**EJERCICIOS RESUELTOS. ELECTROMAGNETISMO Y MOV. ONDULATORIO (SONIDO).**

1. Un electrón se acelera desde el reposo por la acción de una diferencia de potencial de 500 V, penetrando a continuación en un campo magnético uniforme de 0,04 T perpendicular a la trayectoria del electrón.
 Determinar:
   a) La velocidad del electrón al entrar en el campo magnético.
   b) El radio de la trayectoria del electrón en el interior del campo magnético.
   c) Haz un esquema de los vectores que intervienen.
   Datos: $e = 1{,}60.10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}11.10^{-31}$ kg.

Solución:

a) Para calcular la velocidad que una carga eléctrica adquiere a partir de moverse entre dos puntos de diferentes potencial tenemos que saber que la energía potencial eléctrica es $\Delta U = q\cdot\Delta V$

A continuación podemos aplicar el principio de conservación de la energía, sabeindo que en este caso no hay fuerzas no conservativas.
El $\Delta U = q\cdot\Delta V$ debemos saber que es < 0 ya que la energía cinética que pierde es la que ganará como energia cinética.

$\Delta U + \Delta Ec = 0$ como la Ec inicial es 0 queda $- q\cdot\Delta V + (1/2\cdot m\cdot v^2 - 0) = 0$

pot lo que nos queda $1/2\cdot m\cdot v^2 = q\cdot\Delta V$ despejando v $v^2 = 2\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot500 / 9{,}11\cdot10^{-31}$

$v^2 = 1{,}76\cdot10^{14}$ $v = 1{,}33\cdot10^7$ m/s

b) Cuando una carga en movimiento entre en un campo magnético actúa sobre ella la Ley de Lorentz

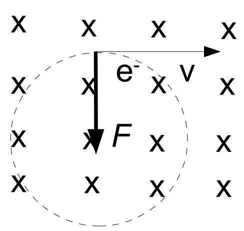
$\boldsymbol{F} = q\cdot(\boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B})$ en módulo $F = q\cdot v\cdot B\cdot \text{sen}\alpha$ y como v y B son perpendiculares $\text{sen}\alpha = 1$

Por ser además una fuerza perpendicular a la trayectoria de la partícula será una F centrípeta, luego

$F = q\cdot v\cdot B = m\cdot v^2/r$ de donde podemos despejar el radio de la trayectoria que será circular

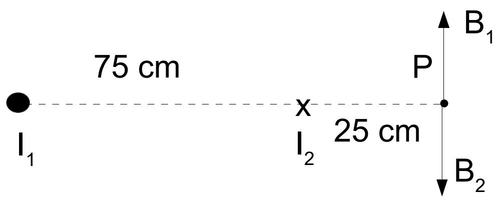
$r = m\cdot v / q\cdot B$ $r = 9{,}11\cdot10^{-31}\cdot1{,}33\cdot10^7 / 1{,}6\cdot10^{-19}\cdot0{,}04$ $r = 0{,}0019$ m

c) Suponemos que B es perpendicular al papel y hacia el interior




2. Se tienen dos hilos conductores muy largos, rectilíneos y paralelos, separados 75 cm.
Por el hilo conductor 1 circula una corriente de intensidad 2 A dirigida hacia el lector.
   a) Calcule la intensidad que circula por el hilo 2 y su sentido sabiendo que en el punto P, situado fuera del segmento que separa ambos conductores y a 25 cm del segundo, el campo magnético resultante es nulo.

b) Con la intensidad calculada en el apartado anterior, determine la fuerza por unidad de longitud (módulo, dirección y sentido) que ejercen los dos hilos entre sí.




a) Como vemos en el esquema anterior, para que se puedan anular los campos magnéticos de ambas corrientes, estas deben tener sentidos contrarios. $I_1$ saliendo del papel hacia nosotros y $I_2$ perpendicular al papel pero hacia el interior del mismo.

