

# Física Aplicada a Farmacia

Fernando Herranz  
[fherranz@pdi.ucm.es](mailto:fherranz@pdi.ucm.es)

Tutorías L,X,V 17.30

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, dark green font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background that tapers to the right, and a horizontal orange and yellow gradient bar is positioned below the text.

# Parte 3ª. ONDAS

Tema 2: El sonido. Propiedades de las ondas sonoras. Efecto Doppler.

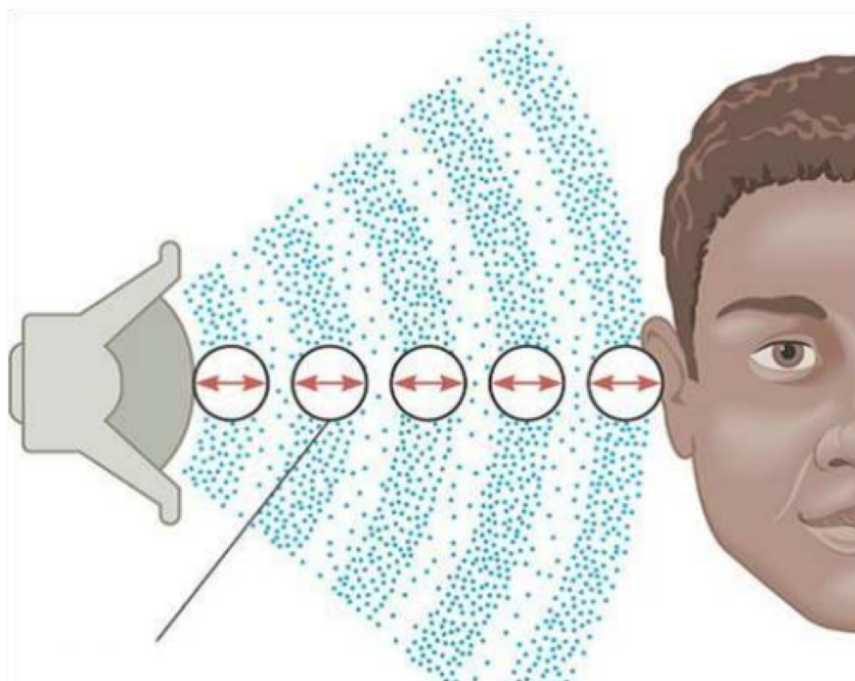
The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue and orange gradient background that resembles a stylized wave or a banner.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**Las ondas sonoras viajan a través de cualquier medio material con una rapidez que depende de las propiedades del medio**



**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Las ondas sonoras se dividen en tres categorías que cubren diferentes intervalos de frecuencia.

1) Las *ondas audibles* se encuentran dentro del intervalo de sensibilidad del oído humano. Es posible generarlas en una variedad de formas, como de instrumentos musicales, voces humanas o bocinas.

2) Las *ondas infrasónicas* tienen frecuencias por abajo del intervalo audible. Los elefantes usan ondas infrasónicas para comunicarse mutuamente, aun cuando estén separados por varios kilómetros.

3) Las *ondas ultrasónicas* tienen frecuencias por arriba del alcance audible.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

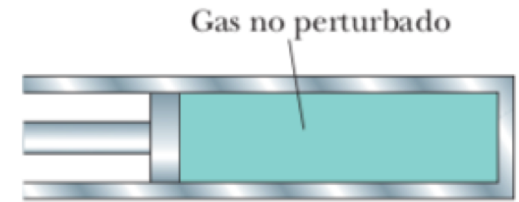
# Rapidez de ondas sonoras

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

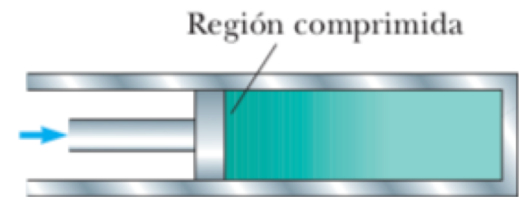
$$v = \sqrt{\frac{\text{propiedad elástica}}{\text{propiedad inercial}}}$$

La rapidez del sonido también depende de la temperatura del medio. La relación entre la rapidez de la onda y la temperatura del aire, para sonido que viaja a través del aire, es

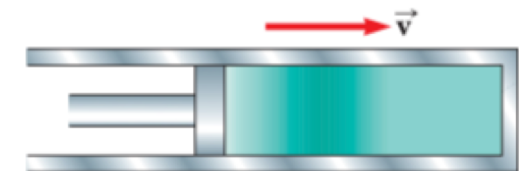
$$v = (331 \text{ m/s})\sqrt{1 + \frac{T_C}{273^\circ\text{C}}}$$



a)



b)



c)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Ondas sonoras periódicas

A medida que el pistón tiene una oscilación sinusoidal, se establecen continuamente regiones de compresión y enrarecimiento.

