

# Tutoría 2

Efecto Doppler y Luz.

**Tutor: Omar Silva.**

## 1. Resumen

### 1.1. Efecto Doppler

Corresponde a un fenómeno en donde el locutor y el receptor se encuentran en movimiento relativo, el efecto Doppler afecta la percepción del tono (frecuencia) del sonido y se puede observar en situaciones cotidianas, como cuando una sirena de un vehículo de emergencia se acerca y luego se aleja. Existen 2 tipos de Efecto Doppler detallados a continuación:

- **Fuente en movimiento alejándose del receptor:** Cuando una fuente de sonido se aleja de un observador, las ondas sonoras se estiran, lo que resulta en una disminución aparente en la frecuencia del sonido. Esto se percibe como una disminución en el tono del sonido. El sonido se escucha más grave de lo que realmente es.
- **Fuente en movimiento hacia el receptor:** Cuando una fuente de sonido se mueve hacia un observador, las ondas sonoras que emite se comprimen, lo que resulta en un aumento aparente en la frecuencia del sonido. Esto se percibe como un aumento en el tono del sonido. En otras palabras, el sonido se escucha más agudo de lo que realmente es.

El efecto Doppler también se puede aplicar a situaciones en las que el receptor se mueve en relación con la fuente de sonido. La relación entre la frecuencia aparente (escuchada) y la frecuencia real se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$f' = \frac{f \cdot (v + v_0)}{v + v_s}$$

donde:

- $f'$  es la frecuencia aparente (escuchada) del sonido.
- $f$  es la frecuencia real de la fuente de sonido.
- $v$  es la velocidad del sonido en el medio (generalmente aire).
- $v_0$  es la velocidad del observador con respecto al medio.
- $v_s$  es la velocidad de la fuente de sonido con respecto al medio.

## 1.2. Luz

La luz es una forma de energía electromagnética que es visible para el ojo humano y que se propaga a través del espacio a una velocidad constante de aproximadamente  $c = 3 \cdot 10^8 [m/s]$  en el vacío. La luz es una de las formas más conocidas de radiación electromagnética y desempeña un papel fundamental en nuestra comprensión del universo y en muchas aplicaciones cotidianas. A continuación algunas características de la Luz:

- **Naturaleza de partícula y onda:**

$$E = hf$$

donde  $E$  es energía de un Fotón,  $h$  la constante de Planck y  $f$  la frecuencia de la luz.

- **Espectro electromagnético, Longitud de onda y color:**

$$c = \lambda \cdot f$$

- **Reflexión, refracción y difracción:** ley de Snell

$$n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2)$$

- **Velocidad en diferentes medios:**

$$n = \frac{c}{v}$$

donde  $v$  es velocidad en el medio y  $n$  es el índice de refracción.

- **Interacción con la materia:** Ley de Beer-Lambert:

$$I = I_0 \cdot e^{-\alpha cd}$$

donde  $I$  es intensidad de la luz después de pasar por el material,  $I_0$  es intensidad de la luz incidente,  $\alpha$  coeficiente de absorción del material,  $c$  es la concentración de la sustancia absorbente en el material y  $d$  es la longitud del camino de la luz a través del material.

- Difracción y polarización.

**P1.-** Determine la Energía del Fotón:

1. Ondas de radio de  $1500[kHz]$
2. Luz verde de  $550[nm]$
3. Rayos X de  $0,06[nm]$

**P2.-** Una estación de radio emite con una  $\lambda = 25[m]$ . Calcular:

1.  $v$  de las OEM emitidas.
2. Energía de los fotones.
3. Número de fotones emitidos por hora si la potencia de la emisora es de  $6[kW]$ .

(datos:  $c = 3 \cdot 10^8[m/s]$  ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ )

**P3.-** Imagina que eres un astrónomo y estás estudiando la luz de una estrella distante llamada Estrella A. Observas que la longitud de onda de la luz emitida por Estrella A se desplaza hacia el rojo cuando se aleja de la Tierra y hacia el azul cuando se acerca. Esto se debe al Efecto Doppler y se conoce como Desplazamiento al Rojo (Redshift) y Desplazamiento al Azul (Blueshift).

1. Sabes que la longitud de onda original de una línea espectral particular de Estrella A es de  $656.3$  nanómetros (nm) cuando está en reposo (sin movimiento relativo). Cuando observas esta línea en el espectro de Estrella A, ves que su longitud de onda es de  $657.5[nm]$ . ¿Cuál es la velocidad radial de Estrella A con respecto a la Tierra?
2. Más tarde, observas otra estrella, Estrella B, cuya línea espectral en reposo es de  $486.1[nm]$ , pero cuando la observas, su longitud de onda es de  $484.5[nm]$ . ¿Cuál es la velocidad radial de Estrella B con respecto a la Tierra?

**P4.-** Un haz de luz de  $400[nm]$  incide sobre un foto cátodo de  $Ce$ , cuyo trabajo de extracción es de  $1,8[eV]$ . Calcular:

1. Energía máxima de los fotoelectrones.
2. Frecuencia umbral.
3. Razone cómo cambiarían los resultados anteriores si la radiación es ahora de  $800[nm]$ .

datos:  $c = 3 \cdot 10^8[m/s]$  ,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}[J\hat{u}s]$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}[C]$