
Guía de problemas capítulo 5

1. Objetivos

1. Ondas estacionarias y los instrumentos musicales. Resonancia.
2. Difracción de Fraunhofer de rendijas 1D.
3. Difracción e interferencia entre fuentes.
4. Películas delgadas, pinturas y recubrimientos.
5. Otros efectos de borde.

2. Ondas Estacionarias

1. Un alambre de cobre que tiene un radio de $1,00 \text{ mm}$ y una longitud de $1,00 \text{ m}$ está sujeto por un extremo y tensionado por el otro con una fuerza de 10000 N . Hallar:
 - a) La frecuencia fundamental y la de los dos primeros armónicos.
 - b) Las longitudes de onda correspondientes.
 - c) Hacer el gráfico del estado de vibración del alambre en cada caso.
 - d) Escribir la ecuación que describe las ondas estacionarias para cada frecuencia. $\delta_{Cu} = 8,4 \text{ g/cm}^3$
2. Una cuerda de longitud L tensa se encuentra libre de vibrar por uno de sus extremos y sujeta firmemente por el otro. Especifique la longitud de onda de los tres primeros modos de oscilación de la misma. ¿Cómo se puede realizar prácticamente una cuerda tensa y libre por otro extremo?
3. Por el interior de un tubo de longitud L lleno de aire viaja un sonido de longitud de onda λ . El tubo se encuentra cerrado por uno de sus extremos. Aplicar las condiciones de frontera y hallar las longitudes de onda que pueden existir en este tubo. Resolver nuevamente el ejercicio para un tubo abierto por los dos extremos.
4. Un tubo cuya longitud es de $0,60 \text{ m}$ está:
 - a) abierto en ambos extremos, y
 - b) cerrado en uno y abierto en otro.Hallar la frecuencia fundamental, el primer y segundo armónico si la velocidad del sonido en el aire es 340 m/s .
5. Un diapasón de frecuencia 256 Hz se coloca frente al extremo abierto de un tubo, como se ilustra en la Fig. 1. La longitud de la columna de aire se puede variar moviendo el recipiente A hacia arriba o hacia abajo con lo cual se desplaza el nivel de la superficie del agua. Hallar las longitudes de las tres primeras columnas de aire que están en resonancia con el

diapasón. Hacer un esquema donde se muestre la posición de los nodos y de los antinodos (vientres). Indicar la distribución de amplitud a lo largo del tubo. Considere la velocidad del sonido $c = 340 \text{ m/s}$.

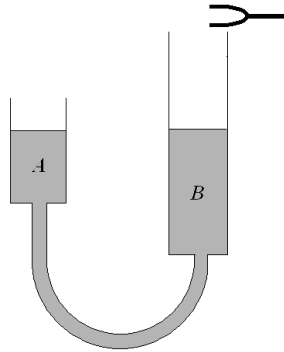


Figura 1.

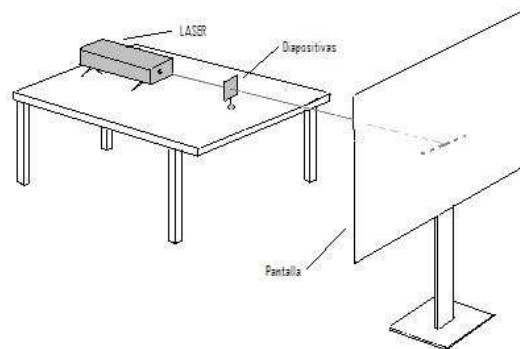
6. Dos fuentes sonoras vibran con la misma frecuencia y en fase, emitiendo ondas de frecuencia 680 Hz . Las fuentes están separadas $0,75 \text{ m}$. La velocidad del sonido en el aire es $c = 340 \text{ m/s}$. Hallar las posiciones de mínima intensidad en la línea que une ambas fuentes.

