Opción A. Ejercicio 1

[a] Explique el fenómeno de interferencia entre dos ondas. *(1 punto)*

Por una cuerda tensa se propagan dos ondas armónicas: $y_1(x,t) = +0,02\ sen(2\pi t + 20\pi x)$ e $y_2(x,t) = -0,02\ sen(2\pi t - 20\pi x)$ (expresadas en unidades S.I.). La interferencia de ambas produce una onda estacionaria.

[b] Determine la ecuación de la onda estacionaria resultante. *(1 punto)*

[c] Calcule la distancia entre dos nodos consecutivos. *(0,5 puntos)*

DATO: $sen\ \alpha - sen\ \beta = 2\ sen\ \frac{\alpha-\beta}{2} \cos \frac{\alpha+\beta}{2}$

Respuesta

[a] Consulta el libro de texto.

[b] La onda resultante se obtiene mediante: $y(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t)$. Si se saca el factor común se llega a: $y(x,t) = 0,02[sen(2\pi t + 20\pi x) - sen(2\pi t - 20\pi x)]$, expresión que se puede simplificar utilizando la relación trigonométrica anterior. Sean $\left.\begin{array}{l}\alpha = 2\pi t + 20\pi x \\ \beta = 2\pi t - 20\pi x\end{array}\right\}$ por lo que $\left.\begin{array}{l}\alpha - \beta = 40\pi x \\ \alpha + \beta = 4\pi t\end{array}\right\}$. En consecuencia, la ecuación de la onda estacionaria resultante es: $y(x,t) = 0,04\ sen(20\pi x) \cos(2\pi t)$ (m). Vemos que esta expresión corresponde a un MAS de amplitud variable: $A_T = 0,04\ sen(20\pi x)$.

[c] La distancia entre dos nodos consecutivos es igual a la mitad de la longitud de onda de las ondas que interfieren. Se sabe que: $\lambda = \frac{2\pi}{k}$; como $k = 20\pi(m^{-1})$, $\lambda = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1(m)$. Por lo tanto, la distancia pedida vale 0,05 m.

Opción A. Ejercicio 2

[a] Explique el concepto de *campo gravitatorio*. ¿Qué campo creará una partícula? ¿Y varias partículas? *(1 punto)*

El planeta Júpiter es aproximadamente esférico, de radio R_J = 7,15·10^7 m, y tiene una masa M_J = 1,9·10^{27} kg.

[b] Calcule la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter. *(0,5 puntos)*

[c] ¿A qué altura *h* sobre la superficie de Júpiter se reduce el campo gravitatorio al 20% del valor en la superficie? *(1 punto)*

Datos: Constante de gravitación universal, G = 6,67·10^{-11}N·m^2·kg^{-2}.

Respuesta

[a] Véase el libro de Física.

[b] La aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter coincide con la intensidad del campo gravitatorio en la misma, esto es, $g_o = G\frac{M_J}{R_J^2} = \frac{6,67\cdot 10^{-11}\cdot 1,90\cdot 10^{27}}{(7,15\cdot 10^7)^2} = 24,8\left(\frac{N}{kg}\right)$.

[c] A una distancia *r* del centro de Júpiter, la intensidad del campo gravitatorio es: $g = G\frac{M_J}{r^2}$; se ha de cumplir que $g = 0,2g_o$, es decir, $G\frac{M_J}{r^2} = 0,2G\frac{M_J}{R_J^2}$; al simplificar los factores comunes se llega a: $r^2 = \frac{R_J^2}{0,2}$; $r^2 = 2,56 \cdot 10^{16}$, r = 1,6·10^8 (m). La altura pedida es, entonces, h = r - R_J = 1,6·10^8 - 7,15·10^7 = 8,85·10^7 (m).

☙ Opción A. Ejercicio 3

Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 20 cm. Por A circula una corriente I_A = 10 A hacia arriba. El campo magnético en un punto situado a 8 cm a la izquierda de A es nulo.