El campo magnético creado por un hilo conductor rectilíneo e indefinido es $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot d}$

Como los dos tienen que ser iguales $\dfrac{\mu_0 \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot d_1} = \dfrac{\mu_0 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot d_2}$ simplificando $I_1 / d_1 = I_2 / d_2$

Sustituyendo los datos $2 / 1 = I_2 / 0{,}25$ $I_2 = 0{,}5$ A

b) La fuerza que se ejercen mutuamente dos corrientes paralelas e indefinidas viene dada por la expresión

$$F = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi \cdot d} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L$$ puesto que nos dicen por unidad de longitud consideraremos L = 1m

$$F = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2 \cdot \pi \cdot 0{,}75} \cdot 2 \cdot 0{,}5 \cdot 1$$ queda $F = 2{,}67 \cdot 10^{-7}$ N/m

3. Dos barras rectilíneas de 50 cm de longitud y separadas 1,5 mm situadas en un plano vertical transportan corrientes de 15 A de intensidad de sentidos opuestos. ¿Que masa debe situarse en la barra superior para equilibrar la fuerza magnética de repulsión?

En el caso de dos corrientes rectilíneas y paralelas si tienen sentidos contrarios se repelen con una fuerza que ya hemos expresado en el ejercicio anterior como:

$$F = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi \cdot d} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L$$ sustituyendo en este caso los datos nos queda

$$F = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{2 \cdot \pi \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}} \cdot 15 \cdot 15 \cdot 0{,}5$$ queda F = 0,015 N

La anterior es una fuerza vertical y hacia arriba que la barra inferior ejerce sobre la superior.
Esta fuerza se debe ver anulada con el peso de la propia barra

$m \cdot g = 0{,}015$N $m = 0{,}015 / 9{,}8$ $m = 0{,}0015$ kg $m = 1{,}5$ g

4. Una espira de 0,1 m de radio gira según un eje coincidente con un diámetro (y que perpendicular a un campo magnético de 0,01 T) con una velocidad de 100 rpm. Determinar los valores máximo e instantáneo de la f.e.m., engendrada.

La f.e.m. Inducida en una espira que gira en un campo magnético perpendicular a su eje (es el esquema de un generador de corriente alterna) viene dada por la expresión:

$E = B \cdot S \cdot \omega \cdot \text{sen } \omega \cdot t$ en la que el valor máximo es para $\text{sen } \omega \cdot t = 1$ $\quad E_{max} = B \cdot S \cdot \omega$

$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0{,}1^2 \text{ m}^2$ $\quad \omega = 100 \cdot 2 \cdot \pi / 60 \text{ rad/s}$

El valor instantáneo quedará en función del tiempo $E = 0{,}01 \cdot \pi \cdot 0{,}1^2 \cdot 100 \cdot 2 \cdot \pi / 60 \cdot \text{sen } 100 \cdot 2 \cdot \pi / 60 \cdot t$

Queda $E(t) = 0{,}0033 \cdot \text{sen } 3{,}33 \cdot \pi \cdot t \text{ V}$ esta es la expresión de la f.e.m. en función del tiempo

Su valor máximo $E_{max} = B \cdot S \cdot \omega = 0{,}01 \cdot \pi \cdot 0{,}1^2 \cdot 100 \cdot 2 \cdot \pi / 60 = 0{,}0033 \text{ V}$ $\quad E_{max} = 0{,}0033 \text{ V}$

5. En un campo magnético uniforme cuya magnitud es de 1 T, se encuentra un cuadro móvil de sección $S=20/\pi$ $cm^2$, sobre el que están devanadas 1000 espiras. El cuadro gira a 50 r.p.s. Hallar:

a) El valor de la f.e.m. inducida.
b) Su valor eficaz.
c) Si esa tensión se aplica a un circuito de R=200 ohm, ¿Qué intensidad eficaz le recorre?

Lo mismo que en el ejercicio anterior, la f.e.m., generada por una espira (corriente circular) o un cuadro (corriente también cerrada aunque con forma cuadrada) viene dada por la presión

a) $E = B \cdot S \cdot \omega \cdot \text{sen } \omega \cdot t$ en este caso $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ siendo n la frecuencia. $\omega = 2 \cdot \pi\, 50 = 100\, \pi$ rad/s

$E = 1 \cdot (20/\pi) \cdot 100\, \pi \cdot \text{sen } 100\, \pi \cdot t$ pero como son $N = 1000$ espiras

$E = 1000 \cdot 1 \cdot (20/\pi) \cdot 10^{-4} \cdot 100\, \pi \cdot \text{sen } 100\, \pi \cdot t$ $\quad E = 200 \cdot \text{sen } 100\, \pi \cdot t \text{ V}$

$E_{max} = 200 \text{ V}$

b) El valor eficaz es el de una corriente continua (constante) que consiga el mismo efecto de energía (efecto Joule), generar el mismo calor al paso por una resistencia que la corriente alterna generada.

