Introducción a la Teoría Cinética
Tarea 7 — Entrega 6 de noviembre de 2013

Profesor: Rodrigo Soto
Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

1. **Conductividad térmica de elecrones.** Considere un sólido con electrones de Bloch. Al imponer un gradiente de temperatura en los iones, los electrones tratarán de ajustarse a la distribución de Fermi-Dirac de esa temperatura, la cual será inhomogénea. Eso provoca que el lado izquierdo de la ecuación de Boltzmann no se anule y deba ser compensado por el lado derecho de la ecuación, generando una función distribución estacionaria que será una perturbación de la distribución de Fermi-Dirac. Como consecuencia, se genera un flujo de calor que se puede cuantificar como

$$\vec{Q} = \frac{1}{V_{\text{total}}} \sum_{\vec{k}} \vec{v}(\vec{k}) \left[\varepsilon(\vec{k}) - \mu \right] f(\vec{k}) \tag{1}$$

   a) Usando teoría de respuesta lineal encuentre la ecuación integral que permite calcule obtener la corrección a la función distribución.

   b) Usando la aproximación de tiempo de relajación calcule el flujo de calor, obtenga la ley de Fourier $\vec{Q} = -\kappa \nabla T$ y determine la conductividad térmica. Muestre que la conductividad se puede escribir como

$$\kappa = \frac{1}{3T} \int d\varepsilon\, g(\varepsilon) v^2(\varepsilon) \tau(\varepsilon) (\varepsilon - \mu)^2 \left(-\frac{\partial f_{FD}}{\partial \varepsilon} \right) \tag{2}$$

   Analice el caso de bajas temperaturas y muestre que la fenomenología es similar a la de la conductividad eléctrica. Es decir, si no hay gap, la conductividad es finita y si hay gap es muy pequeña.

   c) Finalmente, considere el caso de temperaturas muy bajas. Primero muestre que en el sentido de las distribuciones

$$(\varepsilon - \mu)^2 \left(-\frac{\partial f_{FD}}{\partial \varepsilon} \right) \xrightarrow{T \to 0} (k_B T)^2 \frac{\pi^2}{3} \delta(\varepsilon - \mu) \tag{3}$$

   con lo cual puede obtener que

$$\kappa = \frac{1}{3T} (k_B T)^2 \frac{\pi^2}{3} g(\mu) v^2(\mu) \tau(\mu) \tag{4}$$