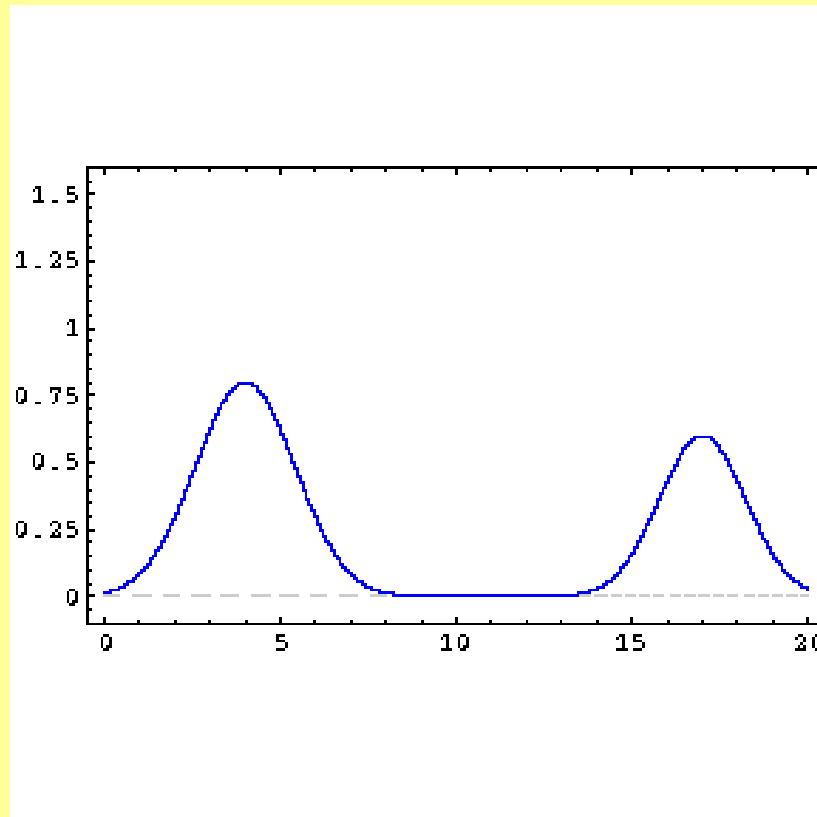


Física II, Ondas

Ondas transversales en una cuerda



Profesor: Pedro Labraña
Departamento de Física,
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil en Informática
Créditos: 5

Ondas Mecánicas

Tipos de Ondas, Ondas Viajeras, La ecuación de onda, El Principio de Superposición, Ondas Estacionarias.

El principio de superposición

Es un hecho experimental que para muchas clases de ondas dos o más ondas puedan atravesar el mismo espacio independientemente unas de otras.

Ej. La luz que recibimos de los objetos

Ej. Sonido: Podemos distinguir las notas de los diversos instrumentos que estén tocando en una orquesta.

El hecho de que las ondas actúen independientemente una de la otra, significa que el movimiento de cualquier partícula en un momento dado es simplemente la suma de los movimientos que le darían las ondas individuales solas.

Este proceso de suma se denomina superposición.

Interferencia de ondas

Interferencia es un término técnico que se refiere a los efectos físicos de la superposición de dos o más trenes de ondas.

A continuación consideraremos algunos casos particulares (pero de interes) de interferencia de dos trenes de ondas.

1) Interferencia de dos trenes de ondas de una misma amplitud que viajan hacia la derecha sobre una cuerda tensa y que estan desfasados en ϕ .

$$y_1(x, t) = y_m \text{ Sen}[kx - \omega t]$$

$$y_2(x, t) = y_m \text{ Sen}[kx - \omega t - \phi]$$

$$Y(x, t) = y_1 + y_2$$

Ver pizarra

$$Y(x, t) = \left(2y_m \cos[\phi/2]\right) \sin[kx - \omega t - \phi/2]$$

La superposición corresponde a una onda viajera hacia la derecha que viaja con la misma velocidad que las ondas que la componen pero cuya amplitud dependerá de la diferencia de fase entre las ondas que la componen.

