

# 南京航空航天大学

## 2014 年硕士研究生入学考试初试试题 ( A 卷 )

科目代码: 818

科目名称: 材料科学基础

满分: 150 分

注意: 认真阅读答题纸上的注意事项; 所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

### 一、简答题 ( 共 70 分, 每小题 5 分 )

1、欲确定一成分为 18%Cr, 18%Ni 的不锈钢晶体在室温下的可能结构是 fcc 还是 bcc, 由 X 射线测得此晶体的 (111) 面间距为 0.21nm, 已知 bcc 铁的  $a=0.286\text{nm}$ , fcc 铁的  $a=0.363\text{nm}$ , 试问此晶体属何种结构?

2、晶体结合键与其性能有何关系?

3、C 原子可与  $\alpha\text{-Fe}$  形成间隙固溶体, 请问 C 占据的是八面体间隙还是四面体间隙? 为什么?

4、按照硅氧四面体在空间的组合情况, 硅酸盐结构可以分成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_几种方式。硅酸盐晶体就是由一定方式的硅氧结构单元通过其它\_\_\_\_\_联系起来而形成的。

5、举例说明在离子晶体中, 正、负离子是如何排列的? 正离子的配位数主要取决于什么? (即鲍林第一规则的实质是什么?)

6、如何理解高聚物分子量的多分散性? 高聚物的平均分子量及分子量分布宽窄对高聚物性能有何影响?

7、在高聚物大分子链中有哪些热运动单元? 这些热运动单元与高聚物宏观性状有何关联?

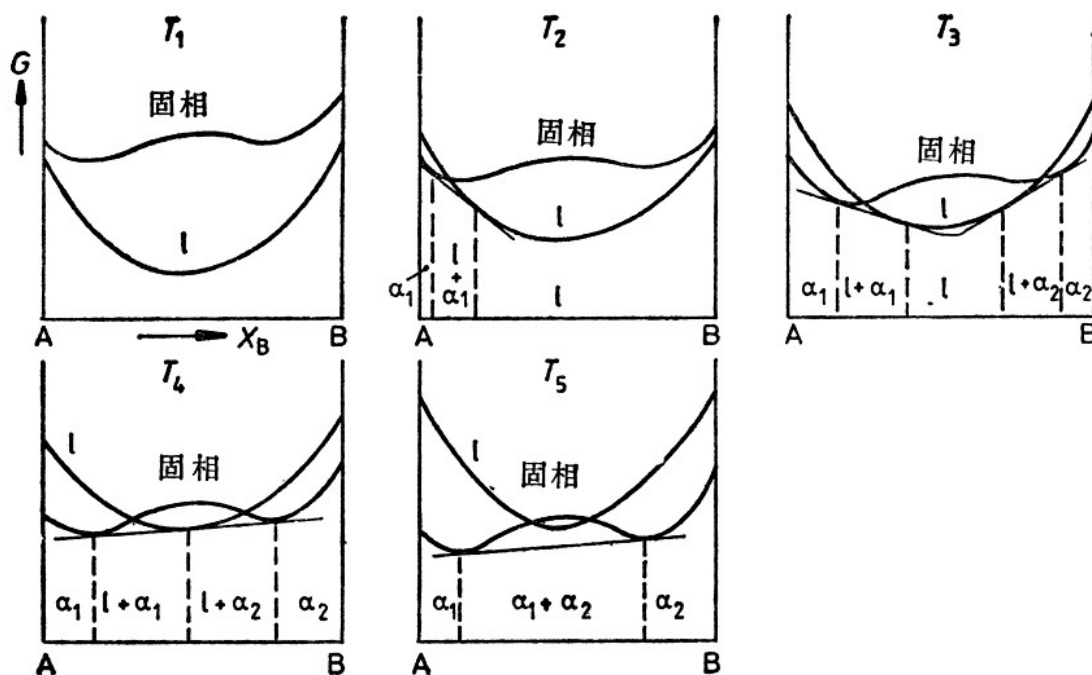
8、举例说明点缺陷转化为线缺陷; 线缺陷生成点缺陷。

9、为什么点缺陷在热力学上是稳定的, 而位错则是不平衡的晶体缺陷?

- 10、上坡扩散的驱动力是什么？列举两个上坡扩散的例子。
- 11、根据位错一般理论，论述实际晶体中位错及其运动的特殊性。
- 12、简述晶体结构类型对其塑性变形能力和扩散特性的影响。
- 13、简述细晶强化的原理以及应用范围。
- 14、为什么说两个位错线相互平行的纯螺型和纯刃型位错，它们之间没有相互作用？

