



Disciplina 4300357

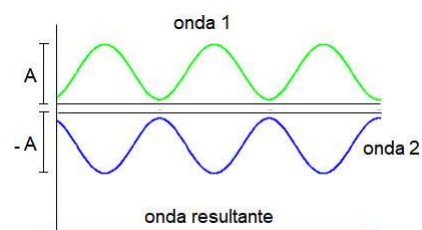
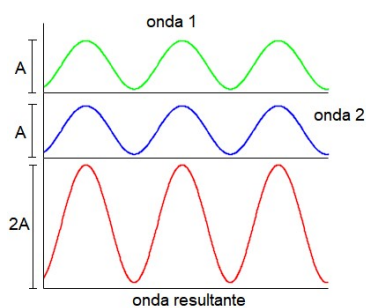
Oscilações e Ondas

Aula 10

Superposição de Ondas

Quando várias ondas se combinam em um ponto, o deslocamento de cada partícula num dado instante de tempo é simplesmente a soma dos deslocamentos nela causados por cada onda considerada agindo isoladamente das demais.

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



Superposição de Ondas

$$y_1(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$$

$$y_2(x, t) = A \sin(kx + \omega t)$$

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

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t)$$

$$\sin B + \sin C = 2 \sin \frac{1}{2}(B + C) \cos \frac{1}{2}(B - C)$$

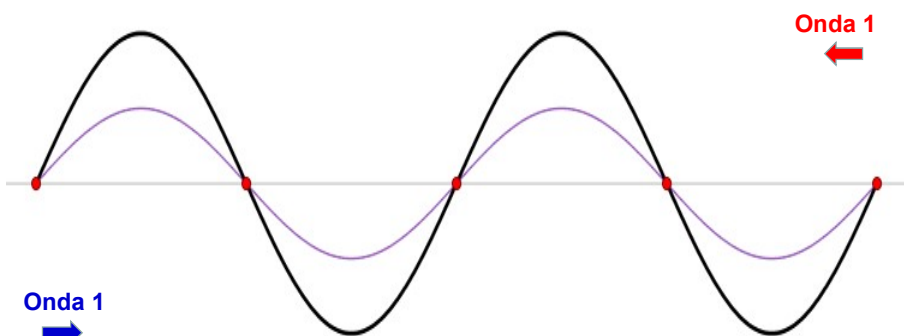
$$y(x, t) = 2A \sin \left[\left(\frac{1}{2} \right) (kx - \omega t + kx + \omega t) \right] \cos \left[\left(\frac{1}{2} \right) (kx - \omega t - kx - \omega t) \right]$$

$$y(x, t) = 2A \sin \left[\left(\frac{1}{2} \right) (2kx) \right] \cos \left[\left(\frac{1}{2} \right) (-2\omega t) \right]$$

$$y(x, t) = 2A \sin kx \cos \omega t \quad f(x - vt)??$$

$$y(x, t) = 2A \sin kx \cos \omega t$$

Onda Estacionária



Onda Estacionária

$$y(x, t) = 2A \sin kx \cos \omega t$$

Amplitude $A^* = 2A \sin kx$

x=0 $A^* = 0$

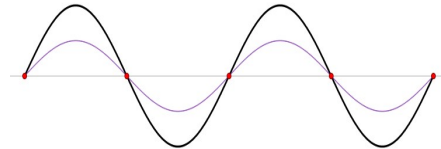
senkx=1 $A^* = 2A$

para $kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}$

para $kx = n \frac{\pi}{2}$ com n=1,3,5,...

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = n \frac{\pi}{2}$$

$$x = n \frac{\lambda}{4} \text{ com } n=1,3,5,\dots$$



Onda Estacionária

$$y(x, t) = 2A \sin kx \cos \omega t$$

Amplitude $A^* = 2A \sin kx$

nó $A^* = 0$

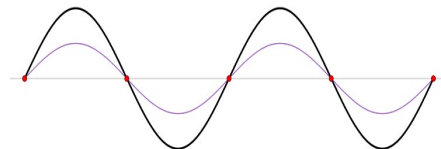
senkx = 0

para $kx = \pi, 2\pi, 3\pi$

para $kx = n\pi$ com n=1,2,3,...

