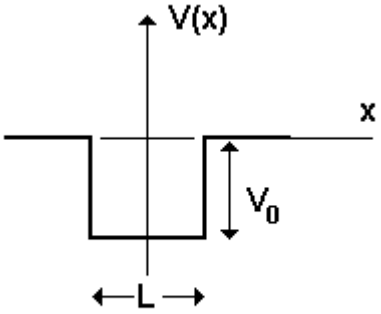
8 de febrero de 2007
Examen de Física Moderna

Problema 1

a) Resuelva la ecuación de Schrödinger, independiente del tiempo, para una partícula en un pozo de potencial infinito unidimensional de ancho **L**. Grafique las funciones de onda asociadas a los dos primeros estados de energía.



b) Suponga ahora que el pozo de potencial es finito de altura V_0 y ancho **L**, como se muestra en la figura. Grafique las funciones de onda asociadas a los dos primeros estados de energía para una partícula ligada, comparándolas con la gráfica (a). No resuelva la ecuación de Schrödinger en forma exacta.

c) De ambas gráficas se puede deducir que la función de onda de un pozo cuadrado finito (caso b) es aproximadamente igual a la función de onda de un pozo infinito (caso a) de ancho efectivo L' = L + 2δ, siendo $\delta = \frac{1}{\alpha} = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(V_o - E)}}$, la profundidad de penetración de barrera.

Tomando esta aproximación en consideración, estime el valor del primer nivel de energía de un electrón ligado en un pozo de potencial de altura V_0 = 100 eV y ancho L = 0, 200 nm.

Sugerencia:.parta de un valor razonable de energía, sustituya en la expresión de δ, recalcule el valor de energía. Repita el procedimiento hasta obtener en sucesivos pasos, dos valores de energía muy próximos.

Datos: h = 6.64 x 10^{-34} J-s ; m_e = 9,1 x 10^{-31} kg ; e = 1,6 x 10^{-19} C

Problema 2.
Suponga que nuestro Sol va a explotar. En un intento de escapar, algunas personas parten a bordo de una nave espacial a **v = 0,8 c** (en dirección opuesta al Sol), hacia la estrella Tau Ceti que está a **12 años-luz** de distancia (medida en el referencial donde el Sol y la estrella están en reposo). Cuando la nave espacial llega a la mitad del recorrido, los pasajeros observan explotar al Sol y, desafortunadamente, en el mismo instante observan que también Tau Ceti explota. a) En el referencial de la nave espacial, ¿debe concluirse que ambas explosiones ocurrieron de manera simultánea? En caso negativo, ¿cuál explotó primero? b) En el sistema de referencia donde el Sol y Tau Ceti están en reposo, ¿explotaron simultáneamente? En caso negativo, ¿cuál explotó primero? c) ¿Cuánto tiempo transcurrió, medido en relojes de la nave espacial, desde que la nave partió desde la Tierra hasta que se observó la explosión de Tau Ceti? ¿Cuánto tiempo transcurrió, medido en relojes de Tau Ceti, desde que la nave partió de la Tierra hasta que la estrella explotó?
Nota: justifique las respuestas (a y b), haciendo un diagrama de Minkowski de la anécdota.
La distancia Tierra-Sol es de **8 minutos-luz**.

Problema 3 (libres)

Efecto Fotoeléctrico para el Hierro.
Suponga que luz con intensidad total de $1\mu W/cm^2$ incide sobre una muestra limpia de hierro con un área total de 1 cm^2. La muestra de hierro refleja el 96% de la luz incidente y sólo el 3% de la energía absorbida está en la región ultravioleta del espectro, por encima de la frecuencia de corte.

a) ¿Qué intensidad está realmente disponible para el efecto fotoeléctrico?
b) Si todos los fotones en la región violeta poseen una longitud de onda efectiva igual a 250 nm, ¿cuántos electrones serán emitidos por segundo?
c) Calcule la corriente en el fototubo en Ampères.
d) La frecuencia de corte es $\nu_0 = 1{,}1 \times 10^{15}$ Hz. Cuál es el potencial de frenado de los fotoelectrones producidos por una onda con $\lambda = 250$ nm.