Introducción a la Teoría Cinética
Tarea 8 — Entrega 13 de noviembre de 2013

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

1. **Fotoemisión en conductores**
   En un conductor los electrones del nivel de Fermi están confinados dentro del cristal por el potencial iónico. Es necesario entregar una energía W adicional para que puedan escapar (a W se le llama función trabajo). Considere ahora que el metal es iluminado con luz monocromática de frecuencia ω tal que $\hbar\omega > W$. Se busca determinar cuántos electrones son emitidos por unidad de tiempo y volumen.

   Para eso considere que los electrones tiene una relación de dispersión de electrones libres $g(\varepsilon) = c\sqrt{\varepsilon}$. Además, suponga que la probabilidad de que un electrón absorva al fotón es independiente del vector de onda del electrón. Suponga que la temperatura es nula.

2. **Conductividad térmica por fonones**
   Considere un aislador que tiene fonones con relación de dispersión $\omega = Ck$ (es decir, acústicos de acuerdo al modelo de Debye), con una sola polarización. Además, considere que la temperatura es suficientemente baja de manera que sólo se pueblan los niveles fonónicos de baja energía y no es necesario considerar que hay una frecuencia máxima, de manera que se pueden hacer las integrales hasta $\omega \to \infty$. A temperatura T, la población de fonones satisface la distribución de Bose-Einstein con potencial químico nulo.

   Haga una estimación de la conductivivad térmica debida a los fonones usando un modelo de camino libre medio. Para eso, use que el tiempo medio de vuelo libre de un fonón de frecuencia ω, considerando procesos de scattering fonón-fonón, es $\ell_\omega = A/(T^2\omega^2)$.

   Explicite las aproximaciones que considere necesarias.

3. **Conductividad eéctrica de un aislador fotoestimulado**
   En clases se vio que un aislador no conduce porque no existe una región de energías donde los niveles estén parcialmente ocupados. Los niveles de la banda de valencia están totalmente llenos y los de conducción totalmente vacíos.

   Esta situación es posible cambiarla si se ilumina el aislador con luz de energía $\hbar\omega$ mayor que el gap Δ, de manera que electrones pueden ser sacados de la banda de valencia a la de conducción.

   Tome la ecuación de transporte de electrones que considera scattering con impurezas estáticas. Agregue un término que dé cuenta de la fotoexcitación. Busque la solución estacionaria de dicha ecuación $f_0(\varepsilon)$. Note que no es la de Fermi-Dirac, pero es parecida si la probabilidad de que un electrón absorva al fotón es baja. Para eso use un modelo simple de las bandas

   $$g(\varepsilon) = \begin{cases} g_0 & 0 \le \varepsilon \le \varepsilon_V \\ 0 & \varepsilon_V < \varepsilon < \varepsilon_C \\ g_0 & \varepsilon_C \le \varepsilon \end{cases}$$

   donde ε_V y ε_C son las energías de valencia y conducción respectivamente. El número de electrones es $N = g_0\varepsilon_V$ de manera que a temperatura nula la banda de valencia está llena y la de conducción está vaciá.

   Finalmente, cuando se calculó la conductividad eléctrica, este dependía del producto $g(\varepsilon)$ por $\partial f_0/\partial\varepsilon$. Muestre que ahora el producto no es nulo por lo que la conductividad eléctrica no sería nula. No es necesario que calcule la conductividad eléctrica.