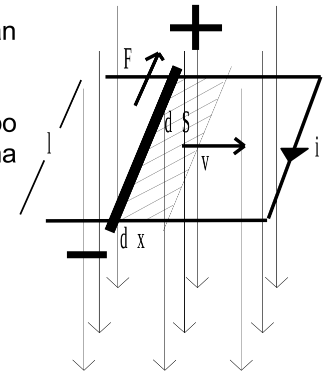
Su expresión viene dada por $E\,e = E_{max} / \sqrt{2}$ luego $Ee = 200 / \sqrt{2}$ $\quad E\,e = 141{,}4 \text{ V}$

c) En los circuitos, ya sea con corriente alterna o con corriente continua se sigue cumpliendo la Ley de Ohm

$I = E \text{ (f.e.m.)} / R$ si hablamos de los valores eficaces $Ie = E\,e / R = 141{,}4 / 200$ $\quad Ie = 0{,}71 \text{ A}$

6. Un tren circula por una vía de 0,8 m de anchura a una velocidad de 25 m/s, cortando las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. Si la componente vertical de dicho campo es de $3.10^{-3}$ teslas, calcular la f.e.m. inducida.

Si recordamos el esquema adjunto que figura en los apuntes coincide en gran medida con el problema.




El eje que une ambas ruedas es un conductor que al cortar las lineas del campo magnético vertical va variando el flujo magnético y generando una f.e.m., y una diferencia de potencial entre los extremos del eje.

Se trata de aplicar la Ley de Faraday $E = -d\Phi / dt$ siendo $\Phi = \int \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{S}$

Como se puede deducir de la figura $dS = l \cdot dx = l \cdot v \cdot dt$ si $v = cte$

$$\Phi = \int \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{S} = \int B \cdot l \cdot v \cdot dt \cos\alpha = \int B \cdot l \cdot v \cdot dt$$

en este caso $\cos\alpha = 1$ ya que el vector $d\boldsymbol{S}$ es perpendicular a la superficie por lo que coincide con $\boldsymbol{B}$

Com B, i y v no varían $\Phi = \int B \cdot l \cdot v \cdot dt = B \cdot l \cdot v \int dt$ $\Phi = B \cdot l \cdot v \cdot t$ derivando nos queda

$E = -d\Phi / dt$ $E = -d(B \cdot l \cdot v \cdot t) / dt$ $E = -B \cdot l \cdot v$ luego basta con sustituir los datos

$$E = -3 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}8 \cdot 25 = -0{,}06 \text{ V}$$

El signo en este caso no tiene demasiado significado ya que tendría que ver con el signo de la d.d.p., generada. Pero se ve mucho mejor a través del esquema de la figura en la que el potencial positivo quedaría en parte superior que es donde se acumularían dichas cargas debido a la fuerza que recibirían del campo magnético según la Ley de Lorentz

7. En el plano XY se tiene una espira circular de radio a=2 cm. Simultáneamente se tiene un campo magnético cuya dirección forma un ángulo de 30º con la parte positiva del eje Z y cuyo módulo varía con el tiempo según la expresión $B=3 \cdot t^2$ T siendo el t en s.

a) Calcula el flujo del campo magnético en la espira y su valor para t=2s.
b) Calcula también la f.e.m. inducida a los t=2 s.
c) Indica mediante un esquema el sentido de la corriente en la espira. Razona la respuesta.

