En este caso la frecuencia (f) percibida por el observador será la misma que la emitida por la fuente y está dada por $f = \frac{\upsilon}{\lambda}$, siendo "$\upsilon$" la velocidad del sonido en el aire y "λ" la longitud de onda de las ondas sonoras emitidas por la sirena.

Segundo Caso. Si la sirena se acerca al observador, el cual está inmóvil, la frecuencia con que éste percibirá a las ondas será mayor que la frecuencia con la cual son emitidas, esto se puede justificar ya que en el caso en el que la ambulancia se acerca al observador, las ondas sonoras se van aglomerando, teniendo por lo tanto una longitud de onda menor que la del primer caso, lo cual implica una frecuencia mayor, ver figura 23.

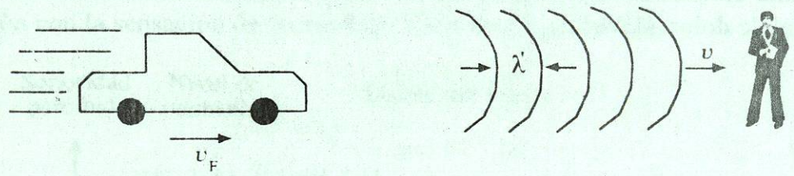

Figura 23. Segundo caso. El observador está inmóvil y la fuente se acerca, la longitud de onda es menor y la frecuencia aumenta, si la velocidad de propagación de la onda es constante e igual.

Como en el primer caso, la longitud de onda (λ) es igual al producto de su velocidad de propagación de la onda (del sonido) por su período $\lambda = \upsilon T$, al acercarse la fuente al observador, la longitud de onda (λ') medida por éste, se verá disminuída una distancia igual al producto de la velocidad de la fuente (υ_F) por el período (T), es decir

$$\lambda' = \upsilon T - \upsilon_F T$$

siendo "υ" la velocidad del sonido y υ_F la velocidad de la fuente relativa al observador.

en donde $$\lambda' = (\upsilon - \upsilon_f)\, T$$

como $$T = \frac{1}{f}$$

sustituyendo $$\lambda' = \frac{\upsilon - \upsilon_F}{f}$$

Como la frecuencia (f') percibida por el observador está dada por

$$f' = \frac{\upsilon}{\lambda'}$$

sustituyendo $$\lambda' = \frac{\upsilon - \upsilon_F}{f}$$

$$f' = \frac{\upsilon f}{\upsilon - \upsilon_F}$$

$$f' = \frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_F}(f)$$

Tercer Caso. Si consideramos ahora que la ambulancia se aleja del observador,el cual está inmovil, las ondas estarán más separadas que en el primer caso, es decir, su longitud de onda, será mayor, por lo cual la frecuencia percibida por el observador será menor, ver figura 24.

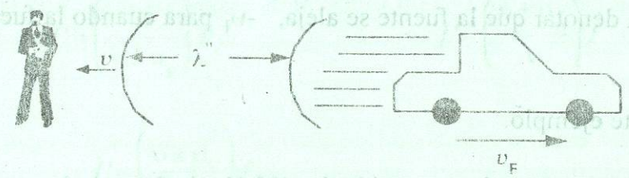

Figura 24. Tercer caso. El observador está parado y la fuente se aleja, las ondas sonoras tienen mayor longitud de onda al ser percibidas y menor frecuencia, si la velocidad de propagación es constante e igual en ambos casos.

Cuando la ambulancia (la fuente) se aleja, la longitud de onda (λ'') medida por el observador se aumenta una distancia igual al producto de la velocidad de la fuente (υ_F) por el período, es decir

$$\lambda'' = \upsilon T + \upsilon_F T$$

o también $$\lambda'' = (\upsilon + \upsilon_f)\, T$$

sustituyendo $$T = \frac{1}{f}$$

$$\lambda'' = \frac{\upsilon + \upsilon_F}{f}$$

Como la frecuencia (f') percibida por el observador está dada por

$$f' = \frac{\upsilon}{\lambda}$$

sustituyendo $$\lambda'' = \frac{\upsilon + \upsilon_F}{f}$$

reacomodando $$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon + \upsilon_F}\right) f$$

Las dos ecuaciones anteriores de la frecuencia (f') percibida por el observador cuando la fuente sonora se acerca y cuando se aleja, se reordenan de la siguiente manera, quedando

$$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon \pm \upsilon_F}\right) f$$

en donde se usa $+\upsilon_F$ para denotar que la fuente se aleja, $-\upsilon_F$ para cuando la fuente se acerca.

Veamos el siguiente ejemplo.

Ejemplo 4 El silbato de un tren emite un sonido de 400 Hz de frecuencia.

a) ¿Cuál es el tono del sonido que se escucha cuando el tren se mueve hacia un observador inmóvil, con una velocidad de 20 m/s ?

b) ¿Cuál es el tono que se escucha cuando el tren se aleja del observador a la misma velocidad? Considerando la velocidad del sonido de 340 m/s.

