

中南大学

2009年硕士研究生入学考试试题

43163

考试科目代码及名称: 963 材料科学与工程基础

注意: 1、所有答案(含选择题、填空题、判断题、作图题等)一律答在专用答题纸上, 写在试题纸上或其他地点一律不给分。

2、作图题可以在原试题图上作答, 然后将“图”撕下来贴在答题纸上相应位置。

3、考试时限: 3 小时; 总分: 150 分。

考生编号(考生填写)

1 0 5 3 3 9 3 4 7 0 8 5 2 1 6

请考生从下列五组题中任选一组答题(跨组答题不计分)。

第一组(总分: 150 分)

一、名词解释(共 30 分, 每个 6 分)

X 射线标识谱; 吸收限; 倒易点阵; PDF 卡片; $\theta/2\theta$ 联动模式

二、晶体 X 射线的衍射几何可用哪些方法描述, 试简述各种方法的特点及相互联系。(20 分)

三、简述原子散射因子 f 和结构因子 F_{HKL} 的物理意义, 影响结构因子的因素有哪些?(20 分)

四、结合粉末多晶衍射强度计算公式讨论影响 X 射线衍射峰强度的几个主要因素。(20 分)

五、简述 X 射线定性相分析与 K 值法定量相分析的方法和步骤。(20 分)

六、利用 Cu 靶($\lambda=0.154\text{nm}$)对试样进行 X 射线粉末衍射测定, 其衍射峰对应的布拉角 θ 依次为: 12.54° , 14.48° , 20.7° , 24.25° , 30.04° , 33.04° , 34.02° 。试确定该试样的晶格类型并计算其晶格常数。(10 分)

七、采用 Cu 的 $K\alpha$ ($\lambda=0.15418\text{nm}$) 为入射线分别获取下列三种结构物质的粉末衍射图: (1) 体心立方 ($a=0.340\text{nm}$); (2) 面心立方 ($a=0.288\text{nm}$); (3) 简单正方 ($a=0.200\text{nm}$, $c=0.300\text{nm}$), 试预测各衍射图中衍射角最小的三个衍射峰的 2θ 值和对应的 HKL 值。(30 分)

第二组(总分: 150 分)

一、已知铝的空位形成能为 0.76 (eV/空位), 25°C 时铝的点阵常数为 0.405nm 。1) 计算 25°C 时铝空位浓度(空位/ cm^3); 2) 铝在什么温度下空位浓度是 25°C 时的 1000 倍。(20 分)

二、根据 $\text{Fe-Fe}_3\text{C}$ 相图, 分析含碳量为 1.2% 的铁-碳合金从液态平衡冷却至室温的转变过程, 并分别计算室温下的相组成物及组织组成物的相对量(注: 渗碳体含碳量为 6.67%); 如果要使显微组织中渗碳体与珠光体各占一半, 那么该合金的碳含量是多少?(30 分)

三、为什么多元合金凝固时会出现成分过冷, 成分过冷对合金的凝固组织有什么影响?(30 分)

四、什么是变质剂? 试简述添加变质剂细化晶粒的基本原理。(15 分)

五、结合影响金属材料强度的因素, 总结位错理论在材料科学中的应用。(20 分)

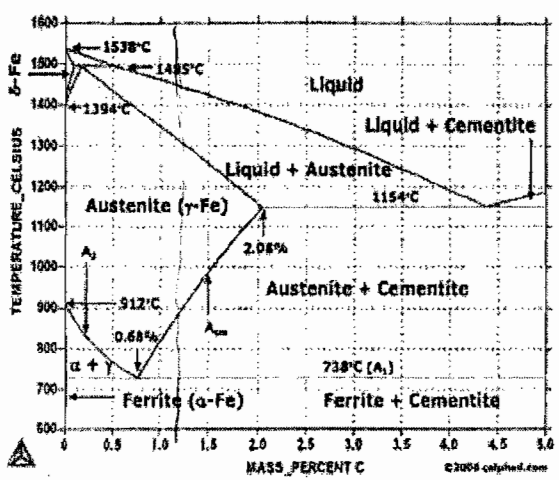
六、简述冷变形后金属回复及再结晶退火对材料组织和性能变化规律, 哪些地方可能是再结晶优先形核的地点? 指出再结晶、结晶、固态相变之间的主要区别。(20 分)

七、解答下列扩散问题(15 分)

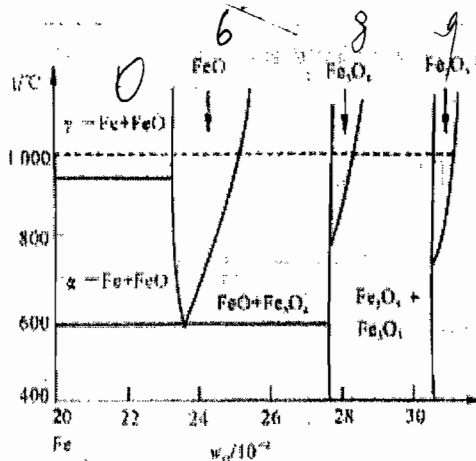
1. 简述影响扩散系数的主要因素?(5 分)

代码: 963

2. 试利用 Fe-O 相图分析纯铁在 1000°C 氧化时氧化层内的组织与氧浓度分布规律, 画出示意图。(10 分)



Fe-C 相图



Fe-O 相图

第三组 (总分: 150 分)

