

Guía 1 FENÓMENOS ONDULATORIOS

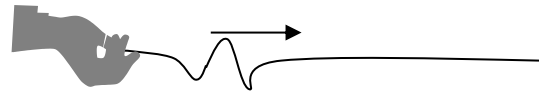
1. Ondas

Las ondas son fenómenos que permiten transmitir energía sin transporte de materia. Por ejemplo: la luz, el sonido, la radiación solar, etc.

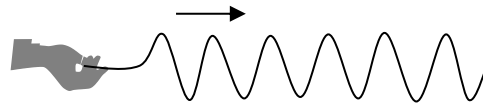


Pulsos y ondas

Un pulso es una porción de energía que se propaga a través del espacio como una perturbación o deformación, pero sin transportar materia. Ejemplo: pulsos en el agua, en resortes, en cuerdas, etc.

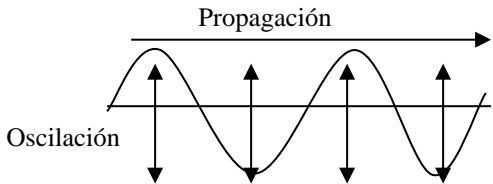
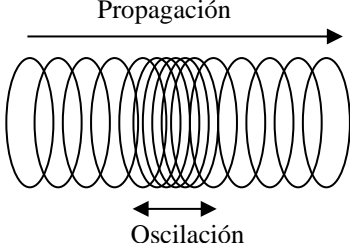


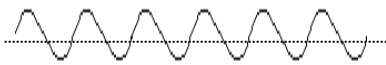
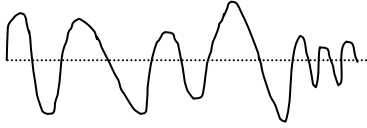
¿Qué es una onda? Es una sucesión o serie de pulsos:



Clasificación de las ondas

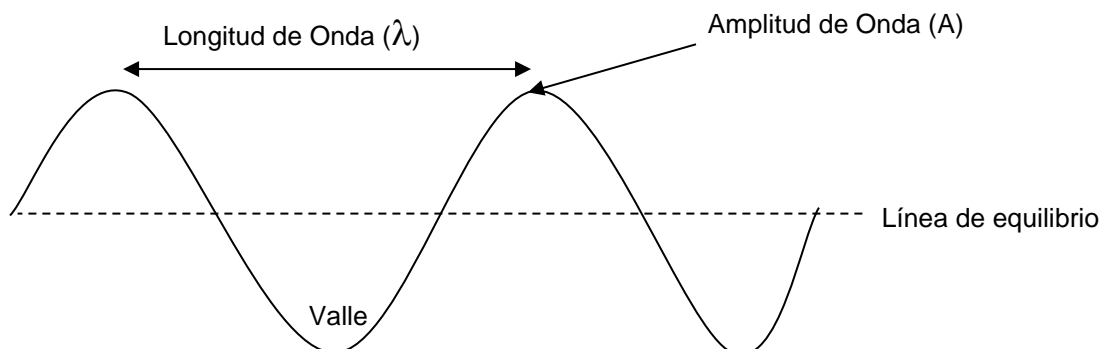
Según medio de propagación	
<p>Ondas Mecánicas</p> <p>Son aquellas que viajan como una deformación y por lo tanto requieren de un medio elástico.</p> <p>Ejemplo: Sonido, Ondas en el agua, ondas sísmicas, etc.</p> <p>Observación: En estas ondas, la velocidad de propagación es independiente de la energía asociada a éstas, sino que depende únicamente de la elasticidad del medio de propagación.</p>	<p>Ondas Electromagnéticas</p> <p>Son aquellas que viajan como una perturbación, consistente en la superposición de campos magnéticos y eléctricos; por lo tanto, NO requieren de un medio de propagación, pudiendo viajar en el vacío.</p> <p>Ejemplo: Ondas de radio, de TV, Rayos X, Rayos UV, luz, etc.</p> <p>Observación: Todas las OEM, son de la misma naturaleza (son idénticas), sólo se diferencian en su frecuencia (cantidad de oscilaciones por unidad de tiempo) y por consiguiente, por la energía que transportan. En un mismo medio, todas las OEM tienen la misma velocidad. En el vacío, alcanzan la velocidad límite (velocidad de la luz), cuyo valor se aproxima a:</p> <p style="text-align: center;">$V = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$</p>

