

青岛大学 2016 年硕士研究生入学考试试题

科目代码：817

科目名称：固体物理（共 2 页）

请考生写明题号，将答案全部答在答题纸上，答在试卷上无效

一、简答(本题 20 分)

1. 晶体中声子数目是否守恒？同一温度下，一个光学波的声子数目多还是一个声学波的声子数目多（说明理由）？
2. 简述固体的能带理论的三步近似。
3. 简述布洛赫定理(文字描述及公式表示)。
4. 晶体有哪几种宏观对称操作？写出其独立的基本对称元素。

二、(本题 30 分)

对于金刚石结构：

- (1) 说明其布拉菲点阵类型、基元的原子坐标、所属晶系、特征对称操作元素。
- (2) 分别画出 (110) 和 ($\bar{1}\bar{1}0$) 面上原子的分布。
- (3) 求出金刚石结构的几何结构因子，讨论衍射极大的条件，写出前 3 个衍射峰对应的衍射面指数。
- (4) 分别写出其晶格振动色散曲线的支数，光学支格波和声学支格波的支数。

三、(本题 20 分)

已知某晶体中相邻原子间的相互作用势能可表示为 $u = -\frac{\alpha}{r^m} + \frac{\beta}{r^n}$ ，

α, β, m, n 均为正常数。

- (1) 说明右式两项代表的物理意义，并求平衡态时近邻原子间距。
- (2) 证明此系统可以处于稳定平衡态的条件是 $n > m$ 。
- (3) 写出由 N 个相同原子组成的该晶体的总相互作用能的表达式。
- (4) 证明其体积弹性模量 $K = |U_0| \frac{mn}{9V_0}$ ，(U_0 ， V_0 分别是晶体处于热平衡时的能量和体积)。

四、(本题 30 分)

两种质量分别为 M 和 m 的不同原子组成的一维复式晶格，相邻原子间距为 a ，相邻原子间弹性恢复力系数为 β ，只考虑近邻原子间相互作用。

简谐近似下：

- (1) 试求晶格振动色散关系，并画图表示。
- (2) 假设共有 N 个原胞，由周期性边界条件确定格波波矢的取值和个数。
- (3) 分别讨论在第一布里渊区中心和边界处，声学支格波和光学支格波所对应原子振动的特点。
- (4) 常用中子的非弹性散射研究晶格振动的色散关系。请简述其基本原理(列出表达式)，并说明实验中需测量哪些量，如何得出色散关系。

五、(本题 30 分)

具有边长为 a 的二维正方形简单晶格的金属，含有 N 个原子，每个原子贡献 2 个价电子。自由电子的能量 $E = \frac{\hbar^2}{2m}(\mathbf{k}_x^2 + \mathbf{k}_y^2)$ 。

- (1) 写出电子分布函数 $f(E)$ 的表达式，并说明其物理意义。
- (2) 画出两条有代表性的电子分布函数 $f(E) \sim E - E_F$ 的关系曲线，并说明其物理意义。
- (3) 求能态密度 $N(E)$ 及 $T=0K$ 时的费密能量，费密温度，费密波矢。
- (4) $T=0K$ 时每个电子的平均能量 \bar{E} (用 E_F^0 表式)。

六、(本题 20 分)

二维晶格，原胞基矢 $\vec{a}_1 = a\vec{i}, \vec{a}_2 = b\vec{j}$ ，且 $a = \sqrt{2}b$ ，晶格势场

$$V(x, y) = -2V_0 \left(\cos \frac{2\pi}{a} x + \cos \frac{2\pi}{b} y \right), \quad V_0 > 0.$$

- (1) 画出第一布里渊区。
- (2) 计算第一布里渊区角隅处的一个自由电子的动能。
- (3) 设电子为近自由电子，求出沿 \mathbf{k}_x 轴第一个能带的能带宽度。