

华南理工大学
2017 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 金属学

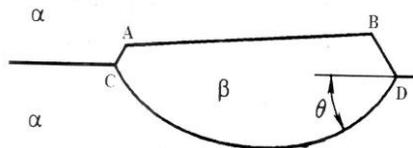
适用专业: 生物医学工程(理学); 材料加工工程; 材料工程(专硕); 生物医学工程(专硕)

共 8 页

一、填空题(每空 0.5 分, 共 25 分)

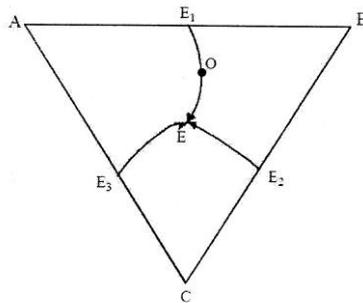
- 1、FCC 结构的密排方向是 1, 密排面是 2, 密排面的堆垛顺序是 3。其致密度是 4, 配位数是 5, 晶胞中的原子数是 6, 把原子视为半径为 r 的刚性球时, 原子半径 r 和晶格常数 a 的关系为 7。
- 2、晶体长大方式和 8 有关, 而晶体长大形态和 9 有关, 同时也与界面前沿的 10 分布有关。
- 3、上坡扩散是指扩散原子从 11 向 12 的扩散, 产生上坡扩散的原因是合金系中存在着 13。
- 4、共析钢加热时的组织转变包括以下四个过程: 依次分别为 14、15、16、奥氏体成分均匀化。
- 5、单晶体滑移时变形时, 晶体发生转动的结果, 驱使滑移面力求转向与 17 平行, 而同时滑移方向也旋转至于 18 方向重合。
- 6、刃型位错既可以作 19 运动, 又可以作 20 运动; 而螺型位错只能作 21 运动, 因为它没有固定的 22。
- 7、三元系合金相图的三相平衡区的立体模型是一个三棱柱体, 其 23 为三个相成分的单变量线。三相区的等温截面图是一个 24 形, 其 25 即三个相的成分点。
- 8、多晶体塑性变形的特点是 26 性、27 性和 28 性。
- 9、钢中马氏体有两种基本形态, 一种为 29 马氏体, 亚结构为 30, 另一种为 31 马氏体, 亚结构为 32。
- 10、一亚共析钢退火试样, 经取样、33、34、再用硝酸酒精侵蚀后, 在 100X 显微镜下观察, 其中块状亮白色的组织是 35, 暗黑色的组织是 36, 如亮、暗面积约各占 50%, 则可知该钢的钢号是 37。
- 11、金属材料的 38 和 39 是决定材料性能的基本依据, 金属材料的热处理是在知道材料 40 的前提下来设计热处理工艺的。

- 12、牌号为 YG10 的硬质合金，硬质相是 41，含量为 42，
 粘结相为 43，含量为 44。
- 13、设计铝合金是以相图中合金元素在铝基体中的最大饱和溶解度为界，可将铝合金分为 45 和 46 两大类。
- 14、 α 单相多晶体金属在缓慢加热时在晶界处形成如图所示的 β 相，在不同区域形成了不同形貌的 α/β 界面。其中平直界面 AB 为 47 界面，不规则曲面界面 CD 为 48 界面；AB 界面的界面能比 CD 界面 49；随着 β 相得长大，AB 界面的弹性畸变能比 CD 界面 50。



二、选择题（单选题，每题 1 分，共 20 分）

- 1、右图为三元共晶相图的投影图，其中合金 O 冷却至室温后的组织为_____。
- A. (B+C)+(A+B+C) B. B+(B+C)+(A+B+C)
 C. (A+B)+(A+B+C) D. (A+C)+(A+B+C)



- 2、一次渗碳体、二次渗碳体、三次渗碳体 _____。
- A. 晶体结构不同，组织形态相同 B. 晶体结构相同，组织形态不同
 C. 晶体结构与组织形态都不同 D. 以上说法都不对。
- 3、若 A、B 两组元形成电子化合物，且该化合物中 A 组元所占的质量分数超过 60%，则该相晶体结构为_____。
- A. 与 A 相同 B. 与 B 相同
 C. 与 A、B 都不同 D. 与 A 不相同