Según dirección de la oscilación	
Ondas Transversales	Ondas Longitudinales
En ellas la oscilación es perpendicular a la dirección de propagación.	En ellas la oscilación es paralela a la dirección de propagación.
 <p>Ejemplo: Ondas en el agua, ondas electromagnéticas.</p>	 <p>Ejemplo: Ondas sonoras.</p>

Según su periodicidad	
Ondas Periódicas o Armónicas	Ondas No Periódicas
Son aquellas en las cuales se aprecia un patrón de pulso constante, es decir, todos los pulsos que componen la onda son iguales. La fuente que los genera, debe tardar el mismo tiempo en producir cada pulso (tiene período constante).	Son las que producimos por ejemplo en una cuerda o en un resorte, pero tardando tiempos diferentes para cada pulso, de tal forma que no se repite una figura (patrón) de manera constante.
	

Elementos de una onda

En general las ondas, longitudinales o transversales se representan mediante la gráfica de una función senoidal, como la que se muestra en la figura:



Amplitud: Es la máxima separación que alcanza la vibración u oscilación respecto de la posición o línea de equilibrio. En otras palabras, es la separación entre un valle o cresta respecto de la línea de equilibrio. En las ondas mecánicas, como el sonido, la energía transportada por la onda, está asociada a la amplitud, sin embargo, ésta no influye en la rapidez de propagación, que está determinada por el medio.

Longitud de Onda (λ): Se mide en metros y corresponde a la longitud de un pulso completo. Numéricamente corresponde a la distancia entre dos crestas o valle consecutivos.

Frecuencia (f): Es la rapidez con que se producen los pulsos, vibraciones u oscilaciones que originan la onda. Operacionalmente corresponde a la cantidad de pulsos que se producen por unidad de tiempo (segundo).

$$f = \frac{n}{t}$$

donde,
n = número de pulsos
t = tiempo medido en segundos

La unidad de frecuencia es el hertz (Hz), unidad que corresponde a un ciclo, vibración o pulso emitido en un segundo. Generalmente las frecuencias altas se miden en kilohertz (KHz ó 10^3 Hz) o en megahertz (MHz ó 10^6 Hz).

En las ondas electromagnéticas, la energía de éstas es directamente proporcional a la frecuencia.

Período (T): Es el tiempo empleado en producir un pulso o vibración completa. Se mide en segundos. Esta magnitud es inversamente proporcional a la frecuencia; operacionalmente:

$$T = \frac{t}{n}$$

donde,
n = número de pulsos
t = tiempo medido en segundos

De acuerdo con lo anterior,

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T} \quad T \cdot f = 1$$

Rapidez de propagación (V): La rapidez de propagación de una onda depende exclusivamente de la elasticidad del medio a través del cual se propaga y corresponde a la distancia recorrida por unidad de tiempo. Esta magnitud se mide en metros/segundo [m/s]. También es posible demostrar una relación entre la velocidad de propagación, la frecuencia y la longitud de onda, tal como se muestra a continuación:

