

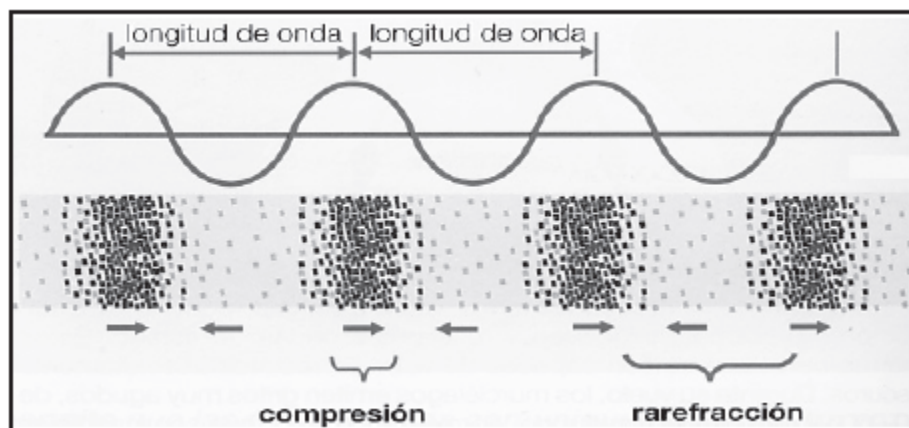


Guía de sonido,

Nombre:

Curso:

El sonido es una onda longitudinal y mecánica, es decir, que necesita un medio material para su propagación. Por ejemplo, al golpear una mesa, es posible escuchar el golpe debido a que se hace vibrar la mesa y esas vibraciones se propagan en el aire (medio material) hasta ser captados por el oído. La vibración de un cuerpo se propaga en el aire, dando lugar a un movimiento longitudinal de las partículas de aire vecinas al foco emisor sonoro, las cuales, al recibir cierta presión, se alejan de su punto de equilibrio provocando una rarefacción en ese sitio y una compresión hacia las partículas más cercanas; así el movimiento de las partículas de aire es paralelo a la dirección de propagación de la onda. La siguiente figura muestra las compresiones y rarefacciones del aire, durante el paso de una onda sonora.



En resumen el sonido es una onda mecánica, longitudinal, tridimensional que se produce por la vibración de una fuente que produce perturbaciones y estas viajan por un medio elástico que puede ser sólido, líquido o gaseoso y que se transmite por variaciones de presión del medio.

Características del sonido

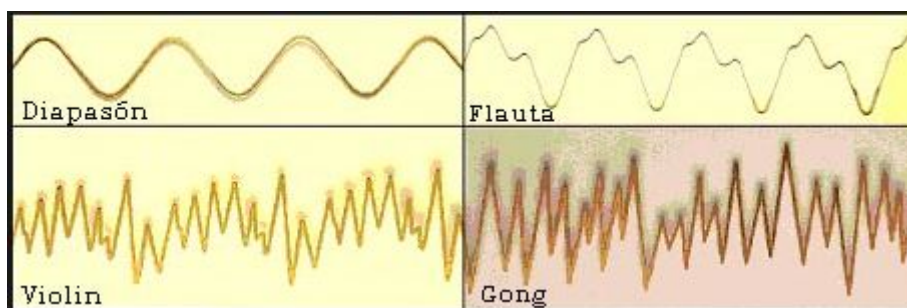
1) Intensidad: Es la característica que permite distinguir cuando un sonido es fuerte o débil. Esta cualidad está relacionada con la amplitud de la onda y con la energía que transporta la onda. La intensidad es directamente proporcional a la amplitud de la onda e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el emisor y el receptor.

2) Tono o altura: Es la característica que permite distinguir cuando un sonido es más agudo o más grave que otro. Depende principalmente de la frecuencia de la onda sonora, correspondiendo a los sonidos agudos frecuencias altas y los sonidos graves a las frecuencias bajas. Para analizar esta característica, en el laboratorio se utilizan los diapasones, que son instrumentos metálicos que al ser golpeados producen un sonido en una frecuencia determinada.



