Ondas

Arland Barrera

Junio 7, 2025

Contenido

Lista de gráficas

Lista de ecuaciones

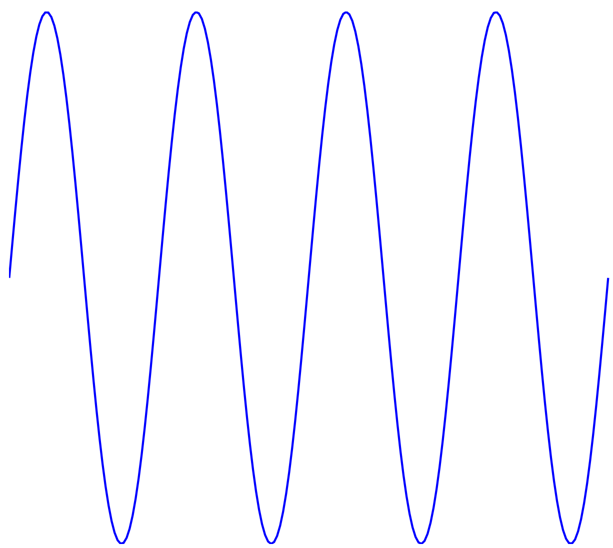
Conceptos Básicos

1.1 Definición

Una onda es una perturbación o fluctuación que se propaga a través de algún medio transportando energía. Se caracteriza por la porpagación de una perturbación a través de un medio.

La palabra 'onda' deriva de la palabra en latín 'unda', que significa ola, oleada o agua agitada.

Las ondas transfieren energía, no materia. En ciertas ocasiones, esa energía se puede interpretar como información significativa.



Gráfica 1.1: Onda simple

1.2 Elementos

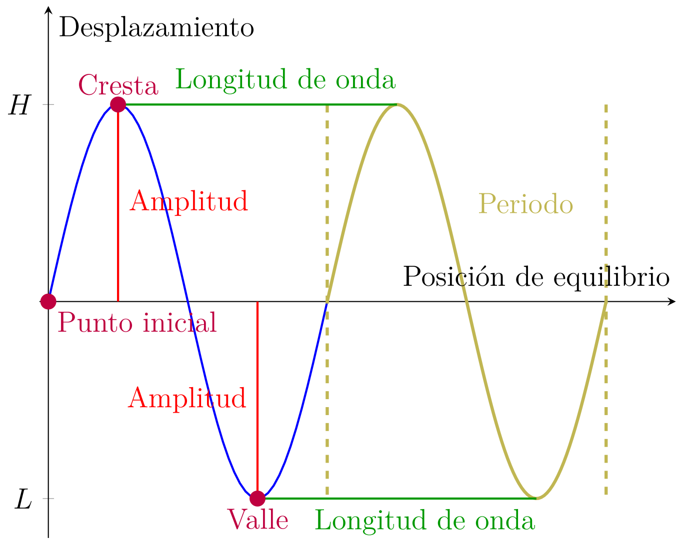
1.2.1 Posición de Equilibrio

También se le conoce como linea de equilibrio o punto de equilibrio.

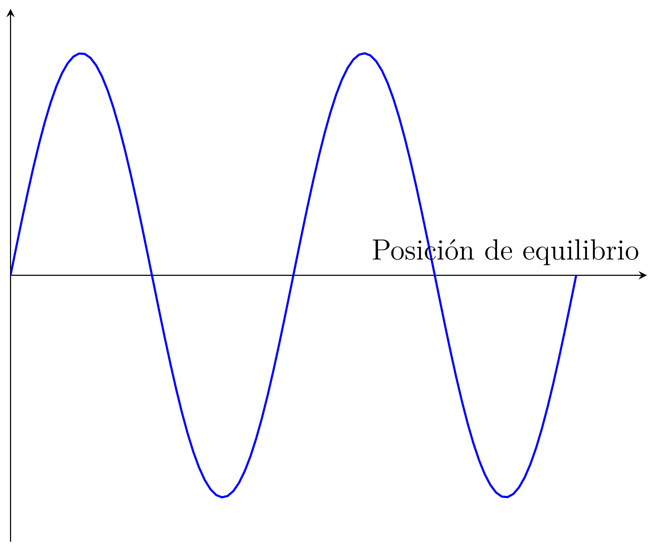
Es la posición en la que las partículas de un medio se encontrarían si no hubiera perturbación, es decir, cuando no hay onda.

Es el punto central en torno al cual vibran las parículas de un medio. También se considera la posición antes y después de producirse la vibración.

Se identifica con el eje de las abscisas x en un plano cartesiano.



