Ondas

David Matellano

Departamento de Física y Química. IES Ángel Corella. (Colmenar Viejo)

8 de junio de 2020

índice de contenidos I

Definición de una onda

Definición de una onda ✍

☞ Una onda es una perturbación del medio que se propaga por el espacio.

Definición de una onda

Definición de una onda ✍

- ☞ Una onda es una perturbación del medio que se propaga por el espacio.
- ☞ Transportan energía sin transportar materia.

Definición de una onda

Definición de una onda ✍

- ☞ Una onda es una perturbación del medio que se propaga por el espacio.
- ☞ Transportan energía sin transportar materia.
- ☞ La perturbación puede ser un campo electromagnético, presión atmosférica, elongación en una cuerda...

Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.

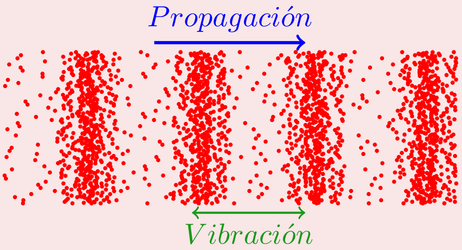
Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.

  Ejemplo: Ondas sonoras.

Figuras

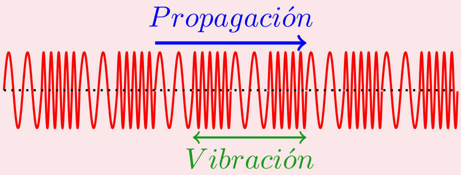


Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.
  - Ejemplo: Ondas sonoras.
  - Ejemplo 2: Ondas en un muelle.

Figuras



Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

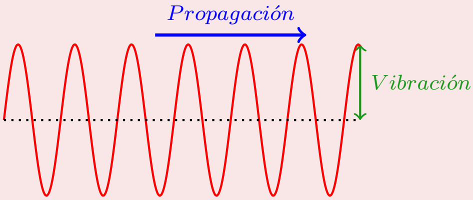
- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.
  - Ejemplo: Ondas sonoras.
  - Ejemplo 2: Ondas en un muelle.
- Transversales: La dirección de vibración es perpendicular a la de propagación.

Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.
  - Ejemplo: Ondas sonoras.
  - Ejemplo 2: Ondas en un muelle.
- Transversales: La dirección de vibración es perpendicular a la de propagación.
  - Ondas en una cuerda.

Figuras

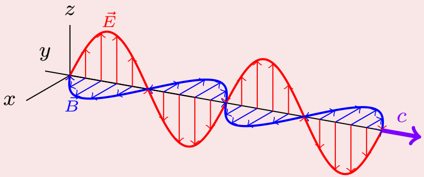


Clasificación de las ondas

Según la dirección de vibración

- Longitudinales: La dirección de vibración y de propagación coinciden.
  - Ejemplo: Ondas sonoras.
  - Ejemplo 2: Ondas en un muelle.
- Transversales: La dirección de vibración es perpendicular a la de propagación.
  - Ondas en una cuerda.
  - Ondas electromagnéticas.

Figuras



Clasificación de las ondas

Según el medio de propagación

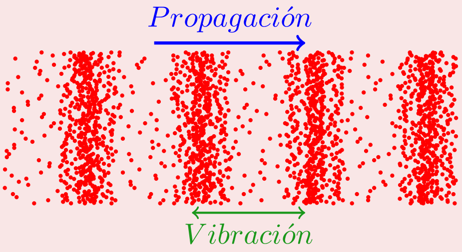
☞ Ondas materiales: Necesitan un medio de propagación. Ejemplos:

Clasificación de las ondas

Según el medio de propagación

- Ondas materiales: Necesitan un medio de propagación. Ejemplos:
  - Ondas sonoras

Figuras



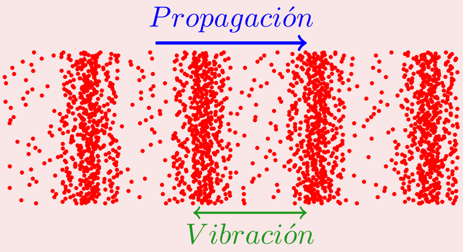
Clasificación de las ondas

Según el medio de propagación

☞ Ondas materiales: Necesitan un medio de propagación. Ejemplos:

- Ondas sonoras
  - No se propagan por el vacío

Figuras

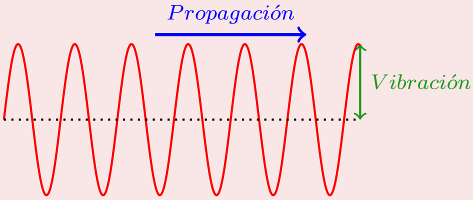


Clasificación de las ondas

Según el medio de propagación

- Ondas materiales: Necesitan un medio de propagación. Ejemplos:
  - Ondas sonoras
    - No se propagan por el vacío
  - Ondas en cuerdas

