



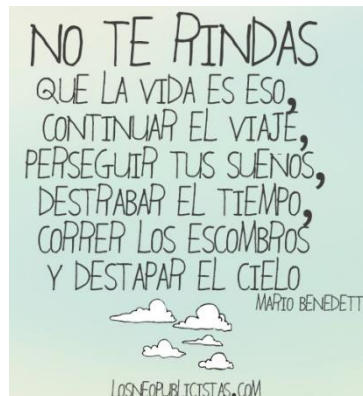
## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

GUÍA GENERAL DE TRABAJO GRADO 10°

DOCENTE: SANDRA PATRICIA GARAY RESTREPO

Asignatura: MATEMÁTICAS



### Estándares :

- CN.F.11.24 Determina las características del movimiento periódico.
- CN.F.11.25 Analiza y escribe una onda en términos de magnitudes físicas como frecuencia longitud de onda, periodo, amplitud y velocidad.
- CN.F.11.26 Determina características del péndulo simple con base en el MAS.
- CN.F.11.27 Determina las condiciones y caracteriza fenómenos ondulatorios.

### Derecho Básico de Aprendizaje (o aprendizaje a desarrollar):

Comprende las formas y las transformaciones de energía en un movimiento mecánico y la manera como en los casos reales, la energía se disipa en el medio (calor, sonido, magnetismo, luz, etc).

Tiempo estimado de trabajo para el estudiante (Horas): 12H

Trabajo correspondiente a las fechas: Desde: 20 de Abril de 2020 Hasta 15 de Mayo de 2020

1. **METODOLOGÍA:** En el desarrollo de esta guía nos encontraremos con la solución de diversos problemas relacionados con el péndulo simple y sus propiedades, estudiaremos los fenómenos ondulatorios y aplicaremos diversas fórmulas para solucionar diferentes situaciones. Lo proyectado son 12 horas, por tanto hay que tener en cuenta lo siguiente: Se esperan directrices para trabajar de acuerdo a un horario diario, por tanto se les sugiere trabajar teniendo en cuenta éste. La guía debe ser desarrollada en el cuaderno, hacer una lectura detallada de ella, leer los conceptos que aparecen en la estructuración, si tienen acceso a internet apóyense en tutoriales, todos los ejercicios deben tener el procedimiento completo, realizar las operaciones necesarias en el cuaderno. Recordar el orden y la presentación son muy importantes para el desarrollo de las actividades.



### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

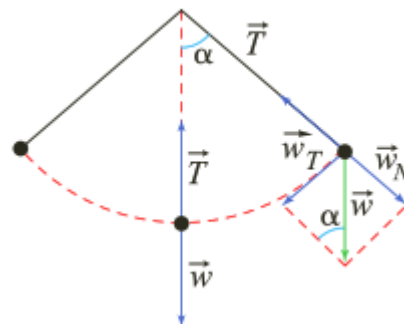
Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

### 2. EXPLORACIÓN:

- 2.1. Si tiene facilidad para ingresar a internet, hacerlo a la página <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/evaluacion.htm>, realizar el cuestionario y escribir en el cuaderno la pregunta y la respuesta correcta. Quien no pueda, realice un glosario de las palabras más utilizadas en el tema de M.A.S

3. **ESTRUCTURACIÓN:** Lea detenidamente cada uno de los temas que se van a desarrollar en la guía. Luego desarrolle las actividades propuestas al finalizar cada tema.

**3.1. EL PÉNDULO SIMPLE:** Es un modelo que consiste en una masa puntual suspendida de un hilo de longitud  $L$ , cuya masa se considera despreciable. La masa oscila de un lado para otro alrededor de su posición de equilibrio, describiendo una trayectoria a lo largo del arco de un círculo con igual amplitud. En la gráfica se observa que cuando el péndulo está en equilibrio, la tensión ( $T$ ) del hilo se anula con el peso de la masa ( $w$ ). Cuando el péndulo no está en su posición de equilibrio el hilo forma un ángulo  $\alpha$  con la vertical y el peso se descompone en dos fuerzas



- ✓ Componente del peso, tangencial a la trayectoria:  $w_T = -m \cdot g \cdot \sin \alpha$
- ✓ Componente del peso perpendicular o normal a la trayectoria:

$$w_N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

La tensión del hilo y la componente normal de peso se anulan, por lo tanto, la fuerza de restitución ( $F$ ), encargada del movimiento oscilatorio, es la componente tangencial del peso, luego:  $F = w_T = -m \cdot g \cdot \sin \alpha$

La fuerza de restitución es proporcional al  $\sin \alpha$ , así que el movimiento no es armónico simple. Sin embargo para ángulos menores de  $10^\circ$ , expresados en radianes, el  $\sin \alpha$ , tiene la propiedad de ser prácticamente igual a la medida de dicho ángulo  $\alpha$ ; así, para ángulos pequeños tenemos que  $F = -m \cdot g \cdot \sin \alpha$ ; entonces  $F = -m \cdot g \cdot \alpha$ .

