

材料科学基础考研试题汇编

2007—2009

西安交通大学 范群成 主编
清华大学 田民波



材料科学基础考研 试题汇编 2007—2009

主 编	西安交通大学	范群成
	清华大学	田民波
参 编	西南交通大学	朱德贵
	北京工业大学	郭 福
	中南大学	柏振海
	南京工业大学	张其土
	西北工业大学	王永欣
	西安工业大学	严 文
	西安理工大学	白力静



机械工业出版社

本书汇集了国内有一定影响的9所大学最近3年的研究生入学考试真题27套,并给出了由命题人解答的标准答案。本书在编纂过程中仅作了格式上的统一,未对原试题进行任何修改、取舍及归类,从而真实地展现了各校试题的不同难度、重点及风采。

本书可作为报考材料科学与工程学科硕士学位研究生的参考书,同时也可供学习“材料科学基础”的本科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

材料科学基础考研试题汇编:2007~2009/范群成,

田民波主编. —北京:机械工业出版社,2009.10

ISBN 978-7-111-28651-6

I. 材… II. ①范…②田… III. 材料科学—研究生—入学考试—试题 IV. TB3-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第189606号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:冯春生 责任编辑:冯春生 刘远星 版式设计:霍永明

封面设计:张静 责任校对:唐海燕 责任印制:王书来

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·12.25印张·238千字

标准书号:ISBN 978-7-111-28651-6

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部:(010)68993821

前 言

《材料科学基础考研试题汇编 2002—2006》自 2007 年出版以来,受到学习“材料科学基础”课程的本科生及报考材料科学与工程学科硕士研究生考生的欢迎。应广大考生的强烈要求,现编纂《材料科学基础考研试题汇编 2007—2009》,以飨读者。

《材料科学基础考研试题汇编 2007—2009》汇集了国内有一定影响的 9 所大学最近 3 年的研究生入学考试真题 27 套,并给出了由命题人解答的标准答案。有些学校考研科目中的专业基础课为“材料物理化学”,鉴于“材料物理化学”与“材料科学基础”课程内容基本相同,故本书中编入了一定数量的此类试卷。

本书由 27 套完整的原始试卷及其标准答案汇集而成,编纂过程中仅作了格式上的统一,未对原试题进行任何修改、取舍及归类,从而真实地展现了各校试题的不同难度、重点及风采。不同学校的试题中有一定数量的雷同,同一学校不同年度的试题中有一定数量的重复,这恰恰反映出本门课程内容的重点所在。

为本书提供试卷及其答案的有:清华大学田民波教授(试卷一~试卷三),西南交通大学朱德贵副教授(试卷四~试卷六),北京工业大学郭福教授(试卷七~试卷九),中南大学柏振海副教授(试卷十~试卷十二),南京工业大学张其土教授(试卷十三~试卷十五),西北工业大学王永欣副教授(试卷十六~试卷十八),西安工业大学严文教授(试卷十九~试卷二十一),西安理工大学白力静副教授(试卷二十二~试卷二十四),西安交通大学范群成教授(试卷二十五~试卷二十七)。全书由范群成和田民波主编。

在本书编纂过程中,得到了各编者所在单位领导和同事的大力支持及无私帮助,在此深表谢意。

编 者

目 录

前言

清华大学	1
试卷一 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	1
标准答案	2
试卷二 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	9
标准答案	11
试卷三 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	16
标准答案	18
西南交通大学	24
试卷四 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	24
标准答案	26
试卷五 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	34
标准答案	36
试卷六 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	42
标准答案	43
北京工业大学	50
试卷七 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	50
标准答案	52
试卷八 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	58
标准答案	61
试卷九 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	67
标准答案	70

中南大学	75
试卷十 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	75
标准答案	77
试卷十一 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	81
标准答案	82
试卷十二 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	86
标准答案	87
南京工业大学	90
试卷十三 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	90
标准答案	93
试卷十四 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	97
标准答案	100
试卷十五 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	104
标准答案	107
西北工业大学	111
试卷十六 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	111
标准答案	112
试卷十七 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	115
标准答案	117
试卷十八 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	120
标准答案	121
西安工业大学	125
试卷十九 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	125
标准答案	126
试卷二十 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	131
标准答案	132
试卷二十一 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	138
标准答案	140
西安理工大学	145
试卷二十二 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	145