Figuras

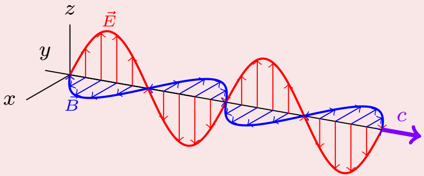


Clasificación de las ondas

Según el medio de propagación

- Ondas materiales: Necesitan un medio de propagación. Ejemplos:
  - Ondas sonoras
    - No se propagan por el vacío
  - Ondas en cuerdas
- Ondas Electromagnéticas. Se pueden propagar por el vacío a velocidad c

Figuras



La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \operatorname{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

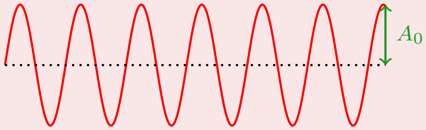
La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $A_0 \rightarrow$ Amplitud máxima

Figuras



Gráfica de $\psi(x, t_0)$

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0\,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $\omega \rightarrow$ Frecuencia angular

La función de onda armónica

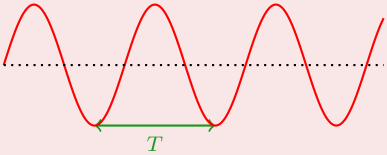
✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \operatorname{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $\omega \rightarrow$ Frecuencia angular

💡 $\boxed{T = \dfrac{2\pi}{\omega}}$

Figuras



Gráfica de $\psi(x_0, t)$

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0\,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

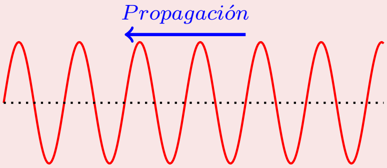
Elementos de ψ

☞ $\pm \rightarrow$ Sentido del desplazamiento:

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0\,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Figuras



Gráfica de $\psi(x, t_0)$

Elementos de ψ

☞ $\pm \rightarrow$ Sentido del desplazamiento:

$+ \rightarrow$ Sentido negativo

La función de onda armónica

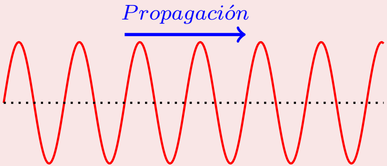
✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $\pm \rightarrow$ Sentido del desplazamiento:

- $+ \rightarrow$ Sentido negativo
- $- \rightarrow$ Sentido positivo

Figuras



Gráfica de $\psi(x, t_0)$

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0\,\mathrm{sen}(\omega\,t \pm k\,x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $k \rightarrow$ Número de ondas

La función de onda armónica

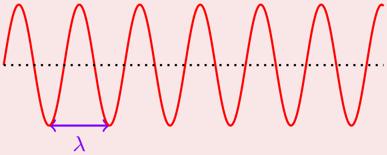
✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0\,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $k \rightarrow$ Número de ondas

Longitud de onda: $\boxed{\lambda = \dfrac{2\pi}{k}}$

Figuras



Gráfica de $\psi(x,t_0)$

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \operatorname{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $\varphi_0 \rightarrow$ Fase inicial

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

Elementos de ψ

☞ $\varphi_0 \rightarrow$ Fase inicial

Determina las condiciones iniciales

La función de onda armónica

✍ $\boxed{\psi(x,t) = A_0 \,\mathrm{sen}(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$

☞ Practica con ello: https://www.geogebra.org/m/PkvHVgAu

Elementos de ψ

☞ $\varphi_0 \rightarrow$ Fase inicial

Determina las condiciones iniciales

Velocidad de propagación

La velocidad de propagación a lo largo del eje x es constante:

Velocidad de propagación

La velocidad de propagación a lo largo del eje x es constante:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \boxed{\frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}}$$

Velocidad de vibración

La velocidad de vibración es $\perp$ a x

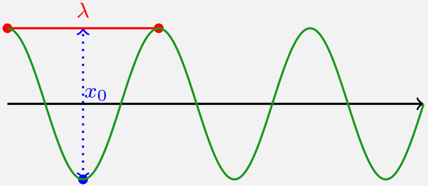
Velocidad de vibración

La velocidad de vibración es $\perp$ a x

$$v_y = \frac{d\psi(x,t)}{dt} = \boxed{A_0\omega\cos(\omega\, t \pm k\, x + \varphi_0)}$$

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$ (reproducción automática)