Como la longitud  $x$  del arco, el radio  $l$  y el ángulo  $\alpha$  se relacionan mediante la expresión

$x = l \cdot \alpha$ , entonces  $\alpha = \frac{x}{l}$ ; y así  $F = -m \cdot g \cdot \frac{x}{l}$ , pero para el movimiento armónico simple  $F = -k \cdot x$ , se igualan las dos ecuaciones de fuerza:  $-mg \frac{x}{l} = -kx$  despejamos  $k$ :

$$k = \frac{mg}{l}$$

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

En cualquier movimiento armónico simple el periodo está dado por  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  al

reemplazar  $k$ , se obtiene  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{l}}}$  simplificando:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Con esta ecuación podemos concluir varias afirmaciones que denominamos las Leyes del péndulo, con la condición de que su amplitud es menor de  $10^\circ$

1. Es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud del hilo que sostiene el cuerpo .
2. Es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la aceleración de la gravedad.
3. No depende de la masa del cuerpo.
4. No depende de la amplitud angular.

NOTA: Con este video se puede aclarar mejor el tema

[https://www.youtube.com/watch?v=Tk5GIL1s\\_6Q](https://www.youtube.com/watch?v=Tk5GIL1s_6Q)

Los periodos de oscilación de dos péndulos de diferentes longitudes en un mismo lugar de la tierra ( $g = \text{constante}$ ), son entre sí como la raíz cuadrada de sus longitudes respectivas.



Los periodos de oscilación de un mismo péndulo ( $l = \text{constante}$ ) en lugares de diferentes aceleraciones de la gravedad, están entre sí como la raíz cuadrada de las recíprocas de sus aceleraciones de gravedad respectivas.

CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

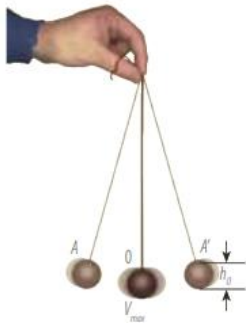


Figura 7. En la posición de equilibrio la energía mecánica del cuerpo es toda cinética, mientras que en los extremos es toda potencial.

**LA ENERGÍA EN EL PÉNDULO SIMPLE:** En el movimiento armónico simple de un péndulo simple, en ausencia de fricción, la energía mecánica se conserva. En los extremos A y A' de la trayectoria del péndulo de la figura, la energía cinética de la esfera es igual a cero, porque la velocidad del objeto es cero y la energía potencial gravitacional, medida desde la posición más baja de la trayectoria, es máxima, ( $E_p = m \cdot g \cdot h$ ) por tanto la energía mecánica es toda potencial. En la posición de equilibrio O, la energía cinética ( $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ) es máxima y la energía potencial gravitacional es igual a cero, debido a que la altura con respecto al nivel de referencia es cero, por tal razón, toda la energía potencial se

transformó en energía cinética y la velocidad del cuerpo es máxima. En cualquier otro punto la energía será la suma de  $E_p + E_c$ . Si igualamos por principio de conservación de la energía  $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  y  $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ . Es la misma expresión que la de caída libre de un cuerpo desde una altura h.

### \* EJEMPLOS

1. Para establecer el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie lunar, un astronauta realiza una serie de mediciones del periodo de oscilación de un péndulo de longitud 1 m. Si el valor promedio de los datos obtenidos es 4,92 s, determinar:

- La aceleración de la gravedad lunar.
- La relación existente entre las aceleraciones gravitacionales lunar y terrestre.

**Solución:**

a. Para hallar la aceleración de la gravedad lunar se tiene que:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$g = \frac{4 \cdot 1 \text{ m} \cdot \pi^2}{(T)^2} \quad \text{Al despejar } g$$

$$g = \frac{4 \cdot 1 \text{ m} \cdot \pi^2}{(4,92 \text{ s})^2} = 1,63 \text{ m/s}^2 \quad \text{Al reemplazar y calcular}$$

La aceleración lunar es 1,63 m/s<sup>2</sup>.

b. La relación entre  $g_{\text{lunar}}$  y  $g_{\text{terrestre}}$  se realiza por medio de la siguiente expresión:

$$\frac{g_{\text{lunar}}}{g_{\text{terrestre}}} \quad \text{Al relacionar}$$

$$\frac{1,63 \text{ m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,16 \quad \text{Al reemplazar y calcular}$$

La  $g_{\text{lunar}}$  es aproximadamente 1/6 de la  $g_{\text{terrestre}}$ .

2. Calcular la velocidad máxima ( $v_{\text{máx}}$ ) para el péndulo de la figura 7 si la altura del objeto en el extremo A' de la trayectoria es  $h_0$ .

**Solución:**

En ausencia de fricción, la energía mecánica se conserva. Por lo tanto, en el extremo de la trayectoria la energía mecánica es:

$$E_m = m \cdot g \cdot h_0$$

y en la posición O es:

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{máx}}^2$$

Como  $E_{c \text{ máx}} = E_{p \text{ máx}}$ , se tiene que:

$$v_{\text{máx}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0}$$

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

Ejemplos:

1. Un péndulo simple de 8 m de longitud, oscila con un periodo de 2 segundos. Si el periodo se duplica ¿Cuál será la longitud del péndulo?