标准答案	147
试卷二十三 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	153
标准答案	154
试卷二十四 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	159
标准答案	160
西安交通大学	165
试卷二十五 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	165
标准答案	169
试卷二十六 2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	174
标准答案	176
试卷二十七 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题	182
标准答案	185

清华大学

试 卷 一

2007 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：材料科学基础（与物理化学或固体物理）

适用专业：材料科学与工程

一、(5 分) 证明：对于立方晶系，有 $[hkl] \perp (hkl)$ 。

二、(10 分) 画出下述物质的一个晶胞：

金刚石 NaCl 闪锌矿 纤锌矿 石墨

三、(10 分) 请导出摩尔分数为 x_A 、 x_B 的二元系中的综合扩散系数 D 与分扩散系数 D_A 、 D_B 之间的关系。

四、(10 分) 根据图 1-1 所示的铁碳平衡相图，回答以下问题：

1. 写出在 1495℃、1154℃、1148℃、738℃ 和 727℃ 发生的三相平衡反应的反应式。

2. 画出含碳量 $w_c = 1.2\%$ 的过共析钢在室温下的平衡组织，并计算其中二次渗碳体的百分数。

3. 含碳量 $w_c = 3.5\%$ 的亚共晶白口铸铁在从液相平衡冷却到室温时会发生什么三相平衡反应和两相平衡反应（可用热分析曲线表示）？室温下该成分的铸铁中有没有二次渗碳体？如有的话，计算其百分数。

五、(10 分)

1. 解释冷变形金属加热时回复、再结晶的过程及特点。

2. 已知 Cu-30% Zn 合金的再结晶激活能为 250 kJ/mol，此合金在 400℃ 的恒温下完成再结晶需要 1h，试求此合金在 390℃ 的恒温下完成再结晶需要多少小时。

六、(15 分) 沿铝 (Al) 单晶的 $[12\bar{3}]$ 方向拉伸，使其发生塑性变形，请确定：

1. 画出立方晶系 $[00\bar{1}]$ 的标准投影，并由此确定初始滑移系统。

2. 转动规律和转轴。

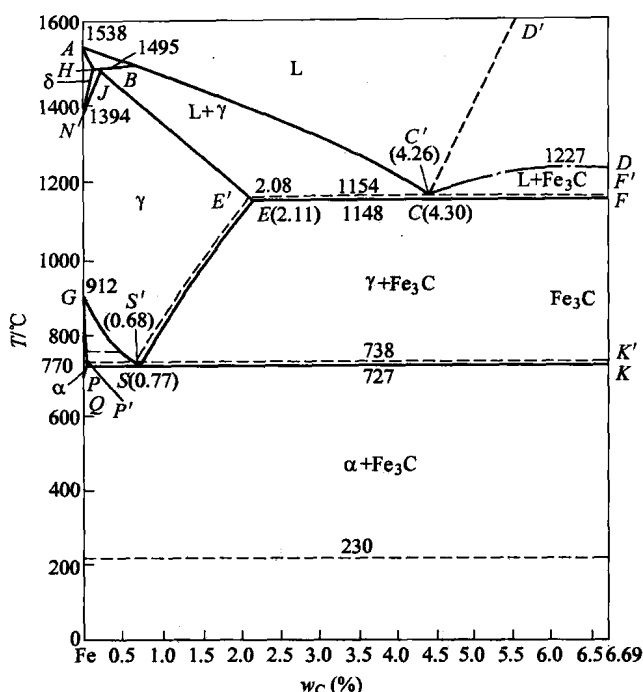


图 1-1 第四题图

3. 双滑移系统。
4. 双滑移开始时晶体的取向和切变量。
5. 双滑移过程中晶体的转动规律和转轴。
6. 晶体的最终取向。

七、(15 分) 有一面心立方单晶体，在 (111) 面滑移的柏氏矢量为 $\frac{a}{2} [1\bar{0}1]$ 的右螺型位错，与在 $(\bar{1}\bar{1}1)$ 面上滑移的柏氏矢量为 $\frac{a}{2} [011]$ 的另一右螺型位错相遇于此两滑移面交线，并形成一个新的全位错。

