Ejercicio 1

Supón que en el laboratorio estás realizando una práctica con un muelle que tienes colgado verticalmente de una soporte fijo.

[a] Al colgar una pesa de masa m = 100 g de su extremo inferior, observas que el alargamiento del muelle en equilibrio es $\Delta L = 10,4(cm)$. Si sustituyes la pesa por otra de masa m' = 250 g, ¿cuál esperas que sea el nuevo alargamiento en equilibrio? *(1 punto)*

[b] Imagina ahora que suspendes del muelle una tercera pesa de masa desconocida. Tras dar un pequeño empujón vertical a la pesa, cronometras el tiempo que tarda en realizar 10 oscilaciones completas y obtienes 7,9 s. Supuesto que la masa del muelle es despreciable, ¿cuál será la masa de esa pesa? *(1,5 puntos)*
Dato: g = 9,8 m/s²

Respuesta

[a] En la primera descripción del experimento se cumple que los valores de la fuerza recuperadora y del peso son iguales: $k\Delta L = mg$, expresión que nos permite calcula la constante recuperadora del muelle; al despejar k se llega a: $k = \frac{mg}{\Delta L} = \frac{0{,}1 \cdot 9{,}8}{0{,}104} = 9,42 \frac{N}{m}$. Al sustituir la primera pesa por la segunda el alargamiento en el nuevo equilibrio será: $\Delta L' = \frac{m'g}{k} = \frac{0{,}25 \cdot 9{,}8}{9{,}42} = 0,26\ m$.
Otra forma de resolver el ejercicio es comparar las expresiones literales de la constante recuperadora en los dos casos y realizar los cálculos pertinentes. Se cumple que $k = \frac{mg}{\Delta L}$ para la primera masa y $k = \frac{m'g}{\Delta L'}$ para la segunda masa; de ambas, $\frac{mg}{\Delta L} = \frac{m'g}{\Delta L'}$; $\frac{m}{\Delta L} = \frac{m'}{\Delta L'}$.
La masa y el alargamiento son directamente proporcionales. Finalmente, $\Delta L' = \frac{m'\Delta L}{m} = 2,5 \cdot 10,4 = 26\ cm$.

[b] El periodo de oscilación vale: $T = \frac{7{,}9(s)}{10} = 0,79(s)$. Por otro lado, sabemos que $T = 2\pi\sqrt{\frac{m''}{k}}$.
Si se eleva al cuadrado y se despeja la masa, queda: $T^2 = 4\pi^2 \frac{m''}{k}$;
$m'' = \frac{k \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{9{,}42 \cdot 0{,}79^2}{4\pi^2} = 0,149\ kg$.

Ejercicio 2

[a] El nivel de intensidad sonora se mide en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de intensidad acústica (o sonoridad). *(1 punto)*

El nivel de intensidad sonora de la sirena de un barco es de 60 dB a 10 m de distancia. Suponiendo que la sirena es un foco emisor puntual, calcula:

[b] El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia. *(0,75 puntos)*

[c] La distancia a la que la sirena deja de ser audible. *(0,75 puntos)*

Dato: $I_o = 10^{-12}$ W/m²

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] Conviene distinguir entre las siguientes magnitudes:
Potencia del foco emisor (sirena): P
Intensidad de la onda sonora a una distancia r del foco: $I = \frac{P}{4\pi r^2}$
Nivel de intensidad sonora: $\beta = 10 \log \frac{I}{I_o}$
Calculamos, en primer lugar, la potencia del foco emisor. Para ello, reescribimos esta última ecuación con la ayuda de la anterior:

$\beta = 10 \log \frac{P}{4\pi r^2 I_o}$; en este caso, $60 = 10 \log \frac{P}{4\pi \cdot 10^2 \cdot 10^{-12}}$; $6 = \log \frac{P}{4\pi \cdot 10^{-10}}$; $10^6 = \frac{P}{4\pi \cdot 10^{-10}}$
$P = 4\pi \cdot 10^{-4}(W)$. Conocida la potencia se puede calcular la intensidad del sonido a 1 km y el correspondiente nivel de intensidad sonora:
$I' = \frac{P}{4\pi r'^2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 10^6} = 10^{-10}\left(\frac{W}{m^2}\right)$; $\beta = 10 \log \frac{10^{-10}}{10^{-12}} = 10 \cdot 2 = 20(dB)$

[c] La sirena deja de ser audible cuando la intensidad de la onda coincide con la intensidad umbral: $I = I_o$. A este resultado también se llega haciendo $\beta = 0$ en la ecuación del nivel de intensidad sonora. En consecuencia, $P = I \cdot 4\pi \cdot r^2$; $4\pi \cdot 10^{-4} = 10^{-12} \cdot 4\pi \cdot r^2$; $r^2 = 10^8$; $r = 10^4(m) = 10(km)$.

