

---

## **Capítulo 5**

### **Oscilaciones**

---

9 Problemas de selección - página 77  
(soluciones en la página 120)

6 Problemas de desarrollo - página 82  
(soluciones en la página 121)



**Sección 5.A****Problemas de selección**

---

**159.** Una partícula realiza un movimiento armónico simple unidimensional tal que su posición en función del tiempo es  $x(t) = A \cos(\omega t + \delta)$ . Si  $x(0) = A/2$  y  $\dot{x}(0) > 0$  entonces su fase inicial es

- A) distinta a las otras 4 opciones.
- B)  $\delta = +\pi/6$
- C)  $\delta = +\pi/3$
- D)  $\delta = -\pi/6$
- E)  $\delta = -\pi/3$

---

**160.** Si se duplica la amplitud de un movimiento armónico simple unidimensional, la energía cinética máxima del sistema

- A) se cuadruplica.
- B) se duplica.
- C) disminuye a la mitad.
- D) puede no variar.
- E) no cumple con ninguna de las otras 4 opciones.

**161.** Considere dos sistemas masa-resorte apoyados sobre una superficie horizontal, lisa y con resortes idénticos. Una de las masas es  $m_1$  y la otra es  $m_2$  con  $m_2 > m_1$ . Las siguientes afirmaciones comparan los movimientos de las dos masas, diga cuál es **falsa**.

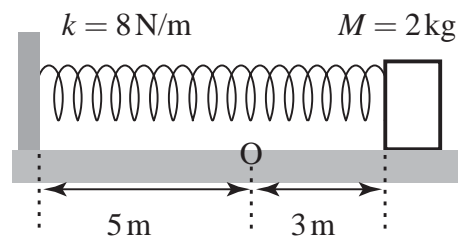
- A) Cuando tienen la misma velocidad, la menor energía cinética la tiene  $m_1$ .
- B) Cuando los resortes tienen la misma compresión, ambas masas tienen la misma energía potencial.
- C) Si se comprimen ambos resortes una distancia  $\Delta x$  y se sueltan, ambas masas alcanzarán la misma velocidad máxima.
- D) El período de oscilación de  $m_2$  es mayor que el período de oscilación de la masa  $m_1$ .
- E) Si las amplitudes son iguales, las energías cinéticas máximas también son iguales.

**162.** La posición de una partícula que realiza un movimiento armónico simple unidimensional, viene dada por la expresión  $x = A \text{sen}(wt)$ . En el instante  $t = 3/8$  del período se cumple que

- A)  $x = +A\sqrt{2}/2$  y  $\dot{x} > 0$ .
- B)  $x = -A\sqrt{2}/2$  y  $\dot{x} < 0$ .
- C)  $x = -A\sqrt{2}/2$  y  $\dot{x} > 0$ .
- D)  $x = +A\sqrt{2}/2$  y  $\dot{x} < 0$ .
- E) ninguna de las otras 4 opciones es correcta.

**163.** En el instante  $t = 0$  un bloque de masa 2 kg se suelta del reposo respecto a Tierra y desde la posición mostrada en la figura. La superficie donde se apoya es lisa y horizontal. El resorte de constante elástica 8 N/m tiene su punto de equilibrio en O y está atado a la pared y al bloque. La distancia del bloque a la pared, en función del tiempo y en unidades del Sistema Internacional, es

- A)  $d(t) = 8 \cos(2t)$
- B)  $d(t) = 5 + 3 \cos(2t)$
- C)  $d(t) = 5 + 3 \cos(t/2)$
- D)  $d(t) = 3 \cos(2t)$
- E)  $d(t) = 8 \cos(t/2)$

