MECANICA CUANTICA I (2do. Cuatrimestre/2017) Prof. N.J. Castellani.

Guía de Problemas Nº 1.

1) Seguir todos los pasos de la deducción de la distribución de Planck a partir de la definición del promedio estadístico de la energía ε de las ondas electromagnéticas en una cavidad de cuerpo negro.

2) Demostrar que la densidad de energía total de la radiación en una cavidad de cuerpo negro donde se obedece la distribución de Planck es proporcional a T^4, de acuerdo a la ley de Stefan-Boltzmann. ¿Qué ocurre cuando se emplea la distribución de Raleigh-Jeans?

3) Luz de longitud de onda de 4.000Å e intensidad 10^{-2} W/m^2 incide sobre potasio. Sabiendo que la función trabajo del potasio es de 2,21 eV, estimar el tiempo de retraso clásico necesario para emitir un electrón por efecto fotoeléctrico y compararlo con el valor experimental que es de 10^{-5} segundos. El radio del átomo de potasio es de 2.36 Å. ¿Cuántos fotones inciden por segundo y (Åmstrong)^2?

4) En un experimento fotoeléctrico con cátodo de sodio se encuentra un potencial de frenado de 1.85 V cuando la radiación incidente tiene λ=3000Å y de 0.82 V cuando λ=4000Å. Determinar el valor de la constante de Planck y la función trabajo del sodio. Evaluar la energía cinética máxima y la correspondiente magnitud de la velocidad para un electrón emitido cuando se emplea radiación de λ=3500Å.

5) Seguir los pasos de la deducción del desplazamiento Compton λ_2-λ_1 a partir de los principios de conservación del momentum y de la energía relativistas.

6) Derivar una expresión para la frecuencia de radiación electromagnética emitida en una transición entre dos estados de un átomo de Böhr en función de las frecuencias orbitales del electrón en estos dos estados. Estudiarla en el límite de números cuánticos grandes y comentar la correspondencia con la predicción clásica.

7) El ión del átomo de Helio simplemente ionizado se comporta como un átomo hidrogenoide con una carga nuclear doble. ¿Cuál serie de líneas espectrales se hallan en el espectro visible?

8) Comparar la longitud de onda de una partícula macroscópica de masa m= 1kg que viaja a una velocidad de v= 1m/s con aquella de un electrón que viaja por la red de un metal a v= 10^6 m/s.

9) Considerando que una sonda debe ser al menos 10 veces más pequeña que el objeto a analizar, calcular la energía cinética mínima que deben tener un electrón y un protón para sondear un núcleo atómico de 10^{-14} m de diámetro.

10) Una consecuencia importante del principio de incertidumbre es que una partícula confinada en un espacio finito no puede tener energía cinética cero. Considérese una caja unidimensional de longitud L donde confinamos una partícula de masa m. Calcular la energía cinética mínima cuando L= 10^{-6} m, m= 10^{-6} g y cuando L= 1Å, m= masa de electrón. Comparar y discutir.

11) Demostrar que en el caso de un paquete de ondas que no se deforma mucho en el tiempo es válida la relación siguiente para la corriente de probabilidad: $\underline{j}= \underline{v}.\rho$, donde $\underline{v}$ es la velocidad media del paquete y ρ la densidad de probabilidad.

12) Probar que si los autovalores del Hamiltoniano *E* y *E´* son distintos, las correspondientes autofunciones $\varphi_E(\underline{r})$ y $\varphi_{E'}(\underline{r})$ son ortogonales.

13) Probar que el valor medio del operador Hamiltoniano para un cierto estado con amplitud de probabilidad $\Psi(\underline{r},t)$ no depende del tiempo.