

• 全国硕士研究生入学考试专业课讲义 •

# 西安理工大学

## 《816材料科学基础》模拟题解析

主讲老师：杨亮



关注考试点官方微博：

<http://weibo.com/kaoshidian>

意见及建议也可发送邮件至：service@kaoshidian.com



客服电话请拨打：

**400-6885-365**

周一至周日：8:00-24:00

## 第 1 讲 模拟一解析（一）

### 一、简答题（共 8 题，每题 5 分）

1. 请解释  $\gamma$ -Fe 与  $\alpha$ -Fe 溶解碳原子能力差异的原因。
2. 请分析解释在正温度梯度下凝固，为什么纯金属以平面状方式生长，而固溶体合金却往往以树枝晶方式长大？
3. 何为固溶强化？请简述其强化机制。
4. 固体中有哪些常见的相结构？
5. 何谓平衡结晶？何谓非平衡结晶？
6. 扩散第一定律的应用条件是什么？对于浓度梯度随时间变化的情况，能否应用扩散第一定律？
7. 何为织构？包括哪几类？
8. 什么是成分过冷？如何影响固溶体生长形态？

### 二、作图计算题（共 4 题，每题 8 分）

1. 请判定在 fcc 中下列位错反应能否进行： $\frac{a}{2} [10\bar{1}] + \frac{a}{6} [2\bar{1}1] \rightarrow \frac{a}{3} [11\bar{1}]$

【解题思路】 本题的考察需要抓住主要知识点“位错反应的条件”，既要保证几何条件，又要保证能量条件。

【解题步骤】 （1）判断几何条件；（2）判断能量条件。

2. 试画出面心立方晶体中的  $(123)$  晶面和  $[3\bar{4}6]$  晶向。

【解题思路】 本题的考察需要抓住主要知识点“晶面和晶向的做法”。

【解题步骤】 依次按步骤作图。

3. 一个 FCC 晶体在  $[\bar{1}23]$  方向在 2MPa 正应力下屈服，已测得开动的滑移系是  $(111) [\bar{1}01]$ ，请确定使该滑移系开动的分切应力  $\tau$ 。

【解题思路】 本题的考察需要抓住主要知识点“滑移系和分切应力”。

【解题步骤】 （1）理解题目含义，勾画大体示意图；（2）根据已知条件和相关公式，带入数据进行计算。

4. 已知碳在  $\gamma$ -Fe 中扩散时， $D_0 = 2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ， $Q = 1.4 \times 10^5 \text{ J/mol}$ 。当温度由 927℃ 上升到 1027℃ 时，扩散系数变化了多少倍？（ $R = 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ ）

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“扩散”的相关定义。

【解题步骤】 分别计算不同温度的扩散系数，再进行比较。

### 三、综合分析题

1. 请分析对工业纯铝、Fe-0.2% C 合金、Al-5% Cu 合金可以采用的强化机制，并解释机理。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“强化机制”。

【解题步骤】 (1) 分别陈述各自的强化机理；(2) 并对机理简单介绍。

2. 请分析影响回复和再结晶的因素各有哪些，以及影响因素的异同，并请分析其原因。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“回复和再结晶”。

【解题步骤】 (1) 分别列举回复和再结晶的不同比较项；(2) 逐条进行分析，比较，并说明原因。

	回复	再结晶	原因
温度 (升)	促进	促进	促进原子扩散
冷变形量 (增)	促进	促进	提供驱动力
溶质原子	阻碍	阻碍	阻碍位错和晶界的运动
第二相粒子	促进	促进或阻碍	即可能提高驱动力，同时阻碍位错和晶界运动
原始晶粒 (细小)	促进	促进	增大再结晶驱动力
晶粒位向	无影响	无影响	
热蚀沟	无影响	一般无影响	尚未形成热蚀沟

3. 请对比分析加工硬化、细晶强化、弥散强化、复相强化和固溶强化的特点和机理。

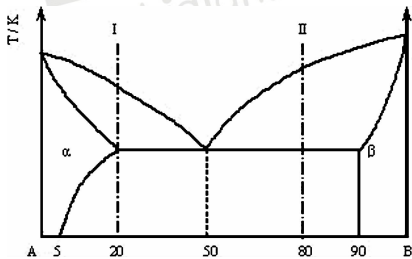
【解题思路】 要想拿到分数，需要抓住主要知识点“各种强化”。

【解题步骤】 (1) 各种强化定义；(2) 强化的特点；(3) 强化的机理。

## 第 2 讲 模拟一解析（二）

4. 请根据所附二元共晶相图分析解答下列问题：

- 1) 分析合金 I、II 的平衡结晶过程，并绘出冷却曲线；
- 2) 说明室温下 I、II 的相和组织是什么？并计算出相和组织的相对含量；
- 3) 如果希望得到室温组织为共晶组织和 5% 的  $\beta$  初的合金，求该合金的成分；
- 4) 分析在快速冷却条件下，I、II 两合金获得的组织有何不同。