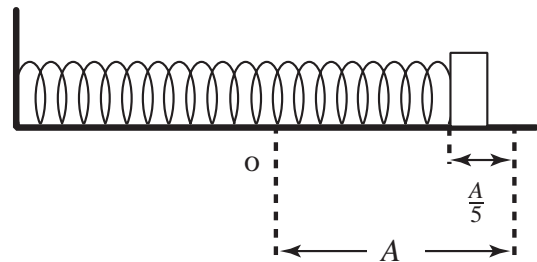


**164.** Con un resorte ideal, horizontal, apoyado en el piso y con un extremo fijo a una pared, se realizan 2 experiencias de movimiento armónico simple unidimensional. En ambas se ata un bloque en el extremo libre (en el punto de equilibrio) y con la misma velocidad inicial. En la primera experiencia el bloque tiene masa  $M$  y en la segunda masa  $2M$ . Entonces

- A) en ambos casos el período es el mismo, pero el de mayor masa tiene mayor amplitud.
- B) el movimiento de la masa más grande tiene amplitud y período mayores.
- C) ambos movimientos tendrán el mismo período y amplitud.
- D) el movimiento con mayor período tiene menor amplitud.
- E) en ambos casos la amplitud es la misma, pero el de masa mayor tiene mayor período.

**165.** Un bloque atado a un resorte oscila sobre una mesa horizontal lisa. El movimiento tiene amplitud  $A$ , y el punto de equilibrio del resorte está en  $o$ . Para el instante mostrado en la figura se cumple que el cociente entre la rapidez del bloque y su rapidez máxima,  $v/v_{\text{Máxima}}$ , es

- A)  $4/5$ .
- B)  $2\sqrt{6}/5$ .
- C)  $3/5$ .
- D)  $1/5$ .
- E)  $9/25$ .



**166.** Considere el movimiento armónico simple de un sistema masa resorte. Se cumple que

- A) el período del movimiento aumenta si se aumenta la amplitud del movimiento.
- B) el período del movimiento aumenta si se disminuye la amplitud del movimiento.
- C) el período del movimiento aumenta si se disminuye la rapidez inicial.
- D) el período del movimiento aumenta si se aumenta la rapidez inicial.
- E) ninguna de las otras 4 opciones es correcta.

**167.** Un bloque se apoya sobre un pistón, ver figura. Un mecanismo no mostrado hace que el pistón oscile verticalmente siendo su posición en función del tiempo  $y(t) = A \text{sen}(\omega t + \delta)$ . ¿Para qué valores de la amplitud  $A$  el bloque no se despegue del pistón?

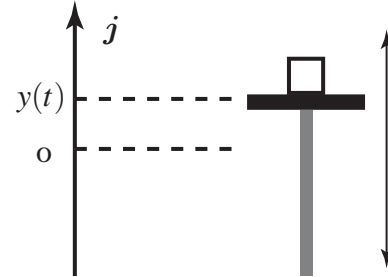
A)  $A < 2g/\omega^2$ .

B)  $A < g/\omega$ .

C)  $A > g/\omega^2$ .

D)  $A < g/\omega^2$ .

E) Ninguno de los anteriores es correcto.



**168.** Los bloques de los dos osciladores de la figura tienen la misma masa y se encuentran sobre una superficie lisa y horizontal. Se observa que justo cuando  $M_1$  completa 3 oscilaciones  $M_2$  completa 2. Se cumple que

A)  $k_2/k_1 = 4/9$ .

B)  $k_2/k_1 = 2/3$ .

C)  $k_2/k_1 = 3/2$ .

D)  $k_2/k_1 = 9/4$ .

E) ninguna de las otras opciones es correcta.



**169.** El bloque de la figura descansa en una superficie horizontal y lisa; comprime un resorte de constante elástica  $k = 20 \text{ N/m}$  y se mantiene en reposo por la aplicación de una fuerza  $|\mathbf{F}| = 60 \text{ N}$  hacia la derecha. Si se remueve la fuerza  $\mathbf{F}$  la energía cinética máxima que alcanza el bloque

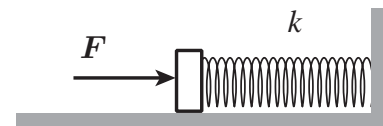
A) es de 30 Joules.

B) es de 180 Joules.

C) es de 60 Joules.

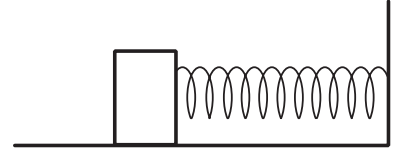
D) depende de la masa del bloque.

