

## 浙 江 大 学

## 2012 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 材料科学基础

编号 836

注意: 答案必须写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上均无效。

Part 1 共做题 (每题 18 分, 共 90 分)

本部分内容所有考生都需完成

注: 题目都必需给出详细的计算和推导过程, 并对每一步的过程由来作必要的说明

1、碳原子可以以间隙杂质的形式存在于铁中, 在FCC铁中碳存在于坐标为 $(1/2, 0, 0)$ 的八面体间隙位, 而在BCC铁中碳存在于坐标为 $(0, 0.5, 0.25)$ 的八面体间隙位, FCC铁和BCC铁的晶格常数分别为 $3.571 \times 10^{-10} \text{ m}$  和  $2.866 \times 10^{-10} \text{ m}$ , 碳原子半径为 $0.71 \times 10^{-10} \text{ m}$ , 铁原子半径为 $1.241 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。(1) 分别计算两种晶胞结构中八面体间隙位的半径, (2) 对比碳原子半径和这两种八面体间隙半径, 说明在哪一种结构的铁中掺杂C后晶格具有更大的变形?

2、考虑  $\text{Mg}^{2+}$  在  $\text{MgO}$  中的扩散问题。在不掺杂的  $\text{MgO}$  晶体中可能出现以空位扩散机构进行的本征扩散; 若在  $\text{MgO}$  晶体中掺入  $\text{Mg}^{3+}$  杂质离子, 则可能出现由杂质离子引入的空位所引起的非本征扩散。现要使镁离子在  $\text{MgO}$  中的扩散一直到温度升高至  $\text{MgO}$  的熔点都是非本征扩散, 要求三价  $\text{Mg}^{3+}$  杂质离子的浓度为多少? (其中, 空位形成能  $E=6\text{eV}$ ,  $\text{MgO}$  的熔点  $T_M=3098\text{K}$ ,  $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  为 Boltzmann 常数,  $1\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$ )

3、已知石英玻璃的密度为  $2.3\text{g/cm}^3$ , 假定玻璃中原子尺寸与晶体  $\text{SiO}_2$  的相应原子尺寸相同。试计算该玻璃的原子堆积系数。(原子量:  $M_{\text{Si}}=28\text{g/mol}$ ,  $M_{\text{O}}=16\text{g/mol}$ , 原子半径:  $r_{\text{Si}}=0.039\text{nm}$ ,  $r_{\text{O}}=0.132\text{nm}$ , Avogadro 常数  $N_0=6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

4、聚乙烯高分子  $(-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$  是通过乙烯单分子  $\text{C}_2\text{H}_4$  聚合而成的, 在合成聚乙烯高分子时需要利用过氧化苯甲酰  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$  引发剂参与反应, 考虑一个  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$  自由基可以形成一个聚乙烯高分子链, 并假设引发剂的使用效率为 20%, 且所有的产物都是通过简单的合成过程得到的, 则若要合成  $1\text{kg}$  的平均分子量为  $200000\text{g/mol}$  的聚乙烯, 请问: (1) 这种聚乙烯的聚合度是多少? (2) 需要使用多少克的过氧化苯甲酰引发剂。(原子量:  $M_{\text{C}}=12\text{g/mol}$ ,  $M_{\text{H}}=1\text{g/mol}$ )

5、应用派-纳模型，定量地计算克服点阵阻力推动位错运动的切应力的公式如下表示，

$$\tau_p = \frac{2\mu}{(1-\nu)} \exp(-2\pi d / (1-\nu)b) = \frac{2\mu}{(1-\nu)} \exp(-2\pi w / b), \text{ 其中 } w \text{ 为位错宽度, } b \text{ 为位错强度,}$$

$d$  为滑移面的晶面间距,  $\nu$  为泊松比,  $\mu$  为切变模量。(1) 试说明为什么晶体滑移通常发生在原子最密排的晶面和晶向? (2) 考虑在同一晶面上但滑移方向不同, 若选择一个滑移距离为另一个的两倍, 则其剪切应力将是另一个的多少倍?

