

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

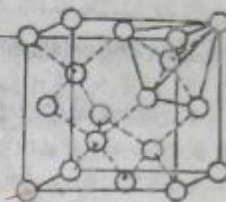
科目代码: 839 科目名称: 材料科学基础

一、(共 12 分) 回答以下问题:

(1) 分别在立方晶胞和六方晶胞中画出以下晶面和晶向: (4 分)

(121) (1 $\bar{1}$ 0) (10 $\bar{1}$ 0) (1 $\bar{2}$ 0)
[121] [1 $\bar{1}$ 0] [10 $\bar{1}$ 0] [1 $\bar{2}$ 13]

(2) 说明金刚石结构(如图所示)属于何种空间点阵? 已知金刚石晶胞中最近邻的原子间距为 0.1544nm, 试求金刚石的点阵常数 a 、配位数 CN 和致密度 K 。(8 分) P_{61}



二、(共 18 分) 回答以下问题:

(1) 什么是固溶体? 影响固溶体溶解度的因素有哪些? (10 分) $P_{27,28}$

(2) 什么是间隙相? 在晶体结构上具有哪些特征? (4 分) $P_{43,44}$

(3) 在离子晶体中正离子的配位数取决于什么? 组成硅酸盐结构的基本单元是什么? (4 分) $P_{57,58}$

三、(共 20 分) 回答以下问题:

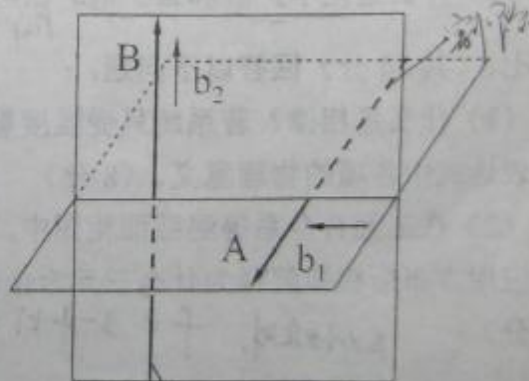
(1) 为什么晶体中的点缺陷在一定温度下具有一定的平衡浓度? (4 分) P_{74}

(2) 什么是相界面? 按结构特点, 相界面可分为哪几种类型? (5 分) P_{116}

(3) 面心立方晶体中有一个单位位错, 柏氏矢量为 $\vec{b} = \frac{a}{2}[01\bar{1}]$, 位错线方向为 $[211]$ 。请指出此位错的性质和位错的滑移面。若此位错在滑移面上分解为两个肖克莱不全位错, 请写出分解后两 $\frac{a}{6}[11\bar{2}], \frac{a}{6}[\bar{1}21]$

个肖克莱不全位错的柏氏矢量。(6 分)

(4) 如右图所示, 在两个相互垂直的滑移面上, 各有位错 A 和 B, 位错 A 向左作滑移运动与位错 B 相互交割, 请画出两个位错交割后的示意图。如果两位错交割后各自形成一段曲折, 请指出所形成的曲折是割阶还是扭折? (5 分) P_{86}



★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 839 科目名称: 材料科学基础

四、(共 12 分) 回答以下问题:

(1) 对于共价键和金属键材料, 在相同外加应力条件下, 哪一种材料产生的弹性变形较小, 为什么? (4 分) P_{153}

(2) 弹性模量的大小代表了结构材料抵抗外力作用产生弹性变形的能力。对于多晶材料, 能否通过改变金属晶粒尺寸来明显改变材料弹性模量? 为什么? 能否通过改变温度而明显改变金属的弹性模量? 为什么? (8 分)

五、(共 24 分) 回答以下问题:

(1) 为什么在室温下, 具有面心立方晶体结构的铝合金容易塑性加工成型, 而具有密排六方晶体结构的镁合金则较难塑性加工成型? (4 分) P_{159}

(2) 塑性变形加工往往使金属材料产生各向异性。请指出塑性变形加工使金属材料产生各向异性的两个原因。(4 分) 纤维组织, 亚结构

(3) 经过塑性变形加工后金属材料内部将会产生哪几类残余内应力? 这些残余内应力各自产生的原因是什么? (12 分) P_{179}

(4) 什么是金属的再结晶? 使变形金属发生再结晶的驱动力是什么? (4 分) P_{182}

六、(共 14 分) 回答以下问题:

(1) 对于间隙型扩散和置换型扩散, 哪种类型的扩散更难进行, 为什么? (4 分) $P_{135, 136}$

(2) 什么是稳态扩散和非稳态扩散? 菲克第一定律适用于描述哪一种扩散? (6 分) P_{119}

(3) 什么是化学扩散和自扩散? (4 分) P_{121}

七、(共 14 分) 回答以下问题:

(1) 什么是相律? 若系统只受温度影响, 请写出吉布斯相律表达式, 并指出表达式中各项的物理意义。(8 分) $f = C - P + 1$ $P_{200} (P_{197})$

(2) 在三元合金系等温截面相图中, 三相平衡共存的相区具有什么形状? 请应用吉布斯相律解释为什么三元合金的四相平衡反应一定在恒温下进行? (6 分) 共轭三角形 P_{209}
压力恒定时, $f = 3 - 4 + 1 = 0$ (P_{206})

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上，在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

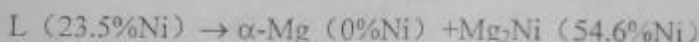
2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 839 科目名称: 材料科学基础

八、(共 12 分) 回答以下问题:

(1) 共晶成分的铁碳二元合金在室温下的平衡相组成物和平衡组织组成物分别是什么? (8 分) (P_{183}) $\alpha + Fe_3C$ L_d

(2) Mg-Ni 合金二元共晶反应为:



设有成分为 C_1 的亚共晶合金和成分为 C_2 的过共晶合金, 这两种合金的先共晶相的质量分数相同, 但 C_1 合金中 $\alpha-Mg$ 的质量分数是 C_2 合金中 $\alpha-Mg$ 的质量分数的 2.5 倍, 求两种合金的具体成分。(4 分)

九、(共 24 分) 回答下列问题:

(1) 什么是均匀形核和非均匀形核? 为什么在相同过冷度下非均匀形核比均匀形核容易。(8 分) P_{205} $P_{208}, (P_{237})$

★ (2) 为什么固溶体合金凝固时在正的温度梯度下也会出现树枝状长大? (4 分) $P_{208} (P_{237})$

(3) 当下列参数条件变化时, 成份过冷程度如何变化? 合金固溶体倾向于以哪种方式长大? (9 分) P_{211}

A. 温度梯度增大; B. 冷却速度增大; C. 合金扩散系数增大。

★ (4) 为什么通常选择具有共晶成分的合金作为铸造合金? (3 分)

$$\frac{G}{R} < \frac{mc}{D} \frac{1-k}{k} \quad (P_{172})$$

★ 答卷须知
试题答案必须书
写在答题纸上,在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

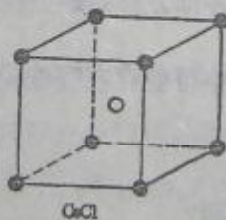
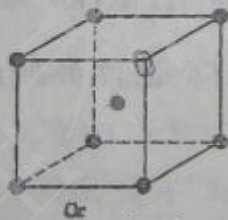
一、名词解释 (共 15 分, 每题 3 分)

1. 反应扩散
2. 临界分切应力
3. 再结晶温度
4. 伪共晶
5. 非均匀形核

二、回答下列有关晶体结构的问题 (共 30 分)

1. (6 分) 在立方晶胞中画出 (111) $(\bar{1}\bar{2}1)$ $[111]$ $[\bar{1}21]$ 晶面和晶向; 在六方晶胞中画出 $(1\bar{2}11)$ $[\bar{1}211]$ 晶面和晶向。

2. (12 分) 什么是空间点阵与晶体结构? 对于同一种空间点阵, 晶体结构是否唯一, 为什么? 请指出下图中 Cr 和 CsCl 的晶体结构各属于哪种空间点阵, 并说明理由。



3. (6 分) 已知 α -Fe (体心立方) 和 Cu (面心立方) 的原子直径分别为 2.54\AA 和 2.55\AA , 分别求出 α -Fe 和 Cu 的晶格常数。

4. (6 分) 密排六方和面心立方结构在下述三个方面有何异同?

