

Tercera actividad de física quinto año CPEM 49

Como estudiantes de medios de comunicación sería natural que se hagan las siguientes preguntas. ¿Que es la luz? ¿Como llega la luz desde el sol a la tierra? ¿Que es el sonido? ¿Como llega el sonido de un rallo hasta mi? ¿de que depende el color de la luz? ¿De que depende la agudeza de un sonido? En esta ocasión no las vamos a responder pero solo les diré que tanto la luz como el sonido son ondas y para poder responder a esas preguntas deberemos primero estudiar las ondas.

Actividad 1

A partir de la lectura de los materiales de las siguientes páginas defina:

Onda
Movimiento periódico.
Ondas mecánicas.
Ondas longitudinales.
Ondas transversales.
Frente de ondas.
Movimiento periódico.
Periodo.
Amplitud.
Frecuencia.
Longitud de ondas.

Actividad 2

Realice un resumen de todas las fórmulas que aparecen en las siguientes páginas. Dicho resumen debe contar con un glosario donde se indique que magnitud corresponde a cada letra.

Actividad 3

Indicar las relaciones entre:

Periodo y Frecuencia.

Longitud de onda y velocidad

Periodo y velocidad.

Frecuencia y velocidad.

Actividad 4

si una onda tiene una longitud de onda de 0,2 metros calcular periodo y velocidad.

Actividad 5

Que relación considera que existe entre MRU movimiento y ondas

Ondas



Al escuchar una canción, charlar con un amigo o ver una película, la información nos llega en forma de **ondas** de distinto tipo. Los sentidos del ser humano están preparados para percibir una pequeña pero importante porción de las ondas que pasan a su alrededor. También el cuerpo es un emisor de distintas clases de ondas y sería imposible comunicarse sin este fenómeno. Pero, ¿cómo ocurre?, ¿cómo se producen distintos sonidos?, ¿cómo se escucha?



Ondas transversales y longitudinales

Al producirse un sismo, la vibración del suelo llega hasta lugares bastante alejados. La porción del suelo por la que pasa la onda sísmica vibra en su lugar y no se transmite materia. ¿Qué se transmite? Energía. A movimientos como estos, que se **propagan** en un medio material transportando energía y cantidad de movimiento, se los llama **ondas mecánicas**.

Para estudiar las **ondas mecánicas**, se comenzará analizando algunos casos sencillos:

Ejemplo: 1. Si alguien agita un extremo de una soga, como muestra la figura, el movimiento que genera hace que los puntos adyacentes de la soga también se muevan, y transmitan este movimiento punto a punto, hasta llegar al otro extremo.

2. Si se comprimen algunas espiras en un extremo del resorte largo como el de la figura, las espiras vecinas se estiran. Cuando se sueltan, las que estaban comprimidas tienden a volver a su posición original. Pero, como adquieren velocidad, siguen un poco más allá respecto de su posición original y generan una compresión en las vecinas. Estas compresiones y dilataciones se transmiten a lo largo del resorte.



Estos dos ejemplos tienen en común la propagación de una onda mecánica que viaja en un eje horizontal (dirección de propagación). Pero hay una diferencia importante. En el caso de la soga, los puntos por los que pasa la onda, oscilan hacia arriba y hacia abajo. Es decir, *se mueven en un eje perpendicular a la dirección de propagación*. A este tipo de ondas se las llama **transversales**, como las que se forman cuando se tiran piedras una tras otra, en un lago tranquilo. Un cuerpo que flote en la superficie del agua (un corcho, por ejemplo), se moverá verticalmente al paso de la onda.

En cambio, en el ejemplo del resorte, las espiras oscilan hacia delante y hacia atrás. *El movimiento es en un eje paralelo a la dirección de propagación*. Son, entonces, **ondas longitudinales**. Las ondas de sonido pertenecen a esta clase, donde lo que se comprime y estira, como si fuera un resorte, es el **medio elástico** en que se propaga, que puede ser gaseoso como el aire, líquido o sólido.

