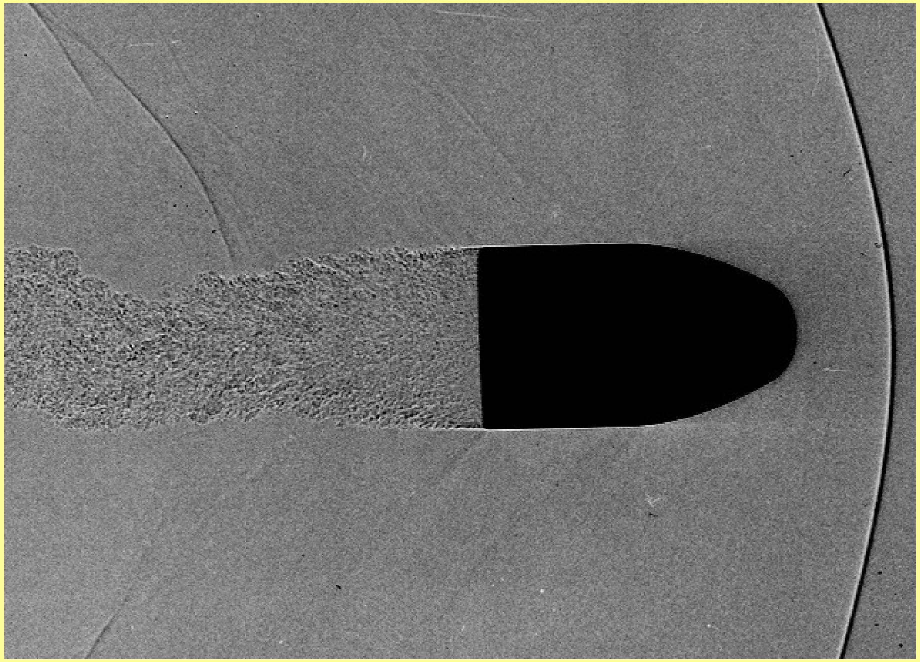
Física II, Ondas
Ondas en Medios Elásticos



Profesor: Pedro Labraña
Departamento de Física,
Universidad del Bío-Bío

Carrera: Ingeniería Civil en Informática
Créditos: 5

Ondas en Medios Elásticos

Introducción, Ondas Mecánicas, Tipos de Ondas, Ondas viajeras, La ecuación de Onda, El Principio de Superposición, Ondas Estacionarias, Potencia e Intensidad en el Movimiento Ondulatorio, Ondas Sonoras, El Efecto Doppler.

Introducción

Ondas mecánicas:

- Ondas en cuerdas
- Ondas de sonido
- Olas en el mar, etc.

