

广东工业大学

2020 年硕士学位研究生招生考试试题

考试科目（代码）名称：(835)材料科学基础 满分 150 分

(考生注意：答卷封面需填写自己的准考证编号，答完后连同本试题一并交回！)

一. 填空或作图题(每空或每问 1 分，共 25 分)：

1. 在图 1 所示的立方晶胞上，画出面心立方结构中的一个滑移面[1]和其上的一个滑移方向[2]，并标注出其晶面指数和晶向指数，该立方晶胞中有[3]个滑移面，每个滑移面上有[4]个滑移方向，面心立方结构的密排面为[5]。

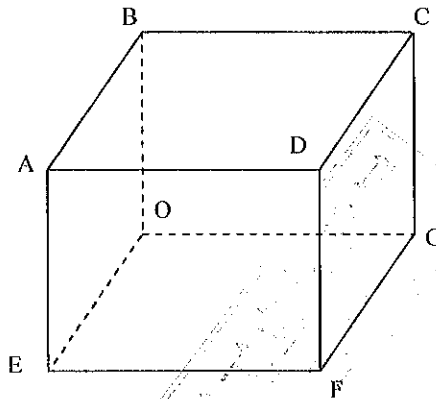


图 1 立方晶胞

2. W 与 α -Fe 类似，同属于体心立方点阵，该点阵结构中每个晶胞中的原子数量为[6]，每个原子的配位数为[7]。若将点阵原子视作半径为 R 的钢球，则该晶体结构的点阵常数与 R 的关系为[8]，其体致密度为[9]。
3. 实际晶体结构偏离理想状态，存在 [10]三种晶体缺陷。
4. 在图 2(附试卷之后)所示的 Cu-Nd 二元系相图中，存在六种化合物(中间相)，分别是 [11]、[12]、[13]、[14]、[15]、[16]，其中非稳定化合物有 [17]、[18]、[19]、[20]。CuNd 相区的形状为 [21]， Cu_7Nd_2 相存在的温度范围为[22]， $\text{L}+\text{CuNd}+(\alpha\text{-Nd})$ 三相区的形状为[23]，其三相平衡反应式为[24]。
5. 原子在固体中扩散分为自扩散和化学扩散两种，其中自扩散不存在浓度梯度，所以扩散的驱动力是[25]。

二. 判断题, 在每小题括号内写√ 或×(每小题 2 分, 共 20 分):

1. 在金属玻璃、氧化硅玻璃等非晶态材料中, 原子排列呈现长程无序、短程有序。液态金属中, 原子也存在这种长程无序、短程有序的结构, 所以两者是完全相同的。()
2. 再结晶退火过程中, 其晶粒也经历形核-长大过程, 所以再结晶是一个相变过程。()
3. 晶体中原子扩散受材料温度的影响, 温度越高, 原子扩散越快。()
4. 柏氏矢量相同的一个正刃型位错和一个负刃型位错在同一个滑移面上相遇, 会相互吸引并互相抵消。()
5. 固溶体合金凝固过程中由于溶质重新分布容易引起成分过冷。()
6. 液态金属的形核包括均匀形核和非均匀形核, 液态金属的变质处理主要是为了增加均匀形核。()
7. 菲克第二定律讨论的是稳态扩散的情况。()
8. 在二元系相图中, 当处于三相平衡时, 其各相成分是可以变化的。()
9. 在金属晶体的塑性变形中, 孪生对变形的贡献是不大的, 主要起到调节晶体位向、有利于滑移继续进行的作用。()
10. 将亚共析碳钢加热至 A1 温度下保温足够时间, 然后冷却至室温, 其室温组织与冷却速度有关, 冷却速度非常缓慢时, 可以得到接近平衡的组织, 由珠光体和铁素体两种组织组成, 其中铁素体均来源于共析转变。()

三. 简答题(共 45 分):

1. 写出立方晶系中 $\{110\}$ 晶面族所有等价晶面的晶面指数。(7分)
2. 什么是离异共晶? 它是如何形成的? (8分)
3. 简述为何液态金属冷却到理论结晶温度时并不马上结晶, 而是要冷却到理论结晶温度以下某一温度才开始结晶。(8分)
4. 什么是固态相变? 固态相变过程中, 新相的晶核优先在哪些位置形成? 简要说明理由。(8分)
5. 简述置换固溶体形成无限固溶体的四个基本条件。(8分)
6. 试根据 Fe-Fe₃C 二元系相图(图 3), 说明该体系中, 莱氏体存在的成份范围。(6分)