Una vez generada la onda, hay un conjunto de puntos que son alcanzados al mismo tiempo por el movimiento ondulatorio. La superficie compuesta por todos esos puntos se llama **frente de onda**. Así, las ondas generadas por las piedras que caen en el agua tienen un frente de onda circular. En cambio, las ondas de sonido en el aire, o en los fluidos en general, se propagan en forma tridimensional. Los frentes de onda generados por una fuente sonora puntual son esféricos.

FÍSICA Y TECNOLOGÍA

Reproducción del sonido y equipos de audio

Los componentes mínimos de un **equipo de audio** moderno son: el reproductor de CD o de cassette, el amplificador y el sistema de parlantes. El amplificador es un sistema electrónico que eleva la potencia de los impulsos eléctricos enviados por los reproductores hasta alcanzar un nivel de potencia suficiente para activar los parlantes. La mayoría de los parlantes actuales son dinámicos. Estos incluyen una bobina de cable muy liviana montada dentro del campo magnético de un potente imán permanente o de un electroimán. Una corriente eléctrica variable procedente del amplificador atraviesa la bobina y modifica la fuerza magnética entre esta y el campo magnético del altavoz. La bobina vibra con los cambios de corriente y hace que un diafragma o un gran cono vibrante, unido mecánicamente a ella, genere ondas sonoras en el aire. La potencia y la calidad de sonido se pueden aumentar si se utilizan conjuntos de varios altavoces de diferente tamaño (pequeños para notas agudas y grandes para notas graves).



Movimie

Para estruc
rios, ya que
mientos osc
en sus molé

Un ejemp
analizar es e
desplaza el l
de su posici
comprimier
resorte, y su

En el cap
do o compr
a la posició
el resorte e
movimient

armónico.
en función
El movi
que coinci
resorte no
plazamiet

movimier
su valor c
resorte. E
este mov
es un mo

Se llar
desde qu
moviénd

El tien
za con la
vale 1/1
nes en u
segundo

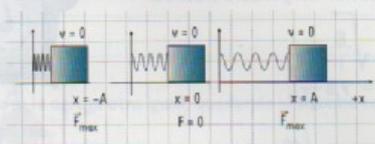
El si
Exis
la frec
indep
forma
frecue

En
y del

Movimiento oscilatorio armónico

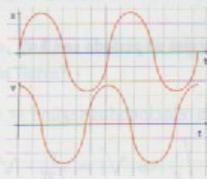
Para estudiar las ondas, es útil conocer primero los movimientos oscilatorios, ya que muchas ondas se originan por oscilaciones. Se producen **movimientos oscilatorios** en el péndulo de un reloj, en los átomos que vibran en sus moléculas, en el suelo cuando llega la onda de un sismo.

Un ejemplo sencillo de analizar es el de la figura. Se desplaza el bloque de masa m de su posición de equilibrio, comprimiendo o estirando el resorte, y se lo deja libre.



En el capítulo sobre Dinámica se analizó que, cuando el resorte está estirado o comprimido, ejerce sobre el bloque una fuerza que tiende a llevarlo a la posición de equilibrio. Una vez que pasa moviéndose por esa posición, el resorte empieza a frenarlo. Cuando la velocidad llega a cero, comienza el movimiento en sentido contrario. Se trata de un movimiento oscilatorio armónico. Los gráficos de la posición y la velocidad en función del tiempo de este movimiento son:

El movimiento es simétrico respecto del origen, que coincide con el punto de equilibrio, donde el resorte no está ni estirado ni comprimido. El desplazamiento máximo, llamado **amplitud (A)** del movimiento, es igual en ambos sentidos del eje, y su valor coincide con la distancia que se estiró o comprimió inicialmente el resorte. Es decir, el movimiento está limitado entre $x = A$ y $x = -A$. Como este movimiento, en condiciones ideales, se repite todo el tiempo, se dice que es un **movimiento periódico**.



Se llama **oscilación** al movimiento producido en un ciclo completo, desde que el bloque pasa por un punto hasta que vuelve a pasar por este, moviéndose en el mismo sentido.

