

物性物理学 IA レポート問題 (平成 18 年 7 月 20 日)

強相関電子論 レポート問題 (平成 18 年 7 月 20 日)

s 原子軌道に電子を 1 個もつ原子が、単純立方格子の各格子点に並んでいる結晶を考える。格子定数を a 、最近接および次最近接原子間の移動積分をそれぞれ $-t$ 、 $-t'$ ($t, t' > 0$)、それ以外の移動積分はゼロとして、次の問に答えよ。ただし、 $t' \gg t$ とする。

[問 1]

電子間の相互作用が無視できるとして、この結晶のバンド構造 (Brillouin 域内の代表的な k 点をつなぐ線上のバンド分散) を図示せよ。

[問 2]

弱い電子間相互作用のために、この結晶に最近接原子同士が逆向きのスピン密度を持つ反強磁性長距離秩序が実現した。スピン密度は非常に小さく、両副格子に属する原子のポテンシャルの差 2Δ が $2\Delta \ll t \ll t'$ であるときのバンド構造を図示せよ。

[問 3]

電子間相互作用が強くなり、ポテンシャルの差 2Δ が十分大きくなったために、結晶が絶縁体になった場合を考える。このときのバンド構造を図示せよ。

[問 4]

電子数を 1 個/原子から僅かに増加させ、 $1+x$ 個/原子としたところ、系は金属性伝導を回復した。金属伝導を担うキャリアーの符号、有効質量 m^* 、フェルミ球の半径 k_F を、 t, t', a, x 等を用いて表せ。

[問 5]

電気伝導率 $\sigma = \bar{n}e^2\tau/m^*$ (\bar{n} はキャリアー密度) を、 k_F と電子の平均自由行程 l を用いてあらわし、その Ioffe-Regel 極限 ($k_F l \simeq 1$) での表式を求めよ。

[問 6]

Ioffe-Regel 極限における光学伝導度

$$\sigma(\omega) = \frac{\bar{n}e^2}{m^*} \frac{1}{1/\tau + i\omega}$$

の実部を求め、角周波数 ω の関数として図示せよ。

また、レポートの末尾に本講義への出席回数、欠席回数を書いて下さい。

提出先

理学系：締切 8 月 31 日 (木)、物理事務室教務担当 (理学部 1 号館 208 号室)

新領域：締切 8 月 11 日 (金)、基盤棟 4H8 号室藤森に直接持参または締切日必着で郵送