

AC 14 47

Introducción a las ciencias físico-naturales, guión número 31, fecha de emisión 25 del 5 del 79. Movimiento ondulatorio. En todas nuestras actividades es una necesidad continua el poder disponer de energía de forma conveniente.

Constantemente nos vemos afectados por los problemas de conversión de la energía en la forma que sea útil para un fin particular y en el transporte de esta energía desde el lugar de su producción al de su utilización. Los métodos principales de transmisión de la energía de un lugar a otro son por movimiento de partículas, por movimiento de choque entre partículas, por movimiento global de grandes masas de materia y por movimiento ondulatorio. Cada uno de estos tipos de transmisión es de gran importancia en su lugar adecuado.

La transmisión de energía eléctrica por hilos constituye un ejemplo de transmisión por partículas. Los electrones, que son partículas cargadas con electricidad negativa, se mueven por el hilo y en su movimiento transmiten energía a un punto cualquiera del circuito. Cuando entre los extremos de una barra metálica se mantiene una diferencia de temperaturas, a través de dicha barra se conduce energía por los choques entre las partículas de la barra en su agitación en el metal.

Las corrientes de aire, que se originan por calentamiento desigual de la superficie terrestre, transmiten energía que puede aprovecharse en cualquier punto en que sople el viento. Las olas del océano constituyen otra fuente de energía de un cuerpo fluido. Como ejemplos de transmisión de la energía por movimientos ondulatorios, tenemos los que se refieren a los que nosotros captamos por la vista o por el oído.

El sonido producido por una campana se transmite a través del aire que la rodea hasta nuestros oídos, produciendo la sensación denominada sonido. En este caso, las perturbaciones mecánicas producidas en el foco sonoro dan lugar a determinadas alteraciones mecánicas en el medio que nos separa del sitio donde se produce el sonido. Estas perturbaciones avanzan constituyendo las ondas sonoras, que están constituidas por los movimientos regulares y sistemáticos de las moléculas que rodean el medio transmisor.

En el caso de la visión, el movimiento ondulatorio es de carácter electromagnético. Las ondas luminosas son ondas electromagnéticas formadas donde existen un campo eléctrico y otro magnético, variables en el tiempo. Como vemos, los movimientos ondulatorios tienen una característica común.

Son situaciones físicas producidas en un punto determinado del espacio que se transmiten a través de él y se perciben en otro punto, pero sin que el transporte de energía suponga un transporte de masa. El movimiento ondulatorio implica el estudio de las ondas, lo cual hacemos a continuación. Si se deja caer una piedra en la superficie tranquila de un estanque, se crea una perturbación al penetrar la piedra en el líquido.

Sin embargo, la perturbación no queda confinada solamente a aquel lugar, sino que se extiende y llega a alcanzar todas las partes del estanque. Cuando la piedra penetra en el agua, pone el movimiento a las partículas del agua con las que entra en contacto. Estas partículas ponen el movimiento a las vecinas.

Estas, a su vez, ponen el movimiento a otras, y así sucesivamente, hasta que la perturbación alcanza a las partículas de la orilla. En toda esta perturbación, no hay ninguna partícula que se aleje de su posición inicial. Solamente se mueve la perturbación.

Este comportamiento es característico de todos los movimientos ondulatorios. Las partículas recorren caminos muy cortos en torno a su posición inicial, y como resultado, a través del medio se propaga una onda. Una onda es una perturbación que se propaga a través de un medio, de manera que en un punto cualquiera el desplazamiento es función del tiempo, mientras que en un instante cualquiera el desplazamiento es función de la posición del punto.

El medio, en conjunto, no progresa en la dirección del movimiento de la onda. El movimiento de la onda a través del medio es el resultado de la acción de las partes sucesivas del medio, unas sobre otras. Por tanto, dicha onda sólo podrá moverse en un medio elástico.

Si las partículas fueran totalmente independientes unas de otras, no podrían propagarse las ondas. Existen varios tipos de ondas cuya clasificación se realiza de acuerdo con el movimiento de la parte local del medio respecto a la dirección de propagación. Los tipos más comunes son las ondas transversales y las ondas longitudinales.

