

# 北京 科 技 大 学

## 2010 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

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。

一、简答题: (共 45 分, 每小题 9 分)

1) 晶体含  $N$  个原胞, 每个原胞含 2 个原子, 问该晶体晶格振动谱中有多少个光学支、多少个声学支振动模式?

2) 请说明德拜热容量模型的基本假设, 为什么说德拜热容量模型在低温下是正确的?

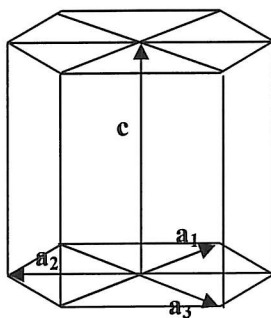
3) 请给出晶体中电子的有效质量的定义并解释它的物理意义。

4) 简述晶体中能隙的起因。

5) 什么是  $n$  型半导体和  $p$  型半导体? 什么是本征半导体?

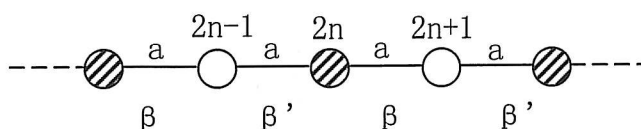
二、(10 分) 在面心立方晶格中, 哪个晶面的原子面密度最大?

三、(20 分) 在六角晶系中常用 4 个指数  $(h, k, i, l)$  来表示, 如图, 前三个指数表示晶面族中最靠近原点的晶面在互成  $120^\circ$  的共平面轴  $a_1, a_2, a_3$  上的截距为:  $a_1/h, a_2/k, a_3/i$ , 第 4 个指数表示该晶面在六重轴  $c$  上截距为  $c/l$ , 证明:  $i = -(h+k)$ , 并将下列用  $(h, k, l)$  表示的晶面改用  $(h, k, i, l)$  表示:  $(001) (\bar{1}33) (1\bar{1}0) (3\bar{2}3) (100) (010) (\bar{2}13)$ 。



四、(15 分) 具有简立方结构的晶体, 原子间距为  $2\text{\AA}$ , 由于晶体中非谐作用的存在, 一个沿  $[1, 1, 0]$  方向传播的波矢为  $1.3 \times 10^{10} \text{m}^{-1}$  的声子同另一个波矢大小相等, 但沿  $[1, -1, 0]$  方向传播的声子相互作用, 合并成第三个声子, 试求新形成的第三个声子的波矢。

五、(20 分) 设有一维原子链 (如图), 第  $2n$  个原子与第  $2n+1$  个原子之间的恢复力常数为  $\beta$ , 第  $2n$  个原子与第  $2n-1$  个原子之间的恢复力常数为  $\beta'$  ( $\beta' < \beta$ )。设两种原子的质量相等, 最近邻原子间距均为  $a$ , 试求晶格振动的振动谱以及波矢  $k=0$  和  $k=\pm\pi/2a$  时的振动频率。



六、(20 分) 试证明, 在  $T=0\text{K}$  时, 金属中自由电子气的压强和体积弹性模量分别为:

$$P = \frac{2}{5} \frac{N}{V} E_F^0, \quad B = \frac{2}{3} \frac{N}{V} E_F^0$$

式中  $E_F^0$  为  $T=0\text{K}$  时的费米能;  $V$ 、 $N$  分别代表金属的体积和自由电子总数。

七、(20 分) 设有一维晶体的电子能带可以写成

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left( \frac{7}{8} - \cos ka + \frac{1}{8} \cos 2ka \right)$$

其中,  $a$  是晶格常数, 试求:

- (1) 能带的宽度;
- (2) 电子在波矢  $k$  状态的速度;
- (3) 能带底部和能带顶部的有效质量。