1. 说明新生成的全位错属哪类位错，该位错是否滑移，为什么？
2. 若沿 $[010]$ 晶向施加大小为 17.2MPa 的拉应力，试计算该新生全位错单位长度的受力大小，并说明方向（设点阵常数为 $a = 0.2\text{nm}$ ）。

标准答案

一、本题要求证明的结论是，在立方晶系中相同指数的晶向与晶面相互垂

直。根据晶面指数的确定规则, (hkl) 晶面 ABC 在 a 、 b 、 c 坐标轴上的截距分别是 $\frac{a}{h}$ 、 $\frac{b}{k}$ 、 $\frac{c}{l}$; 根据晶面指数的确定规则, $[hkl]$ 晶向 $L = ha + kb + lc$, 如图 1-2 所示。

$$AB = -\frac{a}{h} + \frac{b}{k}$$

$$AC = -\frac{a}{h} + \frac{c}{l}$$

利用立方晶系中 $a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 的特点; 因此有

$$L \cdot AB = (ha + kb + lc) \left(-\frac{a}{h} + \frac{b}{k} \right) = -a^2 + b^2 = 0$$

$$L \cdot AC = (ha + kb + lc) \left(-\frac{a}{h} + \frac{c}{l} \right) = -a^2 + c^2 = 0$$

由于 L 与 ABC 面上相交的两条直线垂直, 所以 L 垂直于 ABC 面, 从而在立方晶系中有 $[hkl] \perp (hkl)$ 。

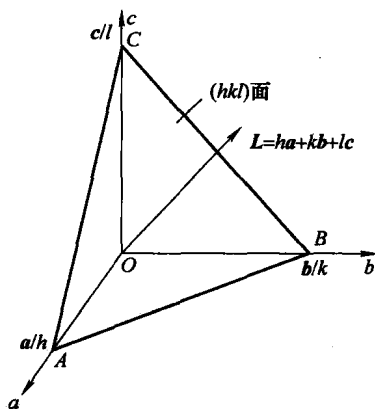


图 1-2 第一题解答图

二、金刚石、NaCl、闪锌矿、纤锌矿、石墨的晶胞分别如图 1-3 所示。

三、如图 1-4 所示, 引入两个平行的坐标系: 一个是固定坐标系 Oxy ; 一个是坐落在晶面上同晶面一起运动的坐标系 $O'x'y'$ 。 D_A 和 D_B 分别表示组元 A 和 B 的分扩散系数, D 为综合扩散系数。

