física/ondas

filofima.com.br

Velocidade do Som

- Matematicamente

$$v_{som} = \sqrt{\frac{B}{\rho}}, \quad B = -V\frac{\Delta P}{\Delta V}$$

Módulo elasticidade volumétrico

- Alguns valores

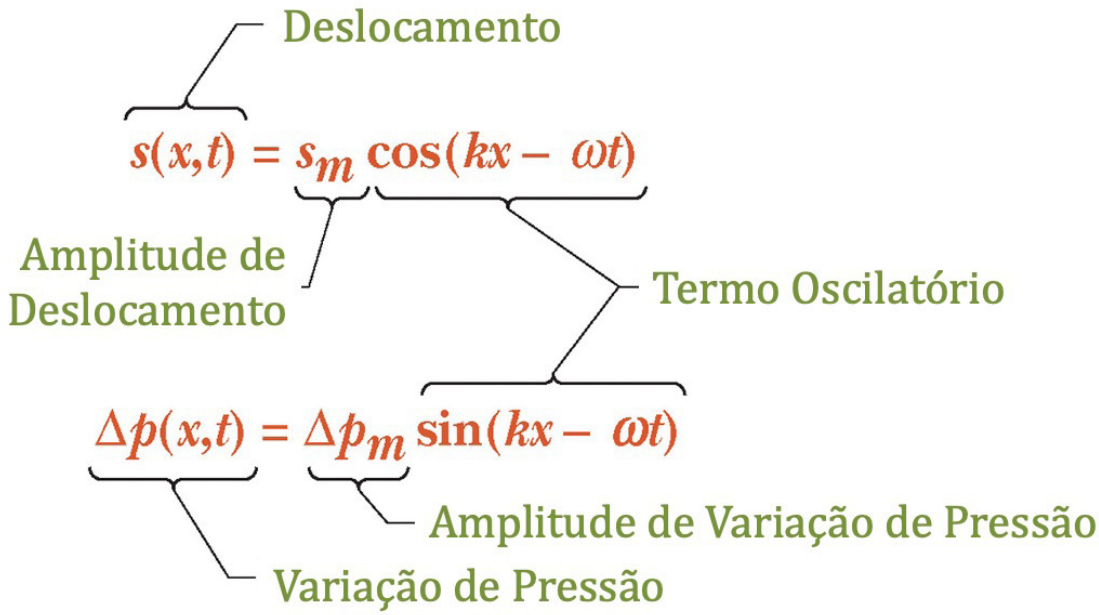
Meio	Substância	v/(m/s)
Gás	Ar (20°C)	343
Líquido	Água (20°C)	1482
Sólido	Aço	5491
	Alumínio	6420
	Granito	6000

Fonte: Halliday, Vol. 2, 8ª ed.

física/ondas

filofima.com.br

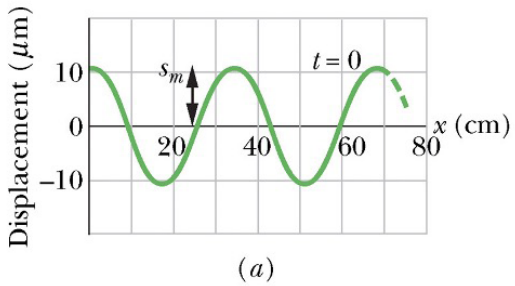
Onda Sonora Progressiva



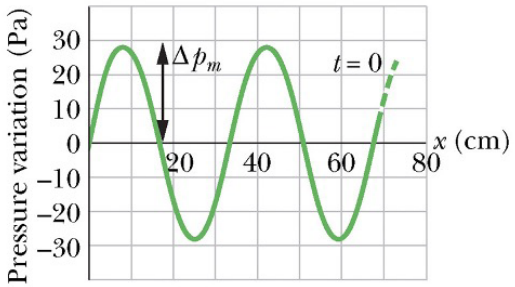
física/ondas

filofima.com.br

Onda Sonora Progressiva



(a)



