

## Auxiliar 5

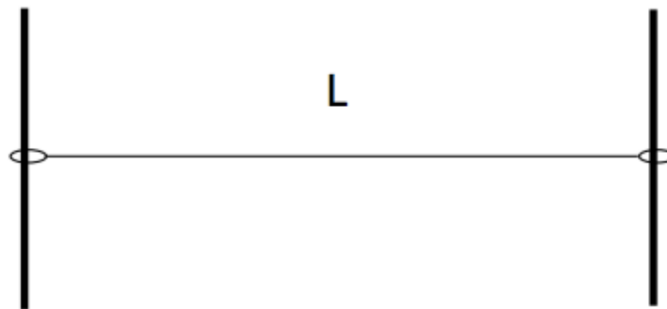
Profesor: Claudio Falcón.  
Auxiliar: Enrique Navarro.  
Fecha: 20/09/2021

### Conceptos Importantes

Efecto Doppler, Sonido, Condiciones de Borde

#### P1. Borde Libre

Considere una cuerda de largo  $L$ , tensión  $T$  y densidad de masa  $\mu$  que tiene sus bordes libres.



- Imponga las condiciones de borde
- Demuestre que los modos normales de oscilación  $y_n(x, t)$  vienen dados por:

$$y_n(x, t) = B_n \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \cos(nw_1 t)$$

donde  $w_1 = \frac{\pi}{L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  y  $n = 1, 2, 3, \dots$

- Dibuje los 3 primeros modos normales

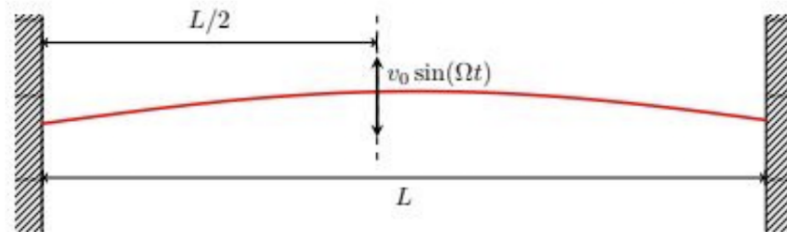
#### P2. Efecto Doppler

Un auto que va por una calle del centro de Santiago viaja a una velocidad de 40 [m/s] y su bocina suena a una frecuencia de 440 [Hz], este cruza camino con un ciclista que va en sentido contrario a una velocidad de 25 [m/s] (considerar la velocidad del sonido de 340 [m/s]).

- ¿Qué frecuencia percibe el ciclista cuando la bocina suena antes de cruzarse?
- ¿Qué frecuencia percibe el ciclista cuando la bocina suena después?
- Escriba la función de onda que percibe el ciclista de la bocina si el auto y el ciclista están detenidos, asuma que tiene una variación de presión de  $A$  [Pa], usando los parámetros de este problema.

### P3. Bordes fijos y forzamiento

Considere una cuerda de masa  $M$ , longitud  $L$  con ambos extremos fijos, sometida a una tensión  $T$ . Mediante un mecanismo electromecánico se hace oscilar el punto medio de la cuerda con una velocidad dada por la expresión  $v_0 \sin(\Omega t)$ .



- Escriba las condiciones de borde o restricciones apropiadas para el problema.
- Suponiendo soluciones de la forma  $y(x, t) = A \sin(kx\omega t) + B \sin(kx + \omega t)$ , encuentre las longitudes de onda de los modos de oscilación permitidos por este sistema. Bosqueje los primeros 3 modos.
- Escriba la función  $y_n(x, t)$  simplificada para la forma de la onda en el  $n$ -ésimo modo.

### P4. Efecto Doppler II

Una alpinista camina hacia una montaña a una rapidez de  $5 \text{ [m/s]}$ , de pronto empieza a silbar a una frecuencia de  $295 \text{ [Hz]}$ , el alpinista se percata que existe eco y el silbido que escucha de vuelta es más agudo en comparación al suyo (considerar la velocidad del sonido de  $320 \text{ [m/s]}$ ).

- ¿A que frecuencia escucha el eco del silbido?
- Si el alpinista esta a  $1 \text{ milla (1600 [M ts])}$  de la montaña ¿Cuánto se demora en escuchar el eco?
- Escriba la función de onda del silbido si el montañista se detiene, asuma que tiene una variación de presión de  $B \text{ [Pa]}$ , usando los parámetros de este problema.