Movimiento Ondulatorio:

Se denomina **Movimiento Periódico** a cualquier clase de movimiento que se repita a intervalos de tiempo iguales. Si el movimiento se efectúa hacia adelante y hacia atrás sobre la misma trayectoria, efectuando desplazamientos en uno y otro sentido alrededor de un punto fijo se llama **Oscilatorio**.
El **movimiento ondulatorio** es un movimiento oscilatorio que se propaga en un medio elástico, produciendo en éste una transmisión de energía a través del medio, sin transporte de materia.

- El movimiento Ondulatorio transmite: **Energía y Cantidad de movimiento sin necesidad de transportar materia .**
- La perturbación se propaga con la velocidad de la fase propia del medio.
- Las partículas vibran alrededor de la posición de equilibrio sin trasladarse.
- Tipos de ondas según la forma de trasladarse:
    - **Longitudinales:** Tienen la misma dirección el desplazamiento que las partículas y la propagación de la perturbación. Pe.: muelle, ondas sonoras, etc.
    - **Transversales:** Se propagan perpendicularmente a la perturbación (vibración). Pe.: cuerdas de guitarra, ondas superficie del agua, ondas electromagnéticas, etc.

- **Algunas definiciones:**
    - **Oscilación completa o vibración**: Es el movimiento efectuado hasta volver al punto de partida.
    - **Período (T)**: Es el tiempo necesario para realizar una vibración completa.
    - **Frecuencia (f)** : Es el número de vibraciones completas por unidad de tiempo. ($f = 1/T$).
    - **Elongación (x)** : Es, en un instante dado, la distancia a la posición de equilibrio o centro de la trayectoria en ese instante.
    - **Amplitud (A)**: Es la elongación máxima.

- **Representación:**

Amplitud: Elongación máxima

Desfase = K.X ; $K = 2\pi / \lambda$;K=w/v;
λ = Long. onda y v = vel. propag.

t = seg.

$$X = A \sin (wt \pm \varphi)$$

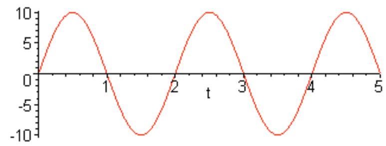
Elongación

$(wt \pm \varphi)$ = Fase (Rad.)

Pulsación, Velocidad angular, Frecuencia de fase:
$\omega = 2\pi f$, $f = 1/T$
ω = rad./seg. , f = c/s, Hz, pps. ; T = Seg.

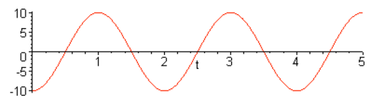
Posición: X= A Sin (wt) ; Pe.: x = 10 Sin (π t)

```
plot(10*sin(3.14*t),t=0..5);
```

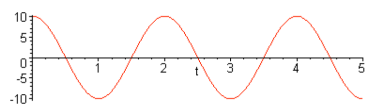


Con un desfase de 90^0 Tendríamos:

```
plot(10*sin(3.14*t-Pi/2),t=0..5);
```

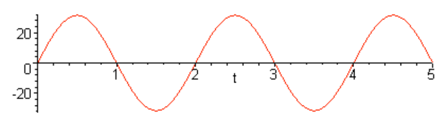



```
plot(10*sin(3.14*t+Pi/2),t=0..5);
```



Velocidad: V=A ω Cos(ω t) ; Pe. V= 31.4Cos(3.14 t)

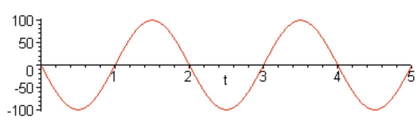
```
plot(31.4*sin(3.14*t),t=0..5);
```



Aceleración:

a = -A ω^2 Sin(ω t) ; Pe.: - $10*3.14^2$ *Sin(3.14 t)

```
plot(-98.696*sin(3.14*t),t=0..5);
```



Valores máximos:

x = A Sin (wt)
v = A ω Cos(ω t). El valor máximo de la velocidad se alcanza cuando Cos(ω t) = 1
a = -A ω^2 Sin(ω t). " " " " aceleración " " " Sin(ω t) = 1

