



# Física

## Semana 4

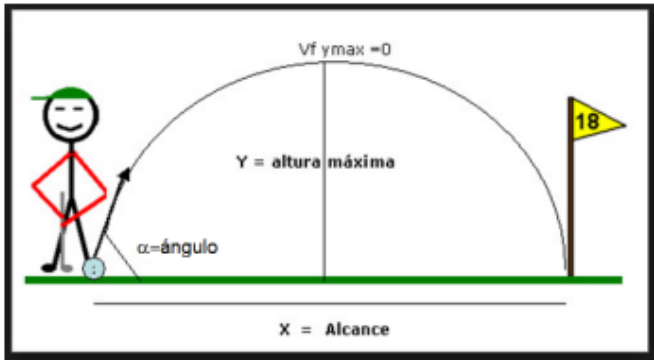
- a) **Movimiento Parabólico.**
- b) **Movimiento Circular Uniforme.**
- c) **Efecto Doppler**

### ¿Cómo calcular la altura máxima en un movimiento parabólico?

Se denomina **movimiento parabólico** al movimiento realizado por cualquier objeto cuya trayectoria describe una parábola. Se corresponde con la trayectoria ideal de un proyectil que se mueve en un medio que no ofrece resistencia al avance y que está sujeto a un campo gravitatorio uniforme.

La ecuación para calcular la altura máxima es la siguiente:

$$Alt\ máx = \frac{V_0^2 \sin^2(\alpha)}{2g}$$

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Donde:</p> <p><b><math>V_0</math></b> es la velocidad inicial (m/s)</p> <p><math>\alpha</math> es el ángulo</p> <p><b><math>g</math></b> es la gravedad y tiene un valor de 9.8 m/s<sup>2</sup></p> |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

### Ejemplo:

Un arquero profesional dispara una flecha cuya velocidad inicial es de  $V_0=50$  m/s, forma un ángulo de  $\alpha=20^\circ$  con la horizontal. Calcula la altura máxima que alcanza la flecha.

**Solución:**

Datos:

$V_0 = 50 \text{ m/s}$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$\alpha = 20^\circ$

Sustituyendo los datos en la ecuación de altura máxima:

$$Alt\ máx = \frac{V_0^2 \text{sen}^2(\alpha)}{2g} = \frac{\left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \text{sen}^2(20^\circ)}{2 \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \text{sen}(20^\circ) \cdot \text{sen}(20^\circ)}{2 \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 14.92 \text{ m}$$

Para realizar la operación anterior en la calculadora es necesario que este en el **modo deg**, si no es así, es necesario que cambie el modo de tu calculadora a **modo deg** ya que de lo contrario te dará un resultado diferente.

En la siguiente imagen se muestran dos formas diferentes para realizar el cálculo de altura máxima.



### ¿Cómo calcular la aceleración de la gravedad producida por una estrella?

Los planetas giran en un movimiento circular alrededor de las estrellas debido a la fuerza gravitacional, lo mismo ocurre con los satélites en su movimiento alrededor de los planetas.

La Fuerza Gravitacional fue descubierta por Newton, establece que todos los cuerpos se atraen con una fuerza proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado la distancia que las separa.

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

donde **G** es la constante de gravitación universal ( $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ). Ahora sabemos que **el Peso** de los cuerpos ( $W = mg$ ) es producido por la fuerza gravitacional.

#### **Ejemplo**

El Sol tiene una masa de  $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$  y un radio de  $695\,510 \text{ km}$ , ¿cuál es la aceleración de la gravedad en la capa externa del Sol?

#### **Solución:**

Si una nave espacial de masa **m** se acerca al Sol (masa **M**) la fuerza gravitacional entre ambos cuerpos está dada por la Ley de Gravitación:

El peso de la nave sería:

$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

$$W = mg$$

Como el peso es producido por la fuerza de gravedad podemos igualar ambas fórmulas:

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

La masa de la nave (m) se cancela y obtenemos:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

Sustituyendo datos:

$$g = \frac{(6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2)(1.99 \times 10^{30} \text{ kg})}{(6.95 \times 10^8 \text{ m})^2} = \frac{13.27 \times 10^{19}}{48.30 \times 10^{16}} \text{ m/s}^2 = 0.274 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

$$g = 274 \text{ m/s}^2$$

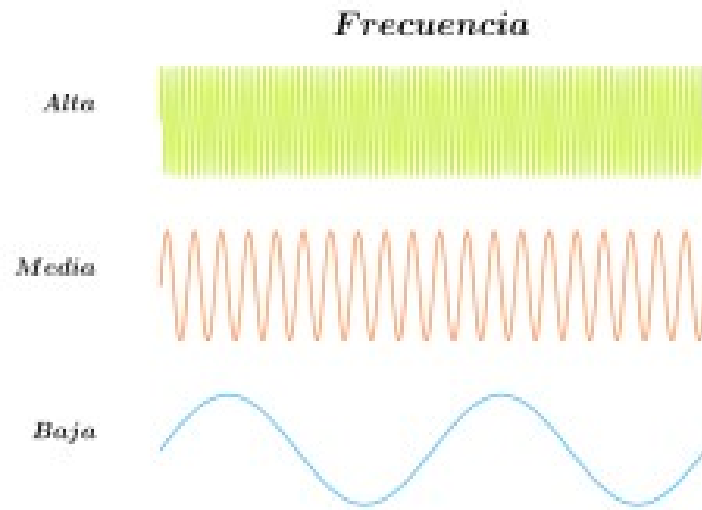
¡28 veces más intensa que la aceleración de la gravedad en la Tierra!

