Física I: mecànica

Luis Carlos Pardo
Despatx C2.4

Introducció

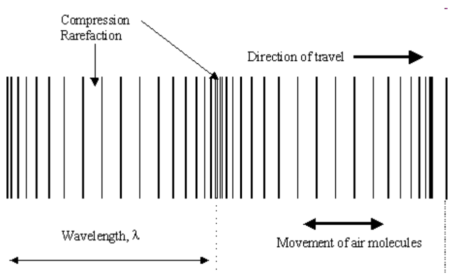
La propagación en el espacio de una perturbación periódica se denomina **onda** y el movimiento de las partículas del sistema es un **movimiento ondulatorio**.

Perturbació pressió de l'aire: Ones acústiques
Perturbació camp electromagnètic: Ones electromagnètiques

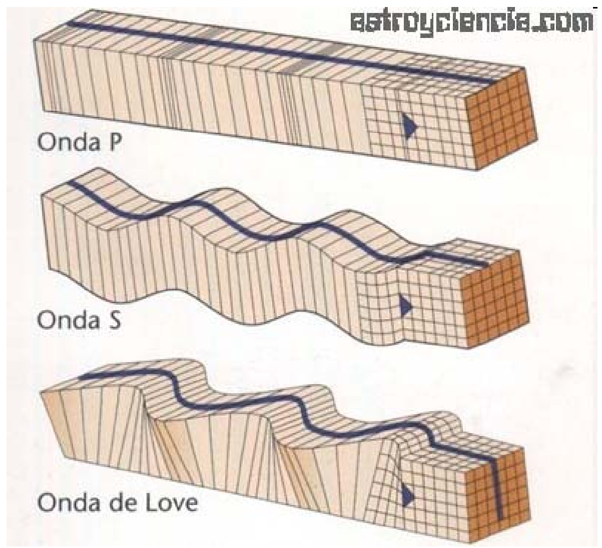
Física quàntica: les ones son partícules (λ=h/P, h=6.6 $\times 10^{-34}$ Js, P=mv)

Tipus d'ones:

Longitudinals



Transversals



$v_p = 1.43 v_s$

Introducció

Ones mecàniques:

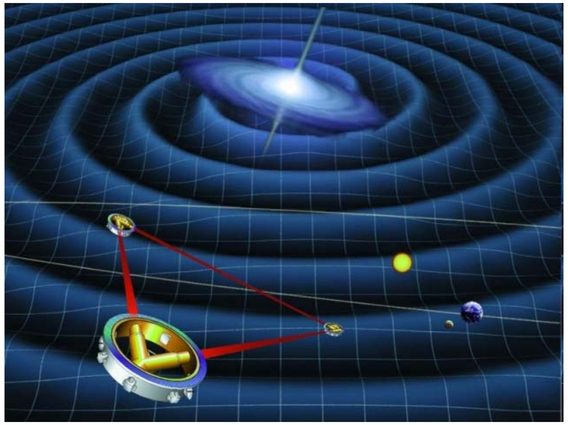
Necessiten un medi elàstic (sòlid, líquid o gasós) per ropagar-se.
Poden ser degudes a forces internes o externes del mateix medi.

Ones electromagnètiques

les ones electromagnètiques es propaguen per l'espai sense necessitat d'un medi, poden propagar-se en el buit.

Ones gravitacionals (Grup d'Astronomia i Astrofísica)

- Són pertorbacions gravitacionals que alteren la geometria mateixa de l'espaitemps
- No podem dir que es desplacin per cap espai, són en si mateixes alteracions de l'espaitemps.
- Conceptualment es tracta d'una predicció de la teoria de la relativitat no totalment confirmada ➔ LISA



en.wikipedia.org/wiki/Laser_Interferometer_Space_Antenna
enginyeriafisica.etsetb.upc.edu/recerca/ciencies_del_espai

Física Quàntica: Ones de probabilitat

Les partícules es poden comportar coma ones!!!

