

材才米斗
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





材米斗
Cailiaoren.com

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: 粉末在成型后在高温作用下致密化的物理过程。

烧成: 经过烧结过程而达到目的的过程, 烧成包括多种物理、化学变化。[烧成范围], 烧结是烧成过程中的一步。

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? 何为固溶体?

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?

答: 点缺陷分为空位、间隙原子和杂质原子。空位是由于原子热运动离开平衡位置造成的; 间隙原子是由于原子挤入晶格间隙造成的; 杂质原子是由于外来原子进入晶格造成的。烧结过程可以通过控制晶界移动而抑制晶粒的异常长大, 通过控制晶界扩散和晶格扩散而实现致密化, 这些都能决定陶瓷显微结构。

2、为什么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 B_2O_3 溶剂中为例说明) ①颗粒间作用, 混合物

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 200 kJ/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 $\gamma(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{S}) = 1.00 \text{ mN/m}$; 银液的表面张力 $\gamma(\text{Ag}) = 0.92 \text{ mN/m}$; 瓷和银液的界面张力 $\gamma(\text{Ag} \sim \text{Al}_2\text{O}_3, \text{S}) = 1.77 \text{ mN/m}$ 。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?

①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 AmBn 具有固定的整数比 ($m:n$), 化合物 AmBn 的结构既不同于 A 晶格也不同于 B 晶格的晶格。



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）：

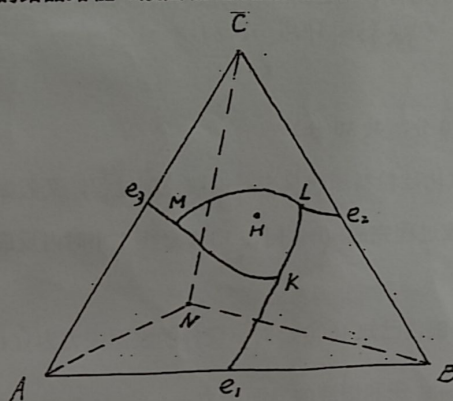
序号	Na_2O	SiO_2	Al_2O_3
1	12	68	20
2	20	70	10

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 材料物理化学

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)

1. 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. 过渡点或为晶转点 c. 组成点 d. 共熔点
2. 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
3. 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. $0.7 \sim 0.8$
4. $Al_2O_3 \xrightarrow{MgO} 2Al_{Mg}^{+}O_1^{+} + \frac{2}{3}O_o$, 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
5. 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
6. 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: $Mg_4Al_{10}Si_2O_{20}$)
7. 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
8. 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) $\text{Pa} \cdot \text{s}$. $T_g (10^{12} \sim 10^{13} \text{ dp} \cdot \text{s})$

- 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。
扩散传质 流动传质
气相传质 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 $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ 岛状 b. 绿宝石 $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ 链状
c. 透辉石 $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 链状 d. 镁橄榄石 $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ 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: $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5][\text{OH}]_4$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 以及 $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ 。

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。
扩散传质 气相传质 流动传质 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: F13-1 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_{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 $\Phi_T = -\frac{G_T - H_{T_0}}{T}$

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: 化学组成会明显地随周围气氛的性质和压力大小的变化而发生组成偏离化学计量的化合物。
二次再结晶: 少数巨大的晶粒在细晶组织中长大时发生的过程。
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: 从理论上研究晶体材料中的缺陷, 并用化学和物理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 原始物料的粒度 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。

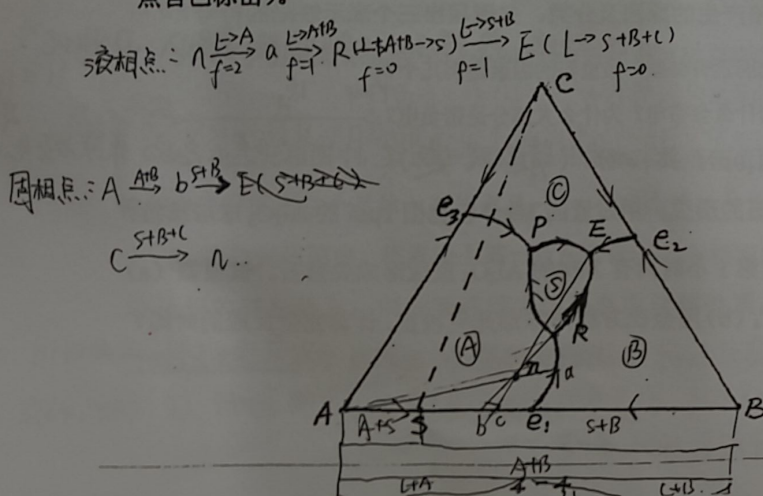
$R_{2O} + R_2O / Al_2O_3 > 1$
(1) 两种玻璃的化学成分质量百分数如下

