Opción A. Ejercicio 1

[a] ¿Qué es una onda estacionaria? Explique qué condiciones debe cumplirse para que se forme una onda estacionaria en un tubo con los dos extremos abiertos a la atmósfera. *(1 punto)*

Tenemos un tubo de longitud L = 1,7 m que tiene los dos extremos abiertos a la atmósfera.

[b] Calcule las dos frecuencias de excitación sonora más bajas que producirán ondas estacionarias en el tubo. *(1 punto)*

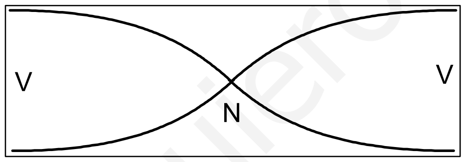
[c] Represente para cada una de las frecuencias anteriores la onda estacionaria que se forma en el tubo, señalando la posición de los nodos y vientres que aparecen. *(1 punto)*
DATO: Velocidad del sonido en el aire, v = 340 m/s.

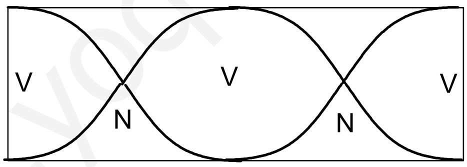
Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] Las frecuencias de las ondas estacionarias para un tubo, de longitud L, abierto por los dos extremos están dadas por: $f_n = \frac{nv}{2L}$ $(n = 1, 2, 3, ...)$. La frecuencia fundamental, correspondiente a n = 1, es: $f_1 = \frac{1 \cdot 340}{2 \cdot 1,7} = 100(Hz)$. La frecuencia del primer armónico, para n = 2, vale: $f_2 = \frac{2 \cdot 340}{2 \cdot 1,7} = 200(Hz)$.

[c] Las ondas estacionarias son semejantes a las representadas seguidamente.





De la primera se deduce que la mitad de la longitud de onda coincide con la longitud del tubo: $\lambda_1 = 3,4(m)$. De la segunda vemos que la longitud de onda coincide con la longitud del tubo: $\lambda_2 = 1,7(m)$. Estos resultados con coherentes con los obtenidos en el apartado anterior.

Opción A. Ejercicio 2

[a] Enuncie y explique las *Leyes de Kepler*. *(1 punto)*

Ío y Calisto son dos satélites que orbitan alrededor de Júpiter. Ío tiene un periodo orbital de 1,8 días y el radio de su órbita es 6 veces el radio de Júpiter. El periodo orbital de Calisto es de 16,7 días.

[b] Suponiendo que Ío y Calisto describen órbitas circulares, calcule el radio de la órbita de Calisto. *(1 punto)*
Dato: Radio de Júpiter, R_J = 71500 km.

Respuesta

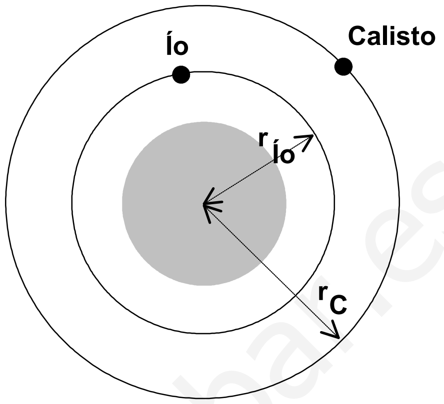
[a] Véase el libro de Física.

[b] En primer lugar, se dibuja un esquema con los dos satélites de Júpiter. Se ha de cumplir para los mismos la 3ª ley de Kepler: los cuadrados de los periodos son proporcionales a los cubos de las distancias medias de los satélites al planeta, esto es, $\left[\frac{T^2}{r^3}\right]_{Ío} = \left[\frac{T^2}{r^3}\right]_{Calisto}$, que se puede escribir: $\left[\frac{T_C}{T_{Ío}}\right]^2 = \left[\frac{r_C}{r_{Ío}}\right]^3$;

$r_C = r_{Ío}\left[\frac{T_C}{T_{Ío}}\right]^{\frac{2}{3}}$

$r_C = 6 \cdot 7,15 \cdot 10^7 (m) \cdot \left[\frac{16,7\ días}{1,8\ días}\right]^{\frac{2}{3}}$

$r_C = 1,89 \cdot 10^9 (m)$.



Opción A. Ejercicio 3

[a] Enuncie y comente la *Ley de Coulomb*. *(1 punto)*

Tres partículas cargadas q_1 = 3 nC, q_2 = -3 nC y q_3 = -5 nC están situadas en los puntos de coordenadas q_1: (-1, 1), q_2: (1, 1) y q_3: (0, -1), expresadas en metros.