$$h = 6.6 \cdot 10^{-34}\, Js$$

Constant de Planck

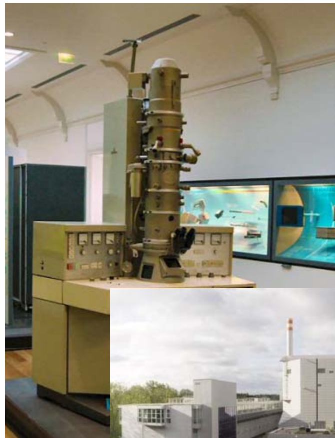
$$\lambda = \frac{h}{P}$$

Longitud d'ona de De Broglie

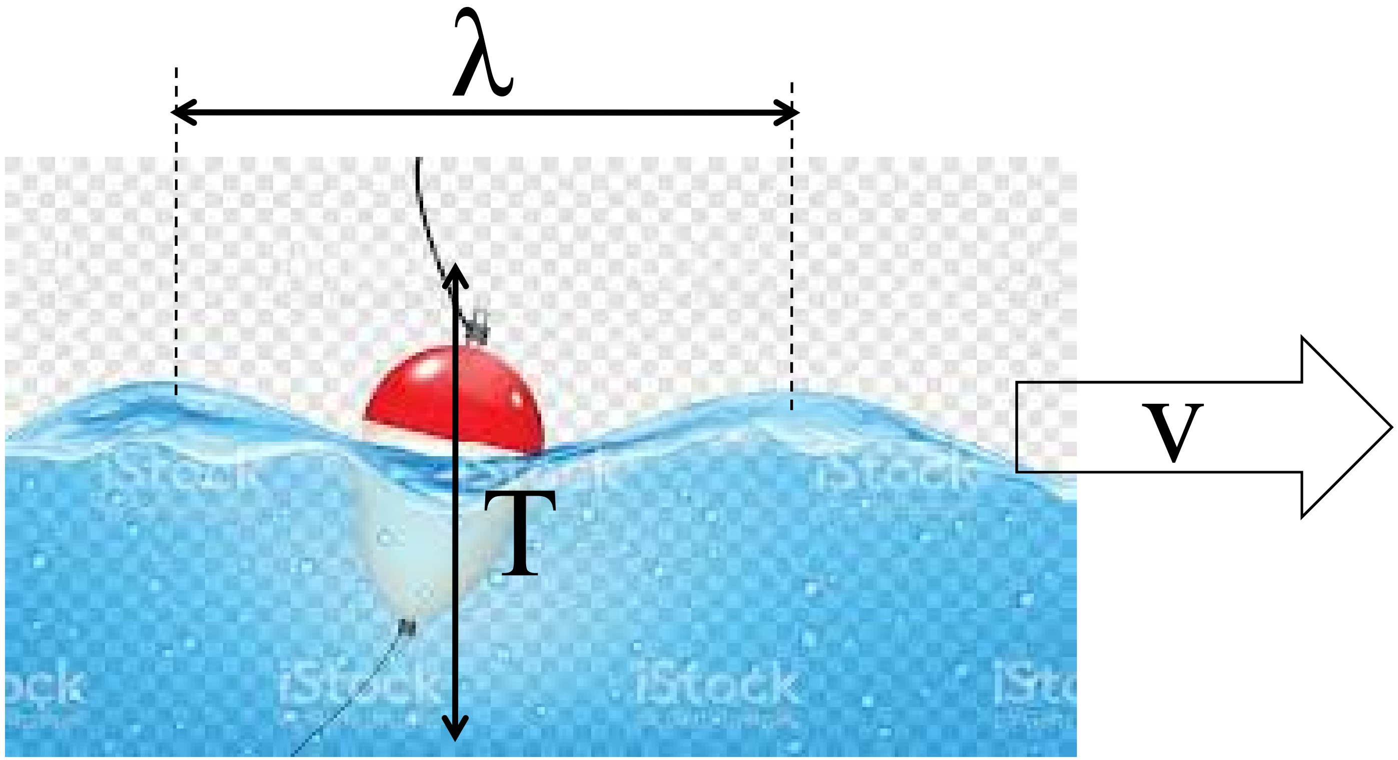
Professor de mecànica de100kg a 10m/s

$$\lambda = \frac{6.6 \cdot 10^{-34}}{100 \cdot 10} = 6.6 \cdot 10^{-37}\, m$$

Però els electrons i els neutrons
si que es comporten com a ones
Microscopi electrònic, difracció de neutrons

