

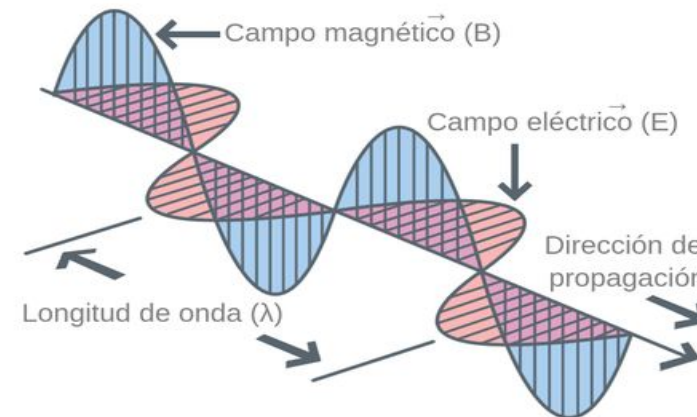
Ondas en medios elásticos

Introducción

Una onda elástica es una perturbación tensional que se propaga a lo largo de un medio elástico. Por

Ejemplo: las ondas sísmicas ocasionan temblores que pueden tratarse como ondas elásticas que se propagan por el terreno.

En el mundo podemos encontrar diferentes tipos de ondas, las dos principales son las **ondas mecánicas** y las ondas electromagnéticas.



Introducción

Ondas Mecánicas

Ondas en cuerdas
Ondas de sonido
Ondas en agua

Necesitan de un medio
para propagarse.

Ondas
Electromagnéticas

Luz
Ondas de radio
Microondas
Rayos X

No necesariamente
necesitan de un medio
para propagarse, se
pueden propagar en el
vacío.

Propagación de una perturbación

Mediante el movimiento ondulatorio (La energía se transfiere a través de la distancia) se puede hacer que un objeto se mueva en un punto en el agua al dejar caer una masa en otra posición.

El objeto gana energía cinética a causa de la acción realizada, así que la energía que se produjo al dejar caer una masa se transfirió al objeto.



Propagación de una perturbación

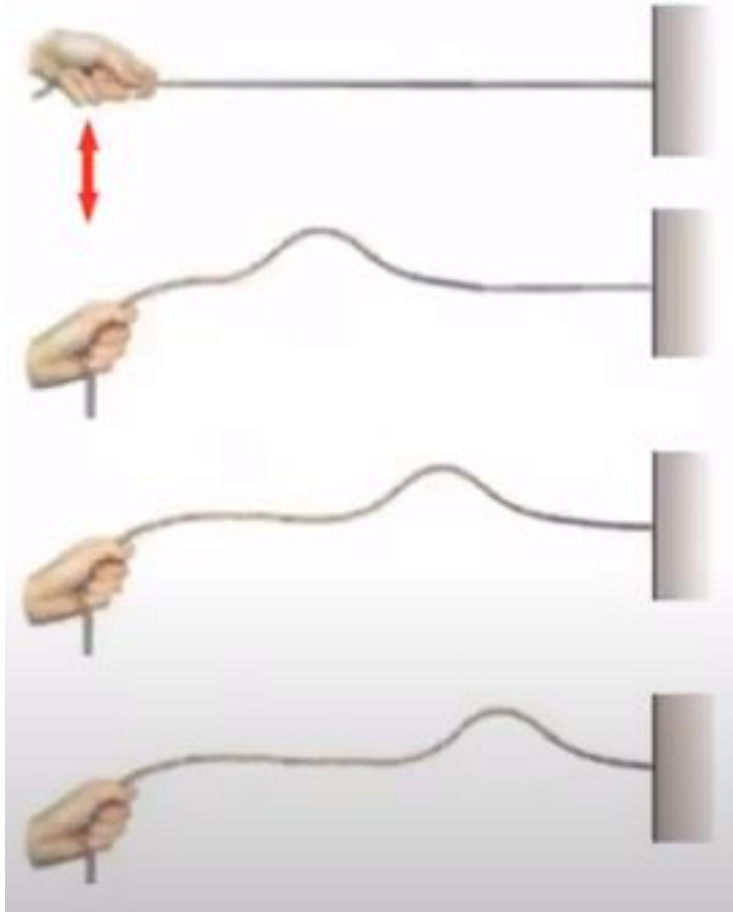
La esencia del **movimiento ondulatorio**: radica en la transferencia de energía a través del espacio o un medio sin la transferencia de la materia.



Las ondas mecánicas requieren:

- Fuente de perturbación.
- Un medio que contenga los elementos factibles de provocar la perturbación.

