Opción A. Ejercicio 1

Todos sabemos que fuera del campo gravitatorio de la Tierra los objetos pierden su peso y flotan libremente- Por ello, la masa de los astronautas en el espacio se mide con un aparato (*Body Mass Measurement Device*) que se basa en el movimiento armónico simple. Cuando el astronauta se coloca en él, el aparato inicia un movimiento vibratorio y mide el periodo de oscilación, a partir del cual calcula la masa del astronauta.
Supongamos que el aparato dispone de un muelle de constante elástica k = 900 N/m. Cuando se coloca en el aparato un astronauta de masa m, medimos un periodo de oscilación T = 2 s.

[a] Calcule la masa *m* del astronauta. *(0,5 puntos)*

[b] Calcule la amplitud máxima A para que la aceleración de la masa no supere $a_{\max} = g_o/4$, donde $g_o = 9,81\ m/s^2$ es la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra. Calcule la velocidad máxima para dicha amplitud. *(1 punto)*

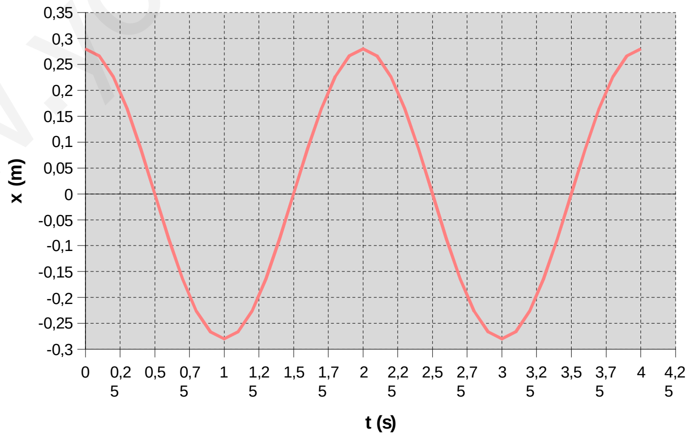
[c] En t = 0 el astronauta se separa una distancia x_o= A hacia la derecha y se suelta con velocidad nula. Escriba la ecuación de la posición del astronauta en función del tiempo en unidades SI. Represéntala gráficamente para dos periodos de oscilación. *(1 punto)*

Respuesta

[a] La constante elástica del muelle y la frecuencia angular son proporcionales, de acuerdo con la expresión: $k = m\omega^2$; como $\omega = \frac{2\pi}{T}$, se puede escribir: $m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{k \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{900 \cdot 4}{4\pi^2} = 91,2(kg)$.

[b] En el movimiento armónico simple se cumple que la aceleración es proporcional a la elongación de acuerdo con la expresión: $a = -\omega^2 x$. El valor máximo de la aceleración es, entonces, $a_{\max} = \omega^2 A$, de donde se deduce que $A = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{g_o}{4\omega^2}$. Por otro lado, como la frecuencia angular es $\omega = \frac{2\pi}{2} = \pi(\frac{rad}{s})$, tenemos que $A = \frac{9,81}{4\pi^2} = 0,248(m)$.
La velocidad máxima se calcula mediante $v_{\max} = A\omega = 0,248\pi = 0,779(\frac{m}{s})$.

[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 $A = A\ sen\ \phi$; $sen\ \phi = 1$; $\phi = \frac{\pi}{2}(rad)$. La ecuación de posición es, entonces, $x = 0,248\ sen(\pi t + \frac{\pi}{2})(m)$. Su representación gráfica se muestra a continuación:



Opción A. Ejercicio 2

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

[b] El satélite Jasón-2 realiza medidas de la superficie del mar con una precisión de pocos centímetros para estudios oceanográficos. La altura de su órbita sobre la superficie de la Tierra es h = 1336 km. Calcule la velocidad orbital del Jasón-2 y el periodo de su órbita. *(1,5 puntos)*

DATOS: Constante de gravitación universal, G = 6,67·10^{-11} Nm^{2}kg^{-2}; masa de la Tierra, M_T = 5,97·10^{24} kg; radio de la Tierra, R_T = *6,38·10^6 m.*

Respuesta

[a] Véase el libro de Física.