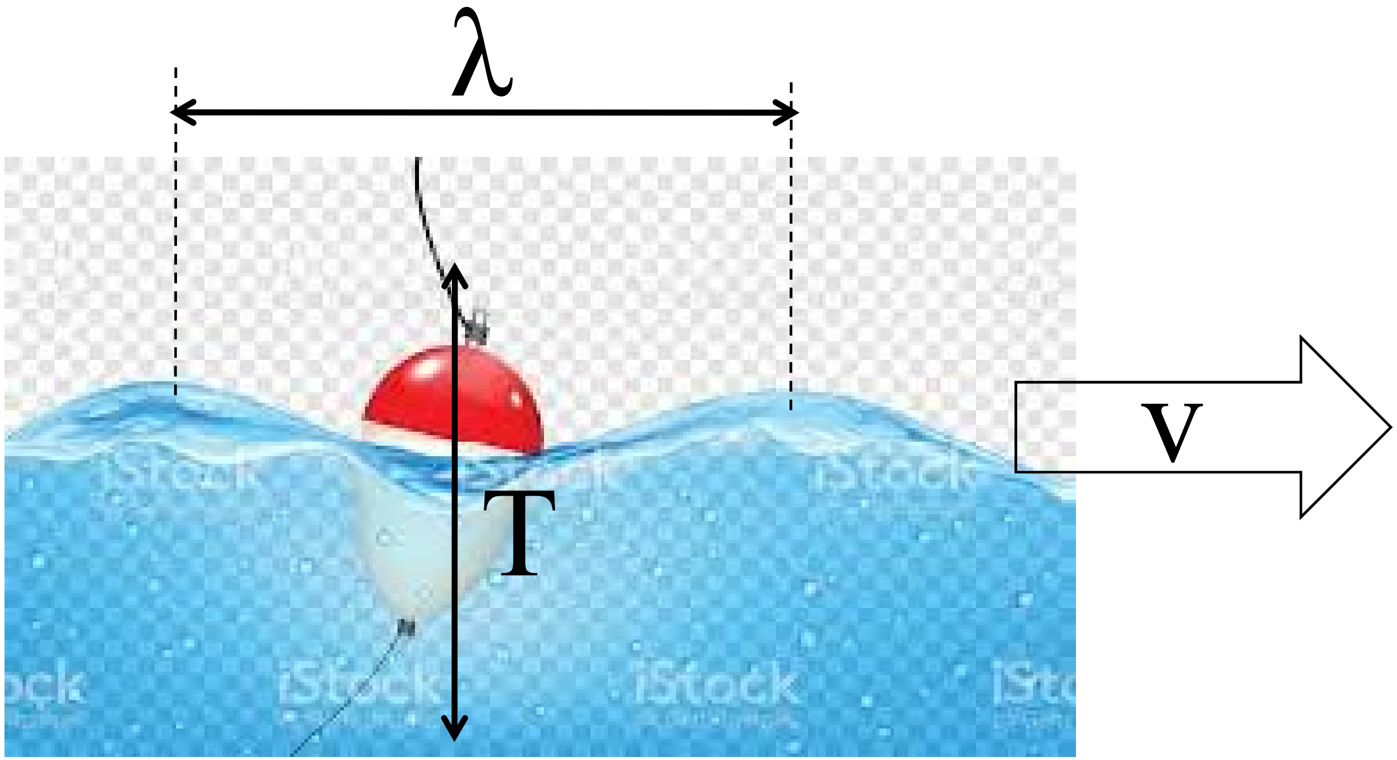


Ones harmòniques: Periodicitat a l’espai i al temps



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

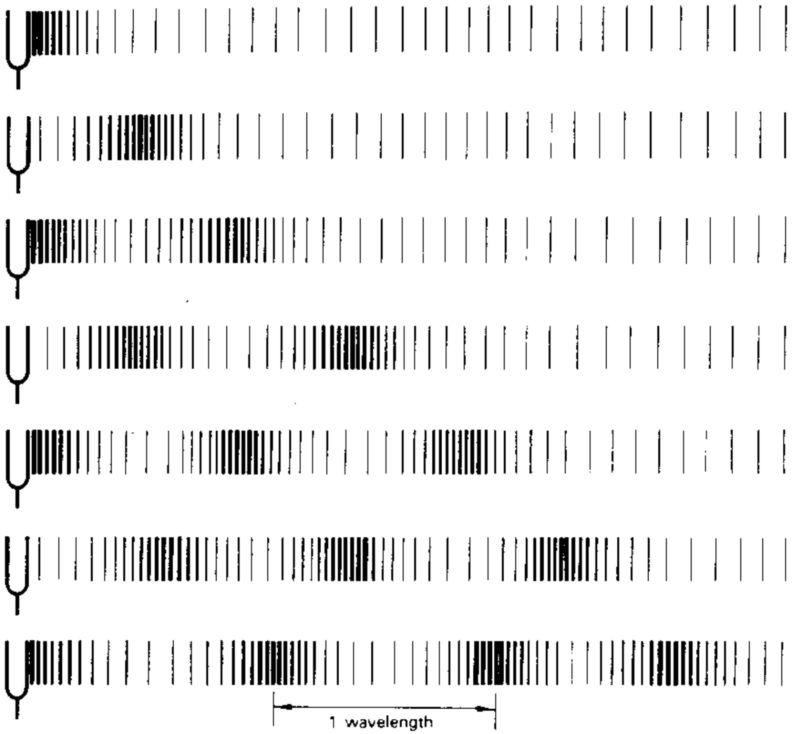
Ones harmòniques: Periodicitat a l’espai i al temps

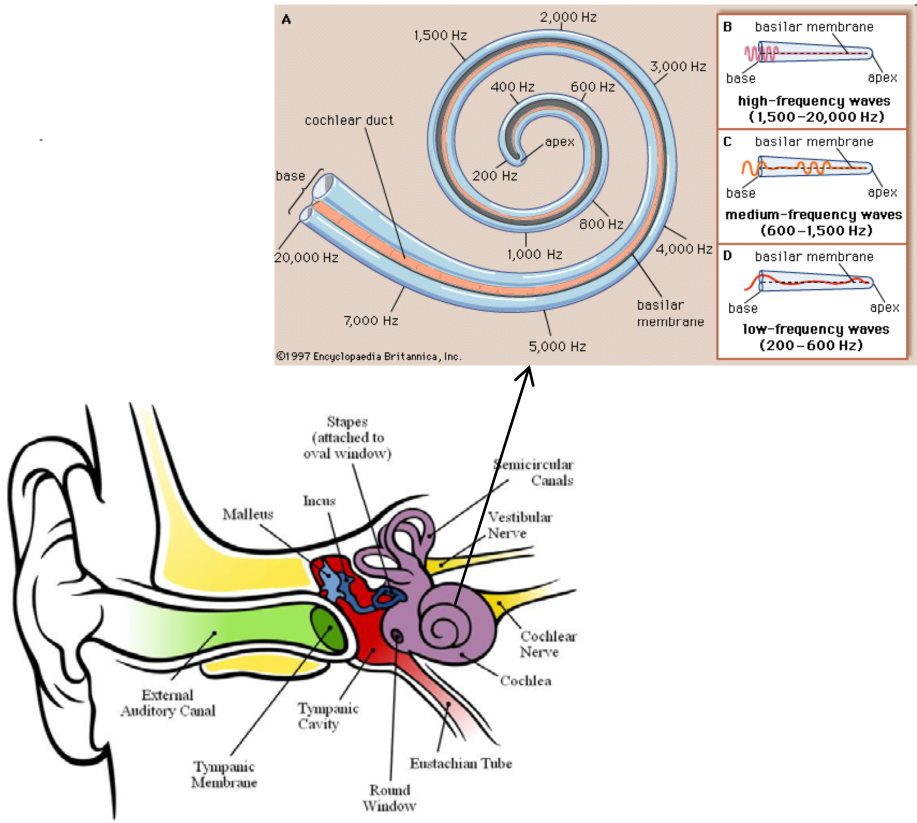


$$\boxed{y(x,t) = A\sin\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]}$$