Propagación de una perturbación

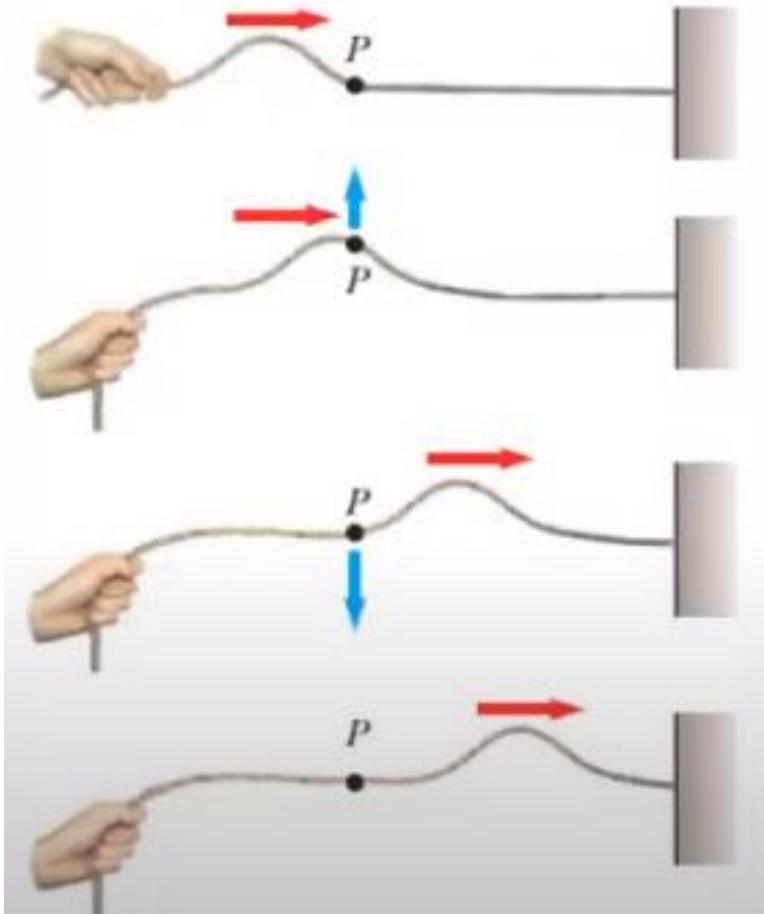


Se crea un pico (pulso) que viaja a lo largo de la cuerda con una rapidez definida.

La cuerda es el medio a través del cual viaja el pulso; este alcanza una altura y rapidez de propagación definidas a lo largo del medio (cuerda).

La forma del pulso cambia a medida que viaja a lo largo de la cuerda.

Propagación de una perturbación



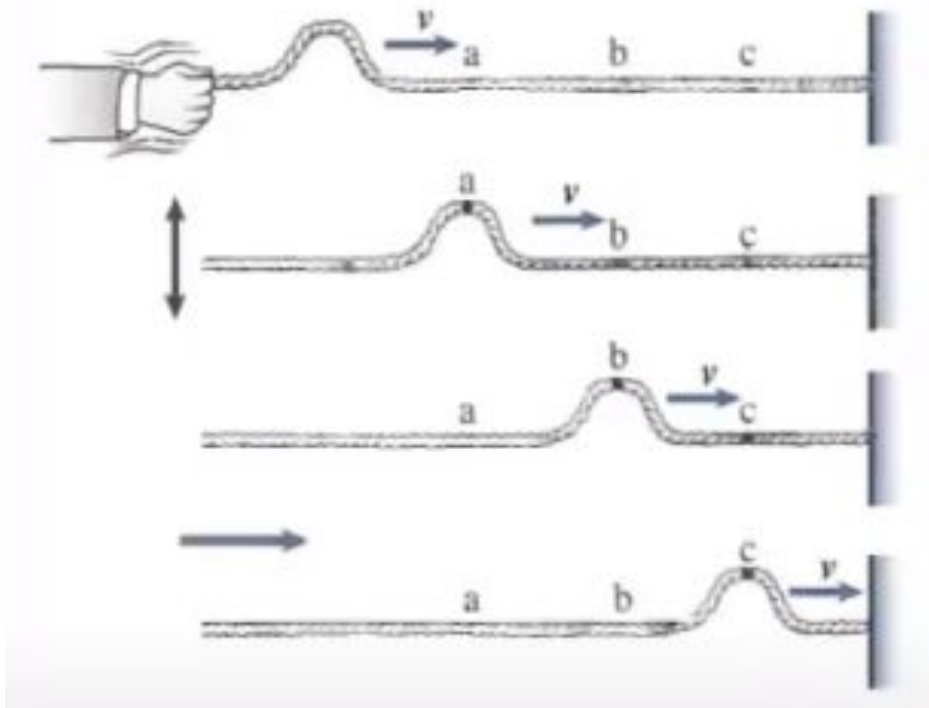
Al sacudir el extremo de la cuerda una vez se crea un pulso en ella.

Si se sacude el extremo de la cuerda hacia arriba y hacia abajo repetidamente se crea una onda viajera.

