

## 1999 年天津大学固体物理学考研试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

一、简单计算或简要回答下列各问题 (每小题4分, 共40分)

1) 某种金属的晶体结构由 fcc 转变为 bcc, 假定相变时晶体的总体积不变, 求  $D_{fcc}/D_{bcc}$ .  $D$  表示金属原子能够接近的最小距离.

2) 证明晶体的 X 射线衍射的布拉格定律和劳厄定律等效.

3) 设一维双原子链中, 力常数为  $\beta$ , 两种原子质量分别为  $m, M (m < M)$ , 画出  $\omega(\omega)$  曲线, 证明其声学支和光学支频率之间有如下关系成立:  $(\omega_{min}^o)^2 + (\omega_{max}^a)^2 = (\omega_{max}^o)^2$

4) 晶体结合有哪几种类型? 各有什么特点? 各举一例.

5) 用能带论解释导体、半导体和绝缘体的区别. 画出它们的能带中电子填充示意图, 并标明费米能的位置.

6) 什么是声子碰撞的 N-过程和 U-过程? 以三声子过程为例, 画图说明.

7) 正常金属的电子比热, 按量子理论和经典理论的估计, 前者是后者的几分之几? 说明二者差别的原因.

8) 证明  $T=0K$  时, 金属中自由电子的能量密度为  $\frac{E_0}{V} = \frac{\hbar^2 K_F^5}{40\pi^2 m}$ .  
式中,  $K_F$  为费米半径,  $E_0$  为  $0K$  时电子总能量,  $V$  为金属体积,  
 $\hbar$  为普朗克常量,  $m$  为电子质量.

9) 设二维正方格子, 晶格常数为  $a$ , 写出 TB 近似下能量  $E(k)$  的表达式, 并画出第一布里渊区内  $E(k_x)$  图象. (只考虑到最近邻原子的相互作用)

10) 利用上题  $E(k)$  的结果, 求  $m^*$  张量, 并画出第一布里渊区内  $m_{xx}^*(k_x)$  的图象。

二、(12分) 设二维晶格, 两基矢长度分别为  $a$  和  $b$ , 两基矢夹角为  $\gamma$ , 求密勒指数的  $(h, k)$  的晶列的间距  $d_{hk}$ 。

三、(12分) 证明有  $N$  个质量为  $m$  的相同原子组成的一维单原子链, 每单位频率间隔内的振动方式数目为  $g(\omega) = \frac{2N}{\pi} \frac{d\omega}{\omega}$ , 其中  $\beta$  为常数。并进一步证明振动方式总数为  $N$ 。

四、(12分) 设有一维晶格, 晶格常数为  $a$ , 晶格势场的一个周期为  $V(x) = \begin{cases} V_0 & (-\frac{a}{2} < x \leq \frac{a}{2}) \\ 0 & (\frac{a}{2} < x \leq a - \frac{a}{2}) \end{cases}$

其中  $a = 4b$ , 试求第一、二两个能隙的宽度。

五、(12分) 已知金属中电子浓度为  $n$ , 电子质量为  $m$ , 求金属在  $T = 0K$  时费米能  $E_F$  的表达式。(写清推导过程及每步骤的主要结果)

六、(12分) 已知  $Cu$  的原子量为 63.5, 金属铜的密度为  $\rho_m = 8.95 \text{ g/cm}^3$ , 室温下的电阻率  $\rho = 1.55 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ , 设传导电子的有效质量  $m^* = m_0$ , 试计算:

- 1) 传导电子的浓度  $n = ?$
- 2) 按经典自由电子理论, 弛豫时间  $\tau = ?$
- 3) 费米能  $E_F$  和费米速度  $v_F$  各是多少?
- 4) 平均自由程  $\bar{\lambda} = ?$

$$(N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}, m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})$$