Necesitan de un medio para poder propagarse

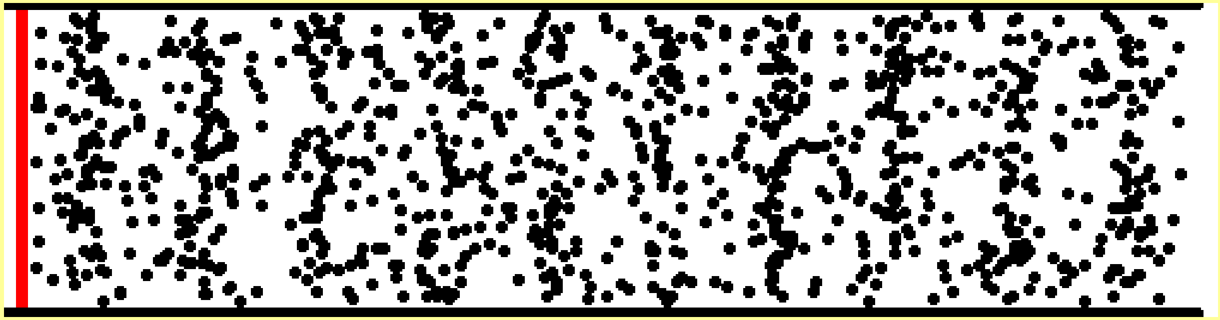
Ondas electromagnéticas

- Luz
- Ondas de radio
- Microondas
- Rayos x

Se pueden propagar en el vacío

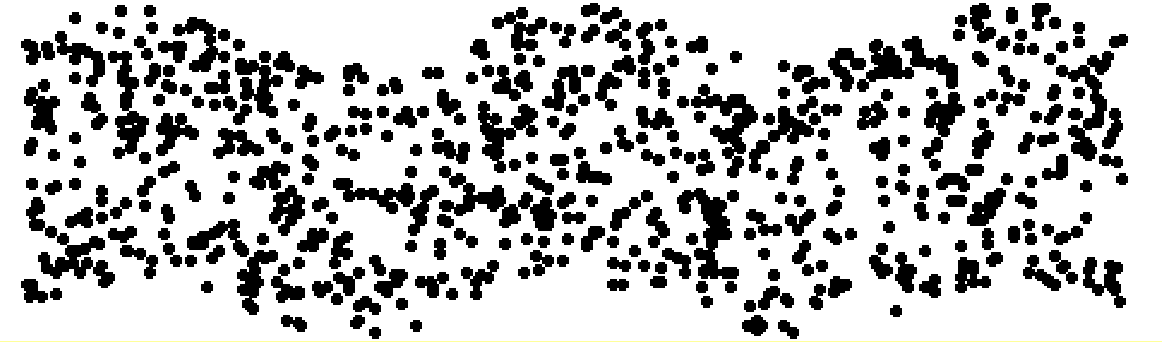
Ondas mecánicas

- Ondas en medios deformables o elásticos.
- Se originan en el movimiento de alguna porción del medio elástico a partir de su posición de equilibrio. El movimiento consiste en oscilaciones con respecto a una posición de equilibrio.
- Debido a las propiedades elásticas del medio la perturbación se transmite de una capa a la siguiente. Esta perturbación (onda) avanza a través del medio.
- Notar: El medio no se mueve en conjunto en la dirección en que avanza el movimiento ondulatorio; las diversas partes del medio oscilan únicamente en trayectorias limitadas.



• Se puede propagar energía a grandes distancias por medio de movimientos ondulatorios.
• La energía en las ondas (mecánicas) es la energía cinética y potencial de la materia, pero la transmisión de energía se efectúa pasando de una porción de la materia a la siguiente no por el movimiento a gran distancia de la materia misma.

Las ondas mecánicas se caracterizan porque la energía se propaga a través de la materia mediante el movimiento regular, constante, de una perturbación que avanza por la materia sin que haya un movimiento en masa de la materia misma.



• Es necesario que exista un medio para la transmisión de las ondas mecánicas.
• El medio que transmite una onda mecánica debe tener inercia y elasticidad

Tipos de Ondas

1) Ondas transversales

El movimiento de las partículas de materia que transportan la onda son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda.

Ej. Una onda en una cuerda tensa

19-1).