(1) 致密度和配位数;

★ 答卷须知
试题答案必须书
写在答题纸上,在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

(2) 当原子尺寸相同时, 间隙的类型和大小;

(3) 原子最密排面的堆垛方式。

三、回答下列问题 (共 12 分, 每题 4 分)

1. 什么是间隙固溶体和间隙化合物? 两者的结构有何不同?
2. 构成硅酸盐的基本结构单元是什么? 何谓硅酸盐孤岛结构?
3. 什么是空位平衡浓度? 为什么说空位是一种热力学上平衡的缺陷?

四、回答下列问题 (共 12 分, 每题 3 分)

1. 一根具有柏氏矢量为 b 的位错滑移运动过的区域内, 滑移面上下两部分晶体产生多大的相对滑移?
2. 一根位错环能否各部分都是螺型位错或都是刃型位错? 请说明之。
3. 在面心立方晶体中可能存在哪些类型的不全位错? 并给出其柏氏矢量的表达式。
4. 什么是共格相界面?

五、回答下列有关晶体中原子扩散的问题 (共 20 分, 每题 5 分)

1. “升高温度将加快原子的扩散, 其原因主要是温度的升高降低了扩散激活能。” 试问此判断正确与否, 为什么?
2. 常通过向钢的表层渗入某些原子来改善钢的表面性能, 试问若分别向钢的表层渗入碳原子和铬原子, 在相同的施渗工艺下, 哪一种原子的渗入深度更大,

★ 答卷须知
试题答案必须书
写在答题纸上,在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

为什么?

3. 试问金属原子在金属中扩散和金属离子在离子晶体中扩散,哪一种扩散更困难,为什么?

4. 现有两块化学成分相同的固溶体合金,一块未经塑性变形,一块经过了冷塑性变形。试问溶质原子在那一块合金中的扩散更为容易,为什么?

六、回答下列有关金属材料塑性变形的问题(共 18 分)

1. (8 分) 在固溶体中的刃型位错附近,间隙原子和尺寸比溶剂原子小的置换型溶质原子将趋向于如何分布,为什么?这种分布对位错的运动有何影响,为什么?

2. (5 分) 为什么金属材料经过大塑性变形量变形后会形成组织,变形组织的形成对金属材料的力学性能有何影响?

3. (5 分) “由于冷变形金属在加热发生再结晶时,其中的变形晶粒将被通过形核和长大而形成的无畸变等轴晶粒完全替代,因此,冷变形所形成的变形组织将消失。再结晶后,金属中将必然不再会有组织。”试问此说法正确与否,为什么?

七、回答下列有关材料凝固的问题(共 28 分)

1. (12 分) 已知材料凝固时为均匀形核,其单位体积吉布斯自由能为 ΔG_v , 单位面积界面能为 σ , 体系总自由能变化为 $\Delta G = V \cdot \Delta G_v + A \cdot \sigma$, 假设形成的晶胚为边长为 a 的立方体。求:

(1) 临界晶核边长 a^* ;

★ 答卷须知
试题答案必须书写在答题纸上,在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

(2) 临界形核功 ΔG^* ;

(3) 临界形核功 ΔG^* 与界面能 σ 的关系。

2. (8 分) 典型铸锭组织由哪几个晶区组成? 同一合金在其他条件相同情况下, 提高浇铸温度对各晶区分布有什么影响?

3. (8 分) 为什么固溶体凝固过程中, 在正的温度梯度条件下可以呈现树枝状长大, 而纯金属却不能? 如果其他条件不变, 当温度梯度逐渐增大时, 该固溶体的长大方式将有什么样的变化?

