

上海交通大学 827 材料科学基础 08-14 真题

Waiichou

January 3, 2015



【说明】 本文档在保证文档完整性及注明出处的条件下可以可以随意免费分享或打印（包括但不限于不许添加水印或页眉页脚、不许上传至某些自动添加水印的文档分享网站、买资料时此资料只能附赠不能加收费用）。本文档 TeX 编辑，在材料人论坛首发，链接：<http://pan.baidu.com/s/1o6r54VK> 密码: u65z, 链接为永久链接，在此链接可下载最新版。本文有错误或补充等请发邮件到 2594098669@qq.com, 我会改正后回复最新版给你。

2008

一、选择题

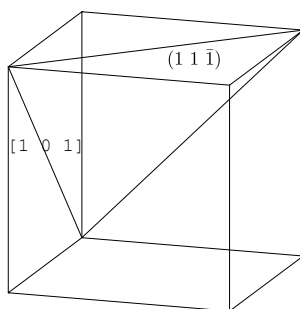
关于选择题, 有几点想说

1. 比较简单, 但是面很宽, 所以课本要仔细看, 不要遗漏知识点
2. 选择题中有几个题目偏离了我复习的范围
 - (a) 『P417?』能带题目是: 由 N 个原子组成的固体有「 $2N$ 」个能带
 - (b) 『P28』回转反演轴中有哪个可以看作独立的宏观元素「 $\bar{4}$ 」
 - (c) 『P228』二氧化硅多晶型转变的问题, 哪一个为位移型转变。「 $527^{\circ}\text{C}, \alpha\text{-石英} \rightleftharpoons \beta\text{-石英}$ 」

二、综合题 (共四小题)

1. 晶体学

- (a) 画出立方晶胞中的 $(1\ 1\ \bar{1})$ 晶面和 $[1\ 0\ 1]$ 晶向;



- (b) 若一个晶体中由 $(1\ 1\ \bar{1})$ 晶面和 $[1\ 0\ 1]$ 晶向组成一个滑移系, 求该晶胞为何种类型; (**面心立方, P173**)
 - (c) 『图参考辅导 P88 图 17(b)』画出在 $(1\ 1\ \bar{1})$ 晶面上的螺型位错, 其伯氏矢量方向为 $[1\ 0\ 1]$, 画出其在该面上 发生交滑移的晶面; 「 $(1\ \bar{1}\ \bar{1})$ 」
2. 『辅导 P36 题 6-8』 Si 加热到 2000K 温度蒸发, 然后 Si 原子在 300K 的基片上凝聚。(已知 Si 的蒸汽压 (p) 和温度 (t) 关系中的系数: $A = 13$, $B = 2 \times 10^4$, 式中, P 的单位为 μmHg , $1\ \mu\text{mHg} = 0.133\text{Pa}$, T 的单位为 K) 试问:
- (a) Si 蒸发和凝聚时的蒸汽压分别为多少 Pa ;

$$\lg p = A - \frac{B}{T} \Rightarrow p_{2000} = 133\text{Pa}, p_{300} = 0.133 \times 10^{-54}\text{Pa} \approx 0\text{Pa}$$

- (b) 欲实现 Si 在上述条件下蒸发和凝聚, 真空罩中的真空应在什么范围之内, 并说明其原因。

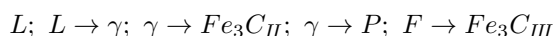
$$\Delta G = nRT \ln \frac{p}{p_e} \Rightarrow p_{2000} > p > p_{300}$$

3. 『参考辅导 P43 题 7-8』铁碳相图

- (a) 求解含碳量为 2.11% 的铁碳合金冷却凝固后二次渗碳体的含量;

$$\gamma_{2.11} \rightarrow \gamma_{0.77} + \text{Fe}_3\text{C}_{II} \Rightarrow \text{Fe}_3\text{C}_{II} = \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} = 22.6\%$$

- (b) 画出含碳量为 2.11% 的铁碳合金冷却曲线。



4. 『P444』计算可见光被吸收对应的最大和最小带隙能

「解」: 可见光最小波长 $0.4 \mu m$, 最大波长 $0.7 \mu m$, 由于 $c = 3 \times 10^8 m/s$ 和 $h = 4.13 \times 10^{-15} eV \cdot s$

$$E_{gmax} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = \frac{4.13 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 3.1 eV$$

$$E_{gmin} = \frac{hc}{\lambda_{max}} = \frac{4.13 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{7 \times 10^{-7}} = 1.8 eV$$

2009

一、选择题 (共 25 题, 每题 3 分)

二、综合题 (共四小题)

1. 『参考辅导 P21』求 $_mm$ 处渗碳浓度为 $_$ 所需时间, 其中误差函数对应的值给出, 扩散系数需要通过题目中给的温度和扩散常数计算。(20 分) 『所需公式』『P150』、『P136』

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

$$\rho(x, t) = \rho_s - (\rho_s - \rho_0) \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

2. 标注晶面及晶向, 写出位错反应 (大体内容, 原题还有条件)。(20 分)

3. 合金和纯金属凝固过程 (凝固条件, 凝固组织) 的异同。(15 分)

答: 相同点: 都需要过冷度、形核、长大、能量起伏、结构起伏。

不同点: 固溶体异分结晶, 需要成分起伏; 合金在一定温度范围内结晶, 且有成分过冷。

4. 5% 的过共晶白口铸铁室温平衡凝固组织中各种类型渗碳体的含量。(20 分)