[b] La fuerza gravitatoria que actúa sobre el satélite se comporta como fuerza centrípeta, esto es, $F_G = ma_c$; $G\frac{M_T m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$, de donde se deduce, teniendo en cuenta que el radio de la órbita es $r = R_T + h = 7,72 \cdot 10^6 (m)$, que $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{7,72 \cdot 10^6}} = 7,18 \cdot 10^3 (\frac{m}{s})$.
Conocida la rapidez orbital, lo más sencillo es calcular el periodo del satélite mediante: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 7,72 \cdot 10^6}{7,18 \cdot 10^3} = 6,76 \cdot 10^3 (s) \simeq 1,88 (h)$.

Opción A. Ejercicio 3

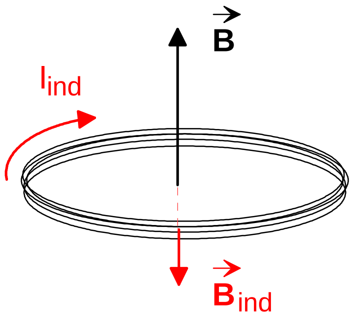
[a] Enuncie y explique las *leyes de Faraday y Lenz* sobre inducción electromagnética. *(1 punto)*

[b] Una bobina formada por 1000 espiras circulares de radio R = 10 cm está situada en una región en la que se encuentra una campo magnético de intensidad B = 0,01 T, perpendicular al plano de las espiras y dirigido hacia el norte. Calcule la *f.e.m.* media inducida en la bobina si el campo se duplica en un intervalo de tiempo Δt = 0,2 s. Indique y justifique en qué sentido circulará la corriente por las espiras. *(1,5 puntos)*

Respuesta

[a] Véase y estúdiese el libro de Física.

[b] La ley de Faraday establece que la fem media es igual, en valor absoluto, a la tasa de variación del flujo magnético en relación al tiempo, es decir, $\varepsilon_m = \left|\frac{\phi_{B,final} - \phi_{B,inicial}}{\Delta t}\right|$. El flujo magnético final es el doble que el flujo magnético inicial, por lo que $\varepsilon_m = \frac{\phi_{B,inicial}}{\Delta t} = \frac{NBS}{\Delta t} = \frac{1000 \cdot 0,01 \cdot \pi \cdot 0,1^2}{0,2} = 1,57(V)$.



El sentido de la corriente inducida está dado por la ley de Lenz, que establece que dicho sentido es tal que se opone a la causa que la produce. La corriente inducida es debida a un aumento del flujo magnético que atraviesa la bobina, la cual *reacciona* frente a ese aumento creando un campo magnético de inducción de sentido contrario al campo magnético exterior (ver la figura), logrando así que el flujo magnético no aumente; por la regla de la mano derecha, el sentido de la corriente inducida es el indicado. Visto desde arriba, el sentido de la corriente inducida coincide con el de las agujas del reloj.

Opción A. Ejercicio 4

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

El método de datación radiactiva 235U-207Pb, se emplea para determinar la edad de las rocas. Se basa en el hecho de que el uranio 235U, cuyo periodo de semidesintegración es de 700 millones de años, se desintegra en plomo 207Pb, que es estable.

[b] Calcule la vida media del 235U y su constante de desintegración. *(0,5 puntos)*

[c] ¿Cuántos años tardará la actividad de una muestra de 235U en reducirse a la décima parte de su valor inicial? *(1 punto)*

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] La constante de desintegración se calcula a partir del periodo de semidesintegración mediante la expresión: $\lambda = \frac{0{,}693}{T_{1/2}} = \frac{0{,}693}{7 \cdot 10^8} = 9,9 \cdot 10^{-10}\left(\frac{1}{año}\right)$.
La vida media es la inversa de la constante de desintegración:
$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{9{,}9 \cdot 10^{-10}} = 1,01 \cdot 10^9 (años)$.