[b] Determine la fuerza neta (módulo, dirección y sentido) que actúa sobre la carga q_3. *(1,5 puntos)*

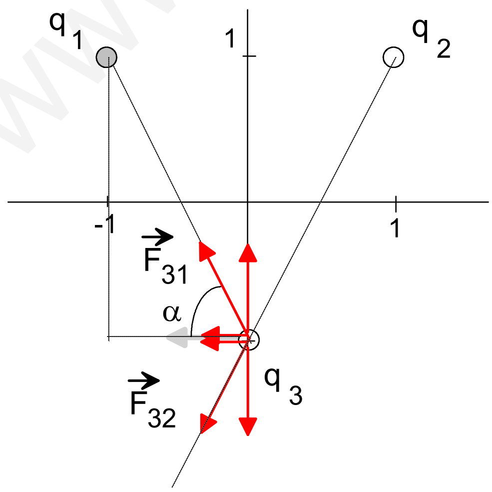
Datos: $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$, ¿1 nC = 10^{-9} C?

Respuesta

[a] Véase el libro de Física.

[b] En primer lugar, se dibuja las fuerzas que actúan sobre la carga q_3, la cual es atraida por la carga q_1 y repelida por la carga q_2. A continuación se calcula los módulos de dichas fuerzas, teniendo en cuenta que q_3 equidista de las otras dos cargas: $d = \sqrt{5}\,(m)$. Por los valores de las cargas, vemos que estas dos fuerzas tienen el mismo módulo:

$9 \cdot 10^9 \frac{3 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-9}}{(\sqrt{5}\,)^2} = 2,7 \cdot 10^{-8} (N)$.



Vemos, dada la simetría, que las componentes verticales de las fuerzas F_{31} y F_{32} dan resultante nula; por lo tanto, la fuerza resultante sólo tiene componente horizontal:

$F_{neta}(q_3) = 2F_{31}\cos(\alpha) = 2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = 4,8 \cdot 10^{-8}(N)$. El módulo de esta fuerza es, obviamente, $4,8 \cdot 10^{-8}$ N y su dirección es horizontal y su sentido hacia la izquierda.

Opción A. Ejercicio 4

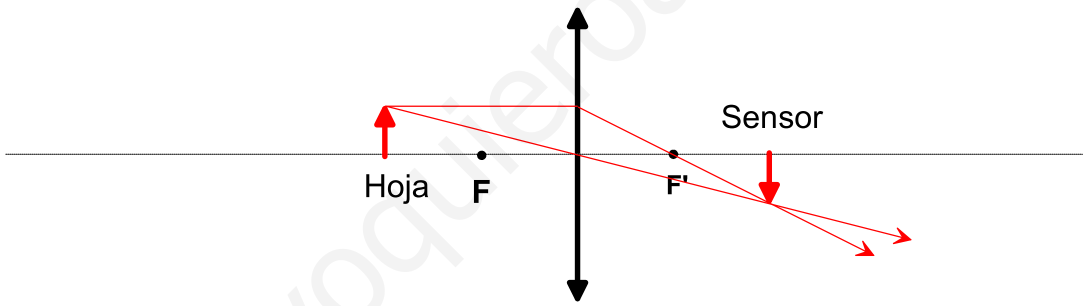
La lente de una máquina fotocopiadora se utiliza para capturar la imagen de una hoja situada a 20 cm de distancia de la lente, de forma que la imagen que se obtiene sobre el sensor de la fotocopiadora es invertida y del mismo tamaño que el objeto.

[a] ¿A qué distancia de la lente debemos colocar el sensor? Calcula la distancia focal imagen que debe teneer la lente. ¿Debe ser una lente convergente o divergente? *(1,5 puntos)*
[b] Compruebe gráficamente los resultados mediante un trazado de rayos. *(1 punto)*

Respuesta

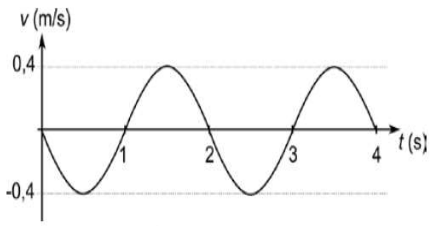
[a] Sabemos que el aumento lateral es igual a -1, pues la imagen resulta invertida respecto al objeto y de su mismo tamaño. En consecuencia, $\frac{s'}{s} = -1$; s' = -s = -(-20) = 20 cm, que es la distancia a que debe colocarse el sensor. Por otro lado, se cumple que: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$; en nuestro caso, $\frac{1}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f'}$; es decir, $\frac{2}{20} = \frac{1}{f'}$; por lo que la distancia focal imagen es f' = 10 cm. Al tratarse de una magnitud positiva, la lente ha de ser convergente.

[b]



Opción B. Ejercicio 1

Una masa m = 100 g oscila armónicamente colgada del extremo de un muelle. La velocidad de la masa en función del tiempo se representa en la gráfica.