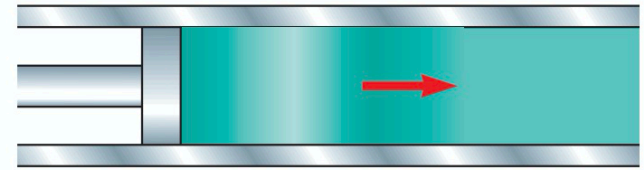
La distancia entre dos compresiones sucesivas (o dos enrarecimientos sucesivos) iguala la longitud de onda

$$s(x, t) = s_{\text{máx}} \cos(kx - \omega t)$$

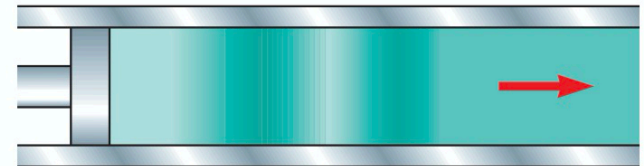
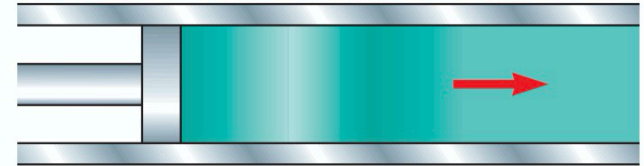
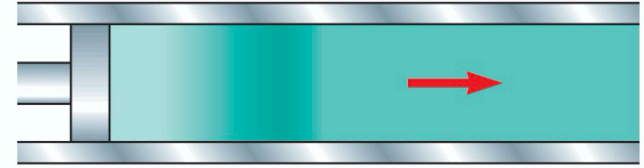
$s_{\text{máx}}$  es la posición máxima del elemento relativo al equilibrio. Con frecuencia, este parámetro se llama **amplitud de desplazamiento** de la onda. El parámetro  $k$  es el número de onda, y  $\omega$  es la frecuencia angular de la onda.

La variación en la presión del gas  $P$  observada

compresión



enrarecimiento



Cartagena99

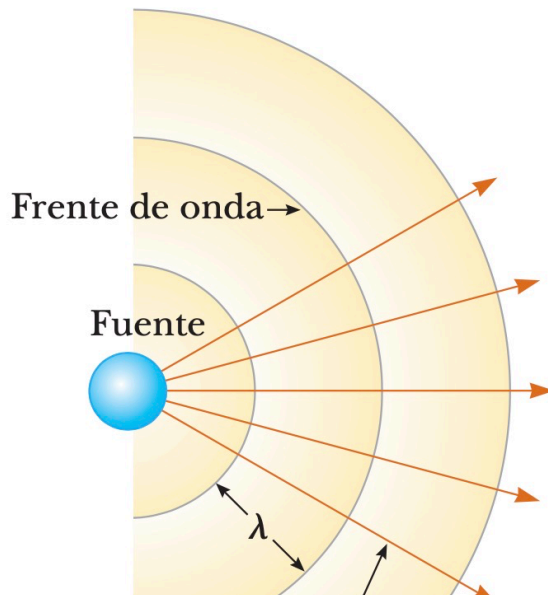
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La **intensidad**  $I$  de una onda, o la potencia por cada unidad de área, se define como la rapidez a la cual la energía transportada por la onda se transfiere a través de una unidad de área  $A$  perpendicular a la dirección de viaje de la onda:

$$I \equiv \frac{\mathcal{P}}{A}$$



Cuando una fuente emite sonido por igual en todas direcciones, el resultado es una **onda esférica**

Cada arco representa una superficie sobre la cual es constante la fase de la onda. A tal superficie de fase constante se le llama frente de onda. La distancia entre frentes de onda adyacentes que tienen la misma fase es la longitud de onda

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Niveles sonoros en decibelios

Debido al amplio intervalo de intensidades que puede detectar el oído humano es conveniente usar una escala logarítmica, donde el **nivel sonoro** ( $\beta$ ) se define mediante la ecuación

$$\beta \equiv 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

La constante  $I_0$  es la *intensidad de referencia*, considerada como el umbral de audición ( $I_0 = 1.00 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ) e  $I$  es la intensidad en watts por cada metro cuadrado a la que corresponde el nivel de sonido  $\beta$ , donde  $\beta$  se mide<sup>2</sup> en **decibeles** (dB). En esta escala, el umbral de dolor ( $I = 1.00 \text{ W/m}^2$ ) corresponde a un nivel sonoro de  $\beta = 10 \log [(1 \text{ W/m}^2)/(10^{-12} \text{ W/m}^2)] = 10 \log (10^{12}) = 120 \text{ dB}$ , y el umbral de audición corresponde a  $\beta = 10 \log [(10^{-12} \text{ W/m}^2)/(10^{-12} \text{ W/m}^2)] = 0 \text{ dB}$ .

