

南京航空航天大学

2018 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: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②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; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、简单题 (每小题 10 分, 共 30 分)

1、镍为面心立方结构, 其原子半径为 0.1246nm , 确定在镍的 (100), (110) 及 (111) 平面上 1mm^2 中各有多少个原子。

2、为什么说绿宝石结构 (其结构式为 $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$) 可以成为离子导电的载体。

3、说明常见高聚物分子链的键接方式及其对聚合物性能的影响?

二、已知液态纯镍在 $1.1013 \times 10^5\text{Pa}$ (1 个大气压), 过冷度为 319°C 时发生均匀形核。设临界晶核半径为 1nm , 纯镍的熔点为 1726K , 熔化热 $\Delta H_m = 18075\text{J/mol}$, 摩尔体积 $V_x = 6.6\text{cm}^3/\text{mol}$, 计算 (1) 纯镍的液-固界面能和临界形核功; (2) 若要在 1726K 发生均匀形核, 需将大气压增加到多少? 已知凝固时体积变化 $\Delta V = -0.26\text{cm}^3/\text{mol}$ ($1\text{J} = 9.87 \times 10^5\text{cm}^3\text{Pa}$)。 (15 分)

三、关于 Fe-C 相图, 回答问题。(20 分)

(1)、默写 Fe-C 相图。

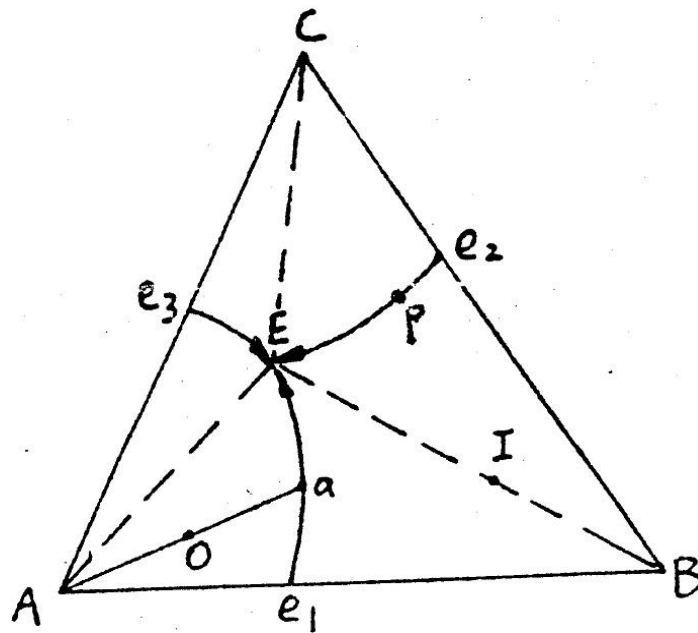
(2)、画出含 C 0.4wt% 合金室温平衡组织示意图, 并标出组织组成物。

(3) 指出含 C 0.77wt% 合金从高温液态平衡冷却到室温要经过哪些转变?

(4) 根据杠杆定律分别计算含 C 0.4wt% 合金在室温下的组织组成物与相组成物的相对百分含量。

四、已知 A、B、C 三组元固态完全不互溶，成分为 80%A、10%B、10%C 的 O 合金在冷却过程中将进行二元共晶反应和三元共晶反应，在二元共晶反应开始时，该合金液相成分(a 点)为 60%A、20%B、20%C，而三元共晶反应开始时的液相成分(E 点)为 50%A、10%B、40%C。(10 分)

- (1) 试计算 A 初%、(A+B)%和 (A+B+C)%的相对量。
- (2) 写出图中 I 和 P 合金的室温平衡组织。



五、(25 分)有一 bcc 晶体的 $(\bar{1}10)[111]$ 滑移系的临界分切力为 60MPa，试问在 $[001]$ 和 $[010]$ 方向必须施加多少的应力才会产生滑移?随着滑移的进行，拉伸试样中该滑移面会发生什么现象?它对随后进一步的变形有何影响?对于一般工程用金属材料，试分析冷塑性变形对其组织结构、力学性能、物理化学性能和体系能量的影响。

六、(15 分)为改善钛合金的切削加工性能，研制了一种新的加工工艺：渗氢处理+机械加工+脱氢处理。已知某钛合金构件在 800°C 真空脱氢 1 小时其距表面 0.05mm 处的性能符合规定要求。为进一步降低该构件的热处理变形，拟将该合金构件在 700°C 处理，问处理多少时间在距表面 0.1mm 处将达到上述相同规定要求?计算氢原子在 700°C 和 800°C 的扩散系数，并分析氢在钛合金中的扩散能力(设氢在该钛合金的扩散激活能为 16.62KJ/mol, $D_0=8 \times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{s}$)。

七、(15分) 高速电气化铁道用铜锡合金接触线悬挂于铁路上方, 通过与受电弓滑板接触摩擦直接向电力列车送电。该铜锡合金 (Sn0.15-0.45%, Zr0.01-0.05%, Ni0.02-0.03%, Ti0.005-0.01%, 余为 Cu) 接触线是在张应力状态下工作, 要求具有高强度和高导电率, 且要控制其中的氧含量(一般需低于 0.003%)。日本和法国等国家主要采用连铸连轧工艺生产该合金接触线, 而国内某企业采用“上引提拉铸造+连续冷挤压+冷拉”工艺生产。

- (1) 该铜锡合金其添加的合金元素总含量控制在 $\leq 0.2-0.5\%$ 是出于何种考虑?
- (2) 试分析该国内企业的生产工艺有哪些优点? 为什么?
- (3) 经冷拉拔后的铜锡合金丝并不能直接使用, 还需经过一定的热处理, 试分析其作用。

八、(20分) 航空发动机涡轮叶片由于处于温度最高、应力最复杂、环境最恶劣的部位而被列为第一关键件。涡轮叶片的性能水平, 特别是承温能力, 成为一种型号发动机先进程度的重要标志。随着推重比的不断提高, 对高温合金的持久强度、蠕变强度和高温下的裂纹扩展速率和断裂韧性提出了更高的要求。

- (1) 试用晶体缺陷理论解释材料蠕变变形的微观机理。
- (2) 提出改善发动机涡轮叶片用高温合金高温强度的措施并解释其原理。