

## 武汉科技大学

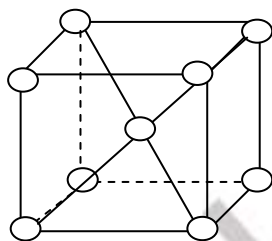
### 2006 年硕士研究生入学考试试题标准答案

一. 回答下述问题 (任选 5 小题, 共 30 分)

1. 什么叫晶体、晶格和晶胞? (6 分)

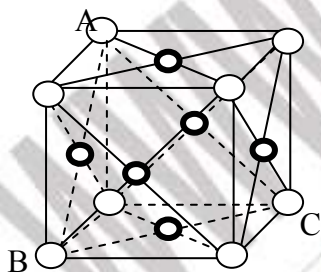
自然界有许多物质, 他们由原子、分子或它们的集团组成, 若这些原子、分子或它们的集团在空间规则排列, 则为晶体。若用几何点代表这些原子、分子或它们的集团, 用直线将这些几何点相连接, 组成了空间格子, 此格子叫晶格。反映这格子的最基本几何单元叫晶胞。

2. 画出体心立方晶体结构的基本单胞, 单胞的原子数, 单胞中间隙的体积百分比? (图示意之)。(6 分)



单胞的原子数中原子数 =  $8 \times (1/8) + 1 = 2$ , 将原子设成等径刚球, 单胞间隙的体积百分比为 32%。

3. 画出面心立方金属晶体的单胞, 指出其中的任一最密排面和最密排方向, 写出其晶面、晶向簇指数。(6 分)



ABC 为最密排面, 晶面簇指数  $\{111\}$ ; BC 为最密排方向, 晶向簇指数  $\langle 110 \rangle$

4. 何谓滑移系, 晶体的什么性能与之有关? (6 分)

由晶体中一个最密排面和在面内的一个最密排方向组成滑移系, (如上题中 ABC 面和 BC 方向), 晶体的滑移系愈多, 晶体变形愈容易, 这样晶体的范性好。

5. 何谓  $\alpha$ -Fe 和铁素体 ( $\alpha$ )? 结构和性能有何差别? (6 分)

$\alpha$ -Fe 为纯铁在室温的相, 结构为体心立方晶体结构;  $\alpha$  是碳溶于  $\alpha$ -Fe

中形成的固溶体，碳处于由铁原子构成的体心立方晶体结构的间隙中。前者的电阻率低范性好，后者电阻率高强度稍高。

6. 全位错和不全位错不同之处？

全位错的柏氏矢量的长度等于晶体的点阵常数或是其整数倍，而不全位错的柏氏矢量的长度总小于晶体的点阵常数。

二. 画出 Fe-Fe<sub>3</sub>C 二元相图，描叙含碳量为 0.3% 的钢从液态到室温平衡冷却过程，画出冷却曲线，固态相变有那些？写出反应式和反应时各相成分，计算共析反应完后的组织物和相的相对量。这类钢组织主要是珠光体和铁素体，请分析这些组织性能特点（30 分）。

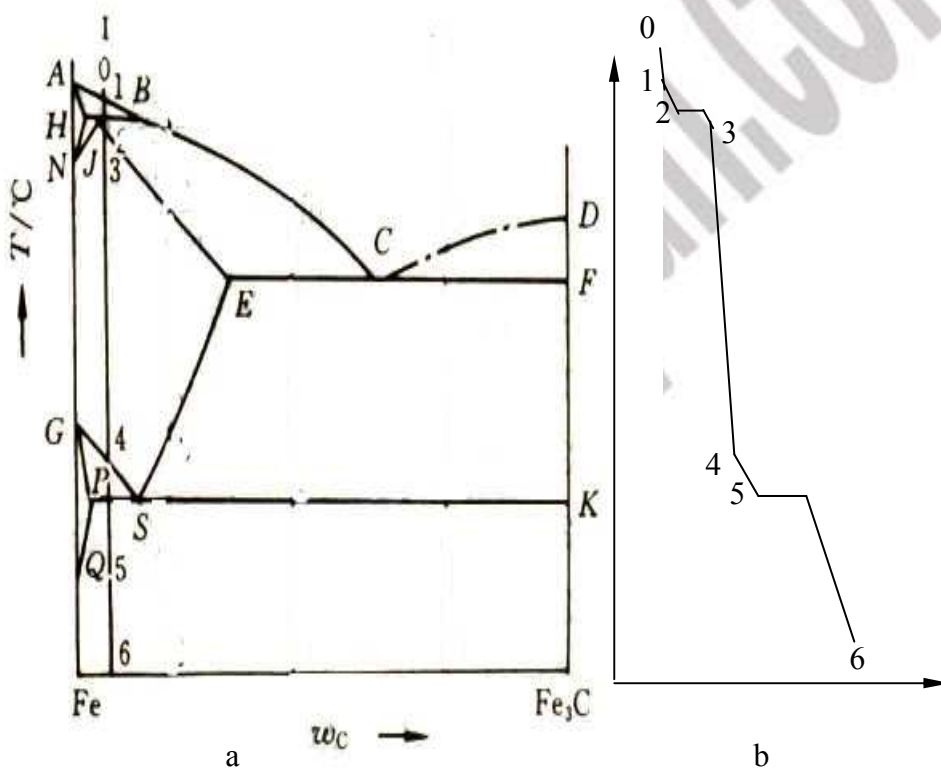


图 2. Fe-Fe<sub>3</sub>C 合金相图 (a) 及其含碳量为 0.3% 钢的冷却曲线

0-1 合金液冷却，1-2 从液相中结晶出 δ 铁素体，2 包晶反应，2-3 从液相中结晶出 γ 奥氏体，3-4 奥氏体冷却，4-5 从奥氏体析出 α 铁素体，5 共析反应，5-6 从铁素体中析出三次渗碳体。

