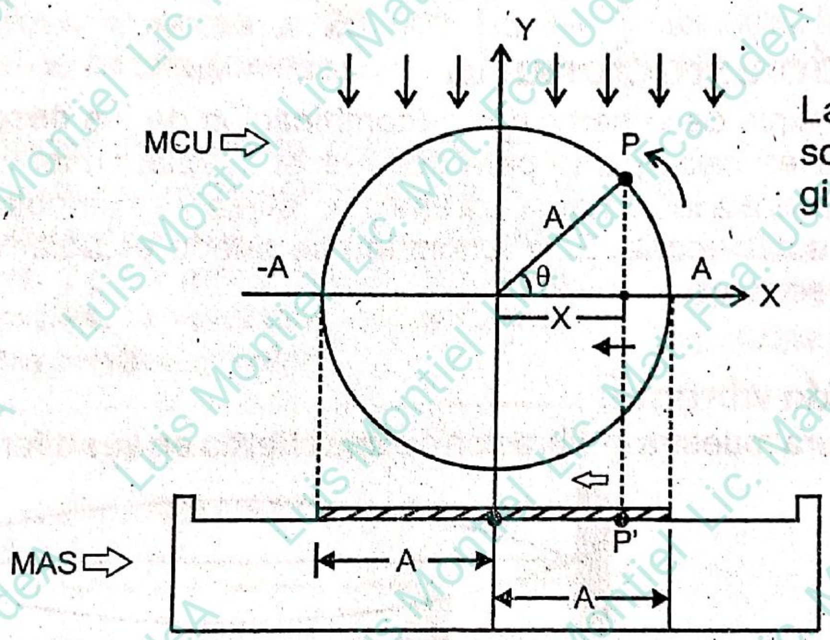
Recordemos Eventos Ondulatorios

Movimiento armónico simple

Es un movimiento periódico que se caracteriza por una posición de equilibrio estable; cuando se aleja de la posición y se suelta, entra en acción una fuerza **restitutiva** para volver al equilibrio. Sin embargo, cuando llega ahí, ya ha adquirido cierta energía cinética que la hace pasarse hasta detenerse del otro lado, de donde será impulsado otra vez hacia el equilibrio. Es el caso de los péndulos oscilantes de un reloj y las vibraciones de un cristal de cuarzo en un reloj de pulso. Un cuerpo con M.A.S. se denomina oscilador armónico.

Para encontrar las ecuaciones de movimiento analizaremos la sombra proyectada por un cuerpo que gira con movimiento circular uniforme.



La luz brilla creando la sombra de la partícula que gira sobre el eje x.

Por conceptos trigonométricos, sabemos que, $\cos\theta = \dfrac{x}{A} \Rightarrow x = A\cos\theta$

pero θ depende de la velocidad angular ω, θ = ωt, por lo tanto:

$$x = A\cos\omega t \quad (1)$$

x = elongación A = Amplitud t = tiempo

La Amplitud es la máxima elongación de un oscilador armónico. Además, del movimiento circular uniforme, sabemos que

$$T = \frac{2\pi}{\omega}(seg) \qquad f = \frac{1}{T}(Hertz = s^{-1})$$

T = período f = frecuencia

La velocidad en el M.A.S, es:

$$v = -\omega A \operatorname{sen} \omega t$$
$$v = \pm w\sqrt{(A^2 - x^2)}$$

Cuando el oscilador armónico pasa por su posición de equilibrio (x=0), adquiere su velocidad máxima, cuyo valor es:

$$v_{max} = \omega A$$

La aceleración en el M.A.S corresponde a:

