

# 东南大学

## 二〇〇七年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意: 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上!

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效答题, 不予评分。

试题编号: 942

试题名称: 材料科学基础

### 一、选择题 (单项选择, 每题 2 分, 共 40 分)

1. 在三元相图的水平截面的两相区中, 连接线之间

(a) 必定相交;

(c) 可以相交或平行;

(b) 必定平行;

(d) 不能相交也不能平行。

$$\Delta G_{\text{总}} = f(1-k)G_{\text{总}} = f(1-k)A^* \sigma_{\text{nw}} = \frac{4}{3}\pi r^3 \Delta G_{\text{总}}$$

2. 非均匀形核的形核功( $\Delta G^*$ )和接触角( $\theta$ )和 $\sigma_{\text{nw}}$ (晶核和杂质之间的界面能)之间的关系为:

(a)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小,  $\theta$  越大,  $\Delta G^*$  越大;

(c)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小,  $\theta$  越小,  $\Delta G^*$  越大;

(b)  $\sigma_{\text{nw}}$  越大,  $\theta$  越大,  $\Delta G^*$  越小;

(d)  $\sigma_{\text{nw}}$  越小,  $\theta$  越小,  $\Delta G^*$  越小。

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{\text{nw}} - \sigma_{\text{nw}}}{\sigma_{\text{nw}}}$$

3. 引入极射赤面投影的目的是

(a) 表示晶体结构的周期性;

(c) 表示晶面之间或晶向之间的取向关系;

(b) 晶体结构的对称性;

(d) 表征晶体中阵点或原子的投影位置。

4. 单相固溶体凝时, 若  $k_0 < 1$ , 则:

(a)  $k_e = 1$  时, 偏析最严重;

(c)  $k < k_e < 1$  时偏析最严重;

(b)  $k_e = k_0$  时偏析最严重;

(d) 偏析与  $k_e$  及  $k_0$  均无关。

5. 二元材料形成伪共晶的必要条件之一是:

(a) 两种组元必须都是金属元素;

(b) 溶液在凝固时必须以足够慢的速度冷却;

(c) 溶液在冷却时必须要有适当的过冷度;

(d) 某一组元的含量必须高于相图中共晶点所示的值。

6. 纳米材料的特征之一是:

(a) 具有与单晶体相近的性能特征;

(c) 具有超高强度效应;

(b) 具有超塑性;

(d) 具有表面效应。

表面效应、小尺寸效应、量子尺寸效应、界面效应、量子隧道效应

7. 空间点阵是用来描述晶体结构的周期性, 因此,

(a) 自然界存在的晶体结构和空间点阵的数量相同;

(b) 任何一个晶体的晶体结构和空间点阵完全等同;

(c) 表征晶体结构周期性的空间点阵的数量少于自然界晶体结构的种类;

(d) 表征晶体结构周期性的空间点阵的数量多于自然界晶体结构的种类;

8. 离子晶体和正常价化合物都符合化合价规律, 但它们分属不同的晶体类型, 原因是:

(a) 离子晶体的密度高于正常价化合物;

(b) 离子晶体的致密度与正常价化合物不同;



(c) 离子晶体的电子浓度与正常价化合物不同

(d) 离子晶体具有陶瓷的性能特征, 正常价化合物属金属间化合物。

9、准晶之所以称之为亚稳态是因为:

b. ~~(a)~~ 系统以准晶的形式存在时, 自由焓处于最小值;

(b) 系统以准晶的形式存在时, 自由焓处于极小值;

~~(c)~~ 系统以准晶的形式存在时, 其自由焓高于非晶态的自由焓;

~~(d)~~ 系统以准晶的形式存在时, 其自由焓低于多晶态的自由焓。

准晶相对于非晶态是热力学较稳定的亚稳态。

10、在描述纯元素和离子晶体的结构时均引入了配位数的概念, 它们的物理意义

b. (a) 完全相同;

(b) 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的异种离子数;

(c) 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的同种离子数;

(d) 不同, 在纯元素的晶体结构中配位数是指每个原子周围最邻近和次邻近的原子数, 而离子晶体则是指每个离子周围最邻近的异种离子数;

11、纯金属在某一温度  $T(T < T_m)$  平衡凝固时, 当临界晶核形成后, 晶核能进一步长大, 这是因为:

d. (a)  $\gamma > \gamma^*$  表面自由能变化可以忽略不计;

(b)  $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的增加大于表面自由能的增加;

(c)  $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的增加小于表面自由能的增加;

