

## 历年真题试卷

### 厦门大学 2007 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：829

科目名称：材料科学基础

招生专业：材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程（专业学位）、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程，能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程（专业学位），萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知：答案必须使用墨（蓝）色墨水（圆珠）笔；不得在试卷（草稿）纸上作答；凡未按规定作答不予评阅、判分。

#### 一、名词解释

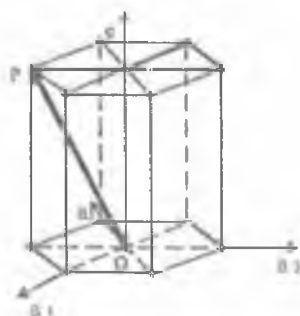
- (1) 空间点阵
- (2) 柏氏矢量
- (3) 成分过冷
- (4) 包晶反应

#### 二、铅是 fcc 结构，求：（2007）

- (1) 在 (111) 平面上， $1\text{cm}^2$  有多少原子？
- (2)  $1\text{cm}^3$  内有多少原子？
- （已知 Pb 的原子半径  $R=0.1750\text{nm}$ ）。

#### 三、晶面指数和晶向指数的标定。

- (1) 在立方晶体中绘出下列晶面及晶向： $(\bar{1}31)$ ,  $(201)$ ,  $[\bar{1}\bar{2}1]$ ,  $[312]$ ；
- (2) 在六方晶系中绘出下列晶面： $(\bar{2}110)$ ,  $(12\bar{3}2)$ ,  $(1101)$ ；
- (3) 求出图中所示晶向 (OP) 的晶向指数。



四、计算下列位错反应，并指出此反应能否进行，并解释理由。

$$(1) \frac{a}{2}[101] + \frac{a}{6}[121]$$

$$(2) \frac{a}{3}[211] + \frac{a}{6}[121]$$

判断下列位错反应能否进行，并解释理由。

$$(3) \frac{a}{2}[102] + \frac{a}{3}[211] \rightarrow \frac{5a}{6}[313]$$

$$(4) a[100] \rightarrow \frac{a}{2}[111] + \frac{a}{2}[111]$$

五、

设纯 A 和纯 B 组成扩散偶，扩散 1 小时后，标识面移动了  $3.5 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ，已知摩尔分数  $x_A = 0.478$  时， $\frac{\partial x}{\partial z} = 126 / \text{cm}$ （z 为扩散距离），互扩散系数  $\bar{D} = 1.43 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 / \text{s}$ 。试求纯 A 和纯 B 的本征扩散系数  $D_A$ ， $D_B$ 。

六、指出下列概念的错误，并改正。

(1) 所谓过冷度，是指结晶时，在冷却曲线上出现平台的温度与熔点之差；而动态过冷度是指结晶过程中，实际液体温度与熔点之差。

(2) 金属结晶时，原子从液相无序到固相有序排列，使体系熵值减小，因此是一个自发的过程。

(3) 所谓临界晶核，就是体系自由能的减少补偿表面自由能的增加时的晶胚大小。

(4) 从非均匀形核功的计算公式  $A_{\#} = A_{\text{均}} \left( \frac{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}{4} \right)$  中可以看出，当润湿角

$\theta = 0$  时，非均匀形核的形核功最大。

(5) 非均匀形核总是比均匀形核容易，因为前者是外加质点为结晶，不像后者那样形成界面，而引起自由能的增加。

(6) 无论温度分布如何，常用金属生长都是呈树枝状界面。

七、

试述孪晶与滑移的异同，比较它们在塑性变形过程中的作用。

八、根据下列条件画出一个二元系相图，并标出特征点的成分：

A 和 B 的熔点分别为  $900^\circ\text{C}$  和  $1100^\circ\text{C}$ ，质量分数  $w_B = 0.5$  的合金正好在  $600^\circ\text{C}$  完全凝固，它的平衡组织由 50% 的初晶  $\beta$  相和 50% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶体所组成。而质量分数  $w_B = 0.6$  的合金，在  $600^\circ\text{C}$  时的组织由 75% 的初晶  $\beta$  相和 25% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶体所组成，并且此合金的  $\beta$

相总量为 83.33%。在 300℃， $w_B=0.5$  的合金平衡组织为 50%的  $\beta$  相和 50%的  $\alpha$  相； $w_B=0.6$  的合金平衡组织为 61.11%的  $\beta$  相和 38.89%的  $\alpha$  相.此体系只有液相、 $\alpha$  相（富 A）和  $\beta$  相（富 B）组成。

## 九、

说明金属在冷变形、回复、再结晶及晶粒长大四个阶段晶体缺陷的行为与表现，并说明各阶段促使这些晶体缺陷运动的驱动力是什么。

## 十、

杠杆定律与重心法则有什么关系？在二元相图的分析中怎样运用杠杆定律和重心法则？

## 厦门大学 2008 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 829

科目名称: 材料科学基础

招生专业: 材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程(专业学位)、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程, 能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程(专业学位), 萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

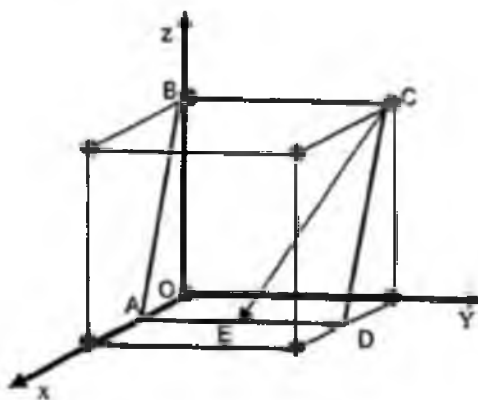
考生须知: 答案必须使用墨(蓝)色墨水(圆珠)笔; 不得在试卷(草稿)纸上作答; 凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、名词解释