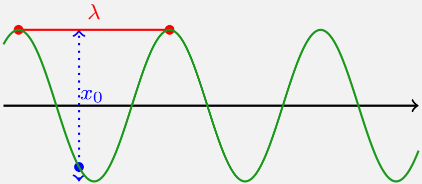


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\left\{ \begin{array}{l} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{array} \right.$ (reproducción automática)

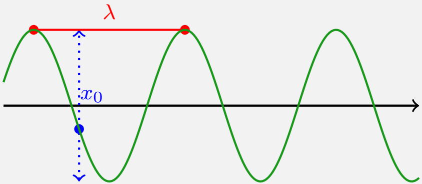


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$ (reproducción automática)

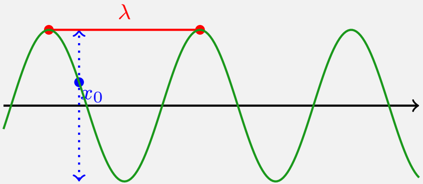


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$ (reproducción automática)

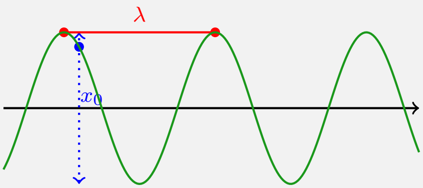


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \to \text{Horizontal constante} \\ v_y \to \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)

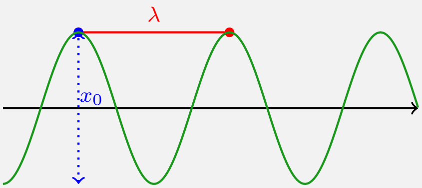


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)

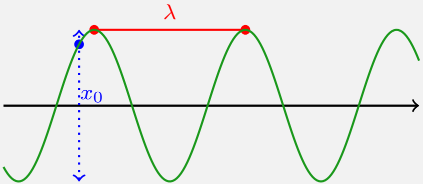


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)



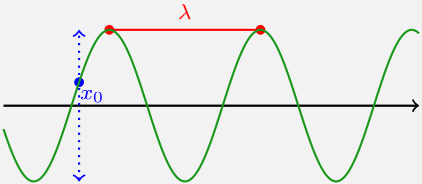
Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$

(reproducción automática)

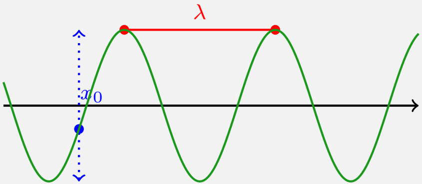


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)



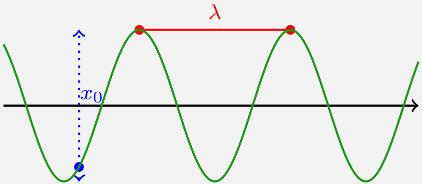
Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$

(reproducción automática)

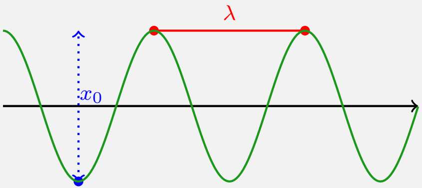


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)

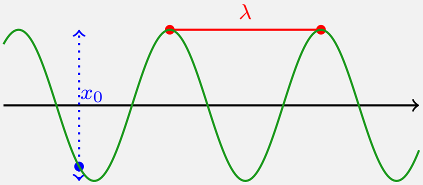


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)

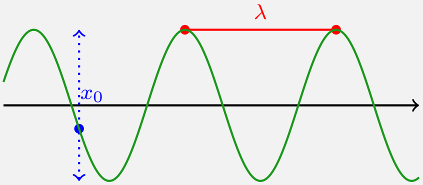


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$ (reproducción automática)

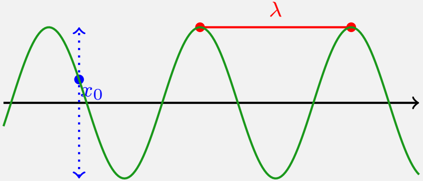


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$ (reproducción automática)

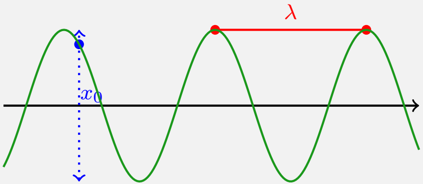


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$

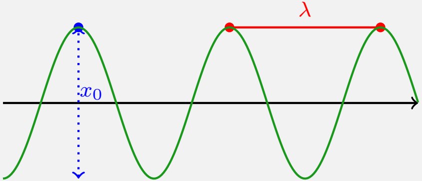


Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

¿Cuál es cuál?

$$\begin{cases} v \rightarrow \text{Horizontal constante} \\ v_y \rightarrow \text{M.A.S. Vertical en } x = x_0 \end{cases}$$



Consideraciones

- Si $\Delta t = T \Rightarrow \Delta x = \lambda$
- Si $\Delta t = T \Rightarrow x_o$ realiza una oscilación completa

Ver de nuevo yendo a la página 6

El principio de Huygens

Propagación de ondas

Enunciado ✍

- En un frente de ondas, cada uno de los puntos que lo forman se comporta como un emisor puntual de nuevas ondas. La suma de todas esas ondas dará lugar a un nuevo frente de ondas.