Podemos notar que dependiendo de la fase ϕ la interferencia será constructiva o destructiva

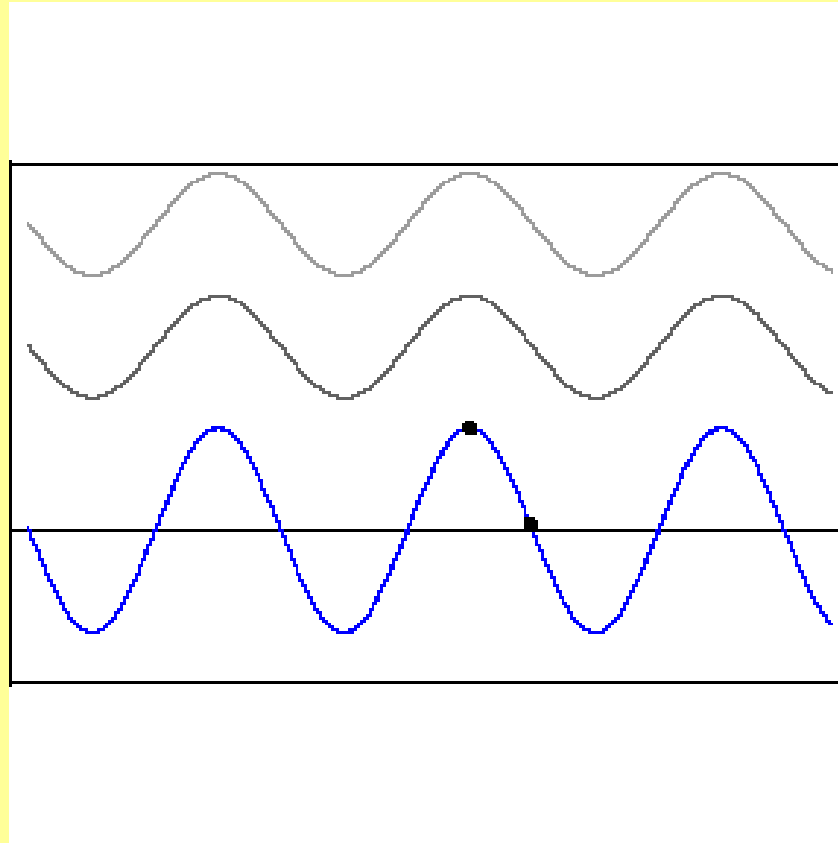
$$\phi = 0$$

Interferencia constructiva

$$\phi = \pi$$

Interferencia destructiva

$$\begin{aligned}\cos(a + b) &= \cos(a) \cos(b) - \sin(a) \sin(b) \\ \cos(a - b) &= \cos(a) \cos(b) + \sin(a) \sin(b)\end{aligned}$$



En esta animación se consideró una diferencia de fase que cambia con el tiempo, de manera de observar los diferentes tipos de interferencia.

2) Ondas estacionarias I: Interferencia de dos trenes de ondas armónicas de igual frecuencia y amplitud que viajan en sentidos contrarios en una cuerda tensa.

$$y_1(x, t) = y_m \text{ Sen}[kx - \omega t]$$

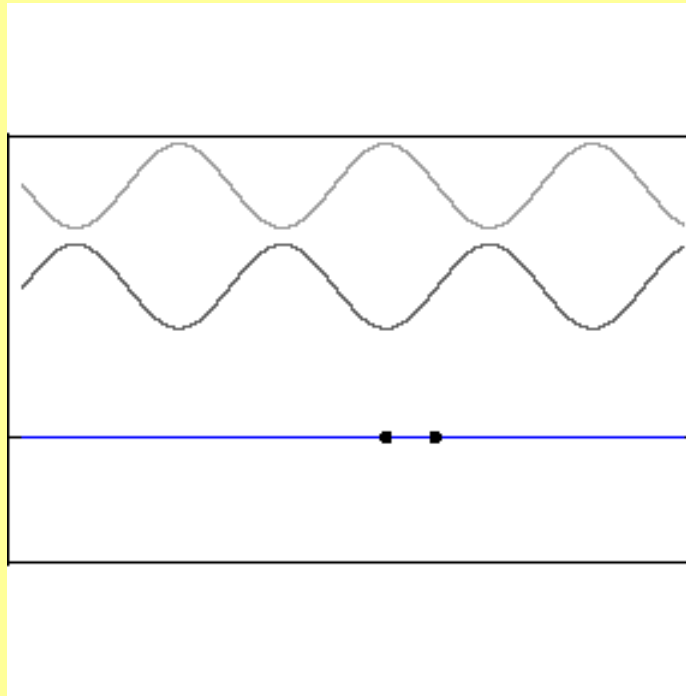
$$y_2(x, t) = y_m \text{ Sen}[kx + \omega t]$$

