Ejercicios: Ondas

1. El edificio Sears, ubicado en Chicago, se mece con una frecuencia aproximada a 0,10 Hz. ¿Cuál es el periodo de la vibración?

Datos:
f = 0,1 [Hz]
T = ?

$$f = \frac{1}{T}$$
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}1[Hz]} = 10[s]$$

2. Una ola en el océano tiene una longitud de 10 m. Una onda pasa por una determinada posición fija cada 2 s. ¿Cuál es la velocidad de la onda?

Datos:
λ = 10 [m]
T = 2 [s]
v = ?

$$v = \frac{\lambda}{T}$$
$$v = \frac{10[m]}{2[s]} = 5\left[\frac{m}{s}\right]$$

3. Ondas de agua en un plato poco profundo tienen 6 cm de longitud. En un punto, las ondas oscilan hacia arriba y hacia abajo a una razón de 4,8 oscilaciones por segundo. a) ¿Cuál es la rapidez de las ondas?, b) ¿cuál es el periodo de las ondas?

Datos:
λ = 6 [cm]
f = 4,8 [Hz]
v = ?
T = ?

a)
$$v = \lambda f$$
$$v = 6[cm] \bullet 4{,}8\left[Hz\right) = 28{,}8\left[\frac{cm}{s}\right]\Bigg]$$

b)
$$T = \frac{1}{f}$$
$$T = \frac{1}{4{,}8[Hz]} = 0{,}208[s]$$

4. Ondas de agua en un lago viajan a 4,4 m en 1,8 s. El periodo de oscilación es de 1,2 s. a) ¿Cuál es la rapidez de las ondas?, b) ¿cuál es la longitud de onda de las ondas?

Datos:
d = 4,4 [m]
t = 1,8 [s]
T = 1,2 [s]
v = ?
λ = ?

a)
$$v = \frac{d}{t}$$
$$v = \frac{4{,}4[m]}{1{,}8[s]} = 2{,}44\left[\frac{m}{s}\right]$$

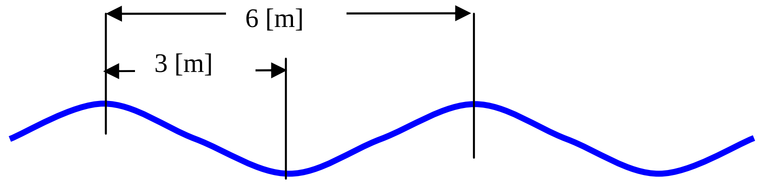
b)
$$v = \frac{\lambda}{T}$$
$$\lambda = vT$$
$$\lambda = 2{,}44\left[\frac{m}{s}\right] \bullet 1{,}2[s] = 2{,}93[m]$$

5. La frecuencia de la luz amarilla es de $5x10^{14}$ Hz. Encuentre su longitud de onda.

Datos:
f = $5x10^{14}$ [Hz]
v = $3x10^{8} \left[\frac{m}{s}\right]$

$$v = \lambda f$$
$$\lambda = \frac{v}{f}$$
$$\lambda = \frac{3x10^{8}\left[\frac{m}{s}\right]}{5x10^{14}[Hz]} = 6x10^{-7}[m]$$

6. Un grupo de nadadores está descansando tomando sol sobre una balsa. Ellos estiman que 3 m es la distancia entre las crestas y los valles de las ondas superficiales en el agua. Encuentran, también, que 14 crestas pasan por la balsa en 26 s. ¿Con qué rapidez se están moviendo las olas?



Datos:

λ = 6 [m]

t = 26 [s]

Nro. Crestas = 14

v = ?

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

Pero, como se desconoce el período, hay que calcularlo primero. Como hay 14 crestas en 26 [s], entonces hay 13 oscilaciones en ese tiempo. Recuerden que hay una oscilación entre cresta y cresta. Si es necesario hagan un dibujo con las 14 crestas.

$$T = \frac{t}{\text{Nro.Oscilaciones}} = \frac{26[s]}{13} = 2[s]$$

Por lo tanto:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{6[m]}{2[s]} = 2\left[\frac{m}{s}\right]$$

7. Se emiten señales de radio AM, entre los 550 kHz hasta los 1.600 kHz, y se propagan a $3x10^8$ m/s. a) ¿Cuál es el rango de las longitudes de onda de tales señales?, b) El rango de frecuencia para las señales en FM está entre los 88 MHz y los 108 MHz y se propagan a la misma velocidad, ¿cuál es su rango de longitudes de onda?

Datos:

Ondas AM

f_1 = 550 [kHz] = $5{,}5x10^5$ [Hz]

f_2 = 1.600 [kHz] = $1{,}6x10^6$ [Hz]

v = $3x10^8 \left[\frac{m}{s}\right]$

λ_1 = ?

