

电子科技大学

2007 年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目： 410 固体物理

一、填空(10 分)

- 1、钛酸钡(BaTiO_3) 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; 若该晶体的晶格常数为 a , 则其固体物理学原胞的体积为_____, 第一布里渊区的体积为_____
- 2、已知某晶体的基矢取为 $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$, 某晶面在三个基矢上的截距分别为 3, 1, -1, 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_____
- 3、在低温度下, 声子比热与温度的关系为: _____, 电子比热与温度的关系为: _____; 金属的低温比热为: _____

二、简答题(40 分)

- 1、简述 Si 晶体结构的主要特点
- 2、简述缺陷的概念及其种类
- 3、波矢 \vec{q} 和倒格矢 \vec{K}_h 同属倒空间, 它们的关系如何?
- 4、简述声子的概念和声子的性质。
- 5、一般来说, Bloch(布洛赫)波是否具有晶格周期性? 电子的几率密度是否有晶格周期性? 请说明理由。
- 6、自由电子的态密度为 $D = CE^{1/2}$ (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?
- 7、既然电子可以在整个晶体中运动, 为什么有的晶体会是绝缘体?
- 8、根据近自由电子近似的观点, 禁带产生的原因是什么?

三(10分)、试证明六方密堆结构中, $\frac{c}{a} = \left(\frac{8}{3}\right)^{\frac{1}{2}} = 1.633$

四(10分)、用倒格子的概念证明: 立方晶系[hkl]晶向与(hkl)晶面垂直。

五(10分)、求出二维正方格子($\vec{a}_1 = a\hat{i}$, $\vec{a}_2 = a\hat{j}$)的倒格子基矢, 并画出倒格子和前两阶布里渊区。

六(10分)、写出简立方晶格(111)面与(100), (111)面与(110)面交线的晶向指数。

七(20分)、

(1)、已知一维单原子晶格色散关系为: $\omega = \omega_m \left| \sin\left(\frac{qa}{2}\right) \right|$, 其中, $2\sqrt{\frac{\beta}{m}} = \omega_m$,

求一维单原子链的格波态密度函数。

(2)、用德拜模型计算一维单原子链的零点能。

八(20分)、限制在边长为 L 的正方形中的 N 个自由电子的能量表达式为:

$$E(K) = \frac{\hbar^2}{2m} (K_x^2 + K_y^2), \text{ 试求:}$$

(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

九(20分)、已知一维晶格的电子能带可写成

$$E(K) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left(\frac{7}{8} - \cos(Ka) + \frac{1}{8} \cos(2Ka) \right), \text{ 其中 } a \text{ 为晶格常数, 求:}$$

(1)、电子在波矢 K 状态下的速度;

(2)、带顶和带底的电子有效质量。