- 4、立方晶系中，与晶面（010）平行的晶向是_____。
- A. [223] B. [203] C. [010] D. [112]
- 5、一般情况下，金属过冷度的大小与冷却速度的关系是_____。
- A. 冷却速度越大，过冷度越大
 B. 冷却速度越大，过冷度越小
 C. 冷却速度越大，过冷度可能越大，也可能越小
 D. 冷却速度与过冷度关系不大
- 6、金属凝固时在形核阶段，只有核胚半径等于或大于临界尺寸时才能成为稳定的结晶核心。当形成的核胚半径等于临界尺寸时，体系的自由能变化_____。
- A. 大于零 B. 等于零 C. 小于零 D. 不变
- 7、金属的强度与位错密度的关系是：随着位错密度增加，强度_____。
- A. 增加 B. 减小 C. 先增加后减小 D. 先减小后增加
- 8、40Cr 钢和 40 钢中的碳含量相同，两种钢的 C 曲线位置变化关系为_____。
- A. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的右边
 B. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的左边
 C. 两种钢的 C 曲线重合
 D. 40Cr 的 C 曲线在 40 钢的正下边
- 9、以下哪种钢淬火时不需要“奥氏体成分均匀化”步骤 _____。
- A. 45 钢 B. 40Cr 钢 C. 35CrMo 钢 D. T10 钢
- 10、A 和 B 组成的二元系中两相平衡时，两组元的成分 (x) -自由能 (G) 的关系为_____。
- A. $G^\alpha = G^\beta$ B. $\frac{dG^\alpha}{dx} = \frac{dG^\beta}{dx}$
 C. $G_A = G_B$ D. $\frac{dG^\alpha}{dx} < \frac{dG^\beta}{dx}$
- 11、固溶体合金中产生晶内偏析是因为_____。
- A. 冷却较快，原子扩散来不及充分进行
 B. 结晶时无限缓慢冷却，使高熔点组元过早结晶
 C. 结晶过程的温度变化范围太大
 D. 结晶过程的成分变化范围太大

- 12、在金属及合金中，扩散既可以在晶内进行，也可以沿外表面、晶界、相界及位错线进行，其扩散系数由大到小依次为_____。
- A.表面扩散、晶界扩散、亚晶界扩散、晶内扩散
B. 晶内扩散、亚晶界扩散、晶界扩散、表面扩散
C. 亚晶界扩散、晶界扩散、表面扩散、晶内扩散
D. 晶界扩散、表面扩散、晶内扩散、亚晶界扩散
- 13、下贝氏体比上贝氏体强韧性好，主要是由于_____不同。
- A. Fe_3C 形态与分布 B. Fe_3C 与 F 的片层间距
C. 亚结构 D. 位错密度
- 14、有一 Cr12MoV 钢制的模具，淬火后硬度为 HRC50 左右，但经 510°C 回火后，硬度升至 HRC61，可能的原因是_____。
- A. 淬火时冷却速度小于临界冷却速度
B. 淬火温度较高，产生二次硬化
C. 淬火温度偏低
D. 马氏体颗粒长大
- 15、面心立方晶体中的弗兰克不全位错沿层错面的运动是_____。
- A. 只能滑移，不能攀移
B. 既能滑移又能攀移
C. 只能攀移，不能滑移
D. 既不能滑移也不能攀移
- 16、牌号为 QT400-18 的球墨铸铁，数字 400 表示_____。
- A. 最低屈服强度为 400MPa
B. 最高屈服强度为 400MPa
C. 最低抗拉强度为 400MPa
D. 最高抗拉强度为 400MPa
- 17、可同时提高硬度和韧性的强化方式为_____。
- A.固溶强化 B. 细化强化 C.沉淀强化 D. 形变强化
- 18、纯铁从高温冷却至 912°C 时发生 $\gamma-Fe \rightarrow \alpha-Fe$ 转变，这种转变属于_____。
- A.包析转变 B. 共析转变
C.有序-无序转变 D. 同素异构转变

