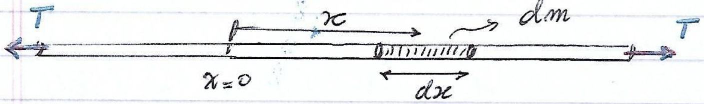
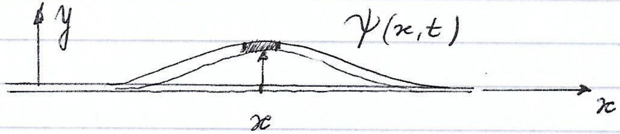
1) Ondas mecánicas:

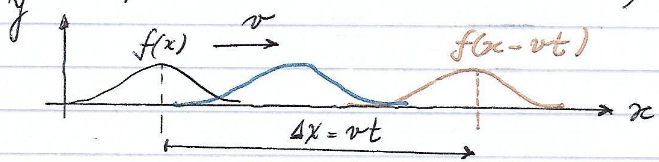
- Estado de deformaciones (que evolucion
en una cuerda tensa, infinita de densidad lineal. $\mu = \frac{dm}{dx}$





- Onda viajera:

$$\psi(x,t) = f(x \pm vt) \qquad v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

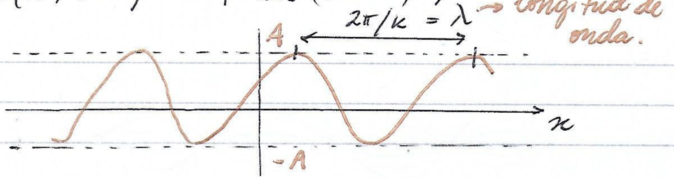


- Ondas armónicas: $f(x) = A\cos(kx + $

$$\Rightarrow \boxed{\psi(x,t) = A\cos(kx \pm \omega t + \phi)}$$

Éxito

2) $\psi(x, t=0) = A\cos(kx + \phi)$

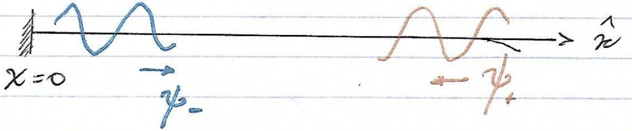


$$kx \pm \omega t + \phi = k\left(x \pm \overset{=v}{\frac{\omega}{k}}\, t\right) + \phi$$

$v = \frac{\omega}{k}$: velocidad de propagación

- Ondas estacionarias.

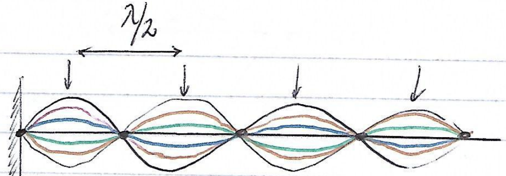
- Semiinfinitas: La cuerda se extiende en $x \geq 0$ y en $x=0$ hay una pared rígida.



$$\psi_+(x,t) = A\,\mathrm{sen}(kx + \omega t)$$
$$\psi_-(x,t) = A\,\mathrm{sen}(kx - \omega t)$$

$$\psi_+(x,t) + \psi_-(x,t) = \boxed{2A\,\mathrm{sen}(kx)\cos(\omega t) = \psi(x,t)}$$

3)



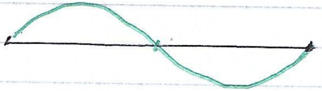
- nodos: $x_n^N = n\dfrac{\lambda}{2}$

- antinodos $x_n^A = \dfrac{\lambda}{4} + n\dfrac{\lambda}{2}$

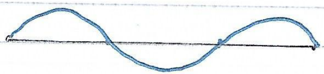
- finitas (I): Cuerda sujeta en dos extremos:

Modos normales de oscilación:

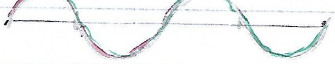
$n = 1$ modo fund.



$n = 2$ 1° arm.



$n = 3$ 2° arm.



$n = 4$ 3° arm.

4) $\psi_n(x,t) = A\,\text{sen}(k_n x)\cos(\omega_n t)$

frecuencia fundamental ↑ f_1

$$k_n = n\frac{\pi}{L} \Rightarrow \lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$\omega_n = n\frac{\pi}{L}v \Rightarrow f_n = n\frac{v}{2L} = n f_1$$

- Observación las longitudes de onda permitidas son los divisores enteros de $2L$

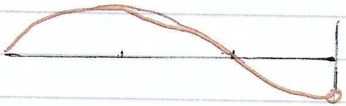
- las frecuencias permitidas son las de la "escala armónica", es decir los múltiplos enteros de la frecuencia fundamental:

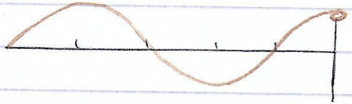
$$\boxed{f_1 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}}$$

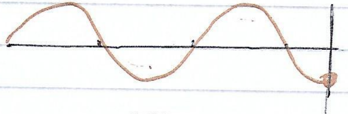
. finitas (II): Cuerda sujeta en un extremo y libre en el otro.

5)

$\frac{\lambda}{4}$  $\lambda_1 = 4L$

$\frac{3}{4}\lambda$  $\lambda_2 = \frac{4}{3} L$

$\frac{5}{4}\lambda$  $\lambda_3 = \frac{4}{5} L$

$\frac{7}{4}\lambda$  $\lambda_4 = \frac{4}{7} L$

$$\boxed{\lambda_n = \frac{4}{2n-1} L}$$

Y las frecuencias permitidas dan:

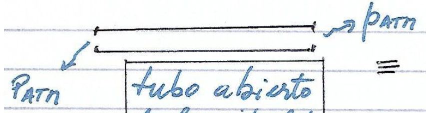
$$f_n = \frac{v_{(s)}}{\lambda_n} \; (2n-1) \frac{v_{(s)}}{4L} \qquad v_{(s)} \equiv c$$

$$\boxed{f_n = (2n-1) \frac{v}{4L}}$$

no aparecen todos los grados de la escala armónica (solo los modos impares!!)

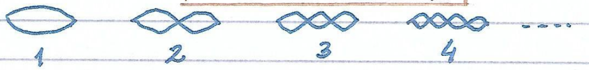
Ondas sonoras en tubos - instrumentos musicales.

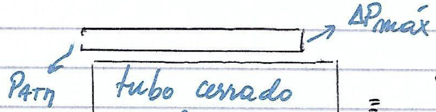
Ondas estacionarias:



tubo abierto de longitud L $\equiv$ Cuerda sujeta en dos extremos

$$\boxed{f_n = n f_1 = n \frac{c}{2L}}$$ → Velocidad del sonido





tubo cerrado de longitud L $\equiv$ cuerda sujeta en un extremo (libre en el otro)

$$\boxed{f_n = (2n-1) f_1 = (2n-1) \frac{c}{4L}}$$