四. 论述题(共 35 分):

1. 试述金属凝固组织的晶粒尺寸大小对金属材料力学性能的影响规律, 并分析其原因。实际工程中有哪些控制金属凝固晶粒尺寸的手段及其控制机理是什么? (9分)
2. 何谓再结晶? 试述影响再结晶的因素及其影响规律。 (10分)
3. 根据低碳钢拉伸的应力-应变曲线, 低碳钢在拉伸过程中有明显的屈服现象, 如图 4 所示, 试分析屈服现象产生的原因。(7分)
4. 根据 Fe-Fe₃C 二元系相图(图 3), 试述含碳量对铸铁室温平衡凝固组织和渗碳体形貌的影响。(9分)

五. 综合分析题(共 25 分)

1. 试画出两组元均具有一定固溶度的二元共晶相图, 并完成下列各小题:(10分)
 - (1) 标出所有的单相区、两相区和三相区中所存在的相;(3分)
 - (2) 分别写出上述相区的自由度;(3分)
 - (3) 说明该二元体系中, 存在哪些非平衡组织? 分别说明出现这些非平衡组织的原因。(4分)
2. 根据 Ag-Ca 的二元合金相图(图 5):(15分)
 - (1) 分析相图中 400°C 下有哪些双相区。(3分)
 - (2) 请绘出 Ag-10%Ca(原子百分比)合金的平衡结晶的冷却曲线, 并标明各阶段的相变反应及相组成。(4分)
 - (3) Ag-15%Ca(原子百分比)合金的平衡凝固与快速冷却到 400°C 时, 组织会有什么差别? 并讨论原因。(4分)
 - (4) 请计算出 Ag-45.5%Ca(原子百分比)合金平衡结晶至 400°C 的相组成及组织组成含量。(4分)

Cu Nd

Assessed Cu-Nd phase diagram.