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern.

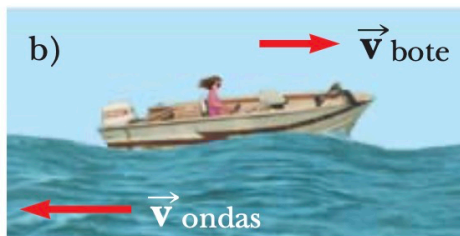
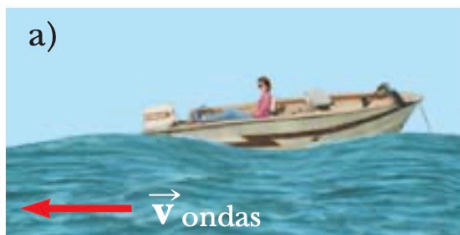
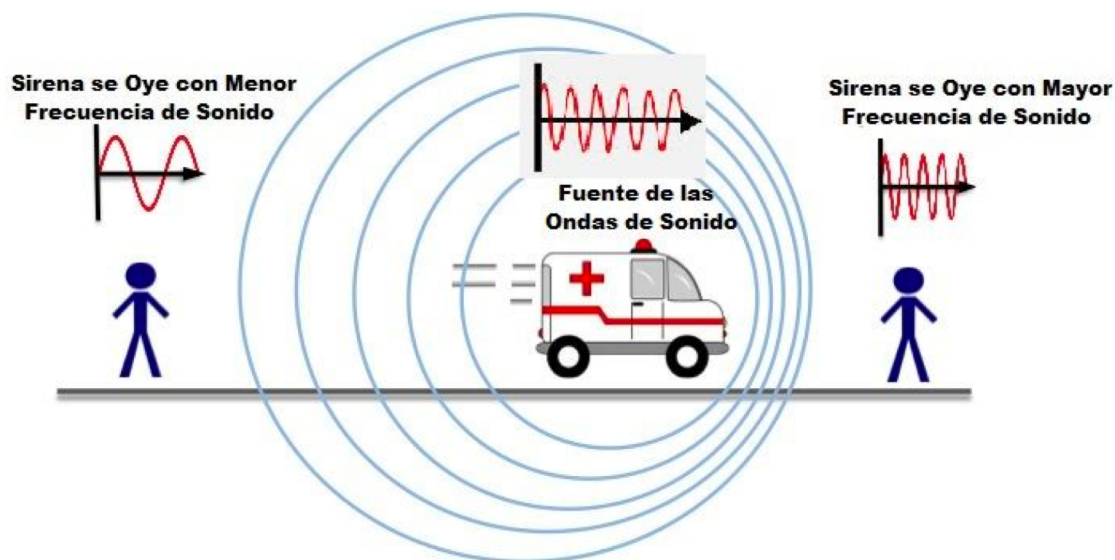
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# El efecto Doppler



Diferente rapidez relativa, distinta frecuencia aparente

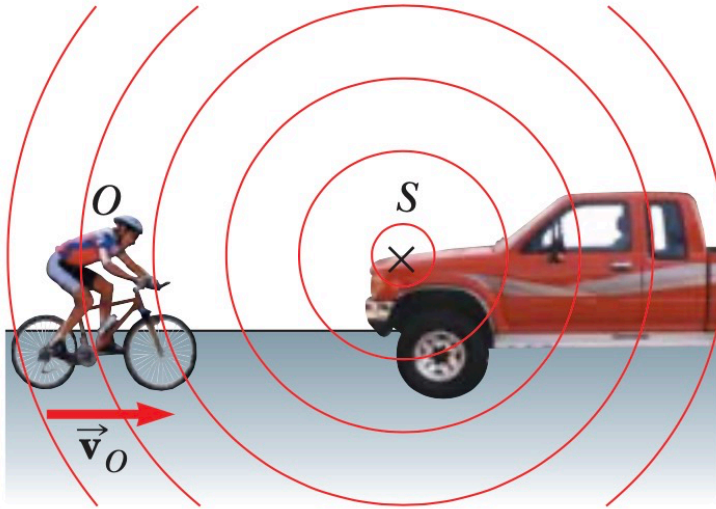
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99





las ondas se mueven con la misma rapidez en todas direcciones, se alejan radialmente de la fuente; el resultado es una onda esférica.

