# Mecánica Cuántica I (1999)

## Guía de Problemas I

**Problema 1:** El problema del espectro de cuerpo negro fue estudiado a fines del siglo XIX por Rayleigh y Jeans usando la teoría clásica de la radiación. Ellos obtuvieron para la densidad de energía la fórmula

$$\epsilon(\nu)d\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT d\nu}{c^3}$$

a) ¿Por qué es imposible que sea correcta para todo $\nu$ una fórmula que depende así de la frecuencia?.
b) Buscando una modificación del tratamiento anterior que reduzca las contribuciones de alta frecuencia a la energía, Planck asumió que la energía de un oscilador de frecuencia natural $\nu$ está restringida a múltiplos enteros de una unidad básica $h\nu$. Así obtuvo la siguiente expresión para la densidad de energía

$$\epsilon(\nu) = \frac{8\pi}{c^3} h\nu^3 \frac{e^{-h\nu/kT}}{1 - e^{-h\nu/kT}}$$

Demostrar que en el límite $\nu \to 0$ la ley de radiación de Planck se reduce a la fórmula de Rayleigh-Jeans, y para valores grandes de $h\nu/kT$ a la ley de Wien.

**Problema 2:** La función trabajo del sodio es 2.3 eV. ¿Cuál es la máxima longitud de onda de luz que producirá emisión de fotoelectrones del sodio?. ¿Cuál es la máxima energía cinética de los fotoelectrones si luz de 2000 A incide sobre la superficie del sodio?.

**Problema 3:** Demostrar que es imposible que un fotón ceda toda su energía y momento a un electrón libre. De modo que el efecto fotoeléctrico puede tener lugar solamente cuando los fotones interactúan con electrones ligados.

**Problema 4:** a) ¿Cuánto tiempo se necesita para medir la energía cinética de un electrón cuya velocidad es 10 m/s con una indeterminación de no más del 0.1 por ciento?. ¿Qué distancia habrá recorrido el electrón en ese intervalo de tiempo?.
b) Efectuar los mismos cálculos para un insecto de masa 1 gramo cuya velocidad

sea la misma que la del electrón. ¿Qué se puede concluir de estos resultados?.

**Problema 5:** Convénzase de que la relación $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ no impone en la práctica ninguna limitación a la precisión con la que la posición y el momento de un cuerpo macroscópico pueden ser determinados. Por ejemplo considere una bolita de masa 1 gr $\pm$ 0.0001 gr apoyada sobre una superficie plana e iluminada por luz de longitud de onda 5000 A. Se dispone de un cronómetro con precisión de 0.001 s. Calcule $h_0 \equiv \Delta x \Delta p$. Suponga ahora un universo donde $\hbar = h_0$ y describa la misma situación física.