八、回答下列问题 (共 15 分)

1. (9 分) 在共析温度 Fe-C 合金中碳在铁素体的最大固溶度为 0.02wt%, Fe-C 合金共析点含碳量为 0.77wt%。现有某 Fe-C 合金平衡冷却, 在共析转变刚结束时, 观察到其显微组织中含有珠光体和铁素体各一半。求:

(1) 该合金中含碳量;

(2) 将该合金重新加热到 730℃ 将得到什么平衡相?

(3) 将该合金重新加热到 950℃ 又将得到什么平衡相?

2. (6 分) 由 A、B 组元组成甲、乙两种合金, 其中甲合金成分为共晶成分, 乙合金成分远离共晶成分, 这两种合金铸造成型时, (1) 哪种合金的流动性好, 为什么? (2) 哪种合金得到的组织更加致密, 为什么?

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

一、(21 分, 每题 3 分) 名词解释

上坡扩散

非均匀形核

晶带定理

配位数

相律

交滑移

空间点阵

二、(40 分) 回答下列问题

1. (4 分) 什么是晶体的多晶型性? 纯铁由室温升温至熔点时发生哪些结构变化?

$\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \delta$

体心立方

面心立方

2. (5 分) 为什么低碳钢在拉伸时表现出上下屈服点, 而纯金属却没有?

P_{171}

3. (5 分) 什么是晶体缺陷? 按照晶体缺陷的几何组态, 晶体缺陷可分为哪几类?

P_{172}

4. (5 分) 合金中有哪几类相界面? 各具有什么结构特征?

P_{116}

5. (5 分) 在 850°C 下铁中的空位数是在 20°C 下铁中空位数目的多少倍? (设铁中形成 1 摩尔空位所需的能量为 104600J, 气体常数 $R=8.31\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

$C=A \exp(-Q/RT)$

P_{174}

6. (8 分) 什么是小角度晶界? 有哪几类小角度晶界? 各具有什么特征?

P_{111}

7. (8 分) 在铁的晶体中固溶有碳原子和镍原子, 问在同一温度下, 碳原子和镍原子各以什么机制进行扩散, 为什么? 其中哪一种原子具有更大的扩散系数, 为什么?

空位

P_{31}

P_{36}

三、(15 分, 每题 5 分) 判断下列说法是否正确, 并说明理由。

1. 共价键和离子键的作用力比金属键强, 因此共价键和离子键形成晶体的

北理考研论坛 MSE

★ 答卷须知
试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

共价键 > 金属键 > 分子键

弹性模量、熔点、密度等性能指标均高于金属键晶体。

P4 (P25)

原子排列密度

2. 立方晶体中, 若晶面指数数值越小, 其面间距越大, 并且其阵点密度越

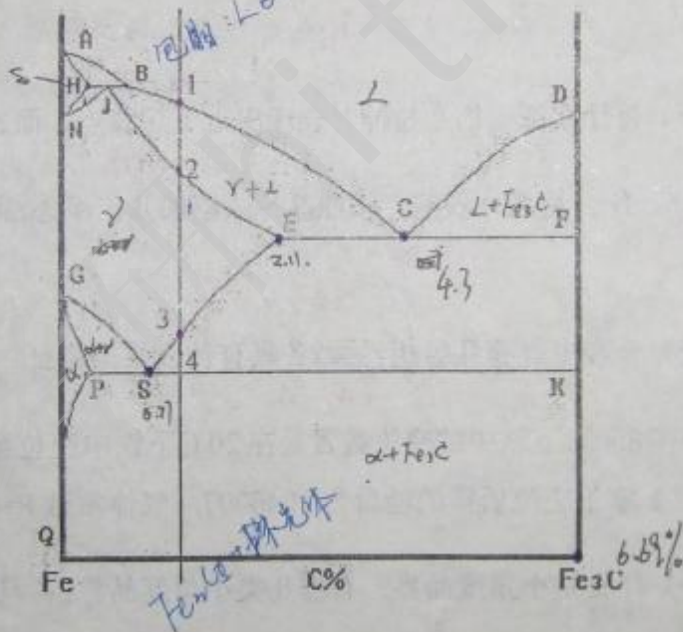
大。

P23

3. 金属晶体中, 密排六方晶体比面心立方晶体的塑性好, 更适宜塑性加工。

P38

四、(22 分) 下图为 Fe-Fe₃C 相图, 回答下列问题:



