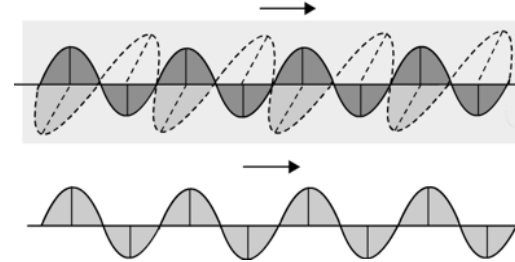
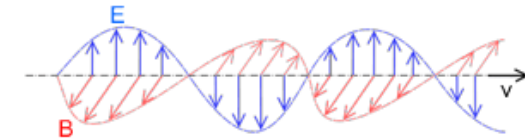


Cuando la perturbación que constituye la onda alcanza los puntos del medio, éstos se convierten en fuentes secundarias de ondas y se puede obtener el nuevo frente de ondas trazando la envolvente de las ondas secundarias emitidas (Principio de Huygens). El proceso se puede repetir, con lo que podemos seguir la propagación de la onda a través del medio.



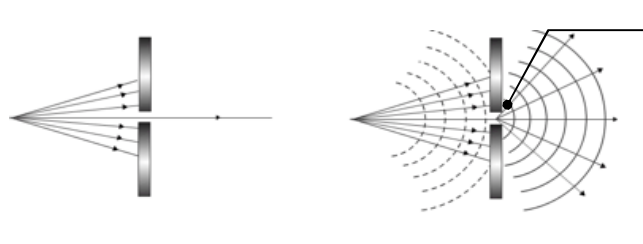
Arriba onda transversal NO polarizada.

Abajo onda transversal polarizada. La oscilación se produce sólo en el plano vertical.



La polarización es una propiedad especialmente importante en el caso de ondas electromagnéticas..

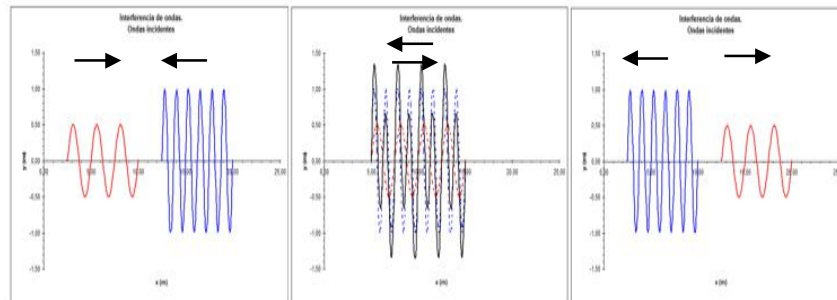
En una onda electromagnética polarizada el plano de oscilación del campo eléctrico es siempre el mismo.



La difracción tiene lugar cuando las ondas que se propagan encuentran un obstáculo cuyas dimensiones son del orden de la longitud de onda de las ondas incidentes. Las ondas se propagan entonces como si el orificio se convirtiera en un nuevo centro emisor (Huygens) y penetran tras el orificio en lo que debería de ser una "zona de sombra", si su comportamiento fuera como el de un chorro de partículas.

Chorro de partículas que inciden sobre una abertura

Ondas cuya longitud de onda es de tamaño comparable (o superior) al de la abertura



La interferencia entre dos ondas tiene lugar cuando ambas coinciden en una región del espacio al mismo tiempo. Cuando esto sucede ambas se suman (principio de superposición) produciendo una onda resultante.

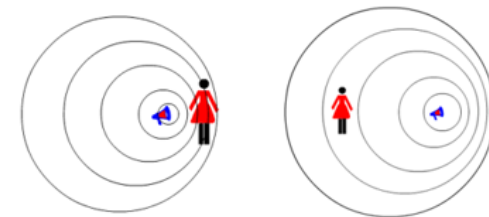
La interferencia se produce únicamente en los puntos en que ambas ondas coinciden. Si, por ejemplo, ambas se desplazan en sentidos contrarios interferirán cuando se encuentren y después ambas ondas siguen su camino sin sufrir alteración.

Si la fase es idéntica se produce lo que se llama **interferencia constructiva**. Las amplitudes de ambas ondas se suman : $A = A_1 + A_2$. Esto sucede cuando la diferencia entre las fases sea:

$$\Delta\phi = 2n \pi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

Si las ondas están en oposición se produce lo que se llama **interferencia destructiva**. Las amplitudes de ambas ondas se restan : $A = A_1 - A_2$. Si $A_1 = A_2$ la onda resultante tiene una amplitud nula (se produce la **extinción**). Esto sucede cuando la diferencia en fase sea:

$$\Delta\phi = (2n + 1) \pi \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