Gráfica 1.2: Elementos de una onda

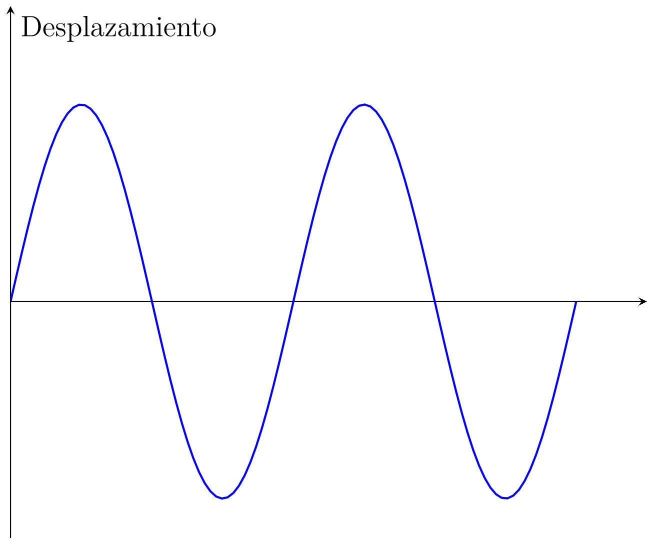


1.2.2 Desplazamiento

Que tan lejos de la posición de equilibrio la onda oscila. Es la medida de cuánto se mueve una partícula en un medio de su estado de reposo cuando una onda pasa a través de ella.

Cuando una onda viaja a través de un medio, las partículas de ese medio vibran o se desplazan de su posición de equilibrio.

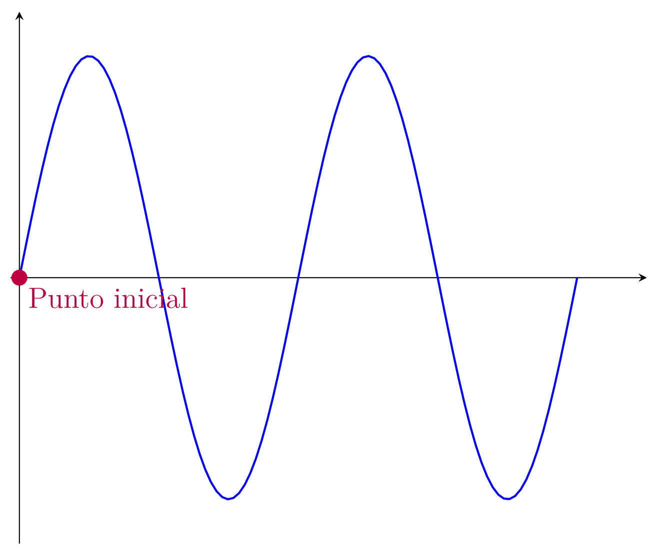
Se identifica con el eje de las ordenadas y en un plano cartesiano.



1.2.3 Punto Inicial

Este punto representa la posición inicial de la onda en el tiempo y el espacio, y se utiliza para definir la forma y el desplazamiento de la onda en cualquier instante posterior.

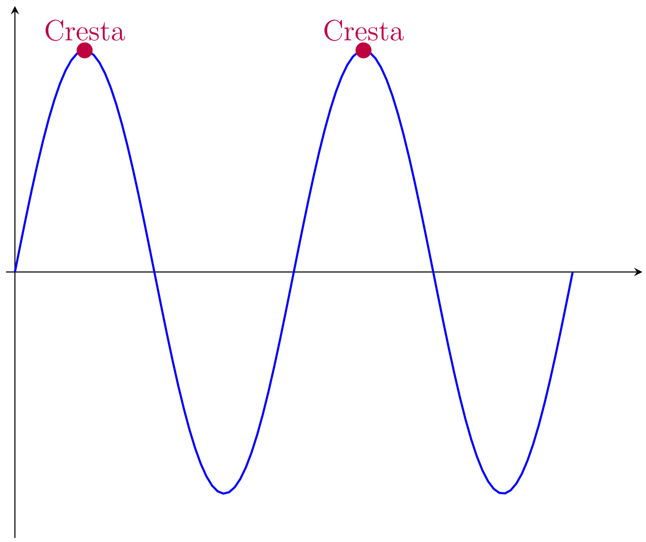
Generalmente se ubica en el punto donde la distancia y el tiempo tiene un valor de 0.



1.2.4 Cresta

Es un punto máximo que alcanza una onda al desplazarse. El punto más alto, donde la amplitud es máxima.