So = Ona de pressió

$$y(x,t) = A\sin\omega\left(t-\frac{x}{v}\right)$$





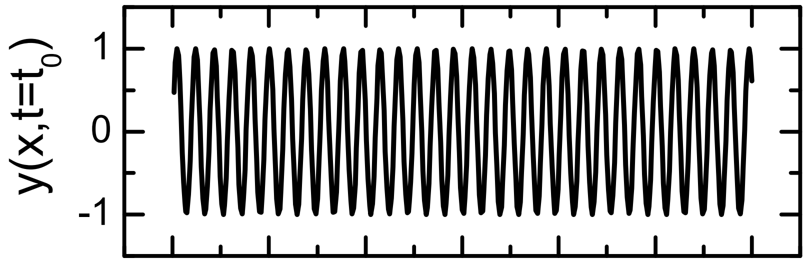
En el cas d'una corda

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}}$$

Com escollir el gruix de les cordes

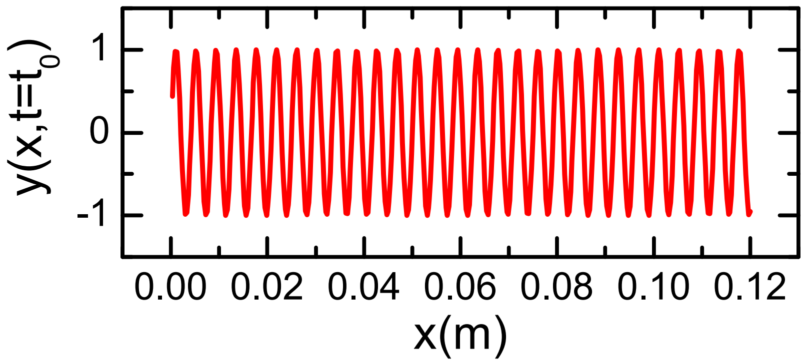
Imaginem dues ones de frequència molt semblant (agafant X_0

No entra!



DO
v=261.625Hz

$$y_1 = A\,sin\,2\pi f_1 t$$

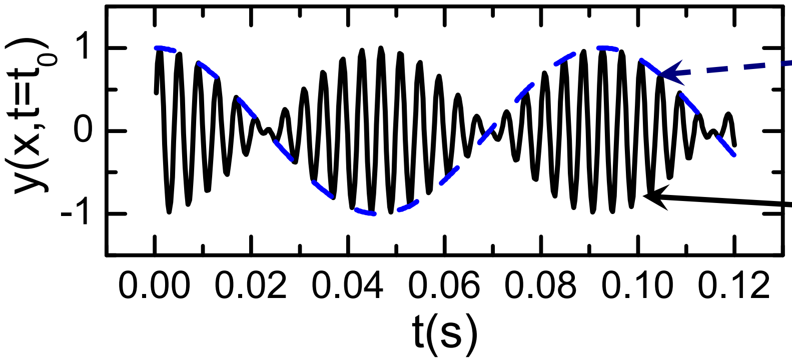


DO desafinat
v=240Hz

$$y_2 = A\,sin\,2\pi f_2 t$$

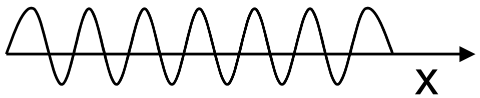
+

$$sin\,\alpha + sin\,\beta = 2\,cos\frac{\alpha-\beta}{2}\,sin\frac{\alpha+\beta}{2}$$

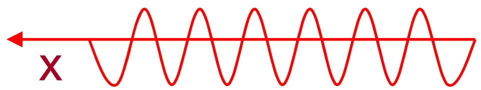


$$y = y_1 + y_2 = \overbrace{2A\,cos\left(2\pi\frac{f_1 - f_2}{2}t\right)}^{\text{AMPLITUD}}\underbrace{sin\left(2\pi\frac{f_1 + f_2}{2}t\right)}_{\text{“NOVA ONA”}}$$

Considerem la superposició de dues ones d'igual freqüència i amplitud propagant-se en sentits contraris



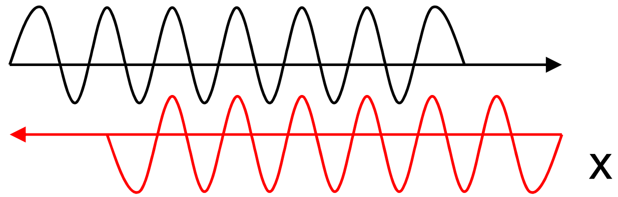
$$y_- = A\sin\omega\left(t-\frac{x}{v}\right)$$



$$y_+ = A\sin\omega\left(t+\frac{x}{v}\right)$$

Escollim origen de referència:

- *x*=0 es el punt on les ones tenen la mateixa fase.
- *t*=0 es l'instant al qual les elongacions son nul·les per les dues ones.

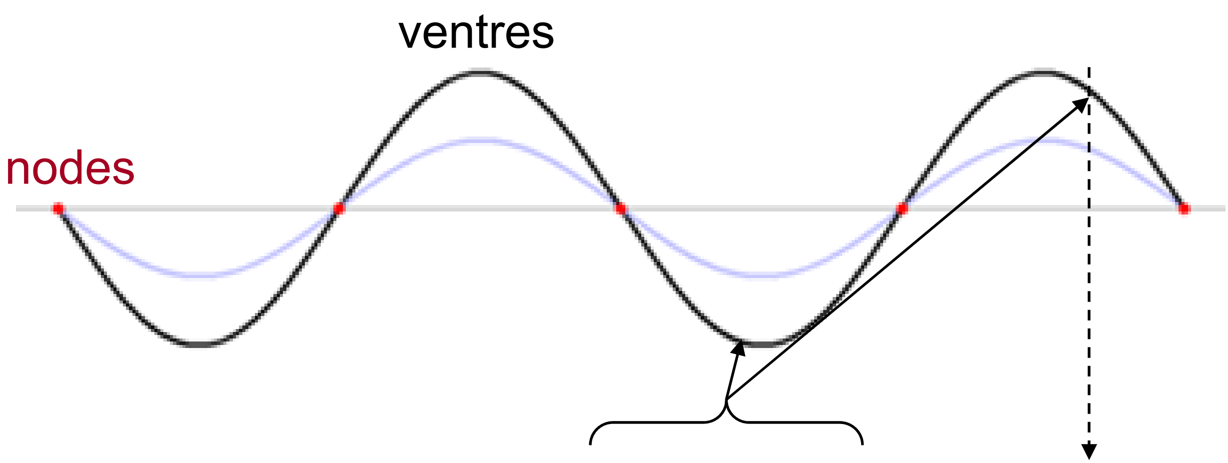


$$\boxed{\sin\alpha+\sin\beta=2\cos\frac{\alpha-\beta}{2}\sin\frac{\alpha+\beta}{2}}$$

varia amb el temps
"ONA"

$$y = y_+ + y_- = 2A\cdot\cos(kx)\cdot\sin(\omega t)$$

NO varia amb el temps
"AMPLITUD"

