Fenòmens ondulatoris

Interferència d'ones harmòniques

1r cas

Ones amb igual A i ω viatjant cap a la dreta

Desfasades en δ

Recorren **igual** distància x fins arribar a P.

$$Y_1\,(x,t) = A \sin[\omega t - kx]$$

$$Y_2\,(x,t) = A \sin[\omega t - kx + \delta]$$

Ona resultant (principi de superposició)

$$Y_T\,(x,t) = Y_1\,(x,t) + Y_2\,(x,t) = A \sin\underbrace{[\omega t - kx]}_{A} + A \sin\underbrace{[\omega t - kx + \delta]}_{B}$$

$\sin A + \sin B = 2 \cos[(A-B)/2] \sin[(A+B)/2]$

$$Y_T\,(x,t) = 2A \cos(\delta/2) \sin(\omega t - kx + \delta/2)$$

Ona resultant té:

1) Igual freqüència que les originals.

2) Desfase $\delta/2$ respecte les originals.

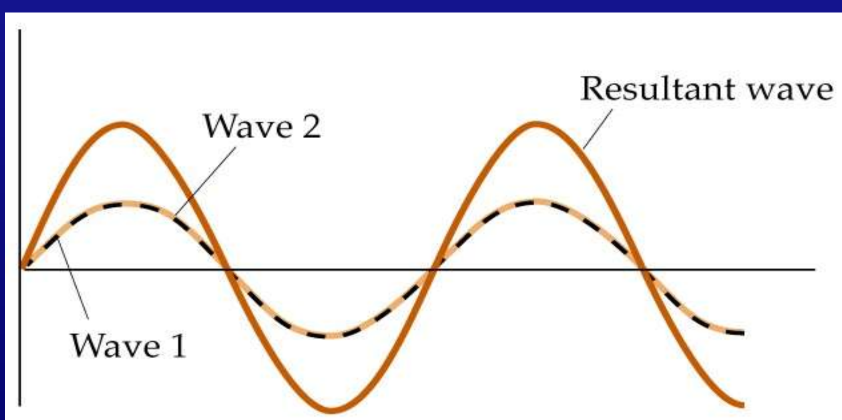
3) Amplitud resultant que depèn de δ:

$$A_T(\delta) = 2A\cos(\delta/2)$$

Interferència **constructiva**

$\delta = 0$, ones en fase

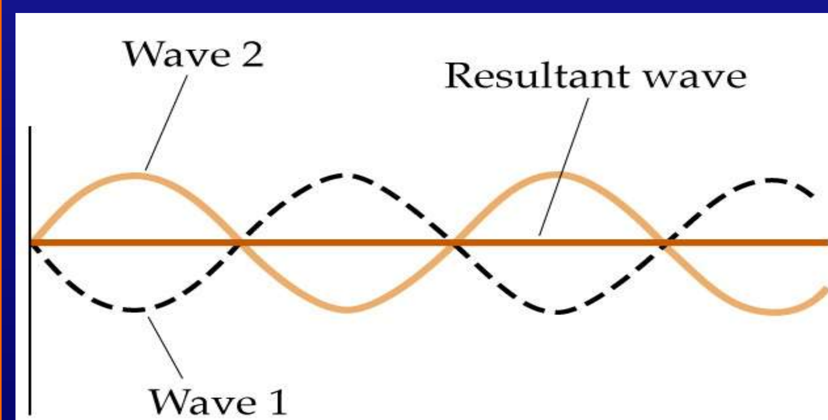
$A_T = 2A$



Interferència **destructiva**

$\delta = \pi$, ones en oposició de fase

$A_T = 0$



2n cas

Dues fonts S_1, S_2 emetent en fase ones d'igual A i ω

Recorren distàncies $\mathbf{x_1}$, $\mathbf{x_2}$ abans d'arribar a un punt P

$$\mathbf{Y_1 = A \sin [\omega t - kx_1]}$$

$$\mathbf{Y_2 = A \sin [\omega t - kx_2]}$$

Ona resultant (principi de superposició)

$$Y_T(x,t) = Y_1(x,t) + Y_2(x,t) = A \sin \underbrace{[\omega t - kx_1]}_{A} + A \sin \underbrace{[\omega t - kx_2]}_{B}$$