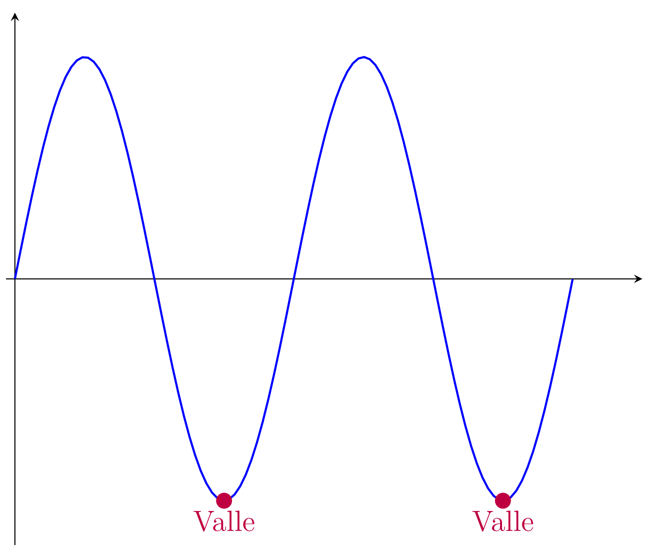
Es el punto más alejado de la posición de equilibrio en la dirección positiva del desplazamiento.



1.2.5 Valle

Es un punto mínimo que alcanza una onda al desplazarse. El punto más bajo, donde la amplitud es mínima.

Es el punto más alejado de la posición de equilibrio en la dirección negativa del desplazamiento.

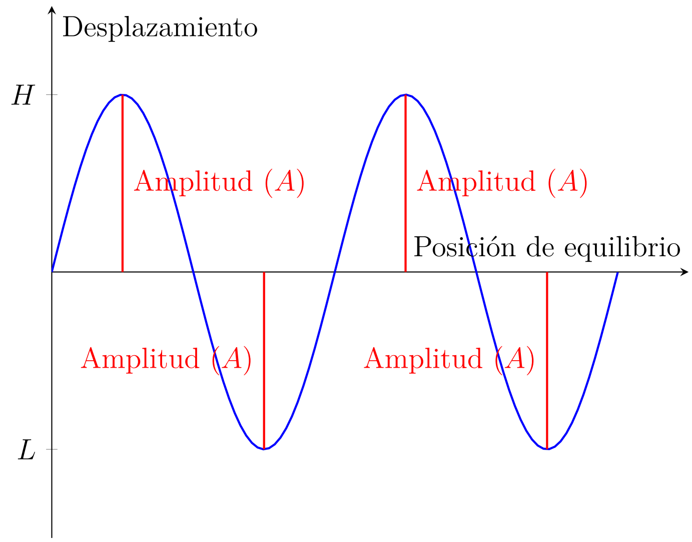


1.2.6 Amplitud

La amplitud es el desplazamiento máximo desde la posición de equilibrio. Se representa con la letra A.

La amplitud puede ser hacia arriba o hacia abajo con respecto a la posición de equilibrio.

En el eje de desplazamiento el límite superior se denomina H y el inferior L.



Para calcular la amplitud se puede hacer uso de los límites superior (H) e inferior (L) en el eje de desplazamiento y. Hay dos formas:

1.2.6.1 Promedio de la resta de ambos límites

Consiste en restar los límites y dividir entre dos.

$$A = \frac{H - L}{2}$$

Adicionalmente se puede determinar el punto central. Hay dos formas:

Con respecto al límite superior H:

$$\text{punto central} = H - A$$

Con respecto al límite inferiro L:

$$\text{punto central} = L + A$$

1.2.6.2 Promedio de la suma de ambos límites

Consiste en obtener el promedio de los límites y determinar la diferencia entre los límites y el promedio.

$$\text{punto central} = \frac{H + L}{2}$$

Luego se realiza una diferencia para hallar la amplitud A. Hay dos formas:

Con respecto al límite superior H:

$$A = H - \text{punto central}$$

Con respecto al límite inferior L:

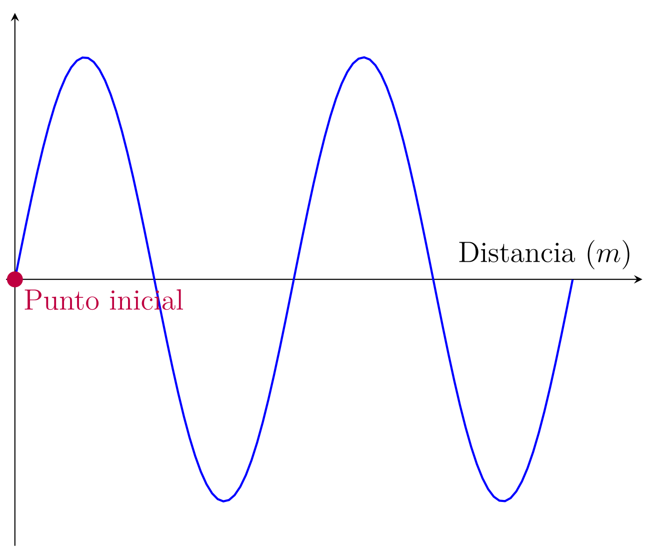
$$A = \text{punto central} - L$$

1.2.7 Distancia

Longitud del camino recorrido por la onda. Se representa mediante el eje de las abscisas x en un plano cartesiano.