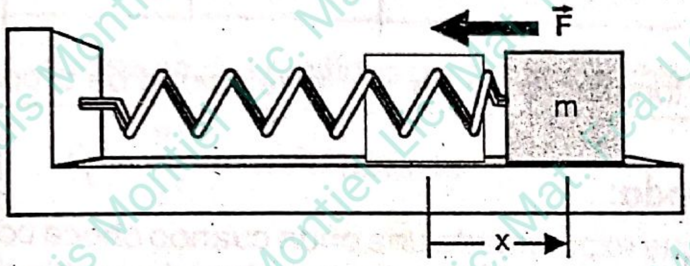
$$a = -\omega^2 A\cos\omega t$$
$$a = -\omega^2 x$$

La aceleración máxima se alcanza en los extremos de la trayectoria,, y tiene por magnitud:

$$a_{max} = \omega^2 A$$

El número de oscilaciones (ciclos) es igual al producto de la frecuencia (ciclos/s) y el tiempo transcurrido (s)

Para un **sistema masa-resorte,** como el mostrado en la figura, la velocidad angular de la oscilación depende de la masa sujeta al resorte (m) y la constante de elasticidad del resorte (k)

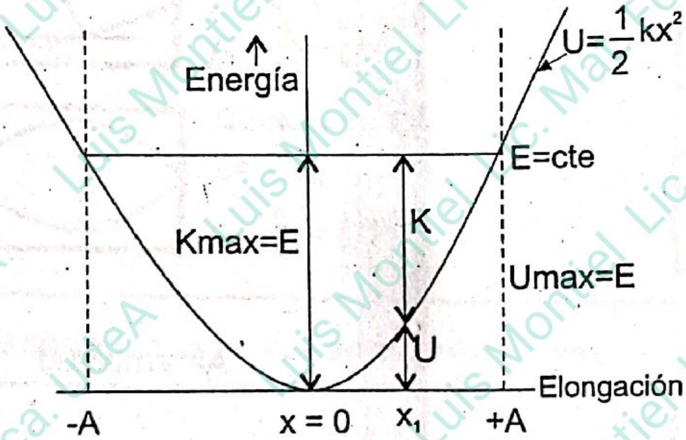


$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

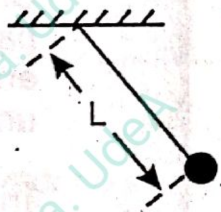
La energía mecánica total en el caso de un sistema masa-resorte, es igual a:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

En el siguiente gráfico, la distancia vertical del eje x a la parábola es la energía potencial del sistema. El resto (la distancia vertical entre la parábola y la línea horizontal que representa la energía total constante del sistema E) es la energía cinética del sistema.



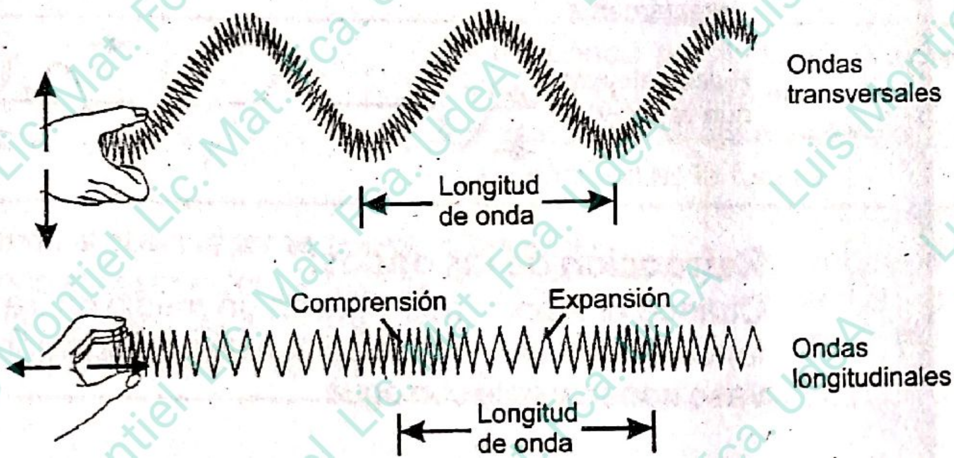
Para un *péndulo simple* que oscila con una pequeña amplitud (menor o igual a 10º)