相对于动坐标系, A 、 B 的本征扩散通量分别是 J_{A1} 、 J_{B1} , 即

$$J_{A1} = -D_A \frac{\partial C_A}{\partial x}$$

$$J_{B1} = -D_B \frac{\partial C_B}{\partial x}$$

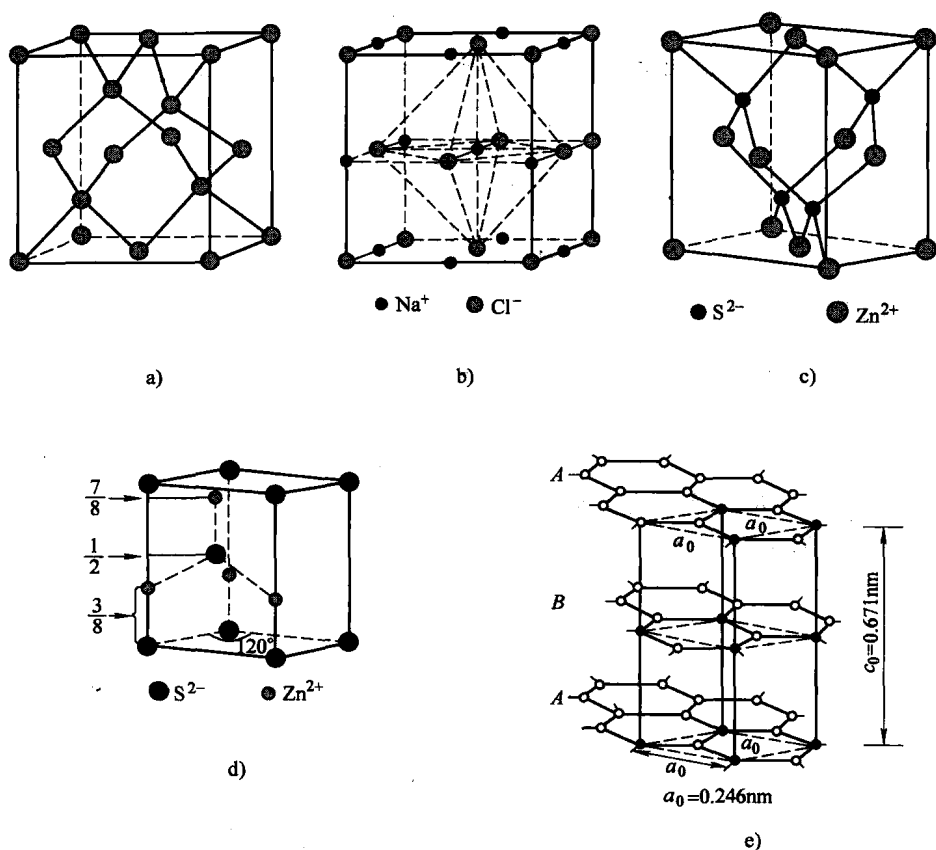


图 1-3 第二题解答图

a) 金刚石 b) NaCl c) 闪锌矿 (立方 ZnS) d) 纤锌矿 (六方 ZnS) e) 石墨

由于 $J_{B1} > J_{A1}$, 高熔点一侧有流体静压力, 则各晶面连同动坐标系会沿 x 方向平移, 相对于固定坐标系, 增加了方向相同的两个附加通量 $C_A v$ 和 $C_B v$, 所以对固定坐标系, 总通量为

$$J_A = J_{A1} + C_A v = -D_A \frac{\partial C_A}{\partial x} + C_A v = -D \frac{\partial C_A}{\partial x} \quad (1-1)$$

$$J_B = J_{B1} + C_B v = -D_B \frac{\partial C_B}{\partial x} + C_B v = -D \frac{\partial C_B}{\partial x} \quad (1-2)$$

式中, v 为 x 处晶面的平移速度; C_A 、 C_B 分别为 x 处 A 组元和 B 组元的浓度。式 (1-1) 和式 (1-2) 后面等号成立的依据为非克第一定律。

根据扩散中晶体各点密度不变的条件, 有

$$C_A(x) + C_B(x) = \text{常数}$$

所以

$$\frac{\partial C_A}{\partial x} = -\frac{\partial C_B}{\partial x}$$

消去 v , 得

$$(C_A D_B + C_B D_A) \frac{\partial C_A}{\partial x} = D(C_A + C_B) \frac{\partial C_A}{\partial x}$$

$$\frac{C_A}{C_A + C_B} D_B + \frac{C_B}{C_A + C_B} D_A = D$$

即

$$x_A D_B + x_B D_A = D$$

式中, x_A 和 x_B 分别是 A、B 组元在合金中的摩尔分数。

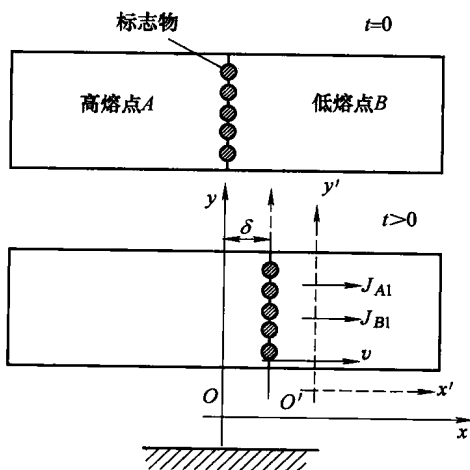


图 1-4 第三题解答图

四、

- | | | | |
|--------|--------|---|-------------|
| 1. HJB | 1495°C | $L_{0.53} + \delta_{0.09} \rightarrow \gamma$ | 包晶 |
| E'C'F' | 1154°C | $L_{4.26} \rightarrow \gamma_{2.08} + C$ | 共晶 |
| ECF | 1148°C | $L_{4.3} \rightarrow \gamma_{2.11} + Fe_3C_{II}$ | 共晶 (莱氏体 Ld) |
| P'S'K' | 738°C | $L_{0.68} \rightarrow \alpha_{0.0218} + C (G)$ | 共析 |
| PSK | 727°C | $\gamma_{0.77} \rightarrow \alpha_{0.0218} + Fe_3C$ | 共析 |