Que tan lejos la onda ha viajado desde su punto inicial.

Se mide en unidades de longitud. El Sistema internacional utiliza metros m.

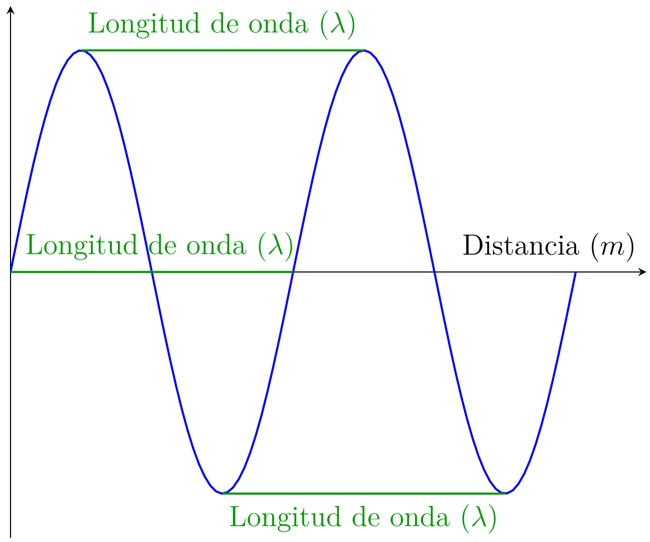


1.2.8 Longitud de Onda

Distancia entre dos puntos equivalentes consecutivos en un onda. Puede ser entre crestas, valles o puntos de corte con la posición de equiilibrio. Se representa con la letra griega lambda λ.

Es la distancia de una oscilación completa.

Se mide en unidades de longitud. El Sistema internacional utiliza metros m.



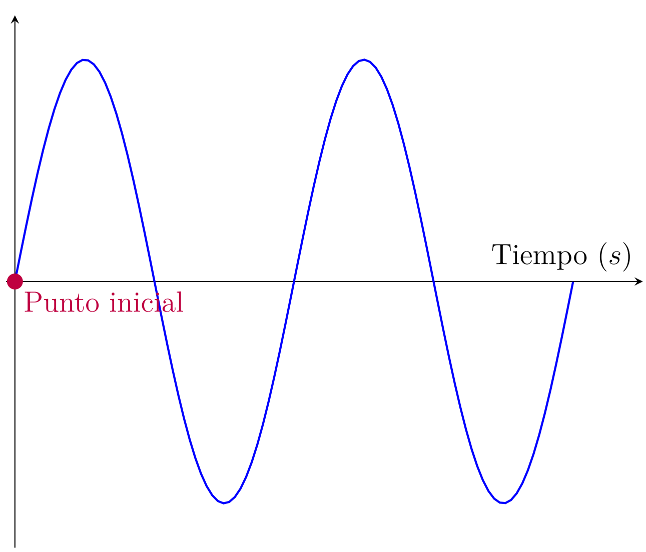
Considerando la distancia en metros y el número de ciclos u oscilaciones, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\boxed{\lambda = \frac{\text{distancia}(m)}{\text{número de ciclos}}}$$

1.2.9 Tiempo

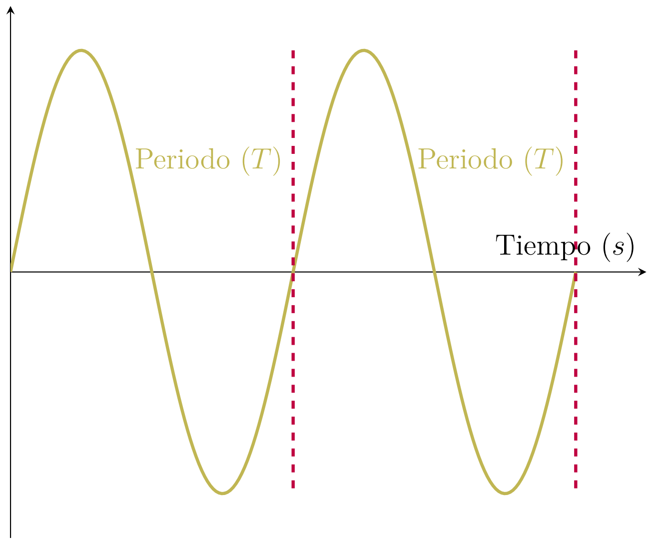
Medida de la duración de la onda. Se representa mediante el eje de las abscisas x en un plano cartesiano.

