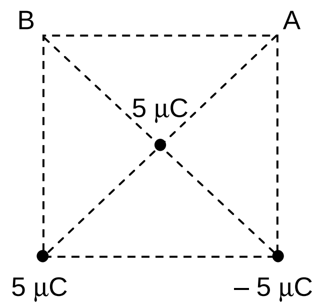
Problema 1A

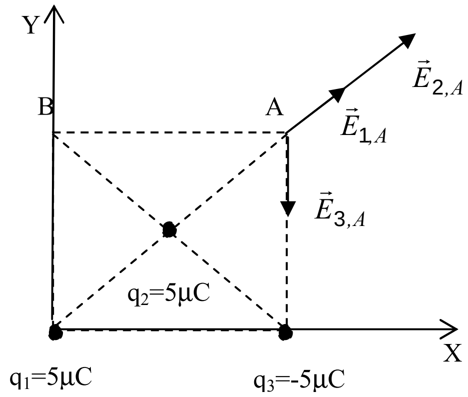
Considere la distribución de tres cargas que se muestra en la figura, distribuida sobre un cuadrado de lado *L=1m.* Calcule:



a) El vector intensidad de campo eléctrico en el punto A. (1 pto.)
b) El potencial eléctrico en el punto A. (1 pto.)
c) El trabajo realizado por el campo para llevar una carga de *+1μC* desde el punto A hasta el punto B. (1 pto.)

Datos: K=9×10⁹ N m² C⁻²

Solución



a) Sea $q_1 = q_2 = 5\mu C$ y $q_3 = -5\mu C$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1,A} + \vec{E}_{2,A} + \vec{E}_{3,A}$$

$$\vec{E}_{1,A} = E_{1,A}\cos 45\,\vec{i} + E_{1,A}\,sen45\,\vec{j} = E_{1,A}\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right)$$

$$E_{1,A} = k\frac{|q_1|}{r_{1,A}^2} = 9\times10^9\frac{5\times10^{-6}}{\left(\sqrt{2}\right)^2} = 22.5\times10^3 \quad N/C$$

$$\vec{E}_{1,A} = E_{1,A}\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right) = 22.5\times10^3\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right) = 15.91\times10^3\left(\vec{i}+\vec{j}\right)(N/C)$$

$$\vec{E}_{2,A} = E_{2,A}\cos 45\,\vec{i} + E_{2,A}\,sen45\,\vec{j} = E_{2,A}\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right)$$

$$E_{2,A} = k\frac{|q_2|}{r_{2,A}^2} = 9\times10^9\frac{5\times10^{-6}}{\left(\sqrt{0.5}\right)^2} = 90\times10^3 \quad N/C$$

$$\vec{E}_{2,A} = E_{2,A}\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right) = 90\times10^3\frac{\sqrt{2}}{2}\left(\vec{i}+\vec{j}\right) = 63.63\times10^3\left(\vec{i}+\vec{j}\right)(N/C)$$

$$\vec{E}_{3,A} = -E_{3,A}\,\vec{j}$$

$$E_{3,A} = k\frac{|q_3|}{r_{3,A}^2} = 9\times10^9\frac{5\times10^{-6}}{(1)^2} = 45\times10^3 \quad N/C$$

$$\vec{E}_{3,A} = -45\times10^3\,\vec{j}(N/C)$$

$$\vec{E}_A = 15.91\times10^3\left(\vec{i}+\vec{j}\right) + 63.63\times10^3\left(\vec{i}+\vec{j}\right) - 45\times10^3\,\vec{j} = (79.54\,\vec{i} + 34.54\,\vec{j})\times10^3\,(N/C)$$

b)

$$V_A = V_{1,A} + V_{2,A} + V_{3,A}$$

$$V_{1,A} = k\frac{q_1}{r_{1,A}} = 9\times10^9\frac{5\times10^{-6}}{\sqrt{2}} = 31.82\times10^3 V$$

$$V_{2,A} = k\frac{q_2}{r_{2,A}} = 9\times10^9\frac{5\times10^{-6}}{\sqrt{0.5}} = 63.64\times10^3 V$$

