

青岛大学 2017 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 817

科目名称: 固体物理

(共 2 页)

请考生写明题号, 将答案全部答在答题纸上, 答在试卷上无效

一、简答(本题 20 分)

1. 按顺序写出下列晶体的布拉菲点阵, 并写出基元中原子在晶胞中的坐标: NaCl, CsCl, Si, Na.
2. 共价键有什么特点? 说明原子晶体的基本特征。
3. 为什么晶体原胞中电子数目为奇数, 相应的晶体具有金属导电性?
4. 什么是金属的脱出功? 用你以前学过的一个实例说明脱出功的应用。

二、(本题 20 分)

晶格常数为 a 的体心立方:

(1) 证明密勒指数为 (hkl) 的晶面族的面间距为:
$$d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

(2) 说明密勒指数简单的晶面容易解理。

(3) 若体心立方看成是等体积的硬球组成, 证明其致密度 $\rho = \frac{\sqrt{3}}{8} \pi$ 。

三、(本题 20 分)

惰性气体元素晶体, 原子间的相互作用势 $u(r) = 4\varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$,

其中 σ 和 ε 为待定常数, r 为两原子间距。

(1) 说明上式中两项的物理意义;

(2) 证明由 N 个惰性气体原子组成的晶体, 总相互作用势能可表示为

$$U(R) = 2N\varepsilon \left[A_{12} \left(\frac{\sigma}{R} \right)^{12} - A_6 \left(\frac{\sigma}{R} \right)^6 \right]$$

(3) 若惰性气体元素晶体为面心立方结构, 计算 A_6 、 A_{12} 的值 (计及最近邻和次近邻原子)。

(4) 证明平衡时最近邻原子间距 R_0 与 σ 之比是与晶体结构有关的常数。

四、(本题 30 分)

用德拜模型讨论由 N 个原子组成的晶体的比热问题。

(1) 证明模式密度 $\rho(\omega) = \frac{9N}{\omega_D^3} \omega^2$;

(2) 写出晶体振动能和晶体比热的表达式;

(3) 讨论高低温极限下晶体比热与温度的关系。

五、(本题 20 分)

一个有 N 个自由电子的电子气系统中, 能量在 $E \sim E + dE$ 间的电子数为 $dN = C\sqrt{E}f(E)dE$

(1) 证明 $C = \frac{3}{2} \frac{N}{(E_F^0)^{3/2}}$

(2) 证明绝对零度时能量在 $E_F^0 - \frac{3}{2}k_B T$ 到 E_F^0 之间的电子数

$$N' \approx \frac{9}{4} N (k_B T / E_F^0)$$

六、(本题 20 分)

简单正交晶格在最近邻近近似下, 应用紧束缚法推导由原子 S 态电子形成的能量表达式, 并求出电子沿 k_x 方向的速度 $v(k_x)$ 表达式、画出 $v(k_x)$ 曲线。

七、(本题 20 分)

在黄铜系合金中, 锌原子组分不同, 其相结构不同。当 α 相 (面心立方结构) 单独存在时, 其价电子数与原子数之比约为 1.36。当 β 相 (体心立方) 单独存在时, 其价电子数与原子数之比约为 1.48。请通过计算对此规律加以解释。