

2000年研究生入学考试·固体物理参考答案

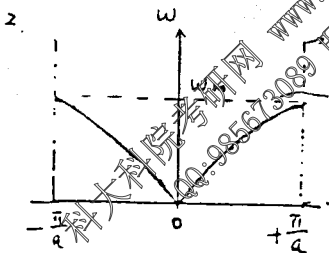
- 一. 1. 晶体：长程有序。
非晶体：长程无序，短程有序。
准晶：有5次对称性。
2. 1次轴；2次轴；3次轴；4次轴；6次轴。
1次反轴（中心对称）；2次反轴（或反轴）；4次反轴。
3. 点阵类型：面心立方（fcc），体心立方（bcc）
面心立方：截角8面体（14面体）；体心立方：4
4. $\frac{A}{r_0}$ 为斥力， $\frac{B}{r^{12}}$ 为斥力， $r_0 = \left(\frac{A}{12B} \right)^{\frac{1}{11}} = \left(\frac{2B}{A} \right)^{\frac{1}{11}}$
 $E = \sum_j \frac{N}{j} u(r_j)$
5. Raman 散射；Brillouin 散射；拉曼散射，X-Ray 非弹性散射，
热中子非弹性散射，超声波散射，...（任写4个即可）

二. 1. 原子运动方程 <http://shop59350285.taobao.com> QQ985673089

$$m \ddot{u}_n = \beta (u_{n+1} + u_{n-1} - 2u_n)$$

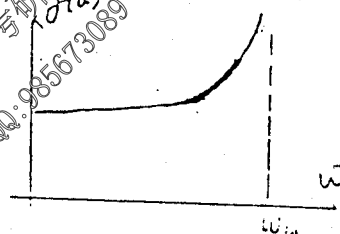
解： $u_n = A e^{i(\omega n - \omega t)}$ 有波数 k 和角频率 ω

色散关系： $\omega = 2\sqrt{\frac{\beta}{m}} \left| \sin \frac{q a}{2} \right|$



第一布里区 $[-\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}]$ 。
 ω_m 为截止频率，若 $\omega > \omega_m$ 则无波在晶体中传播。
若 $\omega < \omega_m$ 则波在晶体中传播。
若 $\omega = \omega_m$ 则波在晶体中传播。

$$J(\omega) = \frac{L}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{d\omega}{dq}} = \frac{2N}{\pi} (\omega_m^2 - \omega^2)^{-\frac{1}{2}}$$



$$E_1 = \frac{\hbar^2}{2m} \cdot \left[\left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 \right] = \frac{\hbar^2}{2m} \cdot 3 \cdot \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$$

例②中点

$$E_2 = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 3$$

(2) 当 \$k_x, k_y\$ 很小时，简立方晶阵 \$(100)\$ 方向与 \$(111)\$ 方向能带互相交叉，这使得两个能带都未填满，在外电场作用下可以导电，虽然电子在晶格中运动，但不会走绝热体系

四. (1) 考虑最近邻

$$\vec{R}_2 = (\pm a, 0), (0, \pm b)$$

$$E = E_s + e^{i k_x a} J_1^s + e^{-i k_x a} J_1^s + e^{i k_y b} J_2^s + e^{-i k_y b} J_2^s + \dots$$

$$= E_s + J_{0,0} + 2 J_1^s \cos k_x a + 2 J_2^s \cos k_y b$$

<http://shop59350285.taobao.com> QQ:985673089

(2) $k_x = k_y = 0$

$$E_{\vec{k}} = E_s + J_{0,0} + 2 J_1^s + 2 J_2^s$$

$$k_x = k_y = \frac{\pi}{a}$$

$$E_{\vec{k}} = E_s + J_{0,0} - 2 J_1^s - 2 J_2^s$$

$$E_{\vec{k}} - E_{\vec{k}'} = -4 (J_1^s + J_2^s)$$

$$J_1^s < 0, J_2^s < 0, \text{ 宽度 } |4 (J_1^s + J_2^s)|$$

(3) 能带底

k_x, k_y 很小，展开能带底

$$E_{\vec{k}} = -J_1 (k_x a)^2 - J_2 (k_y b)^2$$