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = n\pi$$

$$x = n \frac{\lambda}{2} \text{ com } n=1,2,3,\dots$$

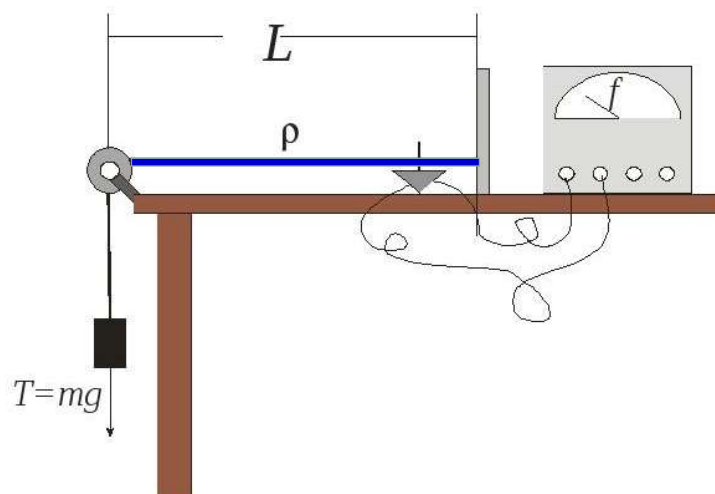


Duas ondas senoidais se propagam na mesma região do espaço. Suas funções de onda individuais são dadas por: $y_1(x,t) = 4 \text{ sen } (3x - 2t)$

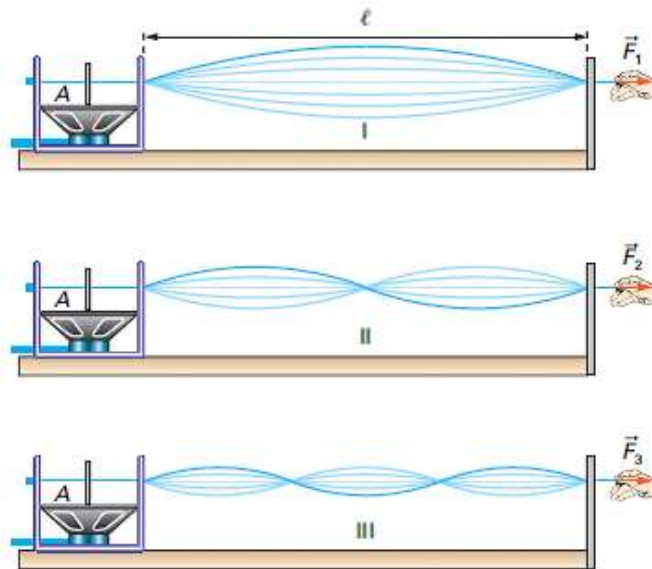
$$y_2(x,t) = 4 \text{ sen } (3x + 2t) \text{ , onde } x \text{ e } y \text{ estão em cm.}$$

- a) Qual o fenômeno observado da superposição destas ondas?
- b) Encontre o deslocamento máximo de uma partícula do meio em $x = 2.3 \text{ cm}$
- c) Encontre as posições dos nós e dos antinós.

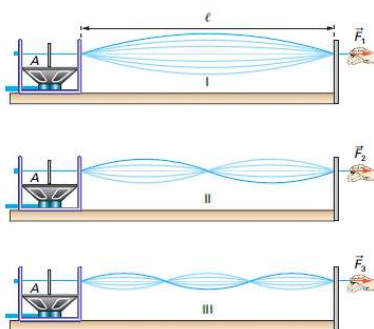
Cordas vibrantes



Cordas vibrantes



Cordas vibrantes



Comprimento da corda: L

Distância entre dois nós adjacentes: $\frac{\lambda}{2}$

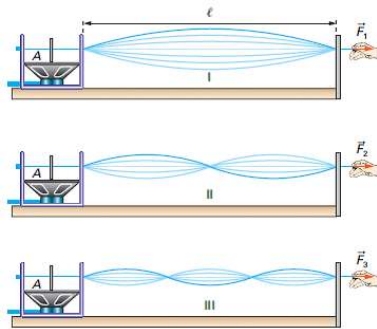
↑
Uma onda estacionária
deve produzir nós nas
suas duas extremidades

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{com } n=1,2,3,\dots$$

$$n\lambda = 2L$$

$$\lambda = \frac{2L}{n} \quad \leftarrow \text{Condição para existir uma onda estacionária}$$

Cordas vibrantes



Em que frequência isso acontece?

$$v = \lambda f$$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

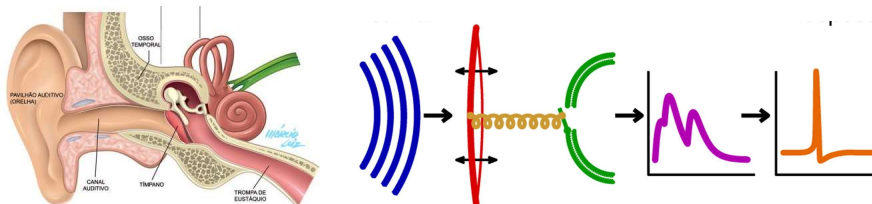
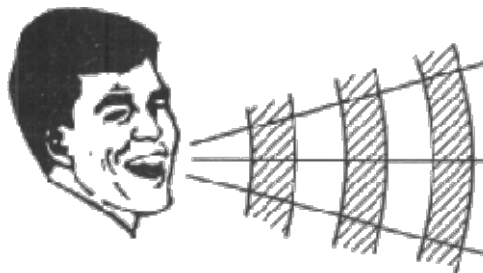
$$f = \frac{v}{2L} n$$