Otros valores:

- Como $v = A\omega\,Cos(\omega t)$, $v^2 = A^2\omega^2 Cos^2(\omega t)$, y $Cos^2(wt) = 1 - Sin^2(wt)$, $\rightarrow$

  $v^2 = A^2\omega^2(1 - Sin^2(wt))$; $\omega^2(A^2 - A^2 Sin^2(wt))$ $\rightarrow$ $\boxed{v = \omega\sqrt{(A^2 - X^2)}}$

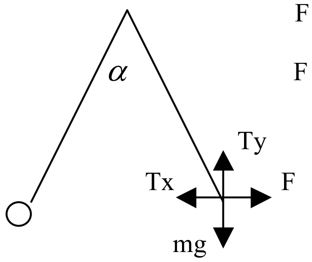
- La aceleración : $a = -A\,\omega^2\,Sin(\omega t)$, y $x = ASin(\omega t)$ $\rightarrow$ $\boxed{a = -\omega^2 x}$

- En el **muelle** tenemos:

$$\left.\begin{array}{l} F = -Kx \\ F = ma \end{array}\right\} -Kx = ma;\ \text{como}\ a = -\omega^2 x\ ;\ -Kx = -m\omega^2 x \rightarrow \boxed{K = m\omega^2}$$

Si $\omega = \sqrt{(k/m)}$, y $\omega = 2\pi f$, $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{(k/m)}$, por tanto: $\boxed{T = 2\pi\sqrt{(m/k)}}$

- En el **péndulo** :



$F = -mg\,Sin\,\alpha$, $S = \alpha L$, como para ángulos pequeños $Sin\,\alpha \cong \alpha$

$F = -mg\,\alpha \Rightarrow F = -mg\dfrac{S}{L}$ y $F = -kx \Rightarrow k = \dfrac{mg}{L}$

Si $T = 2\pi\sqrt{(m/k)} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{(m/(mg/L))}$

$\Rightarrow \boxed{T = 2\pi\sqrt{(L/g)}}$

Movimiento Armónico:

$x = A\,Sin\,(wt - kx)$; En donde k = Número de onda; número de ondas que hay en una longitud de onda, esto es 2π . $\boxed{K = \dfrac{2\pi}{\lambda}}$

$x = A\,Sin\,(wt - kx)$ Cuando la onda vija hacia

$x = A\,Sin\,(wt + kx)$ " " "

Velocidad de fase o de propagación : $\boxed{v = \dfrac{\lambda}{T}}$

Como $v = \lambda f * (2\pi/2\pi) \rightarrow v = 2\pi f(\lambda/2\pi) \rightarrow v = \omega(1/k) \rightarrow$ $\boxed{v = \dfrac{\omega}{k}\ \text{m/s}}$

Apm1451@outlook.com

Ejemplos:

E1.- Escribir la ecuació de onda para: A = 20 cm.; f = 50 Hz.; v = 8 m/s.

$k = 1/\lambda$, $k = 1 / v \cdot T$, como $T = 1/f \rightarrow k = f/v$, $k = 20/8 = 2.5$

$y = 0.2 \text{ Cos } 2\pi (20 t - 2.5 x)$

E2.- En el movimiento $y = 0.1 \text{ Cos } (100 t - 5 x)$ calcular: a) λ, b) v, c) estado para x = 20cm., y t = 05" ,
d) v transversal de la partícula anterior en el mismo instante.
Comparando la ecuación propuesta con la teórica tenemos:
$y = A \text{ Cos } 2\pi (f t - k x)$
$y = 0.1 \text{ Cos } (100 t - 5 x)$

a) $k = 1/\lambda \rightarrow 5/2\pi = 1/\lambda \rightarrow \lambda = 2\pi / 5 \rightarrow 0.4\pi$ m.