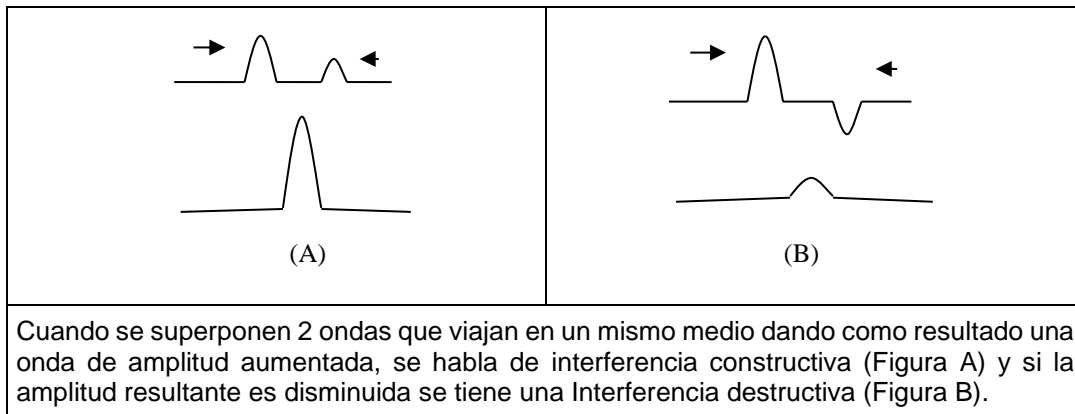
$$V = \frac{d}{t} \quad V = \frac{\lambda}{T} \quad V = f \cdot \lambda$$

En el caso particular de las ondas generadas en un resorte o cuerda, la rapidez de éstas es proporcional a la tensión (fuerza F) con que se estira dicho medio, además de la masa (m) y longitud (L) del resorte o cuerda. En efecto, la relación operacional es:

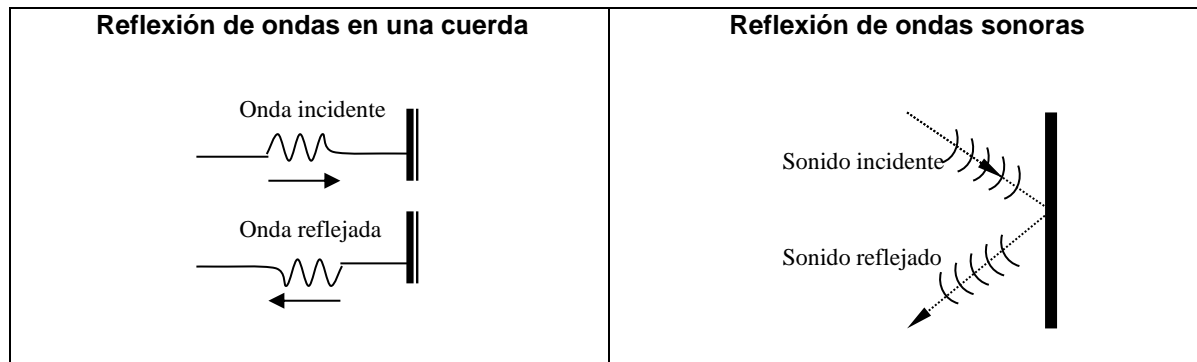
$$V = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$$

Fenómenos ondulatorios

Superposición e Interferencia: Se aprecia cuando 2 o más ondas que viajan en un mismo medio se encuentran (se superponen) y ocupan la misma posición simultáneamente, de tal forma que alteran sus amplitudes dando forma en dicho punto a un perfil de onda diferente. Sin embargo, después de encontrarse, ambas ondas continúan sus movimientos originales, como si nada hubiese ocurrido.