(d)  $\gamma > \gamma^*$  体积自由能的减少(绝对值)大于表面自由能的增值。

$$\Delta G = \Delta G_v + \Delta G_s < 0$$

-          +

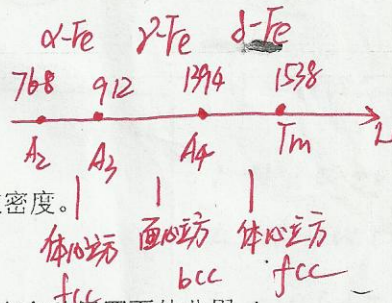
12、一定质量的纯铁在加热至  $912^\circ\text{C}$  时, 体积

b. (a) 突然增大, 因为其结构从 fcc 转变为 bcc;

(b) 突然减小, 因为其结构从 bcc 转变为 fcc;

(c) 不变, 因为其结构仍然属立方晶系;

(d) 缓慢增大, 因为 fcc 的致密度大于 bcc 结构的致密度。



13、硅氧四面体中的阴离子  $\text{SiO}_4^{4-}$

a. ~~(a)~~ 只属于一个硅氧四面体;

(b) 可以被多个硅氧四面体公用;

(c) 只能被两个硅氧四面体公用;

~~(d)~~ 可以被四个硅氧四面体公用。

14、纯铅可在室温下 ( $20^\circ\text{C}$ ) 持续进行塑性变形, 其主要原因是:

c. (a) 铅为面心立方结构;

(b) 纯铅中杂质含量较少;

(c) 铅的再结晶温度较低;

(d) 铅的形变抗力较小。

15、晶体的孪生变形与滑移变形不同, 在于:

b. ~~(a)~~ 滑移的机制是位错滑移造成的, 而孪生则不是; 不全位错

(b) 孪生是均匀切变过程, 而滑移则不是;

~~(c)~~ 滑移的结果导致晶体体积变化, 而孪生则不会; 都不变

~~(d)~~ 滑移沿着特定的晶体学面与方向进行, 而孪生则可沿任意晶体学面与方向进行。

滑移 vs 孪生

相同点: ①宏观上, 切应力作用下的塑性变形。

②微观上, 晶体塑性变形基本形式, 晶体一部分沿一定晶面和晶向相对于另一部分的移动过程。

③不改变晶体结构 ④都是位错运动的结果。

不同点: ①不改变晶体位相 vs 改变晶体位相 ②全位错 vs 不全位错 ③不均匀切变 vs 均匀切变

④较平整, 表面较光滑、连续 vs 锯齿状 ⑤发生条件不同。孪生所需  $T_c > T_m$ , 只有滑移受阻, 晶体才以孪生变形。  
⑥切变较大 vs 切变较小 (晶体结构)



1. 临界分切应力, 是一个与材料本性以及试验温度、加载速度等相关的量, 与加载方向等无关。

$$\tau_s = \sigma_s \cos \lambda \cos \phi$$

试题编号: 942

试题名称: 材料科学基础

16. 单晶体的临界分切应力值与\_\_\_\_\_有关。
- (a) 外力相对滑移系的取向; (b) 拉伸时的屈服应力;
- (c) 晶体的类型和纯度; (d) 拉伸时的应变大小。

17. 亚晶界一般是由位错构成的, 通常:

- (a) 亚晶界位向差越大, 亚晶界上的位错密度越高;
- (b) 亚晶界位向差越大, 亚晶界上的位错密度越低;
- (c) 亚晶界上的位错密度高低与亚晶界位向差关系不大;
- (d) 以上都不对。

位错间距  $D = \frac{b}{\rho}$

18. 位错在切应力作用下可沿滑移面运动, 位错线的运动方向为:

- (a) 和柏氏矢量方向相同;
- (b) 和位错线的方向相同;
- (c) 与位错线的方向垂直;
- (d) 刃位错线与位错线垂直, 螺位错与位错线平行。

19. 塑性变形使材料:

- (a) 强度↑, 点、线缺陷↑, 电阻率↓, 塑性↓;
- (b) 强度↓, 点、线缺陷↓, 电阻率↑, 塑性↑;
- (c) 强度↑, 点、线缺陷↑, 电阻率↑, 塑性↓;
- (d) 强度↑, 点、线缺陷↑, 电阻率↓, 塑性↑。

电阻率增加, 电阻温度系数又降低, 磁滞与矫顽力略有增加。

20. 只有刃型位错能进行攀移运动, 这是因为:

- (a) 刃位错的柏氏矢量垂直于位错线;
- (b) 刃位错存在多余半原子面;
- (c) 刃位错可以是曲线形状;
- (d) 刃位错的滑移面不唯一。

## 二、作图题

(12 分)

1. 画出立方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的原点和基矢 ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), 然后在晶胞中画出  $(1\ 2\ 3)$ 、 $(\bar{1}\ 2\ 3)$ 、 $(1\ 2\ \bar{3})$  和  $(1\ \bar{2}\ 3)$  晶面。

\*(每一个晶面单独画在一个晶胞中, 不要将不同的晶面画在同一晶胞中):