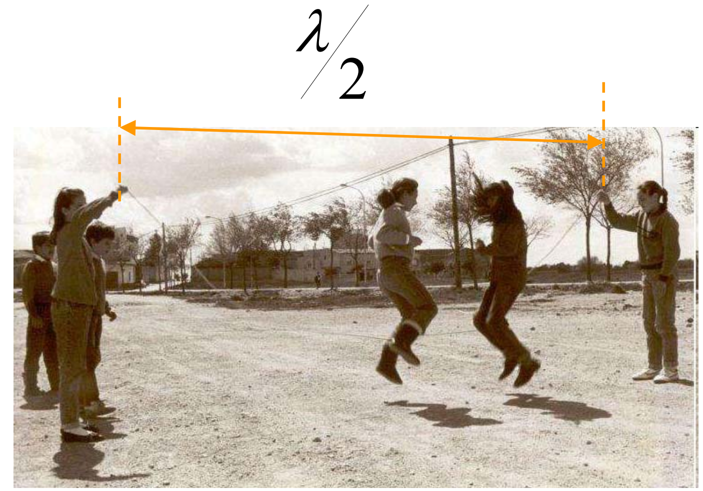


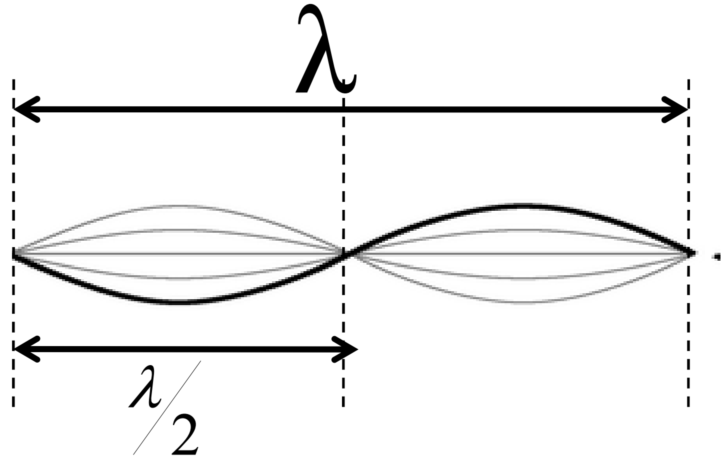
$$y = y_+ + y_- = 2A \cdot \cos(kx) \cdot \sin(\omega t)$$

amplitud en el punt x_0 $\longrightarrow$ elongació al punt x_0

Els extrems de la corda estan fixats, per tant...

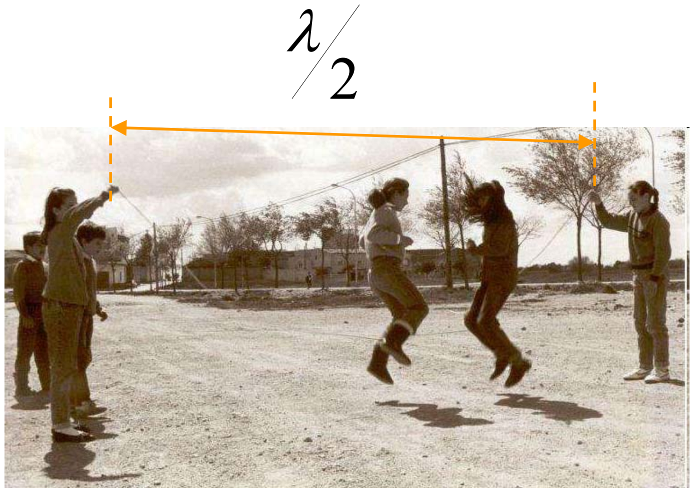
els nodes han d’estar als extrems

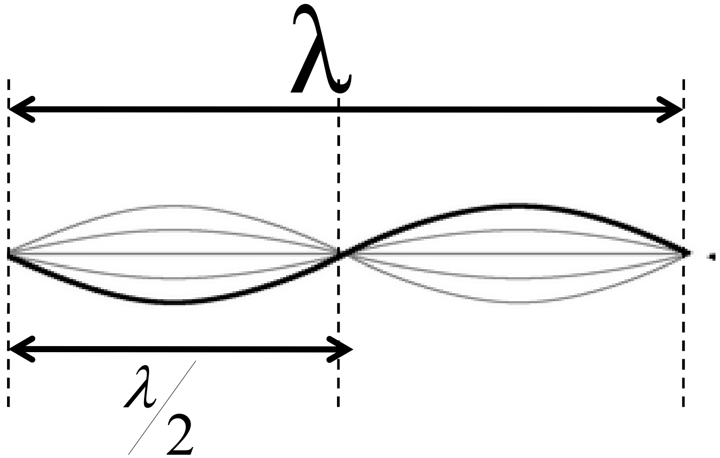




Els extrems de la corda estan fixats, per tant...