Se trata de volver a aplicar la Ley de Faraday ya que en este caso tenemos un campo magnético variable que nos dará un flujo magnético también variable

$$E = -d\Phi / dt \qquad \Phi = \int \boldsymbol{B} \cdot d\boldsymbol{S} = \int B \cdot dS \cdot \cos\alpha = \int B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos 30º \qquad \Phi = \int B \cdot dS \cdot (\sqrt{3}/2)$$

El campo magnético vemos que es variable con el tiempo pero no con la superficie, es decir, en cada momento el campo magnético presenta el mismo valos¡r en todos lo puntos de la superficie, por lo tanto puede salir de la integral.

a) $\Phi = B \cdot (\sqrt{3}/2) \int dS \cdot$ $\Phi = B \cdot (\sqrt{3}/2) \cdot \Delta S \cdot = B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot (\sqrt{3}/2) = 3 \cdot t^2 \cdot \pi \cdot 0{,}02^2 \cdot (\sqrt{3}/2)$

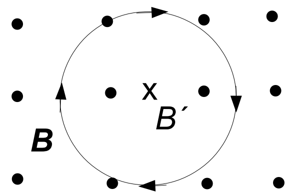
$\Phi = 0{,}003 \cdot t^2$ Wb para t =2s $\Phi = 0{,}003 \cdot 2^2 = 0{,}012$ Wb

b) aplicando ahora la Ley de Faraday $E = -d\Phi / dt = -d(0{,}003 \cdot t^2)/dt$

$E = -0{,}006 \cdot t$ V para t = 2s $E = -0{,}006 \cdot 2 = -0{,}012$ V

c) El sentido de la corriente lo marca la Ley de Lenz que dice que será siempre el de ir en contra de la causa que ha creado la f.e.m., inducida.

En esta caso, según la expresión que nos han dado B aumenta con el tiempo, por lo que la corriente deberá crear un campo magnético que se oponga a ese aumento




Si inicialmente en campo magnético ***B*** salía de papel y hacia afuera (aunque formase un angulo de 30º) el sentido de la corriente será horario como aparece en la figura, de forma que creará un campo magnético ***B´*** que será de sentido contrario al inicial (hacia el interior), oponiéndose al aumento de ***B.***

8. Una partícula de masa m = 20g oscila armónicamente en la forma $x(t) = A \cdot \text{sen}\, \omega t$.
   Si la velocidad máxima es $10\pi$ m/s y el periodo es 0,4 s.
   a) Determina la frecuencia angular $\omega$ y la amplitud A de la oscilación.
   b) Calcula la energía cinética y la potencial de la masa m en función del tiempo.

La ecuación de un M.A.S. (movimiento armónico simple, movimiento vibratorio) es de la forma

$x(t) = A \cdot \text{sen}\,(\omega t.+\phi)$ donde A es la amplitud, $\omega$ es la velocidad angular y $\phi$ el ángulo de desfase que nos da la posición inicial (para t=0).

a) Si derivamos obtenemos la expresión de la velocidad de vibración $v = dx(t)/dt = A\cdot \omega\cdot \cos(\omega t.+\phi)$

de donde se deduce que el valor máximo de la v sera $v_{max} = A\cdot\omega = 10\pi$ m/s (según el enunciado)

Además al relación entre la velocidad angular y el periodo es $\omega = 2\cdot\pi / T$ $\omega = 2\cdot\pi / 0{,}4 = 5\cdot\pi$ rad/s

Sustituyendo en la expresión anterior $v_{max} = A\cdot\omega = 10\pi$ $10\cdot\pi = A\cdot 5\cdot\pi$ A = 2 m

b) La energía cinética de la partícula será $Ec = 1/2\cdot m\cdot v^2 = 1/2\cdot m\cdot(A\cdot\omega\cdot\cos(\omega t.+\phi))^2$

queda $Ec = 1/2\cdot 0{,}02\cdot A^2\cdot\omega^2\cdot\cos^2(\omega t.+\phi)$ sustituyendo valores $Ec = 1/2\cdot 0{,}02\cdot 2^2\cdot(5\cdot\pi)^2\cdot\cos^2(5\cdot\pi\, t.+\phi)$

$Ec = 9{,}87\cdot\cos^2(5\cdot\pi\, t.+\phi)$ si no nos dan datos del estado inicial debemos suponer $\phi=0$ $Ec = 9{,}87\cdot\cos^2(5\cdot\pi\, t)$.