$$V_{3,A} = k\frac{q_3}{r_{3,A}} = 9\times10^9\frac{\left(-5\times10^{-6}\right)}{1} = -45\times10^3 V$$

$$V_A = 31.82\times10^3 + 63.64\times10^3 - 45\times10^3 = 50.46\times10^3 V$$

c)

$$W_{A\to B}=\int_A^B q\vec{E}\cdot d\vec{l}=q\left(V_A-V_B\right)$$

$$V_B=V_{1,B}+V_{2,B}+V_{3,B}$$

$$V_{1,B}=k\frac{q_1}{r_{1,B}}=9\times10^9\,\frac{5\times10^{-6}}{1}=45\times10^3\,V$$

$$V_{2,B}=k\frac{q_2}{r_{2,B}}=9\times10^9\,\frac{5\times10^{-6}}{\sqrt{0.5}}=63.64\times10^3\,V$$

$$V_{3,B}=k\frac{q_3}{r_{3,B}}=9\times10^9\,\frac{\left(-5\times10^{-6}\right)}{\sqrt{2}}=-31.82\times10^3\,V$$

$$V_B=45\times10^3+63.64\times10^3-31.82\times10^3=76.82\times10^3\,V$$

$$W_{A\to B}=q\left(V_A-V_B\right)=1\times10^{-6}\left(50.46-76.82\right)\times10^3=-26.36\times10^{-3}\,J$$

Problema 2A

Dado un material conductor, se observa que al incidir luz monocromática de frecuencia *1.4×10^{15} s^{-1}* emite electrones con velocidad máxima de *10^6 m/s*. Determine:

a) **El trabajo de extracción del material y la longitud de onda de la luz incidente. (1 pto.)**
b) **La longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con esa velocidad máxima de *10^6 m/s*. (1 pto.)**
c) **Si incide luz monocromática de longitud de onda de *10^{-8} m*, cuál será ahora la velocidad máxima de los electrones emitidos. (1 pto.)**

Datos: m_e=9.11$\times10^{-31}$ kg; h=6.626$\times10^{-34}$J s; c=3$\times10^8$m/s

Solución

a)

$\nu_{luz} = 1.4\times10^{15}\, s^{-1}$ $\qquad$ $v_e = 10^6\, ms^{-1}$

$$W_{ext} = E_{luz} - E_{c,e} = h\nu_{luz} - \frac{1}{2}m_e v_e^2 = 6.626\times10^{-34}\times1.4\times10^{15} - \frac{1}{2}\times9.11\times10^{-31}\times\left(10^6\right)^2 =$$
$$9.276\times10^{-19} - 4.555\times10^{-19} = 4.721\times10^{-19}\, J$$

Para luz se tiene $\lambda_{luz}\nu_{luz} = c_{luz} \Rightarrow \lambda_{luz} = \dfrac{c}{\nu_{luz}} = \dfrac{3\times10^8}{1.4\times10^{15}} = 2.143\times10^{-7}\, m$

b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones viene dada por

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6.626\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times10^6} = 7.27\times10^{-10}\, m$$

c)

$$W_{ext} = E_{luz} - E_{c,e} = h\nu_{luz} - \frac{1}{2}m_e v_e^2 \Rightarrow$$
$$v_e = \sqrt{\frac{2}{m_e}\left(\frac{hc}{\lambda_{luz}} - W_{ext}\right)} = \sqrt{\frac{2}{9.11\times10^{-31}}\left(\frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^8}{10^{-8}} - 4.721\times10^{-19}\right)} = 6.564\times10^6\, ms^{-1}$$

Cuestión 1A

Explique, ayudándose de los dibujos que considere oportunos, el fenómeno de la interferencia de ondas y no olvide utilizar el experimento de la doble rendija de Young e indicar las condiciones que deben darse para que tenga lugar dicho fenómeno. (1 pto.)