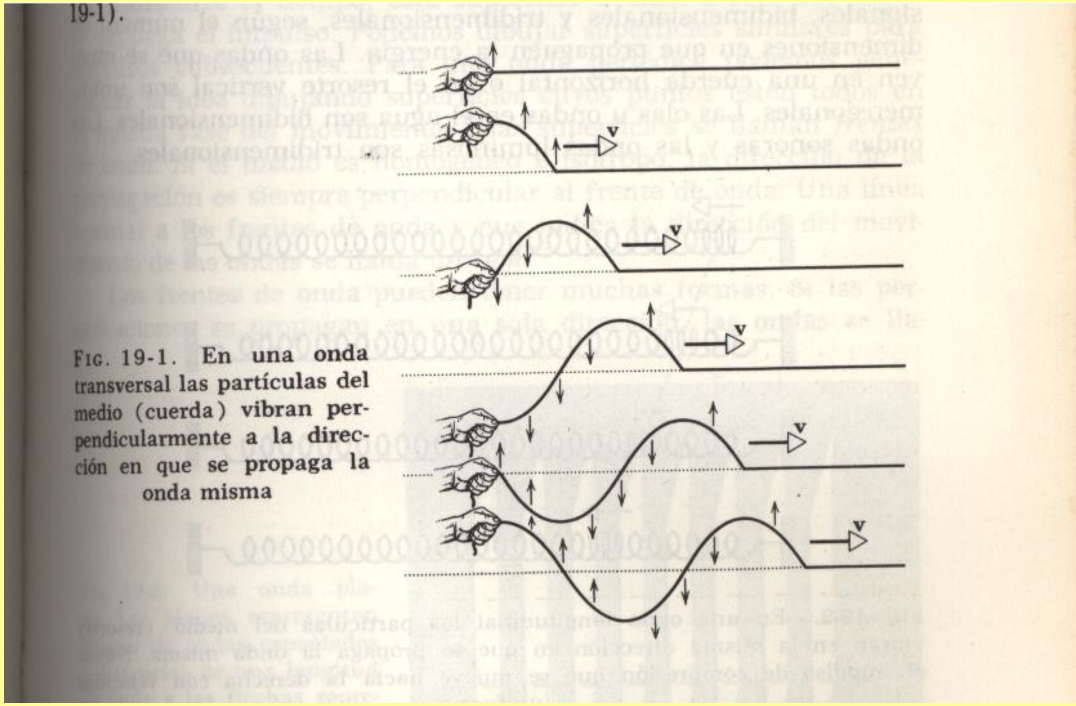
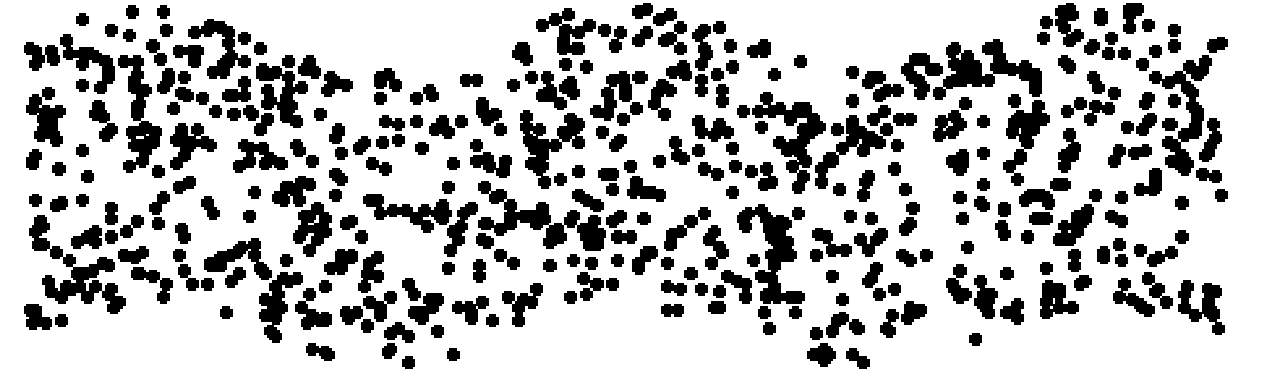


FIG. 19-1. **En una onda transversal las partículas del medio (cuerda) vibran perpendicularmente a la dirección en que se propaga la onda misma**

Onda transversal



2) Ondas Longitudinales

El movimiento de las partículas de materia que transportan la onda son un vaivén según la dirección de propagación de la onda.

Ej. Ondas de sonido, onda longitudinal en un resorte.

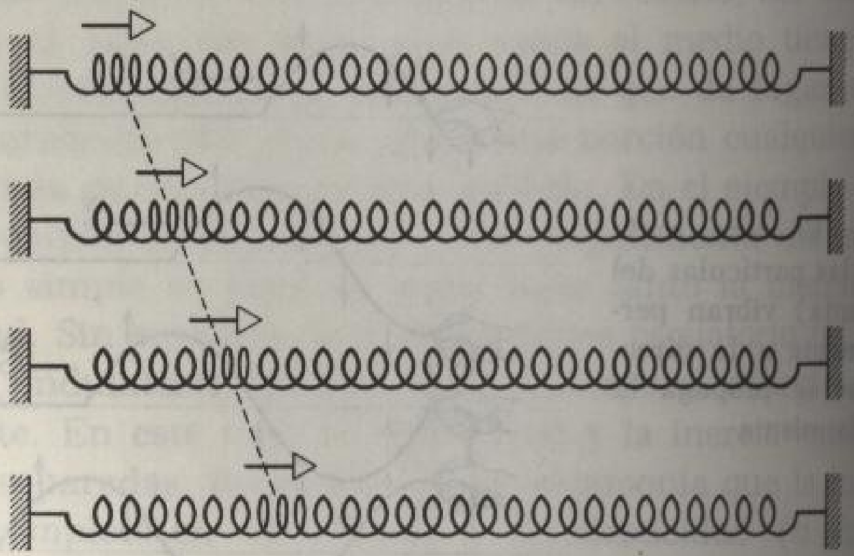
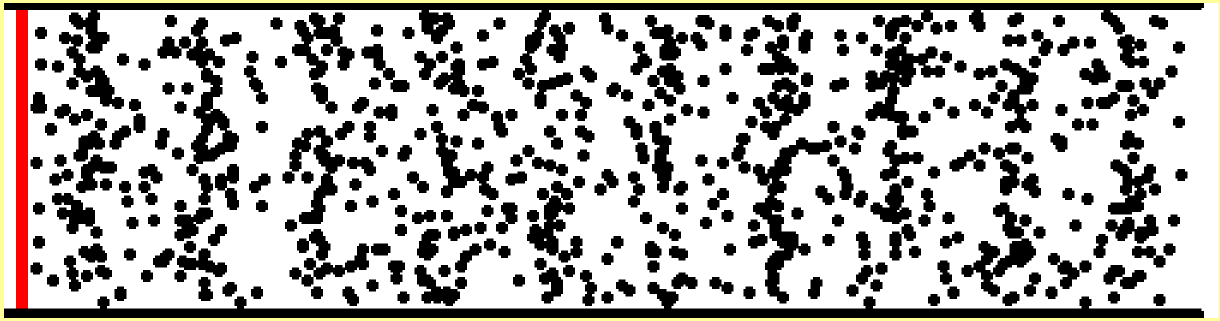