Hallamos la gravedad:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad g = \left(\frac{2\pi}{2}\right)^2 * 8$$
$$2 = 2\pi \sqrt{\frac{8}{g}} \quad g = 8\pi^2$$

Reemplazamos ahora con el periodo duplicado

$$4 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{8\pi^2}}$$
$$L = \left(\frac{4}{2\pi}\right)^2 8\pi^2$$
$$L = 32 \text{ m}$$

2. Un primer péndulo simple ejecuta 20 oscilaciones en 4 segundos y un segundo péndulo simple 60 oscilaciones en 5 segundos. Si ambos péndulos se encuentran en el mismo lugar ¿Cuál es la razón de la longitud del segundo respecto a la longitud del primero?

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \quad \text{Sabemos también que } T \text{ (período) es:}$$

$$T = \frac{\text{Numero de oscilaciones}}{\text{tiempo}}$$

Entonces:

$$T_A = \frac{20}{4} = 5 \text{ s y } T_B = \frac{60}{5} = 12 \text{ s}$$

$$\frac{12}{5} = \sqrt{\frac{L_B}{L_A}}$$

$$\frac{144}{25} = \frac{L_B}{L_A}$$

**ACTIVIDAD 1:** Desarrollar los siguientes problemas:

- a) El periodo de oscilación de péndulo es de 12 segundos; si la longitud se triplicara, ¿cuál sería el nuevo periodo de oscilación?
- b) ¿Qué longitud debe tener un péndulo simple para que su frecuencia sea de 150 osc/minuto? (expresar la frecuencia en oscilaciones por segundo y recordar que la frecuencia es inversa al periodo) la gravedad  $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$
- c) La frecuencia de un péndulo simple es de 6 Hertz, luego es llevado a la Luna, en donde la gravedad es la sexta parte que la tierra. ¿Cuál es el valor de la frecuencia en la Luna en Hertz?

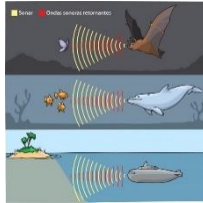
CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

### 3.2. MOVIMIENTO ONDULATORIO:

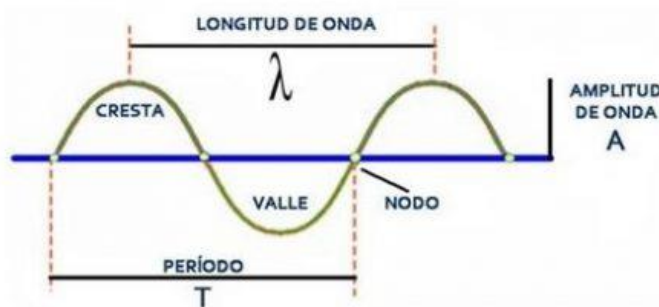


Proceso por el que se propaga energía de un lugar a otro sin transferencia de materia, mediante ondas mecánicas o electromagnéticas.

Una onda consiste en el movimiento de la propagación de una perturbación sin que exista transporte neto de materia.

En una onda se propaga energía pero no materia. Pero aunque no sea materia sí puede interactuar con ésta.

En la representación de una onda se muestra como varía la propiedad perturbada en función del tiempo o de la distancia al foco origen de la perturbación.



Esquema representación de OEM. Fuente: [www.radiofrecuenciaclh.net](http://www.radiofrecuenciaclh.net)

