

MATERIAL: FM-23

ONDAS I

La naturaleza que nos rodea la percibimos a través de nuestros sentidos, principalmente del oído y la vista. Al pulsar una cuerda de guitarra o al encender una ampolleta, los órganos de los sentidos nos comunican con la fuente de estas perturbaciones, ya que, en estos fenómenos se produce una propagación de energía que es la causa de nuestras sensaciones. En situaciones como estas, la energía se propaga en forma de ondas. Todo el mundo ha visto alguna vez las ondas que se propagan en forma de círculos, que se agrandan paulatinamente cuando se arroja una piedra sobre la superficie tranquila del agua de un estanque. El movimiento de avance de la onda es una cosa, y la otra es el movimiento de las partículas del agua. Estas partículas se limitan a subir y bajar en el mismo sitio. En cambio, el movimiento de la onda es la propagación de un estado de perturbación de la materia y no la propagación de la materia misma. Un corcho que flota sobre el agua demuestra lo anterior claramente, pues se mueve de arriba abajo imitando el movimiento verdadero del agua y no se desplaza junto con la onda.

Onda

Es una perturbación que viaja a través del espacio o en un medio elástico, transportando energía sin que haya desplazamiento de masa.



i) De acuerdo con el medio de propagación:

- Mecánicas

Ondas que requieren para desplazarse de un medio elástico.

Ejemplo: Ondas en el agua.

- Electromagnéticas

Ondas que se pueden propagar en el vacío y en un medio elástico.

Ejemplo: Ondas de radio.

ii) De acuerdo con el número de oscilaciones:

- Pulso o Perturbación

Es aquel en el cual cada partícula del medio permanece en reposo hasta que llega el impulso, realiza una oscilación con Movimiento Armónico Simple (M.A.S) y después permanece en reposo.

M.A.S: es un tipo de movimiento en el que las partículas del medio oscilan entre dos posiciones espaciales durante un tiempo indefinido sin perder energía mecánica.

- Ondas Periódicas

Son aquellas en las cuales las partículas del medio tienen movimiento periódico, debido a que la fuente perturbadora vibra continuamente.

iii) De acuerdo con la dirección de propagación:

- Ondas Transversales

Son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Por ejemplo, cuando en una cuerda sometida a tensión se pone a oscilar uno de los extremos.

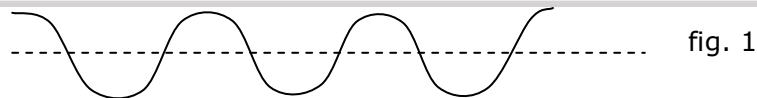


fig. 1

- Ondas Longitudinales

Se caracterizan porque las partículas del medio vibran en la misma dirección de la onda, así sucede con el sonido.

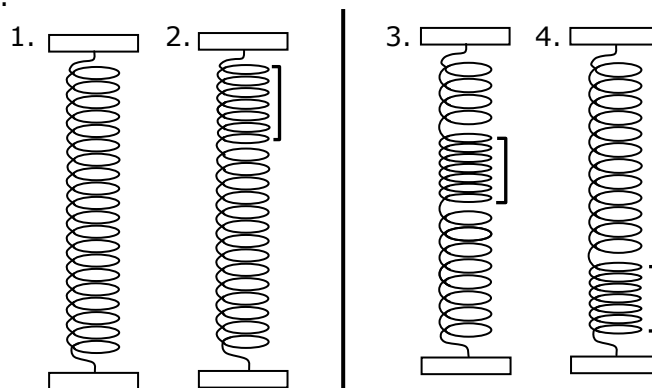


fig. 2

iv) De acuerdo con el número de dimensiones en que se propagan

- **Unidimensionales:** se propagan en una dimensión.
- **Bidimensionales:** se propagan en dos dimensiones.
- **Tridimensionales:** se propagan en tres dimensiones.

CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO

Amplitud (A): máxima separación de un punto del medio respecto de su posición de equilibrio.

Periodo (T): tiempo que demora un punto del medio en repetir una oscilación completa.

Frecuencia (f): es el cociente entre el número de ciclos por unidad de tiempo $\left(f = \frac{1}{T}\right)$.