El principio de Huygens

Propagación de ondas

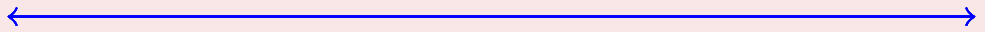
Enunciado ✍

- En un frente de ondas, cada uno de los puntos que lo forman se comporta como un emisor puntual de nuevas ondas. La suma de todas esas ondas dará lugar a un nuevo frente de ondas.

Onda plana

☞ Una onda plana se propaga a través del espacio.

Figura 2: Huygens en onda plana.



El principio de Huygens

Propagación de ondas

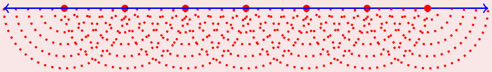
Enunciado ✍

- En un frente de ondas, cada uno de los puntos que lo forman se comporta como un emisor puntual de nuevas ondas. La suma de todas esas ondas dará lugar a un nuevo frente de ondas.

Onda plana

- ☞ Una onda plana se propaga a través del espacio.
- ☞ Cada punto de dicho frente emite ondas secundarias

Figura 2: Huygens en onda plana.



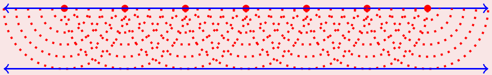
Enunciado ✍

- En un frente de ondas, cada uno de los puntos que lo forman se comporta como un emisor puntual de nuevas ondas. La suma de todas esas ondas dará lugar a un nuevo frente de ondas.

Onda plana

- ☞ Una onda plana se propaga a través del espacio.
- ☞ Cada punto de dicho frente emite ondas secundarias
- ☞ La suma de estas creará el nuevo frente de ondas.

Figura 2: Huygens en onda plana.



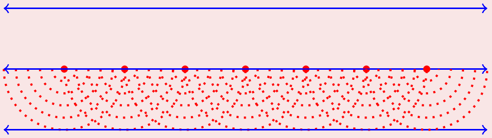
Enunciado ✍

- En un frente de ondas, cada uno de los puntos que lo forman se comporta como un emisor puntual de nuevas ondas. La suma de todas esas ondas dará lugar a un nuevo frente de ondas.

Onda plana

- ☞ Una onda plana se propaga a través del espacio.
- ☞ Cada punto de dicho frente emite ondas secundarias
- ☞ La suma de estas creará el nuevo frente de ondas.
- ☞ Se repite el proceso sucesivamente.

Figura 2: Huygens en onda plana.



Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

- ☞ Sean F_1 y F_2 dos focos de ondas coherentes.

Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

- ☞ Sean F_1 y F_2 dos focos de ondas coherentes.
- ☞ Interferencia constructiva en P:

Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

- Sean F_1 y F_2 dos focos de ondas coherentes.
- Interferencia constructiva en P:

$$d(F_1) - d(F_2) = \Delta x = k \cdot \lambda, \ \forall k \in \mathbb{Z}$$

Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

- Sean F_1 y F_2 dos focos de ondas coherentes.
- Interferencia constructiva en P:

$$d(F_1) - d(F_2) = \Delta x = k \cdot \lambda, \ \forall k \in \mathbb{Z}$$

- Interferencia destructiva en P:

Interferencias entre dos ondas

Sean dos focos emisores de ondas coherentes:

Descripción del fenómeno

- Sean F_1 y F_2 dos focos de ondas coherentes.
- Interferencia constructiva en P:

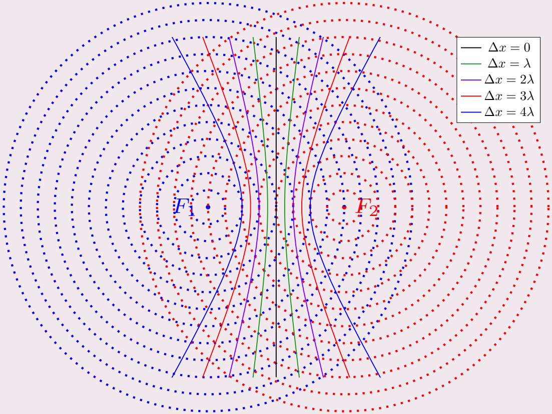
$$d(F_1) - d(F_2) = \Delta x = k \cdot \lambda, \ \forall k \in \mathbb{Z}$$