E) es de 90 Joules.

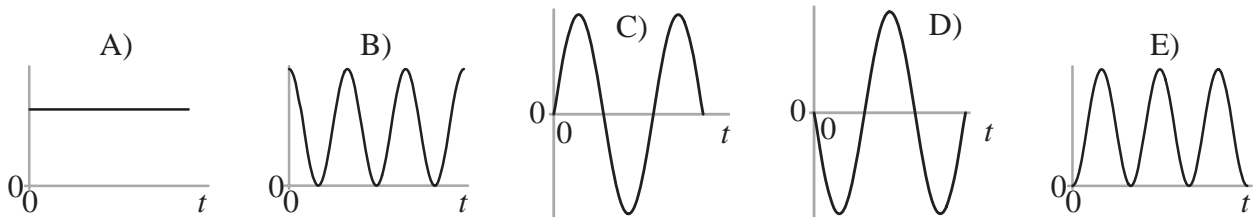
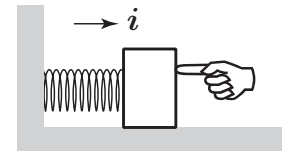


**170.** Un sistema masa-resorte oscila sobre una superficie lisa y horizontal. El resorte tiene constante elástica  $k = 800 \text{ N/m}$ , el bloque masa  $M = 2 \text{ kg}$  y la amplitud del movimiento es  $A = 0.5 \text{ m}$ . ¿Cuántas oscilaciones completas logra realizar el bloque en 2 segundos?

- A) 40.  
 B) Ninguna.  
 C) 6.  
 D) 3.  
 E) Más de 100.



**171.** El bloque de la figura descansa sobre una superficie lisa y horizontal, comprime un resorte (al cual está atado) y se mantiene en reposo presionándolo con un dedo. El dedo se retira al instante  $t = 0$  y el bloque comienza a oscilar. ¿Cuál de las gráficas representa mejor la energía cinética del bloque en función del tiempo?

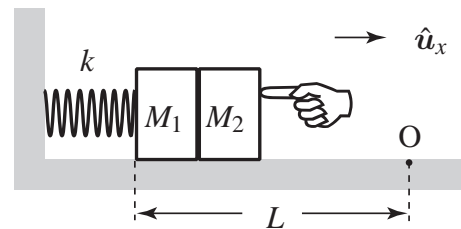


## Sección 5.B

## Problemas de desarrollo

**172.** Una persona comprime un resorte de constante elástica  $k$  por medio de dos bloques de masas  $M_1$  y  $M_2$ . Los bloques están en reposo sobre una superficie horizontal lisa y fija a Tierra (ver figura).

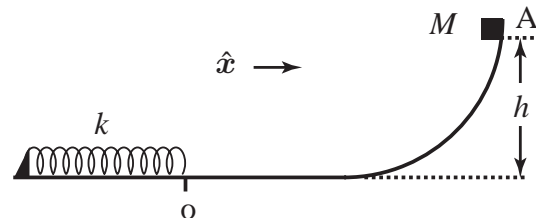
El punto O es el punto de equilibrio del resorte, y lo tomaremos como origen de coordenadas.  $L$  es la compresión del resorte cuando los bloques están en reposo. El resorte tiene un extremo atado a una pared y el otro atado al bloque #1. El sistema se deja libre y los dos bloques se mueven juntos (como un solo bloque) para luego separarse en el punto O.



- Determine la velocidad de los dos bloques en el instante en que se separan.
- Tome  $t = 0$  en el instante de separación de los bloques. Para  $t \geq 0$  el movimiento de  $M_1$  es armónico simple; halle para este movimiento su período, amplitud y fase inicial. Halle en función del tiempo las componentes  $x$  de la posición y velocidad de  $M_1$  para  $t \geq 0$ . Precaución:  $L$  no es la amplitud.

