Universidad Nacional de Río Negro - Profesorados de Física

Física Moderna A
Aplicaciones a casos simples

Asorey

2017

41. **Pozos y barreras**:
Utilizando lo visto en clase, obtenga las soluciones funcionales, es decir, sin considerar las constantes de normalización, para las funciones de onda correspondientes a las siguientes situaciones físicas:

   a) Partícula de energía E en un pozo infinito de potencial de ancho L.
   b) Partícula de energía E en un pozo finito de potencial de ancho L y altura $U_0 > E$.
   c) Partícula de energía E en una barrera de potencial de ancho δx y altura $U_0 > E$.

   En cada caso, realice un dibujo aproximado de la situación planteada y de la forma (genérica) que espera para la función de onda obtenida.

42. **Combinación de soluciones de un pozo**:
Hemos comprobado que una combinación lineal de dos funciones de onda de un sistema es también una función de onda válida para ese sistema. Encuentre la constante de normalización B para la función de onda

$$\Psi = B\left(\sin\frac{\pi x}{L} + \sin\frac{2\pi x}{L}\right),$$

   correspondiente a una combinación de los estados $n = 1$ y $n = 2$ de la partícula en una caja de ancho L.

43. **Ionización del pozo de potencial**:
Un electrón está confinado en un pozo de potencial cuadrado de $L = 1\,\text{nm}$ de ancho y profundidad $U_0 = 10E_\infty$, donde E_∞ corresponde a la energía del nivel fundamental de un pozo de potencial infinito del mismo ancho. Si el electrón está inicialmente en el nivel fundamental ($n = 1$) y absorbe un fotón. Calcule la longitud de onda mínima del fotón para que el electrón pueda salir del pozo. Repita el cálculo anterior para un pozo de ancho $L = 2\,\text{nm}$ y compare el resultado con el anterior explicando las diferencias observadas.

44. **Probabilidad de transmisión**:
Hemos visto que para una barrera de ancho L y energía U_0, la probabilidad de que una partícula de masa m y energía $E < U_0$ que impacta con la barrera está dada por:

$$T = T_0 e^{-2\beta L},$$

   donde

$$T_0 = 16\frac{E}{U_0}\left(1 - \frac{E}{U_0}\right) \quad \text{y} \quad \beta = \frac{\sqrt{2m(U_0 - E)}}{\hbar}.$$

Calcule la probabilidad de que un electrón ($m_e = 0{,}511\,\mathrm{MeV/c^2}$) de energía $E = 8\,\mathrm{eV}$ atraviese una barrera de $U_0 = 10\,\mathrm{eV}$ si el ancho de la misma es $L = 1\,\mathrm{nm}$ y luego se reduce a $L = 0{,}1\,\mathrm{nm}$. Repita sus cálculos si en vez de un electrón se utilizara un muón, $m_\mu = 105{,}7\,\mathrm{MeV/c^2}$.

45. **Electrón versus protón**:
Un electrón ($m_e = 0{,}511\,\mathrm{MeV}/c^2$) y un protón ($m_p = 938{,}3\,\mathrm{MeV}/c^2$) con la misma energía se acercan a una barrera de potencial de altura $U_0 > E$. ¿Tienen ellos la misma probabilidad de atravesar la barrera? En caso negativo, ¿cuál tiene mayor probabilidad de atravesarla?

46. **Oscilador armónico**:
Muestre que el espaciamiento de los niveles de energía de un oscilador armónico cuántico obedece el principio de correspondencia. Para ello, obtenga la relación $\Delta E_n/E_n$ entre dos niveles de energía adyacentes y verifique que sucede con esta relación al tomar el límite $n \to \infty$

47. **Nivel fundamental del oscilador armónico cuántico**:
Encuentre (y dibuje) la función de probabilidad $P(x) = |\psi(x)|^2$ en el estado para un oscilador armónico en el estado $n = 0$.