UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Ingeniería Civil Informática .

FÍSICA III

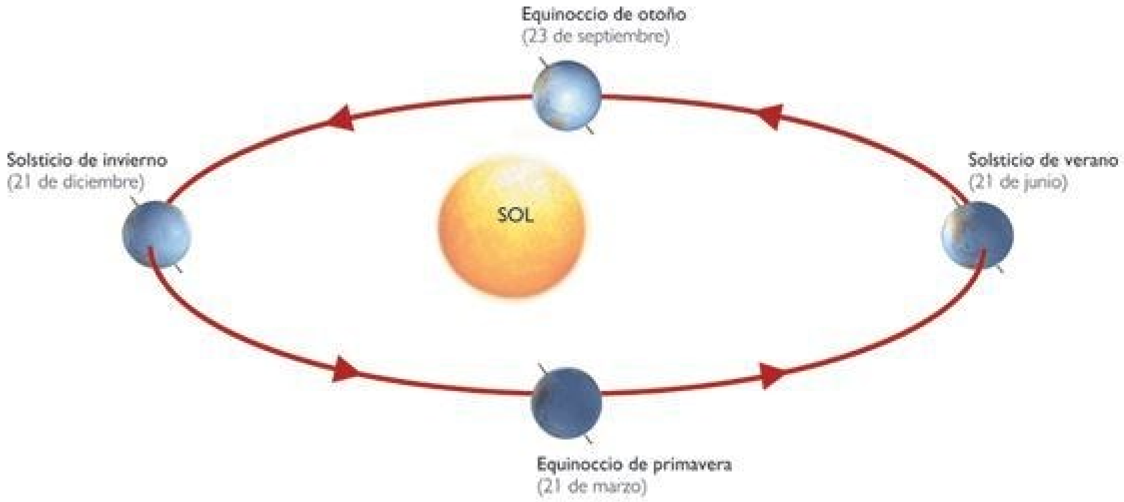
Ing. José Martí Jomarrón Garrido. M.Sc.

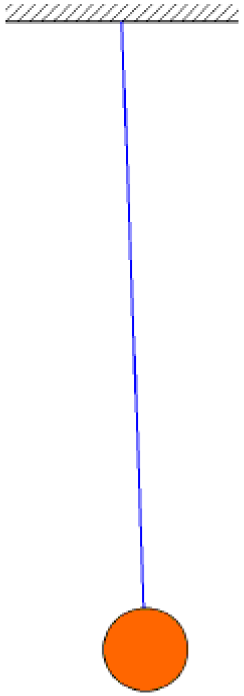
Unidad 2.Movimiento Oscilatorio y Ondas

- *Dinámica del movimiento armónico simple.*
- *Superposiciones de movimientos armónicos.*
- *Movimientos armónicos.*
- *Movimiento oscilatorio de varias partículas.*
- *Ondas mecánicas en una cuerda y ondas*
- *sonoras.*
- *Ecuación de ondas.*
- *Superposición de ondas (Series de Fourier)*
- *Ondas estacionarias (cuerdas vibrantes).*

Movimiento oscilatorio

En el movimiento periódico el objeto regresa regularmente a una posición conocida después de un intervalo de tiempo fijo





Movimiento oscilatorio

Las moléculas en un sólido oscilan en torno a sus posiciones de equilibrio;

Las ondas electromagnéticas, como las ondas de luz, radar y ondas de radio, se caracterizan por vectores de campos eléctrico y magnético oscilatorios; y

los circuitos eléctricos de corriente alterna,

voltaje,

corriente y

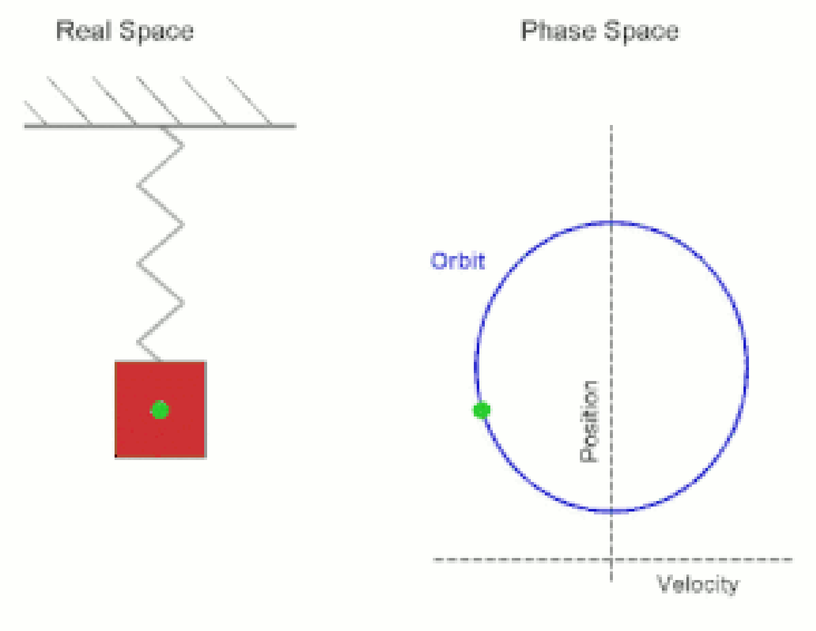
carga eléctrica varían periódicamente con el tiempo.