2. 室温下的平衡组织如图 1-5 所示。

$$w_{Fe_3C} = \frac{1.2 - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 7.26\%$$

3. 所发生的三相平衡反应和两相平衡反应如图 1-6 所示。

有二次渗碳体, 百分数为

$$w_{Fe_3C_{II}} = \frac{4.3 - 3.5}{4.3 - 2.11} \times \frac{2.11 - 0.77}{6.69 - 0.77} \times 100\% = 8.3\%$$

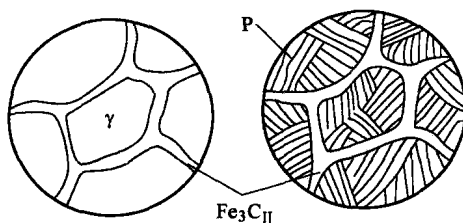


图 1-5 第四题第 2 小题解答图

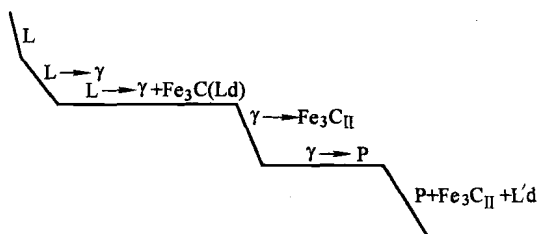


图 1-6 第四题第 3 小题解答图

五、

1. 冷变形金属加热时，各自特点如下：

(1) 回复过程的特征

①回复过程组织不发生变化，仍保持变形状态伸长的晶粒。

②回复过程使变形引起的宏观一类应力全部消除，微观二类应力大部分消除。

③回复过程中一般力学性能变化不大，硬度、强度仅稍有降低，塑性稍有提高，某些物理性能有较大变化，电阻率显著降低，密度增大。

④变形储能在回复阶段部分释放。

(2) 再结晶过程的特征

①组织发生变化，由冷变形的伸长晶粒变为新的等轴晶粒。

②力学性能发生急剧变化，强度、硬度急剧降低，塑性提高，恢复至变形前的状态。

③变形储能在再结晶过程中全部释放，三类应力（点阵畸变）清除，位错密度降低。

(3) 晶粒长大过程的特征

①晶粒长大。

②引起一些性能变化，如强度、塑性、韧性下降。

③伴随晶粒长大，还发生其他结构上的变化，如再结晶组织。

$$\begin{aligned}
 2. \text{ 由公式有 } \quad \frac{t_2}{t_1} &= \exp \left[-\frac{Q}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \right] \\
 &= \exp \left[-\frac{250 \times 10^3}{8.314} \times \left(\frac{1}{400 + 273} - \frac{1}{390 + 273} \right) \right] \\
 &= 1.962
 \end{aligned}$$

所以

$$t_2 = t_1 \times 1.962 = 1.962h$$

六、

1. 单晶试棒沿轴向进行拉伸, 所以拉力 $F = [12\bar{3}]$ 。

该力 F 在立方晶系 $[00\bar{1}]$ 标准投影 (见图 1-7) 上的极点处于 $(00\bar{1}) - (01\bar{1}) - (11\bar{1})$ 三角形中。

因为 FCC 晶体的滑移系统为 $\{111\} \langle \bar{1}10 \rangle$, 所以根据映像规则, 可知初始滑移系统为: $(\bar{1}1\bar{1}) [10\bar{1}]$ 。

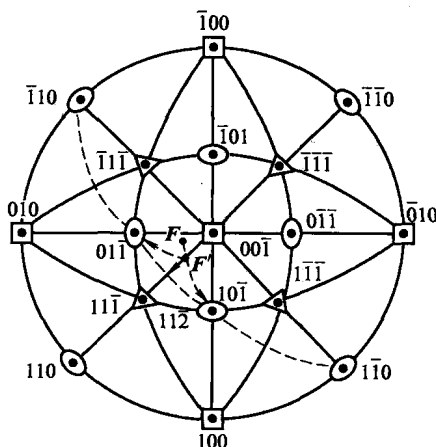


图 1-7 第六题第 1 小题解答图

2. 单滑移时试样轴应转向 $[10\bar{1}]$, 转轴为 $[12\bar{3}] \times [10\bar{1}] = [\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$

