力学的原理来研究缺陷的产生、平衡、浓度等问题的一门学科。

四、回答下列问题 (每题 7 分, 共 15 分) (请选做二题)

1. 简述点缺陷产生的原因及分类, 并请写出三个表示缺陷的符号?
2. 影响烧结的因素有哪些? 最重要的因素是哪几个?
3. 粘土颗粒为什么会带电? 为什么大部分是带负电?

五、应用题 (每题 10 分, 共 10 分) (请选做一题)

1. 为观察尖晶石的形成, 用过量的 MgO 粉包围 $1\mu m$ 的 Al_2O_3 球形颗粒, 在固定温度实验中的第 1 小时内有 24% 的 Al_2O_3 反应形成尖晶石。试根据 (a) 无需球形几何修正时; (b) 用金氏方程作球形几何校正, 计算完全反应的时间?
2. 影响烧结的因素: ① 原始物料的程度 ② 外加剂的作用 ③ 烧结温度和保温时间 ④ 盐类的选择及其煅烧条件 ⑤ 气氛的影响 ⑥ 成型压力的影响 ⑦ 堆积程度 ⑧ 加速速度 ⑨ 物料的粒度解 4-3



湖南大学 2013 年招收攻读硕士学位研究生

复试专业课命题专用纸

考试科目代码和名称: F1301 材料科学基础

第4页
(共4页)

注: 所有答题 (包括主观题和客观题) 必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

2. 有两种硅酸盐玻璃, 其化学成分质量百分数如下, 试计算出两种玻璃的桥氧离子数, 并比较这两种玻璃热膨胀系数的大小, 熔融温度的高低, 高温下熔体粘度的大小。

$$\begin{cases} X+Y=2 \\ X+\frac{1}{2}Y=R \end{cases}$$

$$\begin{cases} X+Y=4 \\ X+\frac{1}{2}Y=2 \end{cases}$$

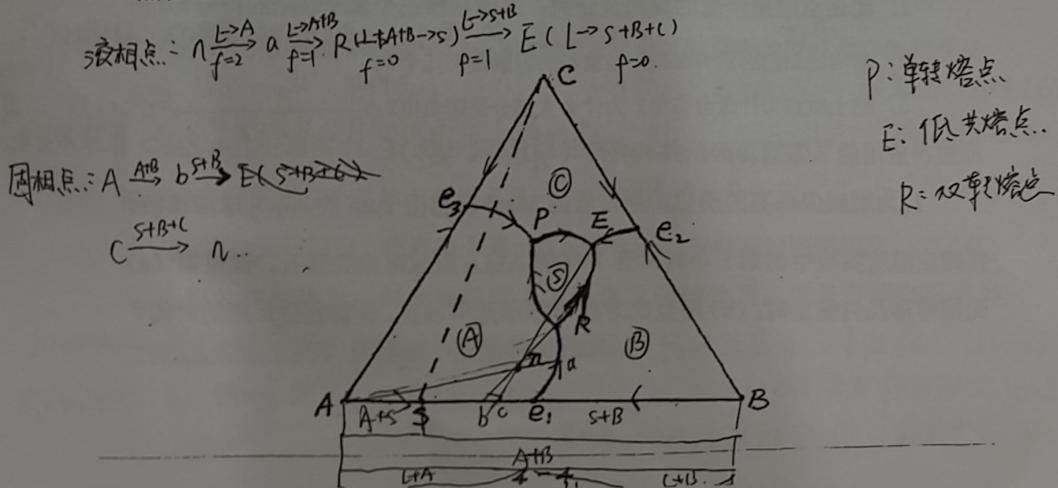
$$\frac{R_{2O}+R_0}{Al_2O_3} > 1$$
 (1) 两种玻璃的化学成分质量百分数如下

序号	Na ₂ O %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %
1 #	15	15	70
2 #	20	10	70

(SiO₂的原子量= 60 Na₂O= 62 Al₂O₃= 102)

六、阅读下面三元相图, 按要求回答问题 (每题 4 分, 共 20 分)

- 在图上标出各个组成的初晶区;
- 在图上标出边界曲线的温降方向 (转熔界线用双箭头);
- 指出 P、E、R 三点的性质;
- 试画出 A-B 边的二元相图;
- 分析 n 点的结晶路程 (表明液固相组成点的变化及各阶段的变化, 辅助点自己标出)。