El tiempo que tarda en efectuar una oscilación es el **período**; se lo simboliza con la letra **T** y se mide en unidades de tiempo (segundo). Un período que vale 1/10 segundos, corresponde a un movimiento que realiza diez oscilaciones en un segundo. Se llama **frecuencia** a la cantidad de oscilaciones en un segundo. Se mide en Hertz ($\text{Hz} = \frac{1}{s}$) y se calcula como la inversa del período:

$$f = \frac{1}{T} \quad [f] = 1/s = \text{Hz}$$

El sistema de masa y resorte se denomina **péndulo elástico**.

Existen otras clases de péndulos, como los de los relojes. En todos ellos **la frecuencia** depende de las características del sistema y, en general, es **independiente de la amplitud**. Además, las ecuaciones tienen la misma forma para diferentes clases de péndulos. En el caso del péndulo elástico, la frecuencia depende de la masa (m) y de la constante elástica (k) del resorte:

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

En el caso del péndulo del reloj, depende de la longitud (l) del hilo o barra y del valor de la aceleración de la gravedad (g) en el lugar.

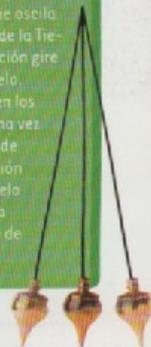
$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$$



FÍSICA EN LA HISTORIA

Péndulo de Foucault

Los péndulos bifilares o de Foucault, que constan de dos cuerdas o cables, se utilizaron para registrar irregularidades en la rotación de la Tierra o detectar terremotos. El péndulo de Foucault se emplea para poner de manifiesto la rotación de la Tierra, y está formado por una gran masa suspendida de un cable muy largo; Foucault empleó una masa de 28 kg atada a un cable de 67 m. Una vez impulsado el péndulo de modo que oscile en un único plano, la rotación de la Tierra hace que el plano de oscilación gire lentamente con respecto al suelo. El efecto es muy pronunciado en los polos, donde el péndulo gira una vez cada 24 horas. La velocidad de rotación del plano de oscilación del péndulo con respecto al suelo disminuye a medida que baja la latitud; en el ecuador, el plano de oscilación no gira en absoluto.



APUNTES

La ecuación del péndulo del reloj vale para ángulos pequeños y resulta sólo una aproximación para los demás.

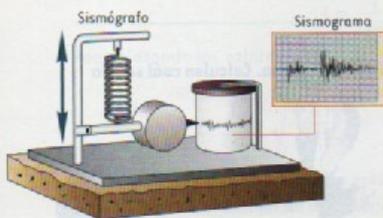
RELECTURA 47

1. ¿Cuál es la diferencia entre las ondas mecánicas longitudinales y las transversales?
2. ¿Qué magnitud física se transmite por medio de las ondas?
3. Definan amplitud y frecuencia de un movimiento oscilatorio armónico.
4. Si se lleva un reloj de péndulo a la Luna, ¿atrasa o adelanta?

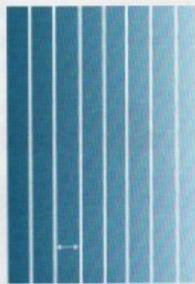
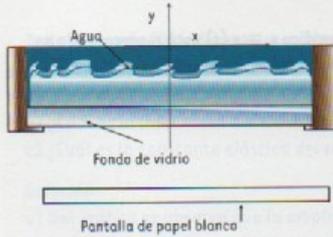
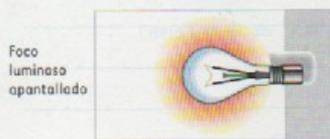
Ondas periódicas



El sismógrafo registra las vibraciones del suelo causadas por el paso de una onda sísmica. Hay distintos tipos de sismógrafos. Uno muy sencillo consiste en una masa suspendida de un resorte atado a un soporte acoplado al suelo. Cuando el soporte se sacude al paso de las ondas sísmicas, la masa comienza a oscilar. Un mecanismo adosado a la masa registra su movimiento en un gráfico irregular, llamado sismograma. ¿Cómo se analizan estos gráficos tan complicados?



Sismógrafo vertical: detecta la componente vertical del movimiento del suelo. Actualmente se reemplaza el lápiz por la inscripción sobre película o papel fotográfico de un haz de luz reflejado en la masa que oscila.



a) Ondas planas periódicas en la superficie del agua.