Solución

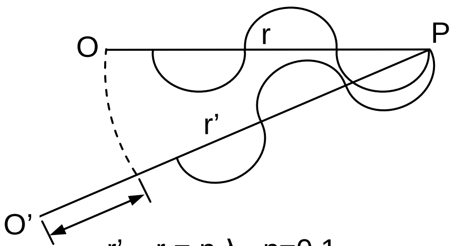
Se denomina interferencia a la superposición de dos o más movimientos ondulatorios en un punto. La interferencia de ondas requiere que los focos sean coherentes, esto es, que se mantenga una diferencia de fase constante.

Los fenómenos de interferencia, se rigen por el principio de superposición, que dice: "Si dos o más ondas se propagan a través de un medio, la función de onda resultante en cualquier punto en el que coincidan, es la suma de dichas funciones de onda"

A consecuencia de la superposición de ondas, en el punto donde ésta tiene lugar, puede producirse una intensificación, una debilitación o incluso, la anulación de la perturbación.

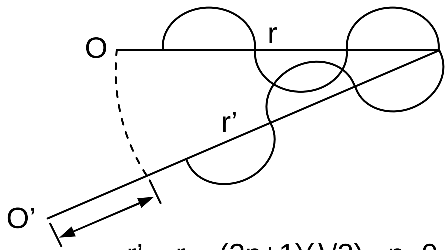
Por ejemplo, en el caso de dos ondas armónicas, y e y', de igual amplitud, longitud de onda y frecuencia, aparecen interferencias constructivas o destructivas en un punto P, según que las diferencias de recorrido desde este punto P, a los focos emisores de ambas sean:

Interferencia constructiva



$r' - r = n\lambda$ $n=0,1,\ldots$

Interferencia destructiva

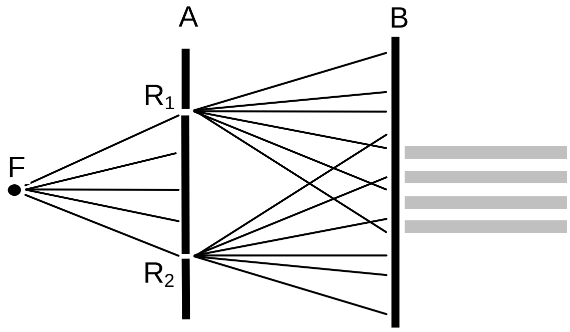


$r' - r = (2n+1)(\lambda/2)$ $n=0,1,\ldots$

En el caso de la interferencia constructiva, la amplitud de la onda resultante en P es 2A; en el caso de la interferencia destructiva, la amplitud de la onda resultante en P es cero.

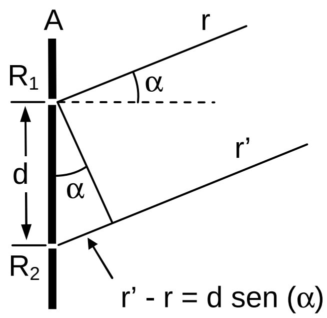
El experimento de Young de la doble rendija permite visualizar la interferencia de las ondas luminosas. Fue realizado por Thomas Young en 1801 y constituyó un apoyo decisivo en favor de las tesis que consideraban a la luz como un fenómeno de naturaleza ondulatoria.

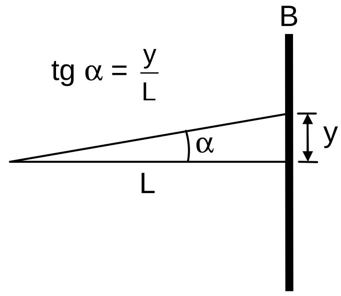
El experimento consiste en disponer de una fuente de luz monocromática F que ilumina una pantalla A con dos rendijas R_1 y R_2. Las rendijas actúan como focos emisores y las ondas producidas que emergen de éstas son coherentes, ya que proceden de la misma fuente luminosa. Las ondas interfieren produciendo un patrón de interferencia en la pantalla B, que consiste en una sucesión de franjas brillantes y oscuras, como se ilustra en la figura adjunta.



Las condiciones reales del experimento son las siguientes:

1) La distancia L entre las pantallas A y B es mucho mayor que la separación d entre las rendijas R_1 y R_2. En este caso, las distancias r y r' recorridas por las ondas pueden considerarse paralelas y por lo tanto la diferencia de trayectoria r'-r =d sen (α).





