FÍSICA II. Grado en Química. Curso 2010/2011

ORÍGENES DE LA FÍSICA CUÁNTICA Y FÍSICA ATÓMICA

1. Un transmisor de radio FM tiene una potencia de salida de 150 kW y opera a una frecuencia de 99,7 MHz. ¿ Cuántos fotones emite por segundo el transmisor?

2. Cuando un metal de cesio se ilumina con una luz de longitud de onda de 500 nm, los fotoelectrones emitidos tienen una energía cinética máxima de 0,57 eV. Determinar la función de trabajo del cesio y el potencial de frenado.

3. Se utilizan dos fuentes luminosas en un experimento fotoeléctrico para determinar la función de trabajo de una cierta superficie de metal. Cuando se utiliza luz verde de una lámpara de mercurio (λ=546,1 nm), aparece un potencial de frenado de 0,376 V. (a) Basándose en esta medida, ¿ cuál es la función de trabajo de este metal? (b) ¿ Qué potencial de frenado es necesario cuando se usa luz amarilla procedente de una lámpara de descarga de helio (λ=587,5 nm)?

4. Un haz de rayos X de energía 300 keV sufren dispersión de Compton por un objetivo. Los rayos dispersados se detectan a 37^o respecto a los rayos incidentes. Calcular (a) el desplazamiento Compton para este ángulo, (b) la energía de los rayos X dispersados y (c) la energía del electrón en retroceso.

5. Consideremos un haz de rayos X con $\lambda = 1,000$Å y también un haz de rayos gamma provenientes de una muestra de cesio con $\lambda = 1,88 \times 10^{-2}$Å. Si la radiación dispersada por los electrones libres se observa a 90^o del haz incidente: (a) ¿ Cuál es el corrimiento en longitud de onda Compton en cada caso? (b) ¿ Qué energía cinética se le comunica al electrón de retroceso en cada caso? (c) ¿ Qué porcentaje de la energía del fotón incidente se pierde en la colisión en cada caso? Nota: 1 Å $= 10^{-10}$m.

6. Calcular la longitud de onda de De Broglie para: (a) un protón que se mueve con una velocidad de 10^6 m/s, y (b) una persona de 75 Kg que corre a 5 m/s.

7. Determinar la longitud de onda de De Broglie (en nm) para un electrón que ha sido acelerado desde el reposo mediante la aplicación de una diferencia de potencial de 50 V.

8. Un protón tiene una energía cinética de 1 MeV. Si su cantidad de movimiento se mide con una incertidumbre del 5 %, ¿ cuál es la mínima incertidumbre en la posición del protón?

9. La función de onda de un electrón confinado a moverse en una caja unidimensional que se extiende desde $x = 0$ a $x = L$ es

$$\psi(x) = A \,\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$$

Determinar: (a) La constante A a partir de la condición de normalización, (b) ¿ cuál es el valor esperado (medio) de la posición x ?.

10. Una partícula de masa m se mueve en el interior de un pozo de potencial de anchura $2L$. Su energía potencial es infinita si $x < -L$ y $x > +L$. Dentro de la región $-L < x < +L$, su energía potencial viene dada por

$$U(x) = \frac{-\hbar^2 x^2}{mL^2(L^2 - x^2)}.$$

Además, la partícula se encuentra en un estao estacionario descrito por la función de onda

$$\psi(x) = A\frac{L^2 - x^2}{L^2}, \quad -L < x < +L,$$

y $\psi(x) = 0$ en el resto del eje x. (a) Calcular la energía de la partícula en términos de $\hbar$, m y L. (b) Demostrar que $A = \sqrt{15/16L}$. (c) Calcular la probablidad de encontar la partícula entre $x = -L/3$ y $x = +L/3$.

11. En una región del espacio, una partícula con energía cero tiene una función de onda

$$\psi(x) = Axe^{-x^2/L^2}.$$

   a) Determinar la energía potencial $U(x)$ como una función de la posición x.
   b) Dibujar $U(x)$ frente a x.

12. Un electrón está representado por la siguiente función de onda independiente del tiempo:

$$\psi(x) = \begin{cases} Ae^{-\alpha x} & \text{si } x > 0 \\ Ae^{+\alpha x} & \text{si } x < 0 \end{cases}$$

   donde $\alpha > 0$.

   a) Dibujar la función de onda como función de x.
   b) Dibujar la probabilidad de encontrar el electrón entre x y $x + dx$.
   c) Normalizar la función de onda
   d) Encontrar la probabilidad de que el electrón se encuentre entre $x = -\frac{1}{2\alpha}$ y $x = \frac{1}{2\alpha}$.

13. Consideremos el átomo de hidrógeno. Determinar el número de estados orbitales que se corresponden con el número cuántico principal $n = 2$. Determinar asimismo la energía de dichos estados.

14. La función de onda del átomo de hidrógeno que describe el estado fundamental 1s viene dada por

$$\psi_{1s}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$

   donde a_0 es el radio de Bohr. A partir de ella se puede calcular la densidad de probabilidad $P_{1s}(r)$ de encontrar al electrón en el estado fundamental:

$$P_{1s}(r) = 4\pi r^2 |\psi_{1s}(r)|^2.$$

   Calcular el valor más probable de r para un átomo de hidrógeno en su estado fundamental.

15. Calcular la probabilidad de que el electrón en el estado fundamental del átomo de hidrógeno se encuentre más allá del radio de Bohr.

16. Determinar el valor esperado de r para el hidrógeno en su estado fundamental.

17. Determinar el número de estados electrónicos posibles para electrones con número cuántico principal n.

18. Un mesón ρ tiene un número cuántico de espín de 1. Si los electrones en los átomos fueran sustituidos por mesones ρ, enumerar los posibles conjuntos de números cuánticos para mesones ρ de la subcapa $3d$.

19. Escribir la configuración electrónica del (a) carbono, (b) oxígeno, y (c) aluminio.

20. Un átomo de hidrógeno se encuentra en el quinto estado excitado. El átomo emite un fotón de longitud de onda 1090 nm. Calcular el momento angular orbital máximo del electrón tras la emisión.

21. Consideremos un átomo en el estado fundamental en el que los electrones externos llenan completamente la capa M. (a) Identificar dicho elemento. (b) Escribir su configuración electrónica.