Ejercicio 3

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

Un satélite de masa m = 100 kg realiza una órbita circular terrestre con un radio que es dos veces el de la Tierra: r = 2 R_{Tierra}.

[b] Calcula el valor de su energía mecánica. *(0,75 puntos)*

[c] Determina la cantidad de energía que será necesario suministrarle para desplazarlo a una órbita de radio tres veces el terrestre: r' = 3 R_{Tierra}. *(0,75 puntos)*

DATOS: G = 6,67·10^{-11} Nm²kg^{-2}; M_{Tierra} = 5,97·10^{24} kg; R_{tierra} = 6371 km.

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] La energía mecánica de un objeto de masa m que describe una órbita circular de radio r en torno a la Tierra está dada por:
$$E_m = -\frac{GM_T m}{2r} = -\frac{GM_T m}{4R_T} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 100}{4 \cdot 6{,}37 \cdot 10^6} = -1{,}56 \cdot 10^9(J).$$

[c] La energía necesaria que hay que suministrar al satélite es la diferencia entre las energías mecánicas final e inicial: $\Delta E = E_{m,\,final} - E_{m,\,inicial}$.
$$\Delta E = -\frac{GM_T m}{2r_f} + \frac{GM_T m}{2r_i} = GM_T m\left(-\frac{1}{6R_T} + \frac{1}{4R_T}\right) = \frac{GM_T m}{R_T}\left(\frac{-2+3}{12}\right) = \frac{GM_T m}{12R_T};$$
$$\Delta E = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 100}{12 \cdot 6{,}37 \cdot 10^6} = 5{,}21 \cdot 10^8(J)$$

Ejercicio 4

[a] Deduce razonadamente la expresión de la velocidad de escape de un planeta de radio R y masa M. *(1 punto)*

[b] Calcula la velocidad de escape del planeta enano Ceres, considerando su forma aproximadamente esférica, si sabemos que su radio es 469,7 km y su densidad media es de 2077 kg/m^3. *(1,5 puntos)*

DATOS: G = 6,67·10^{-11} Nm²kg^{-2}

Respuesta

[a] La velocidad de escape es la velocidad que hay que comunicar a una partícula en la superficie del planeta para que escape de su atracción gravitatoria. Se calcula mediante la aplicación de la ley de conservación de la energía mecánica: $E_{m,\,inicial} = E_{m,\,\infty}$, esto es,

$\frac{1}{2}mv_{escape}^2 - G\frac{Mm}{R} = 0$; de donde se deduce que $v_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$.

[b] La masa M está relacionada con el volumen de la esfera y la densidad, esto es, $M = d \cdot V = d \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$. La expresión de la velocidad de escape se puede escribir, entonces, $v_{escape} = \sqrt{\frac{2G}{R} \cdot d\frac{4\pi R^3}{3}} = 2R \cdot \sqrt{\frac{2G\pi d}{3}} = 2 \cdot 4,697 \cdot 10^5 \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \pi \cdot 2077}{3}} = 506(\frac{m}{s})$.

☙ Ejercicio 5

[a] Explica el concepto de potencial electrostático. Superficies equipotenciales. *(1 punto)*

En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme de intensidad E = 1000 N/C. En un punto P de esta región, donde supondremos que el potencial eléctrico es nulo: V(P) = 0, liberamos una partícula alfa (He^{++}) con velocidad inicial nula. Una vez que ha recorrido una distancia d = 10 cm:

[b] Calcula su energía potencial eléctrica a la distancia d. *(0,75 puntos)*

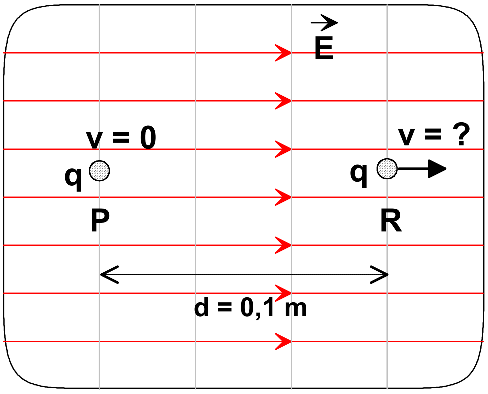
[c] Obtén su velocidad. *(0,75 puntos)*

DATOS: Carga de la partícula alfa = $3,2 \cdot 10^{-19}$ C; masa de la partícula alfa = $6,64 \cdot 10^{-27}$ kg

Respuesta

[a] Consulta los apuntes de Física.

[b] La figura muestra un esquema de la situación descrita en el enunciado, donde R es el punto que está a 10 cm de P. Como el campo eléctrico es uniforme, la diferencia de potencial entre los puntos R y P vale:
$V(R) - V(P) = -Ed$; como V(P) = 0,
$V(R) = -Ed = -10^3(\frac{N}{C}) \cdot 0,1(m) = -10^2(V)$.
La energía potencial eléctrica de la partícula alfa en el punto R es, entonces,
$U(R) = q_a V(R) = 3,2 \cdot 10^{-19} C \cdot (-10^2 V) =$
$= -3,2 \cdot 10^{-17}(J)$.



[c] La velocidad de la partícula alfa en el punto R se obtiene a partir de la conservación de la energía mecánica. La energía mecánica en el punto P es nula, por serlo las energías cinética y potencial eléctrica; por lo tanto, también la energía mecánica de la partícula alfa en el punto R será nula, por lo que se puede escribir:
$\frac{1}{2}m_a v_a^2 + U(R) = 0$; $v_a^2 = -\frac{2U(R)}{m_a} = \frac{6,4 \cdot 10^{-17}(J)}{6,64 \cdot 10^{-27}(kg)} = 9,64 \cdot 10^9(\frac{m^2}{s^2})$; $v_a = 9,8 \cdot 10^4(\frac{m}{s})$.

☙ Ejercicio 6

Dos conductores rectilíneos de gran longitud, verticales y paralelos, están separados una distancia de 50 cm. Si por ellos circulan corrientes iguales de 12 A de intensidad de corriente y sentidos opuestos, calcula el módulo de la intensidad del campo magnético resultante en los siguientes puntos:

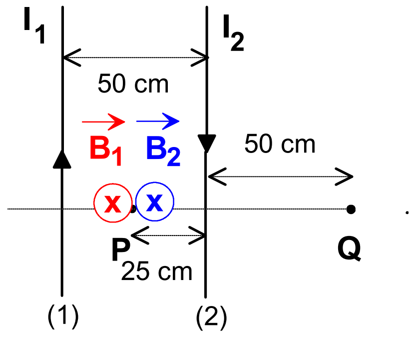
[a] Punto P equidistante de ambos conductores. *(1,25 puntos)*

[b] Punto Q situado a 50 cm de un conductor y a 100 cm del otro. *(1,25 puntos)*

Dato: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ Tm/A$

Respuesta

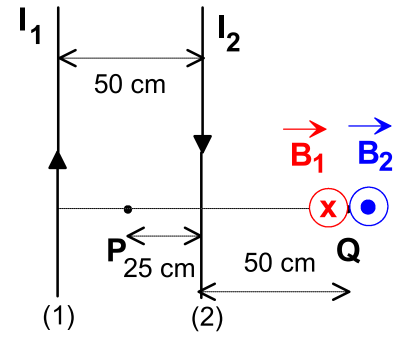
[a] La intensidad del campo magnético en el punto P, debido a la corriente I_1, es perpendicular al plano del dibujo hacia adentro. También el campo magnético debido a la corriente I_2 es perpendicular al plano del dibujo hacia adentro. Por otro lado, los módulos de las intensidades $\vec{B}_1$y $\vec{B}_2$ son iguales y de módulo: $B_1 = B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi}\frac{12}{0{,}25} = 9,6 \cdot 10^{-6}(T)$. Los vectores $\vec{B}_1$ y $\vec{B}_2$ tienen, obviamente, la misma dirección; se han dibujado así para mayor claridad. La intensidad del campo magnético resultante en el punto P tiene un módulo de $1{,}92 \cdot 10^{-5}$ T, la dirección perpendicular al plano del dibujo y el sentido hacia adentro.