$$Y(x, t) = y_1 + y_2$$

Resultado

$$Y(x, t) = 2y_m \text{ Sen}[kx] \text{ Cos}[\omega t]$$

Ver pizarra



Cada punto de la cuerda simplemente oscila con una misma frecuencia ω . Es decir realiza un movimiento armónico simple con frecuencia ω .

La amplitud de oscilación dependerá de la posición del punto en la cuerda. Hay puntos donde la oscilación es máxima (Antinodos) y hay puntos donde la oscilación tiene amplitud cero (nodos), ver animación.

Luego tenemos que la superposición de estos dos trenes de onda genera una onda estacionaria. No hay propagación ni hacia la derecha ni hacia la izquierda.

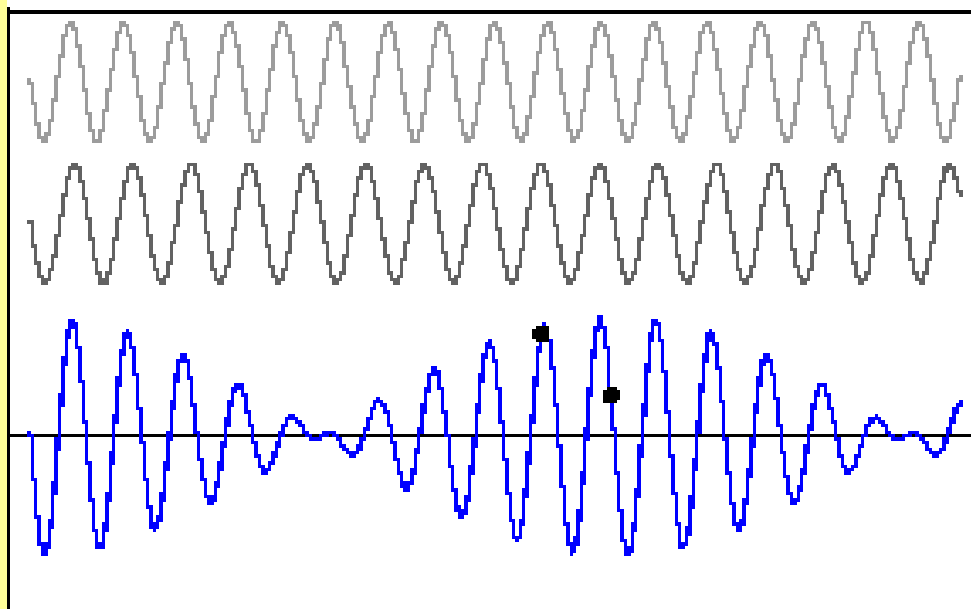
2) Batidos (pulsaciones): Interferencia de dos trenes de ondas armónicas de diferente frecuencia pero igual amplitud que viajan en el mismo sentido y con la misma velocidad. Por ejemplo en una cuerda tensa.

$$Y(x, t) = y_m \text{Sen}[k_1 x - w_1 t] + y_m \text{Sen}[k_2 x - w_2 t]$$

$$Y(x, t) = 2y_m \text{Cos} \left[\frac{(k_1 - k_2)}{2} x - \frac{(w_1 - w_2)}{2} t \right] \text{Sen} \left[\frac{(k_1 + k_2)}{2} x - \frac{(w_1 + w_2)}{2} t \right]$$

