

青岛大学 2010 年项士研究生入学考试试题

科目代码: 817 科目名称: 固体物理学 (共 2 页)

请考生写明题号, 将答案全部答在答题纸上, 答在此试卷上无效

一、简答题 (本题共 80 分, 每小题 10 分)

1. 说明晶体的对称操作类型并说明晶体有哪几种独立的宏观的对称元素。
2. 说明晶体有哪几种基本的结合类型, 并说明其特点。
3. 对于含有 N 个固体物理学原胞 (初基晶胞) 的金刚石晶体, 按顺序写出格波支数、光学波支数、声学波支数、每支格波含的格波数、总格波数 (即独立的振动模数)。
4. 说明晶体周期场中运动的电子具有哪些一般属性。
5. 当磁场方向沿 $\langle 111 \rangle$ 方向时, 银的德哈斯范阿尔芬效应中磁化率振荡出现两个周期, 当磁场方向沿其它方向时, 磁化率振荡有时出现一个周期, 有时甚至没有振荡存在。请说明这一现象反映出的费米面的特征。
6. 说明你对晶体中电子有效质量的了解。
7. 请写出布里渊区边界方程, 并说明面心立方第一布里渊区的形状及体积。设面心立方晶格常数为 a 。
8. 说明你对晶体比热德拜模型的了解。

二、(本题 10 分)

证明晶带轴 $[uvw]$ 与该晶带中的平面 $(h_1h_2h_3)$ 满足下列关系:

$$uh_1 + vh_2 + wh_3 = 0$$

三、(本题 10 分)

已知某晶体中相邻原子间的相互作用势可表示为: $u = -\frac{\alpha}{r^m} + \frac{\beta}{r^n}$,

其中 m, n, α, β 都是大于零的常数。

1. 说明右式两项的物理意义并求出处于平衡态时的原子间距 r_0 ;
2. 证明此系统可以处于稳定平衡态的条件是 $n > m$ 。

四、(本题 10 分)

体心立方晶格，原子总数为 N 。设电子的等能面为球面，试求当费密面恰好与第一布里渊区的界面相切时，第一布里渊区实际填充的电子数。

五、(本题 20 分)

由 N 个质量为 m 、原子间距为 a 的相同原子组成的一维单原子晶格，恢复力系数为 β ，若只考虑近邻原子间的相互作用，并用简谐近似。

1. 证明其色散关系为：
$$\omega = 2\sqrt{\frac{\beta}{m}} \left| \sin \frac{aq}{2} \right|;$$
2. 在简约布里渊区内画出色散关系曲线；
3. 求模式密度 $\rho(\omega)$ 。

六、(本题20分)

用紧束缚近似方法处理体心立方晶格的 s 态电子，若只计及最近邻原子间的相互作用。

1. 证明其能量表达式为：

$$E_s(\vec{k}) = E_s^{at} - J_{ss} - 8J \cos \frac{ak_x}{2} \cos \frac{ak_y}{2} \cos \frac{ak_z}{2};$$

2. 写出能带顶部和能带底部电子的波矢，并求能带宽度；
3. 求能带顶部及底部附近电子的倒有效质量张量；
4. 求出电子运动速度表达式。