els nodes han d'estar als extrems



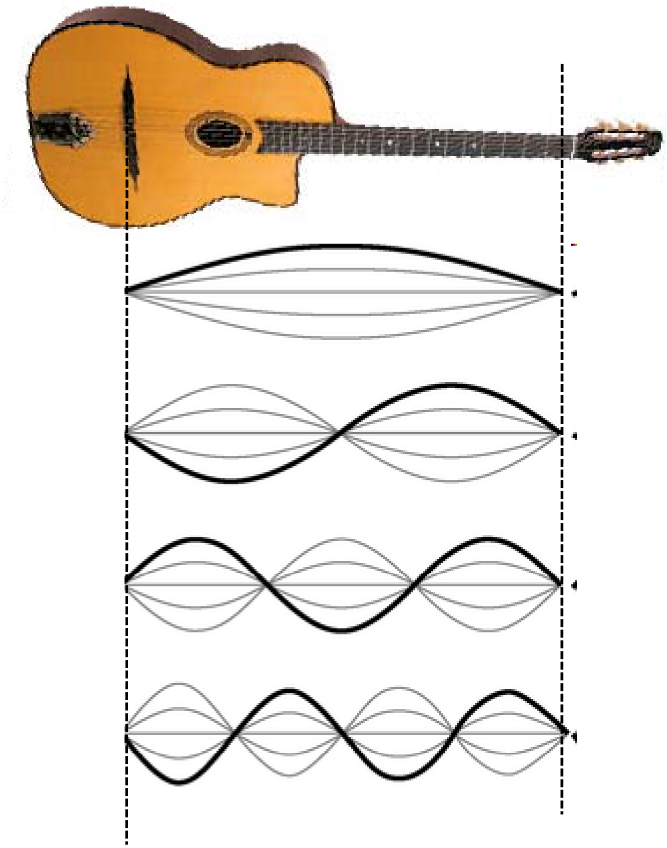


Existeix una relació amb la freqüència
doncs la longitud està fixada!

$$\lambda = \frac{2L}{n} \rightarrow f = \frac{nv}{2L} = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Existeix una relació amb la freqüència
doncs la longitud està fixada!

$$\lambda = \frac{2L}{n} \rightarrow f = \frac{nv}{2L}$$



n=1 harmònic fonamental

n=2 segon harmònic

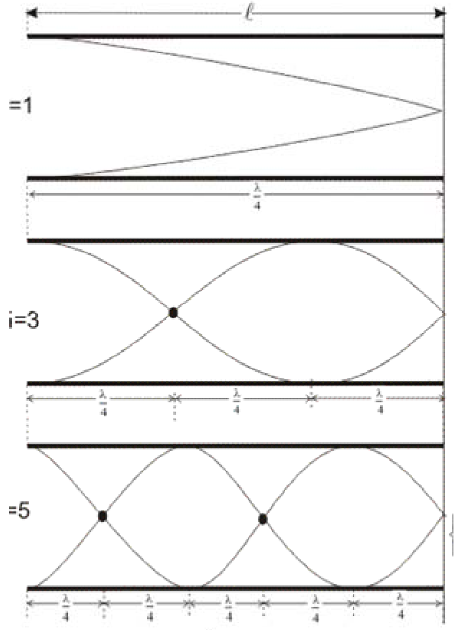
n=3 tercer harmònic

n=4 quart harmònic

Existeix una relació amb la freqüència doncs la longitud està fixada!

$$L = n\frac{\lambda}{4} \rightarrow f = \frac{nv}{4L}$$

$$\longleftarrow \; {}^{n\lambda}\!/_{4} \; \longrightarrow$$



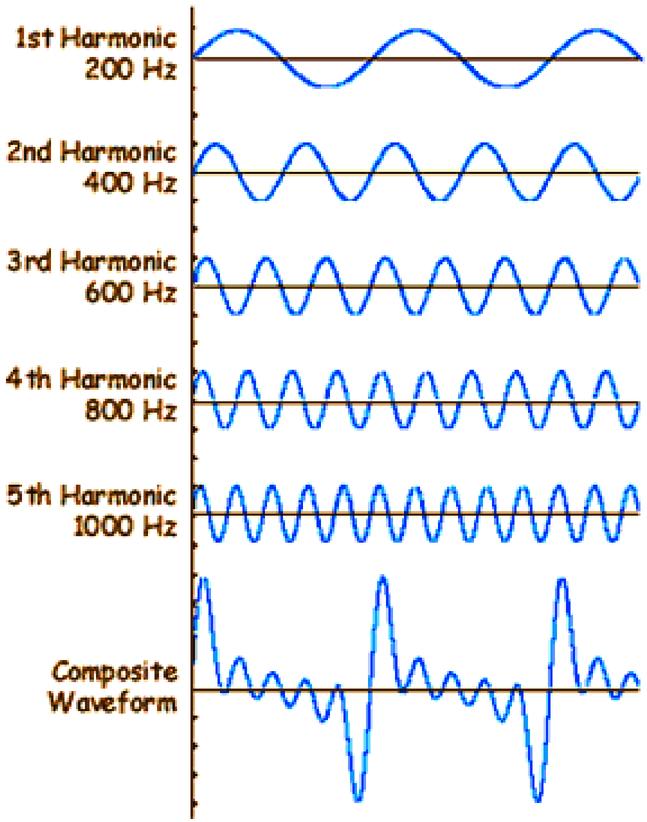
n=1 harmònic fonamental

n=2 segon harmònic

n=3 tercer harmònic

Existeix una relació amb la freqüència doncs la longitud està fixada!

$$\lambda = \frac{2L}{n} \rightarrow f = \frac{nv}{2L}$$



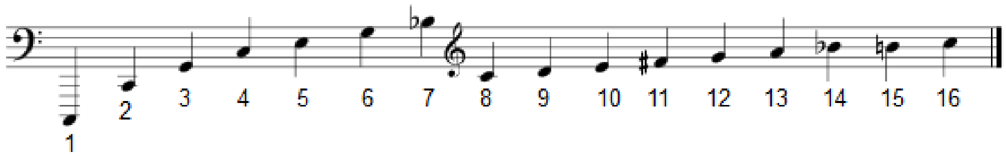
n=1 harmònic fonamental (do$_1$:fundamental)

n=2 segon harmònic (do$_2$: octava)