[b] En el punto Q la intensidad del campo magnético debido a la corriente I_1 es perpendicular al plano del dibujo hacia adentro. La intensidad del campo magnético debido a la corriente I_2 también es perpendicular al plano del dibujo pero hacia afuera.
Los módulos de dichos vectores son:

$$\left.\begin{array}{l} B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi}\frac{12}{1} = 2,4 \cdot 10^{-6}(T) \\ B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi}\frac{12}{0{,}5} = 4,8 \cdot 10^{-6}(T) \end{array}\right\}$$

Por lo tanto, la intensidad del campo magnético resultante en el punto Q tiene un módulo de $2{,}4 \cdot 10^{-6}$ (T), la dirección perpendicular al plano del dibujo y el sentido hacia afuera.



☙ Ejercicio 7

[a] Dualidad onda-corpúsculo: escribe la ecuación de De Broglie y comenta su significado y su importancia física. *(1 punto)*
[b] Calcula la longitud de onda correspondiente a un electrón con 20 eV de energía cinética. *(1,5 puntos)*

DATOS: h = $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1{,}60 \cdot 10^{-19}$ J; m_e = $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Respuesta

[a] Consulta el libro de Física.

[b] El momento lineal de una partícula es: p = mv; la energía cinética de una partícula en función del momento lineal se expresa como sigue: $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$; de donde se deduce que: $p = \sqrt{2m_eE_c} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}(kg) \cdot 20(eV)\frac{1{,}60 \cdot 10^{-19}(J)}{1eV}} = 2,41 \cdot 10^{-24}(kg.m/s)$-

La longitud de onda asociada es: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}(J.s)}{2{,}41 \cdot 10^{-24}(kg.m/s)} = 2,75 \cdot 10^{-10}(m)$. Esta longitud de onda corresponde a la zona del espectro electromagnético de los rayos X.

Ejercicio 8

[a] Enuncia y explica las leyes de la reflexión y de la refracción para la luz. *(1 punto)*

Un haz luminoso está constituido por dos rayos de luz superpuestos: uno azul y otro rojo de diferentes longitudes de onda. Si este haz incide desde el aire sobre la superficie plana de un vidrio con un ángulo de incidencia de 30º, calcula:.

[b] El ángulo que forman entre sí los rayos azul y rojo reflejados. *(0,75 puntos)*

[c] El ángulo que forman entre sí los rayos azul y rojo refractados. *(0,75 puntos)*

Datos: Índice de refracción del vidrio para el rayo azul: n_{azul} = 1,55; índice de refracción del vidrio para el rayo rojo: n_{rojo} = 1,40; índice de refracción del aire: n_{aire} = 1.

Respuesta

[a] Consulta un libro de Física.

[b] El ángulo de reflexión para los dos rayos es el mismo: 30º. Por lo tanto, el ángulo que forman entre sí los rayos azul y rojo reflejados es de 0º.

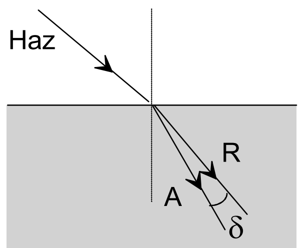
[c] Hay que aplicar, para cada una de las luces, la ley de Snell: n_1 sen $\varphi = n_2$ sen θ.

Para la luz de color rojo se cumplirá:

$1 \cdot sen\ 30 = 1,40 \cdot sen\ \theta_R$; $sen\ \theta_R = \frac{0,5}{1,40} = 0,357$; el ángulo de refracción para la luz roja es, entonces, $\theta_R = 20,9^o$.

Para la luz de color azul se cumplirá:

$1 \cdot sen\ 30 = 1,55 \cdot sen\ \theta_A$; $sen\ \theta_A = \frac{0,5}{1,55} = 0,323$; el ángulo de refracción para la luz azul es, entonces, $\theta_A = 18,8^o$.



Vemos que los resultados son coherentes con el esquema de la figura. La dispersión anular es:

$\delta = \theta_R - \theta_A = 20,9^o - 18,8^o = 1,1^o$.