sin A + sin B = 2 cos [(A-B)/2] sin[(A+B)/2]

$$Y_T(x,t) = 2A \cos(k\Delta x/2) \sin(\omega t - kx') = 2A \cos(\delta/2) \sin(\omega t - kx')$$

$$Y_T(x,t) = A_\delta \sin(\omega t - kx')$$

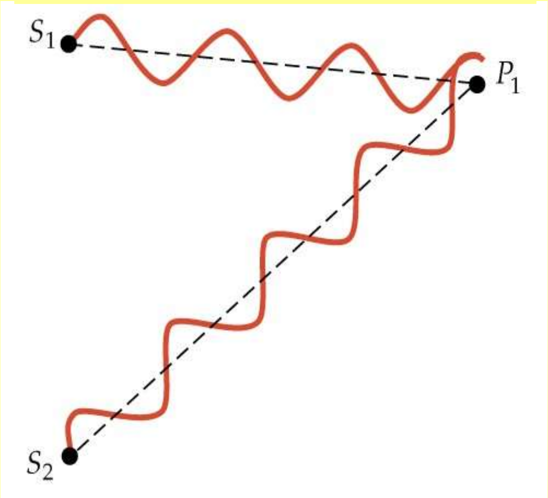
$$\delta = (kx_2 - \omega t) - (kx_1 - \omega t) = k(x_2 - x_1) = k\,\Delta x$$

$$x' = (x_2 + x_1)/2$$

Diferència de fase deguda a diferència de camins

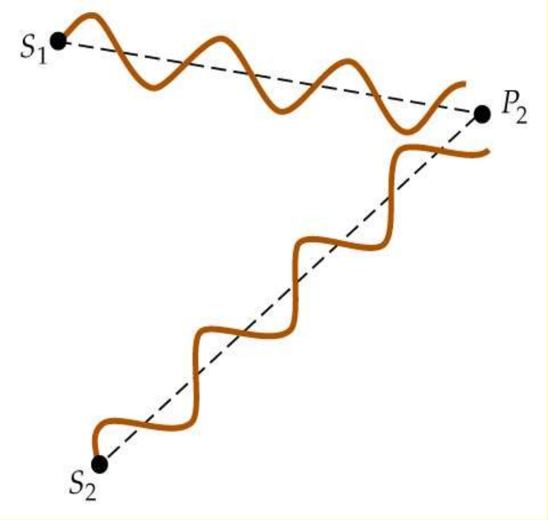
$$\delta = k\, \Delta x = 2\pi\, \Delta x / \lambda$$

Interferència constructiva



$$\Delta x = n\,\lambda \longrightarrow \delta = n\,(2\,\pi)$$

Interferència destructiva



$$\Delta x = (2n+1)\,\lambda/2 \longrightarrow \delta = (2n+1)\,\pi$$

Ones estacionàries

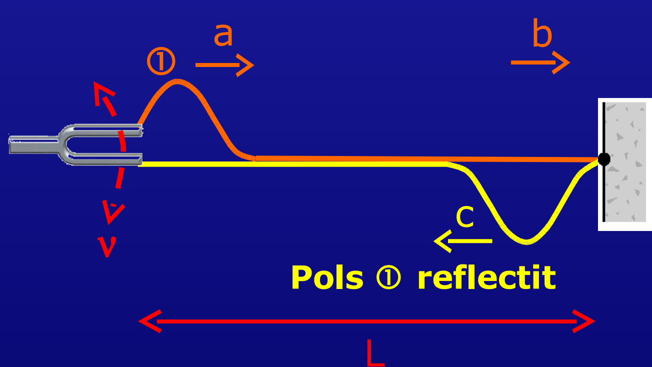
- Es formen en un medi que està limitat en l'espai.