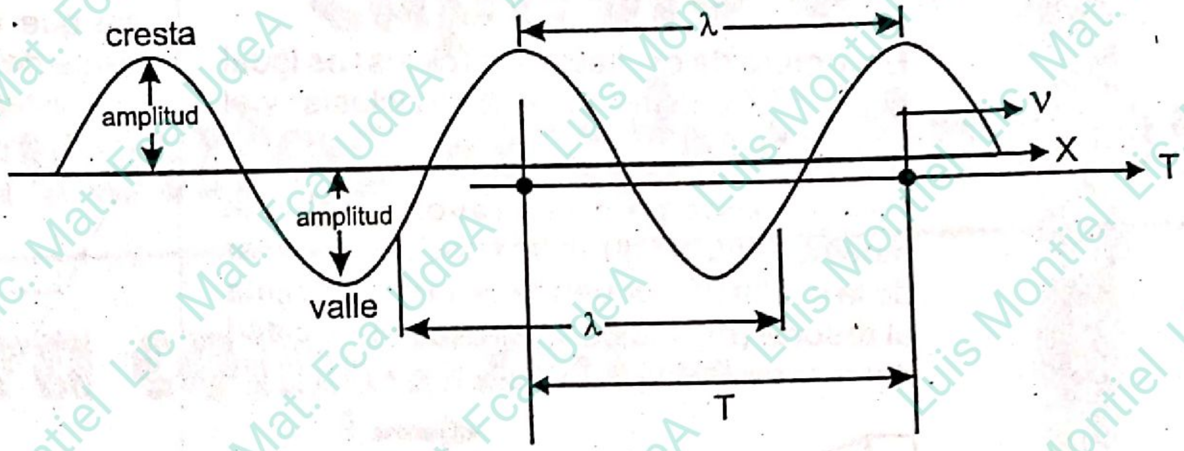
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$$

Movimiento ondulatorio

Una onda es una perturbación que desplaza energía y no materia. Las ondas son *mecánicas* cuando necesitan un medio elástico para propagarse (sonido, ondas en una cuerda, ondas en el agua) y son *electromagnéticas* cuando no necesitan de un medio elástico para propagarse (Luz, ondas de radio, televisión, celulares). Además, por la forma de propagarse, las ondas son *transversalès* (cuando los desplazamientos del medio son perpendiculares a la propagación de la onda – onda en una cuerda) y *longitudinales* (cuando los desplazamientos del medio son paralelos a la propagación de la onda – sonido).



Para analizar una onda periódica, tenemos en cuenta las siguientes variables, basadas en el siguiente gráfico:



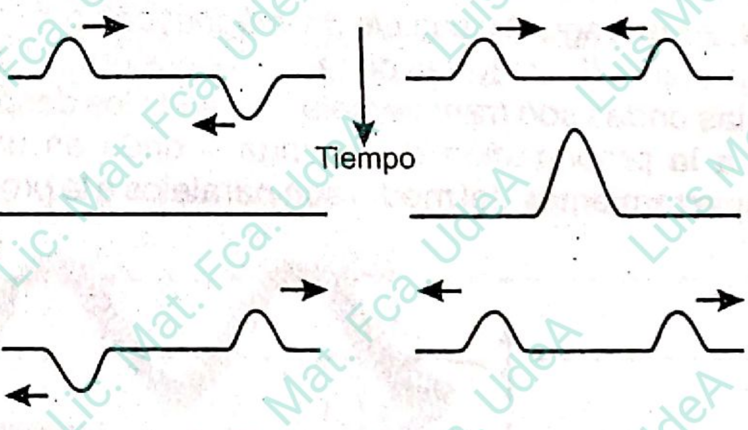
A= amplitud   λ = longitud de onda   v = velocidad de propagación onda $v = \lambda f$

Reflexión de una onda:

Cambio de dirección que experimenta una onda cuando choca con un obstáculo.
Cuando una onda golpea el obstáculo, o llega al final del medio en que viaja, al menos una parte de la onda se refleja. Hemos visto las ondas en el agua que se reflejan en una roca o en la orilla de un lago, y también es probable que hayamos escuchado un grito reflejado en una casa o habitación desocupado, lo que conocemos como "eco".

