

2005 年研究生复试“固体物理考试题”

一. 填空题 (10 分)

1. 原子的周围排列情况完全相同的格子称为_____格子, 它的基元只有_____原子。
2. 晶格的最小重复单元称为_____, 它是由平移矢量所构成的_____六面体。
3. 金刚石是由 C 原子组成的, 它是一个_____格子, 它是由两个相同的面心立方沿体对角线位移_____套构而成的。
4. 倒格子是晶体结构的周期性在_____空间的数学表示。
5. 晶格振动是以_____的形式在晶体中传播, 一维双原子晶格振动的色散关系分为两支, 一支为_____支, 另一支为_____支。

二. 判断题 (5 分)

(下面的叙述, 你认为对的, 请打上‘√’, 错的, 请打上‘×’)

1. 布拉菲格子是指由同一种原子构成的晶格 ()。
2. 光学波的相邻原子沿同一方向振动 ()。
3. 声子是晶格振动能量变化的最小单位 ()。
4. 二维晶体, 原胞数为 N, 每个原胞有 5 个原子, 晶体的总振动模式数为 5N ()。
5. 布洛赫定理描述的是在周期势场中运动电子的状态 ()。

三. 用简单立方的晶胞图画出下列晶面和晶向 (10 分)

$(\bar{3}12)$, $(2\bar{1}0)$, $[\bar{1}1\bar{2}]$, $[20\bar{3}]$

四. 应用玻恩-卡门边界条件, 求由三个相同原子组成的一维布拉菲格子的振动频率。(10 分)

五. 限制在边长为 L 的正方形中的 N 个自由电子, 电子的能量为

$$E(E_x, E_y) = \frac{\hbar^2}{2m} (k_x^2 + k_y^2)$$

求能量 E 到 E+dE 之间的状态数。(15 分)

六. 一维周期场中电子的波函数 $\psi_k(x)$ 应当满足布洛赫定理, 若晶格常数是 a , 电子波函数为

(1) $\psi_k(x) = \sin \frac{\pi x}{a}$; (2) $\psi_k(x) = \cos \frac{3\pi x}{a}$

求波矢。(15分)

七. 设晶格常数为 a 的一维晶格, 导带极小值附近能量 $E_c(k)$ 为

$E_c(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{3m} + \frac{\hbar^2 (k - k_1)^2}{m}$

价带极大值附近的能量 $E_v(k)$ 为

$E_v(k) = \frac{\hbar^2 k_1^2}{6m} - \frac{3\hbar^2 k^2}{m}$

式中 $k_1 = \frac{\pi}{a}$, 试求

- (1) 禁带宽度; (2) 导带底电子的有效质量; (3) 价带顶空穴有效质量。(15分)