(b)

- Relação entre amplitudes

$$\Delta p_{max} = (v\rho\omega)s_{max}$$

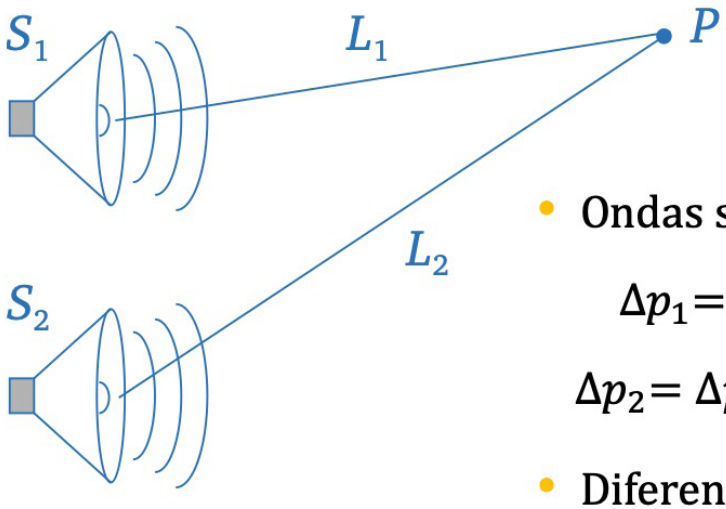
onde $\omega = 2\pi f$

- Unidade de medida
  - $[\Delta p_{max}]$ = Pa, pascal
  - $[s_{max}]$ = m, metro
  - $[v] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$, metro por segundo
  - $[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, quilograma por metro cúbico
  - $[f]$ = Hz, hertz

física/ondas

filofima.com.br

Interferência



- Ondas sonoras

$$\Delta p_1 = \Delta p_{max}\,\text{sen}(kx - \omega t)$$

$$\Delta p_2 = \Delta p_{max}\,\text{sen}(kx - \omega t + \phi)$$

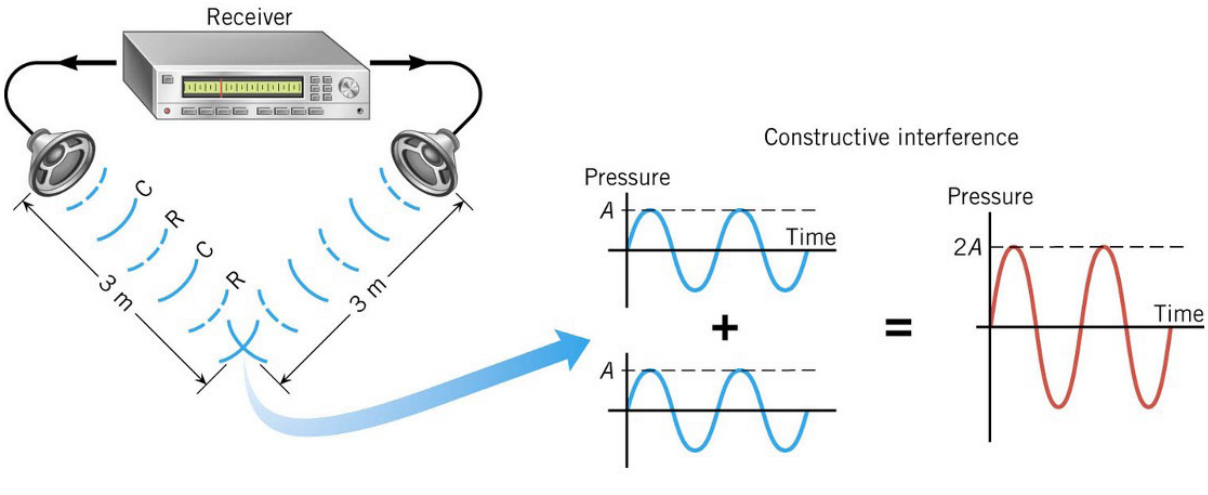
- Diferença de percurso (na fase)

