

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 β , 两种原子质量分别为 $m, M (m < M)$, 画出 $\omega(q)$ 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 γ , 求定态指数为 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 $g(\omega) = \frac{2N}{\pi} \left(\frac{1}{v} - \omega \right)$, 其中 β 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 $\rho_m = 8.95 g/cm^3$, 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 $\bar{\lambda} = ?$

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