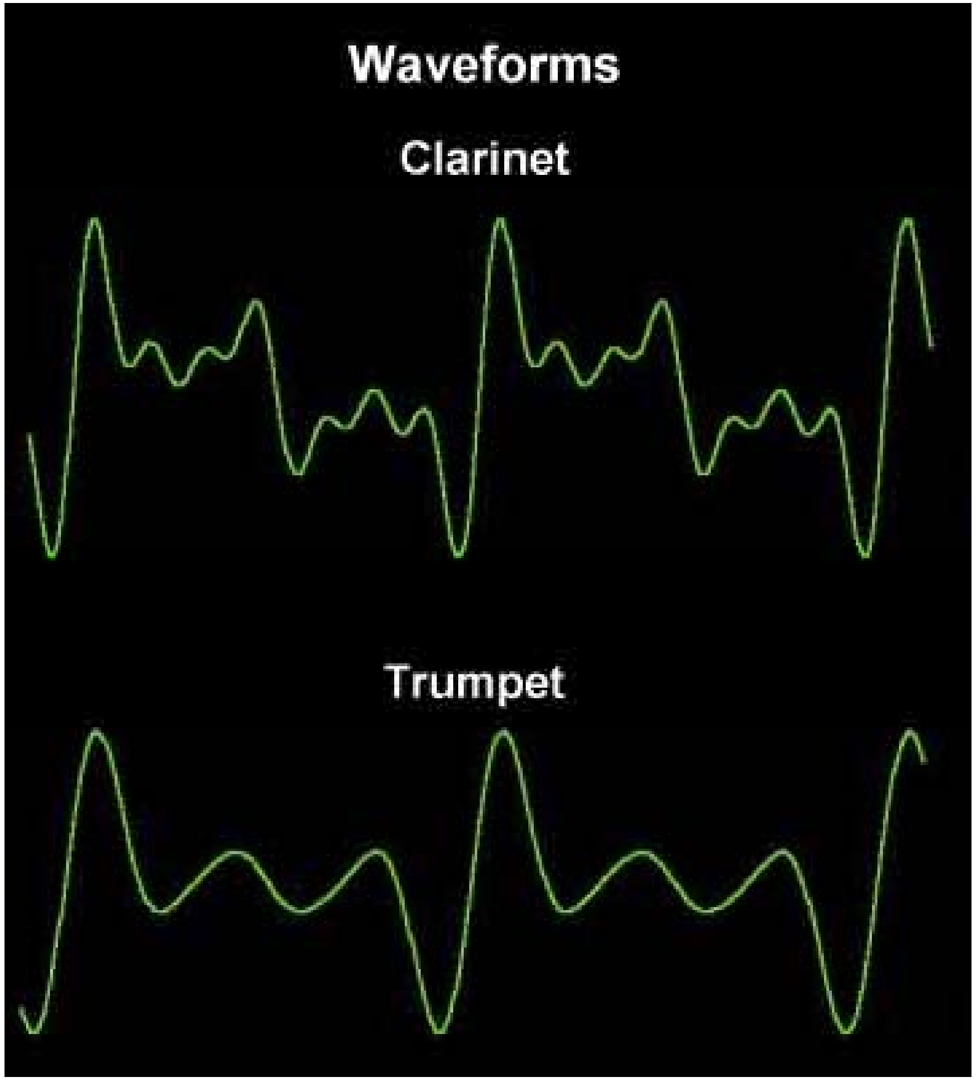
n=3 tercer harmònic (sol$_2$:quinta)

n=4 quart harmònic (do$_3$: octava)

n=5 cinquè harmònic (mi$_3$: tercera mayor)



La corda vibra en TOTS els harmònics a la vegada



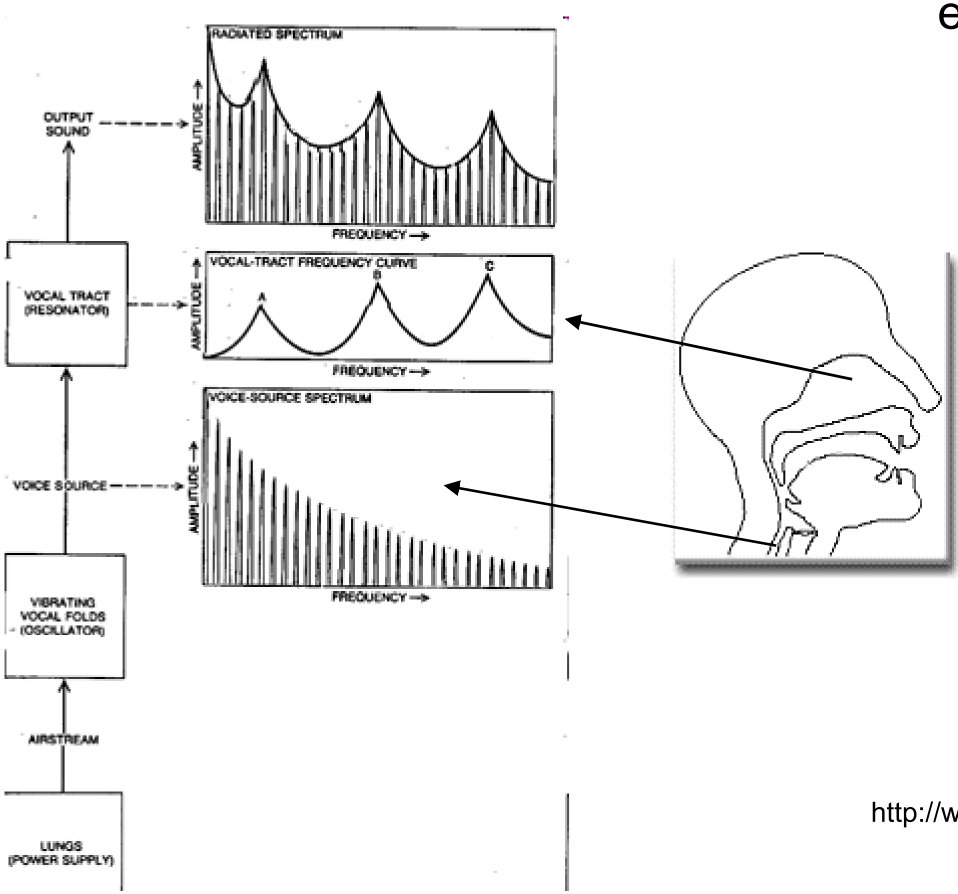
Potenciar uns harmònics o d'altres es el que fa que el timbre de diferents instruments soni diferent

$$f(z) = \sum A_i \sin(\omega_i z + \varphi_i)$$

Generador de series de Fourier

http://www.falstad.com/fourier/

Potenciar uns harmònics o d'altres
es el que fa que el timbre de diferents
instruments soni diferent

