

南京航空航天大学

2015 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

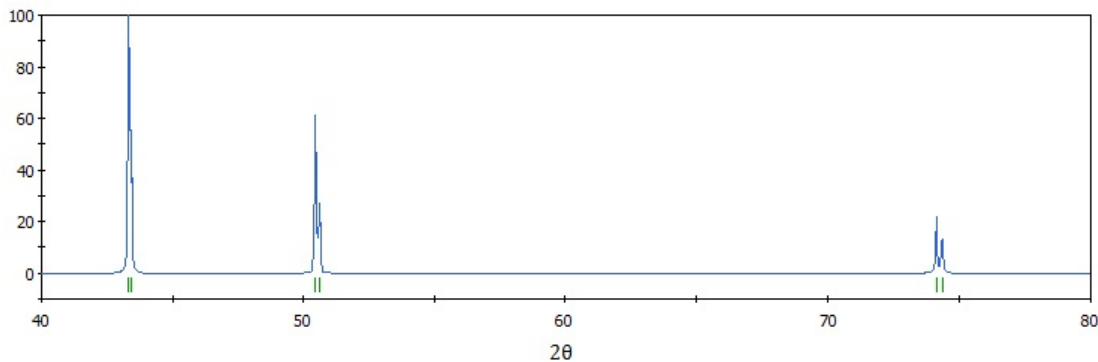
科目代码: 818

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、(15 分) 下图为 fcc 点阵 Cu 晶体 X 射线衍射图, 图中三条峰对应的 2θ 值分别为 43.297° , 50.433° , 74.130° , 已知 Cu 的晶格常数为 3.615\AA ; 布拉格公式: $2d\sin\theta = \lambda$, 其中波长 $\lambda=1.5406\text{\AA}$, d 为晶面间距。



- (1) 三条峰对应的晶面(一般为低指数面)分别是什么? 请写出具体计算分析步骤。
- (2) 画出其它两种具有 fcc 点阵的典型晶体结构 (fcc 结构纯金属除外), 并指出其结构基元。

二、(15 分) 超细晶粒的制备已成为提高材料强韧性的主要手段之一。通过凝

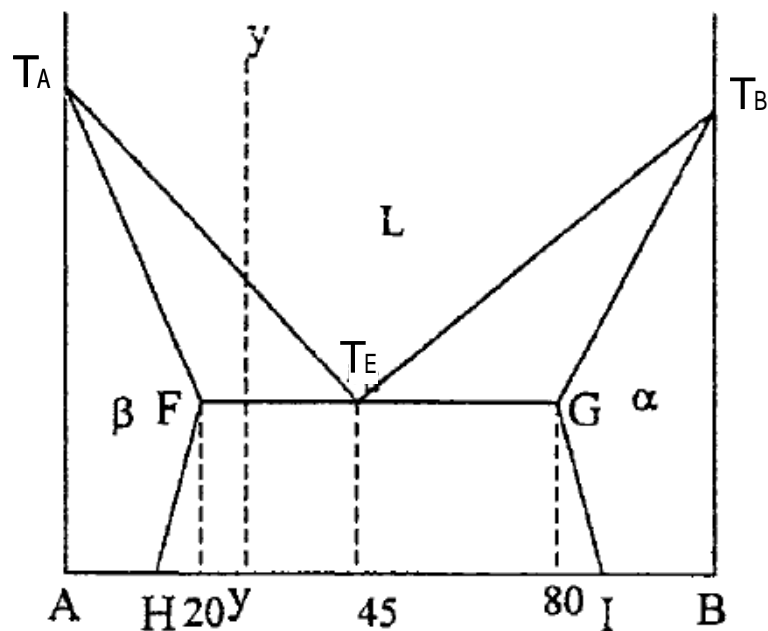
固的快冷（即增加过冷度）是获得细晶铸件的重要方法。已知铜的凝固温度

$T_m = 1356\text{K}$ ，溶化热 $L_m = 1628 \times 10^6 \text{J/m}^3$ ，比表面能 $\sigma = 177 \times 10^{-3} \text{J/m}^2$ ，