El Sistema Internacional utiliza el segundo s como medida básica de tiempo.



1.2.10 Periodo

El tiempo que tarda una onda en completar un ciclo de oscilación. Se representa con la letra T mayúscula. Se mide en segundos s.

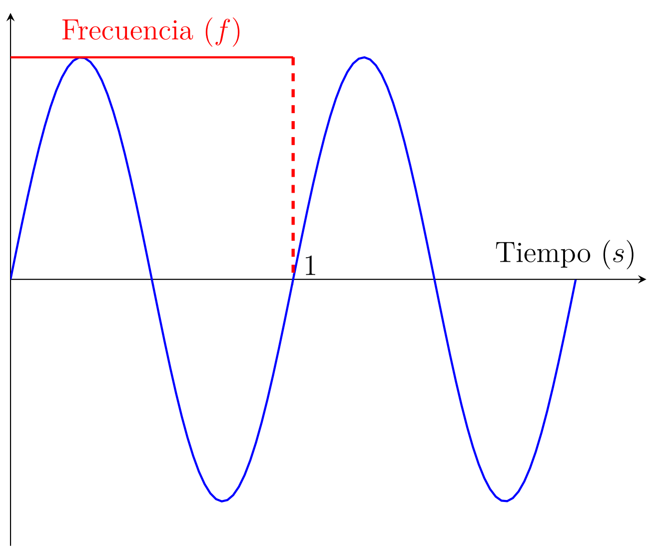


Se puede calcular como el tiempo transcurrido en segundos entre la cantidad de ciclos completos.

$$\boxed{T = \frac{\text{tiempo}(s)}{\text{número de ciclos}}}$$

1.2.11 Frecuencia

Número de ciclos completos que la onda realiza en un segundo. Se representa con la letra f minúscula. Se mide en Hertz Hz.



La frecuencia es el inverso del periodo.

$$\boxed{f = \frac{1}{T}} \tag{1.1}$$

Ecuación 1.1: Relación entre frecuencia y periodo

Interpretando la ecuación 1.1 en sentido contrario, el periodo es el inverso de la frecuencia.

$$\boxed{T = \frac{1}{f}}$$

Teniendo en cuenta el número de ciclos y el periodo en segundos, se puede definir la frecuencia como la cantidad de ciclos por segundo

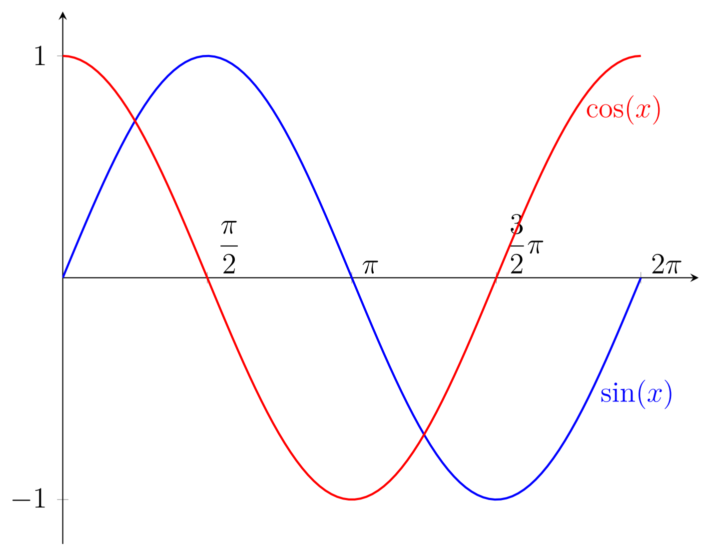
Considerando esta relación, la unidad de medida de la frecuencia es $\frac{1}{s}$ o s^{-1}. Esto equivale a un Hertz Hz.

$$\boxed{\frac{1}{s} = s^{-1} = Hz}$$

Modelo Matemático

2.1 Función Simple

Para representar ondas matemáticamente se utilizan las funciones $\sin(x)$ y $\cos(x)$.