λ_2 = ?

$$v = \lambda f$$

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

$$\lambda_1 = \frac{3x10^8\left[\frac{m}{s}\right]}{5{,}5x10^5[Hz]} = 545{,}45[m]$$

$$\lambda_2 = \frac{3x10^8\left[\frac{m}{s}\right]}{1{,}6x10^6[Hz]} = 187{,}5[m]$$

Ondas FM

f_1 = 88 [MHz] = $8{,}8x10^7$ [Hz]

f_2 = 108 [MHz] = $1{,}08x10^8$ [Hz]

v = $3x10^8 \left[\frac{m}{s}\right]$

λ_1 = ?

λ_2 = ?

$$\lambda_1 = \frac{3x10^8\left[\frac{m}{s}\right]}{8{,}8x10^7[Hz]} = 3{,}4[m]$$

$$\lambda_2 = \frac{3x10^8\left[\frac{m}{s}\right]}{1{,}08x10^8[Hz]} = 2{,}78[m]$$

Se tiene, entonces, que las ondas de radio AM tienen longitudes de onda que oscilan entre 187,5 [m] y 545,45 [m]. Mientras tanto, las FM tienen longitudes de onda que oscilan entre 2,78 [m] y 3,4 [m].

8. Una señal de un sonar en el agua posee una frecuencia de 10^6 Hz y una longitud de onda de 1,5 mm. a) ¿Cuál es la velocidad de la señal en el agua?, b) ¿cuál es su periodo?, c) ¿cuál es su periodo en el aire?

Datos:
$f = 10^6$ [Hz]
λ = 1,5 [mm] = 0,0015 [m]
v = ?
T_{agua} = ?
$v_{sonido\ aire} = 340 \left[\frac{m}{s}\right]$
T_{aire} = ?

a)
$$v = \lambda f$$
$$v = 0{,}0015[m] \bullet 10^6[Hz]$$
$$v = 1.500\left[\frac{m}{s}\right]$$

b) T_{agua}
$$v = \frac{\lambda}{T}$$
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0{,}0015[m]}{1.500\left[\frac{m}{s}\right]}$$
$$T = 10^{-6}[s]$$

c) En el aire, la velocidad del sonido es diferente a la que hay en el agua, y debido a que la frecuencia del sonar, y de cualquier onda, no se modifica al estar en diferentes medios, entonces la longitud de onda se modifica. Entonces, eso es lo primero que hay que determinar:
$$v = \lambda f$$
$$\lambda = \frac{v}{f}$$
$$\lambda = \frac{340\left[\frac{m}{s}\right]}{10^6[Hz]} = 3{,}4x10^{-4}[m]$$
$$v = \frac{\lambda}{T}$$
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{3{,}4x10^{-4}[m]}{340\left[\frac{m}{s}\right]}$$
$$T = 10^{-6}[s]$$

Si se observa, el resultado en b) y en c) son iguales. Lo que ocurre es que el periodo T depende solo de la frecuencia, no de la velocidad ni del medio en donde se propaga una onda. Y, como se dijo, la frecuencia no cambia si el sonar funciona en el agua o en el aire. Y si la frecuencia no cambia, el periodo tampoco debe hacerlo.

9. Una onda sonora se produce durante 0,5 s. Posee una longitud de onda de 0,7 m y una velocidad de 340 m/s. a) ¿Cuál es la frecuencia de la onda?, b) ¿cuántas ondas completas se emiten en tal intervalo de tiempo?, c) luego de 0,5 s, ¿a qué distancia se encuentra el frente de onda de la fuente sonora?

Datos:
t = 0,5 [s]
λ = 0,7 [m]
$v = 340 \left[\frac{m}{s}\right]$
f = ?
Nro. Ondas = ?
d = ?

a)
$$v = \lambda f$$
$$f = \frac{v}{\lambda}$$
$$f = \frac{340\left[\frac{m}{s}\right]}{0{,}7[m]} = 485{,}7[Hz]$$

b) Para saber el número de ondas en 0,5 [s], basta conocer la cantidad de periodos contenidos en ese tiempo, debido a que una onda queda determinada por una longitud de onda, y éste por un periodo.
$$Nro.Ondas = \frac{t}{T}$$
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{485{,}7[Hz]}$$
$$T = 2{,}059x10^{-3}[s]$$
$$Nro.Ondas = \frac{0{,}5[s]}{2{,}059x10^{-3}[s]}$$
Nro. Ondas = 242,86

c)
$$v\frac{d}{t}$$
$$d = vt$$
$$d = 340\left[\frac{m}{s}\right] \bullet 0{,}5[s]$$
$$d = 170[m]$$

10. La rapidez del sonido en el agua es de 1.498 m/s. Se envía una señal de sonar desde un barco a un punto que se encuentra debajo de la superficie del agua. 1,8 s más tarde se detecta la señal reflejada. ¿Qué profundidad tiene el océano por debajo de donde se encuentra el barco?

Datos:

v = 1.498 $\left[\frac{m}{s}\right]$

t_{eco} = 1,8 [s]

$t_{\text{bajada del sonido}}$ = t = 0,9 [s]

h = d = ?

$$v = \frac{d}{t}$$

$$d = vt$$

$$d = 1.498\left[\frac{m}{s}\right] \bullet 0{,}9[s] = 1.348{,}2[m]$$

Entonces, el océano, bajo el barco, tiene una profundidad de 1.348,2 [m].

