

中国科学技术大学物理学院

2018~2019 学年第 2 学期考试试卷

课程名称: 固体物理 (A) 得分: _____

开课院系: 物理学院 考试形式: 闭卷

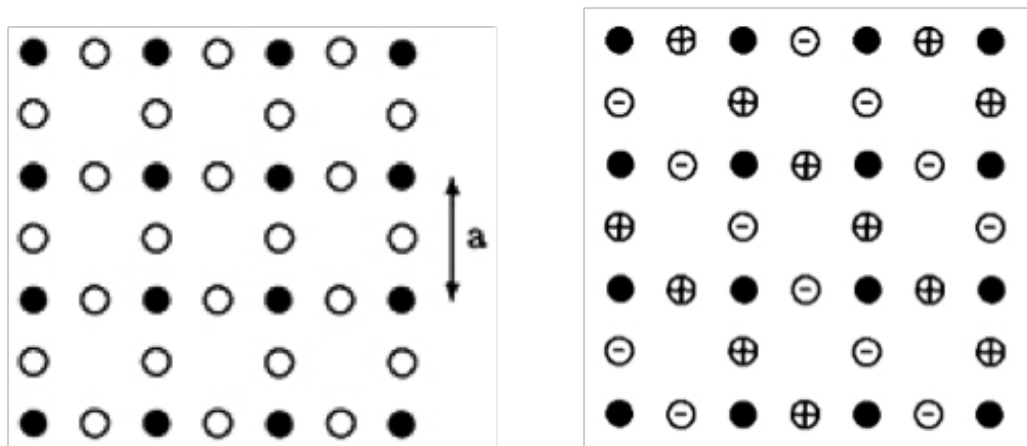
姓名: _____ 学号: _____ 专业: _____

一、 简要回答 (解释) 下列问题 (每题4分, 共20分)

1. 晶格中各种格波达到热平衡的物理原因是什么?
2. 晶格比热理论中德拜近似在低温下与实验符合很好的物理原因是什么?
3. 晶体中电子为何基本上不受到离子的散射?
4. 金属中为何只有价电子对电导有贡献?
5. 常规超导体中配对机制需要的吸引作用是如何产生的?

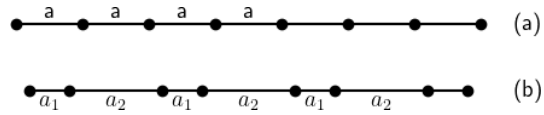
(装订线内不要答题)

二、（15分）铜基高温超导体结构中有铜氧（ CuO_2 ）面如下左图所示，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，如右图所示，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。

三、 (20分) 单价原子排成一维晶格, 原子间距离为 a , 如图 (a) 所示。



1. 用近自由电子近似求出电子能谱。
2. 大致画出能谱图, 并标出 Fermi 能位置。
3. 如果发生二聚化, 结果如图 (b) 所示, $a_1 + a_2 = 2a$, 导电性质会发生什么变化?
4. 只考虑电子贡献, 判断体系是否会自发发生二聚化, 并给出原因。

四、（15分）考虑晶格常数为 a 的简单二维方晶格，每个格点上有一个单价原子。

1. 取孤立原子 s 电子能量为零，并假设电子到最近邻原子的跃迁项为 $-t$ ($t > 0$)，在最近邻近近似下，用紧束缚模型求 s 电子的能谱。
2. 在简约布里渊区里画出电子的 Fermi 面。
3. 在垂直晶格平面的方向上加上一个磁场，不考虑磁场导致的量子化，请在简约布里渊区和周期布里渊区里画出能量为 $-3t$ 和 $3t$ 的电子在 k 空间的轨道。

五、 (15分) 在 Γ 点附近, GaAs 的价带电子能谱近似为 $\varepsilon_v(\mathbf{k}) = \varepsilon_v - \frac{\hbar^2 \mathbf{k}^2}{2m_v^*}$ 。
通过掺入一些杂质, 使其价带空穴密度为 n_h 。

1. 求波矢为 $\mathbf{k}$ 空穴的速度。
2. 外加一直流电场 $\mathbf{E}$, 不考虑散射的作用, 求空穴波矢随时间的改变率。
3. 电子受到的散射可以用弛豫时间 τ 来描述。利用 Drude 模型, 求系统的直流电导率。

六、（15分）在晶体 X 射线衍射结果分析中，晶体学家一般采用晶体学单胞作为基础。如把体心立方、面心立方布拉菲格子看成是简单立方格子上加上基元的结果。氯化钠结构如左下图所示，结构为边长为 a 的面心立方结构，正离子（实心点）位于面心立方布拉菲格子格点，负离子（空心点）位于 $a/2(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$ 等位置。设正离子原子形状因子为 f_+ ，负离子原子形状因子为 f_- ，请求该结构的几何结构因子（Geometrical structure factor）。如果 $f_+ = f_-$ ，几何结构因子会发生什么变化？