3. 当 F 点转到 F' 点时, 发生双滑移。双滑移系统为:

$$(\bar{1}1\bar{1}) [10\bar{1}] + (1\bar{1}\bar{1}) [01\bar{1}]$$

4. γ 可按式计算: $L = l + \gamma(l \cdot n)b$ (1-3)

令 $l = [12\bar{3}]$, $L = [vw\bar{w}]$, $n = \frac{[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]}{\sqrt{3}}$, $b = \frac{[10\bar{1}]}{\sqrt{2}}$, 代入式 (1-3) 得

$$[vw\bar{w}] = [12\bar{3}] + \gamma \left([12\bar{3}] \cdot \frac{[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]}{\sqrt{3}} \right) \frac{[10\bar{1}]}{\sqrt{2}} = [12\bar{3}] + \gamma \frac{4}{\sqrt{6}} [10\bar{1}]$$

所以

$$v = 1 + \gamma \frac{4}{\sqrt{6}} = 2, \quad w = -3 - \gamma \frac{4}{\sqrt{6}}$$

解得 $v=2, w=-4, \gamma=\frac{\sqrt{6}}{4}$

即双滑移开始时的取向是 $[11\bar{2}]$, 切变量是 $\frac{\sqrt{6}}{4}$ 。

5. 双滑移时试样轴一方面转向 $[10\bar{1}]$, 其转轴为 $n_1 = [11\bar{2}] \times [10\bar{1}] = [\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$; 一方面又转向 $[01\bar{1}]$, 其转轴为 $n_2 = [11\bar{2}] \times [01\bar{1}] = [111]$ 。故合成轴为 $n = n_1 + n_2 = [000]$, 即晶体取向不再改变, 只是被拉长。

6. 晶体的最终取向就是 $[11\bar{2}]$ 。

七、

1. 由于位错线为两滑移面交线, 故位错线为

$$\zeta = n_1 \times n_2 = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{1} & 1 \end{vmatrix} = [1 \quad 0 \quad \bar{1}]$$

式中, n_1, n_2 分别为两滑移面法矢量。

可见, 位错线与柏氏矢量既不平行, 也不垂直, 该新生位错为混合型位错。

已知该新生位错的位错线及柏氏矢量, 可由它们叉乘得到新生位错滑移面的法向量, 即

$$n_3 = \zeta \times b = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 0 & \bar{1} \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix} = [1 \quad \bar{1} \quad 1]$$

该位错的滑移面为 $(1 \quad \bar{1} \quad 1)$ 。

因该滑移面为面心立方密排面, 故该位错可以滑移。(1分)

$$2. \quad \cos\varphi = \frac{|n_3 \cdot F|}{|n_3||F|} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + (-1)^2 + 1^2} \times \sqrt{1^2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\cos\lambda = \frac{|b \cdot F|}{|b||F|} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + 1^2} \times \sqrt{1^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

根据 Schmid 定律, 作用在新生位错滑移面的滑移方向上的分切应力为

$$\tau_0 = \sigma \cos\varphi \cos\lambda = 17.2 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ MPa} = 7.0 \text{ MPa}$$

所以, 作用在单位长度位错线上的力为

$$f = \tau b = \frac{\sigma \tau_0}{\sqrt{2}} = \frac{0.2 \times 10^{-9} \times 7 \times 10^6}{\sqrt{2}} \text{ N/m} = 10^{-3} \text{ N/m}$$