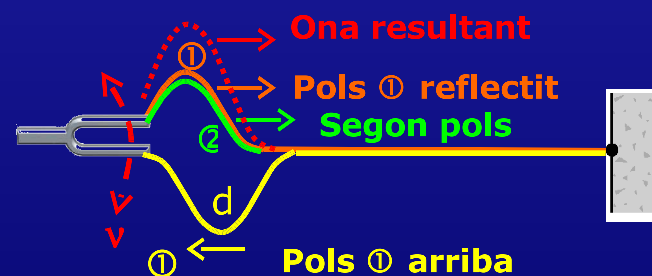
- Són el resultat de la interferència d'ones que es reflecteixen als extrems del medi.

- No es propaguen a través del medi.

- Tots els punts oscil·len en la vertical amb la mateixa ν.

Formació d'una ona estacionària (cas general)





Funció d'ona estacionària (cas general)

Superposició d'ones que viatgen en sentits oposats

$$Y_T(x,t) = Y_1(x,t) + Y_2(x,t) = A \sin[\underbrace{\omega t - kx}_{A}] + (-A) \sin[\underbrace{\omega t + kx}_{B}]$$

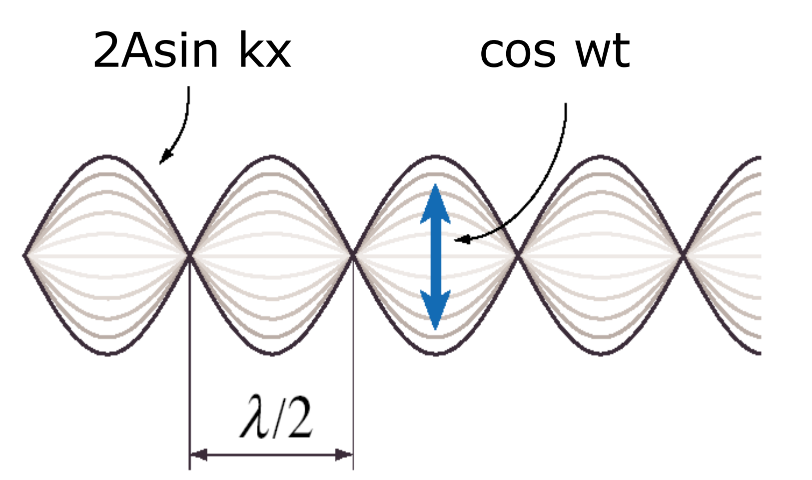
$\sin A - \sin B = 2 \sin[(A-B)/2] \cos[(A+B)/2]$

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

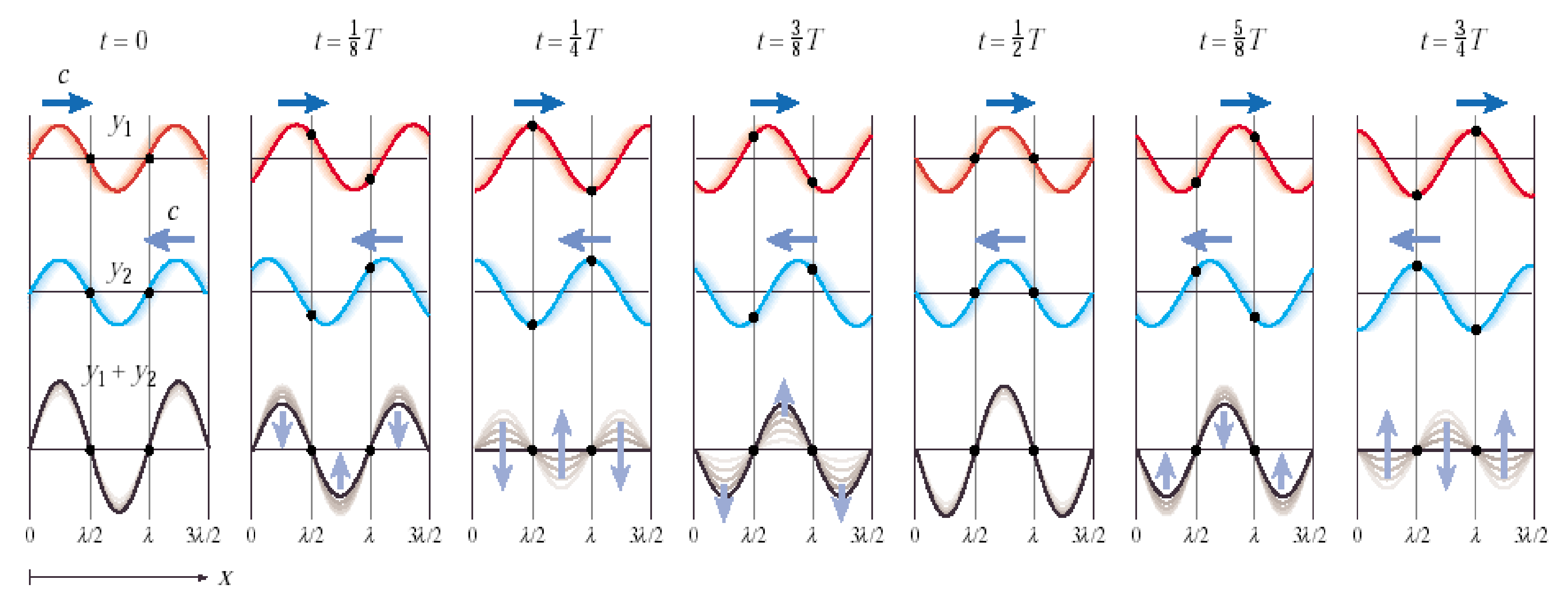
Tots els punts oscil·len amb igual ω.