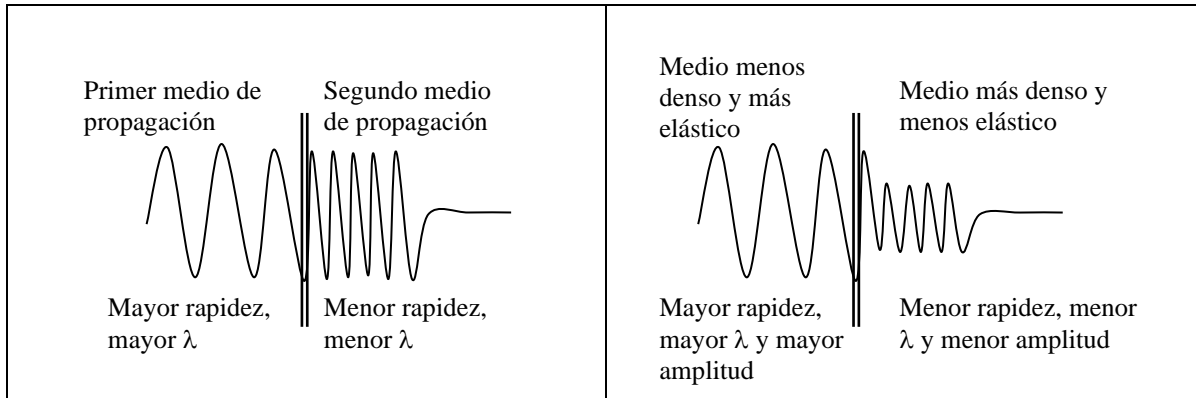


Reflexión: Este fenómeno ocurre cuando una onda se encuentra con la superficie de otro medio o un obstáculo, de tal forma que se desvía cambiando de dirección, pero no de medio de propagación:

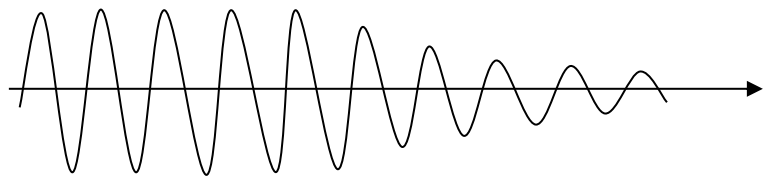


En el fenómeno de reflexión, no hay alteración en la rapidez ya que no hay cambio de medio. Tampoco cambia la frecuencia ya que depende de la fuente que genera la onda (por consiguiente, no cambia ni la longitud de onda ni el período). Si no hay absorción, tampoco habrá alteración en la amplitud.

Refracción: Este fenómeno se produce cuando la onda cambia de medio de propagación. En este caso, se altera la rapidez de propagación y también puede cambiar la amplitud si la onda cambia a un medio más denso. Dado que la frecuencia y el período permanecen constantes, se altera la longitud de onda.