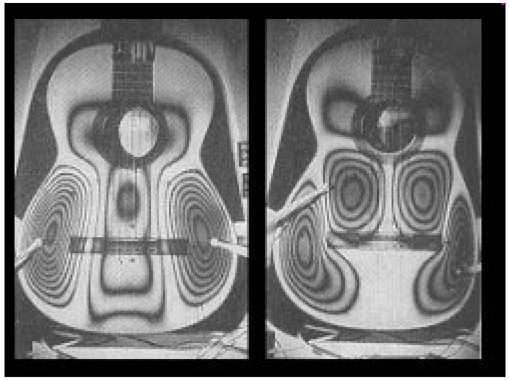


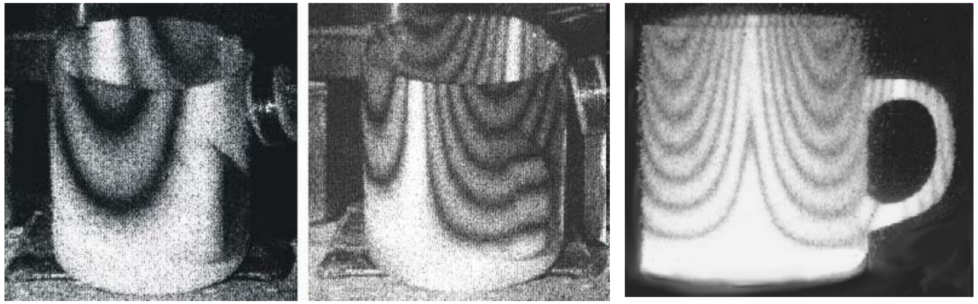
...cantant bitonal de Tuva

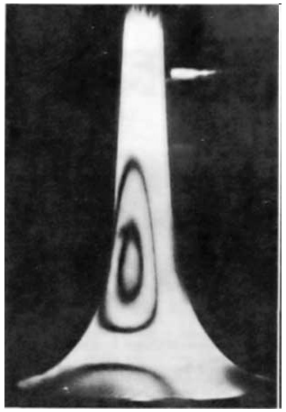
http://www.youtube.com/watch?v=DY1pcEtHI_w

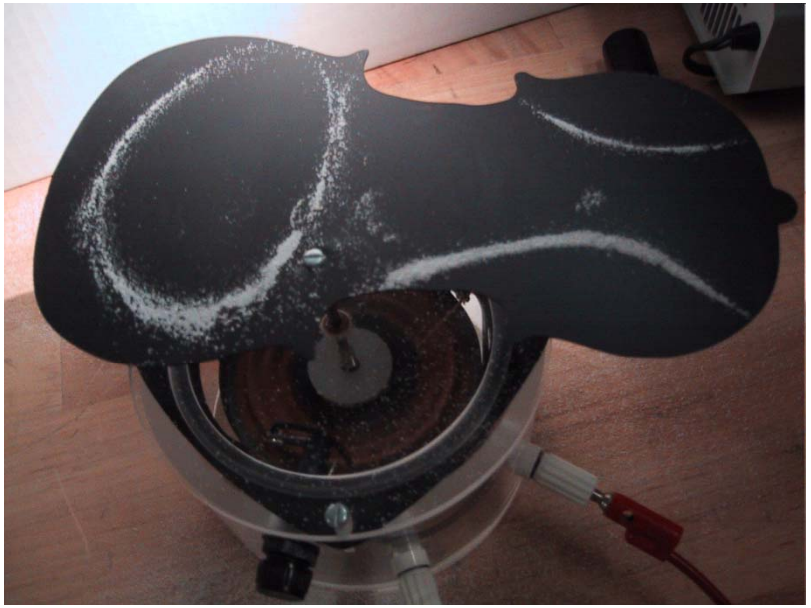
http://www.youtube.com/watch?v=kKBJXn-xpxM&feature=related

També es poden donar en superfícies...







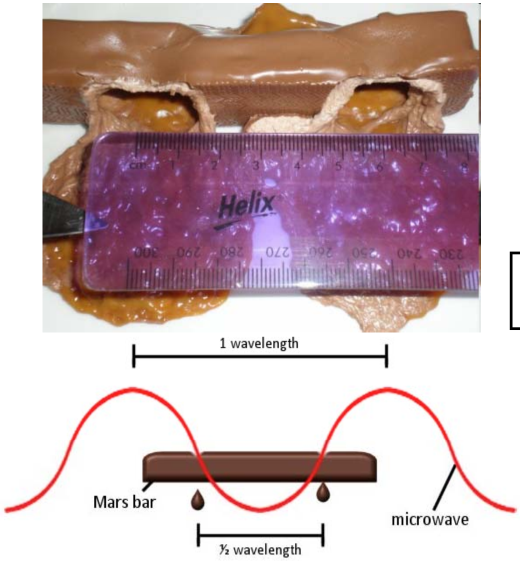


http://www.youtube.com/watch?v=lSy84mUo2c4

Ressonància = Ones estacionàries

Ressonància en el microones

Microones: 2.45 GHz



$$\lambda/2 = 6cm$$

$$v = \lambda \nu = 2 \cdot 0,06m \cdot 2,45 \cdot 10^9\,Hz = 294 \cdot 10^6\,m/s$$