其中, $\gamma_{0.77} \rightarrow (F + \textcircled{4}Fe_3C_{II})$; $F \rightarrow F + \textcircled{5}Fe_3C_{III}$

$$\textcircled{1} = \frac{5 - 4.3}{6.69 - 4.3} = 22.29\%$$

$$\textcircled{2} = \frac{4.3 - 2.11}{6.69 - 2.11} \times (1 - \textcircled{1}) = 33.81\%$$

$$\textcircled{3} = \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} \times (1 - \textcircled{1} - \textcircled{2}) = 8.35\%$$

$$\textcircled{4} = \frac{6.69 - 0.77}{6.69 - 0.0218} \times (1 - \textcircled{1} - \textcircled{2} - \textcircled{3}) = 22.34\%$$

$$\textcircled{5} = \frac{6.69 - 0.0218}{6.69 - 0.0008} \times (1 - \textcircled{1} - \textcircled{2} - \textcircled{3} - \textcircled{4}) = 0.032\%$$

2010

考场抄录、整理

一、选择题 (共 25 题, 每题 3 分)

1. 立方晶系中, 垂直于 $[1 \ 1 \ 1]$ 方向的晶向是

A. $[1 \ 1 \ 0]$ B. $[\bar{2} \ 1 \ 1]$ C. $[0 \ 1 \ 1]$

2. 『P37』同属于面心立方点阵的晶体是
A. $Cu, NaCl, CaF_2$ B. $Al, \gamma-Fe, Mg$ C. Au, Ag, C (石墨)
3. 『P26』在六方晶系中, 四指数晶向 $[1\ 1\ \bar{1}\ 0]$ 用三指数表示为
A. $[1\ 0\ 0]$ B. $[2\ 1\ 0]$ C. $[1\ 1\ 0]$
4. 『P29』晶体的宏观对称元素 $\bar{3}$ 等同于
A. $3 + m$ B. 3 C. $3 + i$
5. 『P38』下列晶体中具有最大致密度的是
A. Al B. Mg C. $\alpha-Fe$
6. 理想有序合金的组态熵「 $S = \ln W$, W 为排列组数, 完全有序时为 1」
A. > 0 B. < 0 C. $= 0$
7. 『P95』在 $(1\ \bar{1}\ 1)$ 面上运动的柏式矢量为 $\frac{a}{2} [1\ 1\ 0]$ 的螺型位错的运动受阻时, 能通过交滑移转到 _____ 滑移面继续运动。
A. $(1\ 1\ 1)$ B. $(\bar{1}\ 1\ 1)$ C. $(1\ \bar{1}\ 0)$
8. 『?』在理想的热力学平衡中, 允许存在的缺陷是
A. 位错 B. 晶界 C. 空位
9. 『P97』两个互相垂直的刃型位错交割, _____ 形成割阶。
A. 一定会 B. 不会 C. 可能会
10. 等同原子的密排面的堆垛可形成面心立方和密排六方结构, 下列 _____ 堆垛出现了层错。
A. $ABCABC$ B. $ABABCABAB$ C. $BACBACBAC$
11. 『P146』根据菲克第一定律, 当扩散系数 D 满足 _____ 时, 表示上坡扩散。
A. $D = 0$ B. $D < 0$ C. $D > 0$
12. 『P153』原子的扩散是一种无规则行走, 故扩散距离 x 与扩散时间 t 之间的关系为
A. $x \propto Dt$ B. $x \propto Dt^2$ C. $x^2 \propto Dt$
13. 方铁矿 (FeO) 中部分 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 此时晶体中 Fe 原子数 _____ 氧原子数。
A. 大于 B. 小于 C. 等于
14. 『P175』单晶体的临界分切应力与 _____ 有关。
A. 外力相对于滑移系的取向 B. 金属的类型 C. 拉伸的屈服应力
15. 『P184』某金属的晶粒细化后可提高该金属
A. 屈服强度 B. 抗拉强度 C. 断裂强度
16. 『P192』多金属材料经拉伸后, _____ 显著提高。
A. 晶粒尺寸 B. 空位浓度 C. 位错密度
17. 『??』晶粒正常长大之后, 晶粒的平均尺寸与时间可表示为
A. $\bar{D} \propto t$ B. $\bar{D} \propto t^{0.5}$ C. $\bar{D} \propto t^2$
18. 『P238』微观粗糙界面上, 原子所占位置的分数 x 为 _____ 时界面能最低。
A. 100% B. 50% C. 25%
19. 『P251』在薄膜的生长方式中, _____ 模型不涉及到晶体延续生长。
A. 层核长大 B. 二维生长 C. 三维生长
20. 『P293+?』固溶体的非平衡凝固会导致凝固终结温度 _____ 平衡凝固时的终结温度。
A. 高于 B. 等于 C. 低于
21. 『P304』某二元合金, 当第二组元的含量增大时, 其凝固温度范围增大, 在相同凝固条件下, 含量增大有利于形成
A. 平直界面 B. 胞状组织 C. 树枝晶
22. 高分子根据他们在高温时的力学特征可分为热塑型和热固型两类, 在下列的高分子中, _____ 属于热塑型高分子。
A. 聚苯乙烯 B. 聚碳酸酯 C. 聚乙烯
23. 『P226』二元合金的恒温转变? 平面? 一定是「二元恒温转变线上三相共存」