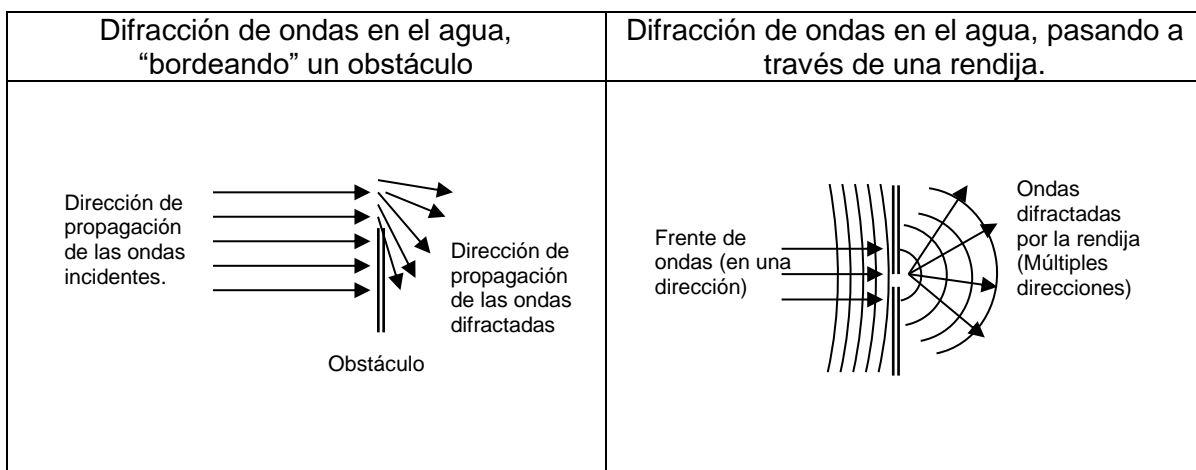


Absorción: se produce cuando un medio es de baja elasticidad o muy denso, de tal forma que la onda paulatinamente va entregando su energía a éste. Aquí se producirá una paulatina disminución de la amplitud. Si la onda es absorbida siempre en un mismo medio, sólo se observará una disminución de la amplitud.



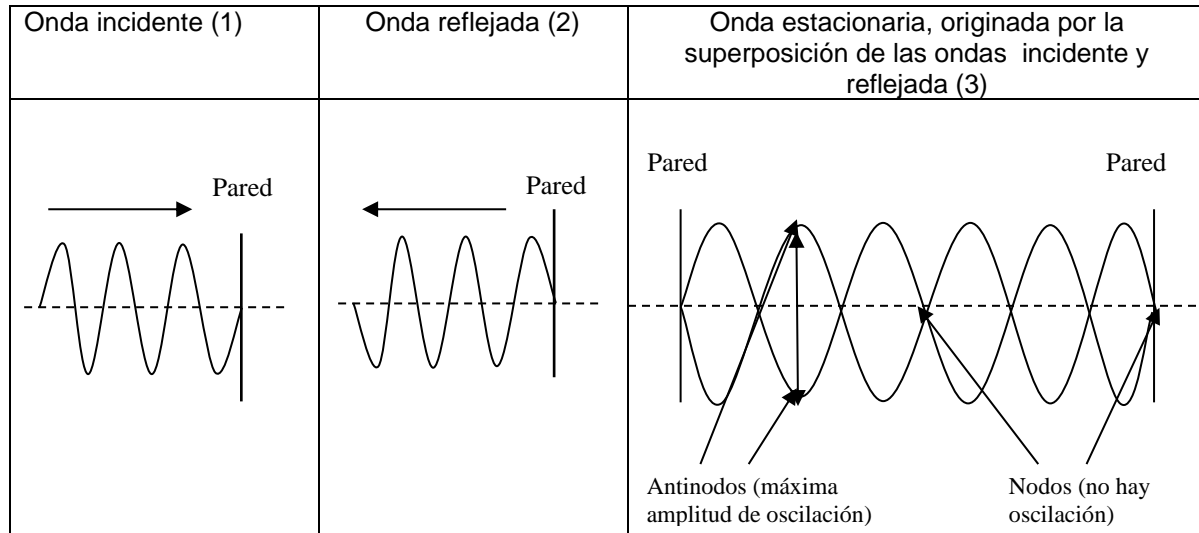
A medida que la onda se propaga, disminuye su amplitud, pero manteniendo constante λ , rapidez y frecuencia.

Difracción: este fenómeno se produce debido a la propiedad que tienen las ondas de “bordear” o rodear un obstáculo:



La onda estacionaria

Corresponde a la superposición de una onda con su reflejo, en un medio acotado. Esta onda se caracteriza porque se observan puntos que vibran con máxima amplitud (antinodos) y otros puntos que permanecen en reposo (nodos). La situación observada, se produce por la constante superposición (3) entre las ondas incidente (1) y reflejada (2), las que efectivamente se están moviendo.



Estas ondas se producen en cuerdas, así como en cubetas con agua o en el aire de ciertas cavidades (como en una flauta). En el caso particular de una cuerda, podemos señalar que todos sus puntos vibran con igual frecuencia, pero con diferente amplitud.

