

# 中国科学院——中国科学技术大学

2000 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试卷

科目：固体物理学

一、填空(每小题 4 分,共 20 分)

1. 晶体中原子排列的最大特点是\_\_\_\_\_。  
非晶体中原子排列的最大特点是\_\_\_\_\_。  
准晶结构的最大特点是\_\_\_\_\_。
2. 晶体中可以独立存在的 8 种对称元素是\_\_\_\_\_。
3. 半导体材料 Si 和 Ge 单晶的晶体点阵类型为\_\_\_\_\_,倒易点阵类型为\_\_\_\_\_,第一布里渊区的形状为\_\_\_\_\_,每个原子的最近邻原子数为\_\_\_\_\_。
4. 某晶体中两原子间的相互作用势  $V(r) = -\frac{A}{r^n} + \frac{B}{r^{12}}$ , 其中  $A$  和  $B$  是经验参数,都为正值,  $r$  为原子间距,试指出\_\_\_\_\_项为引力势,\_\_\_\_\_项为斥力势,平衡时最近邻两原子间距  $r_0 =$  \_\_\_\_\_,含有  $N$  个原子的这种晶体的总结合能表达式为:\_\_\_\_\_。
5. 研究固体晶格振动的实验技术有:\_\_\_\_\_,\_\_\_\_\_等。

二、已知  $N$  个质量为  $m$  间距为  $a$  的相同原子组成的一维原子链,其原子在偏离平衡位置  $\delta$  时受到近邻原子的恢复力  $F = -\beta\delta$  ( $\beta$  为恢复力系数)。

1. (10 分)试证明其色散关系  
$$\omega = 2 \sqrt{\frac{\beta}{m}} \left| \sin \frac{qa}{2} \right|$$
 ( $q$  为波矢)
2. (5 分)试绘出它在整个布里渊区内的色散关系,并说明截止频率的意义。
3. (5 分)试求出它的格波态密度函数  $g(\omega)$ ,并作图表示。

1. (10 分)假设某二价元素晶体的结构是简立方点阵,试证其第一布里渊区角顶点  $\left(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a}\right)$  的自由电子动能为区边中心点  $\left(\frac{\pi}{a}, 0, 0\right)$  的三倍。
2. (10 分)若二价元素晶体的能量很小,试说明它不会是绝缘体。

四、(20分)用紧束缚方法处理晶体  $s$  态电子，得到其能量表达式为

$$E_s(k) = E_0 + \sum_{R_i} J(R_i) e^{ik \cdot R_i}$$

其中  $E_0$  为常数， $J(R_i)$  称高迭积分(小于零)。

1. 在最近邻近似下，求出  $x$  方向格常数为  $a$ 、 $y$  方向格常数为  $b$  ( $a \neq b$ ) 的二维矩形晶体  $s$  态电子能量表示式
  2. 求出  $s$  态晶体电子能带宽度。
  3. 分别求出能带底电子与能带顶空穴有效质量张量
- 五、(20分)  $N$  个原子组成二维正方格子，每个原子贡献 1 个电子构成二维自由电子气，电子能量表达式是

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

1. 推导二维自由气的能态密度公式。
2. 此时在垂直于正方格子方向射入一磁场  $B$ ，自由电子气能级将凝聚成 Landau 能级，问该能级的简并度是多少？

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