3. Difracción de Fraunhofer

7. Demuestre que para una abertura cuadrada de lado $2a$, o bien para una abertura circular de radio a , se considera que un observador que esté con ángulo cero con la abertura es lejano, si se cumple que $D \gg a^2/\lambda$. Nota: la demostración se basa en que un observador lejano con ángulo cero siempre recibe un máximo, y por lo tanto la diferencia de fase entre la contribución de la periferia de la abertura y la contribución del centro de la abertura es casi nula ($\Delta\varphi \ll \pi$). Se recomienda usar desarrollo de Taylor.
8. Ondas planas de longitud de onda $\lambda = 2 \text{ cm}$ que viajan en el fluido de una cuba de ondas, chocan contra una barrera que tiene un orificio de 6 cm . ¿Para qué ángulos se producen los dos primeros mínimos de difracción?
9. Una luz de $\lambda = 600 \text{ nm}$ incide sobre una rendija larga y estrecha. Hallar el ángulo del primer mínimo de difracción si la anchura de la rendija es:
 - a) 1 mm ;
 - b) $0,1 \text{ mm}$;
 - c) $0,01 \text{ mm}$.
10. Un haz de microondas planas incide sobre una rendija larga de 5 cm de ancho. Se observa el primer mínimo de difracción para $\theta = 37^\circ$. ¿Cuál es la longitud de onda del haz de microondas?

4. Interferencia y Difracción

11. Se observa un diagrama de difracción-interferencia producido por dos rendijas de ancho a , separadas $0,1 \text{ mm}$, iluminadas con luz de longitud de onda 500 nm . Hallar a si se observa que el quinto máximo de interferencia está ausente, es decir, coincide con el primer mínimo de difracción. ¿Cuántas franjas brillantes se verán en el máximo central de difracción?
12. Se hace incidir normalmente luz procedente de un láser sobre tres rendijas estrechas e igualmente espaciadas. Cuando se cubre una de las rendijas de los extremos, el máximo de primer orden se encuentra situado a $0,6^\circ$ respecto de la normal. Si se cubre la rendija central dejando las otras dos abiertas, calcular:
 - a) el ángulo del máximo de primer orden
 - b) el número de orden del máximo que en estas condiciones se produce con el mismo ángulo que lo hacía anteriormente el máximo de cuarto orden.
13. Se desea medir la longitud de onda que emite un diodo láser de 5 mW , para ello se arma un banco, como el de la figura, que dispone de una diapositiva que posee 300 rendijas/mm y el patrón de interferencia-difracción se proyecta en una pantalla ubicada a 3 m de la diapositiva. Si se mide una distancia de $48,5 \text{ cm}$ entre el máximo central y el primer máximo lateral visible (máximo de interferencia). ¿Cuál es la longitud de onda del haz?



14. Se observa un diagrama de difracción-interferencia producido por tres rendijas de ancho a , separadas una distancia d , iluminadas con luz de longitud de onda 633 nm que se proyecta sobre una pantalla ubicada a 5 m de las rendijas. Hallar a y d si se observa que el sexto máximo de interferencia coincide con el primer mínimo de difracción y el ángulo para el que ocurre este fenómeno es de $1^\circ 44' 30''$.

5. Películas delgadas

15. Una película de jabón, en un aro para hacer pompas, presenta una fuerte reflexión a la luz amarilla de $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$ en el aire. Suponga que existe

incidencia normal.

- a) ¿Cuál es la longitud de onda de la luz en la película.
 - b) ¿Cuáles son los valores probables del espesor de la película? El índice de refracción de la película es $n_L = 1,33$.
16. Se forma una cuña de aire entre dos láminas planas de vidrio mediante la introducción del borde de una hoja de papel en uno de los lados de las láminas. Observado el sistema por transmisión de luz monocromática de longitud de onda $\lambda = 500 \text{ nm}$, se cuenta un total de 400 franjas brillantes desde el borde de la cuña hasta el borde del papel. Halle el espesor de la hoja de papel.
 17. El diámetro de hilos finos puede medirse muy exactamente mediante diagramas de interferencia. Se disponen dos láminas exactamente planas de vidrio de longitud $L = 20 \text{ cm}$, junto con el hilo en la forma indicada en la Fig. 2. El montaje se ilumina con luz monocromática de $\lambda = 590 \text{ nm}$ y se detectan 19 franjas de interferencia brillantes. Determinar el diámetro del hilo.

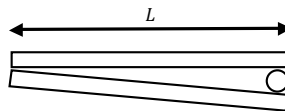


Figura 2.

6. Otros efectos de borde

18. A una línea de transmisión, de $Z_0 = 75 \Omega$ y de 10m de longitud, se le conecta una batería de 15V, en serie con una llave, en el lado izquierdo ($x = 0$). La línea alimenta una carga $R_L = 50 \Omega$ en el lado derecho ($x = 10\text{m}$). La velocidad de propagación en la línea es $c = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. En $t = 0$ se cierra la llave. Grafique $v(x)$ e $i(x)$ en los siguientes instantes:
 - a) $t = 30 \text{ ns}$
 - b) $t = 70 \text{ ns}$
 - c) $t = 130 \text{ ns}$