- Interferencia destructiva en P:

$$d(F_1) - d(F_2) = \Delta x = (2k - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \ \forall k \in \mathbb{Z}$$

Sean F_1 y F_2 dos focos coherentes

✍ Los puntos del plano de interferencia constructiva cumplen: $\Delta x = k \cdot \lambda, \; \forall k \in \mathbb{Z}$



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

- ☞ Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

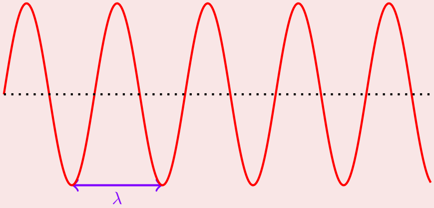
- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

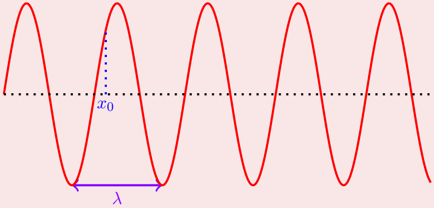
- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

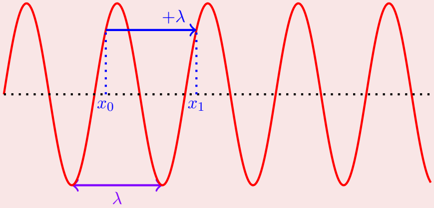
$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en fase será $x_1 = x_0 + \lambda$

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

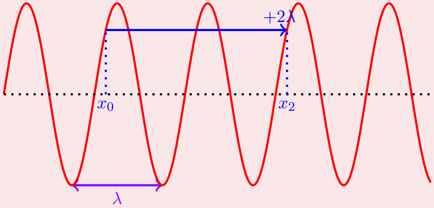
Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en fase será $x_1 = x_0 + \lambda$

- El siguiente $x_2 = x_0 + 2\lambda$

Figuras



Puntos en fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

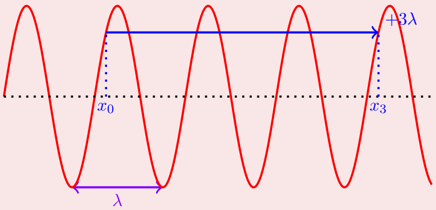
Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en fase será $x_1 = x_0 + \lambda$

- El siguiente $x_2 = x_0 + 2\lambda$
- Así sucesivamente...

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo entero de λ.

$$\boxed{x = x_0 + z \cdot \lambda, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Veamos la figura

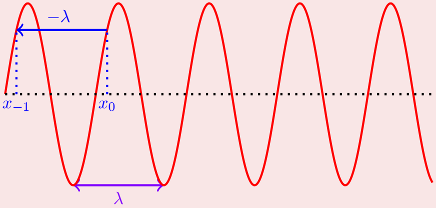
- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en fase será $x_1 = x_0 + \lambda$

- El siguiente $x_2 = x_0 + 2\lambda$
- Así sucesivamente...

También podemos ir hacia la izda.

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en oposición de fase con un punto x_0

☞ Son aquellos que distan un múltiplo impar de $\dfrac{\lambda}{2}$.

Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Puntos en oposición de fase con un punto x_0

- Son aquellos que distan un múltiplo impar de $\frac{\lambda}{2}$.

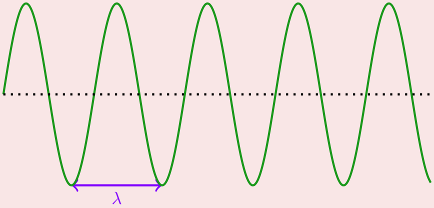
$$\boxed{x = x_0 + (2z+1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \forall z \in \mathbb{Z}}$$

Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Veamos la figura

☞ Sea una onda de longitud de onda λ

Figuras

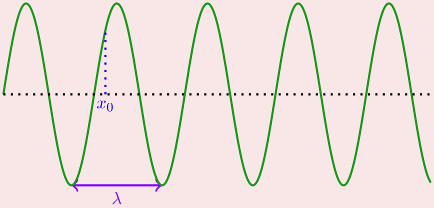


Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Veamos la figura

- ☞ Sea una onda de longitud de onda λ
- ☞ Sea un punto $x = x_0$

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

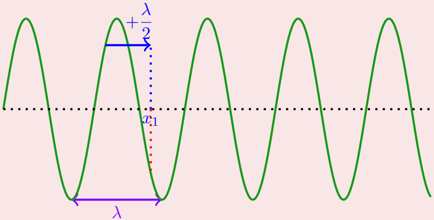
Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en oposición de fase será

$$x_1 = x_0 + \frac{\lambda}{2}$$

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

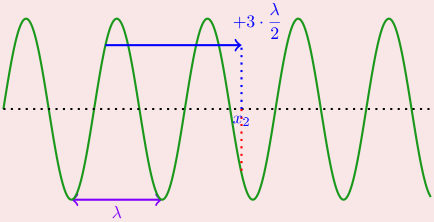
Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en oposición de fase será $x_1 = x_0 + \dfrac{\lambda}{2}$

