

南京大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 材料物理基础 839

适用专业: 材料系各专业

注意:

1. 所有答案必须写在研究生入学考试答题纸上, 写在试卷和其他纸上无效;
2. 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 $m_u=1/12m(^{12}\text{C})=1\text{u}=10^{-3}\text{kgmol}^{-1}/L=1.660\,538\,73 \times 10^{-27} \text{ kg}$

光速 $c=2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$

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

普朗克常数 $h=6.626176 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $\hbar=1.0545887 \times 10^{-34} \text{ Js}=6.582173 \times 10^{-16} \text{ eVs}$

一、(30 分) 概念

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

二、(40 分) 简答题

- 1、(10 分) 比较金属键、共价键、离子键和范德瓦尔斯键的区别。
- 2、(10 分) 写出 C_2H_6 分子的所有对称元素。
- 3、(10 分) 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、(10 分) 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、(80 分) 计算题

1、(20 分) 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:

- 该金属的费米面和费米能;
- 写出该金属的态密度;
- 计算电子在 0K 和 300K 时, 在 5eV 能级占据的几率;
- 该金属的电导率。

2、(20 分) 在如图 1 所示的金刚石晶体结构。

- 写出各原子的分数坐标(在二维平面上表示);
- 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;
- 指出金刚石结构单胞的基元, 金刚石所属 Bravais 格子的类型;
- 推导该结构的 x 射线衍射的结构因子。

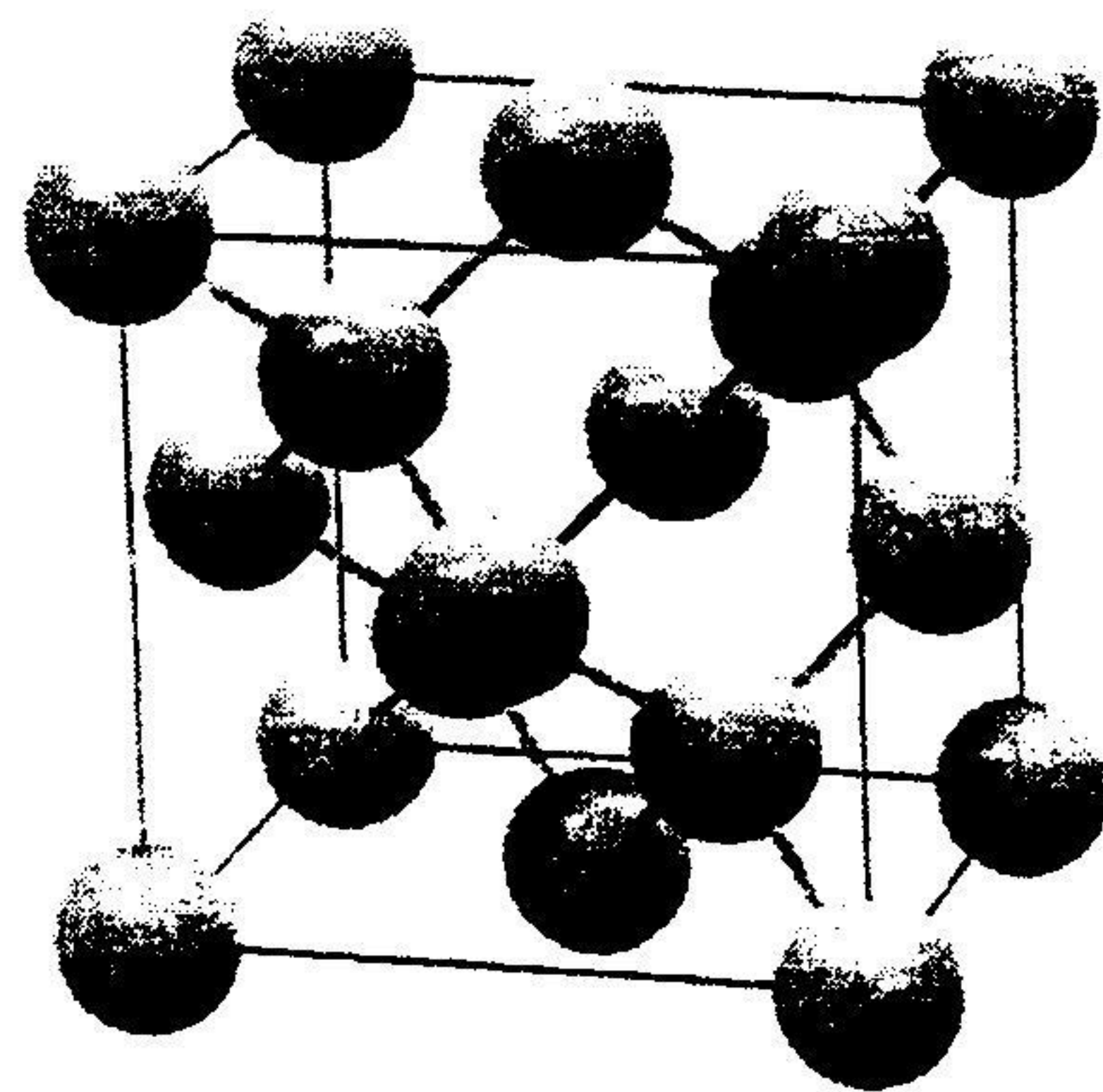


图 1

3、(20 分) 图 2 是一个二维四方格子,

- 请计算并画出该二维晶格的倒格子;
- 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;
- 假设构成晶格的是二价原子, 试分析该二维晶体的费米面;
- 讨论其是金属或半导体的条件。