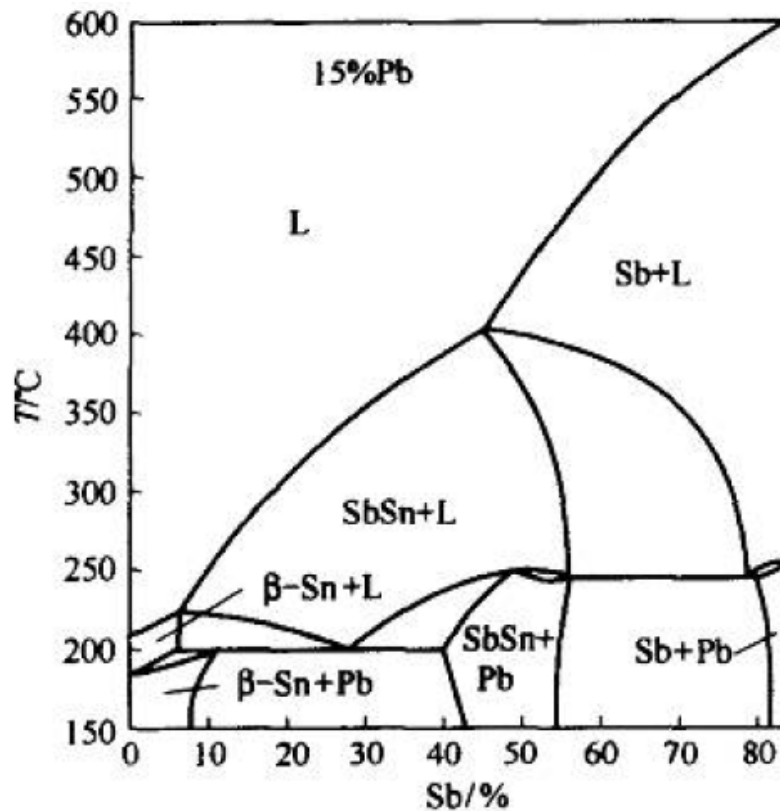
- (1) 试求欲在均匀形核条件下获得半径为 2nm 晶粒所需的过冷度
- (2) 试写出其它两种可能获得细晶的方法，并说出其理由。

三、(15 分) 根据 A-B 二元相图 (下图) 回答:

- (1) 写出图中的液相线、固相线、 α 和 β 相的溶解度曲线、所有两相区及三相恒温转变线
- (2) 平衡凝固时，计算 A-25% (wt%) 合金 (yy'线) 凝固后初晶 β 相在铸锭中的相对量
- (3) 画出上述合金的冷却曲线及室温组织示意图



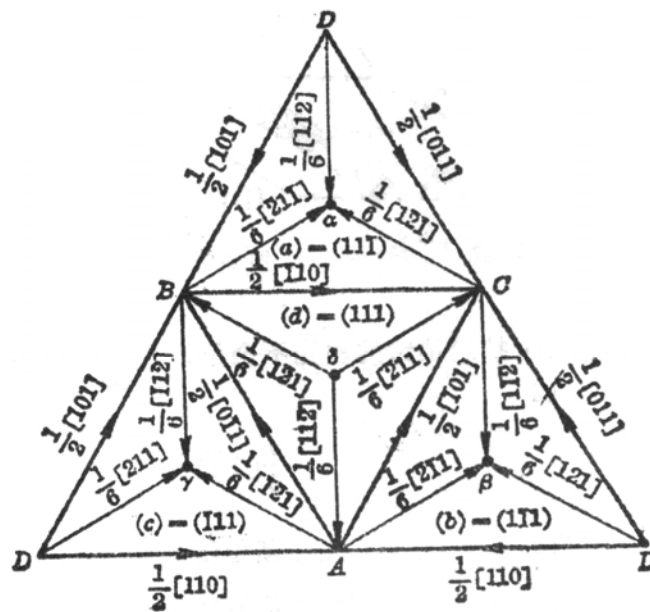
四、(10分) 下图所示的含 Pb 为 15% 的 Sn-Sb-Pb 三元相图的垂直截面中，温度为 200℃ 的水平线上发生什么样的平衡反应？写出反应式。在水平线的上方和下方各有几个三相区？写出每个三相区的组成相。



