

Ejercicios de Física Cuántica

Curso 2010-2011. Hoja 4

1. Un átomo de sodio emite un fotón en una transición entre dos niveles cuya diferencia de energías es de 2.105 eV. Supuesto en reposo antes de emitirlo, ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación emitida? ¿Con qué velocidad retrocede el átomo tras la emisión?
2. Determinar los niveles energéticos de una pelota de masa m que bota, de forma perfectamente elástica, sobre una superficie horizontal, moviéndose siempre según el eje vertical. [Ayuda: Usar las reglas de cuantización de Wilson-Sommerfeld.]
3. Un cuerpo rígido gira libremente alrededor de un eje fijo con momento de inercia constante I . Calcular mediante las reglas de Wilson-Sommerfeld sus niveles energéticos.
4. Según el principio de correspondencia, la diferencia entre niveles energéticos adyacentes, para grandes números cuánticos, coincide con $\hbar\omega$, siendo ω la pulsación de la oscilación clásica. Estimar mediante este principio los niveles energéticos de una partícula en los siguientes casos:
 - a) pozo unidimensional infinito,
 - b) oscilador armónico,
 - c) campo coulombiano atractivo.
5. Sea un paquete de electrones, de energía cinética media 1 GeV, y de 1 ns de longitud, en movimiento libre.
 - a) ¿Qué valen Δx y Δp para estos electrones en la dirección del movimiento?
 - b) ¿Y la imprecisión en la velocidad asociada?
6. La operación C de conjugación partícula-antipartícula es un operador lineal autoadjunto que cumple $C^2 = \mathbf{I}$, y anticonmuta con cualquier observable de carga Q : $CQ = -QC$. Deducir de aquí que los autoestados de C son necesariamente de cargas medias nulas.
7. Usando el Teorema de Ehrenfest, calcular la evolución temporal de los valores esperados de los operadores posición X y momento P de un oscilador armónico.
8. Usando la transformada de Fourier, calcular la función de onda en representación de momentos de una partícula descrita por

$$\psi(x) = A \exp(-x^2/2a^2).$$

Demostrar que se trata de un paquete mínimo, es decir $\Delta x \cdot \Delta p = \hbar/2$.