- (1) 固溶体
- (2) 再结晶
- (3) 临界分切应力
- (4) 共析转变

### 二、

写出图中所示立方晶格中晶面 ABCD 和晶向 CE 的指数; 并在立方晶格中画出晶面 (111) 和该面上属于  $\langle 112 \rangle$  的三个晶向, 并标出具体指数。



三、判断下列位错反应能否进行, 并说明理由。

$$(1) \frac{a}{2} \begin{bmatrix} 101 \end{bmatrix} + \frac{a}{6} \begin{bmatrix} 121 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{a}{3} \begin{bmatrix} 111 \end{bmatrix}$$

$$(2) a[100] \rightarrow \frac{a}{2}[101] + \frac{a}{2}\left[\begin{matrix} 101 \\ \hline \end{matrix}\right]$$

$$(3) \frac{a}{3}[112] + \frac{a}{2}[111] \rightarrow \frac{a}{6}\left[\begin{matrix} 111 \\ \hline \end{matrix}\right]$$

$$(4) a[100] \rightarrow \frac{a}{2}\left[\begin{matrix} 111 \\ \hline \end{matrix}\right] + \frac{a}{2}\left[\begin{matrix} 111 \\ \hline \end{matrix}\right]$$

#### 四、

纯铝晶体为面心立方点阵，已知铝的相对原子质量为  $Ar(Al) = 26.97$ ，原子半径  $r = 0.143\text{nm}$ ，求铝晶体的密度。（阿伏伽德罗常数  $6.023 \times 10^{23}$ ）

#### 五、

简述菲克第一定律和第二定律的含义，写出其表达式，并标明其字母的物理含义。

#### 六、

铸锭的一般组织可分为哪几个区域？写出其名称，并简述影响铸锭结晶组织的因素。

#### 七、根据下列条件画出一个二元系相图

A 和 B 的熔点分别是  $1000^\circ\text{C}$  和  $700^\circ\text{C}$ ，含  $w_B = 0.25$  的合金正好在  $500^\circ\text{C}$  完全凝固，它的平衡组织由 73.3% 的先共晶  $\alpha$  和 26.7% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶组成。而  $w_B = 0.5$  的合金在  $500^\circ\text{C}$  时的组织由 40% 的先共晶  $\alpha$  和 60% 的  $(\alpha + \beta)$  共晶组成，并且此合金的  $\alpha$  总量为 50%。

#### 八、判断正误，并改正其中错误。

- (1) 由凝固理论可知，细化晶粒的途径是提高形核率，降低长大速度。
- (2) 渗碳处理常常在钢的奥氏体区域进行，这是因为碳在奥氏体中的浓度梯度比在铁素体中的大。
- (3) 固态金属中原子扩散的驱动力是浓度梯度。
- (4) 无论温度分布如何，常用金属生长都是呈树枝状界面。
- (5) 柏氏矢量与所作的柏氏回路的途径无关。
- (6) 再结晶是形核长大的过程，所以也是一个相变过程。

#### 九、

根据所学知识，试论述金属材料、陶瓷材料的主要性能特点，并举例几种它们的制备方法。

十、在以下两小题中选答一题。

(1) 试用位错理论解释低碳钢的屈服现象。

(2) 讨论形成晶相和玻璃相的条件，指出为什么大多数陶瓷材料可以结晶，形成玻璃相也是常见的，而金属则很容易进行结晶，但很难形成玻璃相？

## 厦门大学 2009 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 829

科目名称: 材料科学基础

招生专业: 材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程(专业学位)、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程, 能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程(专业学位), 萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知: 答案必须使用墨(蓝)色墨水(圆珠)笔; 不得在试卷(草稿)纸上作答; 凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、名词解释

- (1) 配位数
- (2) 空间点阵
- (3) 位错攀移
- (4) 二次再结晶

### 二、

作图表示立方晶体的 $\{123\}$ ,  $\{012\}$ 晶面及 $[102]$ ,  $[211]$ 晶向。作图表示六方晶体 $(11\bar{2}0)$ 晶面。

### 三、判断下列位错反应能否进行, 并说明理由。

- (1)  $\frac{a}{2}[111] + \frac{a}{2}[111] \rightarrow a[001]$
- (2)  $\frac{a}{2}[110] \rightarrow \frac{a}{6}[121] + \frac{a}{6}[211]$
- (3)  $\frac{a}{3}[112] + \frac{a}{6}[111] \rightarrow \frac{a}{2}[111]$

### 四、固体钽(Ta)是立方体结构, 计算:

- (1)  $1\text{mm}^3$ 中有多少原子?
  - (2) 求其原子的堆积密度为多少?
  - (3) 该元素是体心立方还是面心立方结构, 为什么?
- (原子序数为 73; 相对原子质量为 180.95; 原子半径为 0.1429nm; 密度为  $16.6\text{mg/mm}^3$ ;

