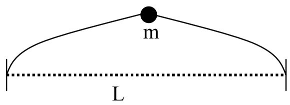
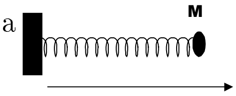
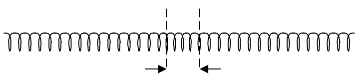
1. Encuentre los modos normales de la cuerda ilustrada en la figura, que está sujeta fija en sus extremos y tiene una masa sujetada en el centro.



2. Un resorte apoyado horizontalmente sin rozamiento y fijo en un extremo, tiene una masa M en el otro extremo. Calcule los modos normales de oscilación longitudinal.

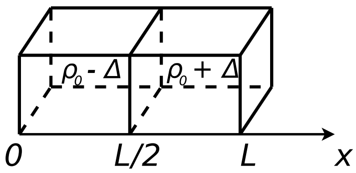


3. Un resorte con extremos libres es comprimido inicialmente un 5 % en su 10 % central y se lo suelta. Escriba las condiciones iniciales, halle su descomposición en modos normales y escriba la solución para todo tiempo. Demuestre que la solución es periódica (¿con qué periodo?) * Dibuje (con ayuda de una computadora) la solución para 10 tiempos distintos dentro de un periodo.



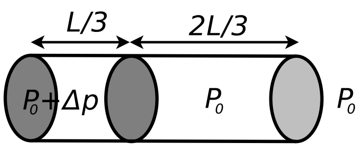
4. Se establece una onda sonora estacionaria en el interior de un tubo de 5 cm de diámetro y 1 m de longitud. Si se la excita en el modo más bajo con una presión pico de $10^{-7}\,\mathrm{N/cm^2}$, calcule el desplazamiento pico y el cambio de densidad pico, así como la energía total contenida en la onda confinada en el tubo. Haga el cálculo para el tubo cerrado y para el tubo abierto en un extremo. Compare ese desplazamiento con la distancia media entre moléculas en el aire. Nota: el ejemplo dado corresponde a un sonido apenas audible.

5. En un tubo de longitud L cerrado en ambos extremos se intercala en su mitad un tabique. A un lado el gas tiene densidad $\rho_0 - \Delta$ y del otro $\rho_0 + \Delta$ (considere $\Delta \ll \rho_0$). Todo el gas se encuentra en reposo. A $t = 0$ se quita el tabique y se deja evolucionar al sistema. Datos: ρ_0, Δ, L y v_{sonido}.

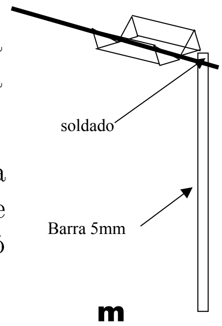


   a) Escriba la expresión para un modo normal $\Psi_n(x,t)$ en el tubo, imponiendo las condiciones de contorno. ¿Cuáles son las longitudes de onda permitidas? (Ψ es el desplazamiento de los elementos del gas).
   b) Escriba la expresión de $\rho(x,0)$ y de $\Psi(x,0)$; grafíquelas. Sugerencia: hallar $\Psi(x,0)$ a partir de $\rho(x,0)$ usando las condiciones de contorno.
   c) Usando las condiciones iniciales, halle $\Psi(x,t)$. Calcule $\rho(x,t)$.

6. Se tiene un tubo dividido en dos regiones separadas por un tabique. En una de ellas se tiene una presión $P = P_0 + \Delta p$ (constante). La otra región está abierta a la atmósfera, teniendo presión P_0. A $t = 0$ se remueve el tabique. Hallar $\delta p(x,t)$, $\Psi(x,t)$ y $\delta\rho(x,t)$. Datos: P_0, $\Delta p \ll P_0$, L, γ y v_{sonido}.

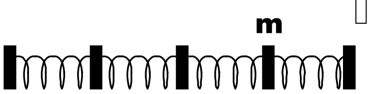


7. * Una barra cuelga soldada a un alambre de torsión (similar al caso del ejercicio de la guía 2) con el otro extremo libre para girar. Encuentre los modos de torsión del alambre. Repita el cálculo para el extremo del alambre fijo.

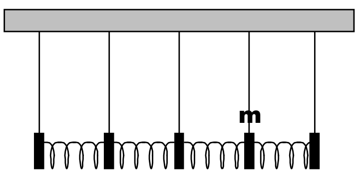


8. * Utilizando el resultado anterior y consideraciones de simetría resuelva el ejercicio 1 de la guía 2 teniendo en cuenta las ondas de torsión que se propagan por el alambre. Compare los modos mas bajos con la solución hallada para el mencionado caso en que se consideró como de dos grados de libertad.

9. Para este sistema de masas acopladas por resortes. Halle la ecuación de ondas de las oscilaciones longitudinales y transversales despreciando la masa de los resortes. Encuentre la relación de dispersión para este sistema y grafíquela.



10. Se tiene un sistema de péndulos acoplados longitudinalmente por resortes. Halle la ecuación de ondas correspondiente a las oscilaciones longitudinales y transversales despreciando la masa de los resortes. Encuentre la relación de dispersión para este sistema y grafíquela.



11. Para el problema anterior resuelva para el caso en que las $\omega < \omega_{\text{mín}}$ o $\omega > \omega_{\text{máx}}$. Para ello proponga una solución del tipo $A_n = A\mathrm{e}^{\pm kan}$, y encuentre la nueva relación entre ω y su correspondiente k complejo.