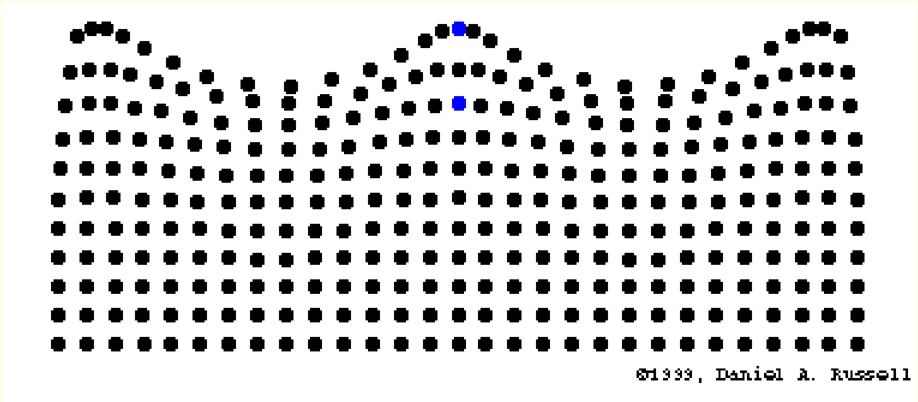
FIG. 19-2. En una onda longitudinal las partículas del medio (resorte) vibran en la misma dirección en que se propaga la onda misma. Nótese el impulso de compresión que se mueve hacia la derecha con velocidad uniforme

Onda longitudinal



Casos mixtos

Un ejemplo de onda que nos es ni puramente longitudinal ni puramente transversal son las ondas en la superficie del agua. Las partículas del agua se mueven tanto para arriba y para abajo como se mueven hacia delante y hacia atrás, describiendo trayectorias elípticas conforme avanzan las ondas en el agua



Otros tipos de clasificación de las ondas

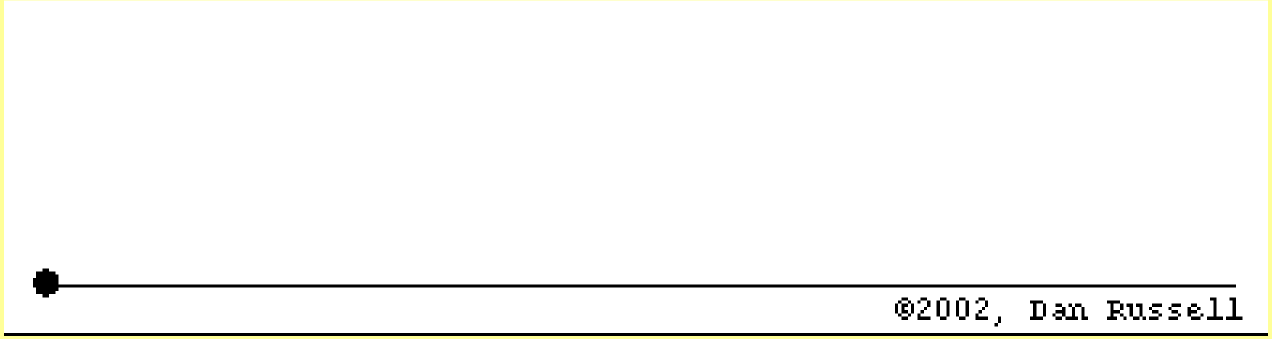
1) Según las dimensiones en las cuales se propaga la energía

- Ondas unidimensionales: Ej. Ondas en una cuerda, ondas en un resorte.
- Ondas bidimensionales: Ej. Olas o las ondas en el agua
- Ondas tridimensionales: Ej. Ondas de sonido, Ondas electromagnéticas

2) Según el comportamiento de una partícula dada del medio que transporta la onda.

