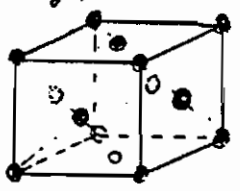


一九九七年招收硕士研究生入学考试
 “团体构观” 李齐答案

一：(每题5分，共20分)

1. 画出如图：



对称元素：3个立方轴；
 4个3次轴；6个二次轴；
 1个二次轴 1个中心反轴。

2. 倒格子阵为体心立方阵，第一布里渊区为截角四面体
 (或说为14面体)

3. 面心立方的消光条件确是不可能之面指数。奇偶混合
 的峰出现，所以不会出现 (100) 或 (110) 等

衍射条件要求 $\lambda \leq 2d$ 而 $d(422) = \frac{a}{\sqrt{4^2+2^2+2^2}} = 0.74a$
 $d(511) = 0.69a$ 均 $< \frac{\lambda}{2} = 0.77a$ \therefore 不会出现。
<http://shop59350285.taobao.com> QQ:985673089

4. 只有声学振动 3支，没有光学支。

在 [100] 和 [111] 方向，2支横声支是简并的。

二：(10分) $\left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)_{r=r_0} = \frac{m\alpha}{r_0^{n+1}} - \frac{n\beta}{r_0^{n+1}} = 0 \Rightarrow r_0 = \left(\frac{n\beta}{m\alpha}\right)^{\frac{1}{n-n}}$

$\therefore \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2}\right)_{r=r_0} = \frac{n\beta}{r_0^{n+2}} [n-m] > 0$

$\therefore n$ 必须大于 m $\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} > 0$ 有稳定态。

试题名称：

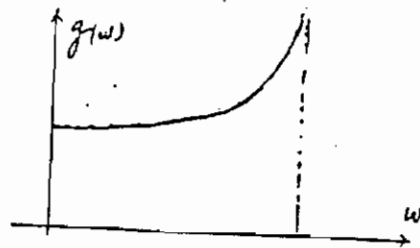
三：(15分)

1. 在微小间隔 $d\theta$ 间隔内，驻波模式数目为 $\frac{Na}{2\pi} d\theta$
 考虑到 $w(\theta)$ 具有中心反位对称，即 $w(\theta) = w(-\theta)$
 $\therefore dw$ 在微小间隔内驻波模式数

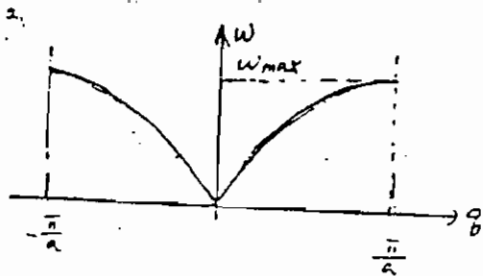
$$\Delta N = g(w) dw = 2 \cdot \frac{Na}{2\pi} \frac{d\theta}{dw} dw$$

$$\therefore g(w) = \frac{Na}{\pi} \frac{d\theta}{dw} \quad \therefore w = \left(\frac{q\beta}{m}\right)^{1/2} \left| \sin \frac{\theta a}{2} \right|$$

$$\begin{aligned} \therefore g(w) &= \frac{2N}{\pi} \left(\frac{q\beta}{m}\right)^{-1/2} \\ &= \frac{2N}{\pi} \frac{1}{\sqrt{q\beta/m}} \cos \frac{\theta a}{2} \end{aligned}$$



<http://shop59350285.taobao.com> QQ985673089



$$\therefore \int_0^{w_m} g(w) dw = \text{一维单质晶体的自由度数}$$

\therefore 有一个截止驻波频率限制，又称截止频率 w_{max}

第 1 版共 3 版

五. 按自由电子气模型，能量在 $E - E + dE$ 之间的

电子数为

$$dN = 2 \cdot \frac{V}{4\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}} E^{\frac{1}{2}} f(E) dE$$

在 $T=0K$ 时

$$f(E) = 1 \quad \frac{1}{2} E < E_F$$

$$f(E) = 0 \quad \frac{1}{2} E > E_F$$

故

$$N = \int_0^{E_F^0} 2 \cdot \frac{V}{4\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}} E^{\frac{1}{2}} dE$$
$$= \frac{V}{3\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{\frac{3}{2}} E_F^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{1}{2} \pi = \frac{N}{V} \quad \text{①}$$

<http://shop59350285.taobao.com> QQ985673089

$$E_F^0 = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 \pi)^{\frac{2}{3}}$$

金属铜的体电子浓度

$$\pi = \frac{1}{(3.5 \times 10^{-8})^3} = 4.66 \times 10^{22} / \text{cm}^3$$

$$E_F^0 = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 \pi)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 7.56 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 4.72 \text{ eV}$$

第 2 版共 3 版

四. (1)
$$\frac{1}{m_e^*} = \frac{1}{\hbar} \frac{d^2 E}{dk^2} = \frac{1}{\hbar} \cdot (-1.016 \times 10^{-34}) \cdot 2$$

$$\begin{aligned} m_e^* &= - \frac{\hbar^2}{2 \times 1.016 \times 10^{-34}} \\ &= - \frac{5.467 \times 10^{-35}}{9.1095 \times 10^{-35}} m_0 \\ &= -0.6 m_0 \end{aligned}$$

(2) 空穴波矢

$$k_h = -k_e = -1 \times 10^6 / \text{cm}$$

(3)
$$\begin{aligned} \hbar k_h &= -1.054 \times 10^{-34} \times 1 \times 10^6 \\ &= -1.054 \times 10^{-28} \frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{cm}} \end{aligned}$$

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

(4)
$$\begin{aligned} v &= \frac{1}{\hbar} \left. \frac{dE}{dk} \right|_k = \frac{1}{\hbar} \cdot 2 \cdot (-1.016 \times 10^{-34}) k \\ &= - \frac{2 \times 1.016 \times 10^{-34}}{1.054 \times 10^{-34}} \cdot 1 \times 10^6 \\ &= 1.93 \times 10^6 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

空穴速度为 $1.93 \times 10^6 \text{ cm/s}$

(5) 空穴能量
$$\begin{aligned} \frac{p}{2} &= -E(k) = 1.016 \times 10^{-34} \cdot (1 \times 10^6)^2 \\ &= 1.016 \times 10^{-22} \text{ J} \end{aligned}$$

试题名称:

$$\therefore E(\vec{k}) = \frac{\hbar^2 k_x^2 + \hbar^2 k_y^2}{2m} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$

等能面是个圆，其半径

$$k_x = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$$

圆内状态数目

$$\begin{aligned} N(E) &= 2 \cdot \frac{A}{(2\pi)^2} \cdot \pi k_x^2 \\ &= \frac{mE}{\pi \hbar^2} \cdot A \end{aligned}$$

单位面积 $A=1$ 时 = 二维自由电子气能态密度

$$G(E) = \frac{dN(E)}{dE} = \frac{m}{\pi \hbar^2}$$

<http://shop59350285.taobao.com> QQ985673089

在 k_z 方向磁场的作用下，自由电子气凝聚成

Landau 能级， $E = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega_c$ ，能级

间距为 $\hbar \omega_c$ ，故能级简并度

$$D = \frac{m}{\pi \hbar^2} \cdot \hbar \omega_c$$

$$\text{代入 } \omega_c = \frac{eB}{m} \quad \text{得}$$

$$D = \frac{m}{\pi \hbar^2} \cdot \hbar \frac{eB}{m} = \frac{eB}{\pi \hbar}$$

试题名称：