浙大考研客栈: [www.zdky8.com](http://www.zdky8.com) 联系QQ: 294429505

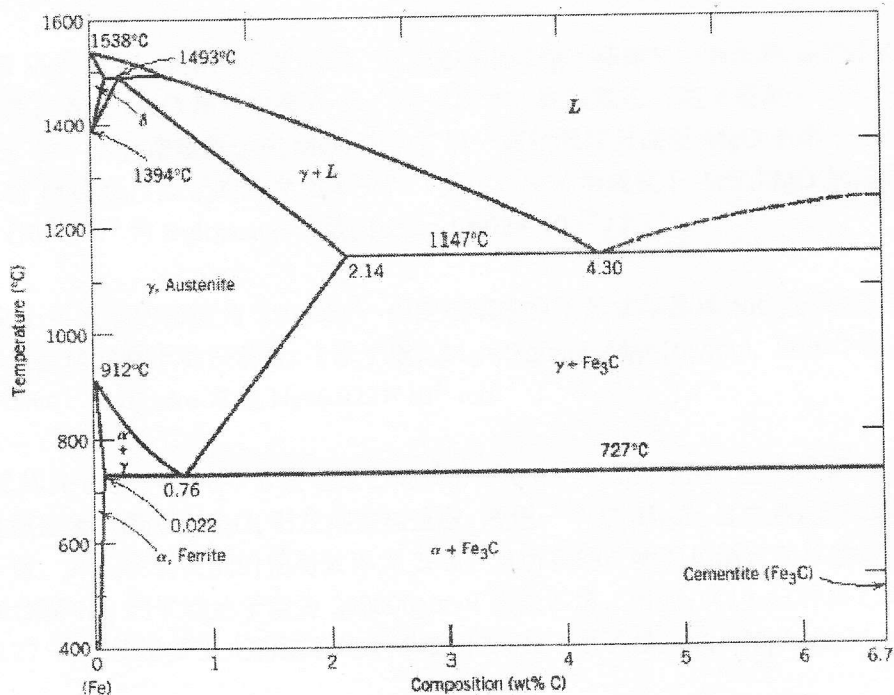
## Part 2 选做题

本部分内容考生可根据自己的具体情况，选择其中的一套完成即可。

注：只需选择完成其中的套一或套二，若两套题都做，则只按套一的成绩计。

### 套一（每题12分，共60分）

- 1、试计算工业纯铁（含碳量 0.0008%wt）和共析钢淬火马氏体（含碳量 0.8%wt）的单位晶胞所含碳原子数目或几个晶胞固溶一个碳原子。
- 2、列举合金材料常用的强化机理名称，简要阐述其中的一种机理。
- 3、列举钢铸锭主要冶金缺陷及其成因及对策
- 4、根据 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图，说明 Fe-3.0C 合金从液态结晶冷却到室温发生哪些组织转变。
- 5、根据 Fe-Fe<sub>3</sub>C 相图，计算 Fe-3.0C 合金（1）共晶转变结束时奥氏体与渗碳体相对量；（2）共析转变结束时铁素体与渗碳体相对量；（3）冷却到室温后铁素体与渗碳体相对量，铁素体室温平衡含碳量为 0.0008%wt。





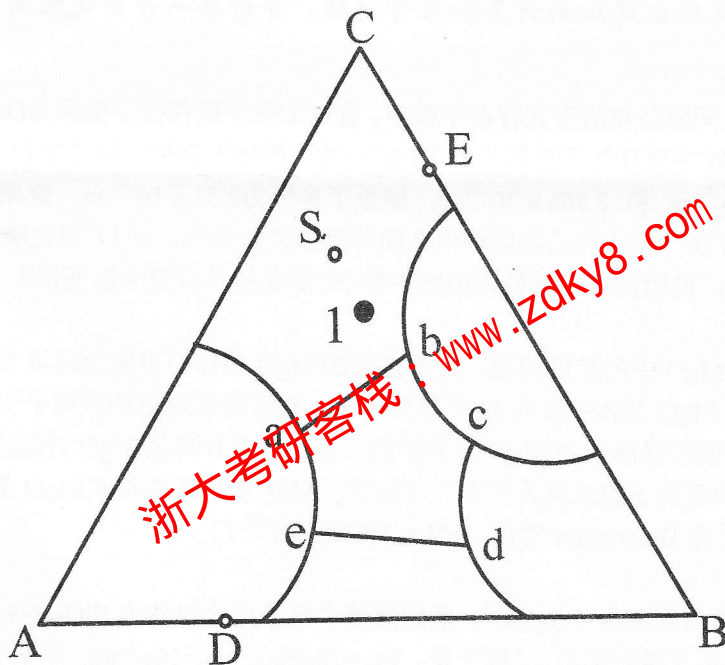
套二（每题12分，共60分）

1、试简述多元系统硅酸盐熔体中产生分相的本质原因，对于  $R_2O-SiO_2$  系统 ( $R=Li^+, Na^+, K^+, Rb^+$  和  $Cs^+$ )，试分析各系统产生分相的难易程度。

2、现有一合成硅酸钙的固相反应过程，可选择原料有  $CaO$ 、 $CaCO_3$  和  $Ca(OH)_2$  以及 0.15mm 石英颗粒和 0.03mm 石英颗粒，从提高反应速率角度出发，应选择什么原料？

3、与离子氧化物晶体相比， $Si_3N_4$  和  $AlN$  等共价键陶瓷的烧结更容易还是更困难？为什么？试简述能促进共价键陶瓷烧结的烧结工艺。

4、下图所示的三元系统相图中，D、E 为不一致熔融二元化合物，S 为不一致熔融三元化合物。  
 (1) 标出各晶相的初晶区；(2) 确定相界线  $ab$ 、 $bc$ 、 $cd$ 、 $de$ 、 $ea$  的温度走向和性质（用式子表示）；(3) 确定无变量点  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  的性质（用式子表示）；(4) 分析组成点 1 的冷却析晶过程。



5、试简单论述气氛对陶瓷烧结的影响。在陶瓷烧结后期形成孤立闭气孔后，氢气与氮气分别会对  $Al_2O_3$  陶瓷烧结的致密性带来什么效果。