

青岛大学 2011 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(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. 说明你对固体物理学原胞 (初基原胞) 和结晶学原胞 (惯用原胞) 的理解, 并说明引入固体物理学原胞为什么还要引入结晶学原胞。
2. 为什么说晶格振动理论是半经典半量子化的理论?
3. 由 N 个原子组成的半导体材料硅晶体, 试说明该晶体中一个能带最多可填充多少个电子 (说明理由)?
4. 在能带论中近自由电子近似模型是如何设立的? 说明其零级近似解及主要能计算的物理量。
5. 什么是声子? 写出两个声子相互作用产生第三个声子满足的关系式 (正常过程和反常过程), 并说明你对反常过程的理解。
6. 在固体能带论中经过三步近似, 将多种的多粒子问题转化成周期场中的单电子问题。说明是哪三步近似, 并说明这三步近似的理由。
7. 说明导体、半导体和绝缘体的能带结构特点。
8. 说明你对晶体 X 射线衍射中劳厄法的了解。

二、(本题 15 分)

晶体衍射的几何结构因子公式 $F_{hkl} = \sum_j f_j e^{i2\pi(hu_j + kv_j + lw_j)}$, 其中

(u_j, v_j, w_j) 为晶胞中原子的坐标。试问金刚石结构晶胞中有几个原子? 写出晶胞中原子的坐标, 计算其几何结构因子。并结合计算结果说明你对晶体结构的理解。

三、(本题 15 分)

用德拜模型处理三维晶体的热容量。

1. 证明模式密度 $\rho(\omega) = \frac{9N}{\omega_D^3} \omega^2$;
2. 证明高温时晶格振动热容量为常量, 低温下 $C_V \propto T^3$ 。

四、(本题 20 分)

一矩形晶格, 原胞边长 $a_1 = 2\overset{0}{\text{Å}}$, $a_2 = 4\overset{0}{\text{Å}}$ 。

1. 画出倒格子图;
2. 画出第一布里渊区和第二布里渊区的广延图和简约图;
3. 设每个原胞提供 2 个价电子, 画出自由电子费密面。

五、(本题 20 分)

用紧束缚近似方法处理晶格常数为 a 的一维单原子晶格 s 态电子, 若只计及最近邻原子间的相互作用。

1. 求其能量表达式;
2. 写出能带顶部和能带底部电子的波矢, 并求能带宽度;
3. 求能带顶部及底部电子的有效质量;
4. 求出电子运动速度表达式。