2) Los ángulos α correspondientes a los máximos (franjas luminosas) son muy pequeños, por lo que el patrón de interferencia se produce en las proximidades del centro de la pantalla B. Bajo estas condiciones, tenemos que sen (α) ≅ tg (α) =y/L

Así bajo las condiciones 1) y 2), la diferencia de trayectoria se puede expresar como

$$r - r' = d\,\text{sen}\,(\alpha) \approx d\,\text{tg}\,(\alpha) = d\,\frac{y}{L}$$

La posición de las franjas brillantes viene dada por la condición de interferencia constructiva comentada más arriba:

$$r - r' = n\,\lambda = d\,\frac{y_{lum}}{L} \quad \Rightarrow \quad \boxed{y_{lum} = \frac{\lambda L}{d}\,n \qquad n = 0, \pm 1, \ldots}$$

La posición de las franjas oscuras viene dada por la condición de interferencia destructiva comentada más arriba:

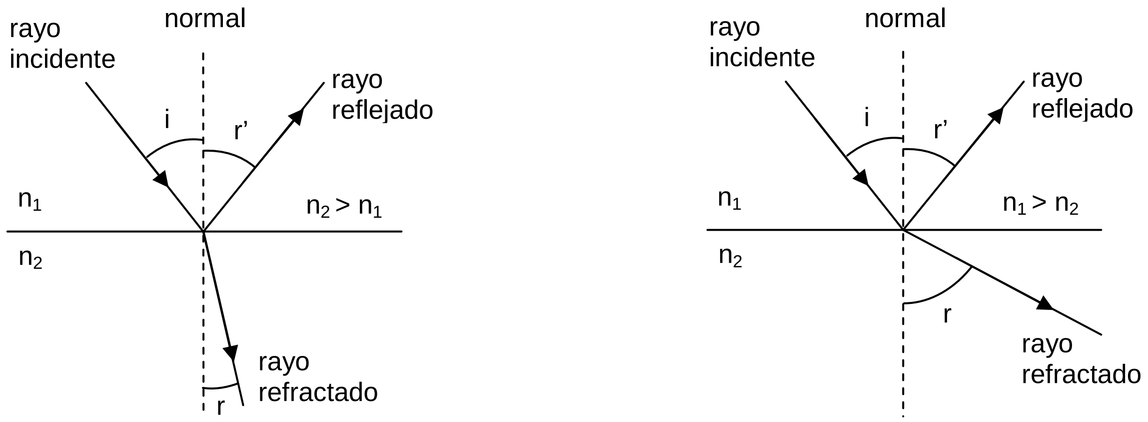
$$r - r' = (2n+1)\,\frac{\lambda}{2} = d\,\frac{y_{osc}}{L} \quad \Rightarrow \quad \boxed{y_{osc} = \frac{\lambda L}{2d}\,(2n+1) \qquad n = 0, \pm 1, \ldots}$$

Cuestión 2A

Enuncie, e ilustre mediante diagramas de rayos, las leyes de la reflexión y la refracción de la luz. Además determine el ángulo límite para el fenómeno de la reflexión total entre los medios materiales aire y diamante, cuyos índices de refracción son *1.0* y *2.4* respectivamente. (1 pto.)

Solución

Cuando una onda luminosa alcanza la superficie de separación de dos medios transparentes de distinta naturaleza, parte de ella se refleja, mientras que otra parte se refracta.



Leyes de la reflexión
1. El rayo incidente, la normal a la superficie en el punto de incidencia y el rayo reflejado están situados en el mismo plano.
2. El ángulo de incidencia (i) y el de reflexión (r') son iguales.

Leyes de la refración
1. El rayo incidente, la normal a la superficie en el punto de incidencia y el rayo refractado están situados en el mismo plano.
2. La razón entre el seno del ángulo de incidencia (i) y el seno del ángulo de refracción (r) es una constante igual a la razón entre las respectivas velocidades de propagación del movimiento ondulatorio:

$$\frac{\text{sen (i)}}{\text{sen (r)}} = \frac{v_1}{v_2}$$

En función de los índices de refracción de los medios, n=c/v, la ley anterior se escribe como

$$n_1 \text{ sen(i)} = n_2 \text{ sen(r)}$$

A esta última expresión se conoce como la Ley de Snell.