- A. 二相 B. 三相 C. 四相
24. 一个合金从高温淬火到室温, 大量高温形成的空位被冻结到室温, 为了证明这种现象, 最合适使用的测定方法是
A. 金相法 B. 电阻法 C. 膨胀法
25. 金属的颜色是由 _____ 波长所决定。
A. 透射光 B. 反射光 C. 吸收光

二、综合题 (共 5 小题, 每小题 15 分)

1. 『参考辅导 P142』面心立方晶体结构的奥氏体 γ 转变为体心立方结构的马氏体 α , 两相之间存在如下位向关系 $\{110\}_\alpha // \{111\}_\gamma$, $\langle 111 \rangle_\alpha // \langle 110 \rangle_\gamma$, 在面心立方晶胞和体心立方晶胞中分别画出其中的一组取向关系: $(1\bar{1}0)_\alpha // (1\bar{1}\bar{1})_\gamma$, $[111]_\alpha // [0\bar{1}1]_\gamma$
2. 『P288』画出 $Fe-Fe_3C$ 相图, 标定各相区, 写出全部恒温转变反应式。
3. 碳在 $\gamma-Fe$ 中, $D_0 = 2.0 \times 10^{-5} m^2/s$, $Q = 140 \times 10^3 J/mol$, 碳在 $\alpha-Fe$ 中 $D_0 = 0.2 \times 10^{-5} m^2/s$, $Q = 84 \times 10^3 J/mol$, 分别求:

(a) 在 1200K 对 $\gamma-Fe$ 渗碳和在 900K 对 $\alpha-Fe$ 渗碳的扩散系数;

$$D_{\gamma_{1200}} = D_0 \times \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) = 2.0 \times 10^{-5} \times \exp\left(-\frac{140 \times 10^3}{8.314 \times 1200}\right) = 1.61 \times 10^{-11} kg/(m^2 \cdot s)$$

$$D_{\alpha_{900}} = D_0 \times \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) = 0.2 \times 10^{-5} \times \exp\left(-\frac{84 \times 10^3}{8.314 \times 900}\right) = 2.66 \times 10^{-11} kg/(m^2 \cdot s)$$

(b) 获得相同渗碳层厚度时, 哪种渗碳方式节约时间。

因 $x^2 \propto Dt$, 所以在 x 相同时, $t \propto \frac{1}{D}$, 故 1200 K 下渗碳更省时间。

4. 在 fcc 晶体中有一位错, 其位错线方向 $l_1 // [1\bar{1}\bar{2}]$, 柏氏矢量为 $\frac{a}{2}[110]$ 。

(a) 证明该位错为刃型位错, 求该刃型位错半原子面指数和滑移面指数;

『证』: $l_1 \cdot \vec{b} = 0$, 所以该位错为刃型位错。

半原子面晶面指数为 $\vec{b} \div |\vec{b}| = (110)$, 滑移面晶面指数为 $l_1 \times \vec{b} = (\bar{1}11)$ 。

(b) 『P114』该刃型位错如果发生分解形成扩展位错, 试写出可能的位错反应。

$$\frac{a}{2}[110] \rightarrow \frac{a}{6}[121] + \frac{a}{6}[21\bar{1}] \quad , \quad \frac{a}{2}[110] \rightarrow \frac{a}{6}[12\bar{1}] + \frac{a}{6}[211]$$

5. 金属具有高电导率, 绝缘体具有低电导率, 而半导体电导率位于两者之间, 简述他们具有不同电导率的原因。

答: 金属具有高电导率是因为大量电子可以被激发到费米能上面的空态而成为自由电子, 因此, 在电导率式 $\sigma = n|e|\mu_e$ 中 n 有大的值。

??

2011

一、选择题 (共 30 题, 每题 3 分)

1. 『P59』 $NaCl$ 和金刚石的晶体结构为
A. 面心 B. 体心 C. 正交
2. 『P398』 $Spinodal$ 分解时, 浓度较高区域的化学势「即, 调幅分解」
A. 较高 B. 较低 C. 不确定

3. 面心立方结构晶体 (1 0 0) 面上原子的配位数是
A.12 B.8 C.4
4. 晶体结构中旋转对称轴不包含几次对轴
A.4 B.5 C.6
5. 晶带定律适用的晶系类型是「!!所有晶系」
A. 正交 B. 立方 C. 六方
6. 『P127??』金属单质的表面能和晶界能相比
A. 大 B. 小 C. 不确定
7. 由 TiO_2 制备 Ti_2O_3 易出现
A. 间隙钛离子 B. 钛离子空位 C. 氧离子空位
8. 『P337』玻璃生产工序中的退火的目的是
A. 增加透光度 B. 消除内应力 C. 改变折射率
9. 『P109』双交滑移和 $F-R$ 源, 更有效的增殖机制为
A. 前者 B. 后者 C. 不确定
10. 『?』热力学平衡状态下的金属单晶中
A. 空位比间隙原子多 B. C.
11. 『P381』下列具有更高自由能的是
A. 晶体 B. 准晶 C. 非晶
12. 『?』合金中的第二相粒子对晶粒长大的影响是
A. 和二相粒子半径成正比, 和体积数成反比 B. C.