Hay vibraciones de frecuencia muy baja o muy alta que el oído humano no puede sentir. Es conocido que el sistema auditivo humano típico puede apreciar como sonido vibraciones con frecuencias entre 20 Hz y 20.000 Hz. Vibraciones con frecuencias bajo 20 Hz producen infrasonido y sobre 20.000 Hz ultrasonido. Algunos animales como el perro perciben ultrasonidos muy cercanos a los 50.000 Hz y los murciélagos hasta 100.000 Hz. Se ha comprobado que los delfines emiten ondas ultrasónicas que les permiten “ver” a través de los cuerpos de otros animales y de las personas. Para los delfines los músculos y la piel son casi transparentes; además pueden observar huesos, dientes y cavidades llenas de gas. El delfín podría detectar evidencias de cáncer o tumores presentes en nuestro organismo. Las ondas ultrasónicas tienen su uso en la medicina para hacer exámenes diagnósticos por medio de ecografías y para destruir cálculos renales sin necesidad de realizar cirugías. Las ondas de infrasonido son características de las ondas sísmicas. Los instrumentos musicales emiten notas a frecuencias menores de 4.000 Hz, así por ejemplo, la frecuencia de la nota Do natural es de 256 Hz y la de la nota La es 440 Hz, lo cual implica que la nota La sea más alta que la nota Do.

3) Timbre o calidad: Es la característica que permite diferenciar dos o más sonidos de igual altura e intensidad emitidos por fuentes sonoras distintas. Por ejemplo, un diapasón, un violín, una flauta y un gong pueden emitir la misma nota musical, pero al comparar su registro gráfico, se observa claramente que son distintos entre sí en la siguiente figura.



4) Velocidad de propagación: Todos sabemos que cuando llueve fuertemente y se producen rayos, aunque el relámpago y el trueno se producen en el mismo instante, el trueno se oye después de haber visto la luz del relámpago. La razón es que la velocidad de la luz es mayor que la velocidad del sonido en el aire. Como en todas las ondas, la velocidad del sonido depende de las características del medio donde se propaga. Estos factores son la compresibilidad y la densidad. Además de estos factores, en los gases se consideran la masa molecular del gas y la temperatura. Cualquier variación de estos factores hará variar la velocidad de propagación. La siguiente tabla nos muestra algunos valores de velocidad del sonido en distintos medios y a distinta temperatura.

Temperatura: en los gases ocurre que, a mayor temperatura, mayor es la velocidad, ya que al aumentar la temperatura, la rapidez de las moléculas del medio aumenta, lo que ocasiona un incremento en la rapidez de la propagación. Experimentalmente se ha comprobado que, para temperaturas comprendidas entre 0 y 35 °C, la velocidad del sonido aumenta 0,6 m/s por cada grado Celsius que aumente la temperatura. A 0 °C, la velocidad del sonido en el aire es 331 m/s, luego la expresión que relaciona la velocidad del sonido en el aire, expresada en m/s, con la temperatura, expresada en °C, es

$$v = 331 \text{ m/s} + 0,6 \text{ m/s} \cdot T \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$



Nota: La velocidad de propagación de la onda sonora es independiente de la frecuencia y de la longitud de onda, **en un medio homogéneo y a temperatura constante esta velocidad es también constante.**

Fenómenos ondulatorios del sonido

El sonido por ser una onda se puede reflejar, refractar, difractar y además cumple con el principio de superposición.

1) Reflexión: Como ya sabemos, la reflexión ocurre cuando una onda choca contra un obstáculo y se devuelve cambiando solo su sentido. Esta propiedad produce dos fenómenos: la reverberación y el eco. La **reverberación** del sonido consistente en una ligera prolongación de éste una vez que se ha extinguido el original, debido a las ondas reflejadas. Estas ondas reflejadas sufrirán un retardo no superior a 100 milisegundos (0,1 s), que es el valor de la persistencia acústica, tiempo que corresponde a una distancia recorrida de 34 metros a la velocidad de 340 m/s (el camino de ida y vuelta a una pared situada a 17 metros de distancia). Cuando el retardo es mayor ya no hablamos de reverberación, sino de **eco**. La reverberación se puede corregir sin cambiar la geometría de la sala colocando materiales tanto en las paredes como en el suelo o techo que absorban la mayor parte del sonido.

