

# 山东大学

## 二〇一八年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码 860 科目名称 材料科学基础

(答案必须写在答题纸上, 写在试题上无效)

注意: 考生需从 A 卷、B 卷中选做一套, 不得交叉。

考生可携带计算器、直尺等计算、作图工具。

### A 卷

#### 一、名词解释 (共 10 题, 每小题 3 分, 共 30 分)

1. 位错环
2. 范德华键
3. 刃型位错
4. 亚晶粒
5. 负温度梯度
6. 成分过冷
7. 非稳态扩散
8. 孪生
9. 二次再结晶
10. 动态再结晶

#### 二、简答题 (共 11 题, 共 110 分)

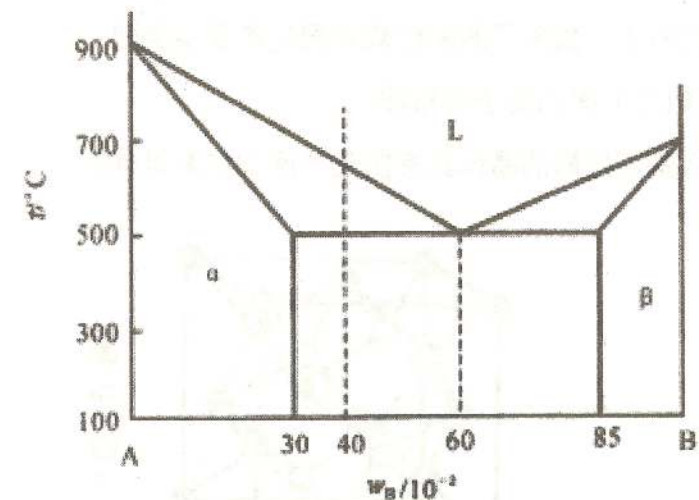
1. (8 分) 液态金属结晶时, 为什么必须过冷?
2. (14 分) 柏氏矢量的意义与主要作用有哪些?
3. (14 分) 原子的化学键有哪几种? 各种化学键及其晶体各有什么特点?
4. (6 分) 请说明 Fe-Fe<sub>3</sub>C 合金中的一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体的特点和区别。
5. (6 分) 将纯铜棒与纯镍棒对焊成一体构成一扩散偶, 焊接面嵌有惰性标记, 请问: 将该扩散偶加热并长时间保温, 会产生什么现象? 原因是什么?
6. (6 分) 什么是柯垂尔 (Cottrell) 气团? 它与低碳钢拉伸曲线上出现的上下屈服点有什么关系?
7. (6 分) 有两块成分相同但晶粒大小不同的固溶体合金, 问: (1) 哪块合金的塑性更

好? 为什么? (2) 在冷塑性变形量相同的情况下, 哪一块合金变形所消耗的变形功更大? 为什么? (3) 当加热这两块经冷塑性变形的合金时, 哪一块合金更易发生再结晶? 为什么?

8. (15 分) 贝氏体的实质是什么? 为什么说贝氏体转变属于半扩散型相变? 上贝氏体与下贝氏体的组织结构和力学性能有何特点?
9. (15 分) 完全退火的目的是什么? 为什么过共析钢不采用完全退火? 试制订 40Cr 钢 ( $A_{c3}$  约为 790°C) 铸件的退火工艺曲线。
10. (10 分) 如何理解固态相变析出相粗化过程中的小颗粒溶解和大颗粒长大现象。
11. (10 分) 铝合金的时效强化与钢的淬火强化有何不同?

#### 三、计算题 (共 1 题, 共 10 分)

A-B 二元合金相图如图。今将  $w_B=40\%$  的合金在固相中无扩散、液相中溶质完全混合、液-固界面平面推进的条件下, 在圆筒状水平铸型内进行不平衡凝固。请回答下列问题 (忽略成分变化引起的体积变化): (1) 求合金的  $k_0$  值; (2) 求凝固始端固相的成分; (3) 利用上述凝固条件下的溶质分布方程, 确定共晶体占合金圆棒的体积百分数, 示意绘出合金圆棒中溶质 (B) 的浓度分布曲线和组织分布图; (4) 如果是平衡凝固, 用杠杆定律确定共晶体的百分数, 对比分析两种计算结果。