Longitud de onda (λ): distancia existente entre valle y valle o cresta y cresta de una onda. La distancia recorrida en un periodo es una longitud de onda.

Velocidad de propagación (v): mide la rapidez de la propagación de la onda. Su valor numérico depende de las propiedades del medio.

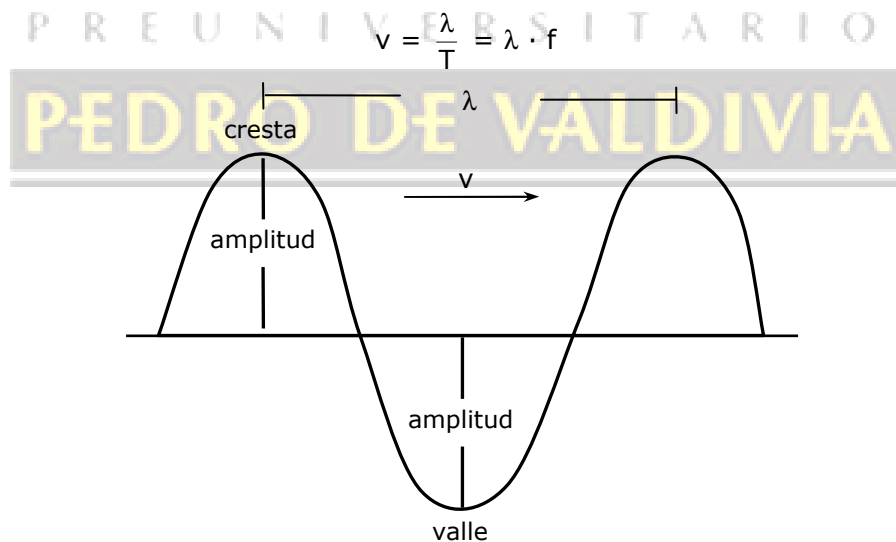


fig. 3

Fenómenos Ondulatorios

i) Reflexión

Es el fenómeno que se presenta cuando la onda choca contra un obstáculo. Se manifiesta con un cambio de dirección de la onda.

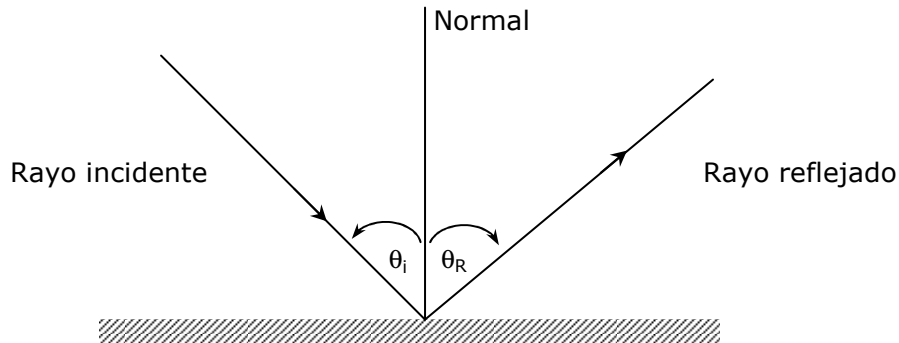


fig. 4

Ley de Reflexión:

- El ángulo de la incidencia mide lo mismo que el ángulo de reflexión ($\theta_i = \theta_R$).
- Las direcciones de incidencia, reflexión y la normal están todas en un mismo plano.

ii) Refracción

Es el fenómeno ondulatorio que se presenta cuando la onda cambia de medio de propagación. En este fenómeno la onda cambia de velocidad y longitud de onda, pero su frecuencia permanece constante.