Movimiento armónico simple

la fuerza que actúa en un objeto es proporcional a la posición del objeto relativo con alguna posición de equilibrio

fuerza siempre se dirige hacia la posición de equilibrio

$$F_s = -kx$$

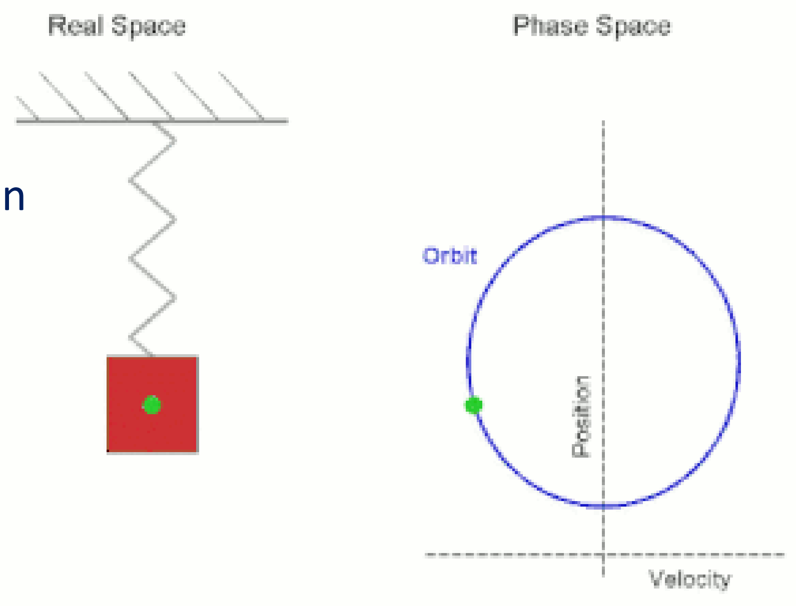


Ley de Hooke

$$F_s = -kx$$

Cuando el bloque se desplaza a una posición *x*, el resorte ejerce sobre el bloque una fuerza que es proporcional a la posición

F_s se le llama **fuerza restauradora** porque siempre se dirige hacia la posición de equilibrio



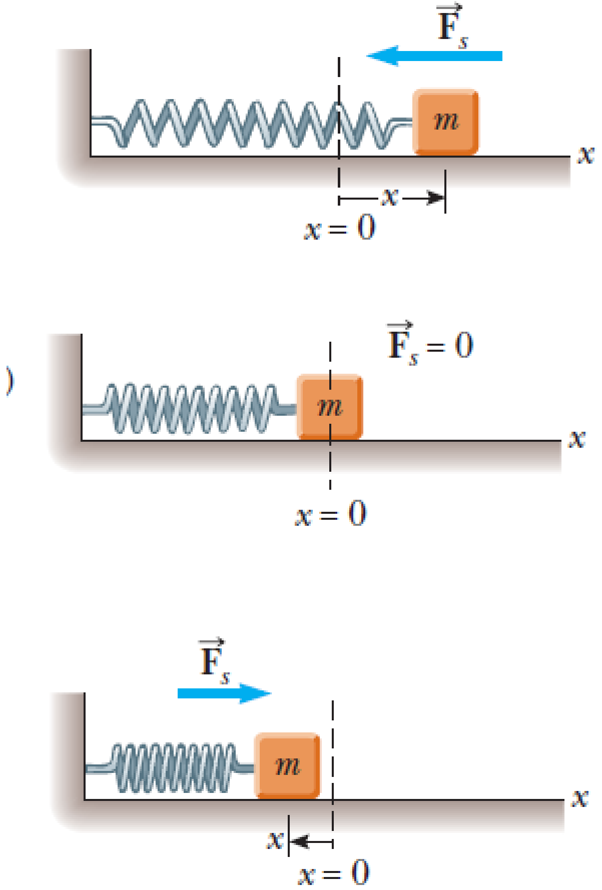
Al aplicar la segunda ley de Newton

$$-kx = ma_x$$

$$a_x = -\frac{k}{m}x$$

Un objeto se mueve con movimiento armónico simple siempre que su aceleración es proporcional a su posición y se dirige en sentido opuesto al desplazamiento desde el equilibrio.

