

电 子 科 技 大 学

2011 年攻读硕士学位研究生入学试题

科目名称: 818 固体物理

注: 所有答案必须写在答题纸上, 写在试卷和草稿纸上均无效。

一、填空(每空 1.5 分, 共 30 分)

- 1、已知有某晶体的固体物理学原胞基矢为 \vec{a}_1 , \vec{a}_2 , \vec{a}_3 , 若某晶面在这三个固体物理学原胞基矢上的截距分别为 3, 1, -2, 则该晶面的晶面指数为_____, 晶向 $\vec{R} = 3\vec{a}_1 + \vec{a}_2 - \vec{a}_3$ 的晶向指数为_____。
- 2、硅晶体具有_____结构, 其结晶学原胞中包含_____个原子, 其固体物理学原胞中包含_____个原子; 若该硅晶体的晶格常数为 a , 则其固体物理学原胞的体积为_____, 其倒格子原胞的体积等于_____, 其第一布里渊区的体积为_____。
- 3、今有由 N 个原子组成的硅晶体, 其晶格振动共有_____支独立格波, 其中, _____支为声学波, 有意义波矢 \vec{q} 的取值个数为_____个, 晶格振动的频率数为_____。
- 4、当两种不同金属接触后, 费米能级高的金属带_____电(“正”或“负”)。
- 5、在低温度下, 对于三维晶体而言, 声子比热与温度的关系为_____, 电子比热与温度的关系为_____; 金属的低温度比热为_____。
- 6、在周期性势场中, 电子波函数具有_____形式。
- 7、根据伯格斯矢量 \vec{b} 与位错线的几何关系, 位错可大致分为刃型位错(也称棱位错)和螺位错, 其中, 刃型位错的伯格斯矢量 \vec{b} 与位错线的几何取向关系为_____。
- 8、面心立方晶格的简约布里渊区是_____ (从正立方体、正八面体、正十二面体、截角八面体中选择一种)。
- 9、在能带顶部电子的有效质量_____ (从 >0 、 <0 、 $=0$ 中选择一种)。

二、简要回答下列问题(每题 5 分, 共 40 分)

- 1、硅的晶体结构主要特征
- 2、晶体、非晶体、多晶体和单晶体各自的主要结构特征
- 3、格波的基本概念
- 4、声子的基本概念和主要性质
- 5、声子比热的德拜模型与爱因斯坦模型各作了哪些近似? 取得了什么成就?
- 6、根据能带结构差异, 简要阐述导体、半导体、绝缘体电导性差异的原因。
- 7、自由电子的态密度为 $D = CE^{\frac{1}{2}}$ (C 为常数), 这是否意味着高能态电子浓度比低能态电子浓度大? 为什么?
- 8、金属中虽然存在大量的自由电子, 但在通常温度下金属中的电子气对比热的贡献却很小, 试说明其原因。

三、综合计算(第 1, 2 题各 10 分, 第 3, 4, 5, 6 题各 15 分, 共 80 分)

- 1、用倒格子的概念证明: 立方晶系 $[hkl]$ 晶向与 (hkl) 晶面垂直。
- 2、今有某一维周期性势场中电子的波函数满足布洛赫定理, 波函数

$$\psi_k(x) = \sin \frac{\pi}{a} x, \quad a \text{ 为晶格常数, 求电子波函数的波矢。}$$

- 3、已知 CsCl 晶体中 Cs 和 Cl 两原子的最近距离为 d , 试求:
 - (1)、晶格常数;
 - (2)、固体物理学原胞基矢和倒格子原胞基矢
 - (3)、晶面指数为 (112) 晶面族的法线方程和面间距;

4、由 N 个原子组成的长为 L 的一维简单格子晶格的振动，试用德拜模型求：

(1)、频谱密度函数 $\rho(\omega)$ (假设：波速为 v_p)

(2)、晶格振动的比热表达式

5、限制在边长为 L 的二维正方形中的 N 个自由电子能量表达式为：

$$E(K) = \frac{\hbar^2}{2m} (K_x^2 + K_y^2), \quad k_x = \frac{2\pi}{L} n_x, k_y = \frac{2\pi}{L} n_y, \text{ 其中 } n_x \text{ 和 } n_y \text{ 为 } 0 \text{ 及正负整数,}$$

试求：

(1)、能量从 E 到 $E+dE$ 之间的状态数

(2)、此二维系统在绝对零度时的费米能级 E_F^0

6、已知晶体中电子的 $E(\vec{k})$ 函数为 $E(\vec{k}) = -A[\cos(k_x a) + \cos(k_y a)] - B \cos(k_z a)$,

其中，

$A > 0, B > 0$, a 为晶格常数，试求：

(1)、在 $\vec{k} = (0,0,0)$ 点电子的速度

(2)、在 $\vec{k} = (0,0,0)$ 点电子的有效质量