

# 华中科技大学

## 二〇〇五招收硕士研究生入学考试试题

考试科目： 固体物理

适用专业： 微电子学与固体电子学、半导体芯片系统设计  
与工艺、电力电子与电力传动、材料物理与化学

(除画图题外，所有答案都必须写在答题纸上，写在试题上及草稿纸上无效，考完后试题随答题纸交回)

### 一、简答下列各题 (60 分，每小题 6 分)

- 1、体心立方和面心立方晶格结构的金属中，设立方边长为  $a$ ，分别写出最近邻和次近邻的原子间距。
- 2、证明体心立方的倒点阵类型为面心立方。
- 3、具有体心立方结构的某元素晶体，在其多晶样品的 X 射线衍射中，散射角最小的三个衍射峰的晶面指数是什么？
- 4、以  $Ba$  和  $O$  两种元素形成离子晶体为例，是形成  $Ba^+O^-$  类型，还是  $Ba^{+1/2}O^{-1/2}$  类型，判断的原则是什么？
- 5、对于面心立方结构的分子晶体，只考虑最近邻和次近邻的影响，估算  $A_6$  和  $A_{12}$
- 6、晶格在绝对零度是否还存在格波？若存在，格波之间还能够交换能量吗？
- 7、简述晶态绝缘体的热导机制。
- 8、定性讨论低温下自由电子气体的热容对温度的依赖关系。
- 9、一维单原子晶格能带中，一个能级最多能容纳几个电子？简述理由。
- 10、能带计算中的紧束缚近似的基本思想是什么？

二、(18 分)对一由  $A, B$  两种原子组成的一维双原子链，排列方式为  $ABAB \cdots AB$ ，设

$AB$  键长为  $a/2$ ， $A, B$  原子的形状因子分别是  $f_A, f_B$ ，入射 X 射线束垂直于原子链。(1)证明干涉条件为  $n\lambda = a \cos \theta$ ，其中  $\theta$  为衍射束与原子链间的夹角；

(2) 倒格矢  $G = hb$ ,  $h$  为整数, 证明  $h$  为奇数时, 衍射束强度正比于  $|f_A - f_B|^2$ ,  $h$  为偶数时, 衍射束强度则正比于  $|f_A + f_B|^2$  (3) 说明当  $f_A = f_B$  时会出现什么现象?

三、(18 分) 离子晶体的内能公式  $U(R) = N \left( \frac{6\lambda}{R^n} - \frac{\alpha e^2}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$ 。(1) 求平衡原子间距  $R_0$  和内能极小值  $U(R_0)$  的表达式; (2) 如果离子电荷加倍, 点阵常数和内能将会受到什么影响?

四、(18 分) 设一长度为  $L$  的一维单原子链, 原子质量为  $m$ , 原子间距为  $a$ , 原子之间的相互作用势可以表示为  $U(a+\delta) = -A \cos\left(\frac{\delta}{a}\right)$ , 其中  $|\delta| \ll a$ 。根据简谐近似:

(1) 求色散关系; (2) 由色散关系求模式密度; (3) 列出晶格热容的积分表达式。

五、(18 分) 求出一维和二维自由电子气体的能态密度。

六、(18 分) 设有二维正方晶格, 晶格常数为  $a$ , 其晶格势场  $V(x, y) = -4U \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \cos\left(\frac{2\pi y}{a}\right)$ , 按弱周期场处理, 求出布里渊区顶角处  $\left(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}\right)$  的禁带宽度。