

Física Cuántica. 3º Físicas. Grupo 34
Curso 1999-2000. Examen Final. 26 Junio 2000

1. Un protón moviéndose en un núcleo puede describirse como una partícula de masa m confinada a un pozo unidimensional de paredes infinitas y anchura a . Supongamos que el protón se halla en un estado tal que la probabilidad de que al medir su energía se obtenga un valor mayor que $\frac{8\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$ es cero.
- ¿Entre qué valores está comprendida la energía media del protón?
 - Si en $t = 0$ el valor esperado de la energía es $\langle E \rangle = \frac{5\hbar^2\pi^2}{4ma^2}$ y el valor medio del momento es $\langle P \rangle = \frac{8\hbar}{3a}$, ¿Cuál es su función de onda?
 - Escribir la función de onda para $t_* = \frac{2ma^2}{3\hbar\pi}$. Calcular los valores medios de la energía y del momento para ese tiempo. Discutir el significado físico de t_* .
 - Esta función de onda da origen a una distribución de carga que oscila en el tiempo con la misma frecuencia que las oscilaciones de la densidad de probabilidad. Calcúlese la energía del fotón que es emitido por la distribución oscilante de carga cuando el protón pasa del estado excitado al fundamental. ¿En qué región del espectro electromagnético estaría tal fotón?

[Ayuda: Los autovalores del pozo infinito de anchura a son: $E_n = \frac{\hbar^2\pi^2}{2ma^2} n^2$, $n = 1, 2, 3, \dots$. La masa del protón es $m = 938.3 \text{ MeV}/c^2$ y la anchura del pozo es $a = 5 \text{ fm}$. La constante de Planck satisface $\hbar c = 197.33 \text{ MeV fm}$.]

2. La molécula de Hidrógeno ionizada, H_2^+ , se puede describir por un potencial unidimensional

$$V(x) = -V_0 a [\delta(x + a) + \delta(x - a)]$$

con $V_0 = 11.43 \text{ eV}$ y $a = 1 \text{ \AA}$.

- Calcúlese las energías de los estados ligados.
- Determinar las funciones de onda normalizadas asociadas a dichos estados ligados. ¿Qué forma tienen?
- ¿Cuál es la energía y longitud de onda del fotón emitido en la desintegración del primer estado excitado al fundamental?

[Ayuda: Para el cálculo de las condiciones de continuidad integrar la ecuación de Schrödinger en un entorno de $x = \pm a$. La masa del electrón es $m = 0.511 \text{ MeV}/c^2$.]