El **eco** se produce eco cuando la onda sonora se refleja perpendicularmente en una pared. Para que se produzca eco, la superficie reflectante debe estar separada del foco sonoro una determinada distancia: 17 m para sonidos musicales (si es que el sonido viaja a 340 m/s), lo que se debe a la persistencia acústica. El oído puede distinguir separadamente sensaciones que estén por encima del tiempo de persistencia acústica, que es 0,1 s para sonidos musicales.

2) Refracción: Ocurre cuando una onda sonora cambia de medio. La refracción del sonido a veces no es fácil de distinguir, pues como el sonido que sale de una fuente sonora se dirige en todas las direcciones, en forma tridimensional, será difícil percibir la desviación que ocurre al entrar a otro medio. Sin embargo, si se pudiera aislar una onda sonora se verificaría esta propiedad. Recuerde que en esta propiedad, la onda sonora cambia su velocidad y su longitud de onda, no así su frecuencia y período.

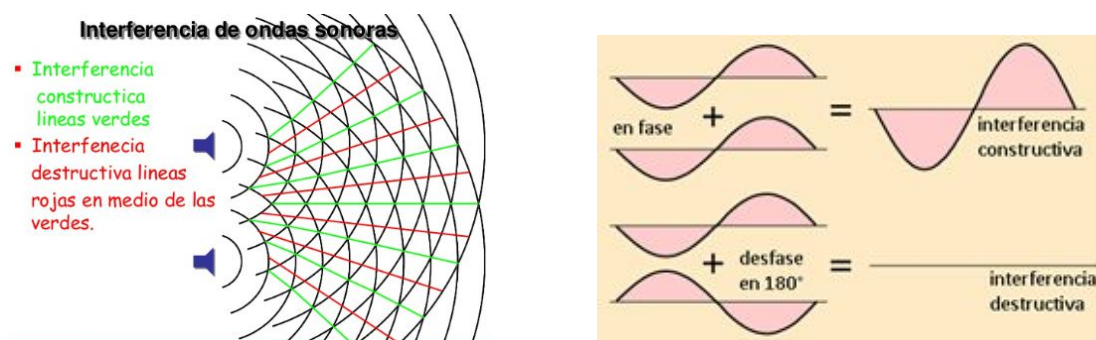


La imagen muestra la refracción del sonido en un día caluroso y en un día frío. Observe cómo se desvía el sonido debido a la posición de las capas de aire según la temperatura ambiental.

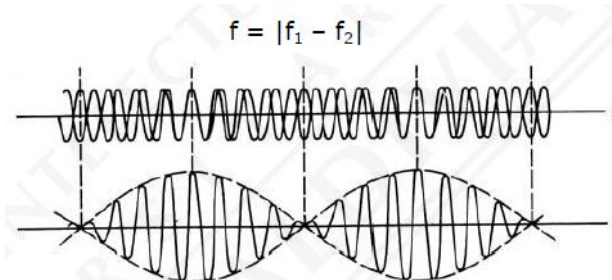
3) Difracción: Al pasar por una abertura (una ventana abierta, por ejemplo), el sonido hace que los bordes de la ventana se comporten como una fuente sonora. Por ello, alguien que esté fuera del recinto donde se produce el sonido podría creer que éste proviene de esa abertura. Algo similar ocurre cuando el sonido, en su trayectoria se encuentra con un borde (de una pared, por ejemplo). Ahí el frente de ondas sufrirá una

deformación, de tal forma que ese borde se comporta como una fuente secundaria de ondas sonoras. Recuerde que en la difracción sólo varía la dirección de propagación de la onda.

