

南京大学 2010 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 \times 6)

1. 共价键
2. 铁电体和铁磁体
3. 热电效应
4. 位错
5. 光电效应和光伏效应
6. 激子

二、简答题 (40 分=10 分 \times 4)

1. 简述热容的爱因斯坦模型和德拜模型的假设基础, 指出金属的低温热容和高温热容随温度依赖关系的异同, 并指出其和经典热容模型的主要区别。
2. 解释超导体的概念, 并简述其几大特性 (超过三个)。
3. 解释导致铁磁或者反铁磁有序的几种机制。
4. 相比较 x 射线衍射, 指出中子衍射与之优异的特点, 并指出产生中子源的 1 到 2 种常用方法。

三、（25 分）假设金属电子是自由气体，假设该金属的电子密度为 n ，弛豫时间为 τ ，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) 该金属的电导率，分别计算经典电导率和量子电导率；
- 4) 计算该金属的电子热容和电子热导率；
- 5) 比较金属的电子电导率和电子热导率。

四、（15 分）在如图 1 所示的 ZnS 晶体结构。

- 1) 写出各原子的分数坐标（在二维平面上提示）；
- 2) 推导该结构的 x 射线衍射的结构因子；
- 3) 从 x 光衍射运动学理论出发，证明 Bragg 公式和 Laue 定理的一致性。

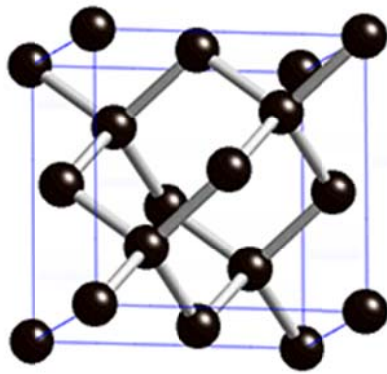


图 1

五、（20 分）

1. 考虑金属的自由电子模型，电子质量为 m_e ，并考虑离子极化的贡献的介电常数为 ϵ_∞ ，求解该金属在自由电子极化下的介电常数。
2. 求解该电磁波在该金属介质中的色散关系，并指出该金属和空气界面的界面模式色散关系和电场表达式。

画出该色散关系上下两支的示意图，并简述金属表面等离极化激元的概念。

六、（20 分）考虑单层石墨稀（Graphene），其石墨结构六角形边长为 a ，通过紧束缚近似的方法（TBS）求解该石墨烯结构的本征能带色散关系。提示：

计算之前请先画出石墨结构的元胞和其简约 Brillouin 区，计算仅考虑最近邻近似；

考虑其本征波函数为 $\Phi_j(\vec{k}, \vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{\vec{R}} e^{i\vec{k} \cdot \vec{R}} \varphi_j(\vec{r} - \vec{R})$ ，其中 φ_j 为原子轨道第 j

个波函数。采用紧束缚近似方法，求解其本征能级，其中定义：

$$t = \langle \varphi_A(r - R) | H | \varphi_B(r - R \pm a/2) \rangle;$$

$$s = \langle \varphi_A(r - R) | \varphi_B(r - R \pm \delta_i) \rangle。$$