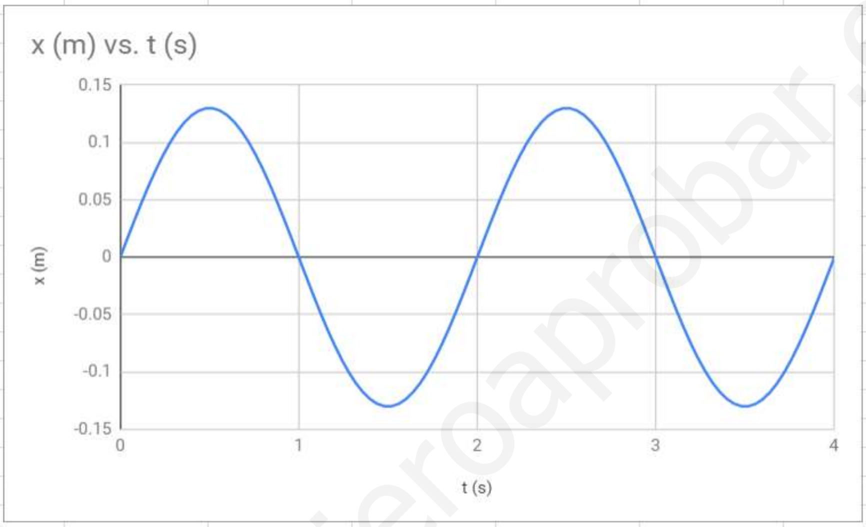


[a] Determine la amplitud y la frecuencia de dicha oscilación. Calcule la constante elástica K del muelle. *(1,5 puntos)*
[b] Escribe la función x(t) que describe la posición de la masa respecto de la posición de equilibrio. Represente gráficamente x(t) para dos periodos completos de oscilacion. *(1 punto)*

Respuesta

[a] De la figura, deducimos que la rapidez máxima es de 0,4 m/s y que el periodo vale 2 s, por lo que la frecuencia es $f=\frac{1}{2}=0,5(Hz)$. La frecuencia angular vale, entonces, $\omega=\frac{2\pi}{2}=\pi=3,14(\frac{rad}{s})$. Por otro lado, $|v_{\max}|=A\omega$; $A=\frac{|v_{\max}|}{\omega}=\frac{0,4}{3,14}=0,13\ m$. La constante elástica K se calcula mediante: $K=m\omega^2=0,1\cdot\pi^2=0,99(\frac{N}{m})$.

[b] La función de la elongación en el movimiento armónico simple es del tipo: $x(t)=A\ sen(\omega t)$, siendo ω la frecuencia angular, ya que la fase inicial φ es nula -véase la gráfica de la velocidad-. La función que hay que representar gráficamente es: $x(t)=0,13\ sen(3,14t)\ (m)$.



☙ Opción B. Ejercicio 2

[a] Enuncie y comente la *Ley de Gravitación Universal*. *(1 punto)*

Caronte es un satélite que orbita alrededor de Plutón con una órbita prácticamente circular de periodo 6,39 días.

[b] A partir de los datos de Caronte y Plutón, calcule la masa de Plutón. *(1 punto)*

[c] Calcule el campo gravitatorio (módulo, dirección y sentido) en el punto medio de la línea que une los centros de Caronte y Plutón. (1 *punto)*

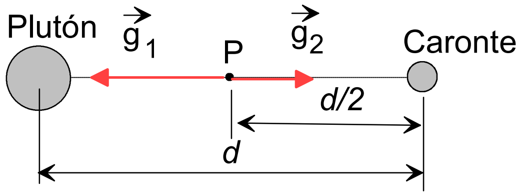
DATOS: Constante de gravitación universal, G = 6,67·10^{-11} Nm²kg^{-2}; masa de Caronte, M_C = 1,52·10^{21} kg; distancia Plutón-Caronte, r = 19570 km.

Respuesta

[a] Véase un libro de Física.

[b] Si se aplica la 2ª ley de Newton al satélite, dado que la fuerza gravitatoria se comporta como fuerza centrípeta, podemos escribir: $G\frac{M_P m}{r^2}=m\omega^2 r$; por otro lado, sabemos que $\omega=\frac{2\pi}{T}$; de ambas, simplificando la masa de Caronte, se llega a: $G\frac{M_P}{r^3}=\frac{4\pi^2}{T^2}$; $M_P=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$;
$M_P=\frac{4\pi^2\cdot(1,957\cdot10^7)^3}{6,67\cdot10^{-11}\cdot(6,39\cdot86400)^2}=1,46\cdot10^{22}(kg)$.

[c] Dibujamos los vectores intensidad del campo gravitatorio, creados por Plutón y Caronte, en el punto medio P.



