

第三章 晶格振动与晶体热学性质作业

一、 书后习题

3.2, 3.3, 3.6, 3.7, 3.8, 3.10, 3.11

二、 补充习题

1. 设有一一维复式晶格，晶胞中原子质量都为 m ，晶格常数为 a ，原子总数为 N 。设任一原子与最近邻的距离不同，力常数不同，分别为 β_1 和 β_2 ，求原子的运动方程和色散关系。
2. 设有一一维无限长的简单晶格，晶格常数为 a ，原子总数为 N ，原子质量为 m 。假设考虑原子间所有原子的相互作用，且第 n 个与第 $n+m$ 和 $n-m$ 个原子间的恢复力系数为 β_m ，试求原子的运动方程和色散关系。
3. 证明一维单原子链的运动方程，在长波近似下，可以化成弹性波方程。
4. 按照德拜模型，分别求出一维、二维简单晶格的晶格热容，并讨论高低温极限情况。
5. 试用德拜模型，求 $T=0K$ 时，晶格的零点振动能。
6. 利用德拜模型，试求三维晶体：
 - (1) 高温时 $0 \sim \omega_D$ 范围内的声子总数，并证明晶格热振动能与声子总数成正比。
 - (2) 甚低温度时 $0 \sim \omega_D$ 范围内的声子总数，并证明晶格热容与声子总数成正比。

7. 设一维简单晶格，晶格常数为 a ，原子总数为 N ，原子质量为 m 。若原子间的相互作用势可表示成 $U(a + \delta) = -A \cos(\frac{\delta}{a})$ ， δ 为偏离平衡位置的位移，在简谐近似下，试求：

(1) 原子的运动方程和色散关系；

(2) 原子运动模式密度 $D(\omega)$ ；

(3) 简单晶格的晶格热容。

8. 简答题：

(1) 晶体中声子数目是否守恒？

(2) 请解释长光学支格波与长声学支格波的本质区别。

(3) 为什么要引入波恩-卡门条件？

(4) 温度一定的情况下，一个光学波的声子数目和声学波的声子数目是否相同？为什么？

(5) 什么叫简谐近似？什么叫简正振动模式？简正振动模式与格波数目、体系自由度数目、简正振动模式数目有什么关系？

(6) 对同一个振动模式，温度高的声子数与温度低的声子数有何差异？

(7) 绝对零度下，格波还存在吗？为什么？

(8) 请解释为什么在甚低温度下，德拜模型与实验相符？

(9) 请解释什么是极化声子？什么是电磁声子？

(10) 金刚石中长光学纵波频率与同波矢的长光学横波频率是否相等？为什么？NaCl 晶体中长光学纵波频率与同波矢的长光学横波频率是否相等？为什么？

(11) 在拉曼散射中，光子会产生倒逆散射吗？为什么？