Estas funciones se pueden modificar mediante ciertos valores. La expresión matemática de esto es la siguiente:

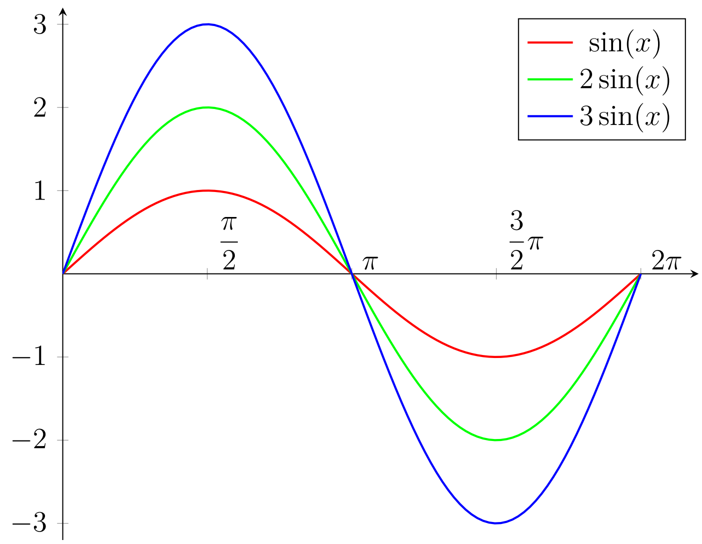
$$\boxed{f(x) = A\sin(fx - \phi)} \tag{2.1}$$

Ecuación 2.1: Función sencilla de onda

2.1.1 Amplitud

Esto modifica la altura de la onda.

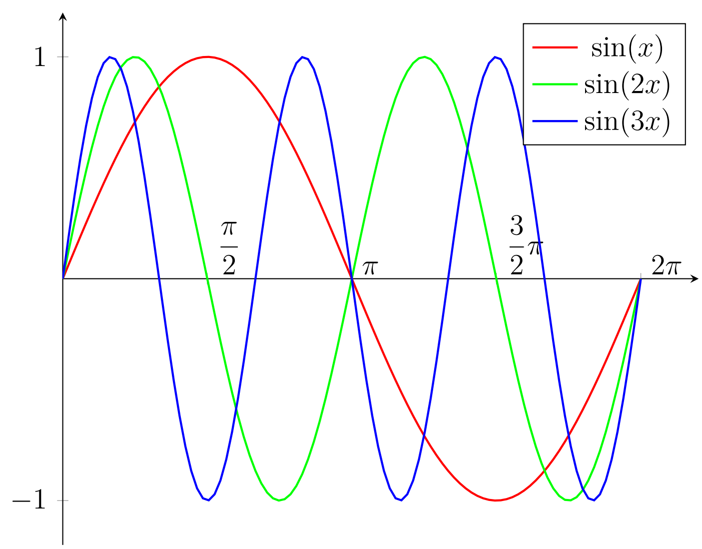
$$\boxed{f(x) = A\sin(x)}$$



2.1.2 Frecuencia

Esto modifica la velocidad de los ciclos de la onda.

