

2022-2023 学年 第一学期期末试卷

学号_____ 姓名_____ 成绩_____

考试日期： 2022 年 12 月 1 日

考试科目：《 固体物理 》（A 卷）

题目：

一. (本题 20 分) 1mol 某离子晶体的内能为

$$U(r) = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^8}$$

其中 r 为最近邻离子间距离，计算

- (1) 该晶体的结合能；
- (2) 影响离子晶体总的吸引势和排斥势的因素有哪些？定性分析这些因素的影响。

二. (本题 20 分) 某一维双原子链晶体中有 $2N$ 个原子，两种原子相间排列且质量均为 m ，相邻原子间的距离为 a ，原子沿链振动，最近邻原子间的力常数交错地等于 12β 和 β ，求

- (1) 晶格振动的色散关系；
- (2) 光学波频带宽度 ($\omega_{\max} - \omega_{\min}$)；
- (3) 长波极限情况下声学波的振动模式密度。

三. (本题 20 分) 某元素形成二维密排结构晶体（六角密排），晶格常数为 a ，在紧束缚近似条件下，只考虑近邻原子间的相互作用。

- (1) 建立直角坐标系，求该晶体 s 带的 $E^s(\mathbf{k})$ 函数；（图示所建坐标系）
- (2) 求 (1) 中 s 带的带底位置和能量；
- (3) 画出该晶体的第一布里渊区，计算布里渊区面积和不可约面积。

四. (本题 20 分) 某二维晶格的价电子填充的能带具有下列函数形式

$$E(\vec{k}) = E_0 + \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_1} + \frac{\hbar^2 k_y^2}{2m_2}$$

在垂直于晶体方向加磁场 \mathbf{B} ,

- (1) 采用准经典近似, 求电子在坐标空间的运动方程;
- (2) 求在磁场中电子的回转频率 (要求写出推导过程);
- (3) 如何实现回旋共振? 求回旋共振有效质量;
- (4) 根据量子理论, 写出加磁场后电子的能量, 并描述电子在磁场作用下的运动状态。

五. (本题 20 分) 某单价金属元素形成面心立方晶体, 晶格常数为 a , 导带电子能量为

$$E(\vec{k}) = E_0 + \frac{\hbar^2 \vec{k}^2}{2m^*}$$

- (1) 计算 $T = 0\text{K}$ 时, 1mol 该晶体的费米能 E_F^0 和能态密度 $N(E_F^0)$;
- (2) 求该金属的功函 ($E_0 < 0$, 自由电子的最低能量为 0)。