【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“相图，组织，相，合金成分”。

【解题步骤】 (1) 分析其冷却过程；(2) 确定组织和相，并计算其含量；(3) 计算合金的成分；(4) 确定组织的不同之处。

5. 试从晶界的结构特征和能量特征分析晶界的特点。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“晶界”。

【解题步骤】 (1) 结构特点 (2) 能量特点 (3) 晶界特点。

6. 试分析冷塑性变形对合金组织结构、力学性能、物理化学性能、体系能量的影响。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“冷塑性变形”。

【解题步骤】 分别依次阐述合金组织结构、力学性能、物理化学性能、体系能量的相关情况。

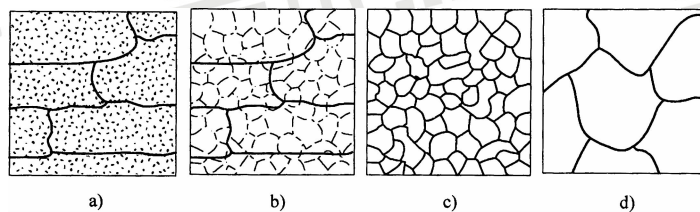
7. 请对比分析回复、再结晶、正常长大、异常长大的驱动力及力学性能变化。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“回复、再结晶、正常长大、异常长大”。

【解题步骤】 依次逐条比较。

	回复	再结晶	正常长大	异常长大
驱动力	存储能 (主要是点 阵畸变能)	存储能 (主要是点 阵畸变能)	总界面能	总界面能 和表面能
力学性能变化	基本保持 变形后性能	恢复到冷 变形前的水平	基本保持 再结晶后的水平	性能恶化 强度、塑性下降

8. 经冷加工的金属微观组织变化如图 a 所示，随温度升高，并在某一温度下保温足够长的时间，会发生图 b - d 的变化，请分析四个阶段微观组织、体系能量和宏观性能变化的机理和原因。



【解题思路】 要想拿到分数，需要抓住主要知识点“回复”。

【解题步骤】 (1) 分析各个阶段的图示；(2) 结合机理，找出变化的规律。

9. 解释滑移和孪生的概念及其特征，滑移和孪生的异同点。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“滑移和孪生”。

【解题步骤】 (1) 滑移和孪生的相关定义 (2) 分析滑移和孪生的相同点和不同点。



## 第3讲 模拟二解析（一）

### 一、简答题（共7题，每题5分）

1. 请简述扩散的微观机制有哪些？影响扩散的因素又有哪些？
2. 试从结合键的角度，分析工程材料的分类及其特点。
3. 冷轧纯铜板，如果要求保持较高强度，应进行何种热处理？若需要继续冷轧变薄时，又应进行何种热处理？
4. 均匀形核与非均匀形核具有相同的临界晶核半径，非均匀形核的临界形核功也等于三分之一表面能，为什么非均匀形核比均匀形核容易？
5. 什么是离异共晶？如何形成的？
6. 形成无限固溶体的条件是什么？简述原因。
7. 两个尺寸相同、形状相同的铜镍合金铸件，一个含90% Ni，另一个含50% Ni，铸造后自然冷却，问哪个铸件的偏析严重？为什么？

### 二、综合题（共14题，前12题，每题8分，13题9分，14题10分）

1. 请判定下列位错反应能否进行，若能够进行，请在晶胞图上做出矢量图。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“位错”。

【解题步骤】 （1）判断位错反应进行的几何和能量条件（2）作出矢量图。

2. 影响原子扩散的因素有哪些？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“扩散”。

【解题步骤】 依次分析扩散的影响因素。

3. 为什么钢铁零件渗碳温度一般要选择 $\gamma$ 相区中进行？若不在 $\gamma$ 相区进行会有什么结果？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“钢铁渗碳温度和相图的关系”。

【解题步骤】 （1）选择 $\gamma$ 相区的原因；（2）不在选择 $\gamma$ 相区的结果。

4. 金属铸件能否通过再结晶退火来细化晶粒？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“细化晶粒”。

【解题步骤】 （1）再结晶退火的相关知识；（2）再结晶退火与细化晶粒的关系。

5. 为细化某纯铝件晶粒，将其冷变形5%后于650℃退火1h，组织反而粗化；增大冷变形量至80%后，再于650℃退火1h，仍然得到粗大晶粒。试分析其原因，指出上述工艺不合理处，并制定一种合理的晶粒细化工艺。