Cuando la luz pasa de un medio a otro de índice de refracción menor, existe un cierto ángulo de incidencia, llamado ángulo límite, para el que el ángulo de refracción vale 90º

$$\text{sen}\,(i_L) = \frac{n_2}{n_1} \qquad n_1 > n_2$$

Para ángulos de incidencia mayores que el ángulo límite la luz se refleja completamente.

Para el caso del diamante (n_1=2.4) y el aire (n_2=1) se tiene

$$\text{sen}\,(i_L) = \frac{1}{2.4} = 0.4167 \quad \Rightarrow \quad i_L = 24.62º$$

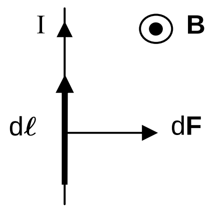
Cuestión 3A

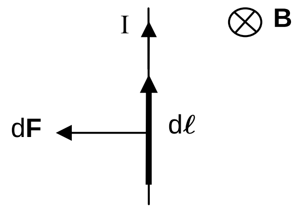
Considere un campo magnético B (uniforme) y un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente eléctrica I. Si el conductor está colocado perpendicularmente al campo magnético, dibuje en un esquema el campo B, el conductor (indicando el sentido de la corriente) y la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el conductor. Calcule el módulo de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre un trozo de conductor rectilíneo de longitud L. ¿Cuánto valdría el módulo de la fuerza si el conductor estuviera dispuesto paralelo al campo magnético? (1 pto.)
Datos: I = 2 A; B= 2 T; L= 2 m.

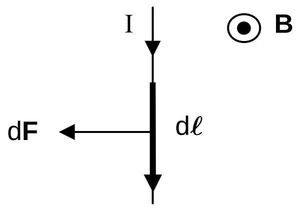
Solución

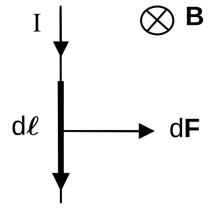
De acuerdo con la ley de Lorentz, la fuerza que ejerce un campo magnético **B** sobre un elemento de corriente $I d\ell$ (dq=Idt) es

$$d\vec{F} = dq\,(\vec{v}\times\vec{B}) = I dt\,(\vec{v}\times\vec{B}) = I(\vec{v}\,dt\times\vec{B}) = I(d\vec{\ell}\times\vec{B}) \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = \int_C I(d\vec{\ell}\times\vec{B})$$

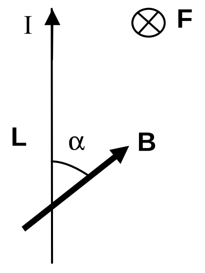








En el caso de un conductor rectilíneo de longitud L situado en un campo magnético uniforme **B**, el valor de la fuerza **F** será



$$\vec{F} = I(\vec{L}\times\vec{B})$$

$$F = I\,L\,B\,\mathrm{sen}(\alpha)$$

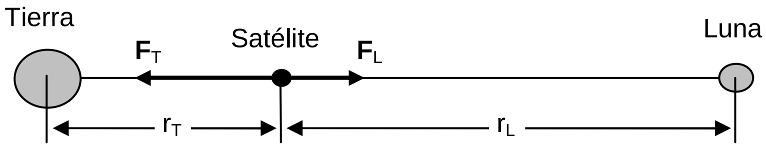
Para un conductor rectilíneo de longitud L=2 m por el que circula una corriente I=2 A, situado en el seno de un campo magnético uniforme de intensidad B=2 T, perpendicularmente (α=90º) a éste, F=8 N

Si el conductor estuviera dispuesto paralelo al campo magnético (α=0º ó 180º) la fuerza que éste ejercería sobre el conductor sería nula.

