

机密★启封前

# 湖北汽车工业学院

## 2021 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目名称： 固体物理 （☐A 卷 ☒B 卷）科目代码： 813

考试时间：3 小时 满分 150 分

注意：本试题共三大题，共 2 页；所有答题内容必须写在答题纸上，写在试题或草稿纸上的一律无效；考完后试题和答题纸一同装入试卷袋密封交回。

### 一、名词解释（共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分）

1. 原胞；2. 布洛赫定理；3. 布里渊区；4. 声子；5. 满带。

### 二、简答题（共 5 小题，每小题 8 分，共 40 分）

1. 晶体的基本结合类型包含哪几种？其中的原子（共价）结合为何存在“饱和性”及“方向性”？

2. 什么是简谐近似？请从势能和力两个方面说明。

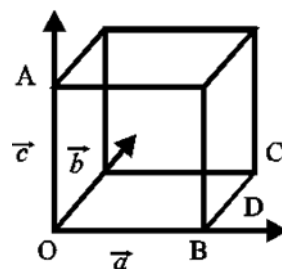
3. 在处理一维单原子链的振动问题时，我们引入了“波恩-卡门边界条件”。请回答何谓“波恩-卡门边界条件”？引入“波恩-卡门边界条件”的理由是什么？

4. 请用能带理论定性解释导体、半导体和绝缘体的区别。

5. 什么是电子的有效质量？有效质量为正、为负的物理意义分别是什么？

### 三、作图及计算题（共 6 小题，每题 15 分，共 90 分）

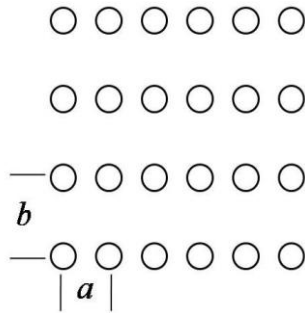
1. 如图所示，在立方体中， $\vec{a} = a\vec{i}$ ， $\vec{b} = a\vec{j}$ ， $\vec{c} = a\vec{k}$ ， $A$ ， $B$ ， $C$  是立方体的三个顶点， $D$  是  $BC$  的中点，求  $OC$  及  $AD$  的晶列指数。



2. 以刚性原子球堆成体心立方结构，试问：（1）什么是配位数。（2）体心立方结构的配位数是多少？（3）请计算其致密度，即晶胞中被硬球占据的体积

和晶胞体积之比。设晶格常数为  $a$ ，原子球半径为  $r$ 。

3. 下图是一个二维简单晶体结构图，其水平及竖直方向原子间距分别为  $a, b$ 。试问：(1) 其正格子基矢如何表示？(2) 其倒格子基矢又如何表示？(3) 试画出其倒格子结构图（另作图）。(4) 请做出其第一布里渊区（另作图）。



4. 已知一维晶格中电子的能带可写成： $E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left( \frac{7}{8} - \cos ka + \frac{1}{8} \cos 2ka \right)$ ,

式中  $a$  是晶格常数， $m$  是电子的质量，试求：(1) 能量的最大值及最小值；(2) 能带宽度；(3) 电子的平均速度。

5. 设一长度为  $L$  的一维简单格子，原子质量为  $m$ ，晶格常数为  $a$ ，原子间相互作用势可表示成  $U(r) = U_0 - (Aa + \frac{1}{2}Ba^2)r + \frac{1}{2}Ar^2 + \frac{1}{6}Br^3$ ，其中  $U_0, A, B$  均为常数。试求：(1) 弹性恢复力常数  $\beta = \left( \frac{d^2U}{dr^2} \right)_{r=a}$ ；(2) 格波频率  $\omega$  与波矢  $q$  之间的色散关系。

6. 若 NaCl 晶体中，两个粒子之间吸引和排斥作用对晶体内能的贡献可分别表示为： $u_{\text{吸引}} = -\frac{\alpha}{r^m}, u_{\text{排斥}} = \frac{\beta}{r^n}$ ，试求：(1) 内能的表达式（不考虑动能）；(2) 平衡间距  $r_0$ ；(3) NaCl 晶胞的体积。