

常州大学

2015 年博士研究生入学考试初试试题

科目代码: 2003 科目名称: 固体物理 满分: 100 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

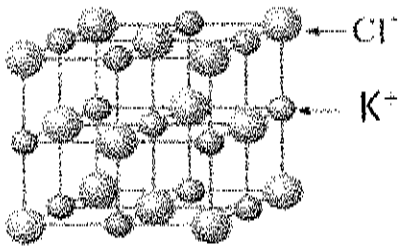
1. 已知六角空间晶格的初基平移矢量取为: $\mathbf{a}_1 = (3^{1/2}a/2)\mathbf{x} + (a/2)\mathbf{y}$, $\mathbf{a}_2 = -(3^{1/2}a/2)\mathbf{x} + (a/2)\mathbf{y}$, $\mathbf{a}_3 = c\mathbf{z}$, 其中 \mathbf{x} 、 \mathbf{y} 、 \mathbf{z} 为单位矢量。

- (a) 计算原胞的体积 (2分)
- (b) 写出倒格子的初基平移矢 (5分)
- (c) 根据正格子和倒格子的初基平移矢, 在 xy 平面画出正格子、倒格子和第一布里渊区 (8分)

2. 已知 KCl 具有面心立方结构 (如图所示);

(a) 写出其晶胞 (包含 4 个 K^+ 和 Cl^-) 的结构因子, (设倒格矢 $\mathbf{G} = v_1\mathbf{b}_1 + v_2\mathbf{b}_2 + v_3\mathbf{b}_3$) (7分);

(b) 如果用 $(v_1v_2v_3)$ 来标记 X 射线衍射谱图中的衍射峰, 请问何时衍射强度出现极大值, 而那些衍射峰会消失? (8分)



3. 假定由 $2N$ 个交替带电荷为 $\pm q$ 的离子排布成一条线, 其最邻近之间的排斥势能为 A/R^n :

(a) 试证明在平衡间距下有 $U(R_0) = -2Nq^2 \ln 2 \cdot (1-1/n)/R_0$ (CGS); (6分)

(b) 设晶体被压缩, 使 R_0 变为 $R_0(1-\delta)$, 证明在晶体被压缩单位长度的过程中, 外力做功的主导项为 $1/2C\delta^2$, 其中 $C = [(n-1)q^2 \ln 2]/R_0$ (CGS)。 (6分)

4. 有一维双原子链，两种原子的质量分别为 M 和 m ，且 $M > m$ ，相邻原子间的平衡间距为 a ，作用力常数为 β （仅限相邻原子作用）。考虑原子沿链的一维振动：
- (1) 求色散关系 $\omega(k)$ （6分）
 - (2) 试证明波矢 k 和 $k + (\pi m/a)$ （其中 m 为整数）描述的格波是全同的（6分）
5. (1) 假设某三维晶体，包含 N 个原胞，每个原胞包含 n 个原子，请问色散关系数量 p 是多少，晶格振动总模式数是多少？（4分）
(2) 写出晶格振动的总能量表达式（2分）
(3) 推导出一维情况下，长度为 $L = Na$ ，基元含有一个原子情况下的态密度（6分）
6. (1) 请写出声子碰撞的 N 过程和 U 过程；（4分）
(2) 上述两种过程哪一种可建立热平衡，并说明理由。（8分）
7. 已知电子的波函数展开式中仅含有 $C(\pi/a)$ 和 $C(-\pi/a)$ 项：
(1) 请证明该电子在能量在第一布里渊区边界 π/a 处具有能隙；（6分）
(2) 此处的电子波函数与第一布里渊区内的波函数有何区别。（6分）
8. 请证明在谐和理论下，一维原子链不会发生热膨胀。（10分）