L'amplitud varia a cada punt: $A_T(x) = 2A \sin(kx)$

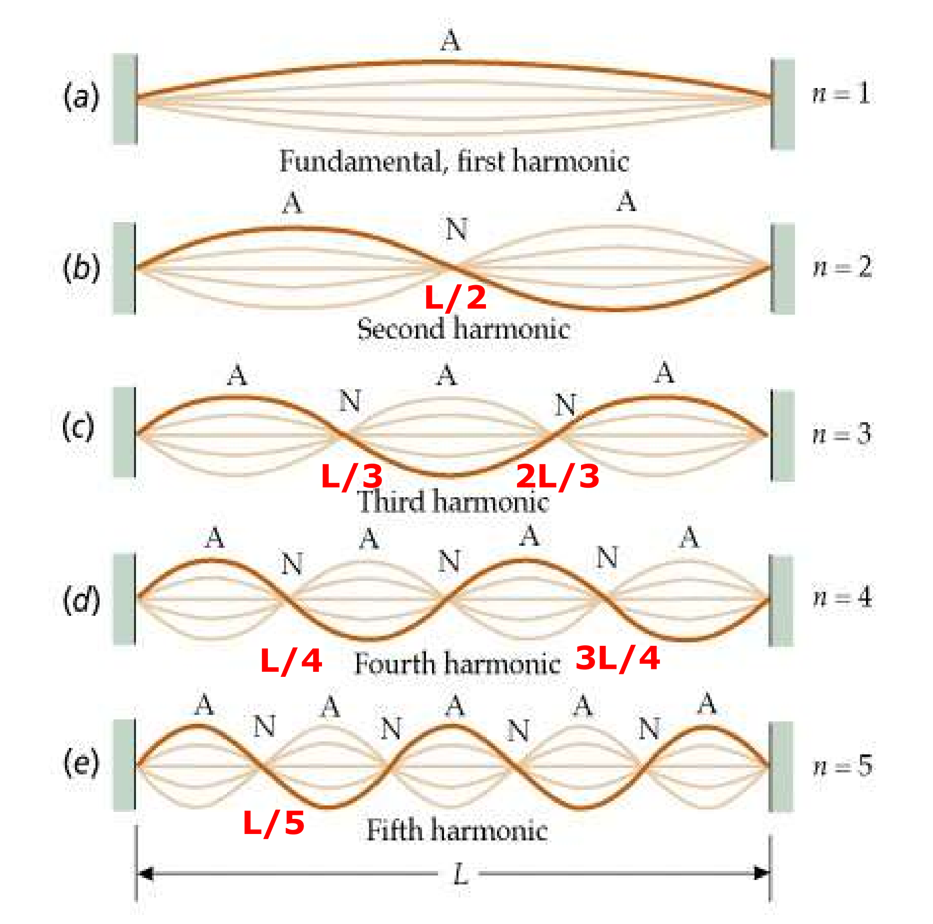
L'ona no avança en el medi.