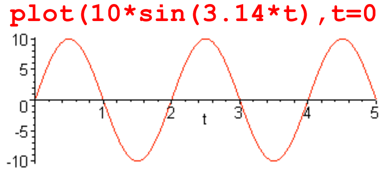
b) $v = \dfrac{\lambda}{T} \rightarrow v = \lambda . f \rightarrow v = 0.4\pi (100/2\pi) \rightarrow v = 20$ m/s.

c) $y(0.2, 0.5) = 0.1 \text{ Cos } (100*0.5 - 5*0.2) = 0.030$ m.

d) $v = \dfrac{dy}{dt} \rightarrow v = -10 \text{ Sin } (100 t - 5 x) \rightarrow v = 6.7$ m/s.

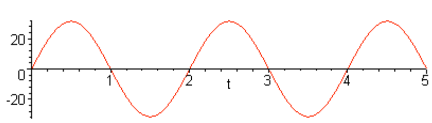
E3.- Calcular: a) v de vibración y, b) aceleración correspondiente a: $x = 10 \text{ Sin } (\pi t)$

```
plot(10*sin(3.14*t),t=0..5);
```



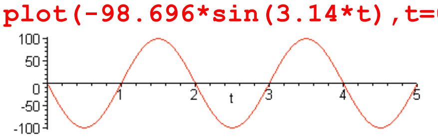
Velocidad: **v**$= A\omega \text{Cos}(\omega t)$; Pe. $v = 31.4\text{Cos}(3.14 t)$

```
plot(31.4*sin(3.14*t),t=0..5);
```



Aceleración: $a = -A\omega^2 \text{Sin}(\omega t)$; Pe.: $- 10*3.14^2 * \text{Sin}(3.14 t)$

```
plot(-98.696*sin(3.14*t),t=0..5);
```



Resumen de fórmulas de trigonometría

$\mathrm{Cos}\,(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cos\beta - \mathrm{sen}\,\alpha\, \mathrm{sen}\,\beta$

$\mathrm{Cos}\,(\alpha - \beta) = \cos\alpha \cos\beta + \mathrm{sen}\,\alpha\, \mathrm{sen}\,\beta$

$\mathrm{Sen}\,(\alpha + \beta) = \mathrm{sen}\,\alpha \cos\beta + \cos\alpha\, \mathrm{sen}\,\beta$

$\mathrm{Sen}\,(\alpha - \beta) = \mathrm{sen}\,\alpha \cos\beta - \cos\alpha\, \mathrm{sen}\,\beta$

$\mathrm{Tang}\,(\alpha \pm \beta) = \dfrac{tag\alpha \pm tag\beta}{1 \mp tag\alpha \cdot tag\beta}$

Ángulo doble:

$\mathrm{sen}2\alpha = 2\mathrm{sen}\,\alpha \cos\alpha$

$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \mathrm{sen}^2\alpha$

$\mathrm{tang}2\alpha = \dfrac{2\tan g\alpha}{1 - \tan g^2\alpha}$

Ángulo mitad:

$\mathrm{sen}\,\dfrac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1-\cos\alpha}{2}}$

$\cos\dfrac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1+\cos\alpha}{2}}$

Cambios: $A = \alpha + \beta$, $B = \alpha - \beta$ $\Rightarrow$ $\alpha = \dfrac{A+B}{2}$, y $\beta = \dfrac{A-B}{2}$

$\cos A + \cos B = 2\cos\dfrac{A+B}{2} \cdot \cos\dfrac{A-B}{2}$

$\cos A - \cos B = -2\,\mathrm{sen}\,\dfrac{A+B}{2} \cdot \mathrm{sen}\,\dfrac{A-B}{2}$

$\mathrm{sen}\,A \pm \mathrm{sen}\,B = 2\,\mathrm{sen}\,\dfrac{A \pm B}{2} \cdot \cos\dfrac{A \mp B}{2}$

$\mathrm{tang}\,A \pm \mathrm{tang}\,B = \dfrac{sen(A \pm B)}{\cos A \cdot \cos B}$

Composición de movimientos armónicos de la misma dirección y con el mismo periodo.