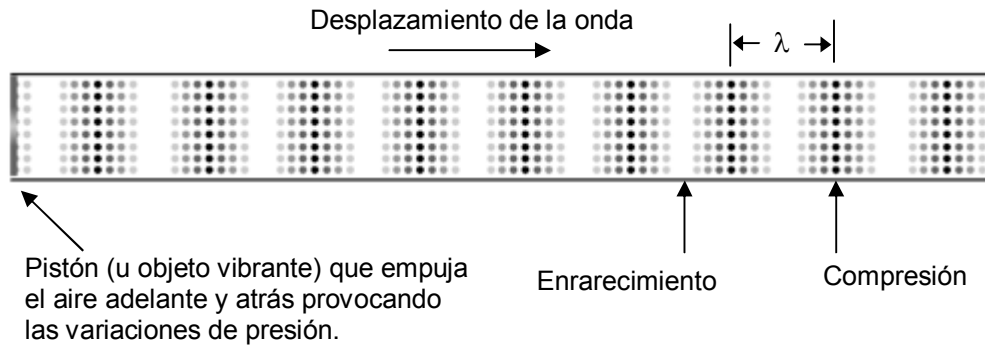


El llamado **efecto Doppler** consiste en el cambio de frecuencia percibido por un observador cuando se mueve respecto de la fuente que emite las ondas.

El efecto Doppler permitió a **Edwin Hubble** en 1929 afirmar que las galaxias no estaban quietas y la mayoría se movían alejándose de nosotros con una velocidad directamente proporcional a la distancia que nos separa de ellas

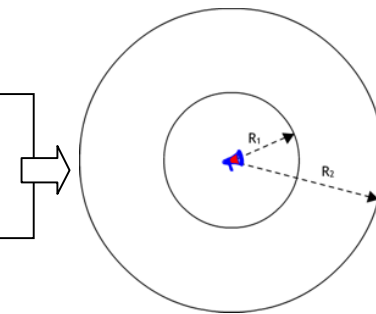
Cuando algo vibra en el aire esta vibración se transmite originando una **onda sonora**

Una onda sonora es una **onda de presión** motivada por **el desplazamiento de porciones de aire** en el sentido en el que se desplaza la onda (es, por tanto, una onda longitudinal).



Se define la intensidad de una onda como la energía que atraviesa por segundo la unidad de superficie colocada perpendicularmente a la dirección de propagación.

La intensidad **puede definirse también como la potencia por unidad de superficie** (perpendicular a la dirección de propagación). **Se mide en W/m^2**



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}; \frac{A_1^2}{A_2^2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}; \frac{A_1}{A_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

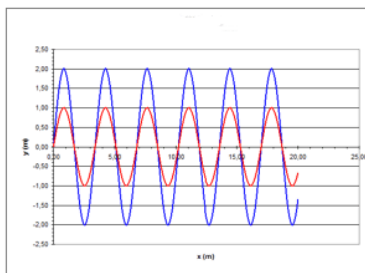
La velocidad a la que viaja una onda sonora **depende de las características del medio** en el cual se propaga. En general, cuanto más rígido sea el medio más rápidamente se propagarán las ondas sonoras. Así el sonido viaja con mayor velocidad en los sólidos que en los líquidos, y en estos más rápido que en los gases .

En los gases la velocidad es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la temperatura absoluta:

$$v = k\sqrt{T}$$

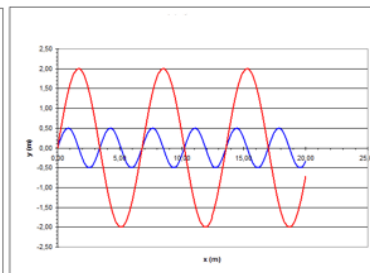
Cualidades del sonido

La intensidad del sonido está relacionada con la **amplitud**.



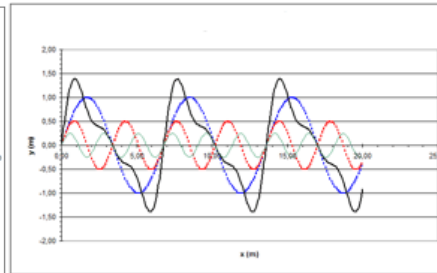
Sonidos de idéntica frecuencia y con distinta intensidad.

El tono está relacionado con la **frecuencia**



Sonidos de diferente frecuencia

El timbre está relacionado con la **cantidad de armónicos** y su amplitud relativa.



Sonido (onda con línea continua) producido por la combinación de los tres primeros armónicos (líneas de puntos) con amplitudes relativas distintas.

La sensación sonora que produce en nosotros un aumento en la intensidad de un sonido no se corresponde con el incremento real, ya que para apreciar un aumento de intensidad doble se precisa que la intensidad física sea diez veces mayor, por eso **se establece una nueva magnitud denominada nivel de intensidad sonora o sonoridad de un sonido**.

El nivel de intensidad de un sonido es una magnitud adimensional. La unidad en que se mide recibe el nombre de **decibelio (dB)**

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$