Práctica 3: Líquidos de Fermi y Fórmulas de Kubo

Problema 1

Considerar un sistema de electrones interactuantes.
(a) Partiendo de la ecuación de Dyson para la función de Green de Matsubara, encontrar la siguiente representación para la funciones de Green retardadas y avandadas:

$$G^{R,A}(\mathbf{p},\omega) = \frac{1}{\omega \pm i\eta - \xi_{\mathbf{p}} - \Sigma^R(\mathbf{p},\omega)}, \tag{1}$$

donde $\Sigma^R(\mathbf{p},\omega)$ es la "self-energy".
(b) Teniendo en cuenta las propiedades de las funciones espectrales analizadas en el problema 2 de la práctica 2, encontrar las propiedades que debe satisfacer $\Sigma^R(\mathbf{p},\omega)$.

Problema 2

Mostrar que en un líquido de Fermi definido en un sistema de partículas con una relación de dispersión cuadrática $\varepsilon_{\mathbf{p}} = p^2/2m$, la función de Green puede expresarse como una función de Green de un sistema de partículas libres con una masa m^*. Encontrar la relación m/m^* en términos de la self-energy del sistema.

Problema 3

Considerar un sistema de electrones interactuantes al cual se lo perturba con un campo magnético externo dependiente armónicamente con t a lo largo de la dirección x. El Hamiltoniano de interacción resulta:

$$H_{int}(t) = -M^x H_0^x \cos(\omega t), \tag{2}$$

siendo $M^x = g\mu_B \sum_l S_l^x$, donde μ_B es el magneton de Bohr, g es la constante giromagnética, S_l^x es el operador de spin de un electrón, y l barre sobre todos los electrones del sistema. Derivar la fórmula de Kubo para la susceptibilidad transversa $\chi_{+,-}(\omega)$,

$$M^+(t) = \langle M^+ \rangle = \chi^{+,-}(\omega) H^-(t). \tag{3}$$

A partir de la misma encontrar $\chi^{x,x}(\omega)$. Suponiendo que el sistema de electrones sin campo magnético tiene invarianza rotacional, discutir cuanto valen $\chi_{y,y}(\omega)$ y $\chi_{z,z}(\omega)$.