UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO

Física II
clase 10 (15/04)

Profesor: M. Antonella Cid
Departamento de Física, Facultad de Ciencias
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil Informática

UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO

Interferencia de Ondas

- Cuando tenemos dos ondas idénticas que viajan en la misma dirección:

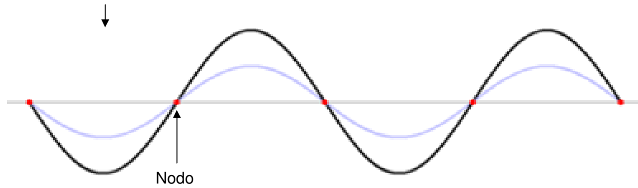
$$\boxed{y(t,x) = [2y_m \cos(\Delta\phi/2)]\sin[kx - \omega t - \phi']}$$

$$\phi' = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \qquad \Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$ **: diferencia de fase**

- La onda resultante tiene una amplitud diferente, pero la misma frecuencia y longitud de onda que las componentes.
- Si la diferencia de fase es cero, se dice que **las ondas están en fase** y la amplitud de la resultante es el doble de la amplitud original.
- Si la diferencia de fase es cercana a 180°, la amplitud resultante es casi cero.

Ondas estacionarias

- Una onda estacionaria consiste de dos ondas de la misma amplitud, frecuencia y longitud de onda que viajan en el mismo medio pero en direcciones opuestas, al encontrarse ellas interfieren.
- La onda estacionaria presenta un patrón de nodos y antinodos.
- Los nodos son puntos fijos donde la amplitud del movimiento de un elemento de medio en ese lugar es cero.
- Los antinodos son puntos fijos donde la amplitud del movimiento de un elemento de medio en ese lugar es máxima



Ondas estacionarias

Consideremos 2 ondas viajeras con la misma amplitud, longitud de onda y frecuencia que viajan en sentidos opuestos:

$$y_1(t,x) = y_m \sin(kx - \omega t)$$
$$y_2(t,x) = y_m \sin(kx + \omega t)$$

Al superponer ambas ondas, el patrón de onda resultante no corresponde a una onda viajera y la amplitud de vibración de la onda resultante es diferente para cada elemento de medio

$$\begin{aligned} y(t,x) &= y_1(t,x) + y_2(t,x) \\ &= \underbrace{2y_m \sin kx}_{\text{amplitud de la onda}} \cos \omega t \end{aligned}$$

Cada partícula experimenta un M.A.S. con frecuencia ω pero la amplitud depende de la posición del elemento de medio

Nodos y Antinodos

Se presenta un nodo cuando:

$$\sin kx = 0 \quad \Rightarrow \quad kx = n\pi \quad \Rightarrow \quad x = \frac{n}{2}\lambda \qquad n=0,1,2,\ldots$$

Se presenta un antinodo cuando:

$$\sin kx = \pm 1 \quad \Rightarrow \quad kx = \left(n + \frac{1}{2}\right)\pi \quad \Rightarrow \quad x = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$$

$n=0,1,2,\ldots$

Dos nodos o dos antinodos consecutivos están separados una distancia $\lambda/2$

La separación entre un nodo y un antinodo consecutivo es $\lambda/4$

Nodos y Antinodos

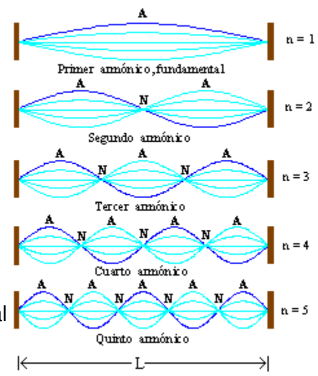
- Podemos construir ondas estacionarias en una cuerda superponiendo la onda incidente y la onda reflejada
- En una cuerda pueden presentarse varias ondas estacionarias diferentes, las cuales se denominan **armónicos**
- La condición para que se presente una onda estacionaria en una cuerda (de longitud L) es que encontremos 2 nodos en los extremos de la cuerda dado que ambos extremos están fijos (generalmente)
- Entonces la longitud de la cuerda debe ser igual a un número entero de $\lambda/2$ (la separación entre 2 nodos consecutivos)

Armónicos

Para una cuerda de largo L y rapidez de propagación constante v, sólo para determinadas frecuencias se presentan ondas estacionarias

$$L = n\frac{\lambda}{2} \quad \Rightarrow \quad \lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$\Rightarrow \quad f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{vn}{2L}$$



$$n = 1, 2, 3, \ldots$$

Las frecuencias f_n se denominan ***frecuencias naturales*** del sistema oscilatorio (la cuerda). Cuando la frecuencia de la fuerza impulsora coincide con una frecuencia natural permitida se produce una onda estacionaria y el sistema comienza a oscilar con gran amplitud. Esto se denomina ***condición de resonancia***

Ejemplo

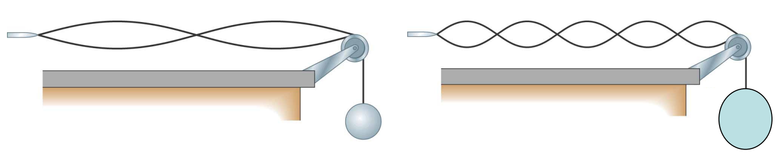
- Una cuerda fija en ambos extremos tiene una longitud de 8.36 [m] y una masa de 122 [g]. La cuerda tiene una tensión de 96.7 [N] y es sometida a una vibración. ¿Cuál es la velocidad de las ondas en la cuerda?. ¿Cuál es la longitud de onda de la onda estacionaria más larga posible? Indique la frecuencia de esa onda

Ejemplo

- Una cuerda de 75.5 [cm] está estirada entre soportes fijos. Se observa que tiene frecuencias de resonancia de 420 [Hz] y 315 [Hz] y ninguna otra entre estas dos. ¿Cuál es la frecuencia de resonancia más baja para esta cuerda? ¿Cuál es la rapidez de las ondas en esta cuerda?

Ejemplo

- Un extremo de una cuerda vertical se une a una paleta que vibra, mientras que en el otro extremo se suspende una masa de 2 [kg]. La cuerda vibra en su segundo armónico como muestra la figura. ¿Qué masa debe suspenderse de la cuerda para que (con la misma frecuencia) se observe el quinto armónico?



UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO

Ejemplo

- Un extremo de una cuerda de 120 [cm] se mantiene fijo. El otro extremo está unido a un anillo sin peso que puede deslizarse a lo largo de una barra sin fricción. ¿Cuáles son las tres longitudes de onda más grandes posibles de ondas estacionarias en la cuerda?