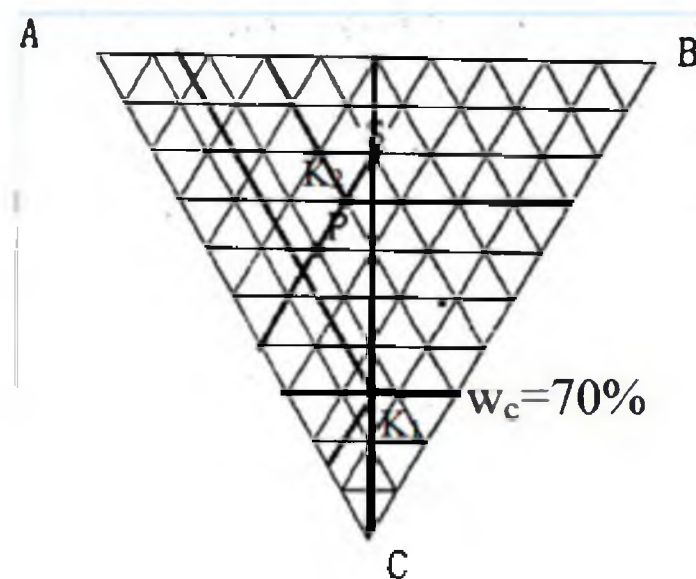
阿伏伽德罗常数  $N_A = 6.023 \times 10^{23}$  )

## 五、判断正误，并改正其中错误

- (1) FCC 中的八面体间隙比 BCC 中的大，故 FCC 中的原子排列比较松散。
- (2) 在任何温度下，液相中出现的最大结构起伏都是晶核。
- (3) 液态纯金属中加入形核剂，其生长形态总是呈树枝状。
- (4) 金属结晶时，晶体长大所需要的动态过冷度有时还比形核所需要的临界过冷度大。

## 六、在三元相图中。

- (1) 确定组元 C 为 70%，而 A 和 B 组元浓度比等于 S 成分的合金成分。
- (2) 确定用 10 公斤 P 成分合金与 10 公斤 S 成分合金熔化混合的合金成分，写出作图步骤。



## 七、

铜单晶其外表面平行于  $\{001\}$ ，若施加拉力，力轴方向为  $[001]$ 。测得  $\tau_c$  为 0.7Mpa，求多大应力下材料能屈服？

## 八、

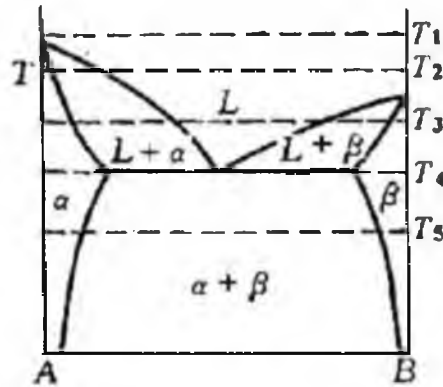
试用位错理论解释低碳钢的屈服现象。举例说明吕德斯带对工业生产的影响及解决办法。

## 九、

奥氏体不锈钢能否通过热处理来强化？为什么？生产中用什么方法使其强化？

十、

已知二元共晶相图如下，请示意地画出各个温度 ( $T_1$ 、 $T_2$ 、 $\cdots$ 、 $T_5$ ) 下的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $L$  相的自由能-成分曲线，并作相应的标示。



十一、在以下两小题中选答一题。

- (1) 简要说明提高一种陶瓷材料韧性的方法及原理。
- (2) 三元相图的垂直截面与二元相图有何不同？为什么杠杆定律可以应用于二元相图而不能应用于三元相图的垂直截面？

十二、在以下两小题中选答一题

- (1) 简要说明陶瓷的两种主要加工成型方法及工艺过程。
- (2) 列举几种金属材料的晶体结构和显微组织的表征方法，分别指出这些方法的优缺点。

## 厦门大学 2010 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：829

科目名称：材料科学基础

招生专业：材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程（专业学位）、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程，能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程（专业学位），萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知：答案必须使用墨（蓝）色墨水（圆珠）笔；不得在试卷（草稿）纸上作答；凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、填空题

- (1) 材料科学是研究材料成分、组织结构、\_\_\_\_\_与材料性能及应用之间相互关系的科学。
- (2) 原子的结合键有：离子键、\_\_\_\_\_、金属键、氢键和范德华力。
- (3) 七大晶系为单斜、三斜、正交、六方、\_\_\_\_\_、四方、立方。
- (4) 晶体缺陷包括点缺陷，\_\_\_\_\_和面缺陷三种。
- (5) 非晶体中的原子排列是近程有序，\_\_\_\_\_。

### 二、简答题

- (1) 立方晶系中 $\langle 111 \rangle$ 晶向族分别包含哪些晶向？
- (2) 画出 $[110]$ 晶向与 $[121]$ 晶向，并计算两者之间的夹角是多少？

### 三、简答题

完成以下位错反应：

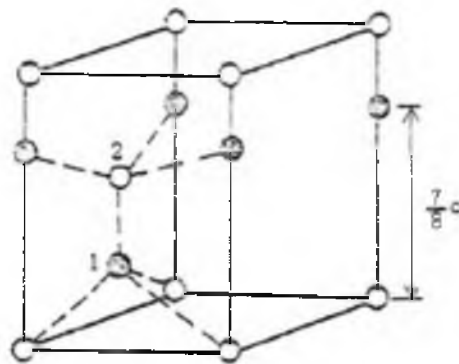
$$\frac{a}{2}[110] \rightarrow \frac{a}{6}[121] + ?$$

，并依此为例说明位错反应要满足什么条件才能进行。

### 四、根据图中六方 ZnS 的晶体结构，计算六方 ZnS 的理论密度。

(Zn 原子序数为 30, 相对原子质量为 65.38; S 的原子序数为 16, 相对原子质量为 32.06;

