Resumen de Fisica 3

Mateo P. Cetti

August 14, 2020

1 Movimiento ondulatorio

El mundo está lleno de **ondas**, los dos tipos principales son las ondas **mecánicas** (Tirar una piedra al agua) y las ondas **electromagnéticas** (las ondas de radio). En el caso de las ondas mecánicas, algunos medios físicos se perturban. Las ondas electromagnéticas no requieren un medio para propagarse.
La caracteristica principal del movimiento ondulatorio es que la **energía** se transfiere a través de una distancia, perola **materia** no.

Ondas mecanicas Todas las ondas mecánicas requieren:

1. alguna fuente de perturbación
2. un medio que contenga elementos que sean factibles de perturbación
3. algún mecanismo físico a partir del cual los elementos del medio puedan influirse mutuamente.

Tipos de ondas:

- **onda transversal** Una onda viajera o pulso que hace que los elementos del medio perturbado se muevan **perpendiculares** a la dirección de propagación.
- **onda longitudinal** Una onda viajera o pulso que mueve a los elementos del medio en **paralelo** a la dirección de propagación

Funcion de onda

- $y(x,t)y(x-vt,0)$ (Si el pulso viaja hacia la **derecha** en X)
- $y(x,t)y(x+vt,0)$ (Si el pulso viaja hacia la **izquierda** en X)

La función de onda y(x, t) representa la coordenada y, la posición transversal, de cualquier **elemento** ubicado en la posición x en cualquier tiempo t.

Ademas, si t es fijo (como en el caso de tomar una instantánea del pulso), la función de onda y(x), a veces llamada **forma de onda**, define una curva que representa la **forma** geométrica del **pulso** en dicho tiempo.

El modelo de onda progresiva Primero, la forma de onda completa se mueve hacia la derecha de modo que la curva se mueve hacia la derecha y al final llega a la posición de la curva azul. Este es el **movimiento de la onda**. Si se concentra en un elemento del medio, como el elemento en x = 0, observará que cada elemento se mueve hacia arriba y hacia abajo a lo largo del eje y en movimiento armónico simple. Este es el **movimiento de los elementos del medio**. Es importante **diferenciar** entre el movimiento de la onda y el movimiento de los elementos del medio.

modelo de onda Un punto en la figura en que el desplazamiento del elemento de su posición normal está más alto se llama **cresta** de la onda.

El punto más bajo se llama **valle**.

la longitud de onda (λ) es la **distancia mínima** entre dos puntos cualesquiera en ondas adyacentes

periodo T de las ondas es el intervalo de tiempo requerido para que dos puntos idénticos de ondas adyacentes pasen por un punto.

frecuencia f de una onda periódica es el número de crestas (o valles o cualquier otro punto en la onda) que pasa un punto determinado en un intervalo de tiempo **unitario**.

$$f = \frac{1}{T}$$

La **máxima posición** de un elemento del medio relativo a su **posición de equilibrio** se llama **amplitud** A de la onda.

Las ondas viajan con una **rapidez** específica, y esta rapidez depende de las **propiedades del medio perturbado**.

Formas de la funcion de onda: Forma 1:

$$y(x,t) = Asen\left[\frac{2\pi}{\lambda}(x - vt)\right]$$

$v = \dfrac{\lambda}{T}$. Sustituyendo esto en la ecuacion anterior:

$$y = Asen\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right]$$

Para abreviar la formula definimos:

número de onda angular: $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

frecuencia angular: $w = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$

Entonces la funcion queda:

$$y = Asen(kx - wt)$$

Ademas, v se puede definir alternativamente como: $v = \frac{w}{f} = \lambda f$

La función de onda conocida en la ecuación supone que la posición vertical y de un elemento del medio es cero en $x = 0$ y $t = 0$. Este no necesita ser el caso. Si no lo es, la función de onda por lo general se expresa en la forma:
$y = Asen(kx - wt + \phi)$
donde ϕ es la **constante de fase**