19、当固溶体合金凝固速度无限缓慢时，其溶质的有效分配系数 k_e 为_____。

- A. $k_e \rightarrow k_0$ B. $k_e \rightarrow 0$ C. $k_e \rightarrow 1$ D. $k_e \rightarrow \infty$

20、金属结晶的热力学条件是_____。

- A. 固相自由能高于液相自由能
B. 一定的过冷度
C. 能量起伏
D. 结构起伏

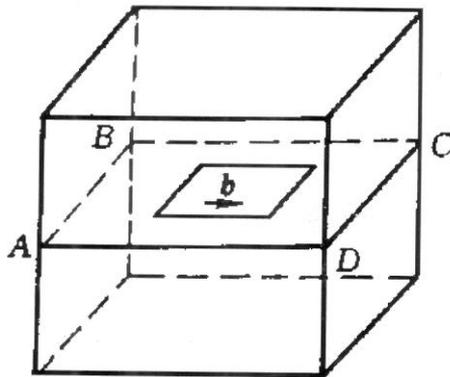
三、名词解释（每题 3 分，共 21 分）

- 1、变质处理
- 2、Kirkendall（克根达尔，或称柯肯达尔）效应
- 3、空间点阵
- 4、内吸附
- 5、电负性
- 6、形变诱发马氏体
- 7、钢的化学热处理

四、简答题（每题 5 分，共 30 分）

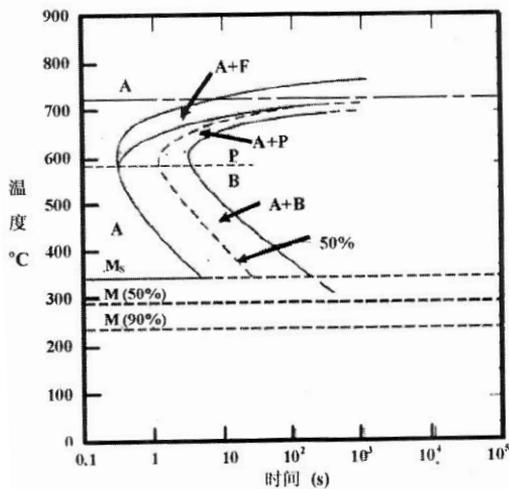
- 1、什么是固溶体？与纯组元相比，固溶体的结构、力学性能和物理性能发生了哪些变化？
- 2、已知室温下铁的晶格常数 $a_0 = 0.2866 \text{ nm}$ ，原子量约为 55.847，如果取 Avogadro 常数 $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ 原子数/mol，试计算室温下铁的理论密度，并根据所学知识解释为什么它与实际测量值 7.870 g/cm^3 存在一定差距。

3、在图示的晶体中，ABCD 滑移面上有一个位错环，其柏氏矢量 b 平行于 AD。请回答：（1）指出位错环各部分的位错类型；（2）示意画出一对能使位错环在滑移面上发生滑移运动的切应力；（3）在这切应力作用下位错环将如何运动？当它移出晶体后，晶体外形会发生什么变化？

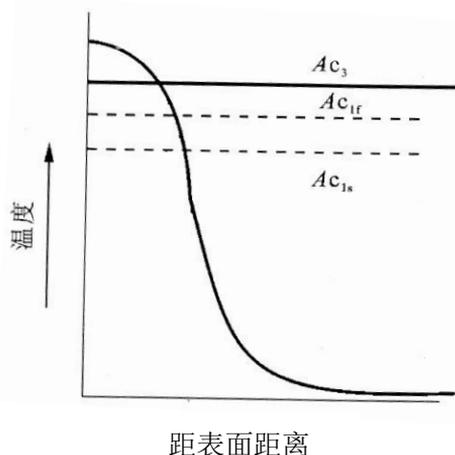


4、一种含碳量 0.45wt.% 钢的 C 曲线如下图所示，该材料在 845°C 长时间保温后经下列热处理后，其显微组织如何？

- (1) 快速冷却至 250°C，保温 10s，再快速冷却到室温；
- (2) 快速冷却到 400°C，保温 1000s，再快速冷却到室温；
- (3) 快速冷却到 700°C，保温 100000s，再快速冷却到室温；
- (4) 快速冷却到 400°C，保温 10s，再快速冷却到室温；
- (5) 快速冷却到 650°C，保温 1s，再快速冷却到室温。