#### NOTAS:

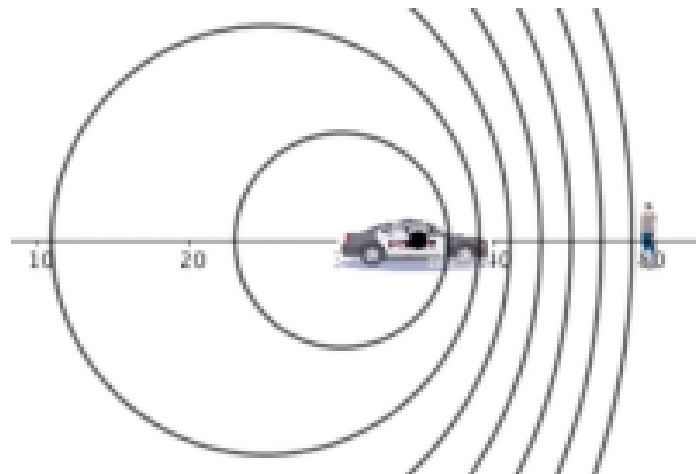
1. En el **Sistema Internacional de Unidades** las distancias deben estar en metros, por eso convertimos kilómetros a metros multiplicando por 1000.  $R = 695\,510\,000 \text{ m}$ .
2. Para cantidades muy grandes o muy pequeñas usamos la **Notación Científica**. Recorriendo el punto decimal 8 lugares a la izquierda el radio del Sol queda como:  $R = 695\,510\,000 \text{ m} = 6.95510 \times 10^8 \text{ m}$ . Con tomar 2 decimales es suficiente,  $R = 6.95 \times 10^8 \text{ m}$ .
3. Al multiplicar los exponentes se suman:  $(10^{-11})(10^{30}) = 10^{-11+30} = 10^{19}$ .
4. El elevar a una potencia los exponentes se multiplican:  $(10^8)^2 = 10^{(8)(2)} = 10^{16}$ .
5. En la división los exponentes se restan:  $10^{19}/10^{16} = 10^{19-16} = 10^3$ .
6. Podemos quitar la notación científica recorriendo el punto decimal a la derecha tantos lugares como el exponente de 10:  $0.274 \times 10^3 = 274$ .

#### ¿Qué es el efecto Doppler?

El sonido es una onda, las ondas se caracterizan por su frecuencia, que se mide en Hertz (Hz). Cuando una fuente sonora en reposo ( $V_s=0$ ) emite un sonido con una determinada frecuencia, por ejemplo 400 Hz, esa misma frecuencia será escuchada por un observador que también se encuentre en reposo ( $V_o=0$ ).



Si la fuente sonora, el observador o a ambos, se encuentran en movimiento, la frecuencia escuchada ya no será la misma que emite la fuente sonora. Esto es lo que percibimos cuando una patrulla con su sirena encendida se acerca o se aleja de nosotros. Al acercarse la frecuencia escuchada será mayor a la emitida (tono agudo) y cuando se aleja la frecuencia será menor (tono grave).



Christian Doppler encontró una fórmula que relaciona la frecuencia emitida por una fuente sonora ( $f_0$ ) con la frecuencia escuchada por un observador ( $f$ ). La fórmula toma en cuenta la velocidad del sonido ( $V$ ), la velocidad de la fuente sonora ( $V_s$ ) y la velocidad del observador ( $V_o$ ):

$$f = f_o \left( \frac{V + V_o}{V - V_s} \right) \quad \text{Efecto Doppler}$$

Convención de signos en la fórmula. Tanto la velocidad de la fuente ( $V_s$ ) como la del observador ( $V_o$ ) pueden ser positivas o negativas:

- I. Si en el movimiento la distancia entre la fuente sonora y el observador disminuye, es decir se están acercando, ambas velocidades son positivas, la fórmula se queda como está.
- II. En el caso contrario, cuando se alejan, dichas velocidades se toman como negativas.

### Ejemplo

El silbato de un tren emite un sonido con una frecuencia de 500 Hz cuando viaja a una velocidad de 50 m/s. ¿Qué frecuencia escucha una persona parada junto a la vía cuando el tren se acerca y luego cuando se aleja? Tomar en cuenta que la velocidad del sonido en el aire es de 343 m/s.

### Solución:

1. Organizar la información que contiene el enunciado.

| Variable                                   | Expresión | Datos   |
|--------------------------------------------|-----------|---------|
| Frecuencia emitida                         | $f_o$     | 500 Hz  |
| Velocidad de la fuente sonora al acercarse | $V_s$     | 50m/s   |
| Velocidad de la fuente sonora al alejarse  | $V_s$     | - 50m/s |
| Velocidad del observador                   | $V_o$     | 0 m/s   |
| Frecuencia escuchada                       | $f$       | ?       |
| Velocidad del sonido                       | $V$       | 343 m/s |

2. Calcular la frecuencia al acercarse el tren al observador.

$$f = f_o \left( \frac{V + V_o}{V - V_s} \right) = 500 \text{ Hz} \left( \frac{343 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}} \right) = 500 \text{ Hz} \left( \frac{343 \text{ m/s}}{293 \text{ m/s}} \right) = 500 \text{ Hz}(1.17)$$

$$f = 585 \text{ Hz}$$

Que es mayor que la frecuencia emitida.

3. Calcular la frecuencia al alejarse el tren del observador.

$$f = f_o \left( \frac{V + V_o}{V - V_s} \right) = 500 \text{ Hz} \left( \frac{343 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s} - (-50 \text{ m/s})} \right) = 500 \text{ Hz} \left( \frac{343 \text{ m/s}}{393 \text{ m/s}} \right) = 500 \text{ Hz} (0.8727)$$

$$f = 436 \text{ Hz}$$

Siendo menor que la frecuencia emitida.