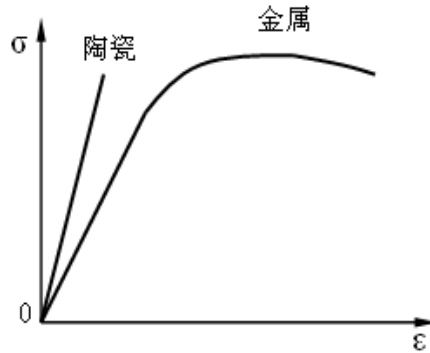
## 二、释图与作图题（共 25 分）

- 1、根据下面 Gibbs 自由能曲线绘制相图 ( $T_1 > T_2 > T_3 > T_4 > T_5$ ) (5 分)

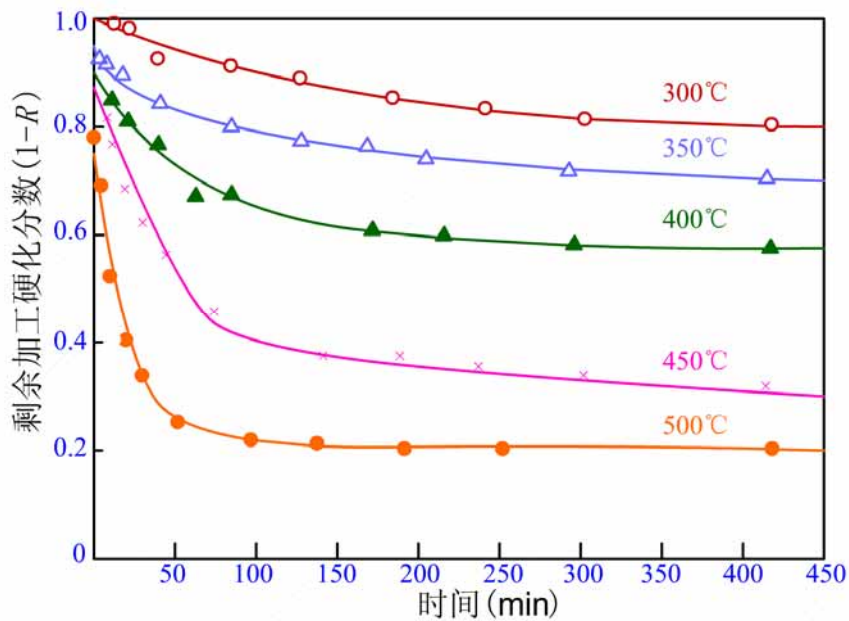


- 2、画出合金铸锭(件)的宏观组织并简述组织形成原因 (5 分)