[a] Calcule la intensidad de corriente que circula por B. ¿En qué sentido circula? *(1 punto)*

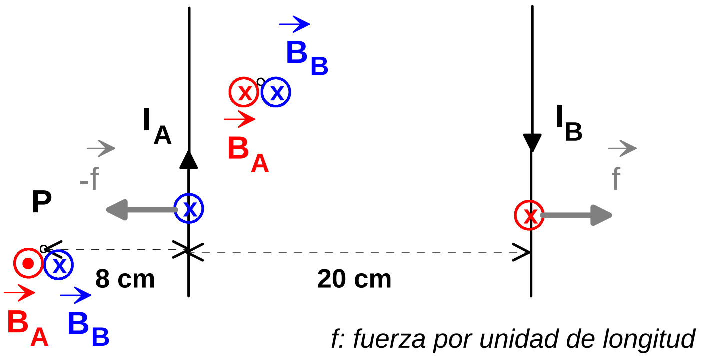
[b] Explique con ayuda de un esquema si hay algún punto entre los dos conductores donde el campo magnético sea nulo. *(0,5 puntos)*

[c] Calcule la fuerza por unidad de longitud que un conductor A ejerce sobre el B. Indique su dirección y sentido. *(1 punto)*

DATO: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ *m kg C*$^{-2}$.

Respuesta

[a] Sea P el punto situado a 8 cm a la izquierda de A. La intensidad del campo magnético debido al conductor A, $\vec{B}_A$, es un vector perpendicular al plano que contiene a los conductores y con el sentido hacia afuera (regla de la mano derecha). Si el campo magnético total en el punto P ha de ser nulo, la intensidad del campo magnético debido al conductor B,$\vec{B}_B$, será el vector opuesto a $\vec{B}_A$, esto significa que se trata de un vector perpendicular al plano que contiene a los conductores y con el sentido hacia adentro (regla de la mano derecha), con lo que la corriente en el conductor B debe ser hacia abajo.



Además, las dos intensidades del campo magnético deben tener el mismo módulo, esto es, $B_A = B_B; \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_A}{r_A} = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I_B}{r_B}; I_B = \frac{r_B}{r_A} I_A = \frac{28(cm)}{8(cm)} 10 = 35(A)$.

[b] La figura muestra las intensidades del campo magnético, debidas a ambas corrientes, en un punto cualquiera situado entre los conductores. Se trata de dos vectores de la misma dirección (perpendicular al plano del papel) y sentido (hacia adentro); por lo tanto, es imposible que en esa zona exista un punto donde el campo magnético resultante sea nulo.

[c] La fuerza que, por unidad de longitud, se ejercen dos corrientes paralelas de intensidades I_A e I_B, separadas una distancia d, está dada por $\frac{F}{l} = \frac{\mu_o I_A I_B}{2\pi d} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{10 \cdot 35}{0,2} = 3,5 \cdot 10^{-4} (N/m)$. La dirección y sentido se muestran en la figura de más arriba: los dos conductores se repelen.

Opción A. Ejercicio 4

[a] Enuncie y explique la *Ley de desintegración exponencial radiactiva*. *(1 punto)*

El método de datación radiactiva ^{14}C, se emplea para determinar la edad de materiales arqueológicos de origen orgánico. Se basa en el hecho de que el carbono ^{14}C presente en los seres vivos tiene un periodo de semidesintegración de 5570 años.

[b] Calcule la constante de desintegración del ^{14}C y su vida media. *(0,5 puntos)*

[c] Un fragmento de madera encontrado en un yacimiento arqueológico presenta un contenido de ^{14}C que es el 57% del que poseen las maderas de la zona en la actualidad. Determine la antigüedad del fragmento. *(1 punto)*

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] La constante de desintegración está relacionada con el periodo de semidesintegración mediante: $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$, por lo que:$\lambda = \frac{0{,}693}{5570} = 1,24 \cdot 10^{-4}(año^{-1})$. Por otro lado, la vida media es la inversa del periodo de semidesintegración: $\tau = \frac{1}{T_{1/2}} = \frac{1}{5570} = 1,80 \cdot 10^{-4}(año^{-1})$. Observa, como se verá a continuación, que no es imprescindible expresar estas magnitudes en segundos.

[c] El número de núcleos que quedan sin desintegrar al cabo de un tiempo t está dado por: $N = N_o\, e^{-\lambda t}$; como $N = 0,57 \cdot N_o$, después de simplificar N_o, queda: $0,57 = e^{-1{,}24 \cdot 10^{-4} t}$.
Al aplicar logaritmos neperianos a los dos miembros de la igualdad se obtiene:
$\ln 0,57 = -1,24 \cdot 10^{-4} t$; $-0,562 = -1,24 \cdot 10^{-4} t$; $t = 4532(años)$.
Este resultado es coherente con el valor del periodo de semidesintegración; transcurridos 5570 años quedaría el 50% sin desintegrase. Para que quede el 57% debe pasar menos tiempo.

