Fundamentos de Física III
Solución del examen de 2015

...

24 de julio de 2018

Contenidos

Examen de la 1ª semana de febrero de 2015 **1**

Ejercicio 1 1

Ejercicio 2 1

Ejercicio 3 2

Examen de la 2ª semana de febrero de 2015 **2**

Ejercicio 1 2

Ejercicio 2 2

Ejercicio 3 3

Examen de septiembre de 2016 **3**

Ejercicio 1 3

Ejercicio 2 3

Ejercicio 3 4

Ejercicio 4 4

Examen de la 1ª semana de febrero de 2015

Ejercicio 1.

Una pequeña bacteria con una masa de aproximadamente 10×10^{-14} kg, está confinada entre dos paredes rígidas separadas $L = 0{,}1$ mm

a) Estime su velocidad mínima (cuántica) de desplazamiento. ¿Dado su orden de magnitud, entra el resultado dentro del ámbito clásico o cuántico? Justifique su respuesta

b) Si, en vez de ello, su velocidad es de apróximadamente 1 mm cada 100 s, estime el número cuántico de su estado. ¿Dado su orden de magnitud, entra el resultado dentro del ámbito clásico o cuántico? Justifique su respuesta.

Solución

a) Se trata de un problema de ecuación de Schrödinger aplicado a un pozo unidimensional infinito donde su velocidad mínima será su estado de mínima energía. Por una parte su estado de mínima energía es

$$E_{mín} = \frac{h^2}{8mL^2} \tag{1}$$

Por otra parte, podemos hallar su velocidad mínima despejando la velocidad a partir de la expresión de la energía cinética $E = \frac{1}{2}mv^2$ quedando así:

$$v_{mín} = \sqrt{\frac{2E_{mín}}{m}} \tag{2}$$

Sustituyendo la ecuación 1 en la ecuación 2 obtenemos:

$$v_{mín} = \sqrt{\frac{2\frac{h^2}{8mL^2}}{m}} = \frac{h}{2mL} = \frac{h}{2 \cdot 10 \times 10^{-14} \cdot 0{,}1 \times 10^{-3}} = 3{,}313 \times 10^{-17}\,\mathrm{ms}^{-1}$$

Es una velocidad muy baja debido a que la bacteria pertenece al mundo de la física clásica no de la física cuántica

b)

Ejercicio 2.

La resisitividad de la plata, con número atómico $A = 108$, a una temperatura igual a $273\,\mathrm{K}$ es $1{,}5 \times 10^{-8}\,\Omega\,\mathrm{m}$, su densidad es $10{,}5 \times 10^{3}\,\mathrm{kgm}^{-}3$ y la energía de Fermi es $R_f = 5{,}5\,\mathrm{eV}$. Suponiendo que cada átomo contribuye en un electrón a la conducción, calcule cuánto vale el codiente entre el recorrido libre medio y el interespaciado atómico: λ/d.

Ejercicio 3.

La vida media de los muone en reposo (tiempo propio) es $2{,}2\,\mu\mathrm{s}$, mientras que la vida media cuando están contenidos en los rayos cósmicos se encuentra que es aproximadamente $15\,\mu\mathrm{s}$. Conteste entonces a las siguientes preguntas:

a) ¿Cuál es la velocidad de estos muones procedentes de los rayos cósmicos?

b) ¿Cuánta distancia recorrerán antes de desintegrarse en un sistema de referencia en el cual su velocidad de $0{,}6c$?

c) Compare la distancia del punto anterior con la distancia que el muón ”ve”mientras está viajando.

Examen de la 2ª semana de febrero de 2015

Ejercicio 1.

Una bola de $1{,}0\,\mathrm{g}$ puede rodar libremente dentro de un tubo de longitud $L = 1{,}0\,\mathrm{cm}$. El tubo está tapado por ambos extremos. Si modelamos el sistema como un pozo unidimensional infinito:

a) Determine el valor del número cuántico n si damos a la bola una energía de $1{,}0\,\mathrm{mJ}$.

b) Calcule la energía de excitación que hay que proporcionar a la bola para elevarla al siguiente nivel de ebergía.

c) Comente los órdenes de magnitud obtenidos en los apartados anteriores.

Ejercicio 2.

Suponga que una molécula diatómica tiene una energía potencial dada por:

$$U = -\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)\frac{e^2}{r} + \frac{B}{r^6}$$

con $B = 1{,}0 \times 10^{-78}\,\mathrm{Jm}^6$ donde r es la distancia entre los centros de los dos átomos. Determine la separación de equilibrio esperada de los dos átomos (longitud de enlace de la molécula).

Ejercicio 3.

La función de onda de un electrón en un átomo de tipo hidrógeno en el estado fundamental expresada en coordenadas esféricas es:

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a}$$

donde r es la coordenada radial, $a = a_0/Z$ y $a_0 \simeq 0{,}5$ Å es el radio de Bohr (la carga del núcleo Z_e y el átomo solo incluye un electrón). Si el número total de nucleones es $A = 173$ y el número atómico es $Z = 70$:

a) ¿Cuál es la probabilidad de que el electrón esté en el núcleo?

b) Exprese el resultado anterior en función del número total de nucleones A.

c) Sustituya valores y obtenga el valor numérico de esta propiedad.

Ayuda: A la hora de calcular la integral, realice una aproximación teniendo en cuenta que $R << \alpha$ en el interior del núcleo (R es el radio del núcleo).

Examen de septiembre de 2016

Ejercicio 1.

Una partícula de masa m y energía total nula tiene una función de onda estacionaria definida por

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

A y L son constantes. Determine la energía potencial $U(x)$ de la partícula.

Ejercicio 2.

Los electrónes más externos de un átomo detectan un núcleo protegido o .ªpantallado”debido a lainfluencia de los electrónes intermedios. La atracción del núcleo se modela entonces usando un átomo de tipo hidrógeno con número atómico efectivo Z'. Sea entonces un electrón externo del átomo de sodio que ocupa el nivel atómico 3s y cuya energía de ionización es 5,14 eV. Obtenga el valor de Z' para ese electrón del sodio.

Ejercicio 3.

El In (indio) como superconductor tiene una temperatura crírica $T_c = 3{,}4\,\mathrm{K}$. Calcule lo siguiente:

a) El gap de energía del superconductor según la teoría BCS

b) La máxima longitud de onda del fotón que rompería el par de Cooper en el In.

Ejercicio 4.

De los dos procesos de desintegración siguientes, decida cuál es posible y por qué (tenga en cuenta carga, número léptonico y número bariónico). Especifique a través de qué interacción se produce ese proceso.

$$\Sigma^- \to \pi^- + \eta; \qquad \Sigma^- \to \pi^- + p$$