$$\frac{\phi}{2\pi} = \frac{\Delta L}{\lambda}$$

Interferência

- Interferência construtiva

$$\frac{\Delta L}{\lambda} = m, \quad m = 0,1,2,\ldots$$



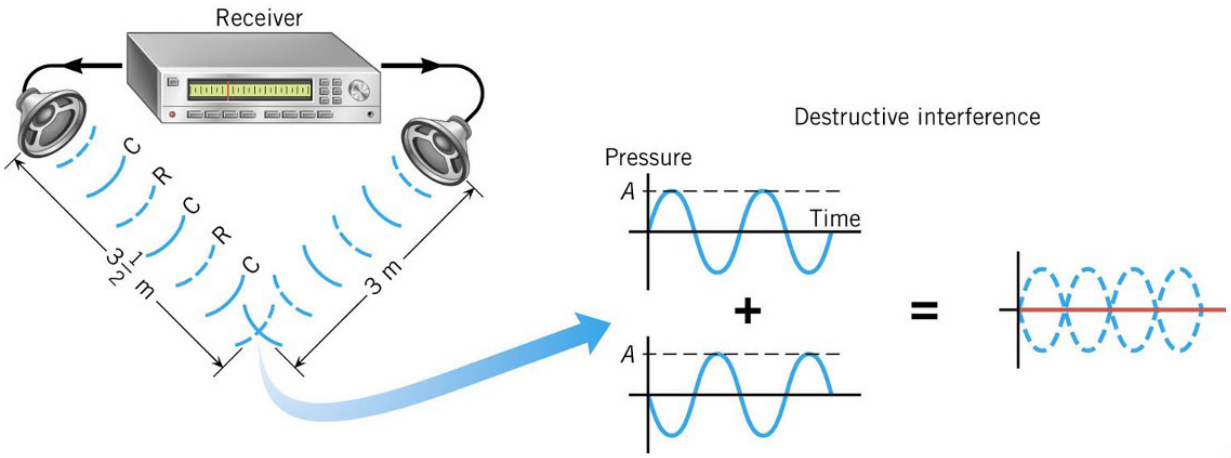
física/ondas

filofima.com.br

Interferência

- Interferência destrutiva

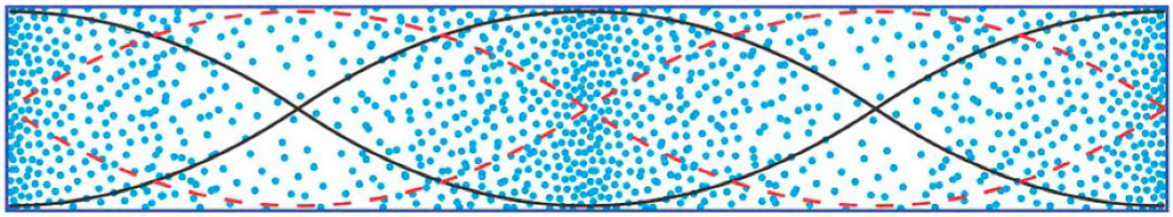
$$\frac{\Delta L}{\lambda} = m + \frac{1}{2}, \quad m = 0,1,2, \ldots$$



física/ondas
filofima.com.br

Som Encanado

- Ilustração de um modo normal dentro de um tubo fechado



- Linha preta contínua: amplitude da pressão no interior do tubo; $\Delta p = \Delta p_m \cdot \text{sen}(k \cdot x - \omega \cdot t)$
- Linha vermelha tracejada: amplitude de deslocamento das moléculas; $\Delta x = \Delta x_m \cdot \cos(k \cdot x - \omega \cdot t)$
- Pontilhado: distribuição de moléculas do interior do tubo.