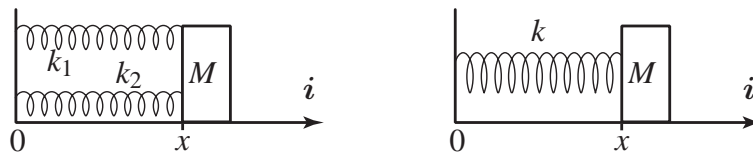
**173.** La pista de la figura es lisa, en su porción horizontal tiene un resorte de constante elástica  $k$  con un extremo libre y un extremo fijo a una pared. Desde un punto A situado a una altura  $h$  parte del reposo un pequeño bloque de masa  $M$ . Cuando el bloque toca el resorte queda adherido al mismo y comienza a oscilar. Tome como instante  $t = 0$  el momento de la colisión con el resorte y como origen de coordenadas el punto o (punto de equilibrio del resorte).

- Halle la posición  $x(t)$  del bloque para  $t \geq 0$ .
- Encuentre los vectores posición y velocidad del bloque para el instante  $t = \tau/3$ , donde  $\tau$  es el período del movimiento oscilatorio.



**174.** La figura abajo a la izquierda muestra un bloque sobre una superficie horizontal lisa sometido a la acción de dos resortes en paralelo. Los resortes están unidos a una pared lisa y al bloque, tienen longitudes naturales y constantes elásticas dadas por  $(l_1, k_1)$  y  $(l_2, k_2)$ . El origen de coordenadas O está en la base de la pared y llamaremos  $x$  a la posición del bloque.



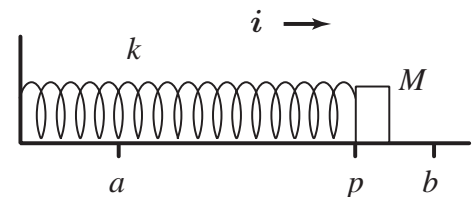


a. Halle la fuerza neta que actúa sobre el bloque de la izquierda. Determine el punto de equilibrio  $x = x_e$  para dicha fuerza. Demuestre que la fuerza neta se puede escribir como  $\mathbf{F} = -k'(x - x_e)\mathbf{i}$  donde  $k'$  es una constante que debe determinar.

b. Considere el resorte en la figura de arriba a la derecha. ¿Qué constante elástica  $k$  y longitud natural  $l$  debe tener este resorte para aplicar al bloque la misma fuerza que los resortes de la izquierda?

**Nota:** la constante elástica  $k$  del nuevo resorte suele denominarse constante elástica equivalente del sistema de dos resortes en paralelo.

**175.** La figura muestra un resorte con un extremo atado a una pared y el otro a un bloque. El bloque tiene masa  $M = 4$  kg, se apoya en una superficie horizontal lisa y su movimiento oscilatorio tiene como puntos extremos a los puntos  $a$  y  $b$ .



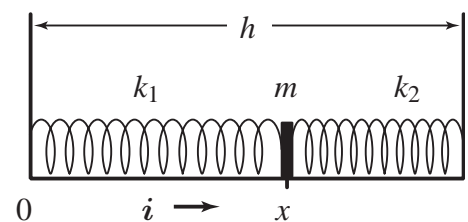
a. El bloque tarda un tiempo  $t_{ab} = (1/5)$  s en recorrer la distancia  $d_{ab} = 8$  m entre los puntos  $a$  y  $b$ . Halle la amplitud  $A$ , el período  $\tau$  y la frecuencia angular  $\omega$  del movimiento. Encuentre también la constante elástica  $k$  del resorte.

b. Tome nula la energía potencial en el punto de equilibrio del resorte. Halle la energía del sistema y la rapidez máxima del bloque.

c. En el instante  $t = 0$  el bloque se encuentra en el punto  $p$  y moviéndose hacia la derecha. La distancia entre  $a$  y  $p$  es  $d_{ap} = 3A/2$ . Tome origen en el punto de equilibrio del resorte y halle la posición  $x(t)$  y velocidad  $\dot{x}(t)$  del bloque.

d. Determine el tiempo que tarda el bloque en ir desde el punto  $p$  al punto  $a$  por primera vez.

