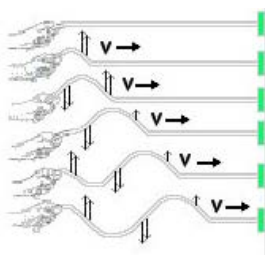


a) Las ondas mecánicas se originan al desplazarse alguna porción de un medio elástico de su posición normal, iniciándose así una oscilación respecto a su posición de equilibrio. Entonces, debido a las propiedades elásticas del medio material, la perturbación original se transmite a las porciones de materia vecinas, y de ésta a las siguientes, y así sucesivamente, de modo que la perturbación se propaga por el medio, alcanzando a todas las porciones de éste, que quedarán sometidas a movimientos análogos al del punto donde se inició la perturbación. Obviamente, todos los puntos del medio no serán alcanzados simultáneamente por la perturbación, ya que esta se propaga con una velocidad finita que depende de las propiedades del medio, de modo que las partículas más alejadas del origen de la perturbación comenzarán a moverse con cierto retraso. En definitiva, podemos decir que la propagación de una perturbación en un medio constituye un movimiento ondulatorio.

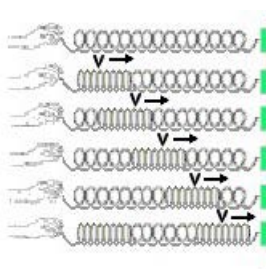
Obsérvese que el medio mismo no se mueve en su conjunto al progresar en él la perturbación (es decir, la onda). Las partículas materiales del medio tan sólo oscilan en trayectoria limitadas, de modo que el movimiento ondulatorio no implica la traslación de materia. Lo único que se traslada o transmite es el movimiento (aunque mejor sería decir energía). El movimiento ondulatorio transporta energía. Este transporte de energía, que puede tener lugar a distancias considerables, se realiza sin necesidad de desplazamiento de materia a gran distancia, ya que cada elemento del medio transmite energía a los elementos vecinos.

b) Podemos distinguir diferentes tipos de ondas al considerar cómo están relacionados los movimientos de las partículas del medio material con respecto a la dirección de propagación de la onda misma. Si las oscilaciones de las partículas son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda, tenemos una onda transversal. Por el contrario, si las partículas oscilan en la dirección en que se propaga la onda, tenemos una onda longitudinal.

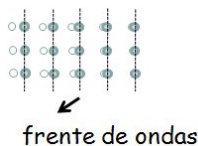


la perturbación llega hasta ellos. Esta onda es transversal.

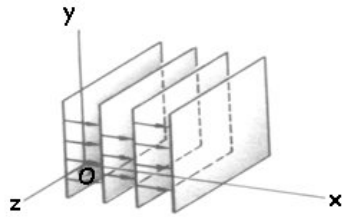
Por ejemplo, imaginemos que a uno de los extremos de una cuerda tensa le aplicamos una sacudida transversal, como se muestra en la figura. La perturbación que experimenta dicho extremo no queda localizada en él, sino que avanza a lo largo de la cuerda, como se ilustra en las sucesivas imágenes. La perturbación se propaga a lo largo de la cuerda, pero los distintos elementos o porciones de la cuerda tan sólo se desplazan en dirección perpendicular a la cuerda, es decir, en dirección perpendicular a la de propagación de la perturbación, cuando la perturbación llega hasta ellos. Esta onda es transversal.



Un ejemplo de ondas longitudinales son las que se propagan en un muelle. Supongamos que súbitamente desplazamos el extremo del muelle hacia la derecha. Las partículas del resorte son obligadas a desplazarse hacia adelante, y la perturbación progresa a lo largo del resorte con una velocidad constante. El movimiento de cada partícula del resorte es hacia adelante, paralelo a la dirección en que se propaga la perturbación. Esta onda es longitudinal.

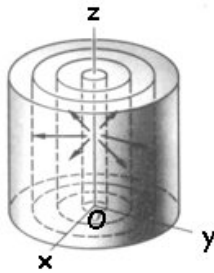


c) Se denomina superficie o frente de ondas al lugar geométrico determinado por los puntos del medio que son alcanzados simultáneamente por la perturbación y que, en consecuencia, en cualquier instante dado están en el mismo estado o fase de la perturbación.

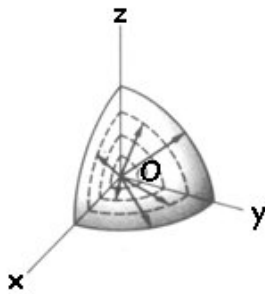


Los frentes de onda pueden tener formas muy diversas. Si las ondas se propagan en una sola dirección, los frentes de onda estarán constituidos por planos paralelos (ondas planas). En un instante dado, las condiciones son idénticas en todos los puntos de un plano cualquiera perpendicular a la dirección de propagación. Los frentes de onda son planos y los rayos son rectas paralelas.

En la naturaleza encontramos ondas que se propagan en varias dimensiones del espacio, de las cuales las más interesantes son las cilíndricas y las esféricas.



Si imaginamos un conjunto infinito de fuentes puntuales uniformemente distribuidas sobre una línea recta o eje, todas ellas oscilando en fase, el resultado será una onda cilíndrica. Los frentes de onda serán superficies cilíndricas concéntricas a dicho eje y la onda se propagará en todas las direcciones perpendiculares al mismo eje. La onda cilíndrica es bidimensional. Una buena aproximación de esta situación la tenemos en las proximidades de una antena radiante.



En el caso de las ondas esféricas, la perturbación se propaga con la misma velocidad en todas las direcciones del espacio, alejándose radialmente del punto que constituye el foco de las ondas. Como ejemplo, podemos imaginar una esfera de pequeñas dimensiones cuyo radio fluctúa periódicamente (esfera pulsante). En estas condiciones, los frentes de ondas están constituidos por superficies esféricas centradas en el foco y los rayos coinciden con las direcciones radiales. Estas ondas son tridimensionales y se generan, por ejemplo, cuando se produce repentinamente un cambio de presión en un punto de un fluido extenso.

d) La velocidad de propagación de la onda es la velocidad a la que la perturbación atraviesa el medio físico. Es una velocidad constante y depende de las propiedades del medio.

Para ondas longitudinales en una barra dicha velocidad es  $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ , si se trata de ondas transversales

en una cuerda tensa es  $\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ , y así dependiendo del medio de transmisión.

La velocidad de movimiento de las partículas del medio es la velocidad con que vibran las partículas en cada instante y en cada posición. Dicha velocidad no es constante, sino que depende del momento y de la posición en el espacio. Su cálculo sale evidentemente de la derivación de la ecuación de onda. En el caso de ondas armónicas, puesto que la posición de las partículas del medio es:

$$y = A \sin k(x - vt)$$

la velocidad de vibración será:

$$\dot{y} = \frac{dy}{dt} = -Akv \cos k(x - vt)$$