4) Interferencia: Recordemos que la superposición de ondas se conoce como interferencia. Si la interferencia se produce en fase, las ondas se interferirán de forma constructiva. En la interferencia constructiva de ondas sonoras, percibiremos un sonido de mayor volumen. Esto ocurre porque la amplitud del sonido aumenta y, en consecuencia, en la zona donde se produce esta interferencia la onda sonora transportará una mayor cantidad de energía. Si la interferencia es destructiva, se generan zonas donde el sonido se atenúa, ya que ambas llegan desfasadas, habrá zonas donde será difícil percibir algo.



Pulsaciones: Otro caso de interferencia ocurre cuando dos sonidos de frecuencias, f_1 y f_2 , ligeramente distintas entre sí, suenan al mismo tiempo. La sonoridad de los sonidos combinados fluctúa; primero se eleva, luego desciende, luego se eleva, luego vuelve a descender, y así sucesivamente, (ver figura). Estas variaciones periódicas de la sonoridad del sonido se conocen como pulsaciones o batido. **La cantidad de pulsaciones en la unidad de tiempo se conoce como frecuencia de batido o pulsación y corresponde a la diferencia entre las dos ondas mezcladas, es decir**



Nota: En estos casos **nuestro oído** percibe una frecuencia correspondiente al promedio de las dos frecuencias mezcladas.

$$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

5) Efecto Doppler: Cuando un auto de la policía pasa a gran velocidad junto a nosotros tocando la sirena, percibimos que el tono del sonido aumenta y se aprecia más agudo a medida que el auto se acerca. El sonido disminuye su tono, es decir, se percibe más grave, a medida que se aleja. Este fenómeno se conoce como Efecto Doppler.

Para comprender este fenómeno consideremos un auto policial en movimiento con sus sirenas emitiendo sonido. La fuente sonora tiende a alcanzar las ondas sonoras que se propagan delante de ella y a alejarse de las que se propagan detrás. De esta forma, una persona que esté delante del auto le llegarán más crestas de onda por segundo por lo que



aprecia una frecuencia mayor que la producida por la fuente de sonido. En cambio, a una persona parada detrás del auto le llegarán menos crestas por segundo y percibirá una frecuencia menor que la frecuencia emitida por la fuente.

EFECTO DOPPLER



Cuando el receptor (R) y la fuente emisora (E) se mueven simultáneamente (a lo largo de una misma recta), la frecuencia que detectará el receptor depende, naturalmente, de las velocidades de ambos y está dada por:

f_R = frecuencia escuchada.

f_E = frecuencia emitida

V_S = velocidad del sonido.

V_R = velocidad del receptor.

V_E = velocidad de la fuente.

$$f_R = f_E \left(\frac{V_S \pm V_R}{V_S \mp V_E} \right)$$

6) Resonancia: Se denomina vibración forzada a la vibración inducida sobre un cuerpo, por otro que está vibrando. Cuando la frecuencia de las vibraciones forzadas que se generan en un objeto coincide con la frecuencia del mismo se produce un aumento notable en la amplitud de la vibración del cuerpo. Este fenómeno se denomina resonancia. Los ejemplos más notables de la resonancia son:

- Si una cantante mantiene una nota de cierta frecuencia, puede llegar a inducir vibraciones en un vaso hasta que se rompa.

- Los soldados rompen el paso para atravesar un puente, ya que el paso de la marcha regular puede hacer vibrar un puente y causar su destrucción. El viento (1940) hizo oscilar el puente Tacoma Narrows de Washington poniéndolo en movimiento y rompiéndolo.



EJERCICIOS.

1. Una onda de 50 Hz se propaga con una rapidez de 500 m/s. Esta onda pasa a un segundo medio, en donde se determina que su longitud de onda es 20 m. ¿Cuál es la rapidez de propagación de la onda en el segundo medio? (Demre proceso 2018)

- A) 2,5 m/s
- B) 10,0 m/s
- C) 25,0 m/s
- D) 500,0 m/s
- E) 1000,0 m/s

2. Tres automóviles se encuentran en un cruce de dos calles perpendiculares y sus respectivos conductores P, Q y R mantienen sonando sus bocinas al mismo tiempo. Si P estuvo siempre detenido respecto a la calle y escuchó el tono del sonido de las bocinas de Q y R cada vez más grave respecto del emitido, ¿cuál de las siguientes opciones es consistente con esta situación? (Demre proceso 2018)

- A) Q se aleja de P, y R se acerca a P por calles distintas.
- B) Q se acerca a P, y R se aleja de P por la misma calle.
- C) Q y R se alejan de P por la misma calle.
- D) Q y R se acercan a P por la misma calle.
- E) Q y R se acercan a P por calles distintas.