La distancia entre frentes de onda adyacentes es igual a la longitud de onda  $\lambda$

$$f' = \frac{v'}{\lambda} = \frac{v + v_o}{\lambda}$$

Ya que  $\lambda = v/f$ ,  $f'$  se puede expresar como

$$f' = \left( \frac{v + v_o}{v} \right) f \quad (\text{observador en movimiento hacia la fuente})$$

$$f' = \left( \frac{v - v_o}{v} \right) f \quad (\text{observador alejándose de la fuente})$$

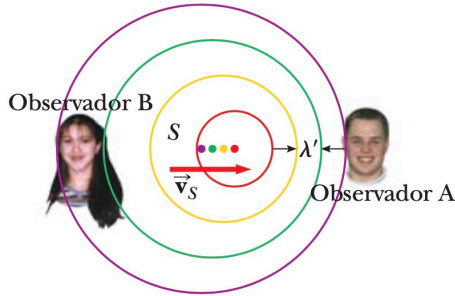
**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Con la fuente en movimiento



$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda = \lambda - \frac{v_s}{f}$$

Como  $\lambda = v/f$ , la frecuencia  $f'$  que escucha el observador A es

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{\lambda - (v_s/f)} = \frac{v}{(v/f) - (v_s/f)}$$

$$f' = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) f \quad (\text{fuente móvil hacia el observador})$$

Es decir: la frecuencia observada *aumenta* siempre que la fuente se mueva hacia el observador.

Cuando la fuente se aleja de un observador estacionario, como es el caso del observador B en la figura 17.9a, el observador mide una longitud de onda  $\lambda'$  que es *mayor* que  $\lambda$  y escucha una frecuencia *reducida*:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 - - -  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Expresión general efecto Doppler

$$f' = \left( \frac{v + v_O}{v - v_S} \right) f$$

En esta expresión los signos para los valores sustituidos para  $v_O$  y  $v_S$  dependen de la dirección de la velocidad. Un valor positivo se usa para movimiento del observador o la fuente *hacia* el otro (asociado con un *aumento* en la frecuencia observada), y un valor negativo se usa para movimiento de uno *alejándose* del otro (asociado con una *disminución* en la frecuencia observada).

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue and orange gradient background.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## DEFINICIONES

La **intensidad** de una onda sonora periódica, que es la potencia por cada unidad de área, es

$$I \equiv \frac{\mathcal{P}}{A} = \frac{(\Delta P_{\text{máx}})^2}{2\rho v} \quad (17.5, 17.6)$$

El **nivel sonoro** de una onda sonora en decibeles es

$$\beta \equiv 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad (17.8)$$

La constante  $I_0$  es una intensidad de referencia, que usualmente se considera como el umbral de audición ( $1.00 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ), e  $I$  es la intensidad de la onda sonora en watts por metro cuadrado.

## CONCEPTOS Y PRINCIPIOS

Las ondas sonoras son longitudinales y viajan a través de un medio comprimible con una rapidez que depende de las propiedades elásticas e inerciales de dicho medio. La rapidez del sonido en un líquido o gas que tenga un módulo volumétrico  $B$  y densidad  $\rho$  es

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (17.1)$$

Para ondas sonoras sinusoidales, la variación en la posición de un elemento del medio es

$$s(x, t) = s_{\text{máx}} \cos(kx - \omega t) \quad (17.2)$$

y la variación en presión a partir del valor de equilibrio es

$$\Delta P = \Delta P_{\text{máx}} \sin(kx - \omega t) \quad (17.3)$$

donde  $\Delta P_{\text{máx}}$  es la **amplitud de presión**. La onda de presión está  $90^\circ$  fuera de fase con la onda de desplazamiento. La correspondencia entre  $s_{\text{máx}}$  y  $\Delta P_{\text{máx}}$  es

$$\Delta P_{\text{máx}} = \rho v \omega s_{\text{máx}} \quad (17.4)$$

El cambio en la frecuencia que escucha un observador siempre que hay movimiento relativo entre una fuente de ondas sonoras y el observador se llama **efecto Doppler**. La frecuencia observada es

En la grabación digital de sonido, la forma de onda sonora se muestra 44 100 veces por

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

observador o fuente se sustituye si la velocidad de uno es hacia el otro, mientras

construir la forma de onda