La energía potencial es $Ep = 1/2\cdot K\cdot x^2$ donde $K = m\cdot\omega^2$ luego queda $Ep = 1/2\cdot m\cdot\omega^2\cdot(A\,.\text{sen}\,(\omega t.+\phi))^2$

$Ep = 1/2\cdot m\cdot\omega^2\cdot A^2\,.\text{sen}^2(\omega t.+\phi)$ $Ep = 1/2\cdot 0{,}02\cdot(5\cdot\pi)^2\cdot 2^2\cdot\text{sen}^2(\omega t.+\phi)$ si como antes suponemos $\phi=0$

$Ep = 9{,}87\cdot\text{sen}^2(5\cdot\pi\, t)$

La suma de ambas en todo momento dará $E_T = Ec+Ep = 9{,}87$ J ya que $\text{sen}^2 5\cdot\pi\, t.+\cos^2 5\cdot\pi\, t.=1$

9. La ecuación del movimiento de un punto viene dada por: $y=2\cdot\text{sen}(6\cdot\pi\cdot t+\pi)$ donde y viene en m si t en s. Calcula: La frecuencia, el período, la máxima distancia recorrida por la partícula desde la posición de equilibrio y la posición de la partícula en los instantes t=0 y t=0,5 s.

Como ya hemos dicho en ejercicio anterior la ecuación del M.A.S., viene dad por la expresión

$x(t) = A\cdot\text{sen}\,(\omega t.+\phi)$ ó $y(t) = A\cdot\text{sen}\,(\omega t.+\phi)$ si el movimiento es en eje Y basta comparar con la expresión que nos han dado $y=2\cdot sen(6\cdot\pi\cdot t+\pi)$ para deducir

A = 2 m (máxima distancia desde el equilibrio) $\omega = 6\cdot\pi$ rad/s y como $\omega = 2\cdot\pi / T$ $T = 2\cdot\pi /\omega$

$T = 2\cdot\pi / 6\cdot\pi$ T = 1/3 s y además $T = 1 / \nu$ $\nu = 1 / T$ $\nu = 1 /(1/3)$ $\nu = 3$ Hz

para t = 0 la posición sería $y = 2\cdot sen(6\cdot\pi\cdot t+\pi) = 2\cdot sen(0+\pi) = 2\cdot sen\ \pi = 0$

para t = 0,5 s quedaría $y = 2\cdot sen(6\cdot\pi\cdot t+\pi) = 2\cdot sen(6\cdot\pi\cdot 0{,}5+\pi) = 2\cdot sen\ 4\cdot\pi = 0$

Es decir en esos dos instantes la parícula pasa por la posición de equilibrio y = 0

10. Una masa de 2 Kg cuelga de un muelle. Debido a ello este se deforma 10 cm. Si se separa ahora otros 10 cm de la posición de equilibrio y se deja en libertad, calcula: la frecuencia angular, la frecuencia, la amplitud. Escribe, además, las ecuaciones del movimiento, velocidad y aceleración.

Los muelles son cuerpos que sufren deformaciones elásticas.
La ley se les aplica es la Ley de Hooke $\boldsymbol{F} = - K\cdot\boldsymbol{\Delta x}$ el signo se debe a que es una fuerza de recuperación por lo que se opone (sentido contrario) al desplazamiento $\boldsymbol{\Delta x}$.

Con los datos iniciales podemos calcular K $K = F / \Delta x = m\cdot g / \Delta x = 2\cdot 9{,}8 / 0{,}1$ K = 196 N/m

Al separar el muelle de su posición de equilibrio y soltarlo después adquiere un movimiento vibratorio. Su ecuación es $y = A\cdot sen\ (\omega t.+\phi)$

Según nos dicen, en la posición inicial (t=0) el muelle se encuentra con su mayor separación de la posición de equilibrio pero hacia abajo, es decir, en y = - A Para ello si t=0 $\phi = 270º$ en radianes $\phi = 3\cdot\pi/2$

La relación entre $\omega$ y K es $K = m\cdot\omega^2$ como ya hemos calculado K

$\omega = \sqrt{K/m} = \sqrt{196/2}$ $\omega = 9{,}89$ rad/s como $\omega = 2\cdot\pi\cdot\nu$ $\nu = \omega / 2\cdot\pi$ $\nu = 1{,}57$ Hz

En cuanto a la amplitud, puesto que lo separamos 10 cm de la posición de equilibrio A = 10 cm = 0,1 m

