

2002

北京师范大学  
2002 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业：凝聚态物理

科目代码：325

研究方向：凝聚态物理专业各方向

考试科目：固体物理学

1. (5 分) 立方晶系共有几个布拉伐格子？分别写出其名称；一个立方体的点对称操作共有多少个？
2. (5 分) 指出下列 5 种晶体的布拉伐格子：钠、铜、氯化铯、金刚石、硅。
3. (10 分) 证明晶体中不存在 5 度对称轴。
4. (10 分) 证明倒格矢  $\bar{G}_h = h_1\bar{b}_1 + h_2\bar{b}_2 + h_3\bar{b}_3$  垂直于面指数为  $(h_1h_2h_3)$  的晶面。
5. (10 分) 试证体心立方的倒格子是面心立方。
6. (16 分) 原子质量为  $m$ ，原子间距为  $a$  的一维单原子链，设原子间力常数为  $\beta$ ，在简谐近似和最近邻近近似下
  - (1) 写出晶格振动的运动方程；
  - (2) 求出格波色散关系并画出示意图；
  - (3) 分析波矢的取值范围；
  - (4) 确定波矢的具体分立取值。
7. (12 分) 什么是晶格振动的德拜模型？证明德拜模型的态密度为

$$g(\omega) = 9N \frac{\omega^2}{\omega_D^3}$$

8. (10 分) 求出晶格常数为  $a$  的面心立方晶体在紧束缚近似下  $s$  态电子对应的能带  $E_s(\bar{k})$  表达式。

9. (8分) 周期为  $d$  的一维晶体, 其电子能带函数为

$$E(k) = \frac{W}{2}(1 - \cos kd)$$

计算:

- (1) 能带底的能量和能带宽度;
  - (2) 波矢  $k$  状态的电子速度;
  - (3) 能带底处的电子有效质量。
10. (10分) 设  $w_F$  为弗仑克尔缺陷的形成能, 证明弗仑克尔缺陷在温度  $T$  时的平衡浓度为

$$n = N \exp\left(-\frac{w_F}{2k_B T}\right)$$

其中  $N$  是晶体原胞数。

11. (4分) 室温下, 对于掺磷浓度为  $2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  的  $n$  型半导体 Si, 其本征载流子浓度为  $1.0 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ , 计算该半导体 Si 的电子浓度  $n$  和空穴浓度  $p$ .