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = A_1 \,\mathrm{Sin}\,(\omega t + \varphi_1) \\ \\ x_2 = A_2 \,\mathrm{Sin}\,(\omega t + \varphi_2) \end{array}\right\} x = x_1 + x_2 = A_1 \,\mathrm{Sin}\,(\omega t + \varphi_1) + A_2 \,\mathrm{Sin}\,(\omega t + \varphi_2) \rightarrow$$

$$\rightarrow x = \left[A_1 \,\mathrm{Sin}\,\omega t * \mathrm{Cos}\,\varphi_1 + A_1 \,\mathrm{Cos}\,\omega t * \mathrm{Sin}\,\varphi_1\right] + \left[A_2 \,\mathrm{Sin}\,\omega t * \mathrm{Cos}\,\varphi_2 + A_2 \,\mathrm{Cos}\,\omega t * \mathrm{Sin}\,\varphi_2\right]$$

$$\rightarrow x = \mathrm{Sin}\,\omega t\,\underbrace{(A_1 \,\mathrm{Cos}\,\varphi_1 + A_2 \,\mathrm{Cos}\,\varphi_2)}_{A \cos \Phi} + \mathrm{Cos}\,\omega t\,\underbrace{(A_1 \,\mathrm{Sin}\,\varphi_1 + A_2 \,\mathrm{Sin}\,\varphi_2)}_{A \,\mathrm{Sin}\, \Phi} \rightarrow$$

$\rightarrow x = A \,\mathrm{Sin}\,\omega t \cos\Phi + A \,\mathrm{Cos}\,\omega t \,\mathrm{Sin}\,\Phi$ La onda resultante tendrá :
$x = A \,\mathrm{Sin}\,(\omega t + \Phi)$; con Amplitud: A, y fase = Φ .

Cálculo de Φ :

$$\boxed{\Phi = Arc.Tang\,\frac{A_1 Sin\varphi_1 + A_2 Sin\varphi_2}{A_1 Cos\varphi_1 + A_2 Cos\varphi_2}}$$

Cálculo de A :

$(A\cos\Phi = A_1 Cos\,\varphi_1 + A_2 Cos\,\varphi_2)^2 \rightarrow A^2\cos^2\Phi = A_1^2\cos^2\varphi_1 + A_2^2\cos^2\varphi_2 + 2\,A_1A_2\cos\varphi_1\cos\varphi_2$

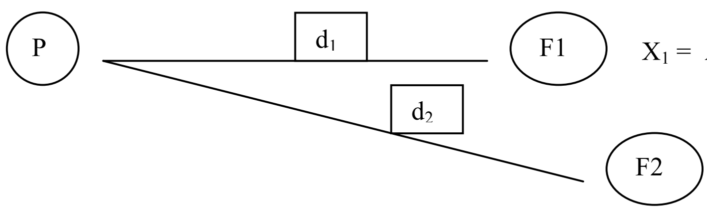
$(A\sin\Phi = A_1\,Sin\,\varphi_1 + A_2\,Sin\,\varphi_2)^2 \rightarrow A^2\sin^2\Phi = A_1^2\sin^2\varphi_1 + A_2^2\sin^2\varphi_2 + 2\,A_1A_2\sin\varphi_1\sin\varphi_2$

Sumando:

$A^2(\sin^2\Phi + \cos^2\Phi) = A_1^2(\sin^2\Phi + \cos^2\Phi) + A_2^2(\sin^2\Phi + \cos^2\Phi) + 2\,A_1A_2(\cos\varphi_1\cos\varphi_2 + \sin\varphi_1\sin\varphi_2)$

$$\boxed{A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2\,A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

Interferencia de dos ondas coherentes (igual f y λ), x_1 y x_2, en un puntop P, generadas por dos focos, F_1, y F_2



$X_1 = A_1 Sin2\pi\,(f\,t - \frac{d_1}{\lambda})$

$X_2 = A_2 Sin2\pi\,(f\,t - \frac{d_2}{\lambda})$

$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2\,A_1A_2\cos 2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda})$ ya que: $\varphi_1 = \frac{2\pi d_1}{\lambda}$ y $\varphi_2 = \frac{2\pi d_2}{\lambda} \rightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda})$