La ecuación del movimiento $y(t) = A\cdot sen\ (\omega t.+\phi)$ $y(t) = 0{,}1\cdot sen\ (9{,}89\cdot t.+3\cdot\pi/2)$ ml

La de la velocidad $v = dy/dt = 0{,}1\cdot 9{,}89\cdot cos\ (9{,}89\cdot t.+3\cdot\pi/2)$ $v = 0{,}989\cdot cos\ (9{,}89\cdot t.+3\cdot\pi/2)$ m/s

La de la aceleración $a = dv/dt = - 0{,}989\cdot 9{,}89\cdot sen\ (9{,}89\cdot t.+3\cdot\pi/2)$ $a = - 9{,}78\cdot sen\ (9{,}89\cdot t.+3\cdot\pi/2)$ $m/s^2$

11. En un medio elástico se establece un movimiento ondulatorio descrito por la ecuación:
$y(x, t) = 0{,}02\cdot sen\ (10\ \pi\cdot x+30\cdot\pi\cdot t)$, en unidades del SI. Determina:
a) La longitud de onda y la frecuencia de esta onda.
b) La velocidad de propagación y el sentido en que se propaga.
c) La velocidad máxima con que oscila un punto del medio por el que se propaga la onda.

La ecuación general del movimiento ondulatorio es $y(x, t) = A\cdot sen\ (\omega\cdot t - k\cdot x)$

Basta comparar ambas ecuaciones para deducir que $y(x, t) = 0{,}02\cdot sen\ (10\ \pi\cdot x+30\cdot\pi\cdot t)$

A = 0,02 m $\omega = 30\cdot\pi$ rad/s k (numero de onda) = $10\ \pi$ $m^{-1}$

a) Como $k = 2\cdot\pi / \lambda$ $\lambda = 2\ \pi / 10\ \pi = 0{,}2$ m $\lambda = 0{,}2$ m

Como $\omega = 2\cdot\pi\cdot\nu$ $\nu = \omega / 2\cdot\pi = 30\ \pi / 2\ \pi$ $\nu = 15$ Hz

b) La velocidad de propagación de la onda es $v = \lambda \cdot \nu$ $v = 0{,}2 \cdot 15 = 3$ m/s

En la ecuación general el término en x es negativo cuando el desplazamiento es en el sentido positivo del eje X, luego como en este caso es positivo el desplazamiento será en sentido contrario.

c) La velocidad de vibración se obtiene derivando la ecuación de la posición $v = dy/dt$

Queda $v(x, t) = dy/dt = 0{,}02 \cdot 30 \cdot \pi \cdot \cos(10\,\pi \cdot x + 30 \cdot \pi \cdot t)$ $v = 0{,}6 \cdot \pi \cdot \cos(10\,\pi \cdot x + 30 \cdot \pi \cdot t)$ m/s

La $V_{max}$ será para $\cos(10\,\pi \cdot x + 30 \cdot \pi \cdot t) = 1$ $V_{max} = 0{,}6 \cdot \pi$ m/s

12. Un punto está situado a 180 m de un foco. La amplitud de la onda es 3 cm, su frecuencia 800 Hz y su velocidad de propagación 500 m/s. Calcular:
   a) La ecuación del movimiento ondulatorio producido por el foco.
   b) Situación del punto si vibra desde hace 4 s.

a) La ecuación general de un movimiento ondulatorio es $y(x, t) = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - k \cdot x)$

Por lo tanto tenemos que conocer A (amplitud que nos la dan), $\omega$ (frecuencia angular o velocidad angular) y k (numero de onda).