Envolvente

Ver pizarra



El resultado de esta interferencia es el producto de dos ondas viajeras. Una es una función Seno que oscila con frecuencia

$$w_+ = \frac{(w_1 + w_2)}{2}$$

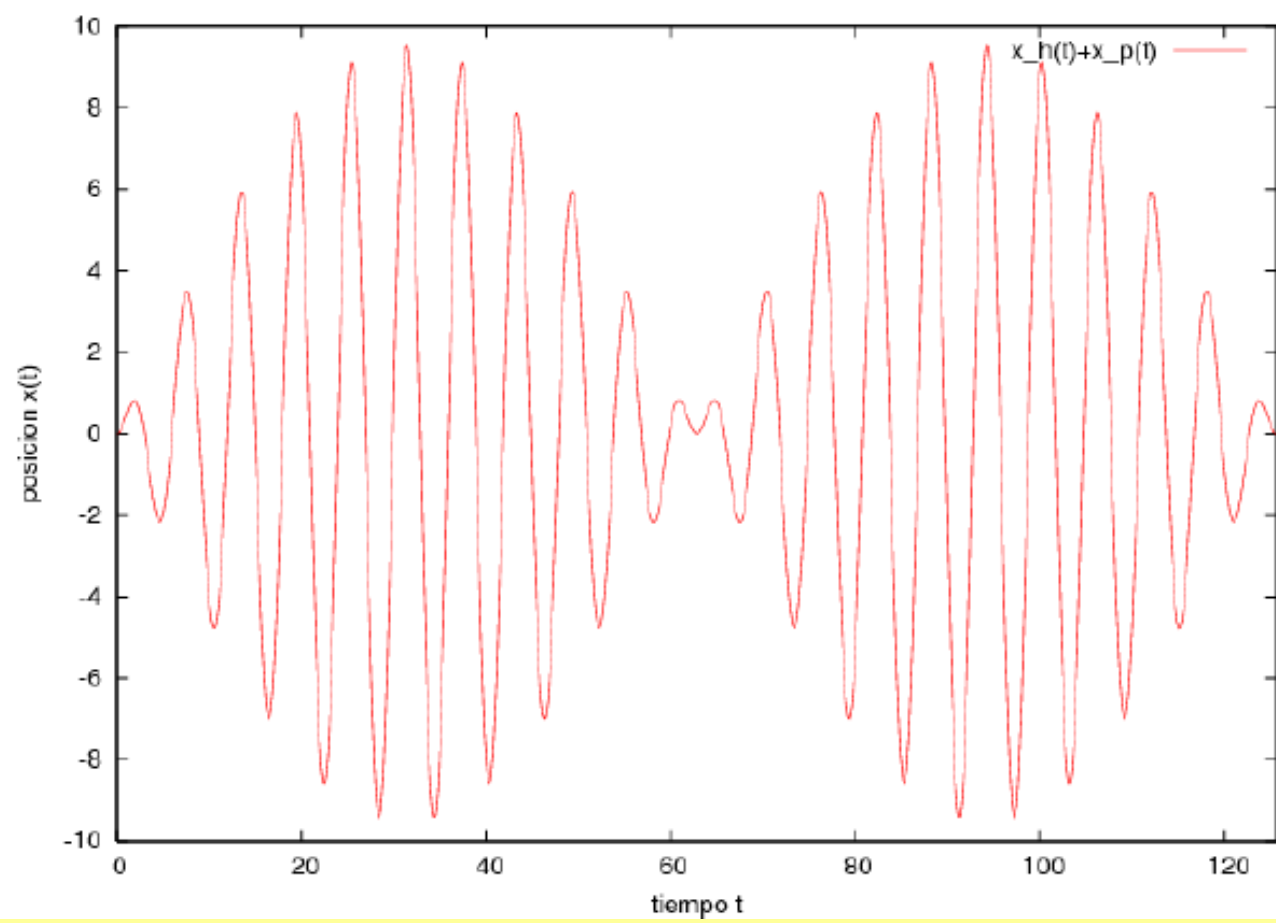
Esta es la frecuencia que “escuchamos”

El otro término es un Coseno que oscila con frecuencia

$$w_- = \frac{(w_1 - w_2)}{2}$$

Este término controla la amplitud de la envolvente de la onda total y es el responsable de los pulsos que “escuchamos”.

¿cuánto vale la frecuencia de los pulsos?



Fin