【解题思路】 要想拿到分数，需要抓住主要知识点“晶粒细化”。

【解题步骤】 （1）分别陈述这两种工艺；（2）分析产生的原因，并制定合理晶粒。

## 第4讲 模拟二解析（二）

6. 影响临界分切应力的主要因素是什么？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“临界分切应力”。

【解题步骤】 (1) 临界分切应力的定义；(2) 分析影响因素。

7. 试用位错理论解释低碳钢的屈服。举例说明吕德斯带对工业生产的影响及防止办法。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“低碳钢的屈服现象”。

【解题步骤】 (1) 位错理论解释低碳钢的屈服 (2) 吕德斯带的产生及防止。

8. 什么是固溶强化？引起固溶强化的原因有哪些？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“固溶强化”。

【解题步骤】 (1) 定义；(2) 产生的原因分析。

9. 什么是变形织构，变形织构的特点是什么？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“变形织构”。

【解题步骤】 (1) 定义；(2) 特点。

10. 冷拉铜导线在用作架空导线时（要求一定的强度）和电灯花导线（要求韧性好）时，应分别采用什么样的最终热处理工艺才合适？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“热处理工艺”。

【解题步骤】 直接作答。

11. 某低碳钢零件要求各向同性，但在热加工后形成比较明显的带状组织。请提出几种具体方法来减轻或消除在热加工中形成带状组织的因素。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“带状组织”。

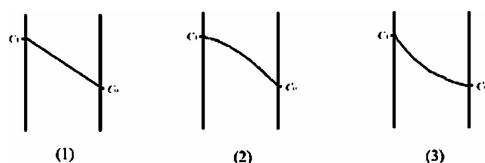
【解题步骤】 简要阐述带状组织的消除方法。

12. 简述一次再结晶与二次再结晶的驱动力，并如何区分冷、热加工？动态再结晶与静态再结晶后的组织结构的主要区别是什么？

【解题思路】 要想拿到分数，需要抓住主要知识点“再结晶”。

【解题步骤】 (1) 一次再结晶与二次再结晶的定义；(2) 区分冷、热加工；(3) 区分动态再结晶与静态再结晶后的组织特点。

13. 一块厚度为  $d$  的薄板，在  $T_1$  温度下两侧的浓度分别为  $w_1$ ,  $w_0$  ( $w_1 > w_0$ )，当扩散达到平稳态后，给出①扩散系数为常数，②扩散系数随浓度增加而增加，③扩散系数随浓度增加而减小等三种情况下浓度分布示意图。并求出①种情况板中部的浓度。



【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“扩散系数”。

【解题步骤】 分别阐述扩散系数三种情况的时候，他们的浓度分布情况。

14. 一块含 0.1% C 的碳钢在 930℃ 渗碳，渗到 0.05cm 的地方碳的浓度达到 0.45%。在  $t > 0$  的全部时间，渗碳气氛保持表面成分为 1%，假设  $D = 2.0 \times 10^{-5} \exp(-140000/RT)$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ )，

(a) 计算渗碳时间；

(b) 若将渗层加深一倍，则需多长时间？

(c) 若规定 0.3% C 作为渗碳层厚度的量度，则在 930℃ 渗碳 10 小时的渗层厚度为 870℃ 渗碳 10 小时的多少倍？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“渗碳”。

【解题步骤】 (1) 根据 Fick 第二定律确定渗碳时间；(2) 分析比较不同情况的渗碳时间。



## 第5讲 模拟三解析（一）

### 一、简答题（共8题，每题5分）

1. 解释下列名词

（1）铁素体：

奥氏体：

渗碳体：

珠光体：

莱氏体：

（2） $\text{Fe}_3\text{C I}$ ：

$\text{Fe}_3\text{C II}$ ：

$\text{Fe}_3\text{C III}$ ：

共析  $\text{Fe}_3\text{C}$ ：

共晶  $\text{Fe}_3\text{C}$ ：

（3）钢：

白口铸铁：

2. 为什么  $\gamma - \text{Fe}$  和  $\alpha - \text{Fe}$  的比容不同？一块质量一定的铁发生（ $\gamma - \text{Fe} \rightarrow \alpha - \text{Fe}$ ）转变时，其体积如何变化？
3. 简述  $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C}$  相图中三个基本反应：包晶反应，共晶反应及共析反应，写出反应式，标出含碳量及温度。
4. 亚共析钢、共析钢和过共析钢的组织有何特点和异同点。
5. 分析含碳量分别为 0.60%、0.77%、1.0% 的铁碳合金从液态缓冷至室温时的结晶过程和室温组织。
6. 某工厂仓库积压了许多碳钢（退火状态），由于钢材混杂，不知道钢的化学成分，现找出其中一根，经金相分析后，发现其组织为珠光体 + 铁素体，其中铁素体占 80%，问此钢材的含碳量大约是多少？
7. 根据  $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C}$  相图，说明产生下列现象的原因：
- (1) 含碳量为 1.0% 的钢比含碳量为 0.5% 的钢硬度高；
  - (2) 在室温下，含碳 0.8% 的钢其强度比含碳 1.2% 的钢高；
  - (3) 在 1100℃，含碳 0.4% 的钢能进行锻造，含碳 4.0% 的生铁不能锻造；
  - (4) 绑扎物件一般用铁丝（镀锌低碳钢丝），而起重机吊重物却用钢丝绳（用含碳量为 0.60%、0.65%、0.70%、0.75% 等钢制成）。