Interferencia de ondas:

Es la incidencia de dos o más ondas en una región del espacio que produce desplazamiento sobre cada partícula del medio, originando una suma algebraica.
Es un fenómeno que ocurre cuando dos ondas pasan a través de una misma región simultáneamente. Cuando dos ondas se encuentran y pasan justo una sobre otra puede haber *interferencia destructiva* (las ondas tienen desplazamientos opuestos en el instante en que pasan una sobre la otra, y se restan) o *interferencia constructiva* (las ondas tienen desplazamientos en el mismo sentido y se produce un desplazamiento mayor que el desplazamiento de cualquiera de los dos pulsos por sí solos).



Refracción de las ondas:

Cuando una onda que viaja en un medio cruza una frontera hacia otro medio experimentando un cambio en la velocidad de propagación, tal como se observa un lápiz dentro de un vaso transparente con agua.

Difracción de las ondas:

Cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo, tal como hablar con una persona que se encuentra al otro lado de una pared.

Rapidez de una onda transversal

En una cuerda, las cantidades físicas que determinan la rapidez son la tensión y la densidad de la masa lineal (masa por unidad de longitud)

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}},\quad \mu=\frac{m}{L}$$

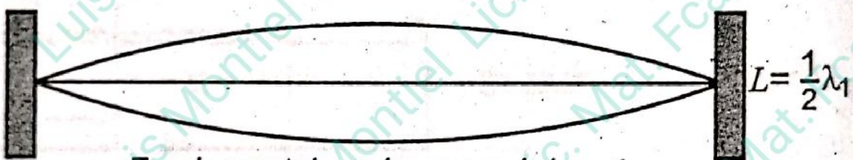
m = masa de la cuerda (kg) F = tensión (N) μ = densidad lineal (kg/m)

Onda estacionaria

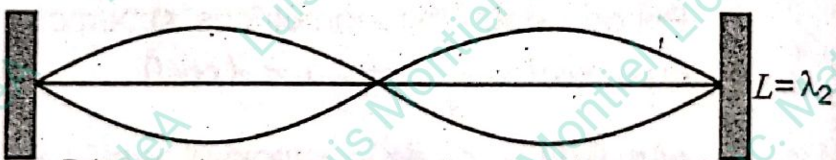
El principio de superposición (combinación de los desplazamientos de los pulsos individuales en cada punto para obtener el desplazamiento real) explica cómo la onda que choca contra la frontera (extremo) se refleja y se combina con la incidente para formar una onda estacionaria. Este fenómeno se puede estudiar en las cuerdas vibrantes y en los tubos sonoros.

Cuerda vibrante:

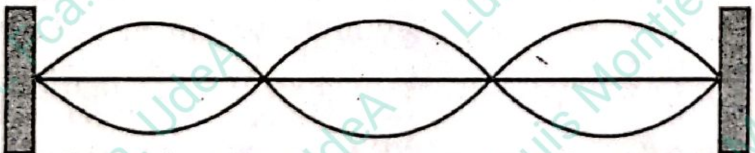
La figura muestra la vibración de una cuerda en sus diferentes armónicos



Fundamental o primer armónico, f_1



Primer sobretono o segundo armónico, $f_2=2f_1$



Segundo sobretono o tercer armónico, $f_3=3f_1$

Para la cuerda que vibra, las frecuencias emitidas, son:

$$L=n\frac{\lambda}{2},\quad \lambda_n=\frac{2L}{n} \qquad\qquad f_n=n\frac{v}{2L},\quad f_n=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

L = longitud de la cuerda λ = longitud de onda f = frecuencia
n = armónico (n=1 sonido fundamental o primer armónico, n=2 segundo armónico, n=3 tercer armónico)