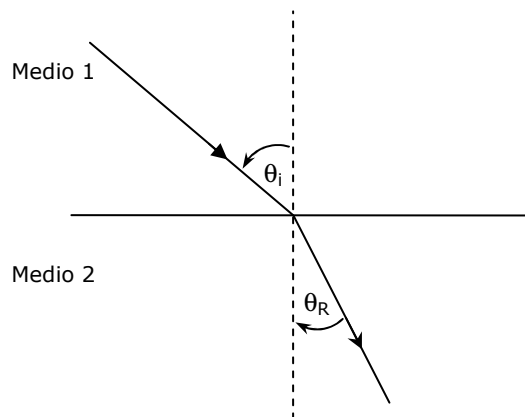


fig. 5

iii) Difracción

Es el fenómeno ondulatorio que se presenta cuando la onda pasa a través de un orificio u obstáculo cuyas dimensiones sean del orden de la longitud de onda. En este caso el orificio o el objeto se comporta como fuente emisora de onda, es decir, como si las ondas se originaran en dicho punto

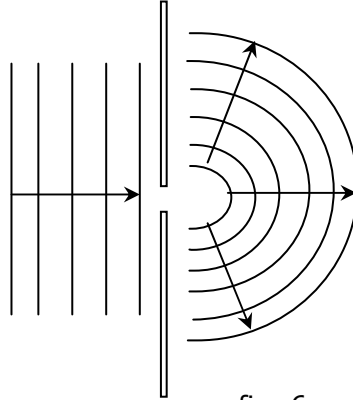


fig. 6

Nota: la difracción está relacionada con el principio de Huygens, el cual indica que todo punto alcanzado por una onda puede ser considerado como centro de ondas secundarias.

iv) Interferencia

Es el fenómeno ondulatorio que se presenta cuando en un punto incide más de una onda. Se manifiesta porque en dicho punto, la elongación de la onda es la suma algebraica de las elongaciones de las ondas incidentes.

Si la cresta de una onda se produce en el punto de interés mientras la cresta de otra onda también llega a ese punto (es decir, si ambas ondas están en fase), ambas ondas se interferirán **constructivamente**, resultando en una onda de mayor amplitud (figura 7a). En el caso más extremo, dos ondas de igual frecuencia y amplitud en contrafase (desfasadas 180°), que interfieren, (figura 7b), la amplitud resultante es cero, no se anulan ya que la energía se conserva.

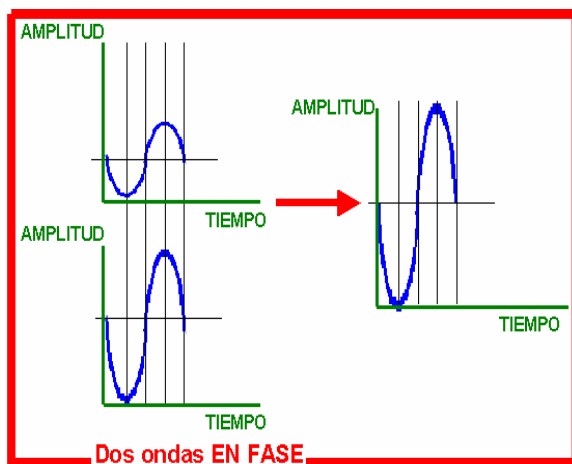


fig. 7a

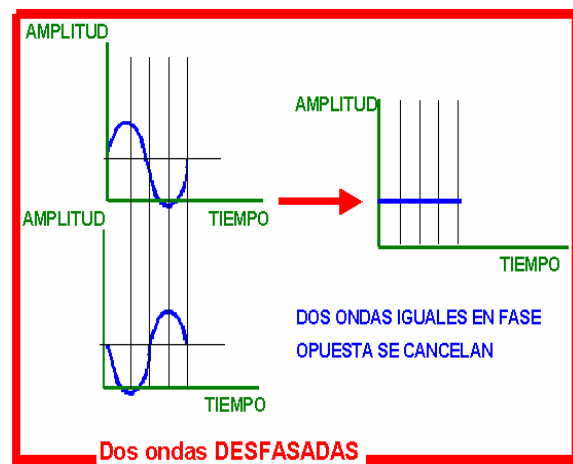


fig. 7b

v) Polarización

Es el fenómeno ondulatorio que se presenta en las ondas transversales, y que consiste en reducir todos los planos de vibración de la onda a uno solo.