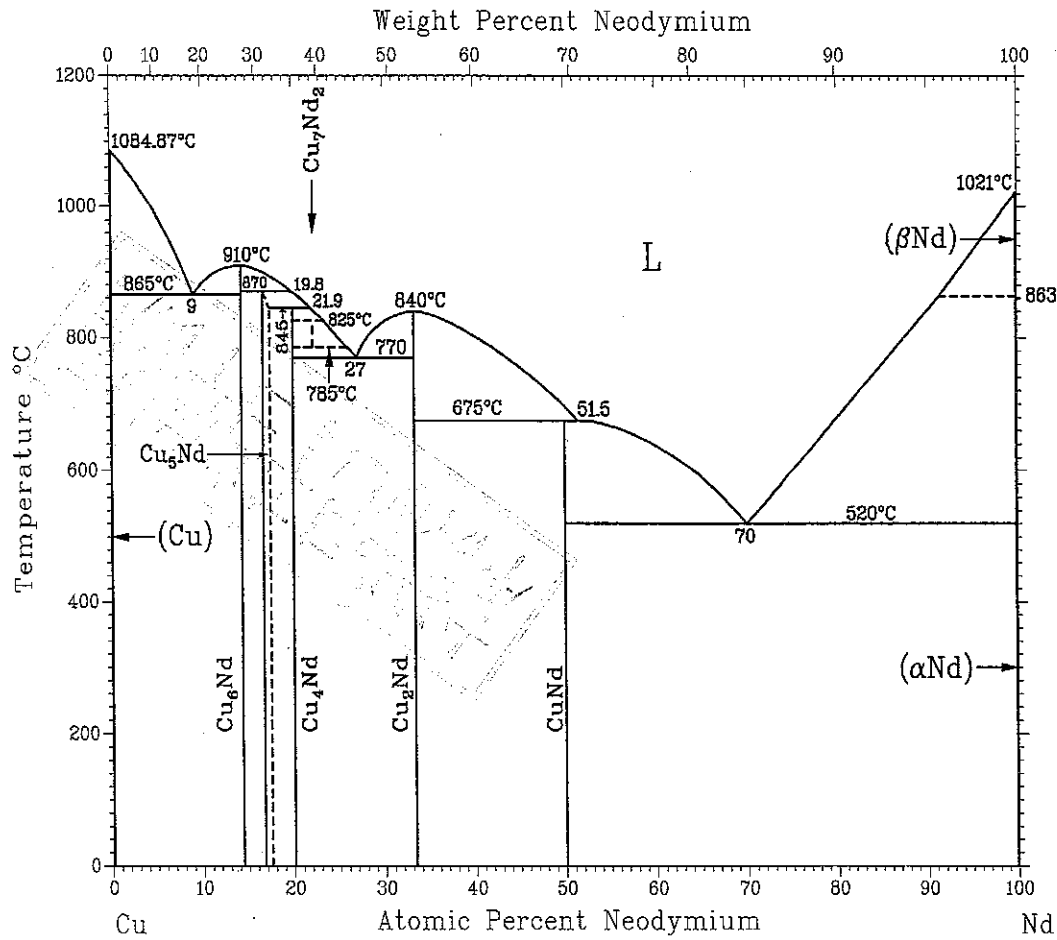


图 2 Cu-Nd 二元系相图 (放大图)

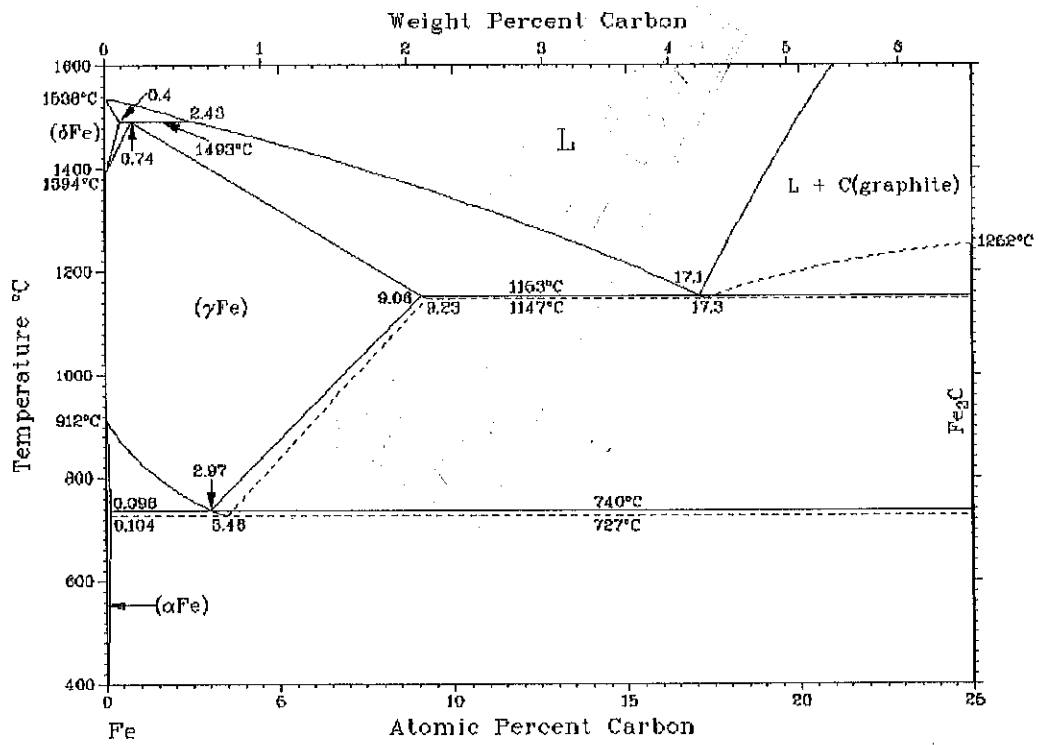


图3 Fe-Fe₃C二元系相图

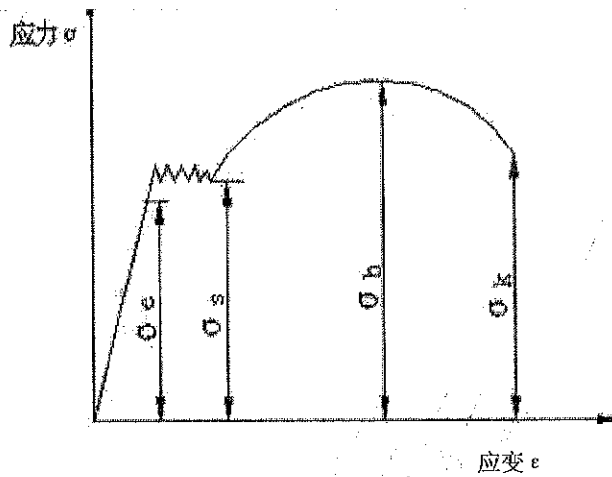


图4 低碳钢应力-应变曲线

Ag Ca

Assessed Ag-Ca phase diagram.