013

研究生招生复试专用命题纸

湖南大学 2012 年招收攻读硕士学位研究生

复试命题专用纸

复试科目代码: F057 复试科目名称: 无机材料物理化学

注: 所有答题 (包括主观题和客观题) 必须答在专用答卷纸上, 否则无效。

一、选择题 (每题 1 分, 共 10 分)

- 共熔点是重心位置, 从该点周围的界线温度方向看, 又可称做 (a)。
a. 三升点 b. 转熔点 c. 双降点 d. 双升点
- 双转熔点必是共轭位置, 又可称双降点, 在双转熔点处的反应式可表示为 (a)。
a. $L+V_1+V_2 \xrightarrow{\text{冷却}} V_3$ b. $L+V_1 \xrightarrow{\text{冷却}} V_2+V_3$ c. $L \xrightarrow{\text{冷却}} V_1+V_2+V_3$
- 粘土粒子吸附下列 (b) 阳离子时, 其 $|\xi|$ 电位最大, 故其可形成相对稳定的泥浆悬浮液。
a. Na^+ b. H^+ c. Ca^{+2} d. Mg^{+2}
- 由于阳离子进入填隙位置而出现了阳离子过剩, 例如 Zn_{1+x}O 和 Cd_{1+x}O 就属于这一类型, 它们可成为一种 (a) 半导体。
a. n 型 b. p 型 c. 新型 d. 俘获空穴中心
- 化学组成相同的物质, 在不同的热力学条件下会结晶形成不同的晶体, 这种现象称为 (d)。
a. 多晶体 b. 同晶体 c. 类质同晶 d. 同质多晶
- 利用电泳实验可以发现粘土质点是带电的, 而且常常是带 (d)。
a. 正电 b. 动电位 c. 可变电荷 d. 负电

共 4 页, 第 1 页



7. 下列矿物属架状结构类型的是 (b)
- a. 硅钙石 $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$ ^{层状} b. 石英 SiO_2
- c. 透辉石 $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ^{层状} d. 滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ^{层状}
8. $\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{MgO}} 2\text{Al}_{\text{Mg}}^{2+} + \text{V}_{\text{Mg}}^{2+} + 3\text{O}_o$, 该反应式表示 (a)
- a. 阳离子出现空位 b. 阴离子进入间隙
- c. 阴离子出现空位 d. 阳离子进入间隙
9. 玻璃网络形成体, 单键强 (a) KJ/mol.
- a. >335 b. <335 c. >250 d. <250
10. 粉粒表面自由焓 γ_{SV} 大于晶界自由焓 γ_{GB} 就是 (b) 驱动力。
- a. 结晶 b. 烧结 c. 扩散 d. 反应

二、填空 (每空 1 分, 共 6 分)

1. 硅酸盐的化学式有三种写法, 如镁橄榄石的写法是 $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ 和 Mg_2SiO_4 以及 $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_7]$ 。
2. 烧结过程中的传质过程可分为 扩散传质、气相传质、流动传质和溶解沉淀传质。
3. 对于四元凝聚系统 $f = c - p + 1$, 系统中可能存在的平衡共存的相数最多为 5。
4. 在硅酸盐玻璃中, 若组成 $\text{R}_2\text{O} + \text{RO} / \text{Al}_2\text{O}_3 > 1$, 则 Al^{3+} 被认为是占据 $[\text{AlO}_4]$ 四面体的中心位置, 则 Al^{3+} 作为网络形成离子。
5. 粘土水系统中的水有五种, 牢固结合水、弱结合水、渗透吸收结合水、毛细管水和 自由水。
6. 在晶体中, 不管是刃位错或是螺位错, 由于原子错排集中在位错线附近, 都是 线 缺陷。



研究生招生复试专用命题纸

晶格：原子间以共价键、离子键、金属键、氢键、范德瓦耳斯键等键合，键与键之间以共价键、离子键、金属键、氢键、范德瓦耳斯键等键合。

晶体结构：晶体中原子以一定规律排列，共4页，第3页101-107页，通过共价键、离子键、金属键、氢键、范德瓦耳斯键等键合，键与键之间以共价键、离子键、金属键、氢键、范德瓦耳斯键等键合。