**176.** La figura muestra un bloque muy delgado de masa  $m$  que se encuentra sobre una superficie horizontal lisa y que está unido a dos resortes de constantes elásticas  $k_1$  y  $k_2$ . Los resortes tienen longitudes naturales  $l_{01}$  y  $l_{02}$  y están unidos a su vez a dos paredes que distan entre sí una distancia  $h$ .



El origen de coordenadas  $0$  está en la base de la pared izquierda y llamaremos  $x$  a la posición del bloque.

a. Imagine que en el instante mostrado en la figura los dos resortes están estirados. Halle la cantidad en que está estirado cada resorte respecto a su longitud natural. Determine la fuerza neta  $\mathbf{F}$  sobre la partícula.

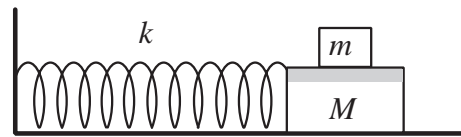
b. Encuentre el punto de equilibrio  $x = x_e$  de la fuerza neta  $\mathbf{F}$ .

c. Haga el cambio de variables de  $x$  a  $z = x - x_e$  y escriba  $F$  en función de  $z$ . Escriba la aceleración de la partícula en función de  $z$ . A partir de la segunda ley de Newton para la partícula (escrita en términos de  $z$  y  $\ddot{z}$ ) halle la frecuencia de oscilación del bloque.

**177.** El resorte de la figura está unido a la pared y a un bloque de masa  $M$  que se apoya sobre una superficie lisa y horizontal. Encima del bloque se encuentra apoyado un bloqucito de masa  $m$ . Hay roce entre los dos bloques. El sistema ejecuta un movimiento armónico simple de amplitud  $A$  y el bloqucito no desliza sobre el bloque.

a. Halle los módulos de: la aceleración máxima del sistema y la fuerza de roce máxima que actúa sobre el bloqucito.

b. ¿Qué rango de valores está permitido para el coeficiente de roce estático  $\mu$  ?



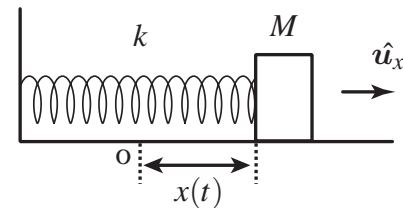
**178.** El sistema masa-resorte de la figura se encuentra sobre una superficie horizontal y lisa. El resorte tiene una constante elástica  $k = 500 \text{ N/m}$  y la masa del bloque es  $M = 5 \text{ kg}$ . La posición del bloque respecto a la posición de equilibrio es  $x(t)$ .

Suponga que en el instante  $t = 0$  el bloque está comprimiendo al resorte una longitud de 4 m y se mueve hacia la derecha con una rapidez de 30 m/s.

a. Determine la frecuencia angular y la amplitud del movimiento.

b. Calcule las magnitudes máximas de rapidez y aceleración del bloque ¿en que punto se alcanza cada uno?

c. Tome  $x(t) = A \cos(\omega t + \delta)$  y determine la fase inicial  $\delta$ .

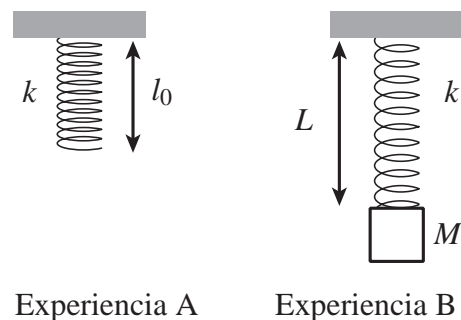


**179.** Las figuras representan dos experiencias con el mismo resorte de constante elástica  $k$ .

El resorte cuelga verticalmente con un extremo atado al techo. El otro extremo del resorte está libre en la experiencia A, mientras que en la experiencia B está atado a un bloque de masa  $M$  y en reposo.

a. Conocidas las cantidades  $k$ ,  $M$  y  $l_0$  determine la distancia  $L$ .

b. Se hace oscilar al bloque verticalmente. Determine la frecuencia angular del movimiento.