3. Un grupo de estudiantes pretende determinar los factores involucrados en la rapidez de propagación de las ondas mecánicas en el agua. Plantean la siguiente hipótesis: “Si se varía la frecuencia de perturbación de las ondas mecánicas en el agua, entonces la rapidez de propagación cambia proporcionalmente con ella”. Para contrastarla, elaboran un diseño experimental adecuado, obteniendo de las mediciones que la rapidez de propagación en el agua es independiente de la frecuencia de la onda mecánica. Al respecto, la utilidad científica del trabajo realizado por los estudiantes (Demre proceso 2018)

- A) fue nula, ya que la hipótesis no era coherente con el problema planteado.
- B) fue nula, ya que obtuvieron resultados que contradicen la hipótesis.
- C) radica en que les permitió refutar la hipótesis planteada.
- D) fue nula, ya que los resultados obtenidos son erróneos.
- E) radica en que pudieron observar el fenómeno.

4. En una habitación de una casa hay una tortuga M sumergida dentro de un acuario con agua y una tortuga N fuera de él. Si ambas tortugas están en reposo respecto al acuario, y en ese momento pasa una ambulancia por fuera de la casa, ¿cómo oirían las tortugas la sirena de la ambulancia? (Demre proceso 2018)

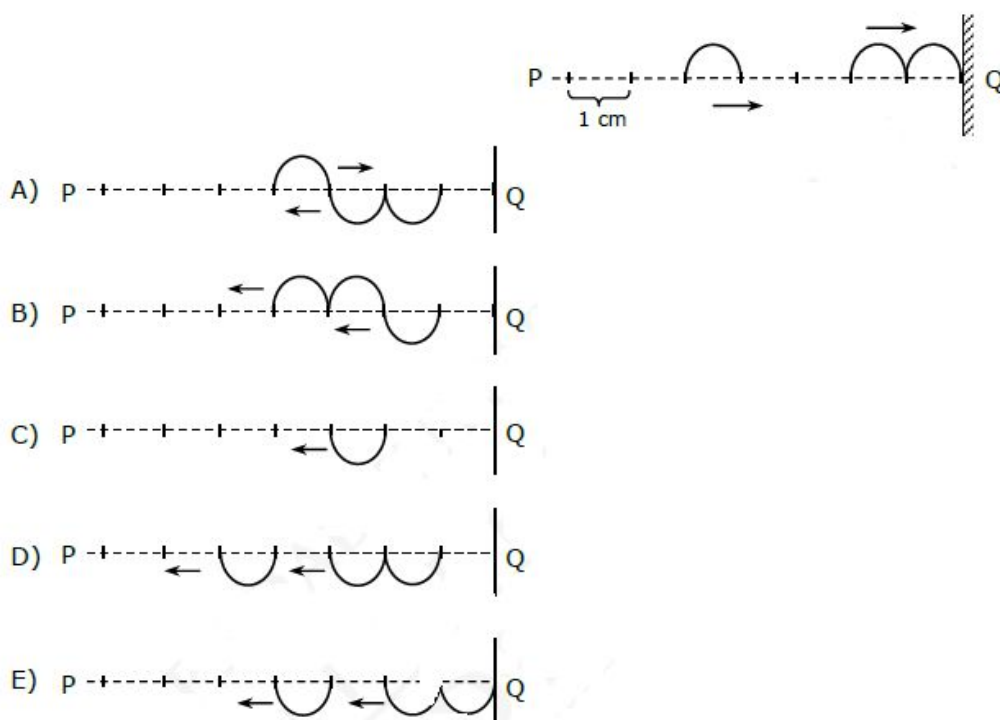
- A) M oiría el sonido con un nivel de intensidad mayor que N.
- B) M oiría el sonido más agudo que N.
- C) M oiría el sonido más grave que N.
- D) M y N oirían el sonido con igual tono.
- E) Para M el sonido tendría menor duración que para N.