六方 ZnS 的晶格常数为： $a=3.77 \text{ \AA}$ ， $c=6.188 \text{ \AA}$ ；阿伏伽德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ )



晶胞中 1 号  $Zn^{2+}$  的坐标为  $(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{3}{8})$ , 2 号  $S^{2-}$  的坐标为  $(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2})$

## 五、判断正误，并改正其中错误。

- (1) 在固体中，物质的迁移可通过对流和扩散两种。
- (2) 同一晶面族的晶面间距和晶面上的原子分布完全相同，晶面的空间位向相同。
- (3) 大多数盐类、碱类和金属氧化物主要以离子键的方式结合。
- (4) 上坡扩散的驱动力是化学浓度差。

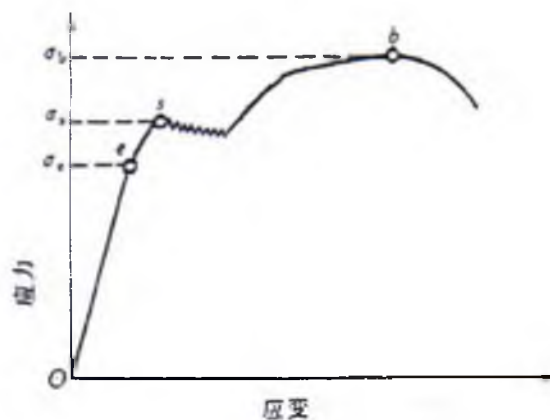
## 六、

合金凝固时发生过冷的原因是什么？请画出成分过冷的温度分布示意图。

## 七、

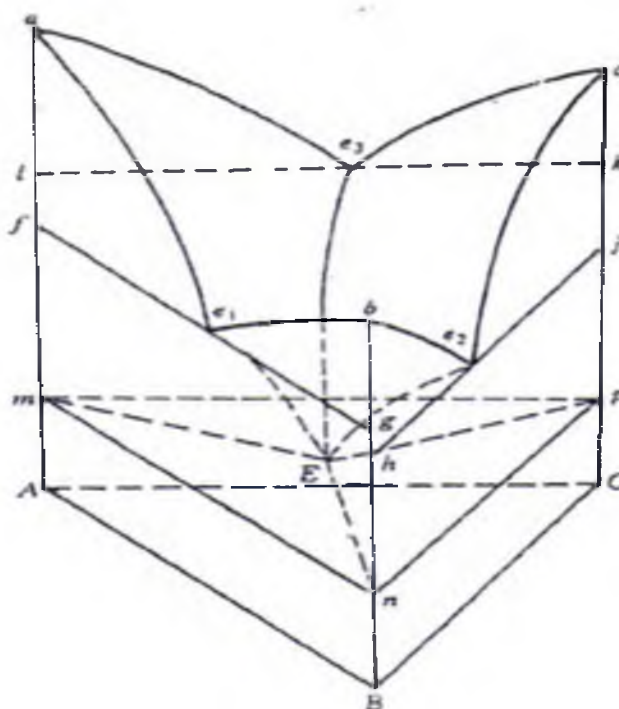
图为一个典型的材料的拉伸应力-应变曲线图，请写出  $\sigma_e$ ,  $\sigma_s$ ,  $\sigma_b$  的含义。并解释为

什么在  $\sigma_s$  附近，应力会发生多次微小的波动？



八、

固相互不溶解的三元共晶体系相图如下图所示，请画出处于  $e_1 < T < e_3$  温度  $T$  下的水平截面图，并标出该水平截面图中，每个区分别是哪几相共存？

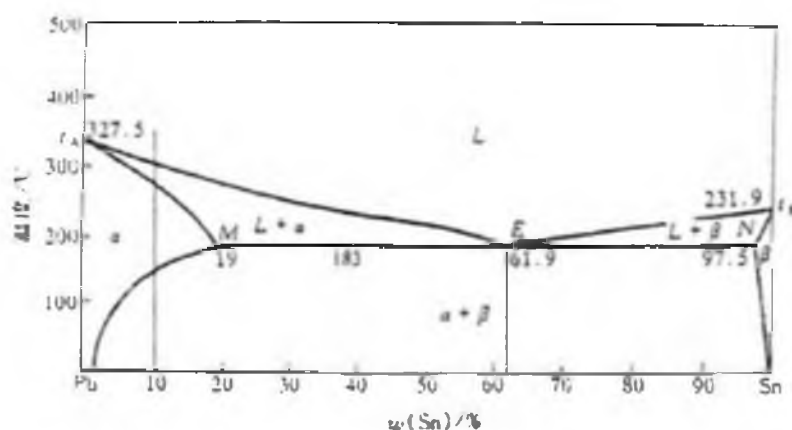


九、

一个半径为  $r$  长度为  $l$  的纯铁空心管在高温下进行渗碳，经过一段时间以后，筒壁各点的浓度不再发生变化，满足稳态扩散条件，单位时间内通过管壁的碳量为  $q/t$ 。若扩散系数  $D$  不随成分而变，根据菲克第一定律，写出碳浓度随着厚度的变化关系式。

十、

根据以下 Pb-Sn 相图，



(1) 根据相律，在以上相图中，共晶温度  $183^\circ\text{C}$  时最多能够有几个相共存，分别是哪几个？

(2) 100g 含 10%Sn 的 Pb-Sn 合金从 400℃缓慢冷却到液相完全凝固时, 合金中含有多少重量的共晶组织? 100g 含 30%Sn 的 Pb-Sn 合金从 400℃缓慢冷却到液相完全凝固时, 合金中含有多少重量的共晶组织?