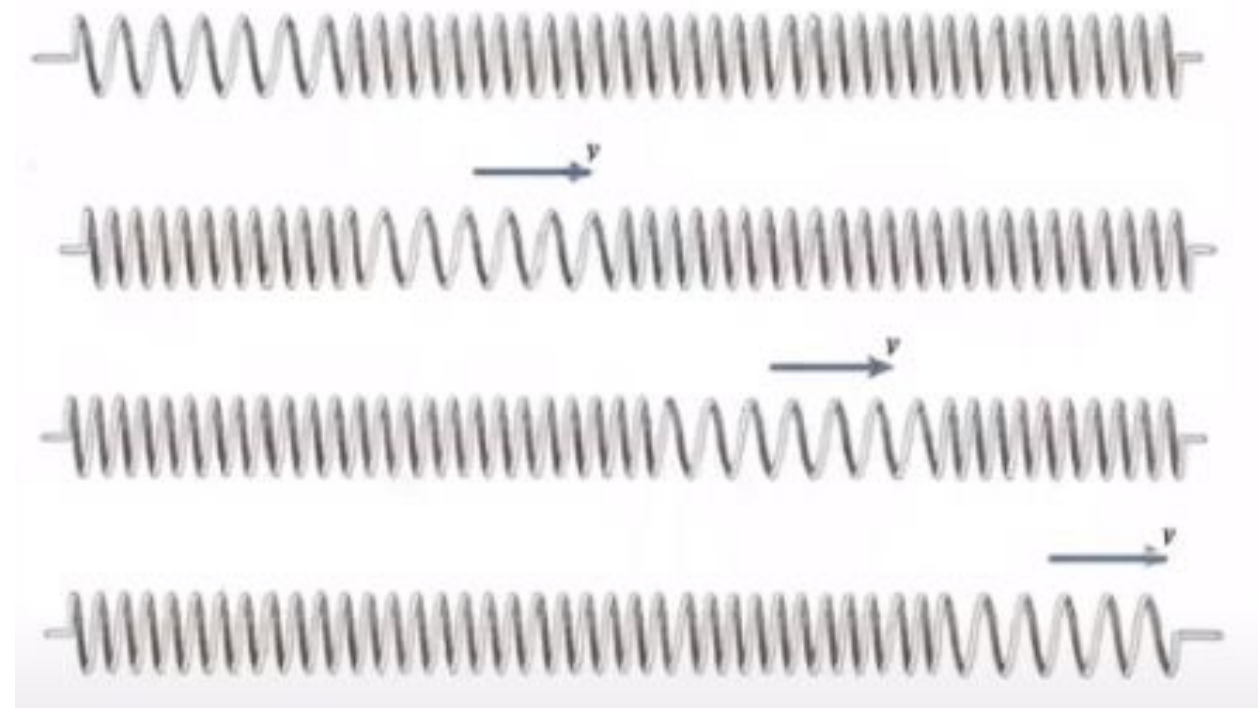
A medida que viaja el pulso, cada elemento perturbado de la cuerda se mueve en una dirección perpendicular a la dirección de propagación.

Una onda viajera hace que los elementos del medio perturbado se muevan perpendiculares a la dirección de propagación a esto se le llama **onda transversal**.

Tipos de ondas mecánicas



Una **onda transversal**, es la vibración de las partículas individuales del medio cuando es perpendicular a la dirección de la propagación de la onda.



Una **onda longitudinal**, es la vibración de las partículas individuales del medio cuando es paralela a la dirección de la propagación de la onda.

Tipos de ondas mecánicas

Según las dimensiones en las cuales se propaga la energía

- **Ondas unidimensionales:** Ejemplo: Ondas en una cuerda, ondas en un resorte.
- **Ondas bidimensionales:** Ejemplo: Ondas en el agua
- **Ondas tridimensionales:** Ejemplo: Ondas de sonido, Ondas electromagnéticas.

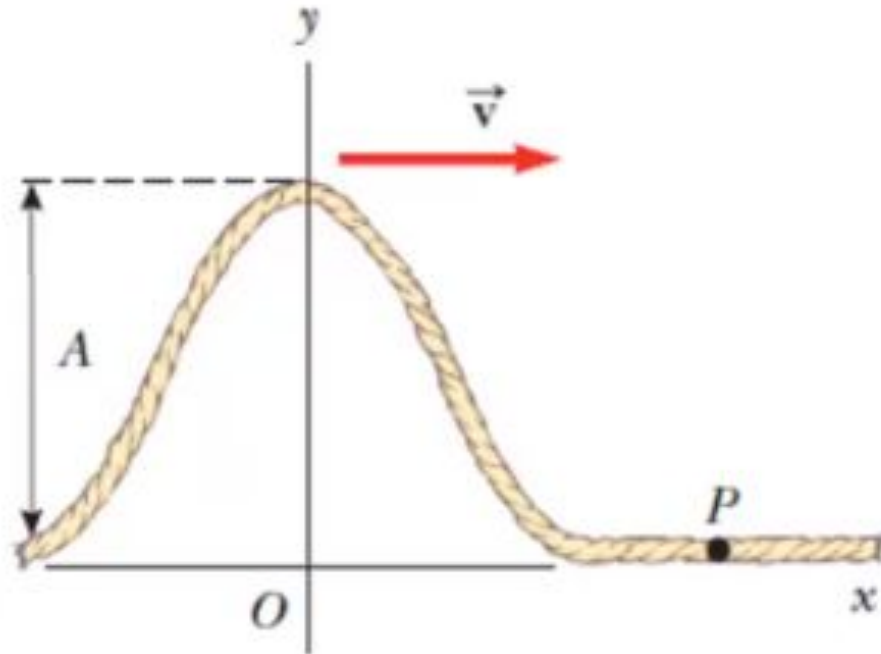
Según el comportamiento de una partícula dada del medio que transporta la onda.

