

山东师范大学
二〇 年硕士研究生入学考试试题

考试科目名称：固体物理

试题编号： 835

- 注意事项：1. 本试卷共 7 道大题(共计 11 个小题)，满分 150 分；
2. 本卷属试题卷，答题另有答题卷，答案一律写在答题卷上，写在该试题卷上或草纸上均无效。要注意试卷清洁，不要在试卷上涂划；
3. 必须用蓝、黑钢笔或圆珠笔答题，其它均无效。

1. (30 分) 简要回答以下问题 (每小题 6 分)。
- 1) 简立方晶格解离面是面指数高的晶面还是面指数低的晶面？为什么？
 - 2) 晶体的基本宏观对称操作包括哪些？其不同组合可以构成多少种点群？
 - 3) 什么是声子？声子的能量和动量具有怎样的表达方式？
 - 4) 对于离子键结合，简述其斥力和引力的来源？
 - 5) 简述晶体中电子有效质量为什么可以为负。
2. (15 分) 证明两种一价离子组成的一维晶格的马德隆常数为 $\alpha = 2 \ln 2$ 。
3. (15 分) 求证：一维单原子链的模式密度可以表示为：
$$g(\omega) = \frac{2N}{\pi} \frac{1}{\sqrt{\omega_m^2 - \omega^2}}$$
。
4. (20 分) 有 N 个原子组成面积为 S 的二维晶格，在德拜近似下计算比热，并论述在低温极限比热正比于 T^2 。

(说明：积分公式 $\int_0^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = 2.404$) 。

5. (20分) 已知紧束缚 s 态电子的能量为 $E_s = E_s^{at} - C_s - J_s \sum_n e^{i\vec{k}\cdot\vec{R}_n} (\vec{R}_n)$, 试求解简单立方晶格中由原子 s 态 $\varphi_s(\vec{r})$ 形成的能带, 并给出能带和原子能级关系示意图。

6. (20分) 试求自由电子气系统能态密度的表达式及 $T=0K$ 时的费米能级和每个电子的平均能量。

7. (30分) 电子在周期场中的势能:
$$V(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} m \omega^2 [b^2 - (x - na)^2] & na - b \leq x \leq na + b \\ 0, & na - b \leq x \leq na + b \end{cases}$$

其中 $a=4b$, ω 是常数。

(1) 试画出此势能曲线, 求其平均值;

(2) 用近自由电子近似模型求出晶体的第一个及第二个带隙宽度。

(说明: 积分公式 $\int u^2 \cos mu du = \frac{u}{m^2} [(mu \sin mu + 2 \cos mu)] - \frac{2}{m^3} \sin mu$)