此外, 选择题还涉及

「冷变形金属回复阶段的主要变化」

「不能攀移的位错类型」: 螺型位错和肖克利不全位错

「非等量扩散中空位的移动方向」

「屈服现象的两种理论」

『P274』「离异共晶」

「包晶时组元的扩散路径」

「多晶体变形需要的独立的滑移系数」

「皮革态介于哪两个力学状态之间」

「非晶的形成难易与玻璃化温度和平衡凝固温度之比的关系」

「薄膜生长类型的区分」

「三元共晶相图垂直截面图的用途」等。

二、综合题 (共 6 小题, 前三题分别为 8 分、14 分、8 分, 后三题各 10 分。)

1. 画晶面晶向

- (a) 画出立方晶胞中的 (1 1 $\bar{1}$) 晶面和 [2 2 3] 晶向;
- (b) 画出六方晶胞中的 (1 1 $\bar{2}$ 3) 晶面和 [$\bar{1}$ $\bar{1}$ 2 3] 晶向。

2. 『P114』扩展位错

- (a) 面心立方晶体(1 1 1) 面上 单位位错 $\frac{a}{2}[\bar{1} 1 0]$ 分解为两个不全位错, 下列哪一个正确, 并说明理由

i. $\frac{a}{2}[\bar{1} 1 0] \rightarrow \frac{a}{6}[\bar{1} 2 \bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{2} 1 1]$

ii. $\frac{a}{2}[\bar{1} 1 0] \rightarrow \frac{a}{6}[\bar{1} 2 1] + \frac{a}{6}[\bar{2} 1 \bar{1}] \checkmark$

- (b) 从能量角度说明其可行。 $b^2 = \frac{1}{2}a^2 > b_1^2 + b_2^2 = \frac{1}{3}a^2$

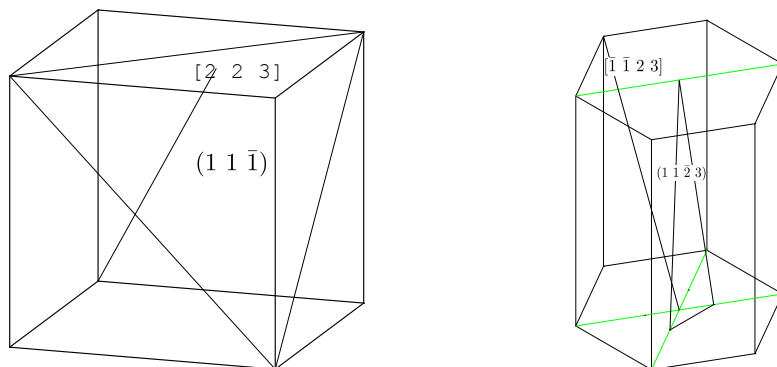


图 1: 2011 第一大题

(c) 『P115』证明面心立方扩展位错的宽度公式。(要求严格证明, 给出了刃、螺型位错应力场公式。)

3. 『?』求再结晶时间, 最简单的那种, 利用 $t_2/t_1 = \exp[-Q/R(1/T_1 - 1/T_2)]$ 。

4. 『P150』用菲克第一定律求扩散量的一个题。涉及用跃迁频率算扩散系数。

用到的公式: $D = Pa^2\Gamma$

5. 『?』二元共晶相图题, 画出过共晶的室温组织示意图; 求正常凝固和平衡凝固共晶组织的相对量。

6. 『P332』说明热塑性塑料和热固性塑料的区别。

热固性塑料是原料最后在加热过程中形成产品(材质及形状), 一旦定形材质就无法改变。

热塑性塑料则是在材质形成后, 可以通过加热使其软化或融化, 在软化或融化状态下加工成型, 冷却后形状固定。再次加热可以重塑形状。

2012

一、选择题(共 25 题, 每题 3 分)

二、综合题(共 5 小题, 每小题 15 分)

1. 『P175』 $\sigma = 100 \text{ MPa}$ 作用在 $[0 0 1]$ 方向上, 求作用在 $(1 1 1)[1 0 \bar{1}]$, $(1 1 1)[1 \bar{1} 0]$ 两个滑移系上分切应力

『解』: $\tau = \sigma \cdot \cos \varphi \cdot \cos \theta$, 代入得分别为 40.82MPa 和 0MPa。

2. 『P116』已知 $a = 3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$, $G = 40 \text{ MPa}$, $E_{sf} = 7 \times 10^{-6} \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$, $\frac{a}{2}[1 0 \bar{1}] \rightarrow \frac{a}{6}[1 1 \bar{1}] + \frac{a}{6}[2 \bar{1} \bar{1}] + SF$, 求 d 。

$$d = \frac{G \vec{b}_1 \vec{b}_2}{2\pi E_{sf}} = 6.55 \times 10^{-9} \text{ nm}$$

3. 『!!』一个冷却图(P273 的 $Pt - Ag$ 包晶相图), 要会读图会分析, 自由能成分曲线一块『P259』当时要求画一个切线, 公切线位置, 平衡冷却曲线, 平衡组织(要求画图)要求证明 P306 共晶中两相组织相对量 27.6% 一值, 写出推导过程。

三、考点

考点主要集中在「位错」、「高分子」、「晶体学」、「合金凝固理论和性能」。

1. 对相图以及纯金属、合金凝固理论的考察:

(a) 由特定温度下的成分-自由能曲线, 特定合金成分的冷却曲线并画出其室温组织, 应用杠杆定律算平衡相的相对含量;