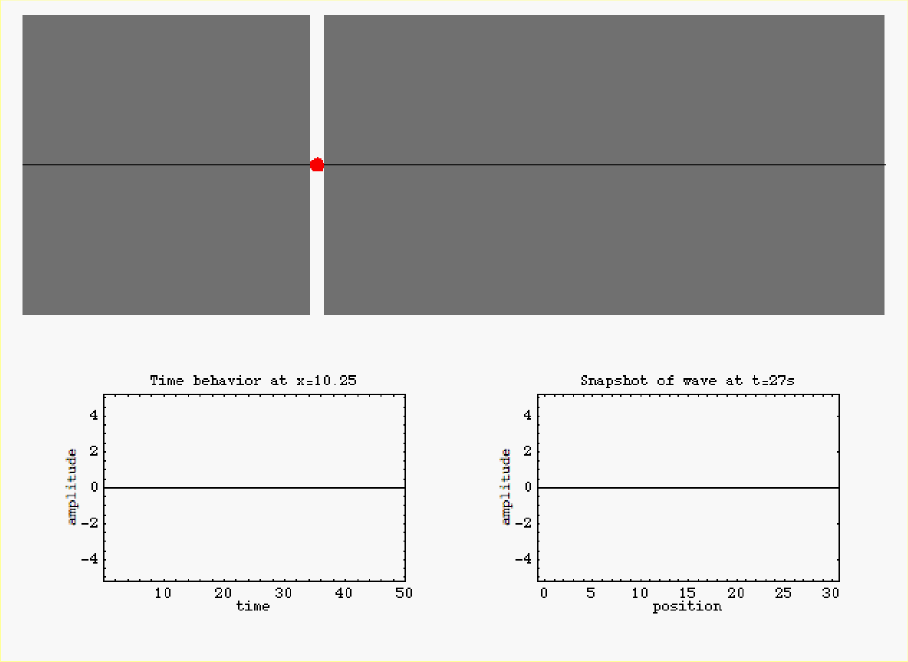
- Pulso (impulso): Onda única. Cada partícula del medio permanece en reposo hasta que llega el pulso, después se mueve por un corto tiempo, y luego queda otra vez en reposo. Ej. un pulso en una cuerda.

Pulso en una cuerda



• Tren de ondas: Ej. Si en el ejemplo de la cuerda mantenemos el movimiento de uno de los extremos en un sentido y en otro producimos un tren de ondas que se mueve a lo largo de la cuerda. Si nuestro movimiento es periódico, producimos un tren de ondas periódico donde cada partícula de la cuerda realiza un movimiento periódico.

El caso especial más simple de movimiento periódico es un movimiento armónico simple en el cual cada partícula del medio describe un movimiento armónico simple.



Ondas Viajeras

En este curso estudiaremos ondas mecánicas unidimensionales

Onda viajera unidimensional: Consideremos una perturbación u que viaja en la dirección positiva de las x con velocidad constante v y sin deformarse. La naturaleza específica de la perturbación no es por el momento importante. Por ejemplo, podría ser el desplazamiento vertical de una cuerda.

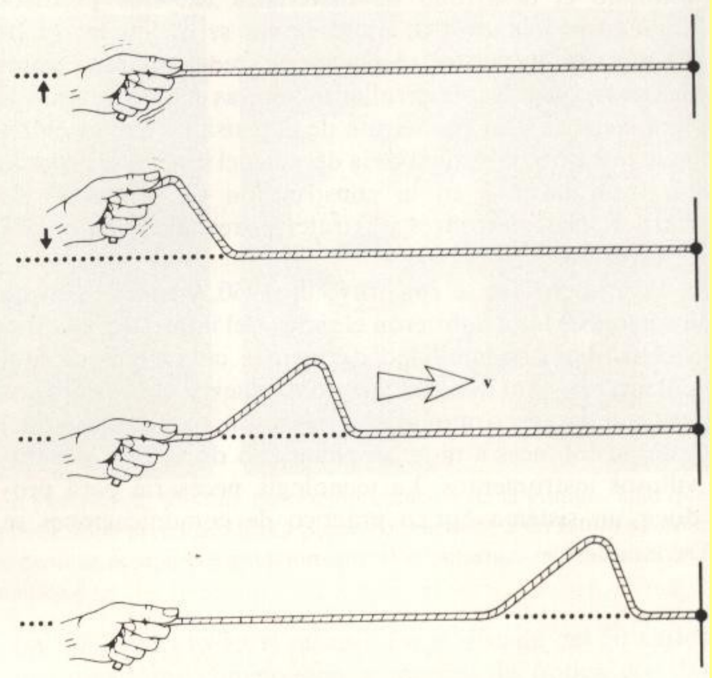


Fig. 2.1 Una onda en una cuerda.