Cuestión 4A

Un satélite de masa *500 kg* describe una órbita circular de radio *46000 km* en torno a la Tierra. Determine el módulo de la fuerza gravitatoria neta que sufre el satélite debido a la interacción con la Tierra y con la Luna cuando se encuentran los tres cuerpos alineados en la forma Luna-satélite-Tierra, sabiendo que la distancia Tierra-Luna es de *384400 km*. (1 pto.)
Datos: $G=6.67\times10^{-11}$ N $m^2\,kg^{-2}$; $M_{Tierra}=6.42\times10^{23}$ kg; $M_{Luna}=7.35\times10^{22}$ kg.

Solución



$$F_T = \frac{GM_T m}{r_T^2} \quad \rightarrow \quad F_T = \frac{(6.67\times10^{-11})\times(5.98\times10^{24})\times500}{(46000\times10^3)^2} = 94.25\ \text{N}$$

$$F_L = \frac{GM_L m}{r_L^2} \quad \rightarrow \quad F_L = \frac{(6.67\times10^{-11})\times(7.34\times10^{22})\times500}{(338400\times10^3)^2} = 0.0214\ \text{N}$$

La fuerza neta será una fuerza dirigida hacia la Tierra de valor F=94.23 N

Problema 1B

Se lanza una sonda espacial desde la superficie de un planeta recientemente colonizado hacia una región del espacio donde se puede despreciar la influencia gravitatoria de los otros cuerpos celestes. La masa del planeta es cuatro veces la de la Tierra y su radio igual. La sonda se lanza verticalmente con una velocidad de *20 km/s*.

a) Calcule la velocidad de escape del planeta ¿Se escapa la sonda espacial de dicho planeta? (1 pto.)
b) Si en el momento del lanzamiento la sonda espacial tiene una energía cinética de 10^{12} *J*, calcule la masa de
la sonda y la fuerza que ejerce el planeta sobre ella en el momento del despegue. (1 pto.)
c) A la distancia de *600 km* sobre la superficie del planeta, calcule el peso de la sonda respecto del planeta así como su velocidad. (1 pto.)

Datos: G=6.67×10^{-11} N m^2 kg^{-2}; M$_{Tierra}$=5.98×10^{24} kg; R$_{Tierra}$= 6371 km;

Solución

a)

$$E_{lanzamiento} = E_{\infty,reposo} \Rightarrow \frac{1}{2}m_s v_s^2 - G\frac{M_p m_s}{R_p} = 0 \Rightarrow$$

$$v_s = \sqrt{2G\frac{M_p}{R_p}} = \sqrt{2\times6.67\times10^{-11}\frac{4\times5.98\times10^{24}}{6370\times10^3}} = 22380.8\ ms^{-1} \approx 22.4\ kms^{-1}$$

Como la velocidad de la sonda es menor que la de escape del planeta ($v_{sonda,lanz} = 20\ kms^{-1} < v_{escape} = 22.4\ kms^{-1}$), la sonda no escapará del planeta.

b)

$$E_{C,s} = \frac{1}{2}m_s v_s^2 \Rightarrow m_s = \frac{2E_c}{v_s^2} = \frac{2\times10^{12}}{\left(20\times10^3\right)^2} = 5000\ kg$$

$$F_{p\to s} = G\frac{M_p m_s}{R_p^2} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{4\times5.98\times10^{24}\times5\times10^3}{\left(6370\times10^3\right)^2} = 1.966\times10^5\ N$$

c)

$$p_s = F_{p\to s} = G\frac{M_p m_s}{\left(R_p+d\right)^2} = 6.67\times10^{-11}\times\frac{4\times5.98\times10^{24}\times5\times10^3}{\left(\left(6370+600\right)\times10^3\right)^2} = 1.642\times10^5\ N$$

$$E_{superficie} = E_{600km} \Rightarrow \frac{1}{2}m_s v_s^2 - G\frac{M_p m_s}{R_p} = \frac{1}{2}m_s v_s'^2 - G\frac{M_p m_s}{\left(R_p+d\right)} \Rightarrow v_s' = \sqrt{v_s^2 + 2GM_p\left(\frac{1}{\left(R_p+d\right)} - \frac{1}{R_p}\right)} \Rightarrow$$

$$v_s' = \sqrt{\left(20\times10^3\right)^2 + 2\times6.67\times10^{-11}\times4\times5.98\times10^{24}\left(\frac{1}{\left(6370+600\right)\times10^3} - \frac{1}{6370\times10^3}\right)} =$$

$$= \sqrt{400\times10^6 - 43.1413\times10^6} = 22137.6\ m/s \approx 22.14\ km/s$$