1.- **A max**.: Se presentará cuando $2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = 0, 2\pi, ... 2n\pi \rightarrow$ Si $2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = 2n\pi \rightarrow d_2 - d_1 = \lambda\, n$

$$\boxed{\mathbf{d_2 - d_1 = \lambda\, n}}$$

Por tanto cuando se cumpla, también se cumplirá que: $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2\,A_1A_2 \rightarrow A^2 = (A_1 + A_2)^2 \rightarrow$

$$\boxed{\mathbf{A = A_1 + A_2}}$$

2.- A min.: Se presentará cuando $2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = \pi \rightarrow 2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = \pi, 3\pi, 5\pi\, ...\, (2n+1)\pi \rightarrow$

Si $2\pi\,(\frac{d_2 - d_1}{\lambda}) = (2n+1)\pi \rightarrow$

$$\boxed{\mathbf{d_2 - d_1 = (2n+1)}\frac{\lambda}{2}}$$

$A^2 = A_1^2 + A_2^2 - 2\,A_1A_2 \rightarrow A^2 = (A_1 - A_2)^2 \rightarrow$

$$\boxed{\mathbf{A = A_1 - A_2}}$$

Otra forma de presentarse las ondas incidentes sería:

y_1= A Cos2 π (ft-kx_1), y_2 = A Cos2 π (ft-kx_2) $\rightarrow$ y_1+y_2 = A Cos2 π (ft-kx_1) + A Cos2 π (ft-kx_2),

pero como $\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\dfrac{\alpha+\beta}{2}\cos\dfrac{\alpha-\beta}{2} \rightarrow$

$$A\text{Cos}2\pi(ft-kx_1) + A\text{ Cos}2\pi(ft-kx_2) = 2A\cos\frac{2\pi(ft-kx_1+ft-kx_2)}{2}\cos\frac{2\pi(ft-kx_1-ft+kx_2)}{2} \rightarrow$$

$$2A\cos2\pi\left[ft-\frac{k(x_1+x_2)}{2}\right]\left[\cos2\pi k\frac{(x_1-x_2)}{2}\right] \rightarrow 2A\cos2\pi k\frac{(x_1-x_2)}{2}\cos2\pi\left[ft-\frac{k(x_1+x_2)}{2}\right] \rightarrow$$

$\rightarrow$ Ar. $\cos2\pi\left[ft-\dfrac{k(x_1+x_2)}{2}\right]$, Siendo $\boxed{\mathbf{Ar = 2A\cos2\pi k\dfrac{(x_1-x_2)}{2}}}$

La onda resultante será: $\boxed{\phi = \mathbf{Ar.\ Cos}\left[\omega t - k\dfrac{(x_1-x_2)}{2}\right]}$

Valores máximos: Cos π k(x_1-x_2) = $\pm$ 1 $\rightarrow$ π k(x_1-x_2) = nπ $\rightarrow$ **(x_1-x_2) =** n/k **= nλ**

Valores mínimos: Cos π k(x_1-x_2) = 0 $\rightarrow$ π k(x_1-x_2) = (2n+1)π/2 $\rightarrow$ **(x_1-x_2) = (2n+1)λ/2**

E4.-
Sea la ecuación de onda Y(x,t)= 5cos 4π (10t-x). Calcular: 1) La diferencia de fase que existirá entre dos puntos del medio de propagación separados por una distancia de 0.5m. y 2), por una distancia de 0.25m.

1) Punto 1: y_1 = 5 cos 4π (10t-x_1); y_2 = 5 cos 4π (10t-x_2); Por tanto la diferencia de fase φ será:
φ = 4π (10t-x_1) - 4π (10t-x_2) = 4π 10t - 4π x_1 - 4π 10t - 4π x_2 = 4π (x_2 - x_1); como (x_2 - x_1) = 0.5m.
La diferencia de fase será: φ = 4π 0.5 = 2π .
La longitud de onda λ, de la ecuación y = 5cos 4π (10t-x) será: y = 5cos 2π (20t-2x) $\rightarrow$ k=2 y como $\rightarrow$ $\lambda = 1/k$, λ =0.5m $\rightarrow$ (x_2 - x_1) = λ $\rightarrow$ están en fase.

2) φ = (x_2 - x_1) = 0.25 $\rightarrow$ φ = 4π 0.25 = π $\rightarrow$ Tendrán un desfase de 180^0.

