

2022 年硕士研究生招生考试（初试）试题

科目代码：833

科目名称：材料科学基础

- 说明：1.本试题为招生单位自命题科目。
2.所有答案必须写在答题纸上，写在本试题单上的一律无效。
3.考生答题时不必抄题，但必须写明题号。
4.本试题共计四大题，满分 150 分。

【本试题共计 4 页，此为第 1 页】

一、选择题（每小题 3 分，共 30 分）

1. 某一晶面在三 a 、 b 、 c 个结晶轴上的截距分别为 $3a$ 、 $2b$ 、 c ，该晶面的晶面指数为（ ）。
A: (236) B: (321)
C: [236] D: [321]
2. MgO 晶体属 NaCl 型结构，由一套 Mg 的面心立方格子和一套 O 的面心立方格子组成，其一个单位晶胞中有（ ）个 MgO 分子。
A: 2 B: 4
C: 6 D: 8
3. 位错的（ ）是指在热缺陷的作用下，位错在垂直滑移方向的运动，结果导致空位或间隙原子的增值或减少。
A: 攀移 B: 滑移
C: 增值 D: 减少
4. $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 0.5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 玻璃的桥氧数为（ ）。
A: 2.5 B: 3
C: 3.5 D: 4
5. 金属氧化物中阳离子的电价对熔体的析晶能力影响较大，当熔体中存在高价金属氧化物时，熔体的（ ）。
A: 形成玻璃能力较强 B: 析晶能力较弱
C: 分相能力较弱 D: 析晶能力较强
6. （ ）发生于非极性分子之间。
A: 定向作用力 B: 诱导作用力

C: 色散力 (分散作用力)

D: 长程力

7. 关于相, 以下哪种说法是错误的? ()

A: 相是指系统中具有相同物理物质和化学物质的均匀部分。

B: 同一物质的不同晶型具有相同的化学组成, 所以它们是一相。

C: 形成机械混合物的物质有几种, 就有几个相。

D: 几个组分间形成的固溶体, 只算一相。

8. 空位扩散是指晶体中的空位跃迁入邻近原子, 而原子反向迁入空位, 这种扩散机制适用于 () 的扩散。

A: 各种类型固溶体

B: 间隙型固溶体

C: 置换型固溶体

D: A 和 B

9. 关于临界晶核 r_k , 以下哪种说法是错误的? ()A: r_k 值越小, 表示新相越易形成。

B: 晶核的界面能降低, 新相越易形成。

C: 相变热增加, 新相越易形成。

D: r_k 是新相在热力学上可以稳定存在的最小半径。

10. 烧结中晶界移动的推动力是 ()

A: 表面能

B: 晶界两侧自由焓差

C: 空位浓度差

D: 界面能

二、填空题 (每空 2 分, 共 30 分)

1. 以 NaCl 晶胞中 (001) 面心的一个球 (Cl 离子) 为例, 这个球周围有 _____ 个八面体空隙, 有 _____ 个四面体空隙。

2. 晶体结构中的点缺陷类型共分 _____、_____ 和 _____ 三种, CaO 加入到 ZrO_2 中形成间隙式固溶体的缺陷反应式为 _____, 固溶式分子式: _____。3. 固体表面粗糙度直接影响液固湿润性, 当接触角 θ _____ 时, 粗糙度越大, 就越容易湿润。

4. 菲克第一定律适用于 _____ 扩散过程;

5. 按转变方向分类, 相变分为 _____ 相变和 _____ 相变。

6. 在反应温度下, 当固相反应的某一相发生晶型转变时, 反应速度 _____。

7. 烧结可凭流动传质、_____、_____、_____ 等四种方式推动物质的迁移。

三、简答与计算 (共 ⁵⁶ 分)1. (10 分) 采用 3 价 M 杂质离子掺杂到 CaO 晶体中, 欲使 Ca^{2+} 在 CaO 中的扩散直至 CaO 的熔点附近 (2800K) 都是非本征扩散, 要求 3 价 M 杂质离子的浓度最低为多少? (已知 CaO

考试科目代码: 833 考试科目名称: 材料科学基础

中的肖特基空位形成能 $\Delta G_f = 6\text{eV}$, 玻尔兹曼常数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$, $1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}\text{J}$ 。

2. (10分) 两种玻璃其组成如下: (以重量百分比计)

名称	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂
玻璃 I	10	10	10	70
玻璃 II	5	20	5	70

已知原子量, Na:23、Al:27、Ca:40、Si:28、O:16。

计算: (1) 玻璃的结构参数;

(2) 判断 I、II 玻璃高温下粘度大小。

3. (10分) α -石英转变成 α -磷石英(1000°C)的体积效应为 16%, 而 β -石英转变为 α -石英(537°C)的体积效应为 0.82%。(1) 请简述两种转变为何相变温度差异较大? (2) 硅砖的烧制和使用过程中在 537°C 都要对升温速度进行严格控制, 请解释为什么?

4. (10分) 在高温条件下, C 会在 α -Fe(体心立方)和 γ -Fe(面心立方)中发生迁移扩散, 同时, Fe 自身也将迁移扩散, 请问 (1) C 和 Fe 的扩散机制与扩散活化能有什么区别? (2) 你认为 C 在哪种晶体结构中的扩散系数大, 并解释其原因?

5. (10分) 为什么在成核-生成机理相变中, 需要过冷或过热才能发生相变? 什么情况下需过冷, 什么情况下需过热?

6. (6分) 假设要提高氧化铝陶瓷的烧结速度和制品致密度, 你会采取什么措施, 并解释其原理。

四、相图分析题 (共 34 分)

(注意: 必须将试卷上的相图等比例复制到答题纸上作答)。

下图是 A-B-C 三元系统相图, 根据相图回答下列问题:

1. 指出如下三元体系中化合物 D1、D2 和 D3 的性质。(3分)
2. 划分副三角形。(5分)
3. 判定各界线上的温降方向及界线的性质。(3分)
4. 判定无变量点性质, 并写出冷却时无变量点处的平衡反应式。(10分)
5. 分析 M 点熔体的析晶过程, 并计算液相组成刚到析晶结束点的固液相的比例。(8分)
6. 说明组成为 N 点 A-B-C 混合物在平衡加热时最先在哪一点的温度出现液相?(2分)
7. 画出 A-B 二元系统示意相图, 并标出各区域的平衡相组成。(3分)

