- **Problemas**

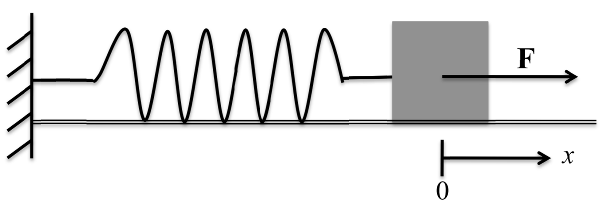
1. Considere el resorte de la figura 1 y suponga que en el extremo derecho se le aplica una fuerza en la dirección positiva del eje x de magnitud 6 N, 9 N, 12 N, 15 N y 18 N, y que el estiramiento resultante del resorte bajo la acción de esta fuerza es de 1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 2.5 cm y 3.0 cm respectivamente.

   a) Haga una gráfica de la fuerza aplicada en función de la longitud que se estiró el resorte en cada caso y diga si el resorte obedece la ley de Hooke. En caso afirmativo determine la constante del resorte k.

   b) Suponga que el mismo resorte se suspende verticalmente del techo de una habitación y que del extremo libre se cuelga una masa m_1 que provoca que el resorte se estire 2.7 cm. Determine el valor de m_1.

   c) Discuta la validez de la ley Hooke si del mismo resorte se suspende una masa $m_2 = 100$ kg.

Figura 1



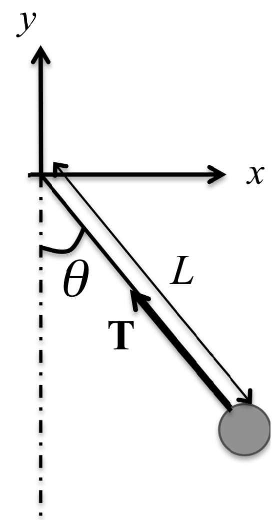
2. Considere una partícula de masa m suspendida de un hilo de longitud L cuya masa es despreciable. El sistema descrito se ilustra en la figura y es conocido como péndulo simple.

   a) Haga un diagrama de cuerpo libre para la masa m y realice el análisis de fuerzas correspondiente para cada una de las direcciones del sistema de coordenadas cartesianas mostrado en la figura. Aplique la segunda ley de Newton en cada una de estas dos direcciones por separado para obtener las ecuaciones de movimiento del péndulo.

   b) Utilizando también el sistema de coordenadas cartesianas mostrado en la figura, escriba la posición x y y de la masa m en función del ángulo θ y la longitud del hilo L. A continuación, obtenga las primeras (dx/dt, dy/dt) y segundas derivadas (d^2x/dt^2, d^2y/dt^2) de cada componente. Recuerde utilizar la regla de la cadena considerando que el ángulo es una función del tiempo $\theta(t)$. Sustituya estas expresiones en las ecuaciones para las componentes de la fuerza que se obtuvieron en el inciso anterior.

   c) Observe que multiplicando las últimas ecuaciones obtenidas en el inciso anterior por $\cos\theta$ y $\operatorname{sen}\theta$ respectivamente es posible eliminar la tensión T. La ecuación resultante es la ecuación de movimiento del péndulo simple.

d) Compruebe que para ángulos pequeños la ecuación diferencial es la misma que la que se obtiene a partir de la ley de Hooke, es decir, ángulos pequeños significa que $\operatorname{sen}\theta$ se puede aproximar por θ. Verifique que para $\theta \sim 15$ radianes la aproximación es correcta.



3. Realice una determinación experimental de la aceleración de la gravedad g realizando mediciones del periodo de oscilación T de un péndulo como función de la longitud del brazo del péndulo ℓ.

a) Construya un péndulo simple con un pedazo de hilo o cuerda y algún peso como una tuerca de suficiente tamaño para mantener la cuerda o hilo tenso.

b) Teniendo cuidado de mantenerse dentro del límite de oscilaciones pequeñas, relice la medición del promedio del periodo de oscilación para 10 o más oscilaciones. Cuanto mayor sea el número de oscilaciones mayor será la precisión con la que se podrá determinar el periodo.

c) Repita este proceso para varias longitudes del péndulo y realice una gráfica de los periodos registrados versus la longitud correspondiente. Verifique que la siguiente dependencia se cumple:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad \wedge \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\Longrightarrow \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

d) Tome el logaritmo natural de los valores de pendiente y de longitud del péndulo y realice una nueva gráfica con los valores resultantes. Verifique que la tendencia es una línea recta y determine la aceleración g a partir del ajuste lineal de los datos.