### CLASIFICACIÓN DE LAS ONDAS

#### 1. Según el soporte

**Ondas mecánicas:** necesitan de un medio material para propagarse.



### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



# INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

**Ondas electromagnéticas:** no requieren de un medio material para propagarse.

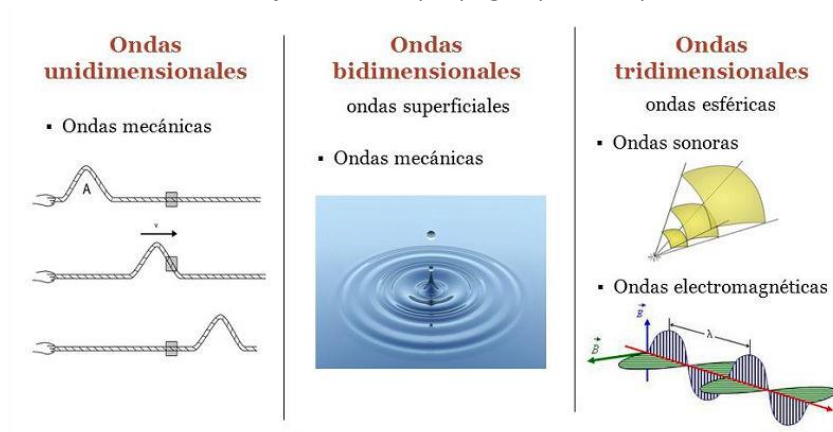


## 2. Según las dimensiones de propagación

**Unidimensionales:** se propagan en una sola dirección.

**Bidimensionales:** se propagan por una superficie (dos dimensiones).

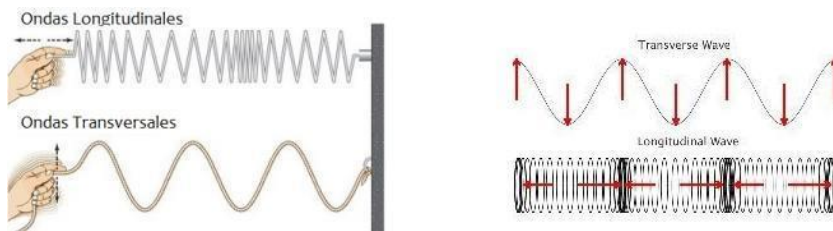
**Tridimensionales o espaciales:** se propagan por el espacio (tres dimensiones).



## 3. Según la dirección de perturbación frente a la de propagación

**Longitudinales:** ambas direcciones coinciden.

**Transversales:** ambas direcciones son perpendiculares entre sí.



**CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO**



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

### ONDAS MECÁNICAS

La propagación de una onda mecánica requiere que el medio sea elástico y posea inercia. De la relación entre estas dos propiedades depende la velocidad de propagación de una onda en un medio material. Así, en general, la velocidad de propagación de una onda se expresa por:

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

que aplicado al caso de un pulso en una cuerda sería:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Donde T es la tensión (propiedad elástica) y  $\mu$  es la masa por unidad de longitud de la cuerda, densidad lineal, (propiedad inercial).

### ECUACIÓN DE UNA ONDA

La expresión matemática que representa la propagación de una onda es una función de la coordenada de la dirección de avance y del tiempo. A dicha función se la denomina función de onda.

$$y = f(x, t)$$

Si el movimiento de avance de una onda es de izquierda a derecha, la función es de la forma:

$$y = f(x - vt)$$

Y si se desplaza de derecha a izquierda, tiene la forma:

$$y = f(x + vt)$$

Donde v es la velocidad a la que se propaga la onda

### ONDAS ARMÓNICAS

Una perturbación que se propaga en un medio debido a un oscilador armónico constituye una onda armónica. En ella cabe definir las siguientes características:

Longitud de onda,  $\lambda$ : distancia entre dos puntos consecutivos que se encuentran en el mismo estado de perturbación (misma fase).

Periodo, T: Tiempo que tarda un punto cualquiera en volver al mismo estado de perturbación.

Frecuencia, f: Número de veces que un punto cualquiera pasa por el mismo estado de perturbación en la unidad de tiempo (inversa del periodo).

Número de onda, k: Número de longitudes de onda que hay en  $2\pi$  radianes.

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO





## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

Velocidad de propagación,  $v$ : Desplazamiento efectuado por la onda en la unidad de tiempo, es decir, una longitud de onda,  $\lambda$ , en un tiempo  $T$ .

Una onda armónica que se propaga hacia la derecha a lo largo del eje  $X$ , viene dada por la ecuación:

$$y = f(x, t)$$

Considerando las relaciones entre magnitudes, tenemos que

$$y = f(x - vt)$$

Y si la onda armónica se desplazara hacia la izquierda:

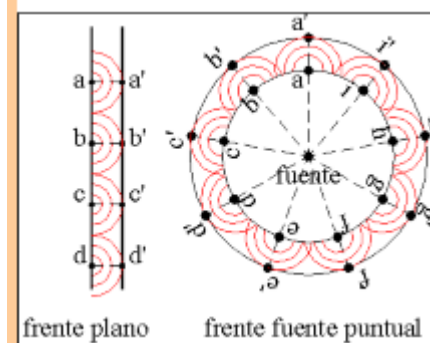
$$y = f(x + vt)$$

### El principio de Huygens

Permite explicar de forma sencilla algunas propiedades de las ondas: reflexión, refracción, difracción e interferencias.

Una onda se propaga como frentes de onda, siendo un frente de onda la superficie que une todos los puntos del medio alcanzados por el movimiento ondulatorio en un mismo instante.

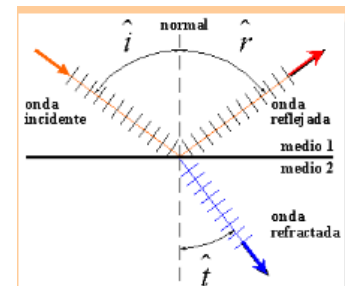
Todo punto de un medio alcanzado por un frente de onda se comporta como un foco emisor de ondas secundarias. La envolvente a todas las ondas secundarias constituye un nuevo frente de ondas.



### REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN

Cuando una onda que se propaga por un medio llega a la superficie de separación con otro medio distinto, parte de la onda se refleja y sigue propagándose por el mismo medio, mientras que la otra parte pasa a propagarse por el otro medio, donde al ser distinto, lo hará con diferente velocidad.

La primera parte de la onda recibe el nombre de onda reflejada y la segunda onda refractada.



### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO

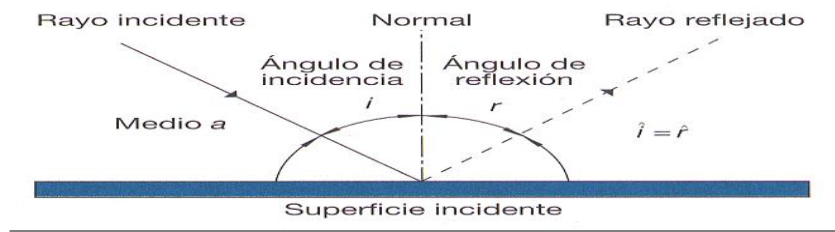


## INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA “AMBIENTAL COMBEIMA”

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

### REFLEXIÓN

El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano.  
El ángulo de incidencia y el reflejado son iguales



### REFRACCIÓN

El rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano.

LEY DE SNELL:

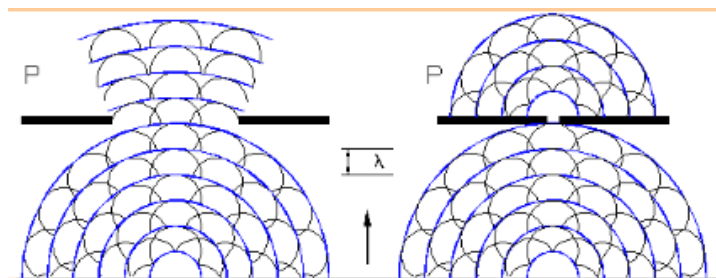
$$\frac{\text{Sen } \theta_1}{\text{Sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



### DIFRACCIÓN

Es el fenómeno por el cual una onda modifica su dirección de propagación al encontrarse con aberturas u obstáculos.

Este fenómeno tiene importancia cuando las dimensiones de la abertura o del obstáculo son comparables con la longitud de onda.



CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

### PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN

El problema de superposición se plantea cuando por un medio se propagan dos o más ondas. Según el principio de superposición, la elongación de la onda resultante es la suma de las elongaciones de cada una por separado.

También se dice que la perturbación producida en un punto por dos o más ondas es igual a la suma algebraica de las perturbaciones producidas en dicho punto por cada una de las ondas consideradas de modo aislado.

Ninguna de las ondas pierde sus características; es decir, después de superponerse, cada una se propaga de la misma forma que antes.

Al superponerse, los efectos de las ondas pueden en cada punto reforzarse o debilitarse, dando lugar a los fenómenos de interferencias, constructivas o destructivas, respectivamente.

### INTERFERENCIAS

Consideremos dos ondas armónicas de la misma amplitud, longitud de onda y frecuencia, pero de diferente fase (una de ellas está desfasada un ángulo  $\delta$  respecto a la otra). Ambas viajan por un mismo medio y en la misma dirección.

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t)$$
$$y_2 = A \sin(kx - \omega t + \delta)$$

Al coincidir ambas en un punto  $x$  en un instante  $t$ , la perturbación en ese punto será la suma de ambas perturbaciones:

$$y = y_1 + y_2 = A \left[ \underbrace{\sin(kx - \omega t)}_a + \underbrace{\sin(kx - \omega t + \delta)}_b \right]$$

Como  $\sin a + \sin b = 2 \cos \left( \frac{a-b}{2} \right) \cdot \sin \left( \frac{a+b}{2} \right)$

La perturbación resultante viene dada por:

$$y = \underbrace{\left( 2A \cos \frac{\delta}{2} \right)}_{A'} \cdot \sin \left( kx - \omega t - \frac{\delta}{2} \right)$$

- Las ondas están en concordancia de fase

$$\delta = 0 \quad A' = 2A \cos 0 = 2A$$

Dos ondas que interfieren con desfase nulo lo hacen de manera constructiva.

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

- Las ondas están en oposición de fase:

$$\delta = \pi \quad A' = 2A \cos \frac{\pi}{2} = 0$$

Dos ondas que interfieren en oposición de fase lo hacen de manera destructiva.

### Condiciones de máximos y mínimos

Consideremos dos focos que emiten ondas de las mismas características. ¿En qué puntos del medio se dará una onda constructiva?, ¿y una destructiva?

$$y_1 = A \sin(kx_1 - \omega t)$$
$$y_2 = A \sin(kx_2 - \omega t)$$

Calculando la elongación en ese punto del medio:  $y = y_1 + y_2$ :

$$y = \underbrace{\left( 2A \cos k \left( \frac{x_1 - x_2}{2} \right) \right)}_{A'} \cdot \sin \left( \frac{k(x_1 + x_2)}{2} - \omega t \right)$$

La interferencia será **constructiva** cuando  $(x_1 - x_2) = n\lambda$  Condición de máximo.

La interferencia será **destructiva** cuando  $(x_1 - x_2) = (2n + 1) \lambda/2$  Condición de mínimo.