十一、

亚正规溶体模型中, 固溶体的自由能可以写成:

$$G = x_A \mu_A^\circ + x_B \mu_B^\circ + \Omega x_A x_B + RT(x_A \ln x_A + x_B \ln x_B),$$

其中  $x_A$  和  $x_B$  分别表示 A, B 组元的摩尔分数,  $\mu_A^\circ$  和  $\mu_B^\circ$  分别表示 A, B 组元在 T(K) 温度时的摩尔自由能。  $\Omega$  为相互作用参数。

(1) 分别写出混合熵、混合焓的表达式。

(2) 当相互作用参数  $\Omega > 0$ ,  $\Omega = 0$ ,  $\Omega < 0$  时, 请画图示意自由能-成分曲线的形状有什么不同?

## 厦门大学 2011 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：829

科目名称：材料科学基础

招生专业：材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程（专业学位）、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程，能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程（专业学位），萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知：答案必须使用墨（蓝）色墨水（圆珠）笔；不得在试卷（草稿）纸上作答；凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、名词解释

- (1) 孪晶
- (2) 布拉格定律
- (3) 晶带定律（晶带方程）

### 二、

原子间的结合键共有几种？各自的特点如何？

### 三、

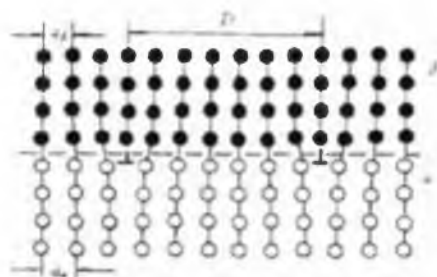
为什么密排六方结构不能称作为一种空间点阵？

### 四、石英（ $\text{SiO}_2$ ）的比重为 2.65。请计算下列问题。

- (1)  $1\text{m}^3$  石英中分别有多少个硅原子与氧原子？
- (2) 当硅与氧的半径分别为 0.038nm 与 0.114nm 时，其堆积密度为多少（假设原子时球形的）？

### 五、

如图，在界面处如果两种晶格的原子间距差别较大，则两相原子在界面处只能部分吻合，每隔一定的距离  $D$  由一个位错来松弛晶格失配产生的应力，形成半共格界面。已知两种晶格的原子间距分别为  $\hat{c}_\alpha$  和  $\hat{c}_\beta$ ，请计算位错的距离  $D$  为多少？该位错为哪种类型的位错？



六、

为研究稳态条件下间隙原子在面心立方金属中的扩散情况，设计了如下实验：厚 0.25mm 的金属薄膜（面积 1000mm<sup>2</sup>）的一端（A 端）在对应温度下始终保持间隙原子的饱和溶解度，另一端（B 端）为间隙原子浓度为零。测得下列数据：

温度 (K)	薄膜的 A 端间隙原子的溶解度 (kg/m <sup>3</sup> )	间隙原子通过薄膜的速率 (g/s)
1223	14.4	0.0025
1136	19.6	0.0014

计算在这两个温度下的扩散系数和间隙原子在面心立方金属中扩散的激活能。

七、

六方晶系的滑移系通式是什么，FCC 晶体的滑移系是什么？从晶体滑移角度上分析，为什么 FCC 晶体的多晶体塑性变形能力通常比六方晶系的多晶体的变形能力大。

八、

什么叫临界晶核？它的物理意义及与过冷度的定量关系如何？

九、试画出下列 2 张二元系统的草图：

- (1) 一种物质的熔点（或凝固点）随着另一种物质（杂质）的加入而降低；
- (2) 一种物质的熔点（或凝固点）随着另一种物质（杂质）的加入而升高。

十、

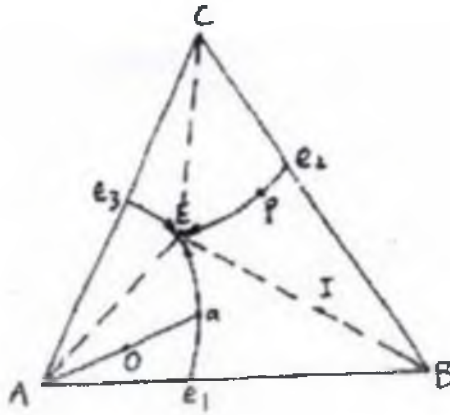
在室温（20℃）下对铅板进行轧制，请问这个加工过程是冷加工还是热加工，为什么？（铅的熔点是 327.50℃）

十一、

某三元合金 K（含 A、B、C 组元）在温度为  $t_1$  时分解为纯组元 B 和液相，两个相的相对重量为  $W_B/W_L=2$ ，液相中 B 的含量百分比为 40%。已知合金 K 中 A 组元和 C 组元的重量比是 3，试求合金 K 的成分。

十二、

如图三元相图，请说明 O 成分的合金从液相缓慢凝固到固相的组织形成顺序，假设冷却过程足够慢得到的是平衡组织。



### 十三、材料设计:

某种材料可以通过掺杂 Mo 来提高材料的硬度，由于国外专利垄断的原因，国内计划尝试寻找的掺杂以避开专利壁垒。请给出一些替代掺杂元素的方案，并给出方案的制定依据。

## 厦门大学 2012 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：829

科目名称：材料科学基础

招生专业：材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程（专业学位）、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程，能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程（专业学位），萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知：答案必须使用墨（蓝）色墨水（圆珠）笔；不得在试卷（草稿）纸上作答；凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、名词解释

