

南京大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 (3 小时)

考试科目名称及代码    材料物理基础 839  
适    用    专    业    材料物理与化学、材料学

- 说明:
1. 请将所有答案写在答题纸上, 写在试卷和其他纸上无效
  2. 本试题 150 分
  3. 考试时间为 180 分钟
  4. 本科目允许使用无字典存储和编程功能的计算器

有关的基本常数:

阿佛加德罗常数:  $L=6.0222 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ ;

单位电荷:  $e=1.6022 \times 10^{-19} \text{C}$ ;

摩尔气体常数:  $R=8.314 \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

原子质量常数:  $m_0=1/12m(^{12}\text{C})=1\text{u}=10^{-3} \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}/L=1.66053873 \times 10^{-27} \text{kg}$ ;

光速:  $c \approx 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ;

电子质量:  $m_e=9.11 \times 10^{-28} \text{g}=0.511 \text{MeV}/c^2$ ;

普朗克常数:  $h=6.626176 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ ,  $\hbar=1.0545887 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}=6.582173 \times 10^{-16} \text{eV} \cdot \text{s}$ ;

真空介电常数:  $\epsilon_0=107/4\pi \text{C}^2$ ;

玻尔兹曼常数:  $K_B=1.3806505 \times 10^{-23} \text{J/K}$

一、概念 (30 分=5 分×6)

1. 布里渊区和金属费米面
2. 直接带隙和间接带隙半导体
3. 德拜温度和德拜频率
4. 绝缘体、半导体和金属
5. 铁电性、压电性和介电性
6. 第一类超导体和第二类超导体

二、简答题 (40 分=10 分×4)

1. 比较金属键、共价键、离子键和范德瓦尔斯键的区别。
2. 写出  $C_2H_6$  分子的所有对称元素。
3. 对半导体，试说明下列概念：(1) 能隙；(2) 空穴；(3) 施主和受主杂质；(4) p 型和 n 型掺杂；(5) 载流子浓度。
4. 下述几种方法是研究材料结构的常用方法，请描述它们所能得到的物理信息及其理由：  
(1) X 射线衍射；(2) 中子衍射；(3) Raman 散射；(4) 扫描隧道显微镜。

三、计算题 (80 分=20 分×4)

1. 假设金属中电子是自由气体，假设该金属的电子密度为  $5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ ，弛豫时间为 20ps，试分析：
  - 1) 该金属的费米面和费米能；
  - 2) 写出该金属的态密度；
  - 3) 计算电子在 0K 和 300K 时，在 5eV 能级占据的几率；
  - 4) 该金属的电导率。
2. 在如图 1 所示的金刚石晶体结构。
  - 1) 写出各原子的分数坐标 (在二维平面上表示)；
  - 2) 根据密堆结构构造晶体的方法，分析其间隙的特征并指出各原子所处的位置；
  - 3) 指出金刚石结构单胞的基元，金刚石所属 Bravais 格子的类型；
  - 4) 推导该结构的 x 射线衍射的结构因子。

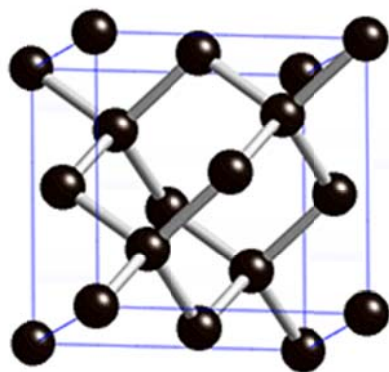


图 1

3. 图 2 是一个二维四方格子，
- 1) 请计算并画出该二维晶格的倒格子；
  - 2) 请画出 I、II、III 布里渊区的示意图，并分析三个布里渊区之间的关系；
  - 3) 假设构成晶格的是二价原子，试分析该二维晶体的费米面；
  - 4) 讨论其是金属或半导体的条件。

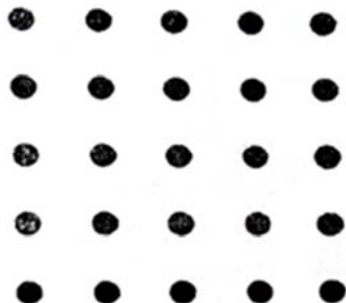


图 2

4. 图 3 所示为一个一维双原子链，试分析：
- 1) 一维双原子链的晶格振动色散关系，并画出色散曲线；
  - 2) 讨论光学声子和声学声子；
  - 3) 指出布里渊区中心 ( $k=0$ ) 和边界处 ( $k=\pi/a$ ) 振动状态；
  - 4) 讨论高温和低温下声子对晶体热容的贡献。

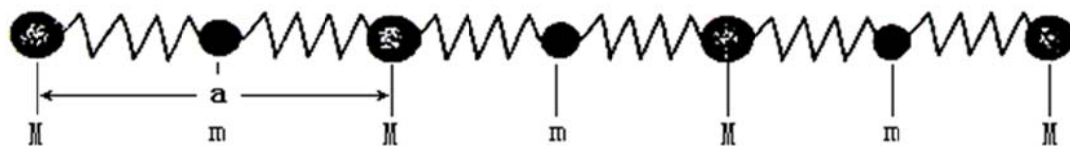


图 3