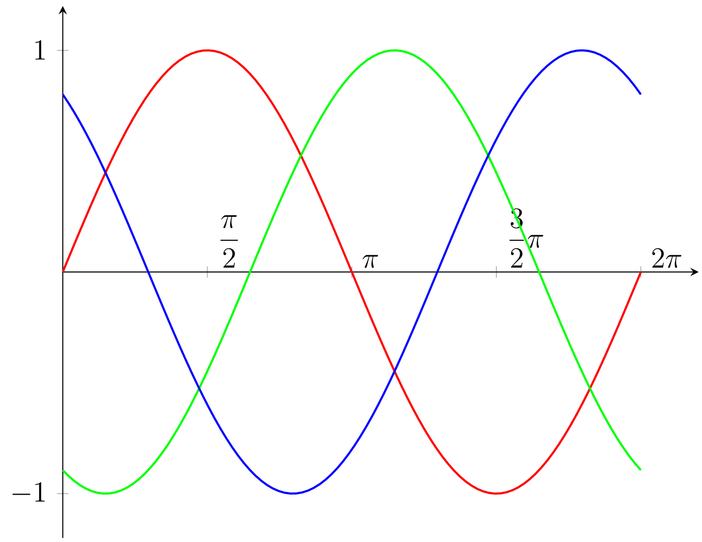
$$\boxed{f(x) = \sin(fx)}$$



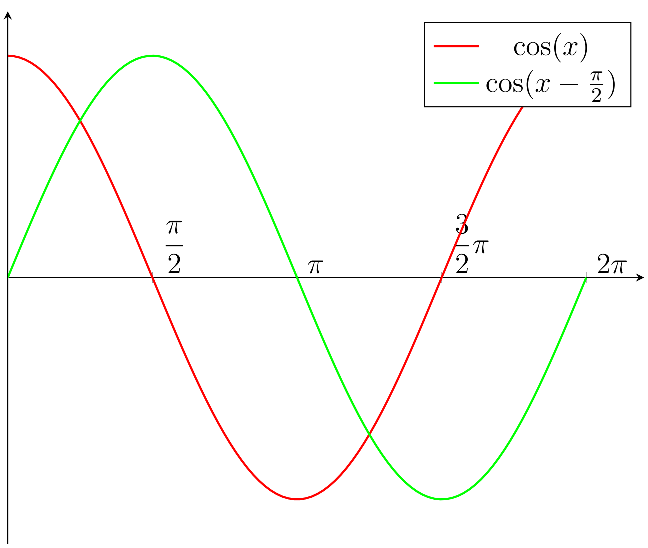
2.1.3 Fase

Esto modifica la distanncia de la onda en el eje x. Una fase negativa $(-)$ representa una distancia hacia la derecha y una positiva $(+)$ hacia la izquierda en el eje. Se representa usando la letra griega phi minúscula (ϕ).

$$\boxed{f(x) = \sin(x - \phi)}$$



Al cambiar la distancia de la onda se puede cambiar su patrón. La función $\sin(x)$ puede resultar en el patrón de una función $\cos(x)$ si se aplica la fase correcta. También puede ocurrir la contrario, convertir una función $\cos(x)$ en una función $\sin(x)$.

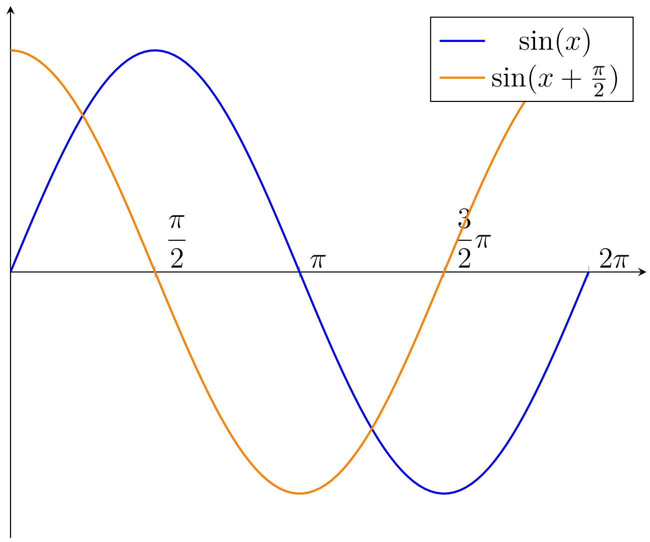


Se observa que al aplicar una fase de $\frac{\pi}{2}$ hacia la derecha en la función $\cos(x)$ se obtiene una función $\sin(x)$.

$$\boxed{\sin(x) = \cos\left(x - \frac{\pi}{2}\right)} \tag{2.2}$$

Ecuación 2.2: Identidad de $\cos(x - \frac{\pi}{2})$ y $\sin(x)$

Una relación parecida ocurre con el $\sin(x)$ al cambiar de fase en $\frac{\pi}{2}$ hacia la izquierda, se obtiene $\cos(x)$.



$$\boxed{\cos(x) = \sin\left(x + \frac{\pi}{2}\right)} \tag{2.3}$$

Ecuación 2.3: Identidad de $\sin(x + \frac{\pi}{2})$ y $\cos(x)$

2.2 Onda Armómica Simple

Describe el movimiento de una onda que oscila sinusoidalmente. Una forma general de expresarla es la siguiente:

$$\boxed{y(x,t) = A\sin(kx - \omega t + \phi)} \tag{2.4}$$

Ecuación 2.4: Onda Armónica Simple

Donde el desplazamiento y depende de la posición x y el tiempo t. Hay dos variables que resaltan: k y ω. Número de onda y frecuencia angular respectivamente.

2.2.1 Número de Onda

Traslación en radianes por unidad de longitud. Dicho de otra forma, cuanto se mueve la onda, en términos de radianes, en una longitud de onda. Se representa mediante la letra k minúscula.

Se relaciona con la longitud de onda de la siguiente forma:

$$\boxed{k = \frac{2\pi}{\lambda}} \tag{2.5}$$

Ecuación 2.5: Número de onda

De esto se infiere que la unidad de k es radián por metro $\left(\frac{\pi}{m}\right)$.

De la ecuación 2.5 se desprenden las siguientes:

$$\boxed{\lambda = \frac{2\pi}{k}}$$

Obtener la relación inversa resulta conveniente para el cálculo de la velocidad.

$$\boxed{\frac{1}{k} = \frac{\lambda}{2\pi}} \tag{2.6}$$

Ecuación 2.6: Relación inversa entre número de onda y longitud de onda

2.2.2 Frecuencia Angular

Traslación en radianes por unidad de tiempo. Dicho de otra forma, cuanto se mueve la onda, en términos de radianes, en un periodo. Se representa mediante la letra griega omega minúscula (ω).