Ejercicios

1. Respecto de las ondas electromagnéticas es posible afirmar que:

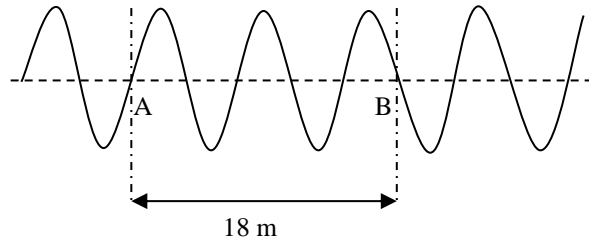
- I. Sólo se propagan en el vacío.
- II. Son longitudinales.
- III. La energía que transportan es proporcional a su amplitud.

De las anteriores afirmaciones, es(son) verdadera(s):

- A) Sólo I
- B) Sólo I y II
- C) Sólo I y III
- D) Sólo II y III
- E) Ninguna

Las preguntas 2 a 5 se refieren a la siguiente información:

“La onda que se muestra en la figura adjunta, se propaga entre los puntos A y B, en 10 segundos”



2. La frecuencia de esta onda, medida en hertz es:

- A) 1/4
- B) 0,4
- C) 0,5
- D) 2,5
- E) 4

3. La longitud de onda correspondiente es:

- A) 7,2 m
- B) 18/5 m
- C) 5/18 m
- D) 9 m
- E) 6 m

4. La rapidez de propagación de la onda es:

- A) 28,8 m/s
- B) 18,8 m/s
- C) 1,8 m/s
- D) 1,0 m/s
- E) 0,8 m/s

5. El tiempo empleado en producir un pulso completo, medido en segundos es:
- A) $1/4$
 - B) 0,4
 - C) 0,5
 - D) 2,5
 - E) 4
6. El sonido en el agua tiene una rapidez aproximadamente cinco veces mayor que en el aire. Si un sonido de 450 Hz se refracta desde el aire al agua, su frecuencia en este segundo medio será:
- A) 45 Hz
 - B) 90 Hz
 - C) 450 Hz
 - D) 2250 Hz
 - E) 4500 Hz
7. Un niño mantiene una cuerda tensada con cierta fuerza F . Al sacudirla observa que los pulsos viajan a través de ella con una rapidez de 2 m/s. Si desea que las ondas viajen a 8 m/s, entonces tendrá que tensar la cuerda con una fuerza de magnitud igual a:
- A) $F/16$
 - B) $F/4$
 - C) $F/2$
 - D) $4F$
 - E) $16F$
8. En una cuerda de 12 metros de longitud se producen ondas estacionarias de tal forma que se observan 4 nodos. Si el período de los pulsos es 0,5 segundos; la rapidez de propagación de las ondas en la cuerda es:
- A) 0 m/s
 - B) 8 m/s
 - C) 16 m/s
 - D) 20 m/s
 - E) 24 m/s
9. Si en el mismo sistema de la pregunta anterior se producen ondas estacionarias con el doble de frecuencia, ¿cuántos nodos se observan?
- A) 2
 - B) 3
 - C) 5
 - D) 7
 - E) 9

10. Cuando una onda mecánica cambia de medio de propagación hacia otro de mayor elasticidad, es posible observar:

- I. Un aumento en su rapidez
- II. Una disminución de λ
- III. Un aumento de su período.

De las anteriores afirmaciones es(son) verdadera(s):

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo I y II
- D) Sólo I y III
- E) Todas.

11. En una cuerda de 10 m que se sacude 15 veces en 5 segundos, se establece una onda estacionaria y se observan 6 nodos. De acuerdo con esta información, ¿cuál es la rapidez de propagación de las ondas en esta cuerda?

- A) 2 m/s
- B) 4 m/s
- C) 6 m/s
- D) 12 m/s
- E) 18 m/s

12. Si en el problema anterior se duplica la frecuencia de las ondas, la rapidez de propagación de ellas será:

- A) 4 m/s
- B) 8 m/s
- C) 12 m/s
- D) 24 m/s
- E) 36 m/s