- (1) 螺型位错
- (2) 共晶转变
- (3) 非均匀形核
- (4) 扩散激活能

### 二、

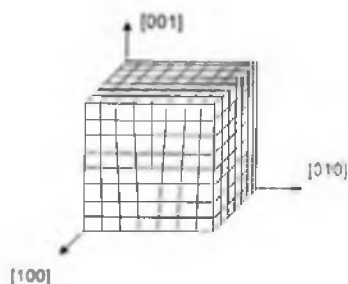
在立方晶系中，有一晶面在 X 轴的截距为 1，在 Z 轴的截距为  $1/2$ ，且平行于 y 轴。求此晶面指数，并画出此晶向。

### 三、

纯铁在  $912^{\circ}\text{C}$  存在  $\alpha\text{-Fe (bcc)} \xrightleftharpoons{912^{\circ}\text{C}} \gamma\text{-Fe (fcc)}$  的结构转变。假设原子的半径为  $R$ ，并且在转变过程中原子半径不变，请计算含  $N$  个铁原子的纯铁块体在这个转变过程中的体积变化。

### 四、

根据如下含位错的晶体的示意图，判断该位错是属于什么类型的位错？请写出位错的柏氏矢量。该晶体受到沿  $[010]$  方向的拉应力作用时，该位错将发生什么样的运动。



五、

有两种材料的扩散系数分别为  $D_1 = D_{10} \exp(-83700/RT)$  和  $D_2 = D_{20} \exp(-251000/RT)$ ，请计算当温度从 298K 升高到 873K 时，两种扩散系数的变化，并分析对不同激活能，温度对扩散系数的影响程度。

六、

将一根高碳钢长棒与纯铁棒对焊起来组成扩散偶，试分析在扩散偶中碳浓度分布随扩散时间的变化规律，并画出分布曲线的示意图。

七、

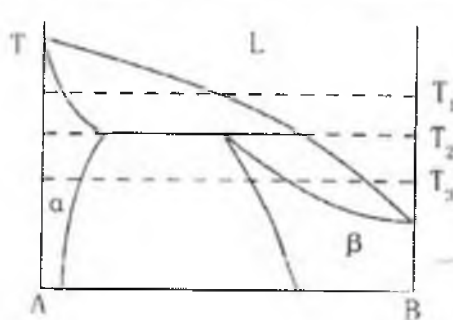
如果某晶体在 [010] 方向施加了 147MPa 应力后滑移系 (110) [111] 正好开始滑移，请问临界分切应力为多少？

八、

分析纯金属生长形态与温度梯度的关系。

九、

根据图中所示的包晶相图，分别画出  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  温度下的自由能-成分曲线。



十、

三元匀晶相图中，如果是一个两相区，根据相律，该相区的自由度是多少？如果一个合金成分位于该相区，如何知道两相的成分和含量？

十一、

某工厂用以冷拉钢丝绳将一大型钢件吊入热处理炉内，由于一时疏忽，未将钢丝绳取出，而是随同工件一起加热至 860℃（该温度高于钢丝绳的再结晶温度），保温时间到了，打开炉门，要吊出工件时，钢丝绳发生断裂，试分析原因。

十二、

(a) 已知液态纯镍在  $1.1013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 个大气压)，过冷度为 319℃ 时发生均匀形核。

设临界晶核半径为  $1\text{nm}$ 。纯镍的熔点为  $1726\text{K}$ ，熔化热  $\Delta H_m = 18075\text{J/mol}$ ，摩尔体积  $V_x = 6.6\text{cm}^3/\text{mol}$ ，计算纯镍的液-固界面能和临界形核功。

(b) 若要在  $1726\text{K}$  发生均匀形核，需将大气压增加到多少？已知凝固时体积变化  $\Delta V = -0.26\text{cm}^3/\text{mol}$  ( $1\text{J} = 9.87 \times 10^5\text{cm}^3\text{Pa}$ )。

## 厦门大学 2013 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 829

科目名称: 材料科学基础

招生专业: 材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程(专业学位)、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程, 能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程(专业学位), 萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知: 答案必须使用墨(蓝)色墨水(圆珠)笔; 不得在试卷(草稿)纸上作答; 凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 一、名词解释(共 15 分, 每小题 3 分)

1. 金属键
2. 置换式固溶体
3. 形变织构
4. 相律
5. 堆垛层错

### 二、作图(13 分)

在 FCC 晶格中画出 $[\bar{1}10]$ 、 $[\bar{2}11]$ 晶向和(110)、(111)晶面, 并分别画出这两个晶面上的原子排布, 并标出原子的间距。

### 三、作图(12 分)

画出共晶系、包晶系、共析系和包析系相图的示意图, 并写出相应的转变反应式。

### 四、判断题(共 15 分, 每小题 3 分)

判断下列说法是否正确, 并说明理由。

- 1、由凝固理论可知, 细化晶粒的途径是提高形核率, 降低长大速度。
- 2、固态金属中原子扩散的驱动力是浓度梯度。
- 3、柏氏矢量与所作的柏氏回路的途径无关。
- 4、动态再结晶仅发生在热变形状态, 因此, 室温下变形的金属不会发生动态再结晶。
- 5、晶粒正常长大是小晶粒吞食大晶粒, 反常长大是大晶粒吞食小晶粒。

