

华中科技大学

二 0 0 六招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 固体物理

适用专业: 材料物理与化学、电力电子与电力传动、微电子学
与固体电子学、半导体芯片系统设计与工艺

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、简答下列各题 (60 分, 每小题 6 分)

- 1、写出七种晶系的名称。
- 2、何为第一布里渊区, 它的体积与正点阵初基晶胞的大小有何关系?
- 3、对于二维正方点阵, 绘出第一、第二布里渊区示意图。
- 4、写出分子晶体相互作用能的表达式, 指出各项的物理意义, 并表示出平衡时原子间的最近邻距离。
- 5、为什么在讨论晶格振动的内能时, 通常不考虑光学模式的影响?
- 6、绘出晶格热导率随温度变化的示意图, 指出在高温和低温极限下晶格热导率对温度的依赖关系, 并给以简要说明。
- 7、对于绝对零度下的自由电子气体, 当体积增大时, 态密度、费米能级和电子平均动量分别将增大还是减小? 说明理由。
- 8、晶体中, 当电子处在布洛赫态 $\psi_{\vec{k}}(\vec{r})$ 时, $\hbar\vec{k}$ 是否是电子的实际动量? 说明理由。
- 9、比较宽度不同的两个能带, 哪一个能带中的电子公有化运动程度高?
- 10、解释直接带隙半导体和间接带隙半导体, 并各举出一个例子。

二、(16 分)证明劳厄衍射条件 $2\vec{k} \cdot \vec{G} = G^2$ 与布拉格方程等价。这里 $\vec{k}$ 为入射 x 射线波矢, $\vec{G}$ 为倒点阵平移矢量。

三、(16 分) 设晶体总的相互作用能可表示为 $u(r) = -\frac{\alpha}{r^m} + \frac{\beta}{r^n}$ ，其中，第一项为吸引能；第二项为排斥能； r 为最近邻原子间的距离， α 、 β 、 n 和 m 均为大于零的常数。(1) 证明，要使该晶体处于稳定平衡状态，必须满足 $n > m$ ；(2) 计算平衡时，晶体中最近邻原子的间距 r_0 和晶体的相互作用能 $u(r_0)$ 。

四、(16 分) 对于面积为 S 的二维晶体，设格波的传播速度为 v ，初基晶胞总数为 N ，应用 Debye 模型分别计算：(1) 晶格振动的模式密度 $D(\omega)$ ；(2) Debye 频率 ω_D ；(3) 晶体的零点振动能 E_0 (用 N 和 ω_D 表示)。

五、(16 分) 证明二维自由电子气的化学势

$$\mu(T) = k_B T \ln \left[\exp \left(\frac{n \pi \hbar^2}{m k_B T} \right) - 1 \right]$$

，其中 m 为电子质量， n 为电子面密度。

六、(16 分) 若一维晶体的势能函数为

$$V(x) = \begin{cases} 0 & na < x \leq (n+1)a - d \\ U_0 & (n+1)a - d < x \leq (n+1)a \end{cases}$$

其中 $a=2d$ ， n 为整数。画出此势能曲线函数示意图，并用近自由电子近似求前两个不为零的能隙。

七、(10 分) 对于本征半导体，导带底能级 E_c ，价带顶能级为 E_v ，电子和空穴的有效质量分别为 m_e^* 、 m_h^* ，求费米能级的位置。