1. (7 分) 在 Fe-Fe₃C 相图中填写相区, 在相图中标出共晶点、共析点和 Fe₃C 的成分。

2. (9 分) 写出所有水平线反应式, 并指出在水平线温度所发生的反应类型和反应产物的名称。

3. (6 分) 分析含碳量为 1.2wt% 的合金由液态到室温的结晶过程, 指出

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上。在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

其室温下平衡组织组成物, 并计算组织组成物的相对量。

五、(15 分) 假设某一 FCC 晶体中在 (111) 晶面上有一个 $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}01]$ 的单位位错。

(1) (3 分) 请用晶向指数表示该位错分别为纯刃型位错和纯螺型位错时位错线的方向。

2. (4 分) 若该位错在 (111) 晶面上分解为扩展位错, 请指出分解后两个肖克莱不全位错的柏氏矢量。

3. (8 分) 假设作用在 (111) 面的 $[\bar{1}01]$ 方向上的切应力为 700kPa, 如果这个应力作用在: (a) $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}01]$ 的刃位错上; (b) $\vec{b} = \frac{a}{2}[\bar{1}01]$ 的螺位错上, 求两种位错的单位位错线受力大小以及位错受力后运动的方向 (晶格常数 $a=0.35\text{nm}$)。

六、(15 分, 每题 5 分) 有两块相同成分的固溶体合金, 其区别仅为一块晶粒较粗大, 另一块晶粒较细小。试回答下列问题:

1. 哪块合金的塑性更好, 为什么?
2. 在冷塑性变形量相同的情况下, 哪一块合金变形所消耗的变形功更大, 为什么?
3. 当加热这两块经冷塑性变形的合金时, 哪一块合金更易发生再结晶, 为什么?

★ 答卷须知
试题答案必须书写在答题纸上,在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

什么?

七、(12 分, 每题 6 分) 纯金属和固溶体合金凝固时: P215, P211

1. 在正的温度梯度下凝固时, 可能以什么方式生长, 为什么?
纯: 平面状
固溶体: 平面状、胞状
2. 在负的温度梯度下凝固时, 可能以什么方式生长, 为什么?
纯: 树枝状
固: 树枝状

八、(10 分, 每题 5 分) A、B 两组元可以形成共晶合金, 回答下列问题:

1. 现有一合金样品 (其成分未知), 观察其室温显微组织为 100% 的共晶组织, 是否可据此认为该样品成分一定为共晶成分, 为什么? P233

2. 对在平衡凝固时不发生共晶转变的某成分该合金, 在其非平衡凝固时是否有可能得到含有共晶体的室温组织, 为什么? P240

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上。在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

一、(20 分) 解释下列名词:

晶面族

间隙固溶体

电子化合物

肖脱基空位

施密特因子

二、(24 分) 回答以下问题:

1. (6 分) 为什么固溶体合金在正的温度梯度下凝固时可呈树枝状方式长大?
2. (6 分) 纯金属结晶时, 为什么只有那些尺寸大于临界半径的晶胚才能成为稳定的晶核而继续长大?
3. (6 分) 什么是均匀形核和非均匀形核结晶, 它们的形核功有何不同?
4. (6 分) 什么是伪共晶? 在什么情况下合金易形成这种组织?

三、(26 分) 回答以下问题:

1. (6 分) 什么是滑移系? 请指出体心立方、面心立方和密排六方晶体结构的滑移系。
2. (8 分) 什么是 Cottrell 气团? 它与低碳钢拉伸曲线上出现的上下屈服点有

★ 答卷须知
试题答案必须书
写在答题纸上。在
试题和草稿纸上
答题无效。

北京理工大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

什么关系?

3. (4 分) 什么是加工硬化? 它可以通过何种热处理工艺予以消除?

4. (8 分) 冷变形金属在加热过程将经历哪三个阶段? 在这三个阶段, 金属内部的组织和性能将发生什么变化?

