



X OLIMPIADA CENTROAMERICANA Y DEL CARIBE DE FÍSICA

T3-1
soluciones

Solución problema 3

Datos:

- Masa, $m = 10.0 \text{ g}$
- Constante del resorte, $k = 20.0 \text{ N/m}$
- Aceleración gravitacional, $g = 9.80 \text{ m/s}^2$
- Longitud del contenedor, $L = 50.0 \text{ cm}$

a) Análisis en Plano Inclinado (“Aceleración Fantasma”)

Explicación: Cuando el vehículo está en reposo sobre un plano inclinado, la fuerza de gravedad tiene una componente paralela a la rampa que actúa sobre el bloque. Esta componente ($mg \sin \theta$) estira el resorte hasta que su fuerza restauradora (kx) la equilibra. El dispositivo, sin saber que la causa del desplazamiento es la gravedad y no una aceleración inercial, interpreta este desplazamiento x como si fuera una aceleración real.

Cálculo: En equilibrio, la suma de fuerzas paralelas a la rampa es cero:

$$F_{\text{resorte}} - F_{\text{gravedad}, \parallel} = 0$$

$$kx = mg \sin \theta$$

El desplazamiento que se produce es $x = \frac{mg \sin \theta}{k}$.

El dispositivo usa su calibración ideal $a = \frac{k}{m}x$ para dar la lectura:

$$a_{\text{fantasma}} = \frac{k}{m} \left(\frac{mg \sin \theta}{k} \right) = g \sin \theta$$

Sustituyendo los valores:

$$a_{\text{fantasma}} = (9.80 \text{ m/s}^2) \sin(15.0^\circ) \approx (9.80)(0.2588)$$

$$a_{\text{fantasma}} \approx 2.54 \text{ m/s}^2$$



b) Análisis del Efecto de la Fricción

T3-2
soluciones

i. Zona Muerta (Aceleración Mínima): Para que el bloque comience a moverse, la fuerza inercial que experimenta (ma) debe ser, como mínimo, igual a la fuerza de fricción estática máxima ($f_{s,max}$). La fuerza normal N sobre el bloque es mg .

$$f_{s,max} = \mu_s N = \mu_s mg$$

La fuerza que impulsa el movimiento relativo del bloque es $F_{inercial} = ma_{min}$. Para iniciar el movimiento:

$$ma_{min} = f_{s,max} = \mu_s mg$$

$$a_{min} = \mu_s g$$

$$a_{min} = (0.150)(9.80 \text{ m/s}^2) = 1.47 \text{ m/s}^2$$

Cualquier aceleración real por debajo de este valor no producirá ningún desplazamiento y el dispositivo leerá 0 m/s^2 .

ii. Lectura con Fricción Cinética: Cuando el vehículo acelera a $a_{real} = 5.00 \text{ m/s}^2$, el bloque se desplaza una distancia x . Las fuerzas que actúan sobre el bloque para que este acelere junto al vehículo son la del resorte (kx) y la de fricción cinética ($f_k = \mu_k mg$), que se opone al estiramiento del resorte. Aplicando la Segunda Ley de Newton al bloque:

$$F_{neta} = F_{resorte} - f_k = ma_{real}$$

$$kx - \mu_k mg = ma_{real}$$

Despejamos el desplazamiento x :

$$x = \frac{m(a_{real} + \mu_k g)}{k}$$

$$x = \frac{0.0100 \text{ kg}(5.00 \text{ m/s}^2 + (0.100)(9.80 \text{ m/s}^2))}{20.0 \text{ N/m}}$$

$$x = \frac{0.0100(5.00 + 0.98)}{20.0} = \frac{0.598}{20.0} = 0.0299 \text{ m}$$

El desplazamiento real es $x = 0.299 \text{ cm}$.



Ahora, calculamos la lectura que da el dispositivo usando su calibración ideal (errónea en este caso):

T3-3
soluciones

$$a_{leída} = \frac{k}{m} x = \frac{20.0 \text{ N/m}}{0.0100 \text{ kg}} (0.00299 \text{ m})$$

$$a_{leída} = 5.98 \text{ m/s}^2$$

El dispositivo reporta una aceleración mayor a la real debido a que el resorte debe estirarse más para compensar la fricción además de proveer la fuerza para la aceleración.

c) Análisis de las Oscilaciones (“Lecturas Locas”)

Explicación: Un frenado brusco es una aceleración de signo contrario. Cuando esta aceleración cesa y el vehículo queda en reposo o a velocidad constante, la posición de equilibrio del bloque vuelve a ser el centro del contenedor. Sin embargo, en el instante en que cesa el frenado, el bloque se encuentra desplazado (comprimido). Al desaparecer la fuerza inercial que lo mantenía en esa posición, la única fuerza neta es la del resorte, que actúa como una fuerza restauradora, iniciando un Movimiento Armónico Simple (MAS) alrededor de la posición de equilibrio central. Las “lecturas locas” son la representación de este movimiento oscilatorio.

Cálculo de la Frecuencia: La frecuencia de un sistema masa-resorte solo depende de sus propiedades intrínsecas (m y k). El período T es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.0100 \text{ kg}}{20.0 \text{ N/m}}} \approx 0.140 \text{ s}$$

La frecuencia f es el inverso del período:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.140 \text{ s}}$$

$$f \approx 7.14 \text{ Hz}$$