

中国科学技术大学

2021--2022 学年第二 学期考试试卷

考试科目: 固体物理

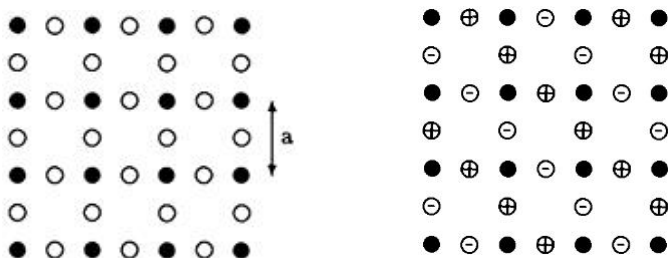
得分: _____

学生所在系: _____ 姓名: _____ 学号: _____

一、 简要回答（解释）下列问题（每题 4 分，共 24 分）

- 1、请解释格波和声子。
- 2、简单解释固体能带论中的绝热近似和单电子近似。
- 3、德•哈斯—范•阿尔芬效应(De Hass—Van Alphen effect)及产生的原因。
- 4、弛豫时间近似。
- 5、本征半导体的费米能级一般位于能隙中间附近，请解释之；对于掺杂半导体，请解释费米能级位置随温度的变化。
- 6、什么是超导能隙？如何通过实验测量？

二、(18 分) 铜基高温超导体结构中有铜氧 (CuO_2) 面如下图所示，其中实心圆代表 Cu 原子，空心圆代表 O 原子，(1) 请画出其二维布拉维格子和一个原胞。(2) 请列举出所有的二维点群对称元素。(3) 对于有些铜基超导体，O 原子不在平面内，而是在垂直纸面方向有微小位移畸变，如图所示，圆中的“+”“-”分别代表垂直于纸面方向的微小位移，请列举出所有的二维点群对称元素。(4) 请画出畸变后的二维布拉维格子，倒格子和布里渊区。(5) 请列举 2 种实验手段来探测是否有畸变。



三、(20 分) 考虑两种质量分别为 M 和 m 的不同原子组成的一维复式晶格，相邻原子间距离为 a ，原子间弹性恢复力常数为 β ，在简谐近似下：

1. 试求晶格振动色散关系，并画图表示。
2. 当 $M \gg m$ 时讨论晶格振动色散关系的特征，并试求高温极限下的晶格热容。

(定积分公式 $\int_0^1 \frac{dx}{(1-x^2)^{1/2}} = \frac{\pi}{2}$)

3. 当 $M=m$ 时, 讨论一维双原子链的晶格振动色散曲线的变化。

四、(20 分) 体心立方结构元素晶体 (一个格点上只有一个原子), 在只计及近邻相互作用的紧束缚近似下求解下列问题:

- (1) 写出体心立方结构一个格点的近邻格点位置坐标, 求该晶体 s 态电子的能带表达式。
- (2) 求出带底和带顶处电子的有效质量, 并说明引入有效质量的物理意义。
- (3) 求出第一布里渊区沿[100]方向的 $E \sim k$ 关系并画图表示, 标出数值。

五、(18 分) 一维晶体满带中电子的能量关系为:

$$E(k) = \frac{\hbar^2 k_1^2}{6m} - \frac{3\hbar^2 k^2}{m}$$

其中 m 是电子质量, $k_1 = \frac{1}{8a}$, 晶格常数 $a=0.314\text{nm}$ 。如果从 k_1 处相应的态中

移走一个电子, 就会在该处出现一个空穴。试计算:

- (1) 空穴的波矢 k_h
- (2) 空穴有效质量 m_h^*
- (3) 空穴的速度 v_h
- (4) 空穴的准动量
- (5) 空穴的能量 E_h
- (6) 外加一个电场 E , 求空穴准动量随时间的改变。