Se llaman ondas transversales aquellas en las que el movimiento de las partículas de la materia que transportan a la onda son perpendiculares a la dirección de propagación de la misma. Una cuerda horizontal sometida a una tensión en un extremo que la hace oscilar hacia arriba y hacia abajo produce una onda transversal. La perturbación se propaga a lo largo de la cuerda, vibrando las partículas en una dirección perpendicular a la de propagación.

Un ejemplo de ondas transversales son las ondas luminosas dentro del carácter electromagnético que les corresponde. Para que las ondas transversales se puedan propagar es necesario que el medio sea elástico para que la perturbación sufrida en la primera partícula se transmita a las restantes. Este es el motivo por el que en los gases no existen movimientos ondulatorios transversales.

Y lo mismo sucede con los líquidos excepto en la superficie libre de los mismos como consecuencia de las acciones conjuntas de la fuerza de la gravedad y de la tensión superficial. En las ondas longitudinales, los caminos según los cuales vibran las partículas son paralelos a la dirección de propagación de la onda. Por ejemplo, un resorte vertical sujeto a una tensión en un extremo manteniendo el otro fijo.

Las espiras de este resorte vibran paralelamente a la dirección en que se transmite la perturbación. Así pues, es una onda longitudinal. Las ondas sonoras son longitudinales.

También se pueden clasificar las ondas en unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales de acuerdo con el número de dimensiones en que se propaga la energía. Así, las ondas que producíamos en un resorte vertical son unidimensionales. Las ondas producidas en la superficie del agua son bidimensionales y las ondas luminosas son tridimensionales.

En el caso de una perturbación tridimensional, se puede considerar una superficie que contenga todos los puntos del medio que en un instante determinado experimentan una oscilación similar. A medida que el tiempo transcurre, esta superficie avanzará lo mismo que avanza el impulso. Para una onda periódica determinada, se pueden dibujar superficies sucesivas cuyos puntos se encuentran todos en la misma fase del movimiento.

A estas superficies se las llama superficies de onda o frentes de onda. Cualquier línea normal a los frentes de onda indica la dirección del movimiento de la onda y se denomina rayo. Atendiendo a la forma de los frentes de onda, se distinguen varios tipos de ondas.

Así, las ondas planas son las que se propagan en una dirección única. Los frentes de onda serán planos y los rayos líneas paralelas. Cuando la perturbación se propaga en todas direcciones a partir de un centro emisor, los frentes de onda son esferas y los rayos son las líneas radiales de estas superficies esféricas.

El caso descrito corresponde a las llamadas ondas esféricas. Bien, ahora vamos a tratar de dar una explicación de lo que se entiende por ecuación de onda. Por favor, tomen un lápiz y un papel y procuren escribir lo que les vamos a ir indicando.

Para que puedan seguirnos, hablaremos despacio cuando sea preciso. La ecuación de onda es la expresión matemática de un movimiento ondulatorio. En general, esta ecuación expresa que la perturbación que viaja a través de un medio es función de la posición y del tiempo.

Así pues, escriban y igual a f de x y de t . Y representa la perturbación, x la posición y t el tiempo. Escriban ahora, como ejemplo de ecuación de onda, la ecuación general del movimiento ondulatorio, que es así. Y es igual a A mayúscula multiplicado por el seno de 2π , que multiplica a un paréntesis, que dice t minúscula partido por T mayúscula menos x partido por λ .

Si en un sistema de coordenadas cartesianas tomamos los valores de y en ordenadas y los de x en abscisas, obtenemos como representación gráfica de la ecuación anterior una curva. Los valores que figuran en esta ecuación son los siguientes. Y representa la perturbación que viaja a través del medio.

Por ejemplo, el desplazamiento o elongación de cada partícula en su vibración. A es la amplitud o elongación máxima. T minúscula es el tiempo.

T mayúscula es el periodo o tiempo que necesita la onda para recorrer una distancia igual a la longitud de onda. x es la longitud que señala la posición del movimiento ondulatorio. λ es la longitud de onda, que es la distancia entre dos partículas consecutivas que están en la misma fase.