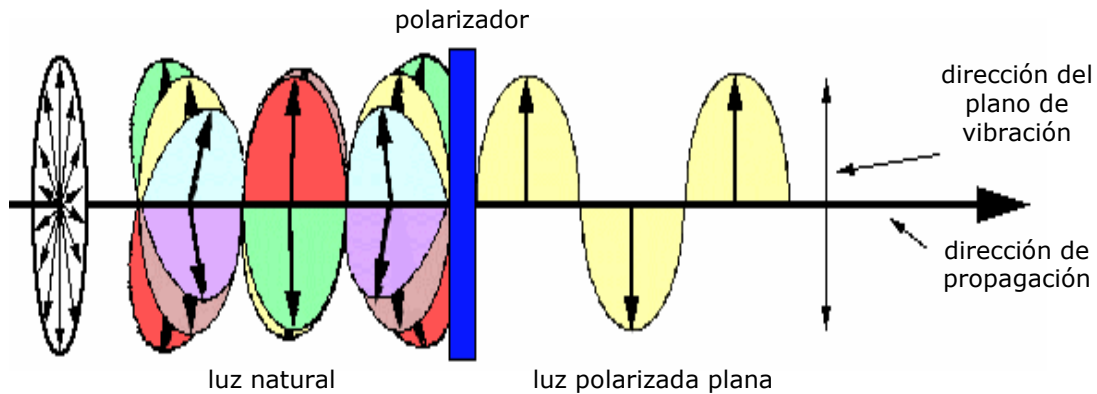


fig. 8

Ondas estacionarias

La superposición de dos ondas de la misma frecuencia, la misma amplitud y que se propagan en la misma dirección, pero en sentido opuesto, origina una onda estacionaria. Estas ondas se pueden generar en distintos medios como cuerdas y columnas de aire.

Nodos: Se llaman nodos a todos los puntos de una onda estacionaria tales que el desplazamiento de las partículas del medio ubicadas en esos puntos es nulo. La distancia entre dos nodos consecutivos es igual a media longitud de onda.

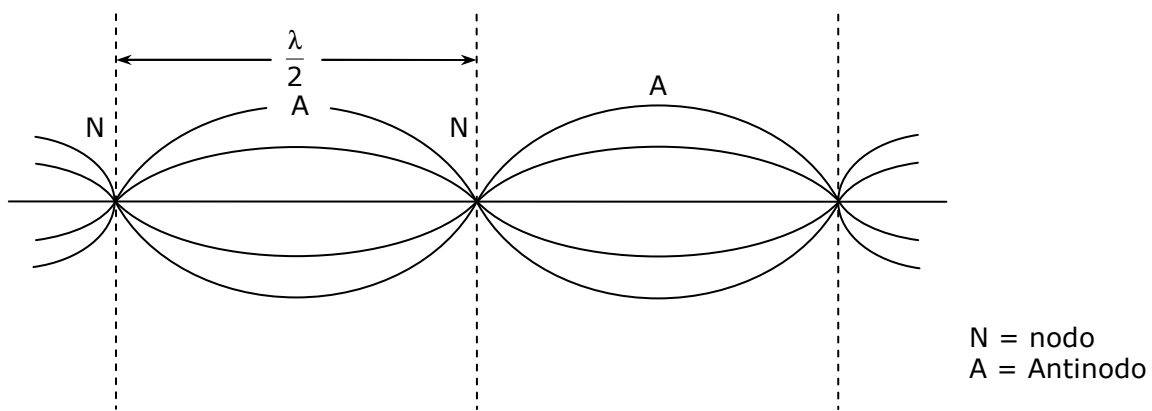
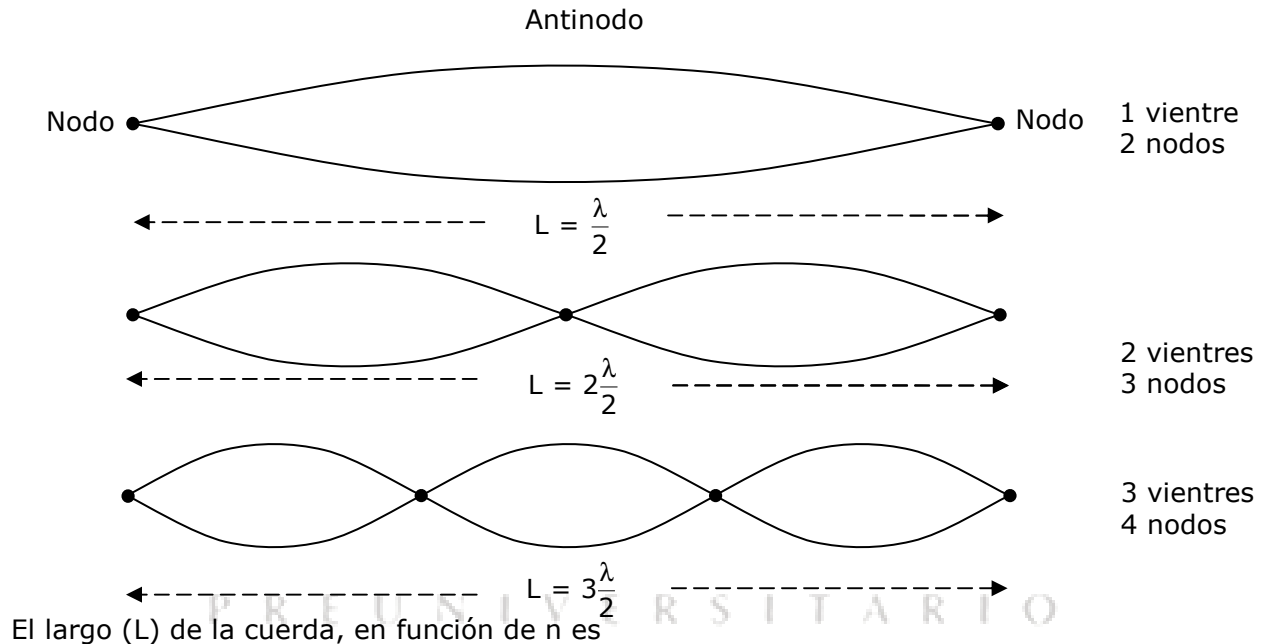