5、45 号钢经正火热处理后，再经表面淬火热处理。表面淬火加热时沿截面温度分布如下图所示，试分析表面淬火后，金相截面上从表面至心部组织变化。



6、简述 Cu 含量为 4wt.% 的 Al-Cu 合金经固溶处理+130°C 时效后，其硬度随时效时间先增大后减小的原因。

五、论述题（共 54 分）

1、冷变形金属在退火过程中从组织到性能都会发生很大的变化。试根据所学知识阐明冷变形金属的退火过程特点及其变化规律。（10 分）

2、在单晶体铝的 (111) 面上，有一柏氏矢量为 $\frac{a}{2}[10\bar{1}]$ 的位错，在 (11 $\bar{1}$) 面上有一柏氏矢量为 $\frac{a}{2}[011]$ 的位错，两位错发生反应。

(1) 写出位错反应式，并用能量条件判断反应进行的方向。（4 分）

(2) 说明新位错的性质。（4 分）

(3) 当拉应力轴为 [101]， $\sigma=4 \times 10^6 \text{Pa}$ 时，求新位错所受到的滑动力。（铝的点阵常数为 0.4nm）（5 分）

(提示:两晶向的夹角可由公式: $\cos \alpha = \frac{u_1 u_2 + v_1 v_2 + w_1 w_2}{\sqrt{u_1^2 + v_1^2 + w_1^2} \sqrt{u_2^2 + v_2^2 + w_2^2}}$)

3、某公司购买的一批 T10 钢薄带，经检验化学成分为 1.0% 碳，不含其它元素，组织为网状渗碳体+片层状珠光体。缓慢加热至温度超过 A_{c1} (730°C) 时开始形成奥氏体，不同加热温度下固溶到奥氏体中的碳含量见表 1。

表 1 不同奥氏体化温度下奥氏体相中的碳浓度

奥氏体化温度 ($^{\circ}\text{C}$)	730	740	750	760	770	780	800	850	900
奥氏体碳含量 (wt.%)	0.05	0.16	0.27	0.38	0.52	0.67	0.81	0.9	1.0

试分析：

- (1) 要将网状渗碳体+片层状珠光体组织全部转化成细片层状珠光体，该如何热处理？（3 分）
- (2) 要将网状渗碳体+片层状珠光体组织全部转化粒状珠光体，该如何热处理？（3 分）
- (3) 公司计划将这批钢带制作锯条，要求硬度高，韧性好，淬火后不允许出现透镜片状马氏体，该如何设计淬火加热温度？未溶碳化物形貌如何？对锯条力学性能有何影响？（5 分）
- (4) 若要消除上述影响，获得高硬度、韧性和耐磨性好的锯条，该如何设计热处理？（4 分）

4、金属 A 和 B 的熔点分别为 700°C 和 500°C ，在液态能完全互溶而在固态只能部分互溶，最大溶解度为 5%B 和 25%A（重量），在零度时溶解度则为 2%B 和 5%A（重量）。两金属形成熔点为 750°C 的 A_2B 化合物，A 和 B 的原子量分别为 30 和 50。在 450°C 和 320°C 分别发生液体成分为 22%B 和 60%B（重量）的共晶转变。试回答以下问题：

- (1) 根据相率绘出平衡相图并标注各相区。（8 分）
- (2) 根据所绘相图分析 30%B 合金的平衡冷却过程，并计算其室温组织组成物相对量。（8 分）