Frequência fundamental $f_1 = \frac{v}{2L}$ $n = 1$

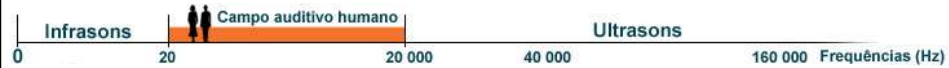
2º harmônico $f_2 = \frac{v}{L}$ $n = 2$

3º harmônico $f_3 = \frac{v}{L}$ $n = 3$

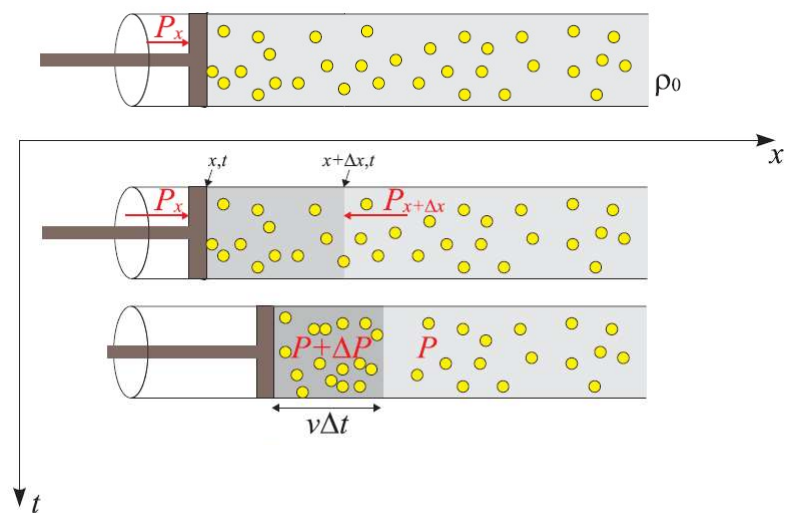
Ondas Sonoras



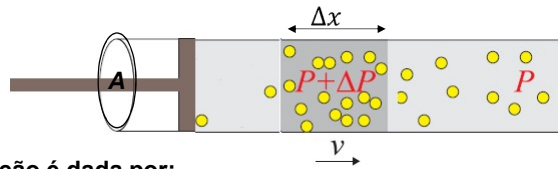
Ondas Sonoras



Pulsos Acústicos



Pulsos Acústicos



A propagação é dada por:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\Delta x = v\Delta t$$

$$V = A\Delta x = Av\Delta t$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{A\Delta v\Delta t}{Av\Delta t}$$

A massa do pulso:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

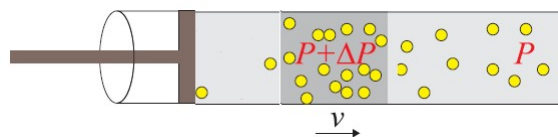
$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta v}{v}$$

$$m = \rho V$$

$$m = \rho A\Delta x$$

$$m = \rho Av\Delta t$$

Pulsos Acústicos



2LN nesse elemento:

$$\sum F = ma$$

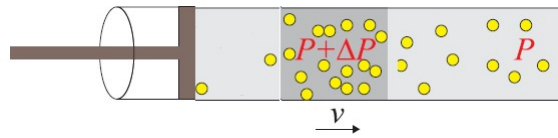
$$PA - (P + \Delta P)A = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$-\Delta PA = \rho Av\Delta t \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$-\Delta P = \rho v \Delta v \quad \frac{v}{v} = \rho v^2 \frac{\Delta v}{v} = \rho v^2 \frac{\Delta V}{V}$$

$$-\Delta P = \rho v^2 \frac{\Delta V}{V}$$

Pulsos Acústicos



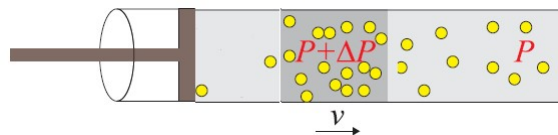
$$-\Delta P = \rho v^2 \frac{\Delta V}{V}$$

$$v^2 = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V} \rho}$$

$$\beta = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}}$$

$$v^2 = \frac{\beta}{\rho}$$

Pulsos Acústicos



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

Velocidade de Propagação do Som

Velocidade de Propagação do Som

Meio	T(°C)	v (m/s)
ar	0	331
H ₂	0	1286
O ₂	0	317
H ₂ O	15	1450
Pb	20	1230
Al	20	5100
Cu	20	3560
borracha	20	54