Problema 2B

Un objeto de masa *30 g* se encuentra apoyado sobre una superficie horizontal y sujeto a un muelle. Se observa que oscila sobre la superficie, en la dirección del eje OX, siguiendo un MAS de frecuencia *5 s^{-1}* con una amplitud de *10 cm*. Si en el instante inicial, la elongación de la partícula es igual a la mitad de la máxima elongación o amplitud, determine:

a) **Las ecuaciones de la elongación y la velocidad de la masa en cualquier instante de tiempo. (1 pto.)**
b) **El período de oscilación de la masa, su aceleración máxima y la fuerza máxima que actúa sobre la misma. (1 pto.)**
c) **La constante elástica del muelle, así como la energía cinética, la energía potencial y la energía total del objeto cuando pasa por uno de sus puntos de máxima elongación. (1 pto.)**

Solución

$$f = 5\ s^{-1} \quad ;\ A = 10\ cm \quad ;\ m = 30\ g$$

$$\omega = 2\pi f = 10\pi$$

a)

$$x(t) = A\ sen(\omega t + \alpha) \Rightarrow x(t=0) = A\ sen\alpha = \frac{A}{2} \Rightarrow sen\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{6} \quad \left(= 30^o\right)$$

$$x(t) = 0.1 sen(10\pi\, t + \frac{\pi}{6})$$

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A\omega\, cos\left(\omega t + \alpha\right) = \pi\, cos(10\pi\, t + \frac{\pi}{6})$$

b)

$$a_{max} = A\omega^2 = 0.1 \times \left(10\pi\right)^2 = 10\pi^2 = 98.696\ ms^{-2}$$

$$F_{max} = ma_{max} = mA\omega^2 = 0.03 \times 10\pi^2 = 0.3\pi^2 = 2.9609\ N$$

c)

$$k = m\omega^2 = 0.03 \times \left(10\pi\right)^2 = 3\pi^2 = 29.6088\ Nm^{-1}$$

$$E_c = \frac{1}{2}k\left(A^2 - x^2\right) \underset{x=\pm A}{=} 0$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 \underset{x=\pm A}{=} \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times 29.6088 \times 0.1^2 = 0.1480\ J$$

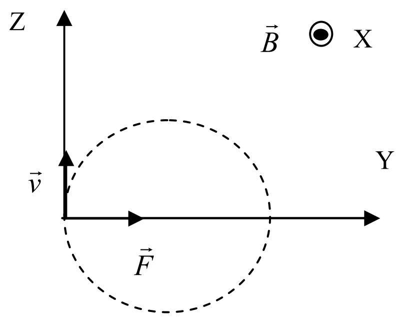
$$E = E_c + E_p = 0.1480\ J$$

Cuestión 1B

En una región del espacio existe un campo magnético uniforme, dirigido en el sentido positivo del eje X, dado por $\vec{B} = 2 \times 10^{-5}\,\vec{i}\ \ (T)$. Calcule la fuerza magnética que actúa sobre una partícula de carga *q=10⁻⁶ C* que entra en dicha región del espacio, con una velocidad $\vec{v} = 5 \times 10^{5}\,\vec{k}\ (m/s)$. Represente en un dibujo los vectores velocidad y fuerza asociados a la partícula, el vector campo magnético y la trayectoria circular que describe la partícula en el espacio.(1 pto.)

Solución

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{5} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \left(\vec{k} \times \vec{i}\right) = 10^{-5}\,\vec{j}\,(N)$$



Cuestión 2B

Una varilla tiene una longitud y una masa de *5 m* y *20 kg* respectivamente, cuando la medición se realiza por un observador en reposo respecto de la varilla. Cuál será la longitud y la masa de la varilla, medidas por un observador que se mueve con una velocidad de *0.6c* respecto de la varilla a lo largo de la dirección que define la varilla. (1 pto.)