5. Con respecto al rango de audibilidad que tiene una persona, se presentan varias afirmaciones, elija la correcta

- A) un sonido de 0,5 hz puede ser percibido si se aumenta su intensidad.
- B) ultrasonido significa que el sonido que percibe, viaja más rápido.
- C) una persona a lo largo de toda su vida podrá percibir sonidos de 20.000 hz.
- D) el infrasonido es muy usado en medicina para realizar exámenes de detección.
- E) el sonido con menor frecuencia que percibe una persona tiene una longitud de onda de 17 m en el aire, si $v=340$ m/s.

6. La figura muestra tres pulsos viajando hacia la derecha de la figura, si los pulsos son de igual amplitud y todos viajan a 3 cm/s, entonces después de un segundo se observará lo que muestra la alternativa



7. Una persona investiga la razón por la cual es posible quebrar una copa de cristal mediante la emisión de un sonido. Para estudiar el fenómeno decide variar la velocidad, la frecuencia y el volumen del sonido para lo cual piensa que los factores que pueden variar estas tres características son:

- I) aumentar el número de vibraciones en cada segundo para aumentar la velocidad de la onda.
- II) emitir al mismo tiempo dos señales de igual frecuencia, para así aumentar la frecuencia.
- III) emitir sonidos con mayor energía, para así lograr un aumento en el volumen.

De las creencias expresadas está(n) **equivocada(s)**

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



COLEGIO MONTE DE ASIS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
TERCERO MEDIO COMÚN.
PROF. ALEJANDRO LADINO SILVA

8. La figura muestra el perfil de una onda estacionaria producida en la cuerda de un instrumento, respecto a ella es correcto decir que corresponde al



- A) cuarto armónico ya que tiene tres antinodos.
- B) segundo armónico, es decir tiene dos antinodos.
- C) tercer armónico, es decir tiene tres nodos.
- D) sexto armónico ya que tiene 6 vientres.
- E) tercer armónico ya que tiene tres vientres.

9. De las siguientes alternativas, elija aquella que **no** sirve para disminuir la reverberación en una casa

- A) poner muebles de madera.
- B) alfombrar.
- C) poner cortinas.
- D) poner plantas.
- E) poner piso de baldosas.

10. Respecto al sonido es **FALSO** que

- A) en general viaja más rápido en medios más densos.
- B) al cambiar la temperatura del aire cambiara la velocidad.
- C) no es posible polarizarlo.
- D) en el aire se propaga por compresión y rarefacción de las partículas del medio.
- E) es una onda bidimensional.

11. 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

12. Una cuerda tensa se hace vibrar de modo que en ella se forman ondas estacionarias que viajan con una rapidez de 20 m/s. Si la distancia entre dos nodos consecutivos es de 2 cm, ¿cuál es la frecuencia de las ondas que se superponen en esta cuerda?

- A) 2.000,000 Hz
- B) 500,000 Hz
- C) 50,000 Hz
- D) 0,500 Hz
- E) 0,002 Hz



13. En una zona donde el sonido viaja a 380 m/s, una persona escucha de vuelta el sonido que emitió frente a un acantilado. La mínima distancia, respecto al acantilado, a la que debe pararse esta persona, para percibir eco es

- A) 20 m
- B) 19 m
- C) 17 m
- D) 16 m
- E) 15 m

14. Un sonido de 100 Hz viaja en el aire con una rapidez de 340 m/s. Si en un instante la fuente sonora emite sonidos con el doble de frecuencia, entonces

- I) su nueva rapidez será 680 m/s.
- II) su nueva longitud será 1,7 m.
- III) su nuevo período será 0,05 s.

Es (son) correcta (s)

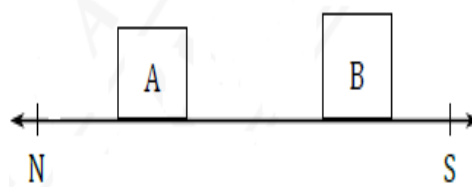
- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) I, II y III.