- **Pulso:** Onda única. Cada partícula del medio permanece en reposo hasta que llega el pulso, después se mueve por un corto tiempo, y luego queda otra vez en reposo. Ej. Un pulso en una cuerda.
- **Tren de ondas:** Ej. Si en el ejemplo de la cuerda mantenemos el movimiento de uno de los extremos en un sentido y en otro producimos un tren de ondas que se mueve a lo largo de la cuerda.

Si nuestro movimiento es periódico, producimos un tren de ondas periódico donde cada partícula de la cuerda forma un M.A.S.

Propagación de una perturbación

Considerando un pulso que viaja hacia la derecha en una cuerda como se muestra en la figura. Esta representa la forma y la posición del pulso en el tiempo $t=0$



a) Pulso en $t = 0$

En este tiempo, la forma del pulso cualquiera que sea se representa mediante la función matemática $y(x,0)$.

Donde:

y = es la posición o desplazamiento transversal de la partícula P .

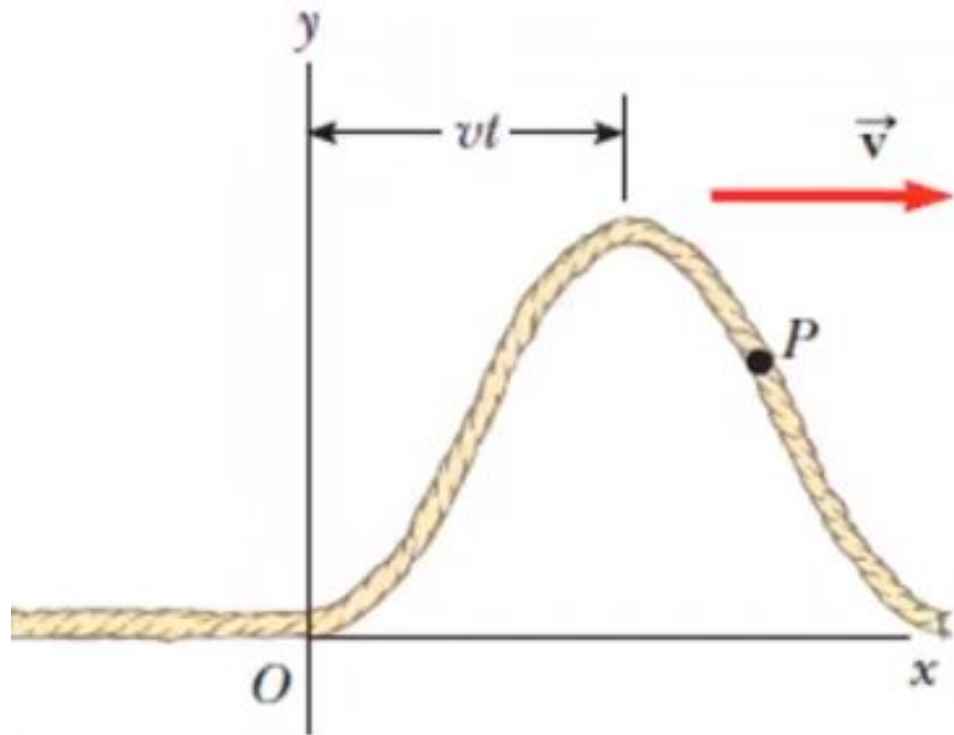
x = desplazamiento recorrido por el pulso viajero.

Para un tiempo $t=0$ la función matemática se expresa de la siguiente forma

$$y(x=0,t=0)$$

Propagación de una perturbación

Para un tiempo $t > 0$ la función que describe las posiciones transversales son:



Pulso que viaja hacia la derecha:

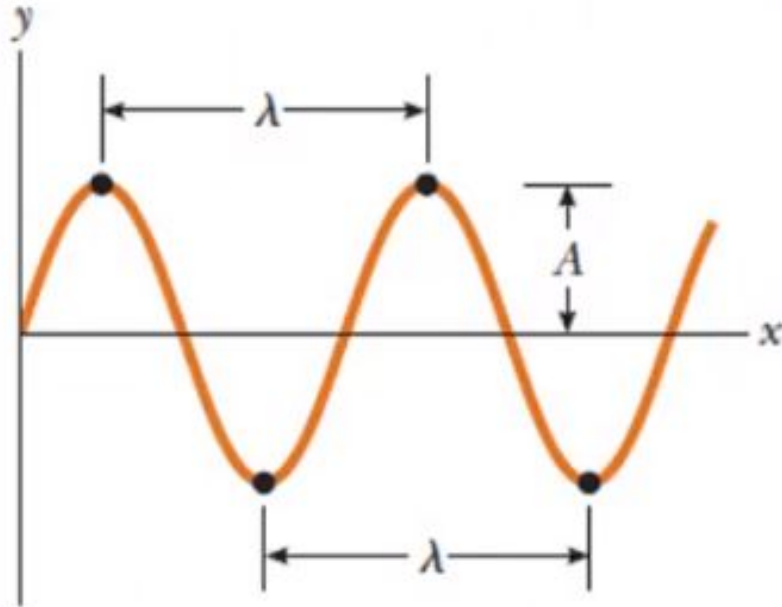
$$y(x - vt, t > 0)$$

Pulso que viaja hacia la izquierda:

$$y(x + vt, t > 0)$$

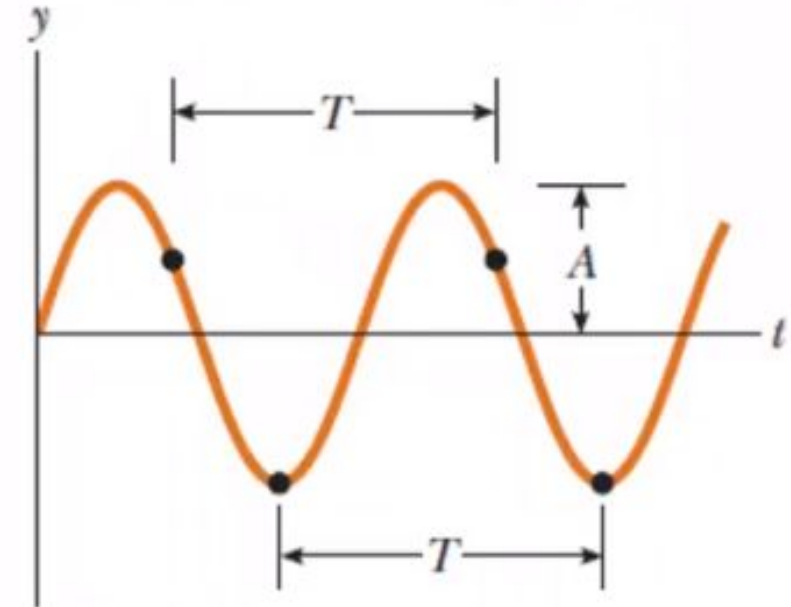
La función de onda $y(x, t)$ representa la coordenada y o la posición transversal de cualquier elemento ubicado en la posición x en cualquier tiempo t .

Modelo de onda progresiva



a)

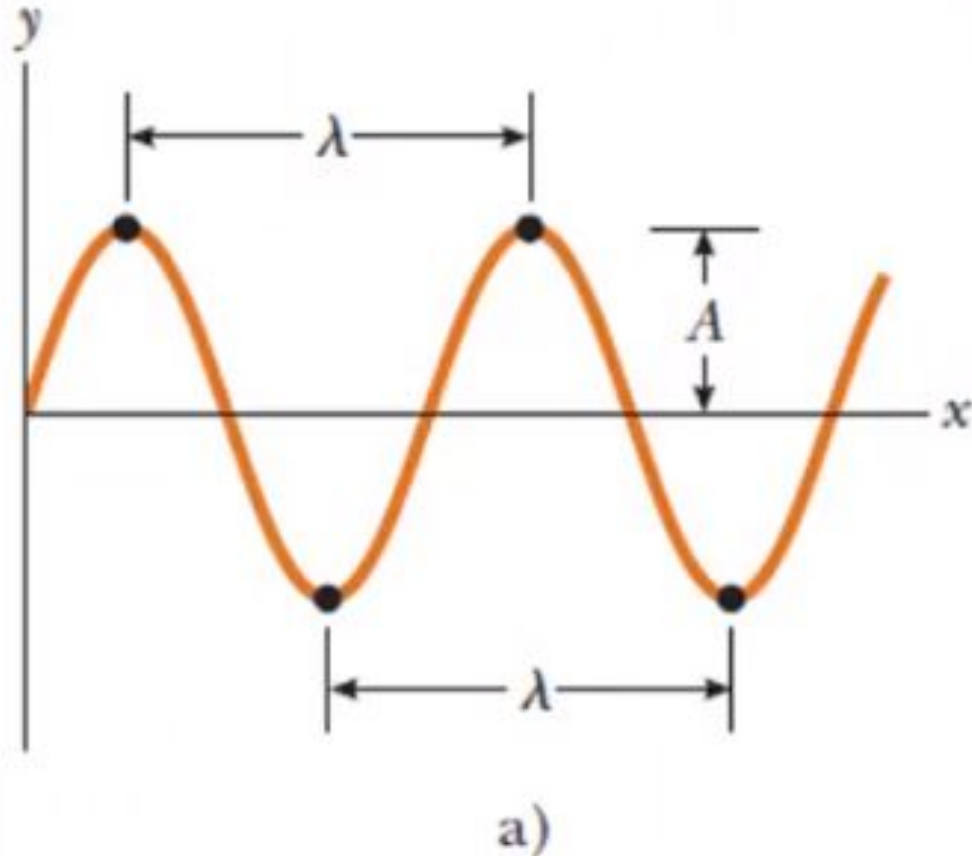
La figura a) muestra el desplazamiento de la onda viajera o las ondas generadas en el medio (cuerda o agua)



b)