Opción B. Ejercicio 1

[a] Escriba la ecuación de la elongación de un movimiento armónico simple y comente el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. *(1 punto)*
Un bloque de masa M = 0,4 kg desliza sobre una superficie horizontal sin rozamiento sujeto al extremo de un muelle horizontal de constante elástica k = 10 N/m. Cuando pasa por la posición de equilibrio del sistema masa-muelle lleva una velocidad v_o = 1 m/s.

[b] Calcule la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones de M. *(1 punto)*

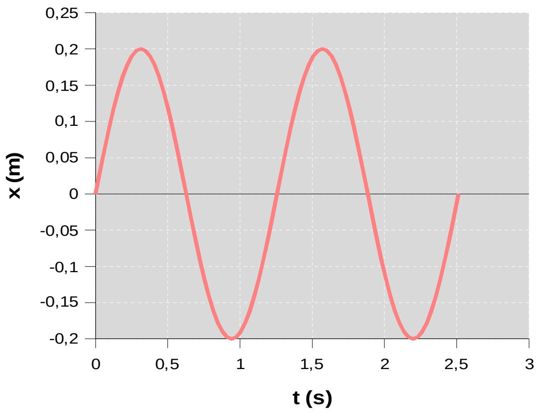
[c] Determine la posición del centro de M en función del tiempo, $x(t)$, a partir del instante (t = 0) en que pasa por la posición de equilibrio (x = 0) moviéndose hacia la derecha. Represente gráficamente $x(t)$ para dos periodos de oscilación. *(1 punto)*

Respuesta

[a] Consulta el libro de texto.

[b] La constante elástica del muelle y la frecuencia angular son proporcionales, de acuerdo con la expresión: $k = M\omega^2$; de donde se deduce que $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} = \sqrt{\frac{10(N/m)}{0{,}4(kg)}} = 5(\frac{rad}{s})$. La frecuencia es, entonces, $\upsilon = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{2\pi}(Hz)$. En la posición de equilibrio el sistema alcanza su máxima rapidez (1 m/s); por lo tanto, $|v_{max}| = A\omega$; $1 = A \cdot 5$; A = 0,2 m.

[c] La ecuación de la posición es del tipo: $x = A\, sen(\omega t + \phi)$. Hay que calcular la fase inicial ϕ; por la condiciones iniciales, se debe cumplir que $0 = A\, sen\, \phi$; $sen\, \phi = 0$; $\phi = 0, \pi, ...$ La solución más sencilla es la primera, por lo que la ecuación de posición es, entonces, $x = 0,2\, sen(5t)(m)$. Su representación gráfica se muestra a continuación:



La ecuación de la velocidad es: $v = \cos(5t)(m/s)$; en el instante t=0, el bloque se está moviendo hacia la derecha a 1 m/s.

Opción B. Ejercicio 2

[a] Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa *m* situada a una distancia *r* de otra partícula de masa *M*? *(1 punto)*

La nave Sputnik 1 fue el primer intento no fallido de poner en órbita un satélite artificial alrededor de la Tierra. Tenía una masa de 83,6 kg y describió una órbita alrededor de la Tierra, que supondremos circular, con un periodo de 96,2 minutos. Calcule:

[b] La altura sobre la superficie de la Tierra a la que se encontraba el Sputnik 1. *(1 punto)*

[c] Su energía mecánica total (energía cinética más potencial). *(1 punto)*

DATOS: Constante de gravitación universal, G = $6,67\cdot10^{-11}$ Nm²kg^{-2}; radio de la Tierra, R_T = $6,38\cdot10^{6}$ m; masa de la Tierra, M_T = $5,97\cdot10^{24}$ kg.

Respuesta

[a] Véase un libro de Física. La energía potencial gravitatoria se calcula mediante: $E_p = -G\frac{Mm}{r}$ que corresponde a la elección del infinito como nivel de referencia.