fig. 9

N = nodo
A = Antinodo

Cuerda Vibrante

Consideremos una cuerda fija por ambos extremos y un dispositivo externo que la hace vibrar. Un tren continuo en ondas se refleja en los extremos y se producen ondas estacionarias en la cuerda con dos nodos obligatorios en los extremos, y cualquier número de nodos entre ellos.



$$L = \frac{\lambda}{2}, 2 \frac{\lambda}{2}, 3 \frac{\lambda}{2}, \dots, n \frac{\lambda}{2} \text{ con } n = 1, 2, 3, \dots$$

Luego la longitud de onda será

$$\lambda = 2L, 2 \frac{L}{2}, 2 \frac{L}{3}, \dots, 2 \frac{L}{n} \text{ con } n = 1, 2, 3, \dots$$

y puesto que $f = \frac{v}{\lambda}$, las frecuencias naturales que tendrá la cuerda serán:

$$f = \frac{v}{2L}, 2 \frac{v}{2L}, 3 \frac{v}{2L}, \dots, n \frac{v}{2L}$$

y como en una cuerda la velocidad de la onda es $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, donde T es la tensión en la cuerda y μ la densidad lineal de masa, deducimos que las frecuencias de una cuerda son:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}, \text{ con } \mu = \frac{m}{L} \text{ en donde } m = \text{masa}, L = \text{longitud} \text{ y } n = \text{número de antinodos}$$

Cuando $n = 1$, tenemos la frecuencia mas baja y la denominamos **frecuencia fundamental o primer armónico**, para n superior a 1 reciben el nombre de **armónicos**, y $n = 2$ será segundo armónico o primer sobretono.

EJEMPLOS

- Si la frecuencia de una onda es 180 Hz y la longitud de la onda es 4 m, ¿cuál es el tiempo entre P y Q que registra el observador ubicado en el punto Z, cuando la onda que viaja hacia el pasa por su ubicación?