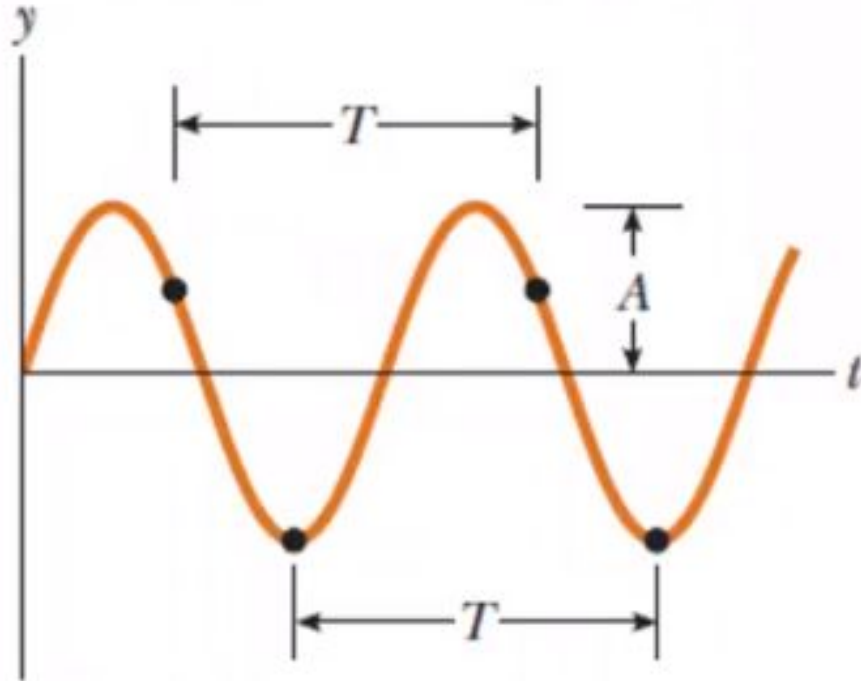
La figura b) muestra la posición de cada partícula del medio (el punto P de la cuerda que se mueve de arriba abajo pero que no viaja)

Modelo de onda progresiva



- Punto más alto del medio se le denomina cresta.
- Punto más bajo del medio se le denomina valle.
- La distancia entre una cresta y otra se le llama **longitud de onda** y se representa con la letra griega λ (lambda).

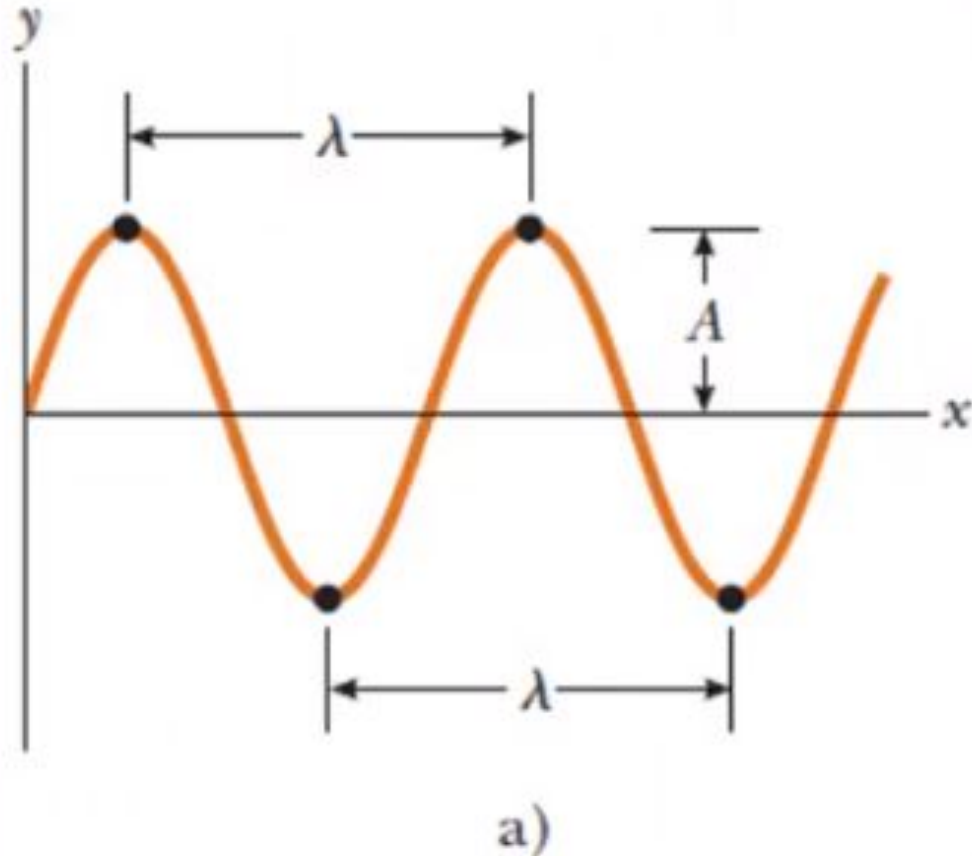
Modelo de onda progresiva



b)

- Si se toma en cuenta el tiempo entre dos puntos adyacentes en un punto en el medio, se está midiendo el **periodo T** de las ondas.
- El periodo es el intervalo de tiempo que se requiere para que dos puntos idénticos de ondas adyacentes pasen por un mismo punto.
- La **frecuencia f** se puede determinar como el inverso del periodo.

