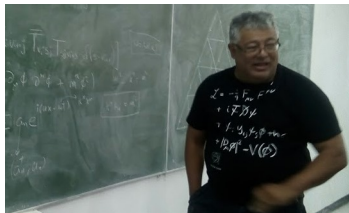


ONDAS Y ÓPTICA

Mario I. Caicedo

April 23, 2023

¡BIENVENIDOS!



- Profesor: Mario Caicedo
- Homepage
- Repositorio del Curso

- Oscilaciones Armónicas y Amortiguadas
- Osciladores acoplados
- Límite del continuo y ecuación de ondas
- La ecuación de ondas. Línea de Transmisión, ecuaciones telegráficas y aproximación de cero pérdida
- Cuerda Vibrante
- Energía y Momentum
- Ondas en Tres dimensiones
- Ondas electromagnéticas Energía y su propagación. Vector de Poynting
- Interferencia y Difracción
- Ecuación Eikonal y Óptica Geométrica. Relación con el Principio de Fermat



● Bibliografía Básica

- A. P. French. Vibraciones y Ondas. Editorial Reverté.
- F. S., Jr. Crawford. Ondas. Volumen III del Curso de Física de la Universidad de Berkeley. Editorial Reverté.
- M. Alonso, E. J. Finn. Física, Vol II. Campos y Odas. Fondo Educativo Latinoamericano, 1970.
- Feynman Lectures in Physics
- Notas de clase (en pdf)



● Bibliografía Avanzada

- B. A. Auld, Acoustic fields and waves in solids, A Wiley-Interscience publication, 1973. isbn 9785885013437
- M. Born & E. Wolf, Principles of Optics, Cambridge University Press, 1999. isbn 9780521642224



EXPOSICIÓN DE CONTENIDO

- Curso Semipresencial (Remoto)
- Lecturas Dirigidas
- Videos
- Tareas Semanales



RECURSOS

- \LaTeX , Overleaf
- Python, Google Colab
- Videos

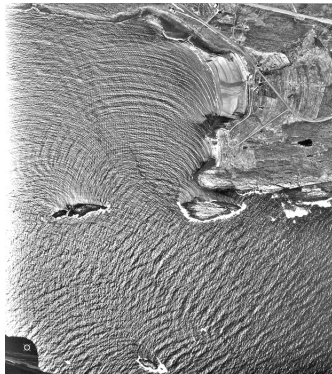
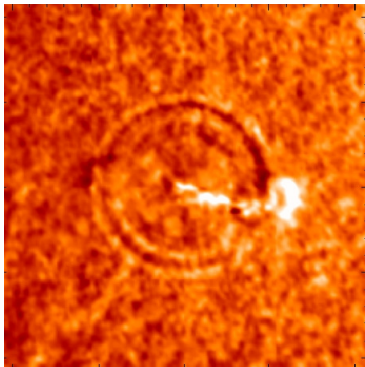


EVALUACIÓN

- Tareas Semanales
- Tres Exámenes



¡DONDE BUSQUEMOS HAY ONDAS!



¿POR QUÉ ESTUDIAR ONDAS?

LAS ESCUCHAMOS

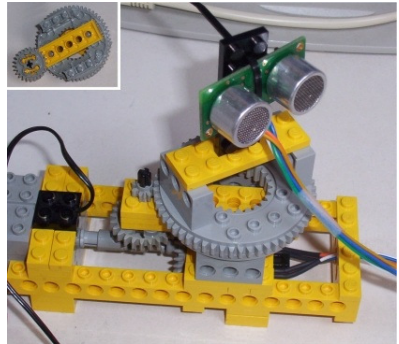
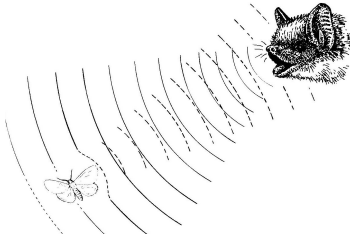


¿POR QUÉ ESTUDIAR ONDAS?

JUGAMOS CON ELLAS

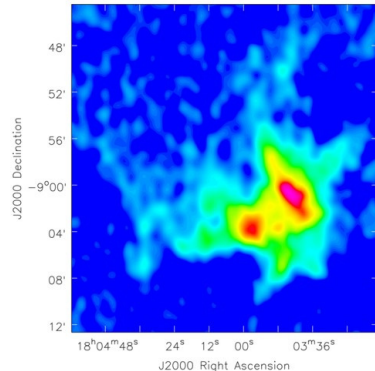


LA NATURALEZA LAS UTILIZA ... Y NOSOTROS TAMBIÉN



¿POR QUÉ ESTUDIAR ONDAS?

SON NUESTRA VENTANA AL UNIVERSO



¿POR QUÉ ESTUDIAR ONDAS?

NOS MUESTRAN COSAS OCULTAS



¿POR QUÉ ESTUDIAR ONDAS?

... EN FIN, SON BELLAS



EN RESUMEN

Debemos estudiar ondas porque

- El comportamiento ondulatorio es algo muy general
- Interés tecnológico
- y por si fuera poco ... es fundamental en física cuántica



EN RESUMEN

Debemos estudiar ondas porque

- El comportamiento ondulatorio es algo muy general
- Interés tecnológico
- y por si fuera poco ... es fundamental en física cuántica



EN RESUMEN

Debemos estudiar ondas porque

- El comportamiento ondulatorio es algo muy general
- Interés tecnológico
- y por si fuera poco ... es fundamental en física cuántica



EN RESUMEN

Debemos estudiar ondas porque

- El comportamiento ondulatorio es algo muy general
- Interés tecnológico
- y por si fuera poco ... es fundamental en física cuántica



DEFINICIÓN

Una onda es una señal reconocible que puede ser transferida de un lugar a otro de un medio con una velocidad de propagación relativamente bien definida.