Superposició d'ones amb sentits contraris



Corda lligada pels 2 extrems



$\lambda_1 = 2L,\ f_1 = \dfrac{v}{2L}$

$\lambda_2 = L,\ f_2 = 2f_1 = \dfrac{v}{L}$

$\lambda_3 = \dfrac{2L}{3},\ f_3 = 3f_1 = \dfrac{3v}{2L}$

$\lambda_4 = \dfrac{L}{2},\ f_4 = 4f_1 = \dfrac{2v}{L}$

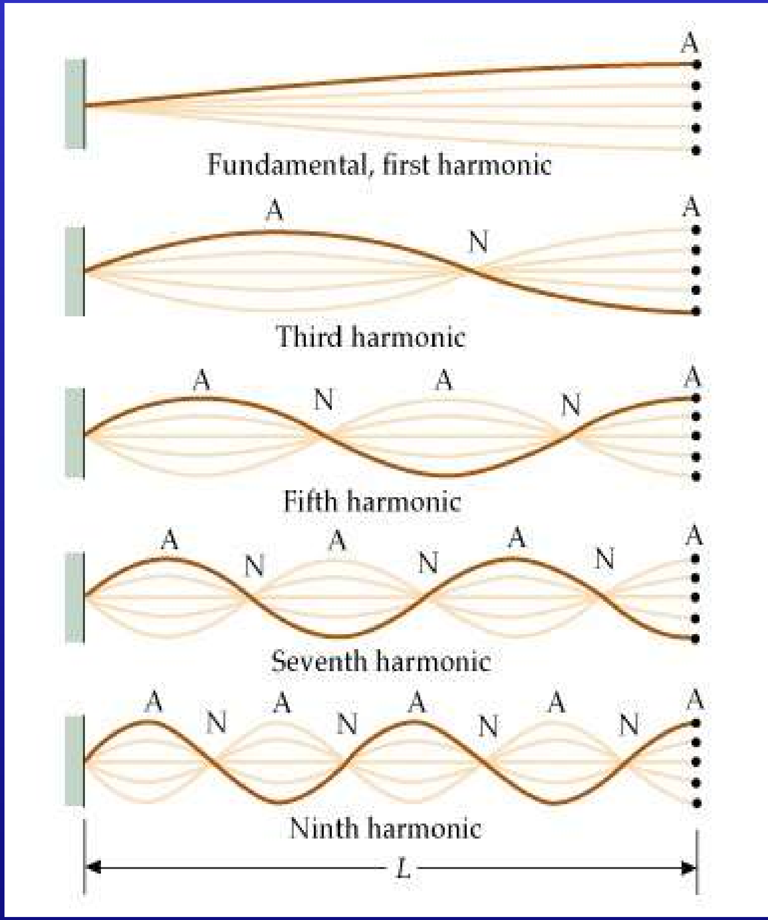
$\lambda_5 = \dfrac{2L}{5},\ f_5 = 5f_1 = \dfrac{5v}{2L}$

Condicions de contorn
$y(x=0)=0$ $y(x=L)=0$

$K_n = n\pi/L$
$\lambda_n = 2L/n$
$\nu_n = nv/2L$

n= 1,2,3 ...

Corda lligada per 1 extrem



$\lambda_1 = 4L,\ f_1 = \dfrac{v}{4L}$

$\lambda_3 = \dfrac{4L}{3},\ f_3 = \dfrac{3v}{4L}$

$\lambda_5 = \dfrac{4L}{5},\ f_5 = \dfrac{5v}{4L}$

$\lambda_7 = \dfrac{4L}{7},\ f_7 = \dfrac{7v}{4L}$

$\lambda_9 = \dfrac{4L}{9},\ f_9 = \dfrac{9v}{4L}$

Condicions de contorn
$y(x=0)=0$ $y(x=L)=$ màxim

$K_n = n\pi/2L$
$\lambda_n = 4L/n$
$\nu_n = nv/4L$

n= 1,3,5,7 ... (només trobem els harmònics senars)