

**电子科技大学**  
**2015 年攻读硕士学位研究生入学考试试题**  
**考试科目：818 固体物理**

**注：所有答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。**

**一、填空题（共 30 分，每空 1 分）**

1、晶格常数为  $a$  的 CsCl 晶体，布喇菲格子是\_\_\_①\_\_\_，基元含有\_\_\_②\_\_\_个原子，初基原胞含有\_\_\_③\_\_\_个原子，惯用原胞含有\_\_\_④\_\_\_个原子，配位数是\_\_\_⑤\_\_\_；该晶体的初基原胞体积为\_\_\_⑥\_\_\_，惯用原胞体积为\_\_\_⑦\_\_\_，第一布里渊区体积为\_\_\_⑧\_\_\_。

2、晶体的倒格子原胞基矢分别为  $\vec{b}_1, \vec{b}_2, \vec{b}_3$ ，则该晶体 (110) 晶面的法线可以表示为\_\_\_①\_\_\_，(111) 晶面的法线可以表示为\_\_\_②\_\_\_。

3、某晶体具有简单立方结构，晶格常数为  $a$ ，则在该晶体中，与倒格矢  $\vec{K} = \frac{\rho}{a} \vec{i} + \frac{\rho}{a} \vec{j} - \frac{2\rho}{a} \vec{k}$  正交的晶面簇的晶面指数为\_\_\_①\_\_\_，该晶面簇的面间距为\_\_\_②\_\_\_。

4、某 NaCl 晶体含有  $N$  个初基原胞，则在该晶体中：存在\_\_\_①\_\_\_支声学格波，存在\_\_\_②\_\_\_支光学格波，晶体的自由度为\_\_\_③\_\_\_，波矢取值个数为\_\_\_④\_\_\_。

5、声子遵从\_\_\_①\_\_\_统计，一个声子的能量为\_\_\_②\_\_\_，准动量为\_\_\_③\_\_\_；当声子与其它粒子作用时，遵从\_\_\_④\_\_\_守恒和\_\_\_⑤\_\_\_守恒。

6、根据量子自由电子论，金属晶体中的自由电子遵从\_\_\_①\_\_\_分布，其占据能量  $E$  的几率函数为\_\_\_②\_\_\_，其能量与波矢的关系为\_\_\_③\_\_\_；高温时金属晶体的比热为\_\_\_④\_\_\_，低温时金属晶体的比热为\_\_\_⑤\_\_\_。

7、绝对零度下，电子在深度为  $E_0$  的势阱内，费米能级为  $E_f$ ，则电子离开金属至少需要从外界得到的能量  $F =$  \_\_\_①\_\_\_，该能量  $F$  被称为\_\_\_②\_\_\_。两块金属接触时，由于费米能级不同，电子由费米能级\_\_\_③\_\_\_（高/低）的金属流向费米能级\_\_\_④\_\_\_（高/低）的金属。

**二、简答题（共 60 分，每题 10 分）**

1、作图说明：为什么 14 种布喇菲格子中，没有底心四方和面心四方晶胞？

2、画出晶格常数为  $a$  的面心立方结构晶体中（该晶体基元只含一个原子），(100)、(110) 和

(111) 晶面的原子排列示意图, 并求各晶面的面间距。

3、简述晶体结合力的普遍规律, 并作图说明。

4、晶格比热理论中的德拜模型和爱因斯坦模型各作了哪些近似? 分别讨论高、低温时两种模型与实验符合的程度。

5、金属中存在大量自由电子, 但在通常温度下金属中的电子气对比热的贡献很小, 说明其原因。

6、根据导体、半导体、绝缘体能带结构的特点, 分别描述它们的电导特性。

### 三、计算题 (共 60 分, 第 1 题 10 分, 第 2、3 题 15 分, 第 4 题 20 分)

1、(10 分) 证明面心立方格子与体心立方格子互为倒格子。

2、(15 分) 一维单原子链晶格常数为  $a$ , 含有  $N$  个原子。(1) 求该一维单原子链的格波态密度函数 (色散关系  $\omega = \sqrt{\frac{4b}{m}} \left| \sin \frac{qa}{2} \right|$ ); (2) 若采用德拜模型, 求该一维单原子链系统的零点振动能 (每个振子的零点振动能  $\frac{1}{2} \hbar \omega$ )。

3、(15 分) 限制在边长为  $L$  的二维正方形势阱中的  $N$  个自由电子, 电子能量为  $E(k_x, k_y) = \frac{\hbar^2}{2m} (k_x^2 + k_y^2)$ 。求: (1) 能量从  $E$  到  $E+dE$  之间的的状态数; (2)  $T=0$  时费米能量的表达式。

4、(20 分) 对于晶格常数为  $a$  的简单立方结构晶体: (1) 写出该晶体的倒格子基矢, 并画出第一布里渊区; (2) 用紧束缚近似求出  $s$  态电子的能量表达式, 并在第一布里渊区上标出能量最大和最小值的位置; (3) 求能带顶电子的有效质量; (4) 求第一布里渊区  $[110]$  方向电子

的速度。(注:  $E(\mathbf{k}) = E_s^a - A - B \sum_{\mathbf{R}_n}^{\text{最近邻}} e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{R}_n}$ )