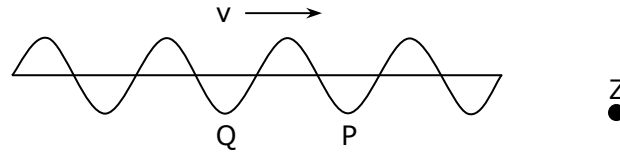


fig. 10

- 720 s
 - 180 s
 - 45 s
 - $1/180$ s
 - $1/360$ s
- Las ondas transversales se caracterizan
 - por su capacidad de transportar materia.
 - porque no se pueden polarizar.
 - porque no se propagan en fluidos.
 - porque sólo pueden viajar en medios materiales.
 - no sufren interferencia.
 - Una onda longitudinal se propaga a través del aire, entonces es correcto afirmar que las partículas del aire
 - no se moverán cuando la onda está pasando.
 - se moverán en dirección perpendicular a la dirección en que se propaga la onda.
 - se desplazarán en el mismo sentido del movimiento.
 - vibrarán en torno a un punto de equilibrio, sin sufrir un desplazamiento neto.
 - ninguna de ellas.
 - El número de nodos y antinodos de la onda que muestra la figura 11, entre los puntos P y Q son, respectivamente

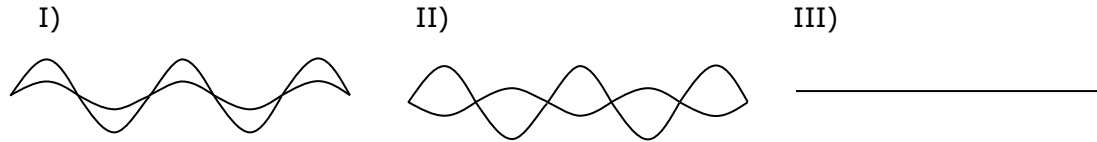


fig. 11

- 4 3
- 2 4
- 4 2
- 3 4
- 5 1,5

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. En la figura I, se aprecia una onda con línea continua y otra con línea segmentada, lo mismo en el caso II y en el III una línea horizontal solamente. Respecto a la figura es **incorrecto** afirmar que



- A) en I las ondas están en fase.
 B) en II las ondas se interfieren destructivamente.
 C) en III lo que se ve podría deberse al resultado de la interferencia entre ondas con igual amplitud y longitud de onda.
 D) en I solo hay interferencia constructiva.
 E) todas son falsas.
2. Una onda que viaja por un medio A lleva una velocidad v , penetra a otro medio donde su velocidad se reduce a $v/2$, entonces es correcto afirmar que

- I) disminuyó su período.
 II) aumentó su longitud de onda.
 III) su frecuencia se mantuvo constante.

- A) Sólo I.
 B) Sólo III.
 C) Sólo I y II.
 D) Sólo I y III.
 E) Sólo II y III.

3. Al aumentar la amplitud de una onda que viaja por un medio homogéneo, es correcto afirmar que

- A) la frecuencia se reduce.
 B) su período aumenta.
 C) la longitud aumenta.
 D) la onda aumenta su intensidad.
 E) su velocidad aumenta.

4. Se hace vibrar una cuerda de guitarra de largo 1 m con una frecuencia de 12 Hz. Si la velocidad de propagación es de 6 m/s, entonces ¿cuántos nodos formará la cuerda?

- A) 6
 B) 5
 C) 4
 D) 3
 E) 2

5. Una cuerda de largo L vibra con una frecuencia f formando 7 nodos. La velocidad de propagación de la onda formada es V . Si otra cuerda de largo $2L$ y que vibra con frecuencia $f/2$, la velocidad de propagación es también v , entonces el número de vientres que formará será de
- A) 3
 - B) 4
 - C) 5
 - D) 6
 - E) 7
6. Una onda A realiza 6 longitudes de onda al viajar entre dos puntos que se encuentran separados 24 m y demora 6 segundos. Si otra onda B de igual naturaleza que la anterior, demora el mismo tiempo que demoró la onda A al viajar entre esos mismos puntos, pero teniendo el triple de frecuencia que la onda A, entonces ¿cuál será la longitud de onda de la onda B?
- A) $4/3$ m
 - B) 3 m
 - C) 2 m
 - D) $3/5$ m
 - E) $1/6$ m
7. De un radar se emiten ondas con una longitud de onda de 3 cm. Si su rapidez es de $3,00 \times 10^8$ m/s, ¿cuál es su frecuencia?
- A) 12 GHz
 - B) 10 GHz
 - C) 6 GHz
 - D) 2 GHz
 - E) 1 GHz
8. Una cuerda vibra formando 6 nodos a una frecuencia de 460 Hz, entonces ¿cuál es su frecuencia fundamental?
- A) 92 Hz
 - B) 46 Hz
 - C) 115 Hz
 - D) 920 Hz
 - E) 1.640 Hz
9. El fenómeno de reflexión de una onda se produce cuando la onda choca con un obstáculo y debido a esto
- A) cambia su velocidad.
 - B) cambia su frecuencia.
 - C) mantiene constante su velocidad pero cambia su longitud de onda.
 - D) si no choca perpendicularmente al objeto cambia su dirección.
 - E) sólo cambia su longitud de onda y período.