Modelo de onda progresiva



- Debido a que la onda tiene una forma sinusoidal que depende de la amplitud se puede expresar como:

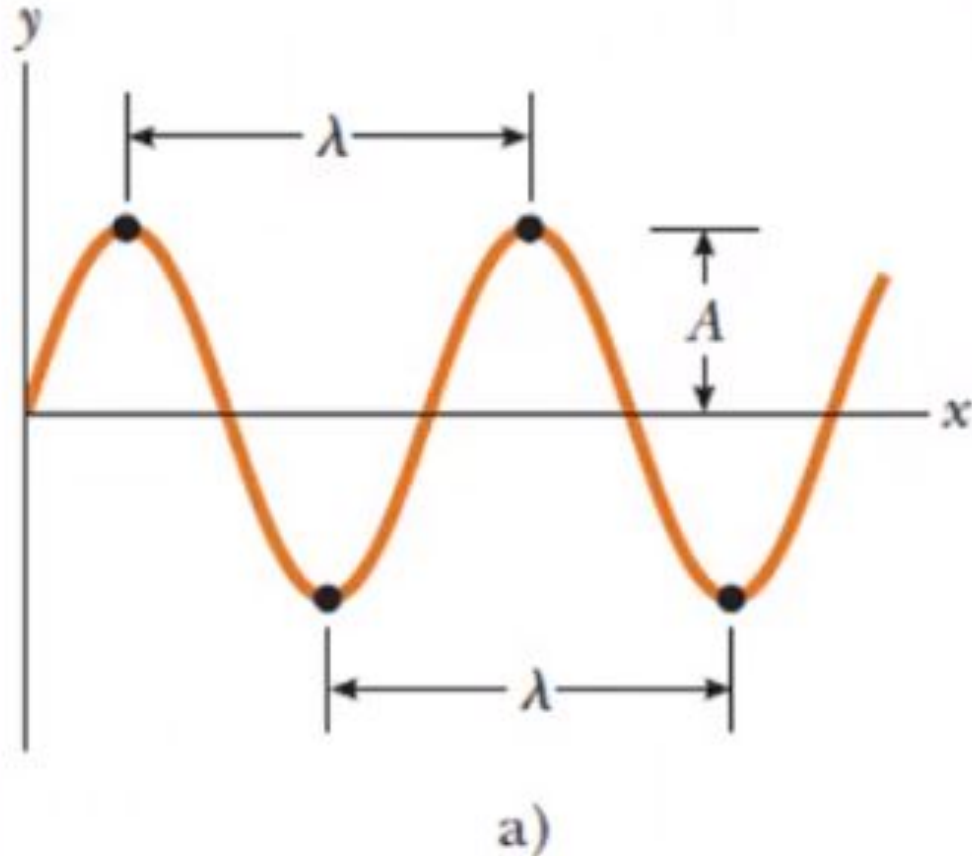
$$y(x, 0) = A \sin(\alpha x)$$

- Donde **A** es la amplitud de la onda y **α** es una constante a determinar.
- En el valor donde $x=0$ (donde aún no se desplaza la onda) y con $t=0$, se puede interpretar a

$$y(0, 0) = A \sin(\alpha x) = 0$$

Al tratarse de una onda en M.A.S el valor en que $x = 0$ y $t = 0$ es donde se obtiene $x = \frac{\lambda}{2}$

Modelo de onda progresiva



$$y(x, 0) = A \sin\left(\alpha * \frac{\lambda}{2}\right)$$

Para los puntos donde el desplazamiento de las partículas del medio son cero $y = 0$, se tiene que:

$$\alpha * \frac{\lambda}{2} = \pi$$

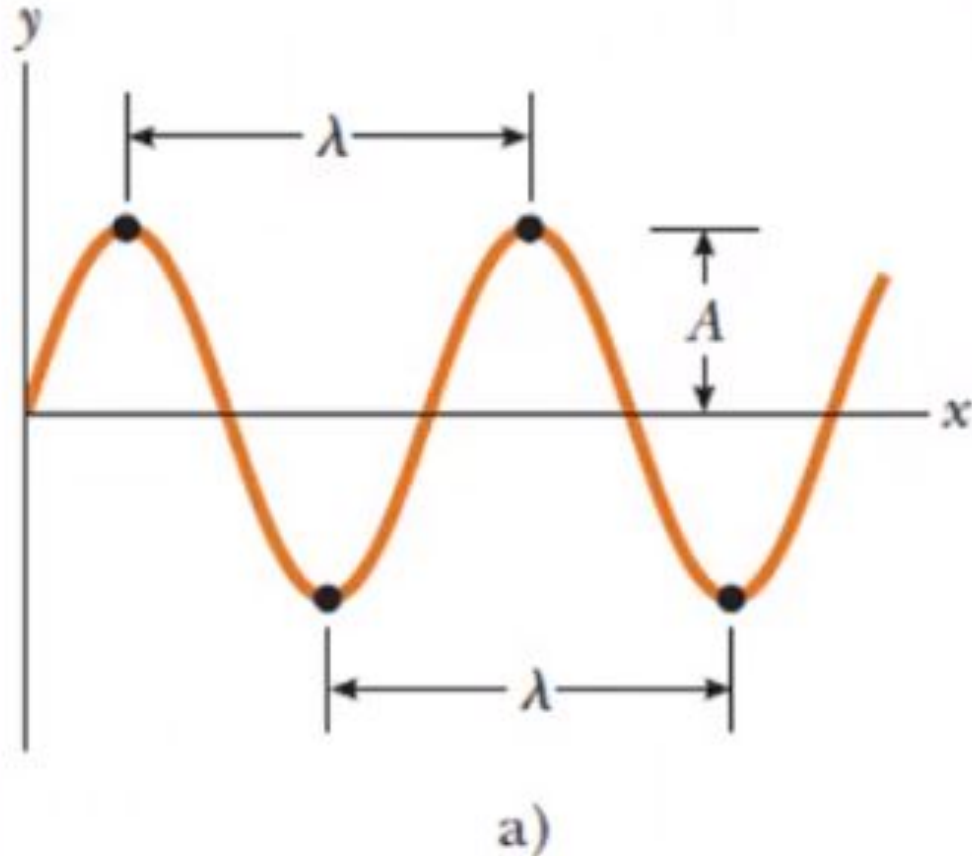
$$\alpha * \lambda = 2\pi$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Al ser un M.A.S se puede considerar a $t=0$, cuando $y=0$;