- El siguiente $x_2 = x_0 + 3 \cdot \dfrac{\lambda}{2}$

Figuras

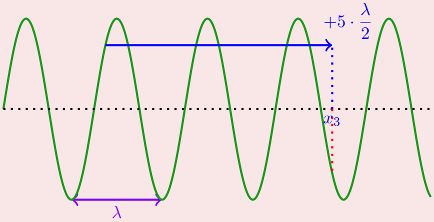


Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Veamos la figura

- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$
- El primer punto en oposición de fase será $x_1 = x_0 + \dfrac{\lambda}{2}$
- El siguiente $x_2 = x_0 + 3 \cdot \dfrac{\lambda}{2}$
- Así sucesivamente...

Figuras



Puntos en fase y oposición de fase en una onda unidimensional

Veamos la figura

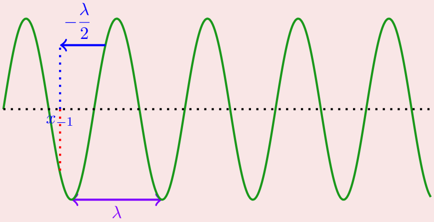
- Sea una onda de longitud de onda λ
- Sea un punto $x = x_0$

El primer punto en oposición de fase será $x_1 = x_0 + \frac{\lambda}{2}$

- El siguiente $x_2 = x_0 + 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$
- Así sucesivamente...

Hacia la izquierda: $x_{-1} = x_0 - \frac{\lambda}{2}$

Figuras



Características de las ondas sonoras ✍

☞ Son ondas de presión.

Características de las ondas sonoras ✍

- ☞ Son ondas de presión.
- ☞ Son ondas longitudinales.

Características de las ondas sonoras ✍

- ☞ Son ondas de presión.
- ☞ Son ondas longitudinales.
- ☞ Son ondas materiales.

Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

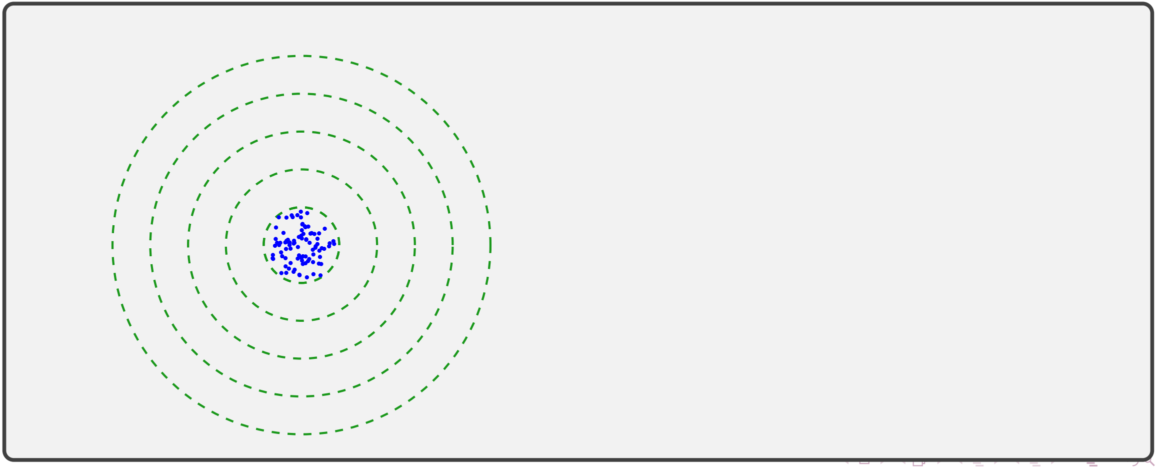
Veamos cómo se propagan

Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Veamos cómo se propagan (reproducción automática)

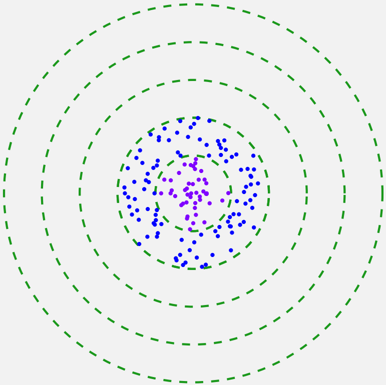


Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Veamos cómo se propagan (reproducción automática)