E5.-
En un punto de una cuerda inciden los impulsos de : : y_1 = 10cos (127t- 45^0); y_2 = 8cos (127t-15^0). Calcular: a)A, b) φ, y c) y, para t=0.1".

a) $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2-\varphi_1) \rightarrow \sqrt{100+64+2.10.8.\cos30}$ =17.39 cm.

b) φ = arc.Tang. $\dfrac{10\sin45+8\sin30}{10\cos45+8\cos15}$ = φ = arc.Tang1.62 = 58.77^0 Por tanto la ecuación quedará:
y = 17.39cos (127t- 58.27^0).

c) y = 17.39cos (127*0.1- 58.27^0) = -0.294 cm.

E6.-

Hallar a) la resultante de las ondas incidentes: $y_1 = 3 \cos(100t-0.05x_1)$, $y_2 = 3 \cos(100t-0.05x_2)$, b) la amplitud de un punto a 10 m. Y a 12.5m. de los focos emisores. c) Comprobar que la onda incidente y la resultante tienen la misma λ. d) Ecuación de los nodos.

a)

$$y = y_1 + y_2 = 6\cos\frac{(100t-0.05x_1+100t+0.05x_2)}{2}\cos\frac{(100t-0.05x_1-100t+0.05x_2)}{2} \rightarrow$$

$y = 6\ \mathrm{Cos}0.025(x_1-x_2)\ \mathrm{Cos}[100t-0.025(x_1-x_2)]$.

b) $Ar = 6\ \mathrm{Cos}0.025(x_1-x_2) \rightarrow Ar = 6\ \mathrm{Cos}0.025(10-12.5) \rightarrow Ar = 6\ \mathrm{Cos}0.0250.0625 = 5.98$ m.

c) $y = 3\cos(100t-0.05x_1) \rightarrow y = 3\cos 2\pi\left[\frac{50t}{\pi} - \frac{0.025x_1}{\pi}\right] \rightarrow$ como $\lambda = \pi/0.025 = 40\pi$ m.

$y = Ar\cos 2\pi\left[\frac{50t}{\pi} - \frac{0.025}{\pi}(x_1-x_2)\right] \rightarrow \lambda = \pi/0.025$ m.

d) La ecuación de los nodos seá : $Ar = 0$, $\cos 0.025(x_1-x_2) = 0 \rightarrow 0.025(x_1-x_2) = (2n+1)\pi/2 \rightarrow$
$x_1-x_2 = (2n+1)\ \pi/2 .\ 40 = (2n+1)\lambda/2 \rightarrow x_1-x_2 = 20\pi\ (2n+1)$.

Ondas Estacionarias:

Son aquellas que se producen cuando se superponen dos ondas de la misma frecuencia, amplitud y velocidad de propagación, pero en sentido contrario.

- **$y_1 = A\ \mathrm{Sin}(\omega t-\varphi)$, $y_2 = A\ \mathrm{Sin}(\omega t+\varphi)$**

1.- Cuerda con un extremo fijo:

$y = y_1 + y_2 = A\ \mathrm{Sin}(\omega t+\varphi) - A\ \mathrm{Sin}(\omega t-\varphi)$,

como $\sin A - \mathrm{Sin}B = 2\cos\frac{A \pm B}{2}\sin\frac{A \mp B}{2} \rightarrow$ $\boxed{y = 2A\mathrm{Sin}\varphi\ \mathrm{Cos}\omega t}$

2.- Superposición sin extremo fijo:

$y = y_1 + y_2 = A\ \mathrm{Sin}(\omega t+\varphi) + A\ \mathrm{Sin}(\omega t-\varphi) \rightarrow$ $\boxed{y = 2A\cos\varphi\ \mathrm{Sin}\omega t}$

Los **nodos** se presentan cuando **A=0** $\rightarrow$ Sin $\varphi = 0$, o que el Cosφ =0 según sea el caso 1 o el 2.

La distancia entre **nodos** estará a $\lambda/2$.

Los **vientres** o **antinodos** se darán cuando Ar = 2A; esto es, en el caso 1: Sin$\varphi = \pm 1$ y para el caso 2: cuando el Cos$\varphi = \pm 1$.

