

# Fenómenos colectivos en sólidos

DF-FCEN-UBA, Primer Cuatrimestre 2021

## Guía 4: Plasmones

1. Repasar la representación de Heisenberg y hacer la demostración de la ecuación de movimiento para operadores (ecuación de Heisenberg) usada en clase.
2. (a) Usando las ecuaciones (8.3) y (8.4) del libro de Haug y Koch: demostrar las ecuaciones (8.5) y (8.7). Pista: usar identidades para operadores que obtuvimos en la guía 3.  
(b) Completar los pasos para llegar a (8.8).
3. Completar los pasos faltantes en la deducción de las ecuaciones (8.14), (8.17) y (8.18).
4. En la sección 8.2 Plasma Screening del libro de Haug and Koch:  
(a) Demostrar la ec. (8.40) haciendo la transformada de Fourier (8.38).  
(b) Tomar la transformada de Fourier de la ec. (8.47) en los casos 3D y 2D.
5. En la sección 8.2 Plasma Screening del libro de Haug and Koch, obtener las ecuaciones (8.68) y (8.69).
6. El número de onda de apantallamiento (inverso de la longitud de apantallamiento) en 3D está dada por:

$$\kappa = \sqrt{\frac{4\pi e^2}{\epsilon_0} \frac{\partial n}{\partial \mu}}$$

Aplicar esta expresión al gas de electrones degenerado ( $T = 0$ ) (distribución de Fermi-Dirac) y no degenerado (distribución de Boltzmann). Estos casos se denominan apantallamiento de Thomas-Fermi y de Debye-Hückel:

$$\kappa = \sqrt{\frac{6\pi e^2 n}{\epsilon_0 E_F}} \quad \text{Thomas-Fermi}$$

$$\kappa = \sqrt{\frac{4\pi e^2 n \beta}{\epsilon_0}} \quad \text{Debye-Hückel}$$

Calcular valores numéricos de ambos para algún metal típico (elegir alguna temperatura para el caso no degenerado). ¿Cuál apantallamiento es más eficaz?