缺陷：即热缺陷，晶体中浓度超过0.1%时，对热起伏，原子获得能量进入间隙或空位或表面，成为晶体结构不完备。

非本征缺陷：由杂质原子或外来原子进入晶格，占据晶格结点或间隙中造成结构缺陷。

三、名词解释（每题5分，共15分）

1. 何为链状结构？何为组群状结构？
 2. 何为本征缺陷和非本征缺陷？
 3. 何为缺陷化学？何为固溶体？

四、回答下列问题（每题11分，共22分）

1. 表面、晶界、相界、界面有何差别？
 2. 为什么说蒸发-凝聚和表面扩散对烧结体致密化过程没有什么贡献？

五、计算下列各题（每题11分，共22分）

1. 假如从氧化铝和二氧化硅粉料形成莫来石为扩散控制过程，又假如激活能为200KJ/mol，并在1400℃下1小时内反应过程完成10%，问在1500℃下1小时内反应会进行到什么程度？在1500℃下3小时又会如何？

2. 有两种不同配比的玻璃，其组成如下（质量百分数）：

序号	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃
1	12	68	20
2	20	70	10

$M(Na_2O) = 62$
 $M(SiO_2) = 60$
 $M(Al_2O_3) = 102$

$n(Na_2O) = \frac{12}{62} = \frac{6}{31}$
 $n(SiO_2) = \frac{68}{60} = \frac{17}{15}$
 $n(Al_2O_3) = \frac{20}{102} = \frac{10}{51}$

$n(Na_2O) = \frac{20}{62} = \frac{10}{31}$
 $n(SiO_2) = \frac{70}{60} = \frac{7}{6}$
 $n(Al_2O_3) = \frac{10}{102} = \frac{5}{51}$

$P_0 = \frac{\frac{6}{31} + \frac{10}{31} + \frac{10}{51}}{\frac{6}{31} + \frac{17}{15} + \frac{10}{51}} = 2.68$
 $P_0 = \frac{\frac{10}{31} + \frac{7}{6} + \frac{5}{51}}{\frac{10}{31} + \frac{7}{6} + \frac{5}{51}} = 2.52$

$1 - (1 - 0.1)^{\frac{200000}{8.314 \times 1400^2}} = 0.06119 \times 10^4$
 $k_0 = 3.95 \times 10^4$
 $(1 - 0.1)^{\frac{200000}{8.314 \times 1500^2}} = 0.94$
 $1 - 0.94 = 0.06$
 $0.06 > 0.06119 \times 10^4$

2. 蒸发-凝聚过程中，烧结时颈部扩大，与球形变化，但双球之间中心距不变，因此坯体不发生收缩，密度不变。

表面扩散是扩散沿表面进行。

表面扩散一般在烧结初期，未烧结开始的阶段，烧结初期坯体内有大量连通气孔，表面扩散使颈部变宽，和促使气孔表面光滑和与球形化，表面扩散对气孔的消失和坯体的收缩不显著影响，所以对烧结体致密化没什么影响。

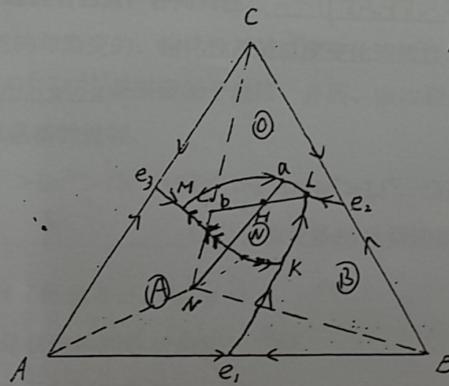


试用玻璃结构参数说明两种玻璃高温下粘度的大小？

(原子量: Na—23 Si—28 Al—27 O—16)

六、阅读下面三元相图，按要求回答问题 (共 25 分)

1. 在图 上标出各个组成的初晶区；
2. 在图上标出边界曲线的温降方向 (转熔界线用双箭头)；
3. 判断所标注的三元化合物 N 性质；
4. 指出无变点 K、L、M 的性质；
5. 分析 H 组合点的结晶路程 (表明液固相组成点的变化及各阶段的变化，辅助点自己标出)。



N: 不一致熔三元化合物

K: 单转熔点

L: 低共熔点

M: 低共熔点

(请待本图画在答卷纸上，再按要回答问题)

液相点: $H \xrightarrow[f=2]{L \rightarrow N} a \xrightarrow[f=1]{L \rightarrow N+L} L (L \rightarrow N+B+L) \xrightarrow[f=0]$

固相点: $N \xrightarrow{N+L} b \xrightarrow{N+B+L} L$