固态相变有： $\gamma \rightarrow \alpha$ ，γ 奥氏体成分沿 4S 线变化，α 沿 GP 线变化； $\gamma \rightarrow \alpha + \text{渗碳体 (Cem)}$ ，γ 奥氏体成分在 S 点，α 在 P 点，渗碳体则为 K

点： $\alpha \rightarrow$  三次渗碳体， $\alpha$  成分沿 PQ 线，渗碳体则为 K 点。

$$\text{组织组成物：珠光体 \%P} = \frac{0.3 - 0.0218}{0.77 - 0.0218} \times 100\% = 37.1\%$$

$$\text{铁素体 \%}\alpha = 1 - \%P = 62.9\%$$

$$\text{相：渗碳体 \%Cem} = \frac{0.3 - 0.0218}{6.69 - 0.0218} = 0.42\%$$

$$\text{铁素体 \%}\alpha = 1 - \%Cem = 99.58$$

珠光体的强度高，有一定的塑韧性，综合机械性能较好；铁素体变形能力强，塑韧性好，但较软。

三. 简述纯金属的凝固过程，相变驱动力和阻力？指出临界形核功的大小，二元匀晶系合金的实际凝固过程又怎样？其组织特点？（20 分）

液态金属冷却到凝固点以下，因结构和能量起伏，有不少类似晶体的晶坯，这些晶坯大于临界尺寸后便成为晶核，这些晶核长大成为晶粒。相变的驱动力为固相与液相的自由能差值，阻力项为晶核与液相的界面能，临界形核功为  $1/3$  的临界核的界面能。

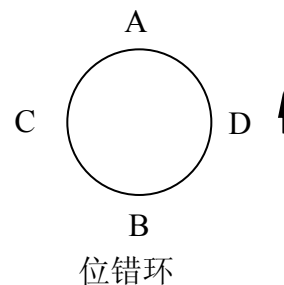
二元匀晶系合金的实际凝固过程是一个选分结晶过程，也是由形核长大过程。只是先结晶的核心含有高熔点组元，后结晶部分富集低熔点组元。其组织特点是出现枝晶偏析，表现为成分不均匀。

四. 冷塑性变形时大量位错滑出晶体表面，使滑移线和滑移带产生。然而，金属晶体中位错密度增加，请分析位错是怎样增殖的？金属晶体内位错产生使其哪些力学性能变化？再结晶退火过程中金属组织与性能的变化过程？（20 分）

晶体中位错互相交割，有许多钉扎位错的点，二点之间形成 FD 位错增殖源，一个点也形成位错增殖单点源。形变时晶体受力，位错源开动，大量位错产生。位错产生后，其运动更加困难，因而硬度和强度增加，塑韧性下降，出现加工硬化现象。

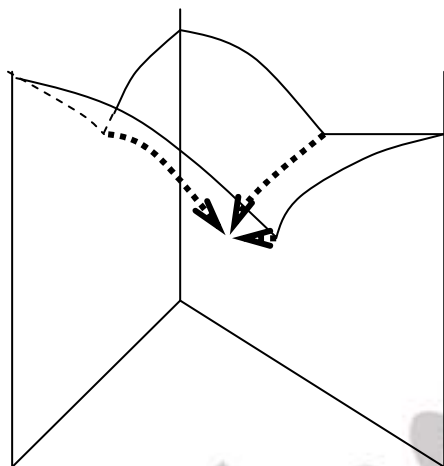
冷塑性变形后的金属，储存大量的能量，因此在再结晶退火过程中金属发生再结晶，许多同一结构的新晶粒形核长大，晶粒长成等轴状，塑韧性恢复，强度和硬度降低。

五. 如图 1 所示，箭头为位错环的柏氏矢量，分析 A、B、C 和 D 处位错类型，其它地方是什么类型？若能开动位错的外切应力场方向平行于该柏氏矢量，位错怎样运动？垂直时又怎样？（15 分）



A 和 B 点为刃型位错，C 和 D 为螺型位错，其它为混合位错。当外切应力场方向平行于该柏氏矢量时，位错线各处受力，力的方向垂直向外，使位错环扩展逸出晶体外；当外切应力场方向垂直于该柏氏矢量，位错不受力，保持静态。

六. 元素 A、B 和 C 组成三元相图，A 的熔点最高，B 次之，C 最低，A-B、A-C 和 B-C 组成的二元系均为有限固溶的共晶系，请画出三元相图液相面和液相面的投影图（15 分）



的投影图（15 分）

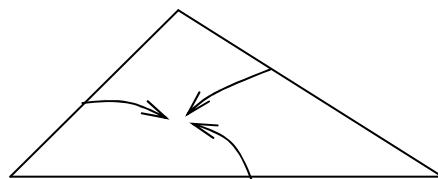
七. A-B 组成固溶体，说明该固溶体的结构特点，指出 B 原子出现在其中所有可能的位置，B 原子量增加会使什么性能指标增加？（10 分）

A-B 固溶体以溶剂 A 晶格不变，B 原子处在其间隙位置时，形成间隙固

A

B

C



体；处在溶剂 A 晶格结点位置时，为代位固溶体。B 原子增加，固溶体的电阻率增大，强度提高。

八. 写出扩散第一定律的数学表达式，说明公式中各参量的物理意义，该定律可用于什么情况？请分析！（10 分）

$J = -D \frac{dC}{dx}$  : 式中 J 为扩散通量( $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ ); D 为扩散系数( $\text{cm}^2/\text{sec}$ );

$dC/dx$  为浓度梯度。

该式用于稳态扩散情况, 体系中  $dC/dx$  为恒定值, 不随时间变化而改变。