

# 固 体 物 理 期 末 考 试

2010 年 6 月 26 日

07 级材料系

## 一、问答题（25 分）

1. 为什么格律乃森状态方程可以解释晶体的热胀冷缩现象？
2. 晶体的电子能带论采用了哪三个基本近似假设？
3. 金属电阻通常来自弹性散射导致的剩余电阻和非弹性散射导致的温度低频电阻，试举例说明弹性散射和非弹性散射的来源。
4. 实验上如何测量半导体中的载流子是电子载流子还是空穴载流子？
5. 随温度上升时，金属和半导体的电阻分别如何变化？变化的物理原因是什么？

## 二、（15 分）考虑一维原子链，某晶格常数为 $a$ ，原子质量为 $M$ ，原子间最近邻力常数为 $\beta_1$ ，次近邻力常数为 $\beta_2$ ，试求：

1. 该一维原子链的色散关系
2. 长波极限下声波的速度和一维原子链的线弹性模量

## 三、（20 分）考虑由 A, B 两种原子均匀分布构成的一维复式晶格，晶格常数为 $a$ ，假定原子 $s$ 轨道间的交叠积分为 $J_1$ ，那么 A, B 原子 $s$ 轨道上的电子波函数几率幅 $C_1(t)$ 和 $D_1(t)$ 分别满足下列薛定谔方程：

$$-\frac{\hbar}{i} \frac{\partial C_1(t)}{\partial t} = \epsilon_A C_1(t) - J_1 [D_1(t) + D_{1-1}(t)]$$
$$-\frac{\hbar}{i} \frac{\partial D_1(t)}{\partial t} = \epsilon_B D_1(t) - J_1 [C_{1+1}(t) + C_1(t)]$$

- 试求：
1. 该一维双原子链的两个电子能带。
  2. 布区  $\Gamma$  点附近电子有效质量。

## 四、（15 分）设一维晶格的电子能带为 $E(k) = -E_0 \cos(ka)$ ， $a$ 为晶格常数，为电子简约波矢，假定 $t=0$ 时，某个能带电子的波矢为 $k=0$ ，此时外加一个恒均匀电场 $\mathcal{E}$ ，求 $t$ 时，该电子的波矢，能量及群速度。

## 五、（20 分）考虑二维自由电子气，二维电子密度为 $n$ ，试求：

1. 二维自由电子气的能态密度
2. 费米能和费米波矢与电子密度之间的关系
3. 有限温度下，二维电子气的化学势  $\mu(T)$

六、（5 分）某金属结构属于简单四方晶格，单胞基矢为  $\vec{a} = a\vec{i}, \vec{b} = a\vec{j}, \vec{c} = c\vec{k}$ ，测量该金属的低温磁化强度  $M$  随磁场  $B$  的变化关系时发现：（a）当外场  $\vec{B}$  沿  $\vec{c}$  轴方向时，磁化强度  $M$  随  $1/B$  存在两振荡周期；（b）当外场  $\vec{B}$  沿  $\vec{a}, \vec{b}$  轴方向时，磁化强度  $H$  随  $1/B$  不存在周期振荡现象。试利用该实验结果推断金属费米面的近似形状，并作简单说明。