11. La velocidad de las ondas transversales producidas por un terremoto es de 8,9 km/s, mientras que la de las ondas longitudinales es de 5,1 km/s. Un sismógrafo reporta la llegada de las ondas transversales 73 s antes que la de las longitudinales. ¿A qué distancia se produjo el terremoto?

Este ejercicio es difícil. Pero trate de comprenderlo.

Datos:

$v_{transversal}$ = v_t = 8,9 $\left[\frac{km}{s}\right]$ = 8.900 $\left[\frac{m}{s}\right]$

$v_{longitudinal}$ = v_l = 5,1 $\left[\frac{km}{s}\right]$ = 5.100 $\left[\frac{m}{s}\right]$

$t_{longitudinal}$ = t

$t_{transversales}$ = t – 73 [s]

d = ?

Ambas ondas, las longitudinales y las transversales recorren la misma distancia en desplazarse desde el hipocentro hasta el lugar en donde está el sismógrafo. Por simplicidad omitiré, por el momento, la unidad de los 73 [s].

Para la onda longitudinal, se tiene: $v_L = \frac{d}{t_L} = \frac{d}{t}$, y

$d = v_L t$

Para la onda transversal, se tiene: $v_T = \frac{d}{t_T} = \frac{d}{t-73}$, y

$d = v_T(t-73)$

Entonces, se tendrá que:

Entonces, al despejar t, se tendrá:

$$t = \frac{73v_T}{v_T - v_L}$$

$$t = \frac{73[s] \bullet 8.900\left[\frac{m}{s}\right]}{8.900\left[\frac{m}{s}\right] - 5.100\left[\frac{m}{s}\right]} = 171[s]$$

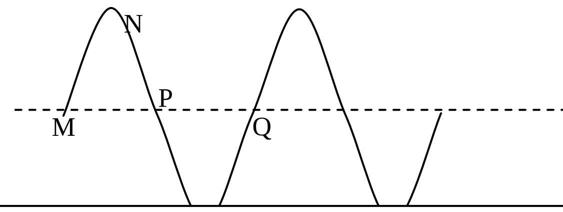
Ahora que se conoce el tiempo que estuvo propagándose la onda longitudinal, reemplazamos en $d = v_L t$ y tendremos la solución:

$$d = 5.100\left[\frac{m}{s}\right] \bullet 171[s] = 872.100[m]$$

Es decir, el sismo ocurrió a una distancia de 872,1 [km]. Es bastante la distancia.

12. El tiempo requerido por una onda de agua para cambiar del nivel de equilibrio hasta la cresta es de 0,18 s. a) ¿Qué fracción de la longitud de onda representa?, b) ¿cuál es el periodo de la onda?, c) ¿cuál es la frecuencia?

Solución:

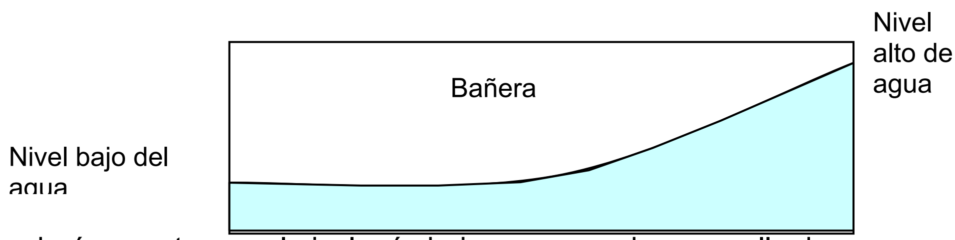


En la figura se observa que los 0,18 [s] corresponden al tramo que hay entre M y N, por lo tanto, corresponde a un cuarto de longitud de onda.
Y, también, sería la cuarta parte del periodo, por lo tanto el periodo es:
$T = 4 \bullet 0{,}18[s] = 0{,}72[s]$

Y, la frecuencia sería:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}72[s]} = 1{,}389[Hz]$$

13. Si se chapotea el agua regularmente en una bañera a la frecuencia adecuada, el agua primero sube en un extremo y luego en el otro. Supóngase que pueden producirse ondas estacionarias en una bañera de 150 cm de largo con una frecuencia de 0,3 Hz. ¿Cuál es la velocidad de las ondas?



Si se analiza la figura se darán cuenta que el nivel más bajo corresponde a un valle de la ola y el nivel más alto es una cresta. Por lo tanto, todo el tramo de la bañera, a lo largo, corresponde a media longitud de onda.

Pero, de acuerdo a la información que hay en el enunciado del problema, la longitud de onda del oleaje que se produce, es el doble de los 150 [cm].

Datos:

λ = 300 [cm] = 3 [m]

f = 0,3 [Hz]

$$v = \lambda f$$

$$v = 3[m] \bullet 0{,}3[Hz] = 0{,}9\left[\frac{m}{s}\right]$$