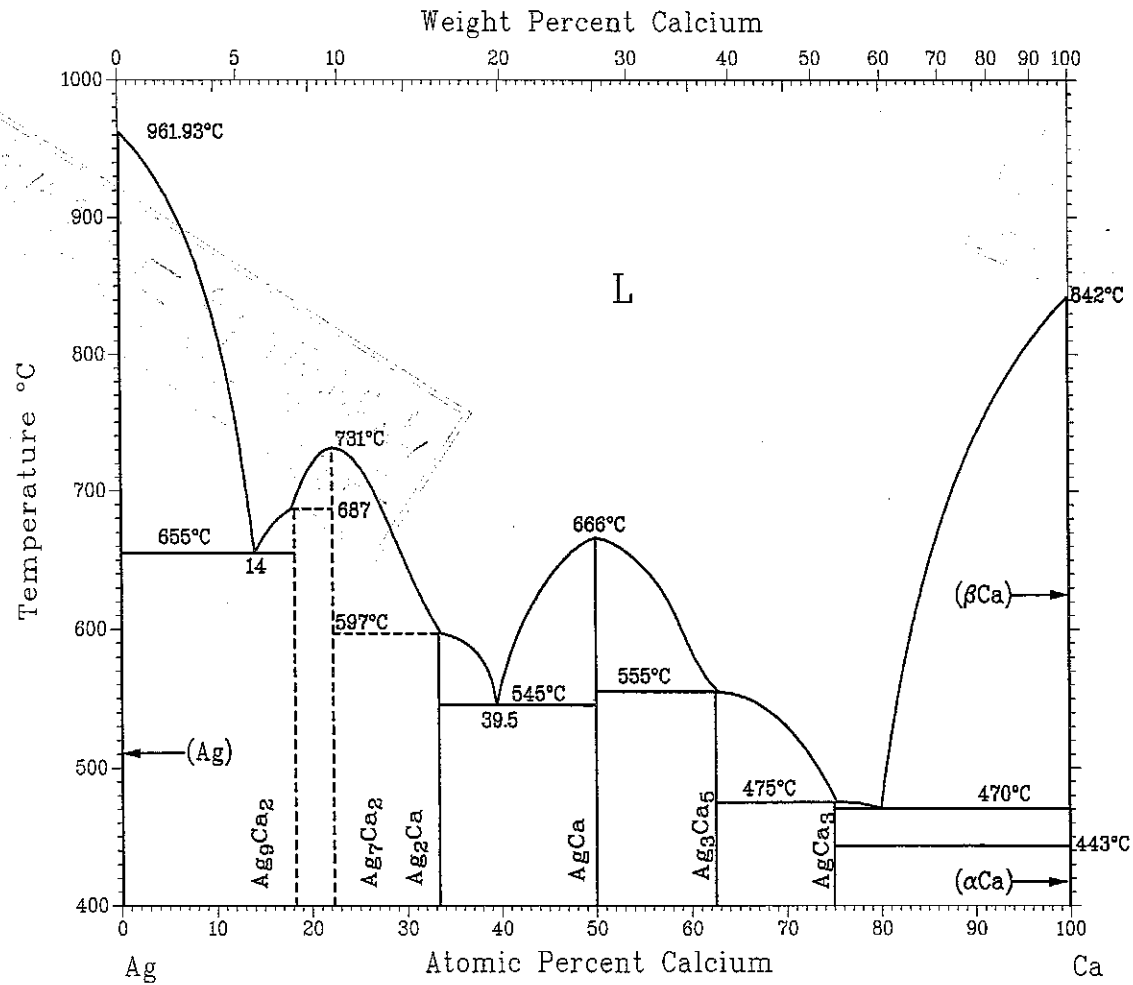


图 5 Ag-Ca 二元系相图 (放大图)