El movimiento armónico simple

A principios del siglo XIX, un gran científico francés, Jean-Baptiste Fourier (1768-1830), demostró que cualquier movimiento periódico se puede analizar como una superposición de movimientos de un mismo tipo: el **movimiento armónico simple (MAS)**. Aunque este tipo de movimiento es una idealización, resulta útil porque es sencillo de analizar y permite describir con buena aproximación muchas de las oscilaciones que se presentan en la naturaleza.

Las funciones que relacionan la posición y la velocidad con el tiempo en este movimiento (ecuaciones horarias del MAS) son funciones seno o coseno. Esto se puede observar en los gráficos del sistema de masa y resorte vistos en la página 235, cuyo movimiento responde a la ecuación:

$$x(t) = A \cdot \text{sen}(2\pi \cdot f \cdot t)$$

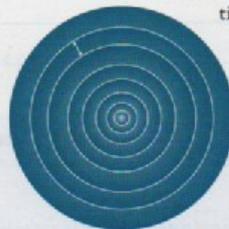
Si se tiran piedras una tras otra en un estanque, se forman pequeñas olas que se propagan en el agua. En el laboratorio se puede reproducir este efecto con un dispositivo llamado **cuba de ondas**, cuyo esquema se observa en la figura.

Con este aparato se puede determinar el tipo de onda que se genera y realizar mediciones. La cuba tiene un fondo de vidrio que permite proyectar sobre una pantalla las imágenes de las ondas. Las partes altas, llamadas crestas, enfocan la luz de la lámpara y se ven brillantes. Las más bajas, denominadas valles, se ven como bandas oscuras.

Se puede distinguir entre ondas **periódicas y no periódicas**. Las primeras se originan por una perturbación que se repite a intervalos regulares de tiempo. Por ejemplo, si se sumerge un lápiz en la cubeta y se mueve con movimiento oscilatorio armónico de frecuencia $f = 2$ Hz, se obtendrá una onda periódica cuya frecuencia es también 2 Hz. En cambio si se golpea la superficie del agua con una regla sin una regularidad en el tiempo, no se puede definir una frecuencia y la onda generada no es periódica.

Considérese el caso en que se generan ondas periódicas. Se observa que las crestas y los valles equidistan y se desplazan. Para calcular la velocidad con que lo hacen, se mide la distancia entre dos crestas contiguas (λ , **longitud de onda**) y se divide dicho valor por el tiempo transcurrido entre que se genera una y la otra (T , período de la onda, $T = \frac{1}{f}$).

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{o} \quad v = \lambda \cdot f$$



b) Ondas circulares periódicas.

La ecuación de onda

La **ecuación de onda** permite describir el movimiento de todos los puntos del medio alcanzados por la onda. En el caso más sencillo, tiene la siguiente forma:

$$y = A \cdot \text{sen} [k \cdot (x - v \cdot t) + \Phi] \quad [1]$$

Hay que tener en cuenta que en las ondas hay una dirección de propagación y una dirección de vibración de los puntos, que no siempre coinciden. Es decir, en la ecuación de una onda habrá dos variables de posición correspondientes a cada una de estas direcciones.

Se llamará y a la dirección de vibración y x a la dirección de propagación. Cada punto tendrá su coordenada en ambos ejes en cada instante. En la ecuación [1], k es una constante llamada **número de onda**, y se calcula como $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. La fase inicial Φ se mide en radianes, y es un valor que depende del valor de x en tiempo $t = 0$. En el caso de las ondas transversales, el eje y de la ecuación es perpendicular al eje x . Si la onda es longitudinal, estos ejes coinciden.

Ejemplo: Se estudia cómo se propaga una perturbación en una cuerda tensa que se mueve hacia arriba y hacia abajo. Si la perturbación generada en la cuerda tiene una amplitud de 0,08 m, una frecuencia de 2 Hz y la velocidad de propagación es $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, como $k = 2 \cdot \frac{\pi}{\lambda}$ y $\lambda = \frac{v}{f}$, resulta entonces $\lambda = 6 \text{ m}$ y $k = 2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}}$.