五、(20分) 根据材料的原子键合方式及结构特点回答下述问题：

- (1) 高分子涂料在配置时一般采用分子量较低的化合物，涂覆完成后再进行固化处理，这样做的理由是什么？
- (2) 硅酸盐晶体的断裂一般为脆性断裂，为什么？

六、(12分) 柏氏矢量为 $\frac{a}{2}[1\ 1\ 0]$ 的全位错可以在面心立方晶体的哪些 $\{111\}$ 面上存在? 若分解为 Shockley 分位错, 试分别写出位错反应式; 已知点阵常数 $a=0.3\text{nm}$, 切变模量 $G=7\times 10^{10}\text{Pa}$, 层错能 $\gamma=0.01\text{J/m}^2$, 求扩展位错的宽度; 层错能的高低对层错的形成、扩展位错的宽度和扩展位错运动有何影响? 层错能对金属材料冷、热加工行为的影响如何?



汤普森四面体的展开

七、(12分) 由于钼丝的强度和韧性都比较好, 不易断丝, 价格低廉, 被广泛用于快走丝电火花线切割领域, 钼丝的常用直径为 $\varnothing 0.20\sim 0.25\text{mm}$ 。现有 $\varnothing 5\text{mm}$ 的纯钼圆棒需最终加工至 $\varnothing 0.25\text{mm}$ 钼丝, 为保证质量, 此钼材的冷加工量不能超过 60%(断面收缩率)。

(1) 需经过多少道次的冷加工才能获得合格尺寸的产品?

(2) 已知钼的熔点为 2625°C ，请制订合理的热处理温度和工艺？

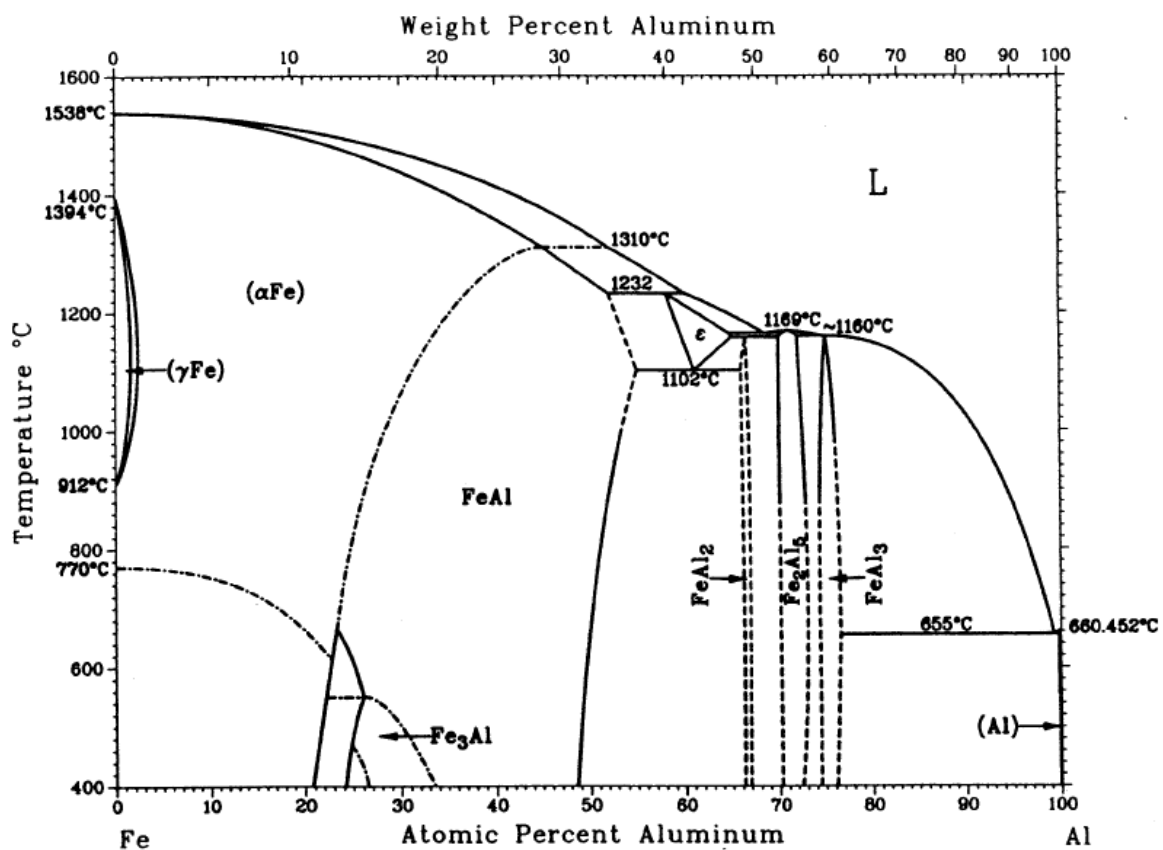
(3) 若上述从 $\varnothing 5\text{mm}$ 的纯钼圆棒加工至 $\varnothing 0.25\text{mm}$ 钼丝为连续化生产过程，加热炉如何布置？确定炉膛有效加热尺寸时需考虑哪些因素？