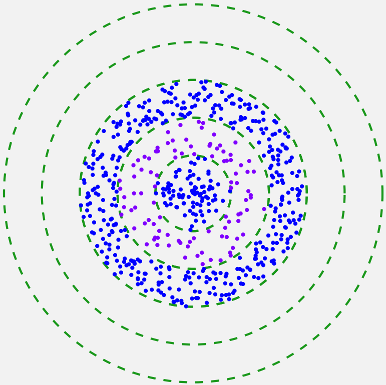


Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Veamos cómo se propagan (reproducción automática)

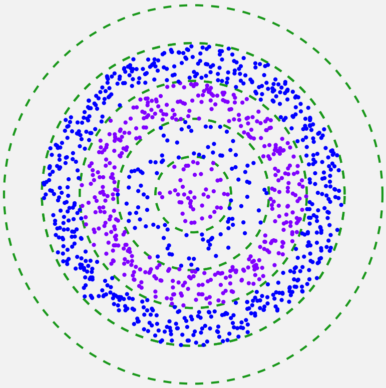


Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Veamos cómo se propagan

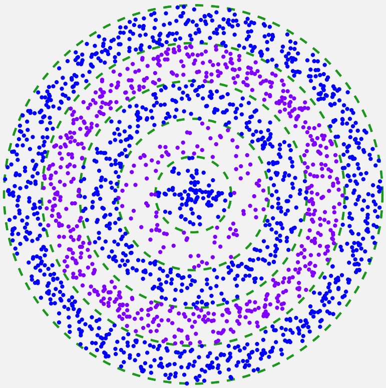


Ondas esféricas

Ondas esféricas

✍ Un emisor puntual en un medio isótropo y homogéneo emite ondas esféricas.

Veamos cómo se propagan



Frentes de onda

☞ Los frentes de onda son esféricos.

Intensidad de una onda en un punto

✍ Se define como el cociente entre la potencia de la onda y la superficie del frente de ondas.

Intensidad de una onda en un punto

✍ Se define como el cociente entre la potencia de la onda y la superficie del frente de ondas.

$$\boxed{I = \frac{P}{S}}$$

Intensidad de una onda en un punto

✍ Se define como el cociente entre la potencia de la onda y la superficie del frente de ondas.

$$\boxed{I = \frac{P}{S}}$$

☞ Si el emisor es puntual en un medio isótropo y homogéneo, los frentes de ondas son esféricos:

Intensidad de una onda

Definición

Intensidad de una onda en un punto

- ✍ Se define como el cociente entre la potencia de la onda y la superficie del frente de ondas.

$$\boxed{I = \frac{P}{S}}$$

- ☞ Si el emisor es puntual en un medio isótropo y homogéneo, los frentes de ondas son esféricos:

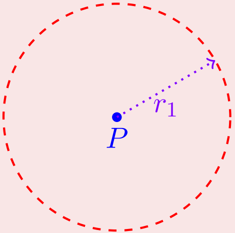
  ✍ $$\boxed{I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2}}$$

Atenuación de una onda en un medio isótropo y homogéneo

Atenuación de ondas esféricas

La potencia de la onda ha de repartirse homogéneamente por todo el frente de onda.

Figuras

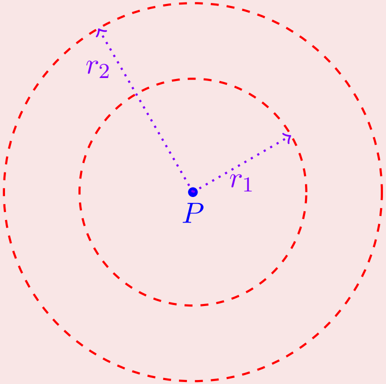


Atenuación de una onda en un medio isótropo y homogéneo

Atenuación de ondas esféricas

- La potencia de la onda ha de repartirse homogéneamente por todo el frente de onda.
- Al aumentar la distancia al emisor, aumenta la superficie.