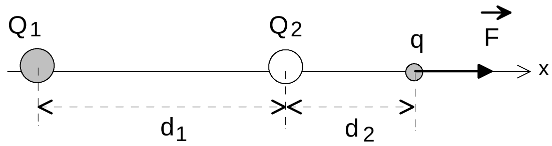
[b] Si se aplica la 2ª ley de Newton a la nave, se puede escribir: $G\frac{M_T m}{r^2} = m\omega^2 r$; por otro lado, sabemos que $\omega = \frac{2\pi}{T}$; de ambas, simplificando la masa del satélite, se llega a: $G\frac{M_T}{r^3} = \frac{4\pi^2}{T^2}$; $r^3 = \frac{GM_T T^2}{4\pi^2}$; $r = \sqrt[3]{\frac{GM_T T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot5,97\cdot10^{24}\cdot(96,2\cdot60)^2}{4\pi^2}} = 6,95\cdot10^6\, m$. La altura respecto a la superficie terrestre es: $h = r - R_T = 6,95\cdot10^6 - 6,37\cdot10^6 = 5,8\cdot10^5\, m = 580\, km$.

[c] La energía mecánica de un cuerpo que describe una órbita circular se calcula mediante: $E_m = -G\frac{M_T m}{2r}$; así que $E_m = -6.67\cdot10^{-11}\frac{5,97\cdot10^{24}\cdot83,6}{2\cdot6,95\cdot10^6} = -2,39\cdot10^9(J)$. No hace falta, aunque es muy sencillo, calcular las energías cinética y potencial por separado para a continuación sumarlas.

☙ Opción B. Ejercicio 3

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

[b] Sobre el eje x se sitúa una carga Q_1 = 4 μC. A una distancia d_1 = 12 cm a la derecha de Q_1 colocamos una segunda carga Q_2, y a una distancia d_2 = 8 cm a la derecha de Q_2 se sitúa una tercera carga q = 3 μC. La fuerza total que actúa sobre la carga q es F = 150 N en el sentido positivo del eje x. Determine el valor (con su signo) de la carga Q_2. *(1 punto)*



DATOS: $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 C^{-2};\ 1\mu C = 10^{-6} C.$

Respuesta

[a] Véase el libro de Física.

[b] Calculamos, en primer lugar, la fuerza que la carga Q_1 ejerce sobre la carga q: al aplicar la ley de Coulomb podemos escribir: $F_1 = K\frac{Q_1 q}{(d_1+d_2)^2}$; $F_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{4\cdot10^{-6}\cdot3\cdot10^{-6}}{0{,}2^2} = 2,7(N)$. Estas dos cargas se repelen, por lo que F_1 tiene el sentido positivo del eje x. En segundo lugar, como la fuerza total es de 150 N, la fuerza que la carga Q_2 ejerce sobre la carga q es: F_2 = 150 - 2,7 = 147,3 (N), que también está dirigida en el sentido positivo del eje x; en consecuencia, la carga Q_2 es positiva. En tercer lugar, se calcula el valor de Q_2 aplicando nuevamente la ley de Coulomb: $F_2 = K\frac{Q_2 q}{(d_2)^2}$; $Q_2 = \frac{F_2\cdot d_2^2}{K\cdot q} = \frac{147{,}3\cdot0{,}08^2}{9\cdot10^9\cdot3\cdot10^{-6}} = 34,9(C)$.

☙ Opción B. Ejercicio 4

Disponemos de una lente cuya distancia focal imagen es f′ = -20 cm.

[a] Calcule la potencia de la lente. *(0,5 puntos)*

[b] Determine la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 30 cm de la lente. *(1 punto)*

[c] Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos. *(0,5 puntos)*

Respuesta

[a] La potencia de una lente se calcula mediante: $P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0{,}2(m)} = -5(D)$. Se trata de una lente divergente.

[b] La ecuación fundamental de las lentes delgadas es: $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$. En nuestro caso, f' = -20 cm y s = -30 cm, por lo que $\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{-30} + \frac{1}{-20} = \frac{-2-3}{60} = -\frac{5}{60}$; la posición de la imagen es, entonces, s' = -12 cm.
Por otro lado, se cumple que $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$; el tamaño de la imagen es, entonces, $y' = \frac{s'}{s} \cdot y$; $y' = \frac{-12}{-30} \cdot 5 = 2(cm)$. Concluimos que se trata de una imagen virtual, derecha y menor que el objeto.

[c] Comprobación de los resultados: