



Física II

clase 11 (20/04)

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

Carrera: Ingeniería Civil Informática



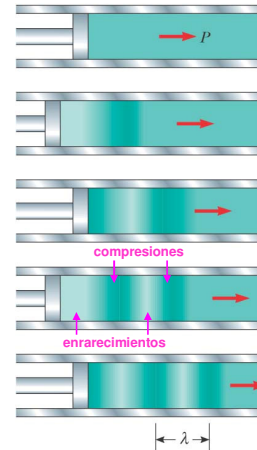
Ondas de Sonido

- La onda mecánica longitudinal más conocida es la onda de sonido. Los elementos de medio vibran (respecto de su posición de equilibrio) en la misma dirección en la cual se propaga la onda
- Las ondas sonoras se clasifican como:
 - Ondas audibles: $20 [Hz] < f < 20000 [Hz]$
 - Ondas ultrasónicas o supersónicas: $f > 20000 [Hz]$
 - Ondas infrasónicas: $f < 20 [Hz]$
- Las ondas sonoras viajan en 3 dimensiones pero podemos simplificar la situación haciendo que éstas viajen en un tubo.

Ondas de Sonido en un Tubo

Consideremos un **tubo largo** (para poder ignorar la posible reflexión de ondas) lleno de un **medio compresible**.

En uno de los extremos del tubo hay un émbolo (o pistón) que se mueve alternadamente. Cuando el **émbolo** se mueve hacia la derecha e izquierda **comprime y enrarece** el medio respectivamente. Compresiones y enrarecimientos pueden considerarse como aumentos y disminuciones de la densidad local en relación a su valor promedio, respectivamente. Equivalentemente, compresiones y enrarecimientos pueden verse como aumentos y disminuciones de la presión local.



© 2004 Thomson/Brooks Cole

Velocidad del Sonido

En ondas longitudinales en fluidos la propiedad elástica que describe cómo responde el medio a cambios de presión con un cambio de volumen se denomina **módulo volumétrico de elasticidad**

$$B = -\frac{\Delta p}{\Delta V} V$$

El signo menos mantiene B positivo dado que el volumen disminuye con un aumento de presión.

La velocidad del sonido es dada en términos del módulo volumétrico y la densidad de volumen como:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

En sólidos el módulo volumétrico es reemplazado por el módulo de Young

La velocidad del sonido también varía con la temperatura de acuerdo a la relación:

$$v = 331 \sqrt{1 + \frac{T_C}{273^\circ[C]}}$$



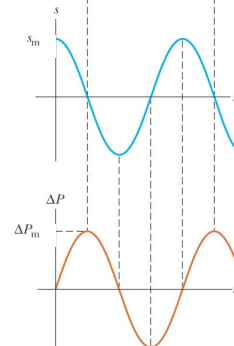
Descripción de una onda de sonido

- Consideremos un tren continuo de compresiones y enrarecimientos que viajan a lo largo de un tubo lleno de fluido.
- Podemos enfocar nuestra atención en el desplazamiento de un elemento de medio $s(t,x)$ o en las variaciones periódicas de la presión en nuestra ubicación $\Delta p(t,x)$:

$$s(t, x) = s_m \cos(kx - \omega t)$$

$$\Delta p(t, x) = \Delta p_m \sin(kx - \omega t)$$

- Ambas descripciones están desfasadas 90° o $\pi/2$ rad.
- La variación de presión es máxima cuando el desplazamiento desde el equilibrio es cero y viceversa



© 2004 ThomsonBrooks Cole

$$\Delta p_m = \rho v \omega s_m$$



Próxima clase

- Energía que transporta una onda de sonido
- Intensidad del sonido
- Ondas estacionarias de sonido