10. La superposición de ondas estacionarias se caracteriza porque cuando se encuentran y siguen avanzando, es correcto asegurar que las ondas mantienen

- I) su frecuencia.
- II) su velocidad.
- III) su longitud de onda.

- A) Sólo I.
- B) Sólo II.
- C) Sólo III.
- D) Sólo I y II.
- E) Todas ellas.

11. Una cuerda que está fija en ambos extremos es puesta a vibrar generando múltiples ondas, la onda resultante de la superposición de las ondas incidentes y las reflejadas se define como

- A) onda armónica.
- B) onda periódica.
- C) onda transversal.
- D) onda estacionaria.
- E) onda electromagnética.

12. La longitud de onda, de la onda que muestra la figura 12, es aproximadamente

- A) 1 m
- B) 2 m
- C) 3 m
- D) 4 m
- E) 8 m

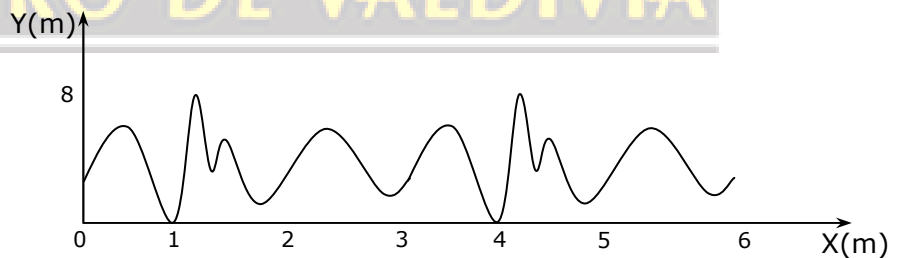


fig. 12

13. Para aumentar la velocidad de propagación de pulsos en una cuerda, es necesario

- I) aumentar la tensión.
- II) adelgazar la cuerda.
- III) aumentar la distancia que recorren los pulsos.

Es (son) correcta(s)

- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo I y II.
- D) sólo I y III.
- E) sólo II y III.

14. La cuerda de una guitarra que es puesta a vibrar en su tercer armónico tendrá un número de nodos igual a
- A) 1
 - B) 2
 - C) 3
 - D) 4
 - E) 5
15. Dos ondas viajando en sentido opuesto por la misma cuerda al encontrarse
- A) experimentarán interferencia destructiva solamente.
 - B) experimentarán interferencia constructiva solamente.
 - C) experimentarán interferencia destructiva y constructiva.
 - D) no se mezclan por lo tanto no se interfieren.
 - E) cada una altera la velocidad de la otra.
16. Se tiene una onda estacionaria de amplitud $a/4$, en ella los nodos son puntos cuya amplitud de oscilación es
- A) $a/2$
 - B) $2a$
 - C) 0
 - D) $4a$
 - E) $a/8$
17. Una cuerda de largo 2 m y masa 100 g, vibra con una frecuencia de 10 Hz en su cuarto armónico, entonces la tensión a la que está sometida la cuerda es
- A) 5 N
 - B) 10 N
 - C) 20 N
 - D) 25 N
 - E) 40 N

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1D 2C 3D 4A

DMDFM-23

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web
<http://www.pedrodevaldivia.cl/>