### ONDAS ESTACIONARIAS

Un caso especial e importante de interferencia de ondas es el que se da entre ondas idénticas que viajan por el mismo medio pero en sentidos opuestos.

En realidad no es un movimiento ondulatorio propiamente dicho, pues cada punto del medio vibra con un MAS de distinta amplitud. Los puntos que vibran con máxima amplitud reciben el nombre de vientres (o antinodos) y los que no vibran, nodos. Por tanto la energía no se propaga en una onda estacionaria.

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t)$$
$$y_2 = A \sin(kx + \omega t)$$

$$y = y_1 + y_2 = \underbrace{2A \sin kx}_{A'} \cdot \cos \omega t$$

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

$$y = \underbrace{2A \sin kx}_{A'} \cdot \cos \omega t$$

- La amplitud es función de la posición,  $x$ , de modo que determinados puntos oscilan con amplitud máxima y otros no oscilan.
- La frecuencia es igual a la de las ondas que interfieren.

NODOS: En ellos la amplitud es nula  $\rightarrow \sin kx = 0 \rightarrow kx = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = n\pi \Rightarrow x = n \frac{\lambda}{2}$$

VIENTRES: En ellos la amplitud es máxima  $\rightarrow \sin kx = 1 \rightarrow kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots$

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = (2n+1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow x = (2n+1) \frac{\lambda}{4}$$

### FRECUENCIAS DE LAS ONDAS ESTACIONARIAS

Una cuerda de longitud  $L$ , fija por ambos extremos (una cuerda de un instrumento musical). En este caso, los extremos cumplen la condición de nodos, así que:

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$

Como  $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow L = n \frac{v}{2f} \Rightarrow f = n \frac{v}{2L}$

Donde  $v$  es la velocidad de propagación de la onda.

Dándole a  $n$  valores (1, 2, 3, ...) obtenemos las posibles frecuencias que darán lugar al establecimiento de ondas estacionarias. Cuando  $n = 1$  tendremos la frecuencia fundamental y a partir de  $n = 2$  tendremos los distintos armónicos

### PROBLEMAS DE APLICACIÓN:

**1**, Una cuerda larga y tensa tiene uno de sus extremos fijo en una pared. El otro extremo lo agarra una persona proporcionándole un movimiento vertical sinusoidal con una frecuencia de 2 Hz y una amplitud de 7,5 cm. La velocidad de propagación de la onda a lo largo de la cuerda es  $v = 12$  m/s. En el instante inicial,  $t=0$ , el extremo sujetado por la persona está en la posición de máximo desplazamiento vertical

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

positivo e instantáneamente en reposo. Asumimos que no existen ondas propagándose desde el extremo fijo de la cuerda ni amortiguación debida al rozamiento con el aire.

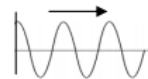
- Calcule y exprese en unidades del Sistema Internacional la amplitud de la onda, la frecuencia angular, el periodo, la longitud de onda y el número de onda.
- Escriba una ecuación que describa la onda.
- Encuentre la relación entre la energía que transporta la onda en la cuerda y la que transportaría otra onda en la misma cuerda con la mitad de amplitud e igual frecuencia.

### Solución:

a)

$$A = 0,075 \text{ m}$$
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2 \text{ s}^{-1}} = 0,5 \text{ s}$$
$$v = \lambda f; \lambda = \frac{v}{f} = \frac{12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \text{ s}^{-1}} = 6 \text{ m}$$
$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6 \text{ m}} = \frac{\pi}{3} \text{ m}^{-1}$$
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 2 \text{ s}^{-1} = 4\pi \text{ s}^{-1}$$

b) Para las condiciones especificadas en el enunciado ( $x = A$  para  $t=0$ ),



$$y = 0,075 \text{ sen} \left( \frac{\pi}{3} x - 4\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$$

c) La energía que una onda transfiere a un punto del medio de masa  $m$ , viene dada por:

$$E_A = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} m 4\pi^2 f^2 A^2 = (2\pi^2 m) f^2 A^2$$

Si la amplitud es la mitad:

$$E_{\frac{A}{2}} = (2\pi^2 m) f^2 \left( \frac{A}{2} \right)^2 = \frac{(2\pi^2 m) f^2 A^2}{4} = \frac{E_A}{4}$$

Transportaría un cuarto de la energía de la onda inicial.

Una onda transversal se propaga por un hilo en el sentido positivo del eje OX. La distancia mínima entre dos puntos en fase es de 2 mm. El foco emisor, situado en el extremo del hilo ( $x=0$ ), oscila con una amplitud de 3 mm y una frecuencia de 25 Hz. Determine:

- Velocidad de propagación de la onda.
- Frecuencia angular o pulsación.
- Número de onda.
- Ecuación de la elongación en función de la posición y el tiempo, sabiendo que en el instante inicial y en el origen de la onda dicha elongación es nula.
- Represente gráficamente la elongación en el extremo del hilo en función del tiempo.
- Velocidad máxima en un punto del hilo.
- Aceleración máxima de un punto del hilo.