G. B. Whitham, Linear and Nonlinear Waves, Wiley Interscience, ISBN 0471359424

OBSERVACIÓN

Las ondas transportan energía y momentum no transportan materia.

DEFINICIÓN

Una onda es una perturbación (señal) que se propaga manteniendo ciertas características relativamente bien definidas.

OBSERVACIÓN

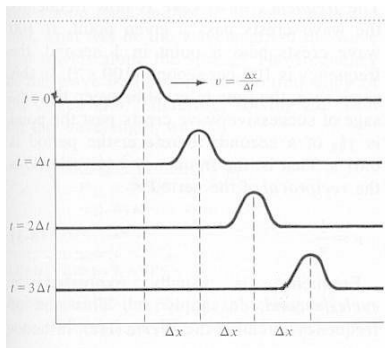
Esta manera de decir las cosas no involucra la necesidad de un medio alguno.

OBSERVACIÓN

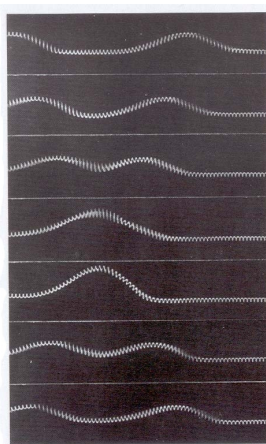
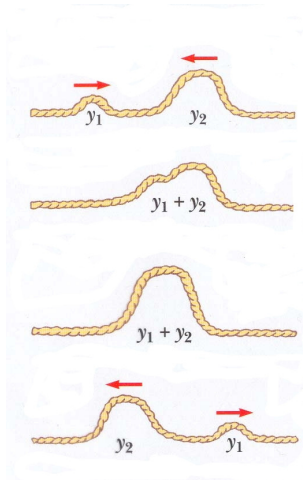
Las ondas electromagnéticas y gravitacionales (17 de marzo, 2014) pueden propagarse en el en el vacío, no requieren de un medio de soporte.

En $D = 1 + 1$ una perturbación que viaja a velocidad v se puede representar usando una función de dominio real ($f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f : x \in \mathbb{R} \rightarrow f(x)$) a través de la fórmula

$$u(x, t) = f(x \pm v t) \quad (1)$$



A VECES LAS ONDAS SE PUEDEN SUMAR



OTRAS VECES ... NO



OBJETIVO FUNDAMENTAL

- Construir una ecuación diferencial en Derivadas Parciales
- Debe poseer soluciones del tipo onda viajera ...
- que satisfagan el principio de superposición



OBJETIVO FUNDAMENTAL

- Construir una ecuación diferencial en Derivadas Parciales
- Debe poseer soluciones del tipo onda viajera ...
- que satisfagan el principio de superposición



OBJETIVO FUNDAMENTAL

- Construir una ecuación diferencial en Derivadas Parciales
- Debe poseer soluciones del tipo onda viajera ...
- que satisfagan el principio de superposición



DOS OBSERVACIONES

- Suponga que como función de una variable real:

$$\frac{d^2 f(s)}{ds^2} = g(s) \quad (2)$$

- Esto implica que

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} = g(x \pm v t) \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = v^2 g(x \pm v t) \quad (4)$$



DOS OBSERVACIONES

- Suponga que como función de una variable real:

$$\frac{d^2 f(s)}{ds^2} = g(s) \quad (2)$$

- Esto implica que

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} = g(x \pm v t) \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = v^2 g(x \pm v t) \quad (4)$$



DOS OBSERVACIONES

- Suponga que como función de una variable real:

$$\frac{d^2 f(s)}{ds^2} = g(s) \quad (2)$$

- Esto implica que

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} = g(x \pm v t) \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = v^2 g(x \pm v t) \quad (4)$$



¿ESTO SERVIRÁ?

Las observaciones anteriores implican la igualdad: ($\partial_x = \frac{\partial}{\partial x}$, etc.)

$$\partial_x^2 u(x, t) = \frac{1}{v^2} \partial_t^2 u(x, t) \quad (5)$$



PROPOSICIÓN

La ecuación

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = 0 \quad (6)$$

satisface nuestros requisitos para un modelo de propagación de ondas

POR ESTUDIAR:

- 1 ¿se satisface el principio de superposición?
- 2 ¿cuál es la solución general de la ecuación 6?



DEFINICIÓN

En \mathbb{R}^D el operador de Laplace (laplaciano) está dado por:

$$\Delta_D \equiv \partial_{x^1}^2 + \partial_{x^2}^2 + \cdots + \partial_{x^D}^2 \quad (7)$$

DEFINICIÓN

En \mathbb{R}^{D+1} la ecuación de ondas es

$$\Delta_D \psi(\mathbf{x}, t) - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi(\mathbf{x}, t)}{\partial t^2} = 0, \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^D \quad (8)$$



SIGUIENTES OBJETIVOS

- 1 ¿Se podrá obtener la ec. de ondas a partir de principios dinámicos?
- 2 Comportamiento de ciertas soluciones

