

# 武汉大学

## 2013 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

(满分值 150 分)

科目名称: 固体物理 (D 卷)

科目代码: 873

### 一、(30 分) 简答题

- 1、(4 分) 简述空间点阵学说; 用什么实验可以证实这个学说?
- 2、(3 分) 为什么说 6 度象转轴不是独立的对称操作?
- 3、(3 分) 什么是晶格振动的频率分布函数? 写出其一般表达式。
- 4、(4 分) 写出晶体的状态方程, 并由此解释热膨胀现象。
- 5、(4 分) 以 Kronig-Penney 模型为例, 指出在周期性势场中运动的电子的能量状态具有哪些一般特点。
- 6、(3 分) 分别写出坐标空间和波矢空间中描述电子准经典运动的公式。
- 7、(5 分) 简述导体、半导体、绝缘体的能带模型。
- 8、(4 分) 列举四种计算电子能带结构的方法。

### 二、(8 分) 在立方晶系中分别画出其[211]晶向和 $(\bar{1}\bar{2}\bar{1})$ 晶面。

### 三、(12 分) 已知六角密堆 (hcp) 结构的原胞基矢为:

$$\vec{\alpha}_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}a\vec{i} + \frac{1}{2}a\vec{j}, \quad \vec{\alpha}_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2}a\vec{i} + \frac{a}{2}\vec{j}, \quad \vec{\alpha}_3 = c\vec{k}$$

(1) 证明  $c/a = \sqrt{8/3}$ ; (2) 求其倒格子原胞基矢  $\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3$

### 四、(10 分) 计算晶格常数为 a 的面心立方金属 (100) (110) (111) 晶面上原子密度之比。

五、（12 分）离子晶体硫化钾的分子离解成碘和钾两个中性原子时，所需的离解能是  $E_d$ ，已知碘的电子亲和能是  $E_a$ ，碘的电离能是  $E_i$ 。求平衡时碘化钾分子的库伦能和离子键的键长  $r_0$ 。

六、（8 分）已知紧束缚近似的电子波函数为  $\psi_a(\vec{k}, \vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_n \phi_a(\vec{r} - \vec{R}_n) e^{i\vec{k} \cdot \vec{R}_n}$ ，证明  $\psi_a(\vec{k}, \vec{r})$  具有布洛赫波的形式。

七、（12 分）证明在  $T=0K$  时，三维金属的自由电子气的（1）状态方程可表示为  $pV^{5/3} =$  常数；（2）体积弹性模量为  $B = 5p/3$ 。

八、（14 分）已知电子在周期场中的势能为：

$$V(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} m \omega^2 [b^2 - (x - na)^2], & na - b \leq x \leq na + b \\ 0, & (n-1)a + b \leq x \leq na - b \end{cases}$$

其中  $a=4b$ ，为常数。（1）画出势能曲线，并求出其平均值；（2）用近自由电子模型求出第一、第二个禁带宽度。

九、（14 分）一维单原子晶格，在简谐近似下，如果考虑每一个原子与其余所有原子都有相互作用，试求其格波的色散关系（设原子质量为  $M$ ，相邻原子间距为  $a$ ，相距为  $ma$  的两个原子间的准弹性常数为  $\beta_m$ ）。

十、（15 分）对于边长比为 2 的二维矩形晶格，画出第一、二、三布里渊区，并证明各布里渊区的面积都相等。

十一、（15 分）利用紧束缚近似方法（1）求出简立方晶体中 s 态电子形成能带的色散关系（即  $E$  与  $\vec{k}$  关系）（2）画出[100]、[111]方向的能谱曲线，并分别给出相应能带的宽度；（3）求出[111]方向能带电子的有效质量。