八、(20分) 已知在 1227°C 下，Al 离子在 Al_2O_3 中的扩散系数 $D_0=2.8 \times 10^{-3}\text{m}^2/\text{s}$ ，扩散激活能为 477KJ/mol ，而 O 离子在 Al_2O_3 中的扩散系数 $D_0=0.19\text{m}^2/\text{s}$ ，扩散激活能为 636KJ/mol 。

(1) 分别计算二者在该温度下的扩散系数，说明它们扩散系数不同的原因（已知 Al 离子半径小于 O 离子半径）。

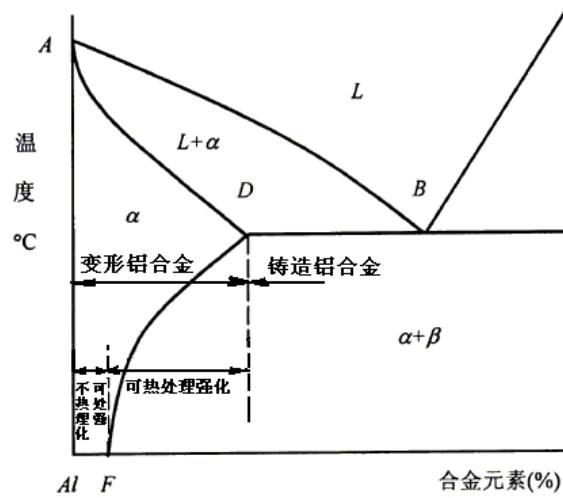
(2) 为降低试样变形，将温度降低至 627°C ，并采用等离子氧化的方法，试分析纯铝试样在该温度下氧化的扩散过程。

(3) 若试样为 10mm 厚的纯铁，其表面有一层结合优良的 $200\ \mu\text{m}$ 厚的纯铝层，试分析在 627°C 等离子氧化 3 小时过程中试样表层可能产生的物质以及靠近表层的纯铁中可能产生的相及顺序？



九、(16分) 铝合金由于其密度低、比强度高、耐腐蚀等优异性能，因而是航空、航天等领域使用的重要结构材料。试根据图中铝合金分类来分析：

- (1) 变形铝合金的强化方法；
- (2) 某变形铝合金在 520°C 固溶处理 30min 后迅速冷却到室温，获得单一的过饱和固溶体。然后在 165°C 时效处理 20h，试分析其强化机理；
- (3) 试从晶体缺陷和扩散理论分析时效温度的高低对其第二相析出和材料力学性能的影响。



铝合金分类示意图

十、(15分) 论述晶界对工程材料力学性能、扩散特性、新相生成以及高温性能的影响。