Física de muchos cuerpos/
Mecánica Cuántica de Muchas Partículas

DF-FCEN-UBA, Primer Cuatrimestre 2024

Guía 6: Ecuación de movimiento de la función de Green y Teorema de Wick

1. Ejercicio 8.1 o 9.1 (según la versión) del libro de Bruus y Flensberg.
   Un sistema fermiónico de dos orbitales. Considere un sistema físico que consiste de fermiones que pueden ocupar dos orbitales. El Hamiltoniano está dado por:
   $$H = E_1 c_1^\dagger c_1 + E_2 c_2^\dagger c_2 + t\, c_1^\dagger c_2 + t^*\, c_2^\dagger c_1$$
   Encuentre la función de Green retardada $G^R(ij,\omega)$, donde i y j pueden ser 1 o 2, y donde $G^R(ij, t-t') = -i\theta(t-t')\langle\{c_i(t), c_j^\dagger(t')\}\rangle$. Use el método de la ecuación de movimiento. No se olvide de interpretar el resultado.

2. Escribir la ecuación de movimiento de la función de Green de n partículas para los casos $n = 1, 2, 3$ usando la ecuación (16.10) del libro de Gross, Runge y Heinonen.

3. Demostrar que:
   $$\underbracket{\hat{\psi}_p(xt)\hat{\psi}_p^\dagger}(yt') = \sum_{\epsilon_j > \epsilon_F} \varphi_j(x)\varphi_j^*(y)e^{i\epsilon_j(t'-t)}$$

4. Obtener los 4 pairings posibles entre operadores de campo de creación y destrucción.

5. Verificar el teorema de Wick para productos de operadores (sin ordenamiento temporal), con 2 y 3 operadores.

6. Demostrar que si $c_l(t) = exp\left(-i\dfrac{\epsilon_l t}{\hbar}\right)\, c_l$, los operadores fermiónicos de creación y destrucción satisfacen:
   (a) $\overbracket{c_k^\dagger(t')c_j(t)} = -\overbracket{c_j(t)c_k^\dagger(t')}$.
   (b) $\overbracket{c_k(t')c_j(t)} = 0 = \overbracket{c_k^\dagger(t')c_j^\dagger(t)}$.
   (c) $\overbracket{\psi(x;t)\psi^\dagger(y;t')} = -\overbracket{\psi^\dagger(y;t')\psi(x;t)}$.
   (d) $\overbracket{\psi(x;t)\psi(y;t')} = 0 = \overbracket{\psi^\dagger(x;t)\psi^\dagger(y;t')}$.