- (b) 证明共晶成分合金棒状组织与层片状组织的两相体积分数的临界值为 27.6%，并解释常规冷却条件下珠光体为什么为层片状组织；
 - (c) 形成树枝状晶的条件（主要是与平衡分配系数的关系）；
 - (d) 合金凝固时想得到成分比较均匀的固溶体，有效分配系数应满足什么条件；
 - (e) 应用克拉-伯龙方程解释为什么固相转变时固相线很陡；
 - (f) 过冷度与临界晶核半径、形核功的关系；
 - (g) 三元相图考察了水平截面图投影图和垂直截面图投影图的作用；
 - (h) 根据相图判断合金性能（如工艺性能、使用性能）。
2. 对扩散有关理论的考察：
- (a) 在黄铜和铜组成扩散偶中，已知在 *Matano* 面处 Zn 的含量以及在另一处 Zn 的含量进行扩散 1 小时，求互扩散系数，不要求计算出具体数值，列出结果就行，并图示标记面的移动方向；
 - (b) 结合铁碳相图考察在 $700^{\circ}C$ 时不可能出现的组织；
 - (c) 考察了置换固溶体的扩散机制；
 - (d) 对离子晶体扩散机制的考察结合了点缺陷的知识，考察形式为当氧化锆中的部分被氧化钙中的取代时会形成什么空位？
3. 对晶体缺陷的考察：
- (a) 位错间的交互作用；
 - (b) 已知位错环的一些信息要你判断位错环各段的运动方向；
 - (c) 位错伯氏矢量的确定原则；
 - (d) 计算层错宽度；
 - (e) 给定了一定的两相，让你判断会形成什么相界（如 A 、 B 两相晶体结构类型相同， A 相只有 2~3 个原子层厚度， B 相 1cm，晶格常数相差 10%，问会形成共格、半共格还是非共格相界）。
4. 对于高分子的考察知识点：
- (a) 高分子的熔点与晶片厚度的关系；
 - (b) 高分子的支化、交联对高分子力学性能的影响。
5. 晶体学基础：
- (a) 画晶面、晶向以及结合塑性变形计算滑移系的分切应力；
 - (b) 密排六方晶面指数采用三坐标和四坐标时的确定方法是否相同；
 - (c) 乌尔夫网确定晶向晶面夹角的条件；
 - (d) 晶带定律适用的晶系；
 - (e) 相同晶面指数与晶向指数相互垂直适用的晶系；
 - (f) 对一些物质（如 CaF_2 、 Al_2O_3 、 $CsCl$ 、 $NaCl$ ）的点阵类型的考察。
6. 对固体相结构的考察：
- (a) 影响固溶度的因素；
 - (b) 液晶态结构形成的结构条件；
 - (c) 固溶强化效果的影响因素；
 - (d) 固溶体中溶质原子的分布为偏聚状态、无序分布状态、有序排列时的能量条件。
7. 塑性变形以及回复、再结晶的考察知识点：
- (a) 回复、再结晶阶段性能变化的特点（如残余应力的释放、点缺陷下降等）；
 - (b) 晶粒长大速率与时间的关系；
 - (c) 晶粒长大尺寸与第二相粒子尺寸以及体积分数的关系；
 - (d) 加工硬化的机理（主要考察与位错密度的关系）；

- (e) 滑移时只有单一的滑移系开动的阶段是哪一阶段 (易滑移阶段、先行硬化阶段、抛物线型硬化阶段) ;
- (f) 已知立方晶系的受力方向, 求已知滑移系上的分切应力。

2013

一、选择题 (共 25 题, 每题 3 分)

- 形成无限置换固溶体的必要条件是
A. 半径差小 B. 化学亲和力大 C. 晶体结构相同
- 『P112』FCC 中不能攀移的位错是
A. $\frac{a}{2}[110]$ B. $\frac{a}{6}[112]$ C. $\frac{a}{3}[111]$
- 『P97』两个柏氏矢量垂直的刃形位错交割形成的割阶为
A. 刃型位错 B. 螺型位错 C. 混合位错
- 『P59』离子晶体中 $R_+/R_- = 0.525$ 时, 形成哪种化合物
A. AB 型 B. AB₂ 型 C. A₂B₃ 型
- 晶带定律题, 很简单。
- 六方 $[11\bar{2}0]$ 对应
A. $[100]$ B. $[210]$ C. $[110]$
- 『P101』位错应力场中, 螺型位错正应力分量全为 0
- 『P40』非金属原子 X 填满 FCC 金属 M 组成的八面体间隙时, 形成的间隙相是
A. M₂X B. MX C. MX₂
- 『??』关于层错能, 错误的是
A. 层错能越高, 扩展位错越窄 √『P116』
B. 层错能越高, 冷变形金属越易出现胞状结构 √『弘毅考研 2014 模 (一) 第 10 题』
C. 层错能越高, 热加工时越易动态再结晶
- 『P188』低碳钢应变时效可以用以下哪个来解释
A. 固溶强化 B. Cottrell 气团 C. 弹性后效
- 简单立方的致密度 $\pi/6$
- 杂质元素的加入会『??』
A. 提高 B. 降低 C. 不影响
- 『P175』Al 单晶, 拉伸轴 $[123]$ 方向, 最先滑移系为
A. $(110)[111]$ B. $(111)[\bar{1}01]$ C. $(\bar{1}11)[101]$
- 『P231』单质凝固均匀形核, 形成临界晶核时
A. 液固相自由能自由能差完全抵消两相界面能
B. 液体内有结构、能量、成分起伏
C. 总的自由能高于未形核时状态
- 『P292』铁碳合金中, 关于莱氏体和珠光体, 错误的是
A. Ld 内渗碳体含量比 P 多「!! 不是莱氏体中渗碳体含量比珠光体中渗碳体含量多」
B. 含 Ld 的合金属铸铁
C. Ld 可变为 Ld'
- 『P304』二元合金成分过冷表述正确的是
A. 凝固时, 成分过冷越大, 越易形成树枝晶
B. 液相扩散系数越大, 越易成分过冷
C. 凝固温度越宽, 越不易成分过冷
- 合成高分子材料过程, 能析出小分子的是
A. 均加聚 B. 共加聚 C. 缩聚