[c] La actividad radiactiva cumple la ley exponencial $A = A_o e^{-\lambda t}$. En nuestro caso se debe cumplir que $A = \frac{A_o}{10}$, por lo que $\frac{1}{10} = e^{-\lambda t}$; tomando logaritmos neperianos en los dos miembros de la igualdad, queda $-\ln(10) = -\lambda t$; $t = \frac{\ln(10)}{\lambda} = \frac{2{,}30}{9{,}9 \cdot 10^{-10}} = 2,33 \cdot 10^9 (años)$.

Opción B. Ejercicio 1

[a] La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explique en qué consiste la *escala decibélica de intensidad acústica* (o *sonoridad*). *(1 punto)*

Una fuente sonora de dimensiones despreciables emite en el espacio con una potencia de 10 W, distribuida de forma uniforme en todas las direcciones (onda esférica).

[b] Calcule la intensidad del sonido en un punto P a 10 m de dicha fuente, en unidades del S.I. *(1 punto)*

[c] ¿Cuál es la intensidad acústica, en dB, que produce la fuente en dicho punto P? *(0,5 puntos)*

DATO: Intensidad umbral del oído humano: $I_o = 10^{-12}$ W/m^2.

Respuesta

[a] Consulta, y estudia, el libro de Física. La magnitud citada también se conoce como "nivel de intensidad sonora".

[b] La intensidad de una onda, también la sonora, es la potencia por unidad de superficie alcanzada por la onda. Para el caso de una onda esférica, el frente de onda es una superficie esférica. En consecuencia, $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{10(W)}{4\pi \cdot 10^2 (m^2)} = 7,96 \cdot 10^{-3}\left(\frac{W}{m^2}\right)$.

[c] El nivel de intensidad sonora se calcula como sigue:
$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o} = 10 \log \frac{7{,}96 \cdot 10^{-3}}{10^{-12}} = 10 \log 7,96 \cdot 10^9 = 99(dB)$.

☙ 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)*

[b] Desde la superficie de un planeta esférico sin atmósfera, de masa *M* y radio *R*, se lanza verticalmente un proyectil que llega a alcanzar una altura máxima *h = R/2* antes de caer a su superficie. ¿Con qué velocidad inicial se ha lanzado el proyectil? *(1 punto)*

DATOS: G = 6,67·10^{-11} Nm^{2}kg^{-2}; M = 1,5·10^{23} kg; R = 1,6·10^6 m.

Respuesta

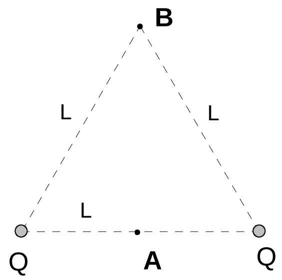
[a] Véase un libro de Física. La energía potencial gravitatoria se calcula mediante: $E_p = -G\frac{Mm}{r}$ que corresponde a la elección del infinito como nivel de referencia.

[b] El proyectil evoluciona en un campo conservativo, por lo que su energía mecánica permanece constante. Fíjate bien que se trata de un lanzamiento hacia arriba. En la posición inicial, r = R; mientras que en la posición final, $r = R + h = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$. Se tiene entonces que $E_{M,inicial} = E_{M,final}$; $-G\frac{Mm}{R} + \frac{1}{2}mv_o^2 = -G\frac{2Mm}{3R}$; al simplificar la masa del proyectil m y reordenando los términos, se llega a $\frac{1}{2}v_o^2 = G\frac{M}{R}(1 - \frac{2}{3}) = \frac{GM}{3R}$; $v_o^2 = \frac{2GM}{3R}$; finalmente, $v_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{23}}{3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^6}} = 2,04 \cdot 10^3 (\frac{m}{s})$.