$\upsilon = 340$ m/s

$\upsilon_F = 20$ m/s

$f = 400 \text{ Hz} = 400 \frac{1}{s}$

a) $$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon - \upsilon_F}\right) f$$

$$f' = \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}\right)\left(400 \frac{1}{s}\right)$$

$$f' = 425 \frac{1}{s} = 425 \text{ Hz}$$

b) $$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon + \upsilon_F}\right) f$$

$$f' = \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + 20 \text{ m/s}}\right)\left(400 \frac{1}{s}\right)$$

$$f' = 378 \frac{1}{s} = 378 \text{ Hz}.$$

Cuando la fuente está en reposo y el observador es el que se mueve, la frecuencia captada debido a la velocidad de él, está dada por

$$f' = \left(\frac{\upsilon \pm \upsilon_o}{\upsilon}\right) f$$

en donde $+\upsilon_o$ se usa cuando el observador se acerca a la fuente, $-\upsilon_o$ cuando se aleja de la fuente.

En el caso en donde tanto el observador como la fuente se mueven, la frecuencia percibida está dada por la combinación de las ecuaciones

$$f' = \left(\frac{\upsilon}{\upsilon \pm \upsilon_F}\right) f \qquad f' = \left(\frac{\upsilon \pm \upsilon_o}{\upsilon}\right) f$$

en donde $$f' = \left(\frac{\upsilon \pm \upsilon_o}{\upsilon \pm \upsilon_F}\right) f$$

en donde la convención de signos es la misma que la usada anteriormente. Nótese que la ecuación se reduce a la primera si el observador está inmóvil ($\upsilon_o = 0$).

Este fenómeno que se presenta al percibir el observador una frecuencia diferente a la emitida por una fuente sonora, es llamado el efecto Doppler del sonido.

El efecto Doppler se puede observar en todo movimiento ondulatorio mecánico o electromagnético.

Una de las aplicaciones del efecto Doppler es para detectar la velocidad de un objeto en movimiento por medio del sonar (ondas ultrasónicas en el agua) y del radar (ondas de radio en el aire).

1020124116

Ejemplo 5. El silbato de una fábrica tiene una frecuencia de 800 Hz un día en que la velocidad del sonido es 340 m/s ¿Qué frecuencia percibirá una persona que se aleja de la fuente con una velocidad de 30 m/s?

$\upsilon_o = 30$ m/s

$f_F = 800$ Hz

$\upsilon = 340$ m/s

$$f' = \left(\frac{\upsilon - \upsilon_o}{\upsilon}\right) f$$

$$f' = \left(\frac{340\ m/s - 30\ m/s}{340\ m/s}\right)(800\ \text{Hz})$$

$$f' = 729\ \text{Hz}.$$

4.- RUIDO

Cuando una persona percibe un sonido indeseable, podemos decir que está escuchando ruido, siendo éste una superposición de ondas con diferentes frecuencias.

En el medio ambiente existen ruidos de tipo natural y los producidos por el hombre. Entre los ruidos naturales tenemos los generados por descargas eléctricas por los terremotos, los sonidos producidos por los animales (ladrar, rugir, etc.) y el ser humano produce ruido, como consecuencia del avance tecnológico para mejorar su nivel de vida.

El ruido puede causar a una persona además de la sordera, úlceras, disfunciones del sistema nervioso central, problemas psicológicos como insomnio, ansiedad, irritabilidad, dependiendo del nivel de ruido y el tiempo de exposición. Con base en esto, la industria establece para proteger a su personal como medida de prevención de riesgos por ruido, la rotación del personal de acuerdo al nivel de ruido, al tiempo de exposición en diferentes áreas de trabajo, así como uso de diferentes dispositivos protectores de los oídos, dependiendo de su intensidad y frecuencia del sonido.

D.- ÓPTICA

1.- INTRODUCCIÓN

La óptica es la rama de la Física que estudia la luz y los fenómenos que produce.

Todos necesitamos de la luz para poder ver a nuestro alrededor, por ejemplo, para leer se necesita de una buena iluminación; para manejar en la oscuridad hacemos uso de los faros delanteros del automóvil; para trabajar en las minas se acopla en la cabeza de los obreros un faro en la frente para poder ver, etc.

La luz es percibida por el ojo humano, así como el sonido es percibido por el oído. El sonido se estudió anteriormente como una perturbación, ya que presenta los fenómenos de una onda (difracción, reflexión y refracción). La luz también la estudiaremos tomando en cuenta los fenómenos de reflexión, refracción y difracción, sólo que inicialmente consideraremos que bajo ciertas condiciones la luz se propaga en línea recta y para su estudio la representaremos mediante rayos rectos; el análisis de este modelo es lo que se denomina ÓPTICA GEOMÉTRICA.

Posteriormente, tomaremos en cuenta que alrededor de un obstáculo la luz se desvía, esto es debido al fenómeno de difracción; el análisis de la luz tomando esta consideración es lo que se conoce como ÓPTICA FÍSICA.

Podríamos decir que en la Óptica Geométrica estamos asignándole a la luz un comportamiento de rayo, en la Óptica Física la interpretación que le daremos a la luz es que se comporta como una onda, y en la Optica Cuántica se considera a la luz como corpúsculos. Actualmente sabemos que ambas teorías son correctas, ya que la luz, como cualquier radiación electromagnética, presenta esa dualidad en su comportamiento, como más tarde se verá en detalle.

Se estudia la luz como una perturbación que tiene las características de una onda, sólo que se propaga en el vacío ya que la luz nos llega del Sol que está a gran distancia, existiendo vacío, entre la Tierra y el Sol, por lo que la luz se considera una perturbación que no necesita de un medio para su propagación.

Se analiza la naturaleza de la luz, la cual puede ser ondulatoria o corpuscular, de acuerdo a sus características principales que son: Propagación en línea recta, reflexión y refracción.