

南京航空航天大学

2016 年硕士研究生招生考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 818

满分: 150 分

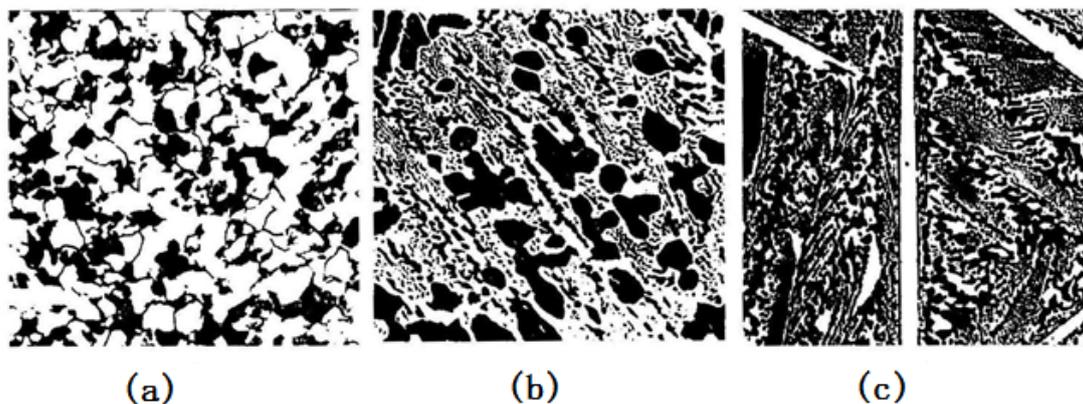
科目名称: 材料科学基础

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、(20 分) 试分析 H、N、C、B 在 α -Fe 和 γ -Fe 中形成固溶体的类型、存在位置和固溶度 (摩尔分数)。已知各元素的原子半径如下: H 为 0.046nm, N 为 0.071nm, C 为 0.077nm, B 为 0.091nm, α -Fe 为 0.124nm, γ -Fe 为 0.126 nm。

二、(20 分) 设想液体在凝固时形成的临界晶核是边长为 a 的立方体形状, 已知液-固界面能为 σ , 固、液相之间的体积自由能差为 ΔG_B , 推导出均匀形核时的临界晶核边长 a^* 和临界形核功 ΔG^* 。

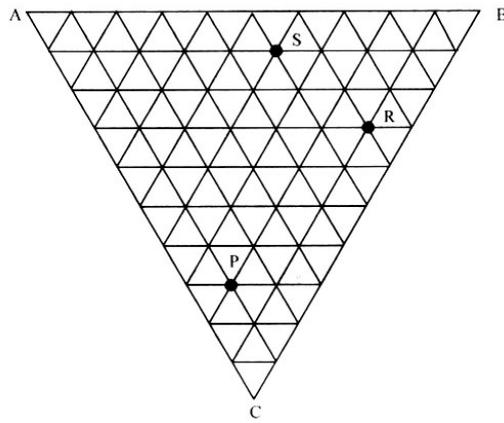
三、(20 分) 第三题图(a)、(b)、(c) 分别为 3 个不同成分 (设为 0.45%C、3.4%C、4.7%C) 的铁碳合金缓冷凝固组织。说明它们各是哪个成分的合金, 为什么? 分析图 (c) 组织的凝固过程, 并计算合金中白色长条状组织的重量相对量。



第三题图

四、(15 分) 在如第四题图的浓度三角形中:

- (1) 写出点 P, R, S 的成分;
- (2) 设有 2kg P, 4kg R, 2kg S, 求它们混熔后的液体成分点 X;
- (3) 定出 $w_c=0.08$, A、B 组元浓度之比与 S 相同的合金成分点 Y;
- (4) 若有 2Kg P, 问需要多少何种成分的合金 Z 才能混熔得到 6Kg 的成分 R 的合金。



第四题图

五、(15分) 在铝单晶体中沿 $[201]$ 方向作用一拉应力。

- (1) 写出 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 晶面上所有的滑移系，哪个滑移系最先开动？
 - (2) 如果外加拉应力是 20MPa，问这时滑移系上产生的分切应力是多少？
 - (3) 写出开动滑移系上全位错的柏氏矢量，并求出作用在该位错上力的大小和方向。
- (已知 Al 的点阵常数 $a=0.4049\text{nm}$)

六、(15分) 一块碳的质量分数为 0.1% 的碳钢在 930°C 渗碳，在距表面 0.05cm 处碳含量达到 0.45%。在 $t>0$ 的全部时间，渗碳气氛保持表面成分为 1%，已知 $D_0=2.0\times 10^{-5}$ ，碳在 fcc 铁中的扩散激活能为 $Q=140000\text{J/mol}$ ，求：

- (1) 所需要的渗碳时间；
- (2) 若将渗碳层加厚 1 倍，则需多少时间；
- (3) 若规定含碳量为 0.3% 作为渗碳层厚度的度量，则在 930°C 时渗碳 10h 的渗层厚度为 870°C 时渗碳 10h 的多少倍？

(已知 $\text{erf}(0.61)=0.611$, $\text{erf}(0.62)=0.619$, $\text{erf}(0.63)=0.627$, $\text{erf}(0.64)=0.635$)

七、(15分) 钛的熔点 1668°C ，密度为 4.5g/cm^3 ，其抗拉强度为 270–630MPa，而传统钛合金的抗拉强度为 686–1176MPa，甚至高达 1764 MPa。钛合金在高温情况下 ($240\text{--}315^\circ\text{C}$) 比铝合金具有更高的比强度，同时兼备更好的耐蚀性和抗疲劳性能，成为高速飞行器和大型飞机的最佳结构材料。钛合金是一种难变形合金，过去多采用蠕变加工法制造复杂形状的零件，变形过程需要一个小时以上。现在利用其 50%–150% 的超塑性，8 分钟就可以完成类似复杂形状零件的成形。现在许多国家的飞机上都使用了超塑性成形的钛合金件。

- (1) 为什么形状较为复杂的钛合金零件很难在室温下冷成形，通常都需要温热成形？

(2) 何谓超塑性？其产生的条件是什么？

八、(30 分) 试论述细晶强化为什么在提高金属材料强度的同时还能改善其塑性和韧性？为什么细晶强化不能用于提高金属材料的高温强度？根据已学习的材料科学基础理论，提出改善金属材料高温强度的措施并解释其机理。