Física General II

Trabajo Práctico 10: Ondas (II)

1. Una columna de soldados marcha a 100 pasos por minuto, manteniendo el ritmo con la música de una banda que avanza a la vanguardia. En dos monitores de TV puede verse simultáneamente a los miembros de la banda y a los soldados de la retaguardia. En un dado instante el operador observa con sorpresa que éstos últimos están avanzando con el pie izquierdo, mientras que los de la banda lo hacen con el pie derecho. ¿Qué longitud aproximada tiene la columna? (Suponer condiciones normales de presión y temperatura).

2. Una onda sonora armónica cuya frecuencia es de 1 kHz tiene una amplitud de sobrepresión de aproximadamente 10^{-4} atm. La onda se propaga en el aire por un tubo largo y estrecho lleno de aire, donde la presión es de 1 atm y la temperatura de 20 °C.

   (a) En un dado instante inicial ($t = 0$) la sobrepresión es máxima en cierto punto $x = x_1$. ¿Cuál es, en ese instante, el desplazamiento de las partículas de aire correspondientes al punto x_1?

   (b) Calcular la longitud de onda de esta onda armónica.

   (c) Calcular la amplitud de la onda de desplazamiento para una partícula cualquiera.

   (d) Hallar el valor del desplazamiento y de la sobredensidad para $x = x_1$ cuando $t = 3 \times 10^{-4}$ s.

   (e) Calcular la intensidad de esta onda sonora en $x = x_1$. ¿Es constante la intensidad a lo largo del tubo? ¿Qué ocurriría con la intensidad si la onda se propagara en todo el espacio?

   (f) ¿Cambiarán las respuestas a los ítems (b), (c) y/o (e) si (a igual presión y temperatura) el gas que ocupa el tubo es H_2 en lugar de aire?

3. Una varilla delgada de acero de 4×10^{-3} m de diámetro está forzada a transmitir ondas longitudinales mediante un oscilador acoplado a uno de sus extremos. La amplitud de las oscilaciones es de 10^{-4} m y su frecuencia es de 10 oscilaciones por segundo.

   (a) Calcular la velocidad de propagación y la longitud de las ondas. ¿Puede decirse que estas son ondas "sonoras"?

   (b) Calcular el flujo medio de energía por unidad de tiempo a través de cualquier sección transversal de la varilla. ¿Cuál es la potencia necesaria para operar el oscilador?

4. Un altavoz emite ondas sonoras con una potencia media de 50 W.

   (a) Calcular la intensidad de las ondas a una distancia de 3 m de la fuente.

   (b) Determinar la distancia mínima a la que debe encontrarse un receptor para que el nivel de sonido en su posición sea menor que 90 dB.

5. Una onda sonora de 250 Hz alcanza en cierto punto el umbral de audición, que corresponde aproximadamente (para esa frecuencia) a un nivel de sonido de 10 dB.

   (a) Hallar en este punto la amplitud de sobrepresión y de desplazamiento de la onda, si ésta se propaga en el aire a 20 °C de temperatura y 1 atm de presión.

   (b) Ídem (a) para el caso en que la intensidad en el punto considerado alcanza el umbral de dolor, de aproximadamente 120 dB.

6. Dos fuentes sonoras A y B idénticas, separadas 5 m, emiten en fase ondas sonoras armónicas con una frecuencia de 343 Hz. Definir un plano xy que contenga a las fuentes, y encontrar en ese plano las coordenadas de los puntos distantes 7 m de la fuente A en los que un observador percibirá máximos de intensidad sonora. Utilizar coordenadas polares, tomando como origen el punto donde se encuentra la fuente A.

7. Para afinar su violín, un violinista afina primero la cuerda La con el tono de 440 Hz. Luego toca con el arco simultáneamente las cuerdas La y Mi (que debe afinarse a 660 Hz), detectando una frecuencia de batido de 3 Hz que aumenta si se incrementa la tensión en esta segunda cuerda.

   (a) ¿Cuál es la frecuencia de la cuerda Mi en este violín?

   (b) Si la tensión de la cuerda Mi es de 80 N cuando se produce el batido, determinar la tensión adecuada para obtener el tono correcto de 660 Hz.