La $\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu$ como la frecuencia nos la dan $\omega = 2 \cdot \pi \cdot 800 = 1600 \cdot \pi$ rad/s

Y el numero de onda $k = 2 \cdot \pi / \lambda$ y $v = \lambda \cdot \nu$ $\lambda = v / \nu = 500 / 800 = 5 / 8 = 0{,}625$ m

la ecuación de la onda quedaría $y(x, t) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(1600 \cdot \pi \cdot t - (16 \cdot \pi / 5) \cdot x)$

b) Pero para un punto que se encuentra a 180 m del foco se transforma en la ecuación de vibración

$y(t) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(1600 \cdot \pi \cdot t - (16 \cdot \pi / 5) \cdot 180)$ $y(t) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(1600 \cdot \pi \cdot t - 576 \cdot \pi)$

Si ademas nos dicen que t=4s $y(t) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(1600 \cdot \pi \cdot 4 - 576 \cdot \pi) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(6400 \cdot \pi - 576 \cdot \pi)$

$y(t) = 0{,}03 \cdot \text{sen}(5824 \cdot \pi) = 0$

que al ser un numero entero de veces $2 \cdot \pi$ necesariamente sera sen = 0 e $y = 0$

El número de vibraciones que habrá dado ese punto será $5824 \cdot \pi / 2 \cdot \pi = 2912$ vibraciones completas

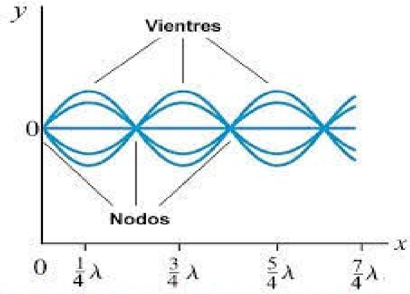
13. Una cuerda de 10 m está horizontal y fija por uno de sus extremos. El otro extremo está animado de un movimiento sinusoidal transversal de 40 Hz. En estas condiciones la cuerda presenta 9 nodos de vibración. ¿Qué frecuencia debe aplicarse para que el número de nodos se reduzca a 5?

Lo que nos describe el enunciado es una onda estacionaria.

Si está fija en uno de sus extremos y vibra libremente en el otro la longitud de la cuerda es $L = (2 \cdot n+1)\,\lambda / 4$

un múltiplo impar de la cuarta parte de la longitud de onda.

En este caso si son 9 nodos son 8 veces $\lambda / 2$ mas $\lambda / 4$ para el extremo libre, es decir $17 \cdot (\lambda / 4)$



Onda Estacionaria (extremo cerrado x=0)

Luego $L = 17 \cdot (\lambda / 4)$ $\lambda = (4/17) \cdot L = (4/17) \cdot 10 = 2{,}35$ m

La velocidad de la onda $v = \lambda \cdot \nu = 2{,}35 \cdot 40 = 94{,}12$ m/s

Esta velocidad no cambiara por cambiar de fecuencia.

Si ahora son 5 nodos $L = 9\cdot(\lambda / 4)$ $\lambda = (4/9)\cdot 10 = 4{,}44$ m

Si la velocidad no cambia $v = \lambda\cdot\nu$ $v = 4{,}44\cdot \nu = 94{,}12$ m/s $\nu = 94{,}12 / 4{,}44 = 21{,}2$ Hz

14. Un altavoz genera una intensidad sonora de $10^{-2}$ W/m$^2$ a 20 m de distancia.
    a) Determina en decibelios el nivel de intensidad sonora.
    b) Determina también la potencia de sonido emitida por el altavoz considerándolo como un foco puntual de ondas esféricas. ($I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$)

a) La sensación sonora, que es como se denomina a la intensidad del sonido cuando se da en dB (decibelios) viene dad por la expresión

$$s = 10\cdot\log I / I_0$$

siendo $I_0$ la intensidad umbral, es decir, la intensidad para que se deja de percibir un sonido. Se reconoce como valor estándar para una frecuencia de 1000 Hz el valor de $I_0 = 10^{-12}$ W/m$^2$

Por lo tanto basta con sustituir $s = 10\cdot\log I / I_0 = 10\cdot \log (10^{-2} / 10^{-12}) = 10\cdot\log 10^{10}$ $s = 100$ dB

b) La intensidad de un movimiento ondulatorio es la potencia por unidad de superficie

$I = P / S$ Si consideramos ondas esféricas $S = 4\cdot\pi\cdot R^2$

con lo que la ecuación anterior queda $I = P / 4\cdot\pi\cdot R^2$ despejando $P = I\cdot 4\cdot\pi\cdot R^2$

$P = 10^{-2}\cdot 4\cdot\pi\cdot 20^2$ $P = 50{,}3$ W

Es la potencia que se transmite en el frente de ondas que es la emite el foco.