$$y(x, 0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} * x\right)$$

Modelo de onda progresiva



Pulso que viaja a la derecha: $y(x, t) = A \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{\lambda} * (x - vt)\right)$

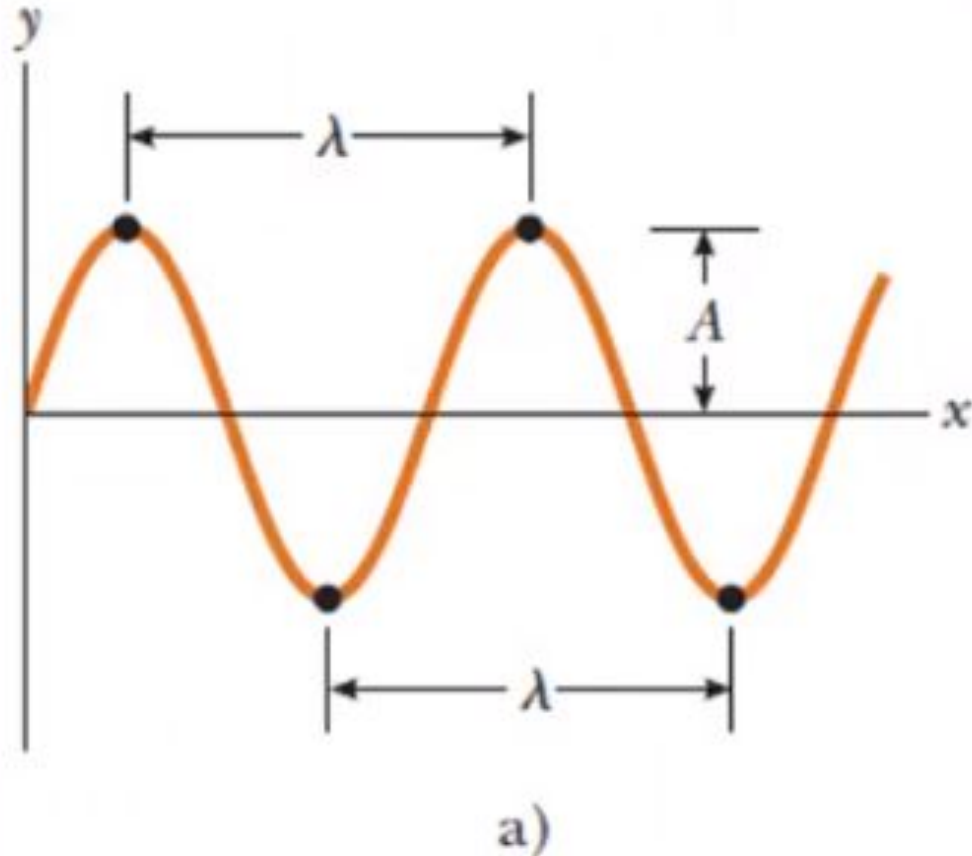
Pulso que viaja a la izquierda: $y(x, t) = A \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{\lambda} * (x + vt)\right)$

La velocidad es la tasa de cambio de la posición con respecto al tiempo, se tiene:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T}$$

$$y(x, t) = A \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

Modelo de onda progresiva



$$y(x, t) = A \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

El desplazamiento (y) de las partículas del medio será el mismo para cualquier posición de la onda viajera.

$$x, x + \lambda, x + 2\lambda$$

Así mismo para los mismos intervalos de tiempo.

$$t, t + T, t + 2T$$

Modelo de onda progresiva

Otra forma de expresar la función de onda es con el número de onda angular k y la frecuencia angular ω

Numero de onda angular: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

Frecuencia angular: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

Al usar estas variables, la ecuación (y) se puede simplificar más:

$$y = A \operatorname{sen}\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

$$y = A \operatorname{sen}(kx - \omega t)$$

Al usar las ecuaciones de numero de onda y frecuencia angular de la onda, la rapidez de la onda v se expresa de las siguientes formas:

$$v = \frac{\omega}{k}$$

$$v = \lambda f$$

Si la posición inicial de (y) no es cero se tiene que:

$$y = A \operatorname{sen}(kx - \omega t + \theta)$$