### 五、简答题(10 分)

铸锭的一般组织可分为那几个区域? 写出其名称, 并简述影响铸锭结晶组织的因素。

## 六、分析讨论题（10 分）

请结合低碳钢的应力-应变曲（见图 1），用位错理论解释低碳钢屈服现象的物理本质。

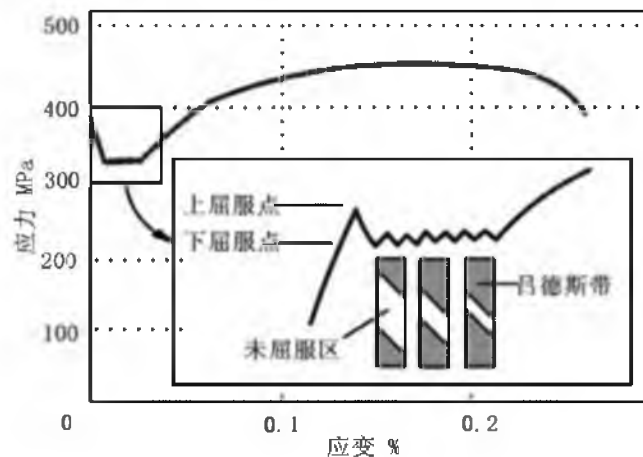


图 1

## 七、简答题（10 分）

三元相图的垂直截面与二元相图有何不同？为什么杠杆定律可以应用于二元相图，而不能应用于三元相图的垂直截面？

## 八、分析讨论题（10 分）

试述孪生与滑移的异同，比较它们在塑性变形过程中的作用。

## 九、分析讨论题（10 分）

若面心立方晶体中有  $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}01]$  的单位位错及  $\vec{b} = \frac{a}{6}[12\bar{1}]$  的不全位错，此二位错相遇产生位错反应。

- 1、此反应能否进行？为什么？
- 2、如果反应能够进行，请写出合成位错的柏氏矢量，并说明合成位错的类型。

## 十、计算（10 分）

设有一条内径为 30mm 的厚壁管道，被厚度为 0.1mm 的铁膜隔开。通过管子的一端向管内输入氮气，以保持膜片一侧氮气浓度为  $1200\text{mol/m}^3$ ，而另一侧的氮气浓度为  $100\text{mol/m}^3$ 。如在  $700^\circ\text{C}$  测得通过管道的氮气流量为  $2.8 \times 10^{-8}\text{mol/s}$ ，求此时氮气在铁中的扩散系数。

## 十一、分析讨论题（10 分）

为细化某纯铝件晶粒，拟采用两种工艺：（1）将其冷变形 5% 后，在  $650^\circ\text{C}$  退火 1 小时，结果晶粒并没有得到细化，反而粗化；（2）将其冷变形 80% 后，在  $650^\circ\text{C}$  退火 1 小时，结果

仍然得到粗大晶粒。试指出上述工艺不合理之处，并分析其原因，制定一种合理的晶粒细化工艺。

## 十二、计算（10分）

有一 bcc 晶体的 (110) [111] 滑移系的临界分切应力为 60MPa，试问在 [001] 和 [010] 方向必须施加多少的应力才会产生滑移？

## 十三、计算（15分）

图 2 为 A-B 合金相图，固态时 A 在 B 中的最大固溶度（质量分数）为  $w_B=0.30$ ，室温时为  $w_B=0.10$ ；但 B 在固态和室温时均不溶于 A。在 300℃ 时发生共晶反应

$L_{w_B=0.4} \rightarrow A + B_{w_A=0.7}$ 。请计算在  $w_A=0.20$ ， $w_A=0.45$ ， $w_A=0.8$  成分的合金在室温下组织组成物的相对量。

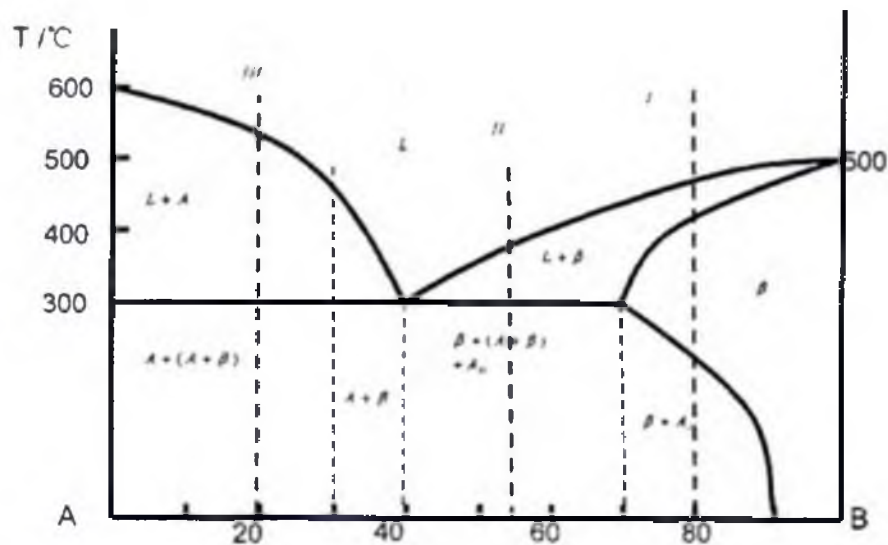


图 2

## 厦门大学 2014 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：829

科目名称：材料科学基础

招生专业：材料学院材料物理与化学、材料学、材料工程（专业学位）、材料加工工程、软物质与功能材料、生物医学工程，能源研究院核工程与材料、光伏工程、材料工程（专业学位），萨本栋微米纳米科学技术研究院光伏工程