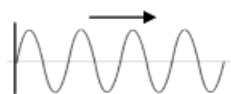
### Solución:

- a) Por definición la longitud de onda es la distancia mínima entre dos puntos que oscilan en fase. Luego la longitud de onda es:  $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

$$v = \lambda f = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 25 \text{ s}^{-1} = 0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- b)  $\omega = 2\pi f; \omega = 2\pi \cdot 25 \text{ s}^{-1} = 50\pi \text{ s}^{-1}$  c)  $k = \frac{2\pi}{\lambda}; k = \frac{2\pi}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 1000\pi \text{ m}^{-1}$

- d) y e) Para las condiciones especificadas en el enunciado pueden darse dos soluciones:



$$y = 0,003 \text{ sen} (1000\pi x - 50 \pi t)$$



$$y = 0,003 \text{ sen} (1000\pi x - 50 \pi t + \pi)$$

Activa  
Ir a C

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

Una barra de aluminio  $Y=7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ , densidad  $\rho=2.7 \text{ g/cm}^3$  y sección  $5 \text{ cm}^2$ , transmite un movimiento ondulatorio armónico producido por una fuente de 100 Hz de frecuencia y 20 W de potencia. Calcular:

- La velocidad de propagación y la longitud de onda.
- La ecuación de la onda armónica.

### Solución

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{10}}{2700}} = 5091.7 \text{ m/s} \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{5091.7}{100} = 50.92 \text{ m} \quad \omega = 2\pi f = 200\pi \text{ rad/s} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.123 \text{ m}^{-1}$$

Intensidad de la onda,

$$I = \frac{P}{A} = \frac{20}{5 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2 \quad \Psi_0 = 1.21 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Ecuación de la onda armónica

$$\Psi(x,t) = \Psi_0 \sin(kx - \omega t) \quad \Psi(x,t) = 1.21 \cdot 10^{-4} \sin(0.123(x - 5091.7t)) \text{ m}$$

Un rayo de luz que se propaga en el aire entra en el agua con un ángulo de incidencia de  $45^\circ$ . Si el índice de refracción del agua es de 1,33, ¿cuál es el ángulo de refracción?

Aplicando la ley de Snell:

$$n_1 \sin \vartheta_1 = n_2 \sin \vartheta_2$$

$$\frac{1}{1.33} \sin 45^\circ = \sin \vartheta_2$$

y el ángulo de refracción será:

$$\vartheta_2 = 32,1^\circ$$

CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

Una cuerda tensa y atada en uno de sus extremos a la pared vibra con un movimiento armónico simple de amplitud 2 cm, frecuencia 8 Hz y una velocidad 20 m/s. Determinar:

- La frecuencia angular, la amplitud, el período, la longitud y el número de onda.
- La función de onda para un instante de tiempo  $t = 0,05$  s.

**Solución:**

- La amplitud  $A$  de la onda es la del movimiento del extremo de la cuerda, es decir,  $A = 2$  cm.

La frecuencia angular es:

$$\omega = 2\pi \cdot f = (2\pi \text{ rad/ciclo})(8 \text{ Hz}) = 50,26 \text{ rad/s}$$

El período es  $T = \frac{1}{f} = 0,125$  s.

La longitud de onda se obtiene así:  $v = \lambda \cdot f$

$$\frac{v}{f} = \lambda$$

*Al despejar  $\lambda$*

$$\lambda = \frac{2.000 \text{ cm/s}}{8 \text{ Hz}} = 250 \text{ cm}$$

*Al reemplazar y calcular*

El número de onda se obtiene mediante la expresión:

$$\kappa = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{250 \text{ cm}} = 0,025 \text{ rad/cm}$$

*Al reemplazar y calcular*

- Para hallar la función de onda en el  $t = 0,05$  s, se utiliza la función de onda:

$$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - \kappa \cdot x) = (2 \text{ cm}) \cdot \text{sen}[(50,26 \text{ rad/s}) t - (0,025 \text{ rad/cm}) \cdot x]$$

Al reemplazar  $t = 0,05$  s se tiene que:

$$y = (2 \text{ cm}) \cdot \text{sen}[(50,26 \text{ rad/s})(0,05 \text{ s}) - (0,025 \text{ rad/cm}) \cdot x]$$

Así, la función de onda es  $y = (2 \text{ cm}) \cdot \text{sen}[(2,513 \text{ rad}) - (0,025 \text{ rad/cm}) \cdot x]$

Ac  
Ir a

### ACTIVIDAD 2.

- Elabore un crucigrama con mínimo 10 términos mencionados en el movimiento ondulatorio.
- Consulte sobre Huygens y escriba con sus propias palabras, los apartes que hizo al movimiento ondulatorio

Cuando se golpea una varilla por un costado en uno de sus extremos comienza a vibrar como se muestra en la figura. ¿Qué tipo de onda viaja por ella? Explica tu respuesta.



c)

CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO





## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073

Escribe V, si la afirmación es verdadera o F, si es falsa. Explica tu respuesta.