Figuras

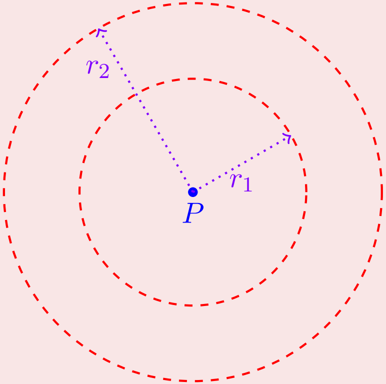


Atenuación de una onda en un medio isótropo y homogéneo

Atenuación de ondas esféricas

- La potencia de la onda ha de repartirse homogéneamente por todo el frente de onda.
- Al aumentar la distancia al emisor, aumenta la superficie.
- La intensidad de una onda disminuirá con el cuadrado de la distancia. Demostración:

Figuras



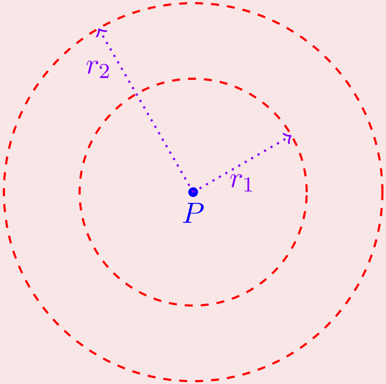
Atenuación de una onda en un medio isótropo y homogéneo

Atenuación de ondas esféricas

- La potencia de la onda ha de repartirse homogéneamente por todo el frente de onda.
- Al aumentar la distancia al emisor, aumenta la superficie.
- La intensidad de una onda disminuirá con el cuadrado de la distancia. Demostración:

$$P = I_1 \cdot 4\pi r_1^2 = I_2 \cdot 4\pi r_2^2 \Rightarrow \boxed{\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2}$$

Figuras



Umbrales de audición

✍ Una persona media sólo es capaz de percibir sonidos comprendidos entre $20\ Hz$ y $20\ kHz$ de frecuencia.

Nivel de intensidad sonora

Definición

Umbrales de audición

- ✍ Una persona media sólo es capaz de percibir sonidos comprendidos entre $20\ Hz$ y $20\ kHz$ de frecuencia.
- ✍ A una frecuencia media, la intensidad umbral de audición, I_0, es $\boxed{I_0 = 10^{-12}\ W/m^2}$

Umbrales de audición

- ✍ Una persona media sólo es capaz de percibir sonidos comprendidos entre $20\ Hz$ y $20\ kHz$ de frecuencia.
- ✍ A una frecuencia media, la intensidad umbral de audición, I_0, es $\boxed{I_0 = 10^{-12}\ W/m^2}$

Definición de nivel de intensidad sonora de una onda en un punto ✍

Comparamos la intensidad de la onda con la intensidad umbral.

Umbrales de audición

- Una persona media sólo es capaz de percibir sonidos comprendidos entre $20\ Hz$ y $20\ kHz$ de frecuencia.
- A una frecuencia media, la intensidad umbral de audición, I_0, es $\boxed{I_0 = 10^{-12}\ W/m^2}$

Definición de nivel de intensidad sonora de una onda en un punto

- Comparamos la intensidad de la onda con la intensidad umbral.
- Medimos en escala logarítmica:

Nivel de intensidad sonora

Definición

Umbrales de audición

- Una persona media sólo es capaz de percibir sonidos comprendidos entre $20\ Hz$ y $20\ kHz$ de frecuencia.
- A una frecuencia media, la intensidad umbral de audición, I_0, es $\boxed{I_0 = 10^{-12}\ W/m^2}$

Definición de nivel de intensidad sonora de una onda en un punto

- Comparamos la intensidad de la onda con la intensidad umbral.
- Medimos en escala logarítmica:
- $$\boxed{\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)\ dB}$$

Propiedades de β

- ☞ $\beta(I_0) = 0\ dB$

Propiedades de β

- ☞ $\beta(I_0) = 0\ dB$
- ☞ $\beta(I > I_0) > 0\ dB$

Propiedades de β

- ☞ $\beta(I_0) = 0\ dB$
- ☞ $\beta(I > I_0) > 0\ dB$
- ☞ $\beta(I < I_0) < 0\ dB$ (Sonido inaudible)

Propiedades de β

- $\beta(I_0) = 0\ dB$
- $\beta(I > I_0) > 0\ dB$
- $\beta(I < I_0) < 0\ dB$ (Sonido inaudible)

Si $I_2 = 2I_1 \Rightarrow \beta(I2) = 10\log\left(\frac{2I_1}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) + 10\log(2) \approx \beta(I_1) + 3,01\ dB$

Propiedades de β

- $\beta(I_0) = 0\ dB$
- $\beta(I > I_0) > 0\ dB$
- $\beta(I < I_0) < 0\ dB$ (Sonido inaudible)

Si $I_2 = 2I_1 \Rightarrow \beta(I2) = 10\log\left(\frac{2I_1}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) + 10\log(2) \approx \beta(I_1) + 3{,}01\ dB$

- El nivel de intensidad sonora aumenta unos $3\ dB$ cada vez que se dobla la intensidad de una onda.
- El nivel de intensidad sonora disminuye unos $3\ dB$ cada vez que se reduce a la mitad la intensidad de una onda.