其方向为垂直于位错线方向 $[10\bar{1}]$, 指向未滑移区。

试 卷 二

2008 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：材料科学基础（与物理化学或固体物理）

适用专业：材料科学与工程

一、（每小题 5 分，共 30 分）

1. 某著作中给出六方点阵 MoSi_2 的错误晶胞如图 2-1 所示。指出其错误所在，画出一个正确的六方晶胞，并给出 a 、 c 点阵常数的数值。

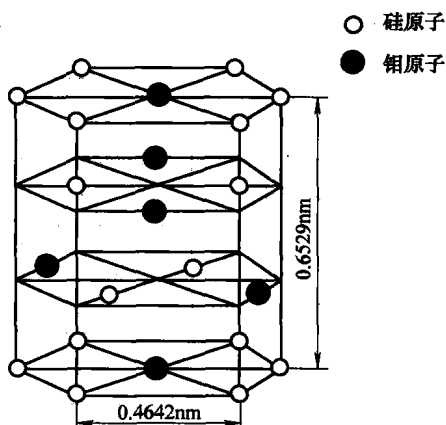


图 2-1 第一题第 1 小题图

2. 某刊物发表的论文中有这样的论述：“正方点阵 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ (410) 晶面和 (411) 晶面的衍射峰突出，因此晶体生长沿 $\langle 410 \rangle$ 和 $\langle 411 \rangle$ 晶向生长较快”。指出其错误所在。

3. 由 600°C 降温到 300°C 时，锆晶体中的空位平衡浓度降低了六个数量级。试计算锆晶体中的空位形成能（玻尔兹曼常数 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ）。

4. 分别解释柯氏气团（Cottrell atmosphere）和铃木气团（Suzuki atmosphere）在强化金属中的作用。

5. 什么是时效？试说明 Al-4.5% Cu 合金中时效强化的原因。

6. 欧盟于 2006 年 7 月 1 日开始正式执行的 RoHS 指令（现已成为法令）要求禁止哪些有害物质？其最高允许含量分别是多少？替代有铅钎料的主要钎料系

统有哪些？

二、(15 分) 沿铌单晶 (BCC) 的棒轴 $[2\bar{1}3]$ 方向拉伸，使其发生塑性形变，设铌单晶的滑移面为 $\{110\}$ ，请确定：

1. 初始滑移系统。
2. 双滑移系统。
3. 双滑移开始时的切变量 γ 。
4. 滑移过程中的转动规律和转轴。
5. 试棒的最终取向 (假定试棒在达到稳定取向不发生断裂)。

三、(10 分) 有如图 2-2a 所示的位错线 ABC 及柏氏矢量 b ，其中 AB 是极轴位错 (不动)， $MNPQ$ 为位错 BC 段的滑移面。请分析在切应力 τ 的作用下：

1. 在图 2-2a、b、c、d 四种情况下，位错 BC 、 BC' 、 BC'' 、 BC''' 的受力及运动情况。
2. 达到动态平衡时，位错线 ABC 会变成什么形状？
3. 位错线在扫动时对晶体的塑性变形会产生什么影响？

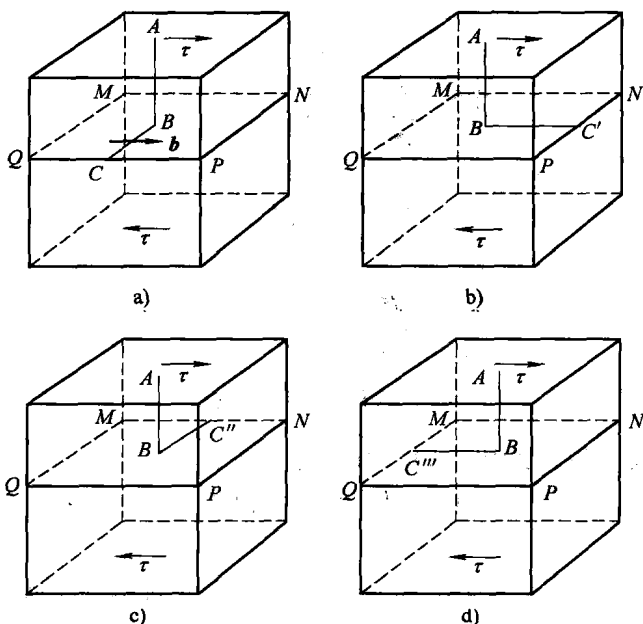


图 2-2 第三题图

四、(10 分) 欲将一批齿轮进行渗碳，每炉装 500 件。在 900°C 渗 10h 可以达到规定的深度。假定在 900°C 渗碳每炉每小时生产成本为 1000 元，而在 1000°C 渗碳为 1500 元。问在哪一温度渗碳成本较低？(已知 $Q = 32900\text{cal/mol}$, $R = 1.987\text{cal/mol} \cdot \text{K}$, $1\text{cal} = 4.1868\text{J}$)