18. 『350』三元相图, 三相区与单相区 ____ 接触
A. 点 B. 线 C. 面
19. 柯肯达尔效应, 标记面移动的主要原因是
A. 两组元原子半径不同 B. 空位浓度不同 C. 扩散速率不同
20. 『P164』高分子独有的是
A. 玻璃态 B. 高弹态 C. 黏流态
21. TiO_2 中, Ti^{4+} 被还原为三价, 将会出现
A. Ti 离子空位 B. 过氧 C. 缺氧
22. 『P157』二元反应扩散
A. 存在两相混合区 B. 可三相混合 C. 只有单相
23. 下列固态相变中, 成分和结构均发生变化的是
A. 贝氏体转变 B. 调幅分解 C. 多晶型转变
24. 『P382??』根据界面迁移, 将相变分类, 则
A. 马氏体相变是扩散控制长大 B. 珠光体转变为界面控制长大
C. 块状转变为界面控制长大
25. 『P395-P396』固态相变中, 过冷度较大且晶界能的降低足以超过形成共格或半共格界面所引起的应变能时, 易形成 ____ 新相
A. 棒状 B. 针状 C. 盘状

二、综合题 (共 4 小题)

1. 『清华 P572』试述固态相变非均匀形核的主要方式及它们促进形核的主要原因。

在晶粒边界上形核、位错的作用、???

如果晶核的产生

2. 如图 2

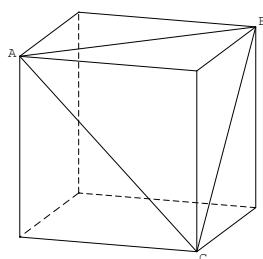


图 2: 2013 第二大题图

- (a) ABC 晶面指数, AB 晶向指数。『 $(1\ 1\ 1)$ 、 $[\bar{1}\ 1\ 0]$ 』
- (b) 若 ABC 面和 AB 为一个滑移系, 请问是什么结构。『 FCC 』
- (c) 若原子半径 $r = 0.135\ nm$, 问单位位错柏氏矢量值。『 $P110$, $\vec{b} = \frac{a}{2}\langle 1\ 1\ 0 \rangle = \frac{\sqrt{2}r}{2}\langle 1\ 1\ 0 \rangle$ 』
- (d) 若切变模量 $G = 4 \times 10^{10}\ N/m^2$, 冷变形后位错密度为 $10^{11}\ cm^{-2}$, 试着估算单位体积铜晶体位错应变能。

$$L = \rho V = 10^{15}\ m, E = \alpha G b^2 \cdot L = 36400\ J/m^3$$

- (e) 刃型位错柏氏矢量为 $[1\ 1\ 0]$, 位错线为 AC , 能否滑移。『混合位错, 可以滑移』

3. 上交的练习册 P23 第四章 16 题, 问

- (a) 为什么高低温斜率不同

(b) 为什么高温两条线吻合较好, 低温相差较大。

4. 金属 A 和 B 在液态时可无限互溶, 但固态不相溶, A、B 熔点不同, 熔化熵分别为 $\Delta S_A = 8.4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, $\Delta S_B = 4.2 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, 设液固比热相同, 试计算 A-B 相图在共晶 T_e 处对应的成分。

『解』:

A-B 系中, 固液平衡时固相是纯 A 或纯 B,

每一组元在液相和固相中, $\mu_A^L = \mu_B^L$

因为 $\mu_A^L = G_A^{0L} + RT \ln x_A^L$, $\mu_A^s = G_A^{0s}$

所以,

$$\Delta G_A = G_A^{0L} - G_A^{0s} = -RT \ln x_A^L \quad (1)$$

又 c_p 随温度变化忽略, 其对 ΔH_{mA} 和 ΔS_{mA} 影响忽略,

故 T_K 时, 因 $\Delta S_{mA} = \Delta H_{mA} / T$,

$$\Delta G_{mA} = \Delta H_{mA} \left(1 - \frac{T}{T_A}\right) \quad (2)$$

由式 1 和式 2, $\ln x_A^L = \dots$

$T = T_e \Rightarrow$

$$\begin{cases} \ln x_e = \frac{-\Delta H_{mB}(T_B - T_e)}{BT_B T_e} \\ \ln(1 - x_e) = \frac{-\Delta H_{mA}(T_A - T_e)}{AT_A T_e} \end{cases}$$

而 $T_A = T_B$, 所以,

$$\frac{\ln x_e}{\ln(1 - x_e)} = \frac{\Delta H_{mB}}{\Delta H_{mA}} = \frac{\Delta S_{mB}}{\Delta S_{mA}} = \frac{1}{2}$$

即有, $x_e^2 = 1 - x_e$

$$\Rightarrow x_e = \frac{\sqrt{5} - 1}{2} = \omega_B \approx 61.8\%$$

2014

一、选择题

- 『??』在大塑性变形条件下, 金属中可能产生
A. 大量空位 B. C. 位错缠结 D. 位错网络
- 计算位错间距 (之前真题考过的原题)
- 『??』下列哪一种相变中成分不变而结构改变 ()
A. 块状转变 B. 珠光体转变 C. 魏氏组织转变 D. 渗碳体析出

