4 de diciembre de 2008 - Examen de Física Moderna

Problema 1: Relatividad Especial
El piloto de una nave espacial que viaja a 0,6c ajusta su reloj a las 12pm en el momento en que pasa frente a la Tierra. A las 12:30 pm la nave pasa enfrente a una estación espacial en reposo respecto de la Tierra.

a) ¿Qué hora es en la estación?
b) ¿Cuál es la distancia de la Tierra a la nave espacial medida (I) por el piloto; (II) por un observador en la Tierra?
c) En el momento en que la nave pasa frente a la estación espacial, el piloto envía una señal de radio a la Tierra. ¿A qué hora se recibe en la Tierra esta señal?

Problema 2: Átomo de Bohr
La fórmula de Rydberg para las líneas espectrales de un átomo con Z protones está dada por:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{R_\infty Z^2}{1+\frac{m}{M}}\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

donde n_i y n_f son los estados inicial y final del electrón, *m* es la masa del electrón, *M* la masa del átomo y R_∞ una constante.

a) Determine una expresión de la constante en función de constantes universales: constante dieléctrica, la masa y carga de electrón, velocidad de la luz en el vacío y constante de Planck.
b) Determine la relación entre las masas del hidrógeno y deuterio (ambos con Z=1) sabiendo que sus líneas en el espectro de Rydberg están respectivamente a 6562.80Å y 6561.01 Å. ¿Puede inferir cómo se compone el núcleo del deuterio?

La relación entre la masa del electrón y la masa del núcleo de hidrógeno es:

$$\frac{m}{M_H} = \frac{1}{1836}$$

Recuerde que $(1+x)^{-1} \cong 1-x, \quad \text{si} \quad x \ll 1$

Problema 3: Principio de Incertidumbre.

a) Demuestre que la longitud de onda de De Broglie de un electrón moviéndose a velocidades relativistas, depende del potencial de aceleración V como:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0 eV}}\left(1+\frac{eV}{2m_0c^2}\right)^{-1/2}$$

b) Halle la incertidumbre mínima para una energía eV = 2 MeV si se desea determinar la posición del electrón con una incertidumbre de 10^{-5} m.

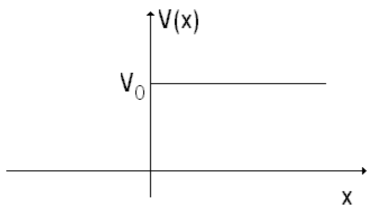
Problema 4: Ecuación de Schrödinger

Considere la ecuación de Schrödinger:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2}+V(x,t)\Psi(x,t)=\frac{\hbar}{i}\frac{\partial\Psi}{\partial t}$$

a) Demostrar que si *V(x)* no depende del tiempo la solución puede separase en una función espacial y otra temporal, siendo *E* (la energía) la constante de integración.

$$\Psi(x,t)=\varphi(x)\,\tau(t)$$



b) Determine una expresión para $\tau(t)$.

c) Una partícula incide desde la izquierda sobre una barrera con energía E < V_0, como muestra la figura. Al llegar a la interfase, parte de la onda asociada a la partícula se transmite y parte se refleja. Determine que la función de onda se atenúa para x>0, pero no se nula.

$$V(x)=\begin{cases}0 & \text{si } x<0\\ V_0 & \text{si } x>0\end{cases}$$