Los módulos de las intensidades del campo gravitatorio, debidas a Plutón y a Caronte, valen:

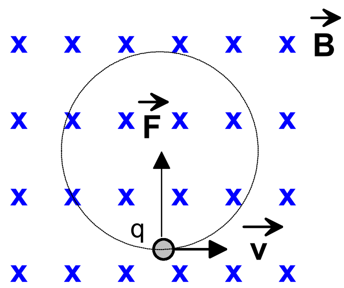
$$g_1 = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{1,45 \cdot 10^{22}}{(9,785 \cdot 10^6)^2} = 10,10 \cdot 10^{-3} \left(\frac{N}{kg}\right)$$
$$g_2 = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{1,52 \cdot 10^{21}}{(9,785 \cdot 10^6)^2} = 1,06 \cdot 10^{-3} \left(\frac{N}{kg}\right)$$

. La intensidad del campo gravitatorio resultante en el punto P tiene como módulo el valor $9,04 \cdot 10^{-3}$ (N/kg), su dirección es la línea que une los centros de Plutón y Caronte y su sentido hacia el planeta.

Opción B. Ejercicio 3

[a] Escriba la expresión de la *Fuerza de Lorentz* que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad $\vec{v}$ en una región donde hay un campo magnético $\vec{B}$. Explique las características de esta fuerza. *(1 punto)*

Una partícula de masa m con carga eléctrica q se mueve en el seno de un campo magnético $\vec{B}$, en dirección peerpendicular al campo, con una velocidad $\vec{v}$, de forma que describe una trayectoria circular de radio R, tal como se muestra en la figura.



[b] Calcule el valor de la carga q y deduzca razonadamente su signo. *(1 punto)*

[c] Si la carga se moviese en dirección paralela al campo, ¿cuál sería el radio de la trayectoria? *(0,5 puntos)*

Datos: m = $3,82 \cdot 10^{-26}$ kg, B = $5 \cdot 10^{-6}$ T, v = 4 m/s, R = 19,1 cm.

Respuesta

[a] La fuerza de Lorentz es la fuerza ejercida por el campo electromagnético sobre una partícula cargada. Para una partícula sometida a un campo eléctrico combinado con un campo magnético, la fuerza electromagnética total o fuerza de Lorentz sobre esa partícula viene dada por: $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B})$ donde $\vec{v}$ es la velocidad de la carga, $\vec{E}$ es la intensidad del campo eléctrico y $\vec{B}$ es la intensidad del campo magnético.

[b] La fuerza magnética sobre la partícula cargada se calcula mediante $\vec{F}_{mag} = q(\vec{v} \times \vec{B})$; por las propiedades del producto vectorial de dos vectores la fuerza magnética es la mostrada en la figura siempre que la carga sea positiva. Por otro lado, la fuerza magnética se comporta como fuerza centrípeta, describiendo la carga una trayectoria circular con movimiento

uniforme. Se cumple, por la 2ª ley de Newton, que: $qvB = m\frac{v^2}{R}$, expresión que nos permite calcular el valor de la carga: $q = \frac{mv}{RB}$. $q = \frac{3{,}82 \cdot 10^{-26} \cdot 4}{0{,}191 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^{-19}(C)$.

[c] Si los vectores $\vec{v}$ y $\vec{B}$ tuvieran la misma dirección, el producto vectorial citado sería nulo, por lo que la carga se movería en línea recta (radio de curvatura → ∞).

Opción B. Ejercicio 4

[a] Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es el trabajo de extracción? *(1 punto)*

Se observa que se produce el efecto fotoeléctrico cuando la luz que incide sobre una muestra de platino tiene una longitud de onda inferior a 209 nm.

[b] ¿Qué energía cinética máxima, expresada en eV, tendrán los electrones emitidos cuando iluminamos la muestra de platino con luz de 145 nm? *(1 punto)*

{DATOS: 1eV = $1{,}60 \cdot 10^{-19}$ J; c = $3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s; h = $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js}

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] Se calcula, en primer lugar, la frecuencia umbral: $f_o = \frac{C}{\lambda_o} = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}09 \cdot 10^{-7}} = 1,44 \cdot 10^{15}(Hz)$. La frecuencia de la luz incidente es: $f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}45 \cdot 10^{-7}} = 2,07 \cdot 10^{15}(Hz)$. Se sabe que la energía cinética máxima está ligada con las frecuencias umbral e incidente según la relación: $E_{c,\max} = hf - hf_o = h(f - f_o) = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot (2,07 - 1,44) \cdot 10^{15} = 0,63 \cdot 10^{-19}(J)$.

$E_{c,\max} = 0,63 \cdot 10^{-19}(J) \cdot \frac{1(eV)}{1{,}6 \cdot 10^{-19}(J)} = 0,39(eV)$.