Ondas sinusoiodales en cuerdas Se puede usar esta expresión para describir el movimiento de cualquier elemento de la cuerda. Un elemento en el punto P se mueve sólo verticalmente, y de este modo su coordenada x permanece constante. Por lo tanto, la rapidez transversal v_y (no confundir con la rapidez de onda v) y la aceleración transversal a_y de los **elementos** de la cuerda son

$$v_y = -wAcos(kx - wt)$$

$$a_y = -w^2 Asen(kx - wt)$$

Los valores **máximos** de la rapidez transversal y la aceleración transversal son simplemente los valores absolutos de los coeficientes de las funciones coseno y seno:

$$v_y max = wA$$

$$a_y max = w^2 A$$

La **rapidez transversal** y la **aceleración transversal** de los elementos de la cuerda no llegan **simultáneamente** a sus valores máximos. La rapidez transversal llega a su valor máximo (wA) cuando $y = 0$, mientras que la magnitud de la aceleración transversal llega a su valor máximo ($w^2 A$) cuando $y = \pm A$

La rapidez de ondas en cuerdas En esta sección se determina la rapidez de un pulso transversal que viaja en una cuerda tensa. Primero cabe mencionar que se espera que la **rapidez** de la onda **aumente** con una **tensión creciente** y debe disminuir a medida que **aumente** la **masa por unidad de longitud** de la cuerda.

Si la tensión en la cuerda es T y su masa por unidad de longitud es μ, la rapidez de onda es:

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

Reflexión y transmisión El modelo de onda progresiva describe ondas que viajan a través de un medio uniforme sin interactuar con algo más en el camino. Ahora se considerará cómo una onda progresiva es afectada cuando **encuentra un cambio** en el medio

considere un pulso que viaja en una cuerda que está rígidamente unida a un soporte en un extremo, como en la figura. Cuando el pulso alcanza el soporte, se presenta un cambio severo en el medio: la cuerda termina. Como resultado, el pulso experimenta reflexión; es decir, el pulso se mueve de regreso a lo largo de la cuerda en la dirección opuesta.Note que el pulso reflejado está invertido.

Ahora considere otro caso. Esta vez, el pulso llega al final de una cuerda que es libre de moverse verticalmente, como en la figura 16.14. La tensión en el extremo libre se mantiene porque la cuerda está amarrada a un anillo de masa despreciable que tiene libertad para deslizarse verticalmente sobre un poste uniforme sin fricción. De nuevo, el pulso se refleja, pero esta vez no se invierte.

Para finalizar, considere una situación en la que la frontera es intermedia entre estos dos extremos. En este caso, parte de la energía en el pulso incidente se refleja y parte se somete a transmisión; es decir: parte de la energía pasa a través de la frontera. Por ejemplo, suponga que una cuerda ligera se une a una cuerda más pesada,

Rapidez de transferencia de energía mediante ondas sinusoidales en cuerdas La energía cinética de un elemento de la cuerda se expresa como:

$$dK = \frac{1}{2}(\mu dx)v_y^2$$

Al sustituir con la ecuación para la rapidez transversal general de un oscilador armónico simple se obtiene:

$$dK = \frac{1}{2}\mu w^2 A^2 cos^2(kx - wt)dx$$

Si se toma una instantánea de la onda en el tiempo t=0, la energía cinética de un elemento dado es:

$$dK = \frac{1}{2}\mu w^2 A^2 cos^2(kx)dx$$

Al integrar esta expresión sobre todos los elementos de cuerda en una longitud de onda de la onda produce la energía cinética total KA en una longitud de onda:

$$dK_\lambda = \frac{1}{4}\mu w^2 A^2 \lambda$$

para la energía potencial total U_A en una longitud de onda produce exactamente el mismo resultado:

$$dU_\lambda = \frac{1}{4}\mu w^2 A^2 \lambda$$

La energía total en una longitud de onda de la onda es la suma de las energías potencial y cinética:

$$E_\lambda = U_\lambda + K_\lambda = \frac{1}{4}\mu w^2 A^2 \lambda$$

Por lo tanto, la potencia $\mathbb{P}$, o rapidez de transferencia de energía T_{OM} asociada con la onda mecánica, es

$$\mathbb{P} = \frac{1}{2}\mu w^2 A^2 v$$

La ecuación de onda lineal Todas las funciones de onda y(x, t) representan soluciones de una ecuación llamada ecuación de onda lineal. Esta es:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

2 Ondas sonoras

Las **sonoras** viajan a través de **cualquier** medio material con una rapidez que depende de las **propiedades del medio**.