Se relaciona con el periodo de la siguiente forma:

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}} \tag{2.7}$$

Ecuación 2.7: Frecuencia angular y periodo

De esto se infiere que la unidad de ω es radián por segundo $\left(\frac{\pi}{s}\right)$.

De la ecuación 2.7 se desprenden las siguientes:

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

Cade recordar la ecuación 1.1, dado que la frecuencia angular también se relaciona con la frecuencia. Por tanto se obtiene:

$$\boxed{\omega = f2\pi} \tag{2.8}$$

Ecuación 2.8: Frecuencia angular y frecuencia

2.3 Velocidad

Hay que considerar la ecuación fundamental del Movimiento Rectilineo Uniforme (MRU):

$$\boxed{v = \frac{d}{t}}$$

donde las variables indican:

- v: velocidad $\left(\dfrac{m}{s}\right)$.
- d: distancia (m).
- t: tiempo (s).

Adaptando esta ecuación al contexto de una onda, hay que considerar la longitud de onda (λ) y periodo (T).

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

Haciendo uso de la ecuación 1.1 se obtiene la siguiente expresión:

$$\boxed{v = \lambda f} \tag{2.9}$$

Ecuación 2.9: Velocidad de una onda

La velocidad también se puede expresar en función del número de onda y frecuencia angular. Para ello para hay que considerar las ecuaciones 2.6 y 2.8. Para aplicar esas expresiones 2π tiene que estar presente, para lograr eso se multiplica la ecuacion por $\dfrac{2\pi}{2\pi}$, que equivale a 1 y no altera la ecuación.

$$v = \lambda f \left(\frac{2\pi}{2\pi}\right)$$
$$v = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)(f 2\pi)$$

Se obtiene:

$$\boxed{v = \frac{\omega}{k}} \tag{2.10}$$

Ecuación 2.10: Velocidad en función del número de onda y frecuencia angular

En ciertos contextos, como en el estudio de fotones, se considera la velocidad de la luz en el vacío (c).

$$\boxed{c = 3\text{x}10^8 \frac{m}{s}} \tag{2.11}$$

Ecuación 2.11: Velocidad de la luz en el vacío (c)

De la expresión 2.9 se puede extraer que **la frecuencia y la longitud de onda tienen una relación inversa**, cuando aumenta una disminuye la otra. Y también se concluye que **la velocidad tiene una relación directa con la frecuencia**, una aumenta cuando la otra aumenta. En sentido contrario se infiere que **la velocidad tiene una relación inversa con la longitud de onda**, una aumenta cuando disminuye la otra.

2.4 Energía

La energía se denota la letra E mayúscula. Su unidad en el **Sistema Internacional** es el **Joule** (J).

Su cálculo depende de la naturaleza de la onda.

Para la energía de un fotón se considera la **constante de Planck** h, cuya unidad es Joule-segundo (Js). Su valor aproxmiado es el siguiente:

$$\boxed{h = 6.626\text{x}10^{-34} Js} \tag{2.12}$$

Ecuación 2.12: Constante de Planck h

Esta contante relaciona la energía de un fotón con su frecuencia. A continuación se muestra la expresión:

$$\boxed{E = hf} \tag{2.13}$$

Ecuación 2.13: Energía de un fotón

La unidad resultante es Joule (J).

$$E = Js(Hz) = Js\left(\frac{1}{s}\right) = J$$

En ciertos contextos para medir la energía se utiliza el Electronvolt (eV) en lugar del Joule. La relación entre ambas unidades se muestra en la siguiente equivalencia:

$$\boxed{1eV = 1.602\text{x}10^{-19} J} \tag{2.14}$$

Ecuación 2.14: Relación entre Electronvolt (eV) y Joule (J)

De la expresión 2.13 se puede inferir que **la energía es mayor cuando la frecuencia aumenta**.

Tipos de Ondas

3.1 Naturaleza de Emisión

3.1.1 Onda Mecánica

3.1.2 Onda Electromagnética

3.2 Movimiento de Partículas

3.2.1 Onda Transversal

3.2.2 Onda Longitudinal

3.3 Sentido de Propagación

3.3.1 Onda Viajera

3.3.2 Onda Estacionaria

Fenómenos Ondulatorios

4.1 Reflexión

4.1.1 Definición

4.1.2 Tipos

4.2 Refracción

4.2.1 Definición

4.2.2 Descripción Matemática

4.3 Difracción

4.3.1 Definición

4.3.2 Tipos

4.4 Absorción

4.4.1 Definición