

中国科学技术大学
2011 年硕士学位研究生入学考试试题
(固体物理)

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

需使用计算器

不使用计算器

一、(30分) 向 Cu (价层电子构型为 $3d^{10}4s^1$) 面心立方晶体中掺杂 Zn (价层电子构型为 $3d^{10}4s^2$) 原子。假设掺杂前后晶体结构和晶格常数都不发生变化。(1) 对于未掺杂的 Cu 多晶样品，请问 (111)、(100) 以及 (110) 中，哪些晶面能够在 X 射线衍射中观察到衍射峰？为什么？其对应的布拉格角 θ 是多少？(Cu 晶体中最近邻原子间距为 2.56 \AA ，X 射线波长为 1.54 \AA) (2) 假设 Zn 掺杂 50% 并且无序分布，请问上述晶面衍射峰哪些能够被观察到？为什么？(3) 如果 Zn 掺杂 50% 并且有序分布 (Cu 和 Zn 原子分别占据顶点和面心位置)，上述晶面衍射峰哪些能够被观察到？为什么？(4) 画出低温下晶格热导率随 Zn 掺杂 (0 到 100%) 变化的定性示意图并做解释。

二、(40分) 一个二维晶体如下图所示。(1) 假设实心圆和空心圆分别代表 B 原子和 N 原子，请画出其原胞，画出其倒易点阵以及第一布里渊区，写出此晶体的宏观对称元素；(2) 假设原子既能在平面内也能在平面外振动，一共有多少支格波？其中多少支声学支？多少支光学支？高温下频率为 ω 的格波声子数目与温度 T 是什么关系 ($k_B T \gg \hbar\omega$)？(3) 如果实心圆和空心圆都是碳原子，这就是获得今年诺贝尔物理学奖的材料，即石墨烯 (graphene)，请写出其宏观对称元素；(4) Graphene 在第一布里渊区边界拐点的能量-波矢色散关系具有如下形式： $E_{\pm}(\vec{k}) = E_f \pm \hbar v |\vec{k}|$ ，其中 E_f 为费米能， v 为正值，根据电子运动的半经典模型求出电子速度 $v(\vec{k})$ 以及电子能态密度 $N(E)$ ；(5) 请定性比较它们与二维自由电子模型得到的电子速度和电子能态密度的区别。