二、综合题 (共 5 小题)

- 在面心立方中有一汤普森四面体如图 3 所示
(a) 标出各晶面指数、晶向指数;
(b) fcc 的原子半径为 r , 写出 fcc 的单位位错; $\vec{b} = \frac{a}{2} \langle 110 \rangle = \frac{\sqrt{2}r}{2} \langle 110 \rangle$
(c) 一位错位错线为 BC , 柏氏矢量为 AD 方向, 问该位错能否滑移; 「刃型位错, 能滑移, P94」

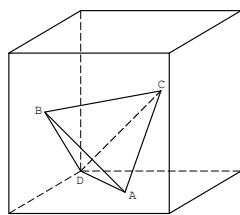


图 3: 同 P114 图 3.42(a)

- (d) 写出 ADC 面上柏氏矢量为 CD 的位错分解的位错反应, 并从几何条件和能量条件判断是否可行;

$$\frac{a}{2}[0\ \bar{1}\ \bar{1}] \rightarrow \frac{a}{6}[\bar{1}\ \bar{2}\ \bar{1}] + \frac{a}{6}[1\ \bar{1}\ \bar{2}]$$

几何条件: $\frac{a}{2}[0\ \bar{1}\ \bar{1}] = \frac{a}{6}[\bar{1}\ \bar{2}\ \bar{1}] + \frac{a}{6}[1\ \bar{1}\ \bar{2}]$

能量条件: $b^2 = \frac{1}{2}a^2 > b_1^2 + b_2^2 = \frac{1}{3}a^2$

所以可行。

- (e) 写出 ABC 面上可能的滑移系, 若拉伸轴为 $[1\ 0\ 0]$ 方向, 试问哪个滑移系先开动。

『解』: $(1\ 1\ 1)[1\ \bar{1}\ 0]$ 、 $(1\ 1\ 1)[\bar{1}\ 1\ 0]$ 、 $(1\ 1\ 1)[1\ 0\ \bar{1}]$ 、 $(1\ 1\ 1)[\bar{1}\ 0\ 1]$ 、 $(1\ 1\ 1)[0\ 1\ \bar{1}]$ 、 $(1\ 1\ 1)[0\ \bar{1}\ 1]$

计算各滑移系的滑移因子 $\cos(\phi)\cos(\lambda)$ 得, $(1\ 1\ 1)[1\ 0\ \bar{1}]$ 和 $(1\ 1\ 1)[1\ \bar{1}\ 0]$ 滑移系的滑移因子最大, 为最先开动的滑移系。

2. 『辅导 P9 题 2-31』已知 Mg^{2+} 的离子半径为 $0.078\ mn$, O^{2-} 的离子半径 $0.132\ mn$, 试求 MgO 的密度 (ρ) 和致密度 (K)。举例说明哪个面上全为 Mg^{2+} 或 O^{2-} 。「前面答案见辅导, $(1\ 1\ 1)$ 面」
3. 『参考清华 P644-645』在奥氏体和马氏体中有如下对应关系:

K - S 关系: $\{1\ 1\ 0\}_M // \{1\ 1\ 1\}_\gamma$, $\langle 1\ 1\ 1 \rangle_M // \langle 1\ 1\ 0 \rangle_\gamma$

K - W 关系: $\{1\ 1\ 0\}_M // \{1\ 1\ 1\}_\gamma$, $\langle 0\ 1\ 1 \rangle_M // \langle 2\ 1\ 1 \rangle_\gamma$

请证明 M 从 K - S 关系绕 $[1\ 1\ 1]$ 轴旋转 5.26° 得到 K - W 关系。
4. 给出 Fe - N 相图, 画出纯铁渗 N 层的浓度变化图, 分析在 ____ K 下渗氮材料的内部组织, 并说明为什么没有两相区存在。
5. (P352 图 8.19 三元共晶相图投影图)
 - (a) 相图名称; 「固态有限互溶的三元共晶相图」
 - (b) 写出图中四相反应的名称和反应式; 「三相共晶反应: $A + B + C \rightarrow (A + B + C)$ 」
 - (c) 画出图中 O 点和 O' 点的平衡冷却曲线并写出室温组织;
 - (d) 用作图法计算 O 点室温相组成物的相对量;
 - (e) 用作图法计算 O' 点在略高于四相平衡反应时相组成物的相对量。

复试经验

2015

我自己是一道题都没记住, 全文来自材料人网那位我找了半天没找到 ID 的朋友。

一、选择题 (共 25 题, 每题 3 分)

1. 两个不同滑移面平行的刃型位错相互接近, 最后稳定状态是
A. 垂直 B. 平行 C. 45° 夹角 D. 相互抵消
2. 不影响高分子玻璃化温度的是
A. 交联度 B. 结晶度 C. 链段长度 D. 取代基极性

3. 面心立方 (1 1 1) 面抽出一层, 得到位错是
A. $a/6 [1 1 2]$ B. $a/3 [1 1 1]$ C. $a/2 [1 1 0]$ D. ??
4. 水凝固成冰时, C, f 分别是

二、综合题 (共 5 题, 每题 15 分)