15. Un niño que está parado frente a un acantilado, emite un sonido, el cual se refleja. Si en ir y volver el sonido se demoró 0,8 [s] y la rapidez del sonido en el aire es de 340 [m/s], ¿a qué distancia se encuentra el niño del acantilado?

- A) 1.360,0 [m]
- B) 272,0 [m]
- C) 136,0 [m]
- D) 27,2 [m]
- E) Ninguna de las anteriores.

16. En la figura se muestran dos cuerpos, A y B, que pueden moverse sobre un mismo camino horizontal. A emite un sonido de frecuencia f . Para las velocidades de A y B respecto del camino, ¿cuál de las siguientes situaciones permite que B capte el sonido que emite A con una frecuencia menor que f , en el instante que muestra la figura?

- | | velocidad de A | velocidad de B |
|----|-----------------------|-----------------------|
| A) | 30 m/s hacia S | 20 m/s hacia S |
| B) | 30 m/s hacia N | 20 m/s hacia N |
| C) | cero | 20 m/s hacia N |
| D) | 20 m/s hacia S | cero |
| E) | 30 m/s hacia N | 30 m/s hacia N |



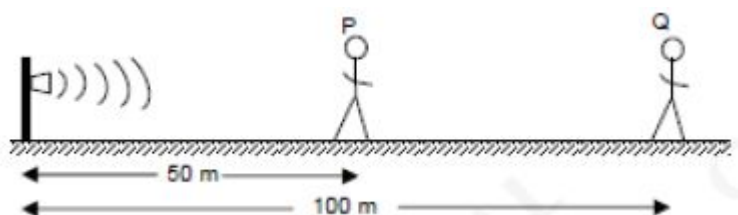


17. Una onda sonora se propaga en un medio elástico, recorriendo una distancia de 60 m en 12 s. Si cada 6 s se producen 3 ciclos, entonces se puede afirmar correctamente que

- I) la rapidez de la onda sonora es de 5 m/s.
- II) la frecuencia de la onda es de 0,5 Hz.
- III) la longitud de onda, de la onda sonora es 10 m.

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

18. Dos personas, P y Q, están paradas a 50 m y 100 m, respectivamente, de una sirena que emite un sonido armónico.



El sonido que escuchan P y Q, tienen la misma

- I) frecuencia.
- II) intensidad.
- III) longitud de onda.

Es (son) correcta(s)

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

19. La tabla muestra la rapidez del sonido para tres materiales distintos. Se hace vibrar un diapasón y se toca el extremo de cada una de ellos, de modo que el sonido se propague por el interior de cada uno de dichos materiales. Al comparar los sonidos que llegan al otro extremo de las barras, se escuchará

Material	Velocidad (m/s)
Ladrillo	3700
Cobre	3960
vidrio	5500

- A) El sonido más agudo en la barra de Cobre.
- B) Un sonido de igual tono en los tres materiales.
- C) El sonido más grave en el vidrio.
- D) El sonido más grave en el ladrillo y el más agudo en el vidrio.
- E) El sonido más grave en el ladrillo y más agudo en el vidrio y en la barra de cobre.



20. Un flautista emite tres notas musicales distintas, LA, RE y MI, es decir, notas musicales con frecuencias distintas. Si a **340** (metros) de distancia se encuentra Josefa escuchando, es correcto afirmar que por ser notas de frecuencias distintas

- I) Viajan a distintas velocidades por el aire.
 - II) Tienen distintas longitudes de onda.
 - III) Si ingresan a otro medio, sus frecuencias cambiarán.
- A) Sólo I.
B) Sólo II.
C) Sólo III.
D) Sólo I y II.
E) I, II y III.

Pregunta	Alternativa	Pregunta	Alternativa
1	E	11	B
2	C	12	B
3	C	13	B
4	D	14	B
5	E	15	C
6	C	16	B
7	D	17	E
8	E	18	D
9	E	19	B
10	E	20	B