Solución

$$L = L_o\sqrt{1-\left(\frac{0.6c}{c}\right)^2} = 5\cdot 0.8 = 4 \text{ m}$$

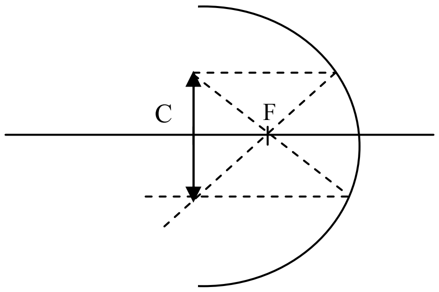
$$m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\left(\frac{0.6c}{c}\right)^2}} = \frac{20}{0.8} = 25 \text{ kg}$$

Cuestión 3B

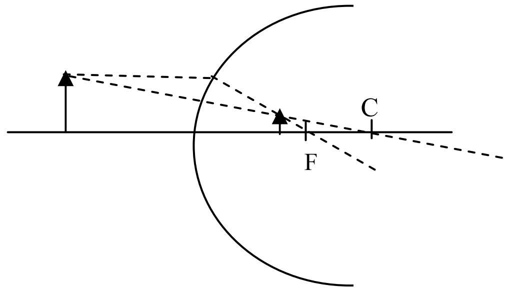
Un objeto se encuentra delante de un espejo esférico. Realice la construcción gráfica de la imagen mediante el diagrama de rayos e indique la naturaleza de la imagen (real/virtual, derecha/invertida, mayor/menor) en las siguientes situaciones: a) Si el espejo es cóncavo y el objeto se encuentra en el centro de curvatura del espejo. b) Si el espejo es convexo y el objeto está situado a una distancia arbitraria delante del espejo. (1 pto.)

Solución

a) Imagen real, invertida e igual.



b) Imagen virtual, derecha y menor



Será valorado negativamente:

- El **error en las operaciones**, dentro del planteamiento correcto del problema o cuestión de que se trate. Se descontará un **10%** de la calificación máxima que corresponda al apartado del problema o cuestión de que se trate.

- Por un **desconocimiento grande** de las **elementales reglas de cálculo**, el descuento podrá llegar hasta **la no valoración del apartado** del problema o cuestión de que se trate.

- La **confusión grave** acerca de la calidad escalar o vectorial de las magnitudes físicas podrá llegar hasta **la no valoración del apartado** del problema o cuestión de que se trate.

Será valorado positivamente sobre la puntuación final obtenida, hasta un máximo de 1 punto:

- La **presentación clara y ordenada** del ejercicio total.

- La utilización de una **adecuada capacidad de expresión y síntesis**.

- representación de magnitudes y de sistemas de notación.

- la **realización de graficas o dibujos** complementarios con corrección.

Cuestión 4B

Explique en qué consiste el fenómeno ondulatorio y cite dos ejemplos reales, uno en el que la onda sea longitudinal y otro en el que la onda sea transversal. Finalmente escriba la ecuación de una onda armónica plana e indique el significado de los parámetros que aparecen en ella. (1 pto.)

Solución

Tiene lugar cuando en una región del espacio hay definida una magnitud física en todo instante de tiempo, y una perturbación de dicha magnitud en un cierto punto del espacio se propaga por el espacio siguiendo la denominada ecuación de ondas. En este fenómeno no tiene lugar transporte de materia por el espacio sino de energía y momento lineal. Como ejemplo de onda longitudinal podemos citar el sonido en el aire, y la propagación de una perturbación en una cuerda como ejemplo de onda transversal. La ecuación de una onda armónica plana (transversal) se puede escribir como

$$y(x,t) = A\, sen(kx - \omega t) = A\, sen\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

donde *A* (máximo valor de la perturbación asociada a la magnitud *y*) es la amplitud de la onda, *k* es el número de ondas, ω la frecuencia angular, λ (periodo espacial) la longitud de onda y T (periodo temporal) el periodo.
la longitud de onda y T (periodo temporal) el periodo.