

1. Calcular la energía cinética y la energía total de un protón cuya longitud de onda es 0.5 fm. ¿Son necesarias las consideraciones relativistas en este caso? ¿Por qué?
2. Si se desea observar un objeto que tiene un tamaño de 2.5 Å. ¿Cuál debe ser la energía mínima de fotón necesaria para esto? ¿Por qué debe ser energía mínima y no máxima el límite?  $E_{\min} = 4.96 \times 10^3 \text{ eV}$   $E_{\min} = h\nu_{\min} = h \frac{c}{\lambda_{\max}} \Rightarrow$
3. Haga el problema 2 pero utilizando electrones para poder observar el objeto.
4. ¿Cuál es la ventaja de un microscopio electrónico sobre un microscopio fotónico? ¿Qué le parece un microscopio de Rayos X? ¿Ventajas? ¿Desventajas?
5. Neutrones térmicos incidentes sobre un cristal de cloruro de sodio de espacio interatómico igual a 2.81 Å experimentan difracción de primer orden debida a los planos principales de Bragg a un ángulo de 20°. Determinar la energía cinética de estos electrones en unidades de eV. Compare esta energía con la energía en reposo. Si neutrones térmicos de un reactor nuclear poseyendo esta energía cinética se encuentran en equilibrio térmico con el moderador del reactor, ¿Cuál es la temperatura del sistema? (Recuerde el Principio de Equipartición de la energía).
6. En uno de los experimentos de Davisson y Germer, se usaron electrones incidiendo normalmente sobre la superficie de un cristal de níquel paralela a los planos principales de Bragg de distancia característica igual a 2.15 Å. Interferencia constructiva fue detectada a 50° con respecto a la dirección normal a la superficie del cristal. Determinar la longitud de onda del rayo de electrones. (Respuesta = 1.65 Å). Haga un esquema del experimento indicando los ángulos y planos de Bragg relevantes.
7. Determine el flujo de fotones (# de fotones por unidad de área por unidad de tiempo) de un rayo fotónico de longitud de onda 3000 Å e intensidad  $3 \times 10^{-14} \text{ W/m}^2$ .
8. Suponga que la constante de Planck  $h$  fuese igual a  $6.625 \times 10^{-3} \text{ J}\cdot\text{s}$ . Se lanzan pelotas de 66.25 gramos contra una casa a una velocidad de 5 m/s y éstas pasan aleatoriamente a través de dos ventanas altas y angostas, paralelas entre sí y distanciadas una de la otra por 0.6 m. Determine la distancia entre mínimos del patrón de interferencia que se forma en una pared situada a 12 m por detrás de las ventanas.
9. Una partícula de masa  $m$  está confinada a moverse en una dimensión entre  $x = 0$  y  $x = L$ , donde  $L$  es un valor constante. Utilizando argumentos basados en las propiedades ondulatorias de la materia, muestre que la energía cinética de la partícula puede solo tener valores discretos iguales a  $n^2 h^2 / 8mL^2$  con  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Este problema se conoce como la caja cuántica en 1 dimensión. Encuentre la diferencia entre los dos primeros estados de energía de un electrón confinado a una caja cuántica 1-D de ancho 0.10 nm. Encuentre la diferencia entre los dos primeros estados de energía de una metra de 10 gramos confinada a moverse en una caja cuántica 1-D de ancho 10 cm.
10. Suponga que el momento lineal de una partícula puede ser medido con una precisión de 1 parte en mil. Determine la incertidumbre en la posición de la

partícula si ésta es: a) un cuerpo de masa  $0.005 \text{ kg}$  y se mueve a  $2 \text{ m/s}$ , b) un electrón moviéndose con velocidad de  $1.8 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Compare ambos resultados. ¿Qué puede Ud. decir sobre la manifestación del Principio de Incertidumbre en los mundos macroscópico y microscópico?

11. ¿Cuál es la incertidumbre en la posición de un fotón de longitud de onda igual a  $3000 \text{ \AA}$  si esta longitud de onda se conoce con una incertidumbre de 1 parte en un millón?
12. Demostrar que para una partícula que se mueve en una trayectoria circular  $\Delta L \Delta \theta > \hbar/4\pi$ , donde  $\Delta L$  es la incertidumbre del momento angular y  $\Delta \theta$  la incertidumbre de la posición angular de la partícula.
13. Un núcleo atómico tiene un radio típico de  $5.0 \text{ fm}$ . Use el principio de incertidumbre para determinar la energía mínima que tendría un electrón si éste existiese dentro del núcleo. Comentario: Los experimentos indican que ni siquiera los electrones emitidos por átomos inestables tienen energías cercanas a la energía calculada en este problema. ¿Qué indica esto en relación a la existencia de electrones en el núcleo del átomo?
14. Un átomo de hidrógeno tiene un radio de  $0.53 \text{ \AA}$ . Determine la energía mínima de un electrón que exista dentro de un átomo de hidrógeno. ¿Qué indica esto en relación a la existencia de un electrón dentro de un átomo?
15. Una medición determina la posición de un protón con una incertidumbre de  $1.00 \times 10^{-11} \text{ m}$ . Encuentre la incertidumbre en la posición del protón 1 segundo más tarde. Suponer que la velocidad del protón es mucho menor que la de la luz.
16. Un átomo "excitado" expulsa su exceso de energía emitiendo un fotón con una frecuencia de valor  $5.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ . El tiempo de vida media de este estado de excitación es  $1.0 \times 10^{-8} \text{ s}$ . Encuentre la incertidumbre en la frecuencia del fotón emitido. Determine la incertidumbre relativa.
17. Verifique que si la velocidad de fase es la misma para todas las longitudes de onda que forma un fenómeno ondulatorio, entonces la velocidad de grupo es igual a la de fase.
18. Calcule las velocidades de grupo y fase de las ondas de de Broglie de un electrón cuya velocidad es  $0.900c$ .
19. Demostrar que la velocidad de fase de las ondas de de Broglie de una partícula como el protón del problema 15 es igual a  $c(1+(m_0 c \lambda / h)^2)^{1/2}$ . En el problema 15 la incertidumbre en la posición del protón aumenta con el tiempo. Use el resultado de este problema para interpretar este aumento.
20. La energía más baja de una partícula encerrada en una caja cuántica unidimensional es  $1.00 \text{ eV}$ . Determine el valor de las dos siguientes energías. Si la partícula es un electrón, calcule el ancho de la caja.
21. Calcule el tiempo que se necesita para medir la energía cinética de un electrón cuya velocidad es  $10.0 \text{ m/s}$  con una incertidumbre no mayor a  $0.100 \%$ . Determine la distancia recorrida por el electrón en ese tiempo. Realice los mismos cálculos para un insecto de  $1 \text{ gramo}$  que tiene la misma velocidad. ¿Qué conclusión saca de los resultados de este problema?
22. Una partícula elemental llamada mesón eta tiene una masa en reposo de  $549 \text{ MeV}/c^2$  y un tiempo de vida media de  $7.00 \times 10^{-19} \text{ s}$ . ¿Cuál es la incertidumbre de su masa en reposo?