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> La propagación de las ondas es un mecanismo para transmitir energía de un medio sin que haya transporte de materia.                          | <input type="checkbox"/> En el fenómeno de la reflexión, para espejos planos, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.  |
| <input type="checkbox"/> La línea que une todos los puntos vecinos de una onda se llama frente de onda.   | <input type="checkbox"/> El fenómeno de la refracción ocurre cuando la onda choca con un obstáculo y regresa nuevamente.  |
| <input type="checkbox"/> Cuando el movimiento oscilatorio que produce una onda es periódico, se dice que las ondas son circulares.                                    | <input type="checkbox"/> El principio de Huygens dice que un punto no es un nuevo frente de onda pero la velocidad de las ondas se mantiene constante después de chocar con un obstáculo. |
| <input type="checkbox"/> Cuando las partículas de un medio oscilan en dirección perpendicular a la dirección de propagación, se dice que las ondas son transversales. | <input type="checkbox"/> La difracción sucede cuando una onda pasa por un obstáculo tan pequeño como el orden de magnitud de la longitud de onda.   |
| <input type="checkbox"/> En las ondas longitudinales, las partículas del medio oscilan en dirección paralela a la dirección de propagación de la onda.                | <input type="checkbox"/> En las señales de frecuencia modulada la amplitud de la onda permanece constante.  |
| <input type="checkbox"/> La amplitud de la onda depende de la longitud de onda.   | <input type="checkbox"/> En las señales de amplitud modulada, la frecuencia es alterada con variaciones de señales de audio enviadas.   |

1. Las ondas sísmicas se refractan dentro de la tierra al viajar entre rocas de distintas densidades y por lo tanto su velocidad cambia, al igual que su dirección de propagación. Una onda sísmica  $P$  viaja a  $8 \text{ km/h}$  y choca con el límite entre dos tipos de material. Si llega a esta frontera con ángulo de incidencia de  $50^\circ$  y se aleja con un ángulo de  $31^\circ$ , ¿cuál será la velocidad en el segundo medio?



4. **TRANSFERENCIA:** Para desarrollar los siguientes ejercicios debe tener en cuenta lo visto en esta unidad:

CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO



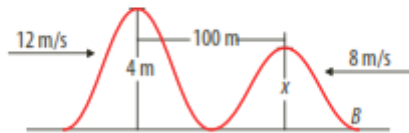
## INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA "AMBIENTAL COMBEIMA"

Resolución de Reconocimiento No 00002530 del 26 de Octubre de 2016 de la  
Secretaría de Educación Municipal  
NIT. No. 809011406 – 9 DANE 273001004073



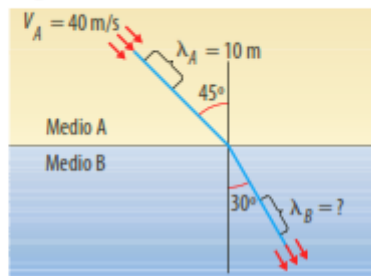
### Problemas básicos

- 12 Responde. ¿Cuál es la amplitud de la onda "B" si la interferencia producida tiene una amplitud de 6 m? ¿Qué tiempo tarda en darse dicha interferencia?



- 13 La imagen representa una onda periódica refractada. Determina:

- La frecuencia de la onda.
- La velocidad de la onda en el medio B.
- La longitud de onda en el medio B.

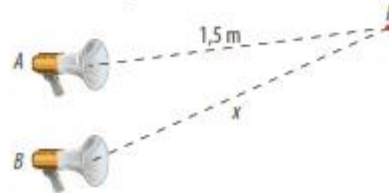


- 16 En la superficie de un lago hay dos frentes de ondas coherentes en fase con una frecuencia de 5 Hz. La velocidad de propagación es 2 cm/s. En el punto P hay una fluctuación como se observa en la figura. Halla:
- ¿Cuál es la longitud de onda de las perturbaciones que se propagan en el lago?
  - ¿Qué diferencia de recorrido hay entre las ondas?
  - ¿Qué tipo de interferencia se debe dar en el punto de encuentro?



### Problemas de profundización

- 17 La figura muestra dos parlantes separados por una distancia de 2 m. Los parlantes emiten ondas sonoras con una frecuencia de 68 kHz. El punto P mostrado en la figura está a una distancia de 1,5 m del parlante A.



5. **VALORACIÓN:** La guía será revisada y deberá ser sustentada, adicionalmente el estudiante debe autoevaluarse, para ello tendrá en cuenta los siguientes criterios: Desarrollo de manera organizada en su cuaderno, realizando los procedimientos completos, no hay tachones, los ejercicios están organizados numéricamente, considera que los desarrollo correctamente, aprovechó al máximo el tiempo.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/evaluacion.htm>
  - <https://fisiclick5.wixsite.com/ejerciciosfisiclick/movimineto-armonico-simple>
  - <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/portada.html>
  - <https://www.fisicanet.com.ar/fisica/movimiento-periodico/ap05-pendulo-simple.php>
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41008970/helvia/sitio/upload/mo.pdf>

### CIENCIA, AMBIENTE Y DESARROLLO