A medida que las ondas sonoras viajan a través del aire, los elementos del aire **vibran** para producir cambios en **densidad** y **presión** a lo largo de la dirección del movimiento de la onda.

Si la fuente de las ondas sonoras vibra sinusoidalmente, las variaciones de presión también son sinusoidales.

Las ondas sonoras se dividen en **tres categorías** que cubren diferentes intervalos de frecuencia.

1. Las **ondas audibles** se encuentran dentro del intervalo de sensibilidad del oído humano.

2. Las **ondas infrasónicas** tienen frecuencias por abajo del intervalo audible.
3. Las **ondas ultrasónicas** tienen frecuencias por arriba del alcance audible.

Rapidez de ondas sonoras Un pistón en el extremo izquierdo se mueve hacia la derecha para **comprimir el gas** y crear el pulso. Antes de que el pistón se mueva, el gas **no está perturbado** y tiene **densidad uniforme**, cuando el pistón se empuja súbitamente hacia la derecha, el gas justo **enfrente** de él se **comprime**; la presión y la densidad en esta región ahora son mayores de lo que eran antes de que el pistón se moviera. Cuando el pistón **se detiene**, la región comprimida del gas **continúa en movimiento** hacia la derecha, lo que corresponde a un **pulso longitudinal** que viaja a través del tubo con rapidez v.

La **rapidez** de las ondas sonoras en un medio depende de la **compresibilidad** y la **densidad** del medio; si éste es un **líquido** o un **gas** y tiene un módulo volumétrico B y densidad p, la rapidez de las ondas sonoras en dicho medio es

$$v = \sqrt[2]{\frac{B}{p}}$$

La rapidez del sonido también depende de la **temperatura** del medio. La relación entre la rapidez de la onda y la temperatura del aire, para sonido que viaja a través del aire, es:

$$v = (331m/s)\sqrt{1 + \frac{T_c}{273C}}$$

Donde 331 m/s es la rapidez del sonido en aire a 0°C y T_c es la **temperatura** del aire en grados celsius.

Ondas sonoras periódicas Una región comprimida se forma siempre que el pistón se empuje en el tubo. Esta región comprimida, llamada **compresión**, se mueve a través del tubo, y comprime continuamente la región justo enfrente de ella misma.

Cuando el pistón se jala hacia atrás, el gas enfrente de él se expande y la presión y la densidad en esta región caen por abajo de sus valores de equilibrio. Estas regiones de baja presión, llamadas **enrarecimiento**, también se propagan a lo largo del tubo, siguiendo las compresiones.
A medida que el pistón tiene una oscilación sinusoidal, se establecen continuamente regiones de compresión y enrarecimiento.

La distancia entre dos compresiones sucesivas (o dos enrarecimientos sucesivos) iguala la **longitud de onda** λ de la onda sonora.

Mientras estas regiones viajan a través del tubo, cualquier elemento pequeño del medio se mueve con movimiento **armónico simple paralelo** a la dirección de la onda.

Si $s(x,t)$ es la posición de un elemento pequeño en relación con su posición de equilibrio, se puede expresar esta función de posición armónica como:

$$s(x,t) = s_{max}\cos(kx - wt)$$

Donde s_{max} es la posicion maxima del elemento relativo al equilibrio y se denomina **Amplitud de desplazamiento**. (el desplazamiento del elemento es a lo largo de x)

La variación en la presión del gas ΔP observada desde el valor de equilibrio también es periódica. ΔP se conoce por:

$$\Delta p(x,t) = \Delta p_{max}\cos(kx - wt)$$

donde la amplitud de presión Δp_{max}, que es el **cambio máximo en presión** desde el valor de equilibrio, se proporciona por

$$\Delta p_{max} = pvws_{max}$$

La variación de presión es un **máximo** cuando el desplazamiento desde el equilibrio es **cero**, y el desplazamiento desde el equilibrio es un **máximo** cuando la variación de presión es **cero**.