2. 画出六方晶体的单位晶胞, 并标出晶胞的基矢。然后在晶胞中画出  $(1\ \bar{2}\ 1\ \bar{2})$  晶面。

## 三、回答一下与凝固过程相关的问题:

(12 分)

- 1) 在某二元系 (若平衡分配系数  $k_0 < 1$ ) 的单相固溶体非平衡凝固过程中, 当  $K$  与什么参数相等时不会出现成分过冷? 说明其理由。
- 2) 当凝固过程中在液固相界面上出现边界层时, 是否肯定会出现成分过冷? 为什么?
- 3) 形成临界晶核后它长大的驱动力是什么? 长大速度对金属凝固后组织的影响规律是否与形核率对凝固组织的影响规律相同? 为什么?
- 4) 金属-金属型共晶在平衡凝固过程中, 决定共晶组织形貌的主要因素是什么?

① 体积分数  $< 27.6\%$  时, 棒状; 体积  $> 27.6\%$  时, 片状。② 界面能越小, 越易形成片状。

## 四、分析铁碳相图 (题四图), 回答以下问题:

(10 分)

- 1) 含碳量为 0.3% 的钢从 1600°C 高温平衡冷却时会发生什么样的两相和三相平衡反应? 写出相应的反应式。



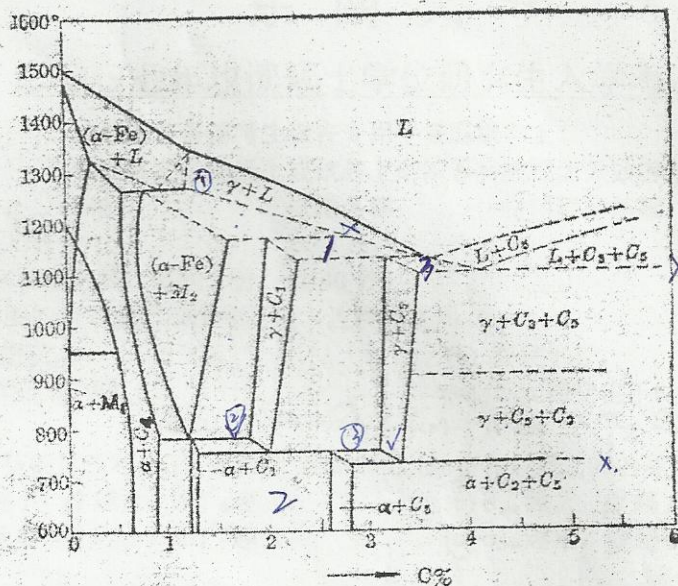




试题编号: 942

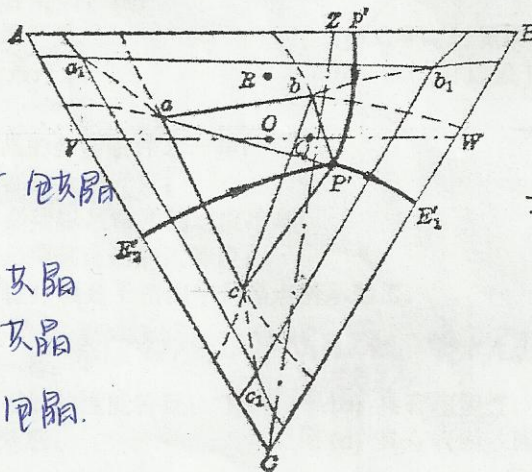
试题名称: 材料科学基础

(2) 用数字符号标出下列三相区: (1)  $L+C_1+\gamma$ ; (2)  $\alpha+C_1+C_2$ ; (3)  $L+C_2+\gamma$ .



题七图

八、在如图所示的投影图中发生了什么样的四相平衡反应和三相平衡反应? 写出相应的反应式 (6分)



题八图

九、什么是亚晶? 亚晶在显微结构上有何特点? 在你所学过的知识中, 哪些过程可能形成亚晶, 简要描述这些亚晶产生的过程。 (9分)

十、试分析在面心立方金属中 (点阵常数为  $a$ ), 下列位错反应能否进行, 并指出这些位错属于什么类型? 反应后生成的新位错能否在滑移面上运动: (8分)

$$\frac{a}{2}[101] + \frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}] \rightarrow \frac{a}{3}[111]$$

几何条件: 满足

$$\text{能量: } b_1^2 + b_2^2 = \frac{a^2}{4} \times 2 + \frac{a^2}{36} \times 6 = \frac{2}{3}a^2$$

$$\text{反应后 } b^2 = \frac{a^2}{9} \times 3 = \frac{1}{3}a^2$$

满足。

可以进行

全位错, 肖克利不全位错, 弗伦克尔不全位错