四、(28 分) 试回答下列问题:

1. (8 分) 金属元素间形成的中间相 (也称中间相或金属间化合物) 的硬度、熔点较其金属组元有何不同, 其原因是什么? 为什么中间相会表现出金属特性? 金属与非金属元素间形成的化合物能否表现出金属特性, 为什么?

2. (8 分) 在面心立方晶体中, 肖克莱不全位错能否发生攀移, 能否在 (110) 晶面上滑移, 为什么?

3. (8 分) 在其他条件相同的情况下, Ni 原子在 α -Fe 中的扩散系数比在 γ -Fe 中的扩散系数是大还是小, 原因是什么?

4. (6 分) 什么是相界? 晶体中有哪几种相界?

五、(25 分) 试指出下列说法的正确与否, 若错误, 请说明为什么。

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 439 科目名称: 材料科学基础

1. 金属间化合物可用分子式表示, 所以金属间化合物的成分严格遵守其分子式。
2. 位错滑过滑移面, 使滑移面上、下两部分晶体产生相对滑移, 故位错的滑移方向就是晶体的滑移方向。
3. 由于晶界上原子排列混乱, 不存在空位, 故借助于空位扩散机制进行扩散的原子难以沿晶界进行扩散。
4. 菲克扩散定律表明, 扩散通量与扩散物质的浓度梯度成正比。在成分均一的固体中, 浓度梯度为零, 所以扩散通量一定为零。
5. 在离子晶体中, 扩散只能依靠空位进行, 由于阳离子空位和阴离子空位只能成对产生, 故离子也只能成对进行扩散。

六、(12 分) 面心立方晶胞的 (111) 和 $(1\bar{1}\bar{1})$ 面上, 各有一根位错线, 问:

1. (6 分) 当两根位错线的柏氏矢量依次为 $b_1 = a/2[10\bar{1}]$ 和 $b_2 = a/2[011]$ 时, 若两位错相遇, 判断二者间能否发生位错反应? 写出所形成位错的柏氏矢量。该位错能否在 (111) 面上产生滑移, 为什么?
2. (6 分) 当两根位错线的柏氏矢量依次为 $b_1 = a/2[\bar{1}01]$ 和 $b_2 = a/2[01\bar{1}]$ 时, 若两位错相遇, 判断二者间能否发生位错反应? 写出所形成位错的柏氏矢量。

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上，在试题和草稿纸上答题无效。

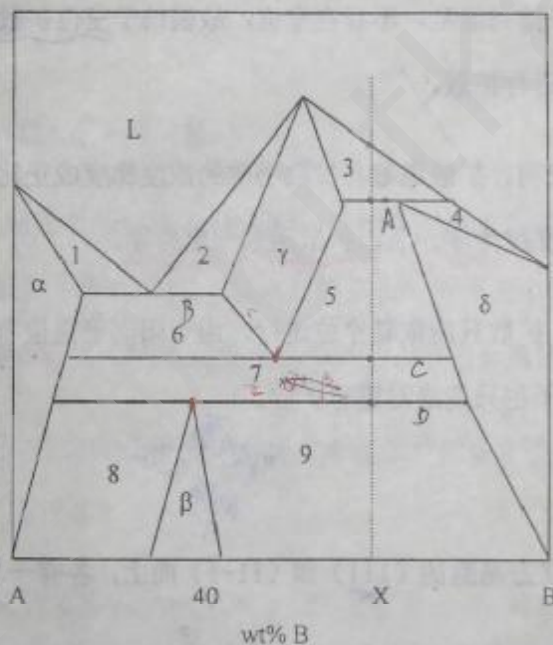
北京理工大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码： 439 科目名称： 材料科学基础

若新位错线平行于晶向 $[1-10]$ ，该位错是刃型还是螺型位错？能否在 (111) 面上产生滑移，为什么？

七、(15 分)有 A、B 两组元的相图，如图所示，请回答下列问题。



1. 写出上述 1-9 相区的相。
2. 写出各水平线的反应式和反应类型。
3. 画出成分为 X 的合金的冷却曲线，并分析其相变过程，指出室温平衡组织。
4. 假设该合金成分为 63%B，求室温平衡组织中两相的含量。