Como la perturbación está en movimiento, debe ser una función que depende tanto de la posición como del tiempo por lo tanto tenemos que

$$u = f(x,t)$$

La forma de la perturbación en cualquier instante Ej. En $t = 0$, se puede encontrar manteniendo el tiempo constante en ese valor.

Ej. En $t = 0$

$$u = f(x, t = 0) = f(x)$$

Esto corresponde a tomar una foto del pulso en ese tiempo. A esta foto se le denomina el **perfil de onda**.

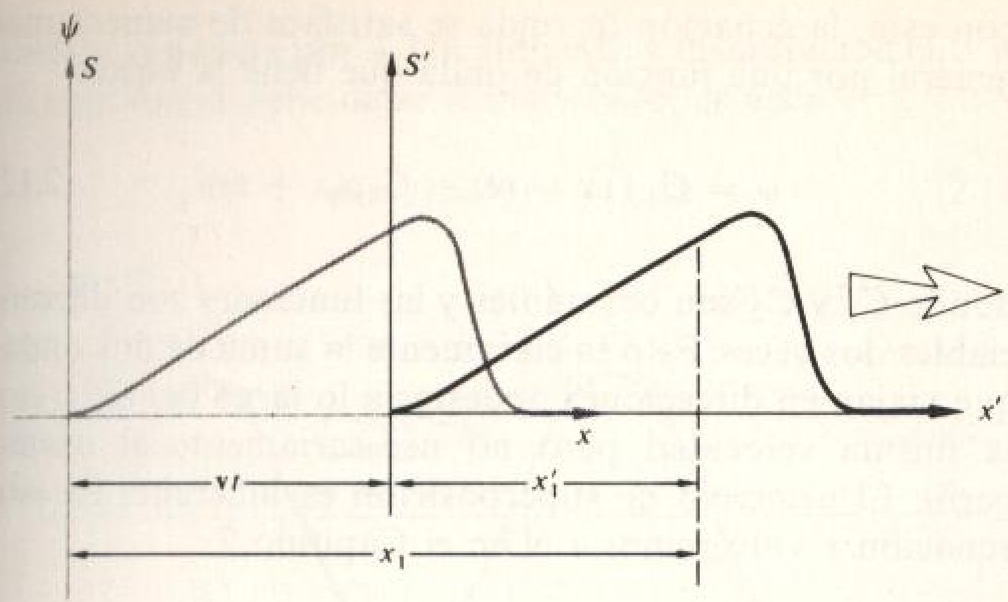


Fig. 2.2 Sistema de referencia móvil.

Esta figura representa una foto tipo doble exposición de la perturbación, tomada al comienzo y al final del intervalo de tiempo t. El pulso se a movido a lo largo del eje x una distancia vt, pero en todos los otros aspectos permanece inalterado. Ahora introducimos un sistema de coordenadas S’ que viaja junto al pulso con velocidad v. En este sistema el pulso u ya no es una función del tiempo y dado que nos movemos junto con el sistema S’ vemos un perfil de onda constante con la forma funcional

$$u = f(x')$$

La perturbación se ve igual para todo t respecto al sistema S' y se ve como se veía en S para $t = 0$, cuando S y S' tenían un origen común. De la figura tenemos que:

$$x' = x - vt$$

De modo que la perturbación se puede escribir respecto de las variables asociadas con el sistema S como

$$u = f(x')$$

$$u = f(x - vt)$$

Esto representa la forma más general de la función de onda unidimensional para una onda que viaja hacia la derecha

$$u(x,t) = f(x - vt)$$

Si el pulso viaja a la derecha

Tarea demostrar:

$u(x,t) = f(x + vt)$ Si el pulso viaja a la izquierda

Ecuación de onda

¿Cuál es la ecuación que satisfacen estos pulsos móviles (ondas viajeras)?

$$\boxed{\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{V^2}\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2}}$$

Ver pizarra

Fin