Opción B. Ejercicio 3

[a] Explique el concepto de *potencial eléctrico*. ¿Qué potencial eléctrico crea una carga puntual? Dibuje las superficies equipotenciales en el espacio alrededor de la carga. *(1,5 puntos)*

[b] Dos partículas con igual carga Q = 2 μC están situadas en dos de los vértices de un triángulo equilátero de lado L = 2 m. Calcule el campo eléctrico en el punto medio entre ambas, A. Calcule el trabajo necesario para llevar una carga q = 1 μC desde dicho punto A hasta el punto B, vértice libre del triángulo. *(1,5 puntos)*



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] En el punto A habrá dos intensidades de campo eléctrico debidas a cada una de las cargas. Se trata de dos vectores del mismo módulo -el punto A equidista de dos cargas iguales-, de la misma dirección y sentidos contrarios. La intensidad del campo eléctrico resultante es, obviamente, nula.
En un campo conservativo, como el eléctrico, el trabajo realizado por la fuerzas del campo es igual, con signo menos, a la variación de la energía potencial eléctrica. Además, la energía potencial es igual a la carga por el potencial. Por lo tanto, $W_{A\to B} = -\Delta E_p = -q\Delta V = q(V_A - V_B)$.
Se calcula los potenciales en los puntos A y B: $V_A = 2k\frac{Q}{\frac{L}{2}} = 4k\frac{Q}{L}$; $V_B = 2k\frac{Q}{L}$. Al sustituir en la expresión anterior, queda:

$$W_{A\to B} = q\left(4k\frac{Q}{L} - 2k\frac{Q}{L}\right) = 2k\frac{Qq}{L} = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{2\cdot 10^{-6}\cdot 10^{-6}}{2} = 1,8 \cdot 10^{-2}(J).$$

Se trata de un trabajo positivo, realizado por las fuerzas del campo.

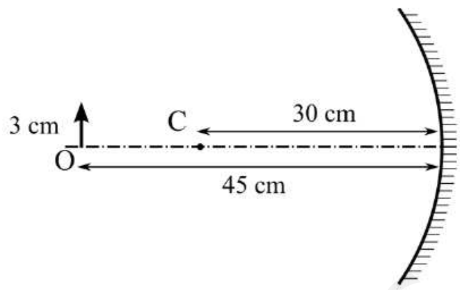
☙ Opción B. Ejercicio 4

Un objeto O, de 3 cm de altura, está situado a 45 cm del vértice de un espejo esférico cóncavo, de 30 cm de radio de curvatura, tal y como indica la figura.

[a] Calcule la posición y tamaño de la imagen. Indique si la imagen es real o virtual. *(1 punto)*

[b] Compruebe gráficamente los resultados mediante un trazado de rayos. *(0,5 punto)*

[c] Sustituimos el espejo cóncavo por uno plano. Para la misma posición del objeto, averigüe mediante un trazado de rayos a qué distancia del espejo estará la imagen. *(1 punto)*

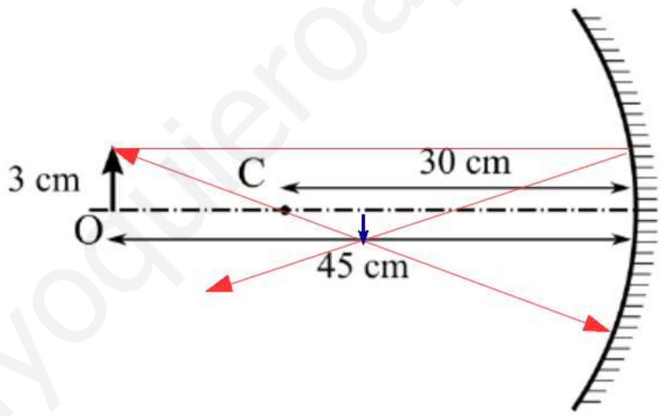


Respuesta

[a] En este caso, s = -45 cm y R = -30 cm. A partir de la fórmula de los espejos esféricos: $\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{2}{R}$, se cumple que $\frac{1}{s'}=\frac{2}{R}-\frac{1}{s}=-\frac{2}{30}+\frac{1}{45}=\frac{-6+2}{90}=\frac{-4}{90}$; s' = -22,5 cm.

Por otro lado, el aumento lateral es $\frac{y'}{y}=-\frac{s'}{s}$, por lo que el tamaño de la imagen es: $y'=-\frac{s'}{s}y=-\frac{-22,5}{-30}\cdot 3=-2,25(cm)$. Dado que s'<0, la imagen está a la izquierda del espejo, luego está formada por los rayos; se trata de una imagen real.

[b]



[c]