**Sección 7.I**

**Oscilaciones (Selección)**

	161 C	164 B
159 E	162 D	165 C
160 A	163 B	166 E
—		
167 D	170 C	
168 A	171 E	
169 E		
—		

## Sección 7.J

## Oscilaciones (Desarrollo)

172.

a.

$$\mathbf{v} = \sqrt{\frac{k}{M_1 + M_2}} L \hat{u}_x.$$

b.

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{M_1}{k}}, \quad A = \sqrt{\frac{M_1}{M_1 + M_2}} L, \quad \delta = -\frac{\pi}{2},$$

$$x = \sqrt{\frac{M_1}{M_1 + M_2}} L \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M_1}} t - \frac{\pi}{2}\right) = \sqrt{\frac{M_1}{M_1 + M_2}} L \operatorname{sen}\left(\sqrt{\frac{k}{M_1}} t\right),$$

$$\dot{x} = \sqrt{\frac{k}{M_1 + M_2}} L \cos\left(\sqrt{\frac{k}{M_1}} t\right).$$

173.

a.

$$x(t) = -\sqrt{\frac{2Mgh}{k}} \operatorname{sen}\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right).$$

b.

$$\mathbf{r} = -\sqrt{\frac{3Mgh}{2k}} \hat{x}, \quad \mathbf{v} = \sqrt{\frac{gh}{2}} \hat{x}.$$

174.

a.

$$\mathbf{F} = -[k_1(x - l_1) + k_2(x - l_2)]\mathbf{i}, \quad x_e = \frac{l_1 k_1 + l_2 k_2}{k_1 + k_2}, \quad k' = k_1 + k_2.$$

b.

$$\mathbf{F} = -k'(x - x_e)\mathbf{i} \Rightarrow k = k' = k_1 + k_2 \text{ y } l = x_e = \frac{l_1 k_1 + l_2 k_2}{k_1 + k_2}.$$

175. Las unidades no se indican pero pertenecen todas al Sistema Internacional.

a.

$$A = 4, \quad \tau = 2/5, \quad \omega = 5\pi, \quad k = 100\pi^2.$$

b.

$$E = 800\pi^2, \quad v_{\text{máx}} = 20\pi.$$

c.

$$x(t) = 4 \cos(5\pi t + 5\pi/3), \quad \dot{x}(t) = -20\pi \operatorname{sen}(5\pi t + 5\pi/3).$$

d.

$$t = 4/15.$$

176.

a.

$$\Delta l_1 = x - l_{01}, \quad \Delta l_2 = h - x - l_{02},$$

$$\mathbf{F} = [-k_1 \Delta l_1 + k_2 \Delta l_2] \mathbf{i} = [-k_1(x - l_{01}) + k_2(h - x - l_{02})] \mathbf{i}.$$

b.

$$x_e = \frac{k_1 l_{01} + k_2(h - l_{02})}{k_1 + k_2}.$$

c.

$$\mathbf{F} = -(k_1 + k_2)z \mathbf{i}, \quad \ddot{\mathbf{r}} = \ddot{z} \mathbf{i}, \quad \omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}.$$

177.

a.

$$a_{\text{Máx}} = \frac{kA}{M + m}, \quad F_{\text{Roce Máx}} = \frac{kAm}{M + m}.$$

b.

$$\frac{kA}{(M + m)g} < \mu.$$

178.

a.

$$\omega = 10 \text{ rad/s}, \quad A = 5 \text{ m}.$$

b.  $V_{\text{Máx}} = 50 \text{ m/s}$  en el punto de equilibrio  $o$ .  $a_{\text{Máx}} = 500 \text{ m/s}^2$  en los puntos a una distancia de 5 m de  $o$  (uno a derecha y otro a izquierda).

c.  $\delta$  está en el tercer cuadrante,

$$\delta = \operatorname{ArcTg}(3/4) \approx 3.785 \text{ radianes}.$$

179.

a. La posición de equilibrio del sistema masa-resorte cambia al colocar al resorte verticalmente. La distancia de la nueva posición de equilibrio al techo es

$$L = l_0 + \frac{Mg}{k}.$$

b.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}.$$

---