8. 加工硬化的本质是什么？

## 二、选择题（共 10 题，每题 3 分）

1. 金属热加工是在金属的（ ）以上进行的。

- A. 再结晶温度
- B.  $A_{c3}$  温度
- C.  $A_{c1}$  温度
- D.  $A_{r1}$  温度

2. 多晶体的晶粒越细，则其（ ）

- A. 强度越高，塑性越高
- B. 强度越低，塑性越低
- C. 强度越低，塑性越高
- D. 强度越高，塑性越低

3. 某厂用冷拉钢丝绳（其承载能力没有问题）吊出加热炉中零件，发生钢丝绳断裂，其断裂原因是钢丝绳（ ）

- A. 产生加工硬化
- B. 氧化脱碳
- C. 形成带状组织
- D. 发生再结晶

4. 随着冷塑性变形量大，金属的（ ）

- A. 强度下降，塑性提高
- B. 强度、塑性都提高
- C. 强度提高，塑性下降
- D. 强度、塑性都下降

5. 冷加工与热加工划分的依据是（ ）

- A. 加工时有否组织转变
- B. 加工过程有否加工硬度
- C. 加工时有否加热
- D. 加工温度高于或低于再结晶温度

6. 设计和制造零件时，应使零件工作时所受的（ ）与锻造流线方向一致，（ ）与锻造流线方向垂直。

- A. ①切应力，②正应力
- B. ①正应力，②切应力
- C. ①拉应力，②压应力
- D. ①压应力，②拉应力

7. 热变形是指金属材料在（ ）以上的塑性变形。

- A. 相变温度
- B. 再结晶温度
- C. 回复温度
- D.  $A_1$  温度

8. 在材料的塑性加工时，主要考虑的力学性能指标是（ ）

- A. 屈服极限
- B. 强度极限
- C. 延伸率
- D. 冲击韧性

9. 金属经过热变形以后，组织和性能发生以下变化（ ）

- A. 强韧性明显下降
- B. 出现纤维组织
- C. 出现加工硬化现象
- D. 出现细化的再结晶组织
- E. 力学性能明显提高

10. 对形变金属进行再结晶退火的作用有（ ）

- A. 消除应力
- B. 消除加工硬化
- C. 提高强韧性
- D. 改善切削性能

E. 细化晶粒

### 三、综合题（共 8 题，每题 10 分）

1. 画出铁碳合金相图。

## 第 6 讲 模拟三解析（二）

2. 同样大小和形状的两块铁碳合金，其中一块是低 C 钢，一块是白口铸铁，试问用什么简便方法可将它们迅速区分开来。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“铁碳合金”。

【解题步骤】 区分钢和铸铁。

3. 现有一块碳钢，试用金相法判断属于哪一类钢？如果组织为 P + F，且 P 面积约占 50%，试确定钢的含碳量。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“钢的组织”。

【解题步骤】 (1) 金相观察；(2) 根据组织确定含碳量。

4. 铁碳合金按 Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图成分区域分成七类，分别是什么？分析以上七种成分合金平衡结晶过程与最终组织，并计算：

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图”。

【解题步骤】 (1) Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图的分类 (2) 相对量的计算。

5. 略

6. Fe - C 合金室温组织中的基本相为 F、Fe<sub>3</sub>C 分布形态如何？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图”。

【解题步骤】 分析 Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图中相的形态。

7. 一块碳钢在平衡冷却条件下，显微组织中含有 50% 的珠光体和 50% 的铁素体，问：

(1) 此合金中碳的浓度为多少？

(2) 若合金加热到 730℃，在平衡条件下将获得什么组织？

(3) 若加热到 850℃，又将得到什么显微组织？

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图”。

【解题步骤】 Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图的相关应用。

8. 述 5% C 的铁碳合金平衡冷却至室温的过程，最终得到什么组织？并计算室温组织中一次渗碳体，共晶渗碳体，二次渗碳体，共析渗碳体，三次渗碳体的重量分数。

【解题思路】 本题的考察，需要抓住主要知识点“相图中的组织和渗碳体”。

【解题步骤】 (1) Fe - Fe<sub>3</sub>C 相图的的组织 (2) 渗碳体相对量的计算。