

南京大学 2003 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 (三小时)

考试科目名称及代码 固体物理 330

适用专业: 凝聚态物理

注意:

1. 所有答案必须写在“南京大学研究生入学考试答题纸”上, 写在试卷和其他纸上无效;

2. 本科目允许/不允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

一. 选择题:

每题只能选出一个. (每题 3 分, 共 30 分)

- 某金刚石结构晶体, 其立方单胞体积为 Ω , 则布里渊区体积为
(a) $\Omega_{\text{B}} = (2\pi)^3 / \Omega$; (b) $\Omega_{\text{B}} = 4(2\pi)^3 / \Omega$; (c) $\Omega_{\text{B}} = 2(2\pi)^3 / \Omega$; (d) $\Omega_{\text{B}} = (2\pi)^3 \Omega / 2$
(正倒格矢的关系定义为 $\mathbf{a}_i \mathbf{b}_j = 2\pi \delta_{ij}$)
- NaCl 晶体最近邻离子间距为 a , 单色 x 射线在此晶体粉末样品中通过, 则 x 射线波长 λ 必须
(a) $\lambda \leq 4a/\sqrt{3}$; (b) $\lambda \leq 2a/\sqrt{3}$; (c) $\lambda \geq a$; (d) $\lambda \leq 2a$
- 体积为 V 的 ZnS 晶体, 如果单胞体积为 Ω , 则晶格振动的模式数为
(a) V/Ω ; (b) $4V/\Omega$; (c) $6V/\Omega$; (d) $24V/\Omega$
- 设有 A, B 两种晶体, 其德拜温度 $\Theta_A > \Theta_B$, 若忽略其它因素, 则 A, B 晶体的结合能有下列关系
(a) $W_A > W_B$; (b) $W_B > W_A$; (c) $W_A = W_B$; (d) 不确定
- 一维德拜声子谱(模式)密度
(a) $\rho(\omega) \sim \omega$; (b) $\rho(\omega) \sim \omega^2$; (c) $\rho(\omega) \sim \omega^3$; (d) $\rho(\omega) = \text{常数}$
- 三维绝缘晶体的低温比热
(a) $C_v \sim T$; (b) $C_v \sim T^3$; (c) $C_v \sim 3NK$; (d) $C_v \sim e^{-bT}$
- 对原子数为 N , 立方胞边长为 a 的体心立方晶体, 单位波矢(\mathbf{k})空间内可容纳的电子数为
(a) $N/(2\pi)^3$; (b) $Na^3/(2\pi)^3$; (c) $2Na^3/(2\pi)^3$; (d) $2a^3/(2\pi)^3$
- 三维自由电子气的能态密度
(a) $N(E) \sim E^{1/2}$; (b) $N(E) \sim E$; (c) $N(E) = \text{常数}$; (d) $N(E) \sim E^2$

9. 某种晶体的费米能决定于

- (a) 晶体的体积; (b) 晶体中的总电子数; (c) 晶体中的电子浓度; (d) 晶体的形状

10. P 型半导体的霍尔系数

- (a) 是负值; (b) 是正值; (c) 可正可负; (d) 取决于外加电, 磁场的大小和方向

二. (30 分)

试用德拜模型计算

- (a). 系统的零点振动能 U_0 与德拜温度的关系;
(b). 低温时的平均声子数 $\langle n(T) \rangle$ 与温度的关系

三. (30 分)

若用自由电子模型描述电子状态和用德拜模型近似处理晶格振动,

- (a). 试求 z 价金属中费米波数 k_F 与德拜波数 q_D 的关系;
(b). 对于单价金属($z=1$), 假定费米球面上的电子与声子产生正常过程(N 过程)弹性散射, 试证明电子在费米球面上被声子散射的角度 Θ 满足下列不等式
 $\Theta \leq \Theta_0 = 2\sin^{-1}(2^{-2/3})$

四. (30 分)

用紧束缚方法处理面心立方晶体的 s 态电子, 若只考虑最近邻的相互作用, 试导出其能带为

$$E(\mathbf{k}) = E_0 - A - 4J[\cos(k_x a/2)\cos(k_y a/2) + \cos(k_y a/2)\cos(k_z a/2) + \cos(k_z a/2)\cos(k_x a/2)],$$

并求能带底部电子的有效质量.

五. (30 分)

两价金属中相邻两带略有重叠, 第一能带带顶的能量为 E_1 , 第二能带带底能量为 E_2 . 已知在此两极值处电子能量分别为

$$E^{(1)}(\mathbf{k}) = E_1 - \hbar^2 \mathbf{k}^2 / 2m_1^*; \quad E^{(2)}(\mathbf{k}) = E_2 + \hbar^2 \mathbf{k}^2 / 2m_2^*, \quad m_1^*, m_2^* > 0$$

式中 \mathbf{k} 为以极值为原点的波矢量, 试求

- (a). E_F^0 ; (b) $N(E_F^0)$.