3、如图是金属和陶瓷材料的工程应力应变曲线，试分析其性能差异（3分）。



4、从图中分析回复的特点（3分）。



5、示意画出高、低应变速率下动态再结晶的应力应变曲线（3分）。

6、已知某铜单晶试样的两个外表面分别是（001）和（111）。当该晶体在室温下滑移时，示意画出上述两个外表面上的滑移线。（3分）

7、纯铁在 950 渗碳，表面碳浓度达到 0.9%，缓慢冷却后，重新加热到 800 ，继续渗碳，示意画出：（3分）

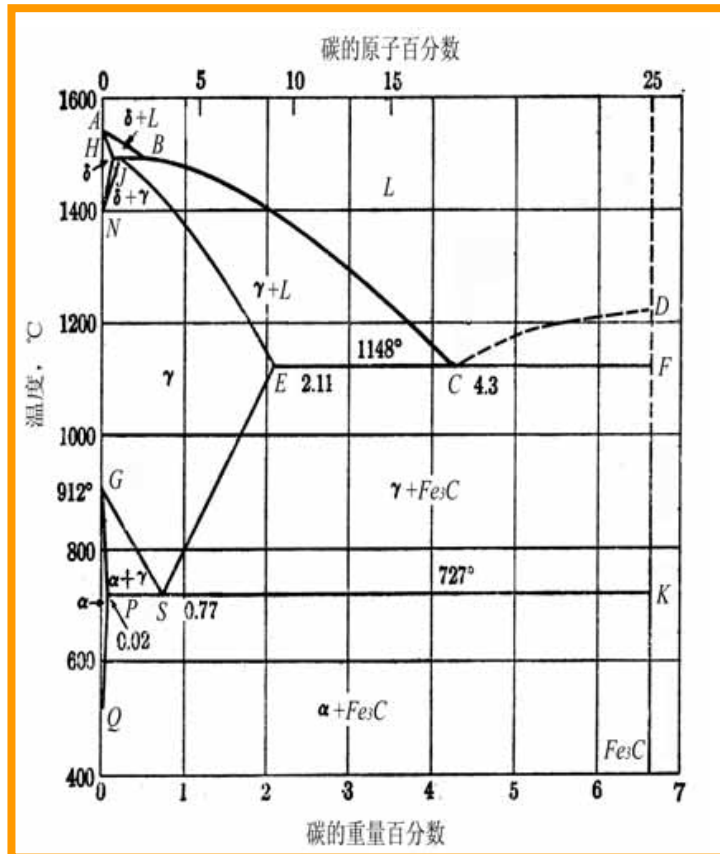
（1）在 800 长时间渗碳后（碳气氛为 1.5%C）的组织分布；

（2）在 800 长时间渗碳后缓慢冷却至室温的组织分布。

### 三、计算分析题（共 55 分）

1、根据下面 Fe-C 相图，回答问题。（15 分）

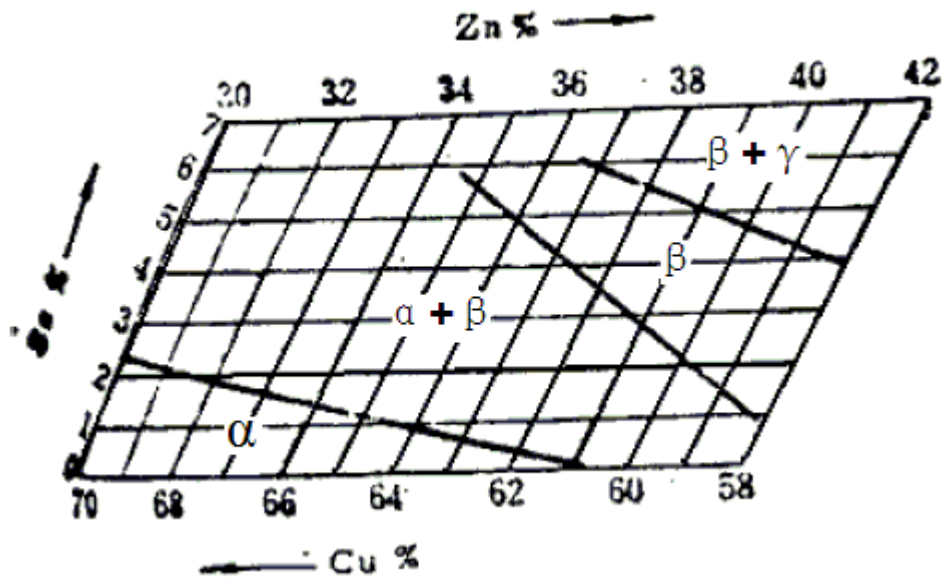
- (1) 写出 S 点和 C 点的相变类型。
- (2) 计算 C 含量为 0.45wt%合金室温下的组织组成物和相组成物重量百分比。
- (3) 画出 C 含量为 0.9wt%合金的冷却曲线和室温组织示意图。
- (4) 画出 1200 的 Gibbs 自由能-成分曲线。



2、考虑在一个大气压下液态铝的凝固，过冷度  $T=10$  ，计算：(10 分)

- (1) 临界晶核尺寸；
  - (2) 半径为  $r^*$  的晶核中原子个数；
  - (3) 从液态转变到固态时，单位体积的自由能变化  $G_v$ ；
  - (4) 从液态转变到固态时，临界尺寸  $r^*$  处的自由能的变化  $G^*$  (形核功)。
- 已知：铝的熔点  $T_m=993K$ ，单位体积熔化热  $L_m=1.836 \times 10^9 J/m^3$ ，固液界面比表面能  $=93mJ/m^2$ ，原子体积  $V_0=1.66 \times 10^{-29}m^3$ 。

3、Cu-Sn-Zn 三元系相图在 600 时的部分等温截面如图示：(10 分)



(1) 请在此图中标出合金成分点 P 点 (Cu-32%Zn-5%Sn), Q 点 (Cu-40%Zn-6%Sn) 和 T 点 (Cu-33%Zn-1%Sn), 并指出这些合金在 600 时由那些平衡相组成。

(2) 若将 5kgP 合金、5kgQ 合金和 10kgT 合金熔合在一起, 则新合金的成分为多少?

4、某铝单晶体在外加拉伸应力作用下, 首先开动的滑移系为  $(11\bar{1})[011]$ , (10分)

(1) 如果滑移是由纯刃型单位位错引起的, 试指出位错线的方向、滑移时位错线运动的方向以及晶体运动方向。

(2) 假定拉伸轴方向为  $[0\ 0\ 1]$ ,  $\sigma = 10^8 \text{Pa}$ , 求在上述滑移面上该刃型位错所受力的大小和方向。(已知 Al 的点阵常数  $a = 0.4049 \text{nm}$ )

(3) 随着滑移的进行, 拉伸试样中  $(11\bar{1})$  面会发生什么现象? 它对随后进一步的变形有何影响?

5、已知在 1227 K 下, Al 在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  中的扩散常数  $D_0(\text{Al}) = 2.8 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ , 扩散激活能为 477KJ/mol, 而 O 在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  中的扩散常数  $D_0(\text{O}) = 0.19 \text{m}^2/\text{s}$ , 扩散激活能为 636KJ/mol。(10分)

(1) 分别计算二者在该温度下的扩散系数。

(2) 说明它们扩散系数不同的原因。

(3) 试分析纯铝在该温度下氧化的扩散过程; 提出在该温度下加速氧化过程的方法。