- 一、衡量材料性能的常用指标有哪些? 在成分一定的前提下, 可以采取哪些措施来改善材料性能? 并简要说明其原理。(本小题 30 分)
- 二、材料塑性加工有哪些方法(并给予简要描述)? 举例说明材料塑性加工的重要作用。(本小题 30 分)
- 三、说明改善金属材料塑性的工艺途径及其机制。(本小题 20 分)
- 四、型材挤压容易出现型材弯曲、扭转等现象, 试分析原因。(本小题 20 分)
- 五、什么是主应力和主应变? 分别画出棒材挤压和板材轧制加工变形区的主应力图和主应变图; 分析挤压加工更适合于低塑性材料成形的机理。(本小题 20 分)

六、对于 Oxyz 直角坐标系, 已知一点的应力张量: $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -140 & 0 & 30 \\ 0 & -100 & 0 \\ 30 & 0 & -60 \end{bmatrix}$ (各分量

单位为 MPa)。(本小题 20 分)

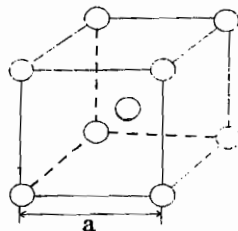
- (1) 在直角坐标系中单元体上表示该点的应力分量;
- (2) 将 σ_{ij} 分解为应力球张量和应力偏张量;
- (3) 说明应力球张量和应力偏张量的物理意义;
- (4) 求出最大剪应力;
- (5) 若材料的初始屈服极限为 100MPa, 试用 Tresca 屈服准则判断该点是否进入塑性变形状态。

七、分别在 $\sigma_1 - \sigma_2$ 平面和 π 平面上画出 Mises 屈服准则与 Tresca 屈服准则的屈服轨迹; 已知变形体内一点处于塑性变形状态, 其应力状态可以用 $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ 表示, 则当各应力分量之间遵守什么关系时, Mises 屈服准则与 Tresca 屈服准则重合?(本小题 10 分)

代码: 963

第四组 (总分: 150 分)

- 一、简要说明离子键、共价键和金属键物质在键性和结构方面的异同 (20 分)
- 二、简要说明熔融状态下的 Na_2O 和 SiO_2 中的质点各以何种形式存在以及其结构基团发生聚合的条件 (20 分)
- 三、什么是分子轨道? 简要说明组成分子轨道的三原则 (20 分)
- 四、由同种原子构成的体心立方晶体结构示意图如下:



1. 导出晶格点阵常数 a 与原子半径 r 的关系式 (10 分)
2. 求出晶体的致密度 (单位晶胞中原子占的体积分数) (5 分)
3. 给出中心原子和顶角原子的配位数 (5 分)
- 五、陶瓷由晶相、玻璃相及气相组成, 讨论各物相的作用 (20 分)
- 六、说明 $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 二元系统玻璃的“硼反常”现象, 并解释产生这一现象的原因 (20 分)
- 七、参考下表给出的例子, 在空白处填入恰当的测试方法, 并简要说明依据的原理 (30 分)

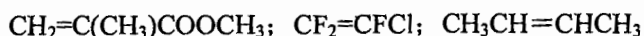
测试项目名称	测试方法	测试原理
例如: 晶态与非晶态物质的判定	XRD (X 射线衍射) 分析	根据 $2d\sin\theta = n\lambda$, 晶态物质的 X 射线谱为明锐的衍射峰, 而非晶态物质的 X 射线谱为散射峰。
陶瓷或微晶玻璃中的晶相确定		
物质中的结构基团 (如 $[\text{BO}_3]$ 、 $[\text{SiO}_4]$ 、 $[\text{PO}_4]$ 等) 及结合键强度		
材料中颗粒分布及大小		

(考生注意: 请将答案做在专用答题纸上, 做在该试卷上无效!!!)

共 4 页, 第 3 页

第五组 (总分: 150 分)

一. 下列单体能否进行聚合, 若可以的话, 适用于何种机理 (自由基、阳离子和阴离子聚合), 并说明原因。(本题 24 分)



二. 请比较自由基聚合与逐步聚合的机理特征上的差异。(本题 26 分)

三. 自由基聚合中, 链终止反应比链增长反应的速率常数要大四个数量级左右, 但一般的自由基聚合反应却仍然可以得到聚合度高达 $10^3 \sim 10^4$ 以上的聚合物, 为什么? (本题 20 分)

四. 为什么要对共聚物的组成进行控制? 在工业上有哪几种控制方法? 它们各针对什么样的聚合反应, 试各举一例说明。(本题 25 分)

五. 由己二酸和己二胺合成聚酰胺-66, 当反应程度为 0.995 时, 若得到的产物数均分子量为 15000, 则起始的单体摩尔比为多少? (本题 25 分)

六. 以过氧化叔丁基作引发剂, 苯作溶剂, 60°C 下进行苯乙烯溶液聚合。已知苯乙烯的起始浓度为 0.9mol/L , 引发剂的浓度为 0.01mol/L ; 引发速率和链增长速率分别为 $4.0 \times 10^{-11}\text{mol/L}\cdot\text{s}$ 和 $1.5 \times 10^{-7}\text{mol/L}\cdot\text{s}$ 。计算聚合反应初期的动力学链长和聚合度。计算时采用以下数据: 60°C 下苯乙烯、苯的密度分别为 0.887 和 0.839; $C_M = 8.10 \times 10^{-5}$; $C_I = 3.2 \times 10^{-4}$; $C_S = 2.3 \times 10^{-6}$, 设苯乙烯/苯体系为理想溶液。(本题 30 分)