1. 简述材料强化各种机制及影响因素。
2. 单晶体滑移 (给了类似书上 P175 图 5.8 的图) :
(a) 证明单晶体滑移, 最密排面和最密排方向最先开动 ; (5')
(b) 证明临界分切应力的表达式, 并以此说明屈服应力的最小值 ; (8')
(c) 单晶体滑移和多晶体滑移哪个屈服应力大, 为什么 ? (2')
3. (a) 已知金刚石键长 0.155nm , 求金刚石致密度 ;
(b) 金刚石转化成石墨, 给了石墨密度, 求体积变化率。
4. 柯肯达尔效应, A 组元摩尔分数占 0.4, 互扩散系数 $D = 2.0 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$, 100hr 后标记面漂移了 $3.6\mu\text{m}$ (我怎么记得是 0.36mm)。A 组元浓度梯度 $0.4/\text{m}^3$ 。求 A, B 自扩散系数。
5. 这题给了 Mg-Ag 相图。

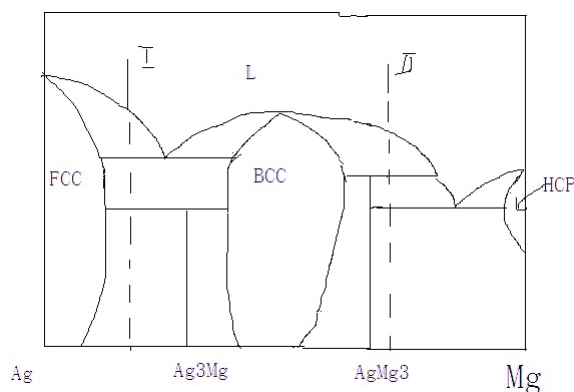


图 4: 2015 第五大题图

- (a) 标出相图各区域 ;
- (b) 写出四个恒温反应 ;
- (c) 画 I, II 两个成分合金的冷却转变曲线 ;
- (d) 计算 II 合金包晶反应消耗的液相的量。 (4')

复试经验

关于复试：有些人可能纠结于需不需要提前联系老师，个人认为是没有必要的。你还没考试，老师也不可能给你什么承诺，最理想的是考试成绩出来之后、复试之前联系老师，我是这样做的，最好能够争取提前跟老师见一面，算作一个非正式的面试。

复试准备：一般是提前一个月公布复试名单，所以你有一个月的准备时间

复试的内容包括：

专业课考试 100 分：

内容包括材料科学基础 40%，电镜 25%，金属固态相变 15~20%，焊接和材料加工等等，内容太多，所以都得看。其实交大专业课考试复试每年考的内容都差不多，所以找到以往复试专业课真题弄明白就

会省很大劲，我当时淘到 08 年的真题，结果不怎么重视，有一些题也没弄明白，结果复试时那个悔啊，好多都考到了。

面试 80 分：

面试非常重要，大家一定要重视，个人感觉相比面试，其他的都是走过场，所以一定一定重视，给老师一个好印象。流程是自我介绍，这个没有规定，最好是英文和汉语的自我介绍都准备一下，我当时准备的英文的。然后是阅读文献，翻译文献。接下来就是随意了，因人而异，但一般牵扯到的内容包括大学期间学术经历、创新内容、考察你所学的专业课扎实程度、大学经历、四六级、为什么选择交大选择某某专业。我的经验是，复试时注意礼貌，准备全面，可以考虑准备几个档案袋，里面装上自己的详细资料，进去之后给每个老师一份。对于不会的问题，不要不懂装懂，不要太傲。

英语听力 20 分：

这个很有点走过场的意味，跟四六级考试很相似，不过没有填空部分。大部分几乎听不清，最后三段很清楚。英语听力网上可以下载到。

之后等消息就可以了。

『课本中错误及不足之处』

1. P116, 图 3.46(a) 右侧中间那个位错应为 $\frac{1}{2}[1\ 1\ 0]$
2. P117, 『如图 3.48(a) 所示……』那一行, $(1\ \bar{1}\ \bar{1})$ 应改为 $(1\ 1\ \bar{1})$
3. P259, 图 7.3(c), 两个极小值点应为 E 和 F
4. P261-262, 这些图感觉每个都有错的, 详请参见清华课本
5. P267, 倒数第 8 行, 语病, 应该把 Pb-Sn 去掉
6. P277, 底下 b 那一行的缩进和左边一页 a 那一行不同
7. P279, 第三行, 应为『合晶转变』
8. P407, 图 9.52 左下角的 $[0\ \bar{1}\ 0]$ 应为 $[0\ 0\ 1]$
9. P444, 有个公式少了个等号
10. P457, 最后, 调幅分解应为 Spinodal

『辅导与习题错误』

1. P35, 题 6-4 最后一行. 应为 $1J = 9.87 \times 10^5\ cm^3 \cdot Pa$
2. P141, 第 6 题题号不对
3. P144, $[\bar{1}\ 0\ 1]$ 晶向显然不对
4. P167, 14 题选项 B 标错

参考文献：

1. 材料科学基础 (第三版). 胡赓祥, 蔡珏, 戎咏华. 上海交通大学出版社.2010 年 5 月第 3 版,2012 年 3 月第 19 次印刷『简写时只写页码』
2. 材料科学基础辅导与习题 (第三版). 蔡珏, 戎咏华. 上海交通大学出版社.2008 年月第 3 版.2013 年 7 月第 9 次印刷『简称「辅导」』
3. 材料科学基础 (修订版). 潘金生, 仝健民, 田民波. 清华大学出版社『简称「清华」』