física/ondas

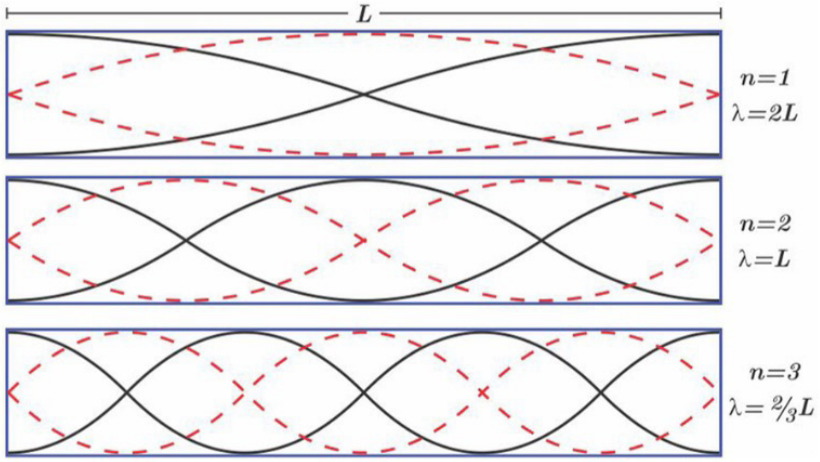
filofima.com.br

Som Encanado

- Tubo Fechado
- Propriedade

$$f_n = \frac{n}{2L} v_{som}$$

$$n = 1,2,3,4, \ldots$$



- Linha preta contínua: amplitude da variação da pressão no interior do tubo
- Linha vermelha tracejada: amplitude de deslocamento das moléculas

física/ondas

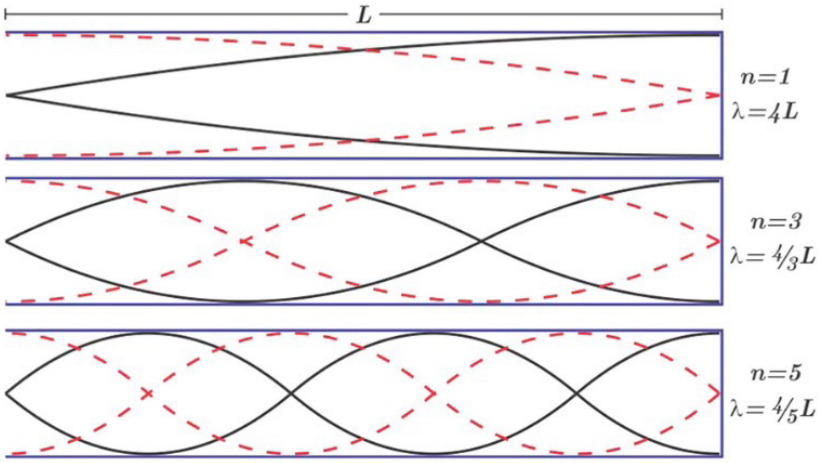
filofima.com.br

Som Encanado

- Tubo Semiaberto
- Propriedade

$$f_n = \frac{n}{4L} v_{som}$$

$$n = 1,3,5,7 \ldots$$



- Linha preta contínua: amplitude da variação da pressão no interior do tubo
- Linha vermelha tracejada: amplitude de deslocamento das moléculas

física/ondas

filofima.com.br

Referências

- David HALLIDAY, RESNICK, Jearl WALKER. *Fundamentos de Física*. Vol. 2, 9ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- John D. CUTNELL & Kenneth W. JOHNSON. *Física*. Vol. 1, 9ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- Dirceu D'Alkmin Telles (Editor), João Mongelli Netto (Editor). *Física com Aplicação Tecnológica: Oscilações, Ondas, Fluidos e Termodinâmica*. Vol. 2. São Paulo: Ed. Blucher, 2013.
- Daniel Cosmo Pizetta *et al*. *Uma avaliação experimental do tubo de ondas sonoras estacionárias*. Rev. Bras. Ensino Fís. 39 (3). 2017. https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0264 (último acesso, 14/11/2022)

física/ondas

filofima.com.br