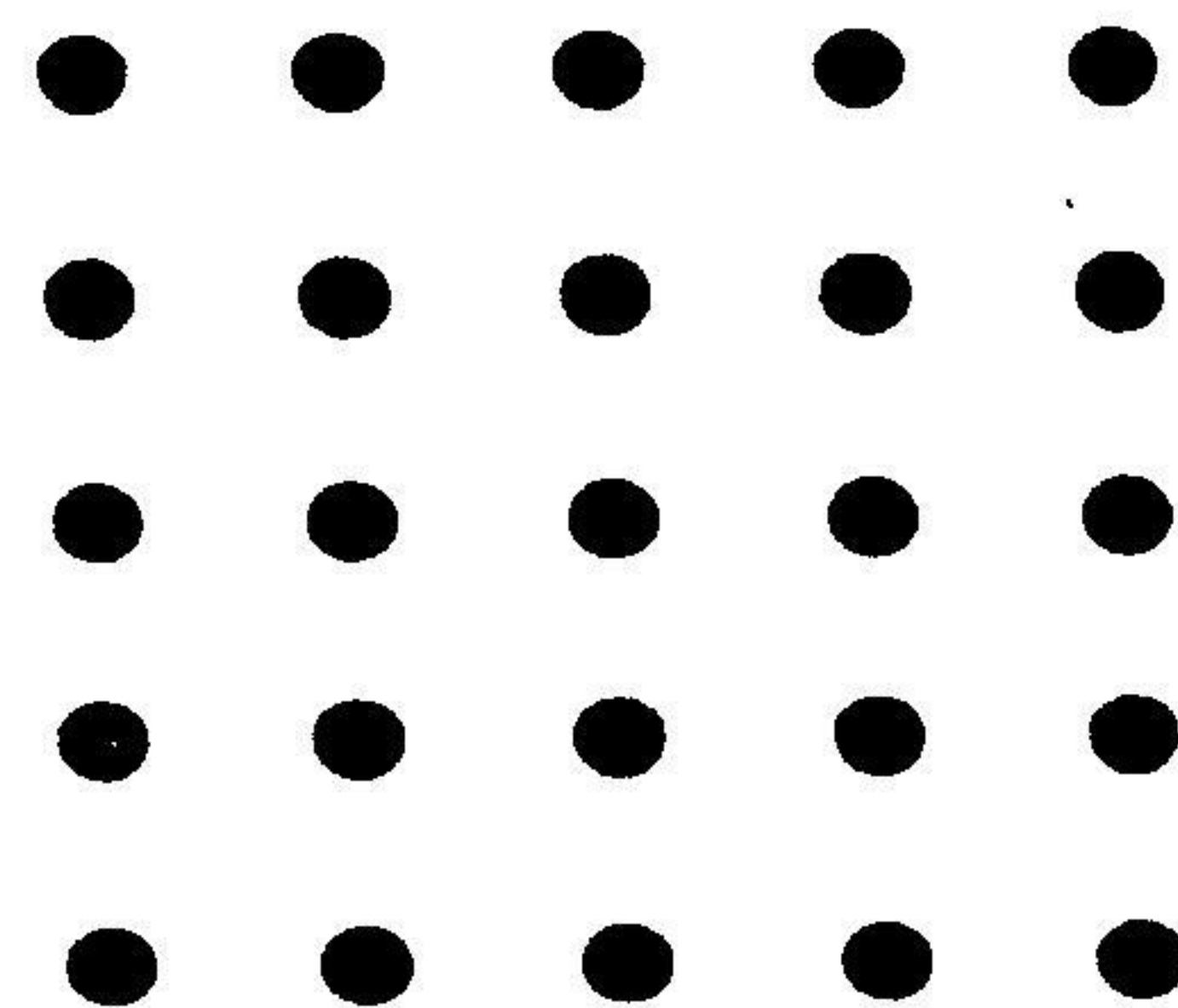


图 2

4、(20 分) 图 3 所示为一个一维双原子链, 试分析:

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

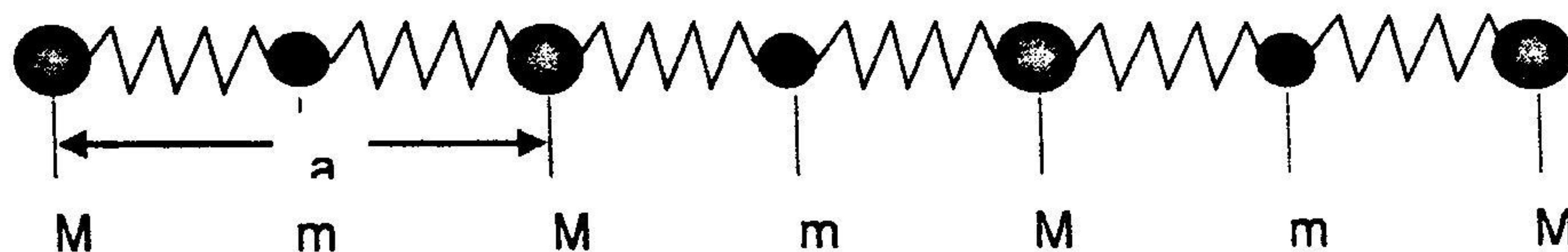


图 3