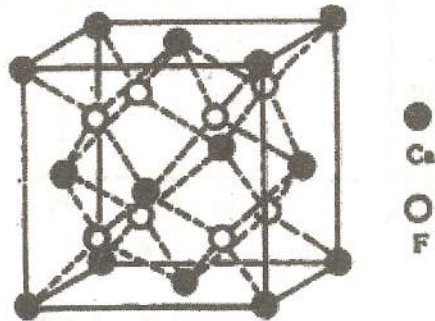
A-B 二元相图

B 卷

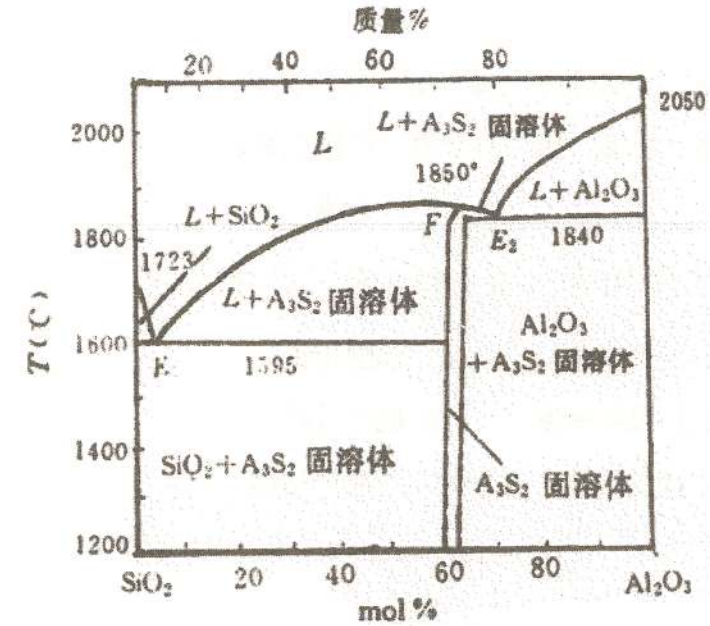
一、问答及计算题 (共 13 题, 共 144 分)

- (6 分) 碳、氮、氢在体心立方铁中的扩散激活能分别是 84 KJ/mol, 75 KJ/mol, 13 KJ/mol, 利用所学的知识进行分析和解释。
- (10 分) 什么是玻璃的析晶, 如何通过控制成核速率核晶体生长速率两曲线控制析晶过程。
- (8 分) 对于多数的固相反应来说, 主要由扩散速率控制整个反应速率, 固相反应动力学方程主要有哪两种, 各自的优缺点是什么?
- (8 分) 分析烧结过程的推动力主要有哪些?
- (7 分) 试从宏观和微观两个角度给出烧结的定义。
- (10 分) 试述玻璃的通性。
- (10 分) (1) 叙述粘土带电原因。(2) 说明粘土颗粒表面吸附的电荷种类及浓度对粘土  $\zeta$  电位的影响规律。
- (10 分) 简述晶体与非晶体在宏观性质上的区别。
- (18 分) 根据下图的萤石结构回答问题: (F<sup>-</sup>半径为 0.133nm 和 Ca<sup>2+</sup>半径为 0.106nm)

- 萤石晶体所属晶族和晶系;
- 分别给出正、负离子的配位数和配位多面体类型;
- 画出 (111) 面的离子排布图;
- 为什么萤石结构的晶体具有阴离子间隙扩散机制?



10. (25 分) 下图为  $Al_2O_3-SiO_2$  系统相图。请说明: (1) 铝硅质耐火材料: 硅砖 (含  $SiO_2 > 98\%$ ); 粘土砖 ( $Al_2O_3$  35~50%); 高铝砖 ( $Al_2O_3$  60~90%); 刚玉砖 ( $Al_2O_3 > 90\%$ ) 内, 各有哪些主要的晶相? (2) 为什么生产硅砖时, 要严格防止混入  $Al_2O_3$ ? (3) 在低共熔点 E 处,  $Al_2O_3$  的含量为 5.5%。请回答, 为什么  $Al_2O_3$  的含量在 5.5~15% 范围内的原料, 不能作为耐火材料使用?



- (12 分) 一块金黄色的人造黄玉, 化学分析结果认为, 是在  $Al_2O_3$  中添加了 0.5mol% NiO 和 0.02mol%  $Cr_2O_3$ 。试写出缺陷反应方程 (置换型) 及化学式。
- (14 分)  $SiO_2$  熔体的粘度在 1000°C 时为  $10^{14}$  Pa·s, 在 1400°C 时为  $10^7$  Pa·s。  $SiO_2$  玻璃粘滞流动的活化能是多少? 上述数据为恒压下取得, 若在恒容下获得, 你认为活化能会改变吗? 为什么? (摩尔气体常数  $R=8.314$  J/mol·K)
- (6 分) 在立方体晶系晶胞中画出下面的晶面指数和晶向指数:  $(1\bar{1}0)$ ,  $(\bar{2}13)$ ,  $[112]$ 。

二、名词解释 (共 2 题, 每题 3 分, 共 6 分)

- 初次再结晶
- 液相烧结