- **Si las ondas se representan como:** **y_1= A Cos (ω t- φ), y_2 = A Cos (ω t+ φ)**

y = $y_1 + y_2$ = 2A cos $\dfrac{2\pi(ft-kx+ft+kx)}{2}$ cos $\dfrac{2\pi(ft-kx-ft-kx)}{2}$ $\rightarrow$

y = 2A Cos (2 π f t) · Cos (2 π kx) $\rightarrow$

y = Ar · Cos (2 π f t)	**Ar = 2A Cos (2 π kx)**

Vientres sucesivos: Ar = 2A cuando Cos2 π = $\pm$ 1 $\rightarrow$ 2 π x = n π $\rightarrow$ x = $\dfrac{n}{2k} = \dfrac{n}{2}\lambda$

Para n = 0 $\rightarrow$ x = x_0 = 0 $\rightarrow$ Vientre 1

" n = 1 $\rightarrow$ x_1 = λ /2 $\rightarrow$ Vientre 2

Distancia entre vientres:

$x_2 - x_1 = \dfrac{n}{2}\lambda - \dfrac{n-1}{2}\lambda = \dfrac{\lambda}{2}$

Nodos sucesivos:

Cos (2 π kx) = 0 $\rightarrow$(2 π kx) = (2n+1) $\dfrac{\pi}{2}$ $\rightarrow$ X= (2n+1) $\dfrac{\lambda}{4}$

Para n = 0 $\rightarrow$ x = x_0 = $\dfrac{\lambda}{4}$ $\rightarrow$ Nodo 1

" n = 1 $\rightarrow$ x = x_1 = $\dfrac{3}{4}\lambda$ $\rightarrow$ Nodo 2

Distancia entre dos nodos sucesivos:

$x_n - x_{n-1} = (2n+1)\dfrac{\lambda}{4} - [2(n-1)+1]\dfrac{\lambda}{4} = (2n+1-2n+2-1)\dfrac{\lambda}{4} = \dfrac{\lambda}{2}$

E7.-

Una onda se propaga según, y = 2cos (100t-0.1x). Calcular: a) λ , b) Onda estacionaria, c) Distancia entre dos nodos consecutivos .

a) y=2cos (100t-0.1x) = 2cos2 π ($\dfrac{50}{\pi}$ · t - $\dfrac{0.05}{\pi}$ · x) $\rightarrow$ f = $\dfrac{50}{\pi}$ Hz ,, como λ = 1/k $\rightarrow$ λ = π /0.05

λ =20 π m. ;

v = λ / T $\rightarrow$ v = λ f $\rightarrow$ v = 20 π ($50/\pi$) = 1000 m/s.

b) $\left.\begin{array}{l} y_1 = 2\cos(100t - 0.1x) \\ y_2 = 2\cos(100t + 0.1x) \end{array}\right\}$ y = $y_1 + y_2$ $\rightarrow$

4cos $\dfrac{(100t-0.1x+100t+0.1x)}{2}$ cos $\dfrac{(100t-0.1x-100t+0.1x)}{2}$ $\rightarrow$

y = 4cos0.1xcos100t

c) Nodo:

Cuando cos0.1x = 0 $\rightarrow$ 0.1x = (2n+1) π /2 $\rightarrow$ x = (2n+1)5 π

Distancia: $x_n - x_{n-1}$ = (2n+1)5 π - [2(n-1)+1]5 π = 10 π m.

E8.-

Hallar la resultante de la interacción de las ondas: y_1 = 10 cos (1000t-250x), y_2 = 10 cos (1000t-250x).

a)

y = $y_1 + y_2$ = 20Sin $\frac{(1000t-250x)-(1000t+250x)}{2}$ cos $\frac{(1000t-250x)-(1000t+250x)}{2} \rightarrow$

y = 20Cos(250·x)·Sin(1000·t).

b) A = 0 en todos los nodos.

d) Habrá vientres cuando el Cos 250x= $\pm 1 \rightarrow$ 250·x = n $\pi \rightarrow$ x = n · $\frac{\pi}{250}$ y los sucesivos:

x_n-x_{n-1} = $\frac{\pi}{250}$ [n- (n+1)] = $\frac{\pi}{250}$ metros.