Intensidad de ondas sonoras periódicas se demostró que una onda que viaja sobre una cuerda tensa transporta energía. Se aplica el mismo concepto a ondas sonoras. La energía cinética en una longitud de onda de la onda sonora es

$$K_\lambda = \frac{1}{4}(pA)w^2 s_{max}^2 \lambda$$

la **energía mecánica** total para una longitud de onda es

$$E_\lambda = K_\lambda + U_\lambda = \frac{1}{2}(pA)w^2 s_{max}^2 \lambda$$

la rapidez de transferencia de energía es

$$P = \frac{1}{2}pAvw^2 s_{max}^2 \lambda$$

donde v es la rapidez del sonido en el aire.

La **intensidad** I de una onda, se define como la **rapidez** a la cual la energía transportada por la onda se transfiere a través de una unidad de área A **perpendicular** a la dirección de viaje de la onda:

$$I = \frac{P}{A}$$

$$I = \frac{1}{2} pv(ws_{max})^2$$

$$I = \frac{(\Delta P_{max})^2}{2pv}$$

Cuando una fuente emite sonido por igual en todas direcciones, el resultado es una **onda esférica**.
Cada arco representa una superficie sobre la cual es constante la fase de la onda. A tal superficie de fase constante se le llama **frente de onda**.
Las líneas radiales que se dirigen hacia afuera desde la fuente se llaman **rayos**.

La potencia promedio P_{prom} emitida por la fuente debe tener una distribución uniforme sobre cada frente de onda esférica de área. Por tanto, la intensidad de la onda a una distancia r de la fuente es

$$I = \frac{P_{prom}}{4\pi r^2}$$

Nivel sonoro en decibeles El nivel sonoro β se define mediante la ecuación

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

La constante I_0 es la **intensidad de referencia**, considerada como el umbral de audición ($I_0 = 1 * 10^{-12}$ W$/m^2$) I es la intensidad en watts por cada metro cuadrado a la que corresponde el nivel de sonido β, donde β se mide en decibeles (dB).

El efecto Doppler Tal vez haya notado cómo **varía el sonido** del claxon de un vehículo a medida que éste se aleja. La **frecuencia** del sonido que escucha mientras el vehículo se aproxima a usted es **más alta** que la frecuencia que escucha mientras se aleja. Esta experiencia es un ejemplo del **efecto Doppler**.

Sean f la frecuencia de la fuente, λ la longitud de onda y v la rapidez del sonido en la figura Si el observador también queda estable, detectará frentes de onda a una frecuencia f. Cuando el observador se mueve **hacia** la fuente, la rapidez de las ondas relativa al observador es $v' = v + v_0$, pero la longitud de onda λ no cambia. Se puede decir que la frecuencia f que escucha el observador está **aumentada** y se conoce por

$$f' = \frac{v'}{\lambda} = \frac{v + v_0}{\lambda}$$

Ya que $\lambda = v/f$, f' se puede expresar como:

$$f' = \left(\frac{v + v_0}{\lambda} \right) f$$

Si el observador es móvil alejándose de la fuente, la rapidez de la onda relativa al observador es $v' = v - v_0$. En este caso la frecuencia escuchada por el observador queda **reducida** y se encuentra por:

$$f' = \left(\frac{v - v_0}{\lambda}\right) f$$

Ahora suponga que la **fuente** está en movimiento y que el observador queda en reposo.
Si la fuente avanza directo hacia el observador, los **frentes de onda** escuchados por el observador están más juntos de lo que estarían si la fuente no se moviera.

Como resultado, la longitud de onda λ medida por el observador es mas corta que la longitud de onda λ de la fuente. Durante cada vibración, que dura un intervalo de tiempo T (el periodo), la fuente se mueve una distancia $v_sT = \frac{v_s}{f}$ y la longitud de onda se **acorta** en esta cantidad. Por lo tanto, la longitud de onda observada λ' es:

$$\lambda' = \lambda - \Delta\lambda = \lambda - \frac{v_s}{f}$$

Como $\lambda = v/f$, la frecuencia f que escucha el observador es:

$$f' = \frac{v}{(v/f) - (v_s/f)}$$

La frecuencia observada aumenta siempre que la fuente se mueva hacia el observador.

$$f' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) f$$

La frecuencia observada disminuye siempre que la fuente se aleje del observador:

$$f' = \left(\frac{v}{v + v_s}\right) f$$

Por último, al combinar las ecuaciones se obtiene la siguiente correspondencia general para la frecuencia observada:

$$f' = \left(\frac{v \pm v_0}{v \pm v_s}\right) f$$