Dos partículas están en la misma fase si tienen la misma elongación y se mueven en el mismo sentido. También es muy importante la expresión que relaciona la longitud de onda, λ , con la velocidad de transmisión del movimiento V y el periodo T mayúscula. O sea, λ es igual a V por T . Por otra parte, si la frecuencia es el número de ondas que en unidad de tiempo pasan por un punto, pues tendrá que ser igual a la inversa del periodo.

O sea, f es igual a 1 partido por T . Veamos ahora algunas consideraciones energéticas sobre el movimiento ondulatorio. Las partículas del medio, afectadas por la oscilación, poseen una determinada energía. Se denomina intensidad del movimiento ondulatorio en un punto a la cantidad de energía que atraviesa por segundo la unidad de superficie situada en una dirección perpendicular a la de propagación en este punto.

Si consideramos un movimiento tridimensional en un medio isótropo originado por un centro emisor de ondas, los frentes de ondas son esferas. En este caso, se demuestra que la intensidad del movimiento ondulatorio disminuye proporcionalmente al cuadrado de la distancia. Y ahora vamos a tratar de enunciar y explicar el principio de Huygens, que es fundamental para comprender la propagación del movimiento ondulatorio.

En todos los tipos de ondas, la velocidad de propagación de las mismas depende de alguna propiedad física del medio, como la elasticidad y la densidad. Esta dependencia da lugar a los fenómenos de reflexión y refracción que se ponen de manifiesto cuando una onda cruza la superficie de dos medios en los cuales la onda se propaga con distinta velocidad. El principio de Huygens dice que cada punto de un frente de onda puede considerarse como un nuevo emisor de perturbaciones secundarias emitidas hacia adelante.

En consecuencia, la formación de cada frente de onda viene dado por la onda envolvente de todas las ondas elementales que se generan teniendo como foco cada uno de los puntos de la onda anterior. Cuando es un medio isótropo y homogéneo, en el cual la velocidad es la misma en todos los puntos y en todas las direcciones, la separación entre dos frentes de onda será la misma para todos los puntos correspondientes, puesto que el tiempo empleado por la perturbación en ir de un frente a otro siempre ha de ser el mismo. Ahora bien, cuando el frente de onda cruza la superficie de separación de dos medios adyacentes, la dirección de propagación cambiará y también variará la separación entre los frentes de onda debido al cambio en la velocidad de propagación.

Los fenómenos de reflexión y refracción se manifiestan cuando una onda cruza la separación de dos medios en los cuales la onda se propaga con diferente velocidad. La onda reflejada se propaga en el medio que se venía propagando la onda incidente, mientras que la onda refractada se propaga en el medio que se venía propagando la onda incidente. Lo hace en el segundo medio.

La energía de la onda incidente se reparte entre la onda reflejada y la onda refractada. Las direcciones de las tres ondas, incidente, reflejada y refractada, se relacionan por las siguientes leyes experimentales. Primera, las direcciones de incidencia, refracción y reflexión están en un

mismo plano que es perpendicular a la superficie de separación y contiene a la normal en la superficie.

Segundo, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Tercero, el cociente entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es constante. Esta expresión se denomina ley de Snell y el valor de esta constante representa el índice de refracción del segundo medio respecto al primero o lo que es igual, la razón entre la velocidad de propagación en el primer medio con respecto a la velocidad de propagación en el segundo.

En el caso de la refracción y como consecuencia de la ley de Snell, cuando la velocidad en el segundo medio es menor, la onda se desvía acercándose a la normal y se aleja de la normal cuando la velocidad de propagación es mayor en el segundo medio. En este último caso se produce el fenómeno de la reflexión total a partir de la posición de incidencia para la que el rayo refractado resbala sobre la superficie de separación de los dos medios. Entonces, para un mayor ángulo de incidencia, la onda no se refracta nada, sino que se refleja íntegramente.

Subtítulos realizados por la comunidad de Amara.org