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)

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. 指出 P、E、R 三点的性质;
4. 试画出 A-B 边的二元相图;
5. 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)。



P: 单转熔点
E: 低共熔点
R: 双转熔点



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 (D) 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 $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$ ^{岛状} b. 石英 SiO_2
- c. 透辉石 $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ^{链状} d. 滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ^{层状}
8. $\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{MgO}} 2\text{Al}_{\text{Mg}}^{2+} + \text{V}_{\text{Mg}}^{2+} + 3\text{O}_2$, 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 $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$.
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.
 牢固结合水 渗透吸收结合水 自由水 毛细管水 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

缺陷：原子间键以及原子间键相连，在一维方向延伸成链状，链状键，链与链之间以及链与链之间的键数连接起来。

晶体结构：晶体由原子以一定方式排列而成，共4页，第3页107-108，通过晶面间距形成晶体结构，把晶体看成一个个无规则的空隙是以孤立的状态存在的。

点缺陷：即点缺陷，晶体中温度超过0K时，由于热起伏，原子获得能量进入间隙或迁移到表面或晶界处，形成点缺陷。

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形成点缺陷。

三、名词解释（每题5分，共15分）

缺陷化学：从理论上研究晶体材料中的点缺陷有价化学实验，并用化学热力学的原理来研究缺陷缺陷的产生、平衡及迁移等问题的一门学科称为缺陷化学。

固溶体：在固态条件下，一种组分内溶入了其它组分而形成单一、均匀的固态物质。

3. 何为缺陷化学？何为固溶体？

①P59 ②P65

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？

晶界：结构相同而取向不同的晶粒之间的界面。

相界：由结构不同或结构相同但点阵常数不同的两块晶体相互接触而形成的界面。

界面：一个相与另一个相之间的界面。

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

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

表面扩散是扩散沿颗粒表面进行。

表面扩散一般在烧结初期，未液相开始时的温度远低于体相扩散。烧结初期坯体内有大量连通气孔，表面扩散使颈部扩张和促使孔隙表面光滑和与球形化，表面扩散对孔隙的消失和烧结体的收缩有显著影响，所以对烧结体致密化没什么影响。

① $n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}$ $n(\text{SiO}_2) = \frac{68}{60} = \frac{17}{15}$ $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{20}{102} = \frac{10}{51}$

② $n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$ $n(\text{SiO}_2) = \frac{70}{60} = \frac{7}{6}$ $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{10}{102} = \frac{5}{51}$

$R_0 = \frac{\frac{1}{5} + \frac{17}{15} + \frac{10}{51}}{\frac{1}{3} + \frac{7}{6} + \frac{5}{51}} = 2.68$ $R_0 = \frac{\frac{1}{5} + \frac{17}{15} + \frac{10}{51}}{\frac{1}{3} + \frac{7}{6} + \frac{5}{51}} = 2.52$ $\therefore R_0 > R_0$ $\therefore 10 > 10$

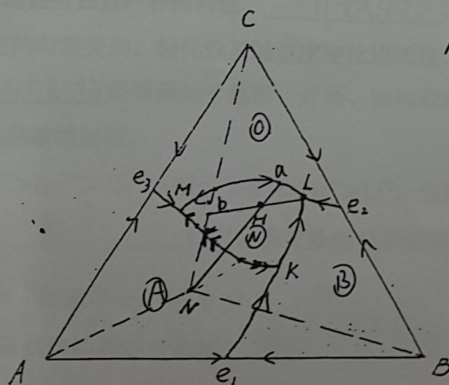


试用玻璃结构参数说明两种玻璃高温下粘度的大小？

(原子量: Na—23 Si—28 Al—27 O—16)

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

(请将本图画在答题纸上，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: $N \xrightarrow{N+L} b \xrightarrow{N+B+L} L$