De acuerdo con [1], la ecuación de la onda es:

$$y(x;t) = 0,08 \text{ m} \cdot \text{sen} \left[2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}} \left(x - 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t \right) \right] \quad [2]$$

¿Qué significa la expresión $y(x;t)$? Si se considera un punto de la cuerda ubicado en la posición $x = 0$, la expresión [2] indica cuál será su posición y en cada instante. Así, para $x = 0$:

$$\text{En } t = 0 \text{ s: } y(0; 0) = 0,08 \text{ m} \cdot \text{sen} \left[2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}} \left(-12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0 \right) \right] = 0$$

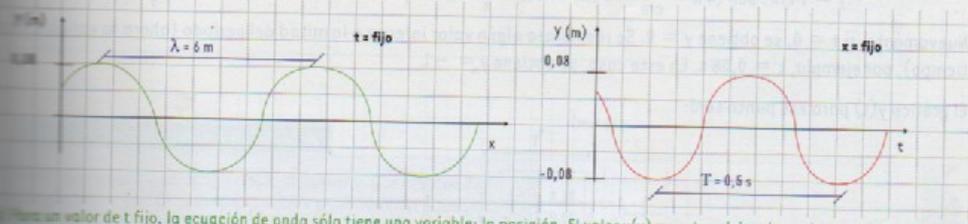
$$\text{En } t = 0,1 \text{ s: } y(0; 0,1 \text{ s}) = 0,08 \text{ m} \cdot \text{sen} \left[2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}} \left(-12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ s} \right) \right] = -0,076$$

$$\text{En } t = 0,5 \text{ s: } y(0; 0,5 \text{ s}) = 0,08 \text{ m} \cdot \text{sen} \left[2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}} \left(-12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,5 \text{ s} \right) \right] = 0$$

Como el período es $T = \frac{1}{f} = 0,5 \text{ s}$, para instantes separados 0,5 s cada punto tiene la misma posición y .

En conclusión: al reemplazar x por 0, la ecuación [2] permite obtener las posiciones en el eje vertical para el punto correspondiente a $x = 0$ y el instante t que corresponda.

En forma similar, si se desea conocer las posiciones en el eje vertical de otro punto x , por ejemplo $x = 0,1 \text{ m}$, se utiliza la ecuación de onda y se calcula: $y(0,1 \text{ m}; t) = 0,08 \text{ m} \cdot \text{sen} \left[2 \cdot \frac{\pi}{6 \text{ m}} \cdot \left(0,1 \text{ m} - 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t \right) \right]$



Si fijo un valor de t , la ecuación de onda sólo tiene una variable: la posición. El valor $y(x)$ muestra el desplazamiento vertical que corresponde a cada valor de x . El gráfico $y(x)$ es una "foto" de la onda en el instante t .

Si fijo un valor de x , la ecuación $y(t)$ da la información de cómo cambia el desplazamiento vertical en ese valor de x fijo a medida que transcurre el tiempo. La ecuación $y(t)$ es una "película" de cómo sube y baja el punto x a medida que pasa el tiempo.

FÍSICA Y EXPLORACIÓN ESPACIAL

Oscilaciones galácticas

La Tierra oscila cuando ocurre un sismo; otros astros también lo hacen, como las estrellas. Algunas tienen oscilaciones tan amplias que incluso cambian de brillo. Ahora existen computadoras suficientemente potentes que permiten crear modelos de 400.000 partículas que interactúan por sus fuerzas gravitatorias, las cuales simulan las estrellas de una galaxia.

Los períodos de oscilación de algunas estrellas son de horas o de meses; en cambio, el tiempo de oscilación de una galaxia sería de millones de años. Como resultado de dicha oscilación, una galaxia de forma esférica promedio podría mostrar deformaciones, como por ejemplo anillos o concentraciones de gas en las regiones centrales.



RELECTURA 48

1. Se introduce un dedo periódicamente en un charco de agua y se producen ondas. ¿Qué ocurre con la longitud de onda si se la introduce a intervalos de tiempo menores?