8. El intervalo normal de frecuencias audibles para los humanos está comprendido entre 20 Hz y 20000 Hz. ¿Cuál es la mayor longitud de un tubo de órgano cuya nota fundamental se encuentre dentro de este intervalo si se trata de un tubo (a) cerrado en un extremo y (b) abierto en ambos extremos?

9. (a) Probar que si la temperatura T del aire varía en una pequeña cantidad ΔT, la frecuencia fundamental f de un tubo de órgano varía aproximadamente en Δf, donde $\Delta f/f = \Delta T/(2T)$.

   (b) Si la frecuencia fundamental de un tubo de órgano cerrado por un extremo es 200 Hz cuando la temperatura es de 20 °C, calcular la frecuencia fundamental cuando T aumenta a 30 °C. De acuerdo con esto, ¿es preferible construir tubos con materiales que se dilaten sustancialmente ante incrementos de temperatura, o con materiales con un bajo coeficiente de dilatación térmico?

10. El nivel del agua en un aljibe se encuentra a 14 m por debajo de la superficie abierta del mismo. Determinar las tres frecuencias audibles más bajas con las que puede resonar este pozo.

11. Un observador viaja en un automóvil a 90 km/h aproximándose a un silbato estacionario. Calcule el cambio porcentual de la frecuencia que percibe el observador comparada con la frecuencia emitida.

12. Un tren viaja con una rapidez de 30 m/s respecto del suelo en un día no ventoso, cuando el silbato de la locomotora emite un sonido de 500 Hz.

    (a) Calcular la frecuencia y la longitud de las ondas sonoras percibidas por un observador en reposo situado delante y detrás de la locomotora.

    (b) Un vehículo viaja delante del tren con una velocidad de 15 m/s por una carretera ubicada junto a la vía. ¿Qué frecuencia percibe su conductor al escuchar el silbato, antes y después de que el tren pase por delante del vehículo?

    (c) ¿Cómo se modificarían los resultados anteriores si soplara un viento de 9 m/s en el mismo sentido en el que se mueve la locomotora?

13. Los murciélagos tienen poca agudeza visual, pero pueden localizar presas u obstáculos emitiendo ondas sonoras. Considerar la situación en la que un murciélago persigue a una mosca, ambos moviéndose sobre una misma recta en ausencia de viento. La mosca viaja con una rapidez de 2.5 m/s mientras que el murciélago vuela a 13 m/s, emitiendo ultrasonidos con una frecuencia de 55 kHz.

    (a) Determinar la frecuencia del sonido recibido por la mosca.

    (b) Determinar la frecuencia de batido que detecta el murciélago debido a la interferencia entre el sonido emitido y el reflejado.

Simulaciones: recomendamos ejecutar y discutir con los docentes la simulación "Interferencia", que puede descargarse desde la página web de la materia.

Algunos resultados: 1) $L \simeq 200$ m; 2a) $s = 0$; 2b) $\lambda = 34.3$ cm; 2c) $s_m = 3.9 \times 10^{-6}$ m; 2d) $s = 3.7 \times 10^{-6}$ m, $\Delta\rho = -2.7 \times 10^{-5}$ kg/m^3; 2e) $I = 0.124$ W/m^2; 3a) $v = 5000$ m/s, $\lambda = 500$ m; 3b) $I = 790$ W/m^2, $\langle \text{Pot} \rangle = 10^{-2}$ W; 4a) $I = 116$ dB; 4b) $d = 63$ m; 5a) $\Delta P_m = 0.9 \times 10^{-9}$ atm, $s_m = 1.4 \times 10^{-10}$ m; 5b)$\Delta P_m = 2.8 \times 10^{-4}$ atm, $s_m = 0.045$ mm; 6) para los puntos más lejanos de B se tiene $\theta = 180°$, $132°$ y $112°$ (θ medido a partir del segmento que une a las fuentes); 7a) $f = 443$ Hz; 7b) $T = 178$ N; 8a) $L = 4.3$ m; 8b) $L = 8.6$ m; 9b) $f_1 = 203.4$ Hz; 10) $f_1 = 26.4$ Hz, $f_2 = 79.3$ Hz, $f_3 = 132$ Hz; 11) f se incrementa en un 7.3%; 12a) $f_1 = 548$ Hz, $f_2 = 460$ Hz; 12b) $f_a = 524$ Hz, $f_d = 480$ Hz; 13a) $f = 56.7$ Hz; 13b) $f' = 3.4$ Hz.