考生须知：答案必须使用墨（蓝）色墨水（圆珠）笔；不得在试卷（草稿）纸上作答；凡未按规定作答不予评阅、判分。

### 1. 名词解释（15 分）

时效；成分过冷；位错；共析反应；空间点阵

### 2. 作图（10 分）

（1）写出图 1 中所示立方晶格中晶面 ABCD 和晶向 CE 的指数

（2）并在立方晶格中画出晶面  $(111)$  和该面上属于  $\langle 112 \rangle$  的三个晶向，并标出具体指数

数

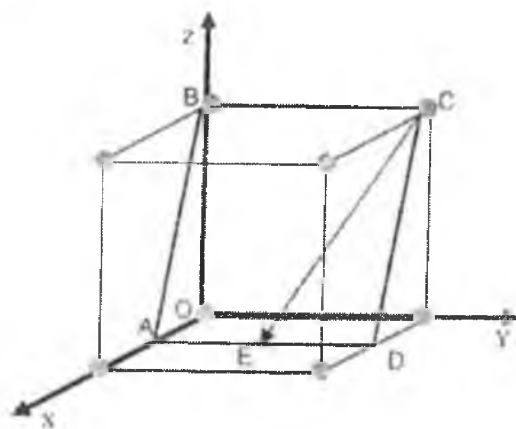


图 1

### 3. 判断题（12 分）

判断下列位错反应能否进行，并解释理由

$$(1) \frac{a}{2}[102] + \frac{a}{3}[2\bar{1}1] \rightarrow \frac{5a}{6}[3\bar{1}3];$$

$$(2) \ a[100] \rightarrow \frac{a}{2}[1\bar{1}1] + \frac{a}{2}[11\bar{1}];$$

$$(3) \ \frac{a}{2}[\bar{1}\bar{1}1] + \frac{a}{2}[111] \rightarrow a[001]。$$

4.简答题（10 分）

C 和 Fe 可以形成铁素体，也可以形成渗碳体（ $\text{Fe}_3\text{C}$ ）。两者在晶体结构、碳含量和物理性质方面有何不同？

5.简答题（10 分）

固态下无相变的金属及合金，如不重熔，能否改变其晶粒大小？用什么方法可以改变？

6.简答题（10 分）

简述柯肯达尔效应（如图 2 所示扩散偶，在 785℃ 进行扩散处理），并说明该现象产生的实质是什么？

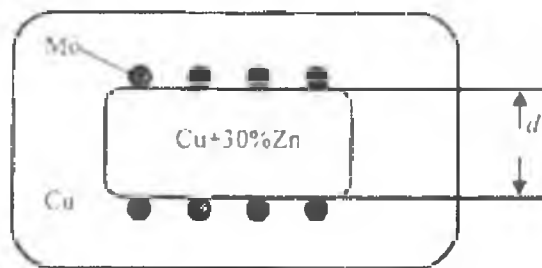


图 2 扩散偶示意图

7.分析论述题（10 分）

讨论形成晶相和玻璃相的条件，指出为什么大多数陶瓷材料可以结晶，也可以形成玻璃相，而金属大多数情况下很容易形成晶体，但很难形成玻璃相？

8.分析论述题（10 分）

杠杆定律与重心法则有什么关系？三元相图的分析中怎样用杠杆定律和重心法则。

9.分析论述题（10 分）

试分析二次再结晶过程对材料性能有何影响？工艺上如何防止或延缓二次再结晶的发生？

10.分析论述题（12 分）

试分析加工硬化、细晶强化、固溶强化和弥散强化在本质上的区别？

11.计算题（13 分）

固态钽（Ta）是立方体结构，计算

（1） $1\text{mm}^3$ 中有多少原子？

（2）求其原子的堆积密度是多少？

（3）该元素是体心立方还是面心立方结构，为什么？

（原子序数为 73；相对原子质量为 180.95；原子半径为  $0.1429\text{nm}$ ；密度为  $16.6\text{mg/mm}^3$ ）

12.计算题（13 分）

要想在  $800^\circ\text{C}$  下使通过箔的氢气通气量为  $2 \times 10^{-8}\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ，铁箔两侧氢浓度分别为  $3 \times 10^{-6}\text{mol/m}^3$  和  $8 \times 10^{-8}\text{mol/m}^3$ ，若  $D=2.2 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ ，试确定：

（1）所需浓度梯度 （2）所需铁箔厚度

13.根据图 3 所示的 A-B 二元合金相图，回答下列问题。（15 分）

（1）何谓共晶反应？写出该反应的表达式

（2）画出  $T_1$ ， $T_2$ ， $T_3$ ， $T_4$  温度时的自由能-成分曲线，并标出图 3 中 1~9 个成分点在自由能-成分曲线图中所对应的位置。

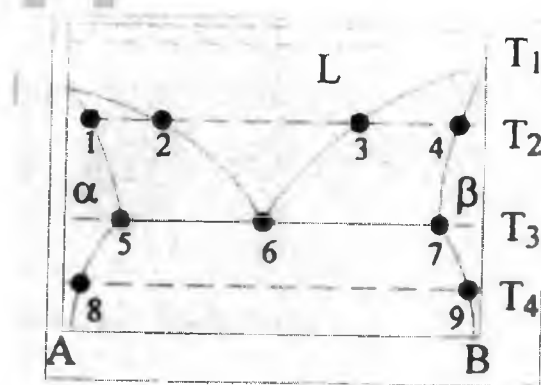


图 3 A-B 二元相图