

# 北京科技大学 2008 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 875 试题名称: 固体物理 (共 2 页)

适用专业: 凝聚态物理、物理电子学、理论物理 和 材料物理

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

请考生注意: 除特别标明外, 试题不分专业, 为所有考生应做的内容。

## 一. 简答题 (45 分, 每题 9 分)

1. 请给出晶体弹性波中光学支、声学支的数目与晶体原胞数  $N$  以及原胞基元原子数目  $P$  之间的关系以及光学支、声学支各自的振动特点。
2. 在晶体热容的计算中, 爱因斯坦和德拜分别做了哪些基本假设。
3. 分别写出晶体中声子和电子分别服从哪种统计分布 (给出具体表达式)。
4. 阐述金属电阻在高温和低温下与温度的变化关系, 并简要说明原因。
5. 什么是杂质能级? 请分别说明受主能级和施主能级在半导体能带中的位置。

## 二 (15 分). (考生可在以下两小题中任选一题)

- (1) 磁畴是怎样产生的? 畴壁能和畴壁厚主要由哪几项因素决定?
- (2) 画出体心立方和面心立方晶体结构的金属在 (100), (110), (111) 面上的原子排列。

## 三 (20 分). (此题单考生做, 统考生不做)

(1) 什么是共价键的饱和性和方向性? (2) 离子晶体的结合方式、结合力、结构特征和主要物理性质是什么?

## 四 (20 分). (此题统考生做, 单考生不做)

设有一维双原子链, 链上最近邻原子间的恢复力常数交错地等于  $\beta$  和  $10\beta$ 。若两种原子的质量相等, 并且最近邻间距为  $a/2$ , 试求在波矢  $k=0$  和  $k=\pi/a$  处的  $\omega(k)$ , 并画出其色散关系曲线。

## 五. (20 分).

有  $N$  个惰性气体原子组成的线性布拉维固体链。若平均每两原子相互作用势:

$$\phi(x) = \phi_0 \left[ \left( \frac{\sigma}{x} \right)^{12} - 2 \left( \frac{\sigma}{x} \right)^6 \right]$$

试求

- (1) 原子间的平均距离  $x_0$ ;
- (2) 每个原子的平均晶格能  $u_0$ ;
- (3) 线弹性模量  $K$ .

六. (20分). 限制在边长为  $L$  的正方形中的  $N$  个电子, 电子的能量为:  $E = \frac{\hbar^2}{2m}(k_x^2 + k_y^2)$

- (1) 求能态密度;
- (2) 求二维系统在绝对零度时的费米能量.

七. (15分) (此题统考生做, 单考生不做)

设有一单价金属, 具有简单立方结构, 晶格常数  $a = 3.345 \times 10^{-10} \text{m}$ , 试求

- (1) 费米球的半径;
- (2) 费米球到布里渊区边界的最短距离.

八. (15分) (此题单考生做, 统考生不做)

已知一维晶体的  $s$  电子能带可写成:  $E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left( \frac{7}{8} - \cos ka + \frac{1}{8} \cos 2ka \right)$  式中  $a$  是晶格常数, 试求:

- (1) 此能带的宽度;
- (2) 电子在波矢  $k$  的状态时的速度;
- (3) 能带底部和顶部的电子有效质量.

九. (15分). (此题统考生做, 单考生不做)

如只计及最近邻原子间的相互作用, 用紧束缚方法导出的体心立方晶体的  $S$  态电子的能带为

$$E(k) = E_0 - J_0 - 8J [\cos(k_x a/2) \cos(k_y a/2) \cos(k_z a/2)]$$

式中  $J$  为交迭积分, 试求:

- (1) 体心立方晶格能带的宽度;
- (2) 能带底部和顶部电子的有效质量;
- (3) 画出沿  $k_x$  方向 ( $k_y = k_z = 0$ )  $E(k_x)$  和  $v(k_x)$  的曲线.

十. (15分) (此题单考生做, 统考生不做)

推导一维简单晶格的色散关系 (振动频谱), 并画出色散曲线