PROBLEMAS DE FÍSICA CUÁNTICA. Curso 2002/2003 **Hoja 3**

1. Un electrón y un fotón tienen cada uno una longitud de onda de 2.0 Å. ¿Cuáles son sus (a) momentos lineales y (b) sus energías totales? (c) Comparar las energías cinéticas del fotón y el electrón.

2. Demostrar que la longitud de onda de de Broglie de una partícula de carga e y masa m que se mueve a velocidades relativistas se expresa como función del potencial de aceleración V de la siguiente forma

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}} \left[1 + (eV/2mc^2)\right]^{-1/2}$$

3. En el experimento de Davisson y Germer, el máximo de difracción observado para un potencial de aceleración $V = 54$ V correspondía a un ángulo $\theta = 50°$. (a) Demostrar que no pueden darse los haces difractados de segundo y tercer orden. (b) Encontrar el ángulo del haz difractado de primer orden si se cambia el potencial de aceleración de 54 a 60 V. (c) ¿Cuál será la diferencia de potencial necesaria para producir un haz difractado de segundo orden a 50°?

4. Los electrones incidentes sobre un cristal sufren refracción debido a un potencial atractivo, de aproximadamente 15 V, que los cristales presentan a los electrones (debido a los iones en la red cristalina). Si el ángulo de incidencia de un haz de electrones es 45° y los electrones tienen una energía incidente de 100 eV, ¿cuál es el ángulo de refracción?

5. Si $\Delta\lambda/\lambda = 10^{-7}$ para un fotón, ¿cuál es el valor simultáneo de Δx si (a) $\lambda = 5.00 \times 10^{-4}$ Å (rayos γ), (b) $\lambda = 5.00$ Å (rayos X), (c) $\lambda = 5000$ Å (luz visible)?

6. Un electrón de 1 MeV deja una traza en una cámara de niebla. La traza es una serie de gotas de agua de aproximadamente 10^{-5} m de diámetro cada una. Demuéstrese, tras comparar la incertidumbre transversal con el impulso del electrón, que la trayectoria del electrón no debería diferir mucho de una línea recta.

7. (a) Considérese un electrón cuya posición está en algún lugar de un átomo de 1 Å de diámetro. ¿Cuál es la incertidumbre en el impulso del electrón? ¿Es esto consistente con la energía de ligadura de los electrones en los átomos? (b) Imaginemos que un electrón se encuentra en algún lugar dentro de un núcleo de diámetro 10 fm. ¿Cuál será la incertidumbre en el impulso del electrón? ¿Es esto consistente con la energía de ligadura de los constituyentes nucleares? (c) Considérese ahora un protón o un neutrón de ese núcleo. ¿Cuál será la incertidumbre en el impulso del neutrón o del protón? ¿Es esto consistente con la energía de ligadura de los constituyentes nucleares?

8. Una partícula de masa m se mueve sometida a un potencial $V(x) = \alpha|x|$. Hacer una estimación de la energía de su estado fundamental mediante el principio de incertidumbre.

9. La energía de un oscilador armónico lineal es $E = p^2/2m + m\omega^2 x^2/2$. Utilizando el principio de incertidumbre, hacer una estimación de la energía mínima del oscilador.

10. La vida media de un estado excitado de un núcleo es, generalmente, 10^{-12} s. ¿Cuál será la incertidumbre en la energía del fotón de rayos γ emitido?

11. Utilizando expresiones relativistas para la energía y momento totales, verificar que la velocidad de grupo g de una onda de materia es igual a la velocidad v de la partícula asociada.

12. Un niño sobre una escalera de altura H deja caer canicas de masa m al piso, tratando de pegarle a una fisura en el piso. Para apuntar utiliza equipo de la más alta precisión. (a) Demuéstrese que la precisión máxima que puede conseguir viene acotada por una distancia del orden de $(\hbar/m)^{1/2}(H/g)^{1/4}$, donde g es la aceleración de la gravedad. (b) Evalúese esa distancia utilizando valores razonables de H y m.