Ley de Hooke



F_s se le llama **fuerza restauradora** porque siempre se dirige hacia la posición de equilibrio

partícula en movimiento armónico simple

$$F_s = -kx$$

$$-kx = ma_x$$

$$a_x = -\frac{k}{m}x \qquad a = dv/dt$$

$$a = dv/dt = d^2x/dt^2$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

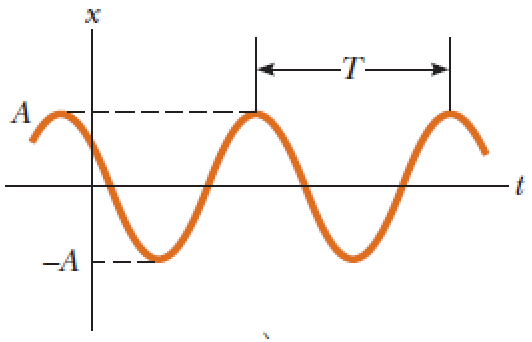
$$\omega^2 = k/m$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$$

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$$

A, ω y ϕ son constantes



A, **amplitud** del movimiento, **el máximo valor de la posición de la partícula en la dirección *x***

W se llama **frecuencia angular** rad/s

ϕ se llama constante de fase

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

periodo *T*

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

el periodo es el intervalo de tiempo por oscilación

El inverso del periodo se llama **frecuencia** *f* del movimiento

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

f la frecuencia representa el **número de oscilaciones que experimenta la partícula por unidad de intervalo de tiempo** ciclos por segundo, o **hertz** (Hz)

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Frecuencia

Periodo

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Velocidad de un objeto en movimiento armónico simple

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \operatorname{sen}(\omega t + \phi)$$

Aceleración de un objeto en movimiento armónico simple

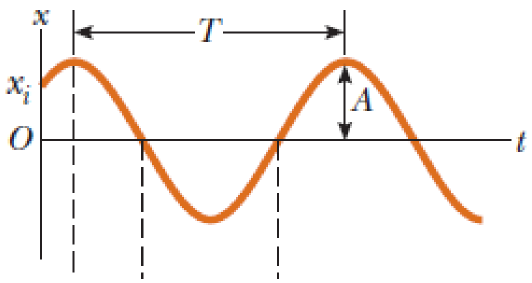
$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$$

Magnitudes máximas de velocidad y aceleración
en movimiento armónico simple

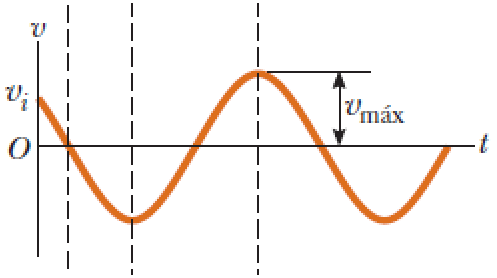
$$v_{\text{máx}} = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}}A \qquad a_{\text{máx}} = \omega^2 A = \frac{k}{m}A$$

Representación grafica de movimiento armónico simple.

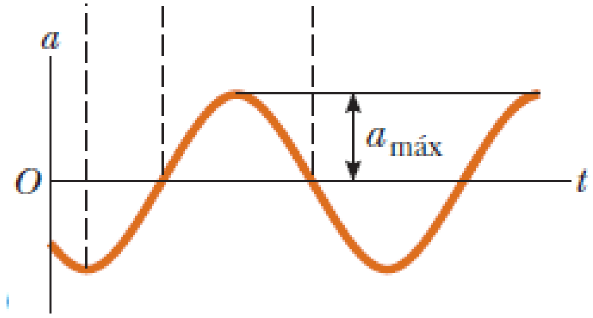
Posición con tiempo.



Velocidad con tiempo.



Aceleración con tiempo.



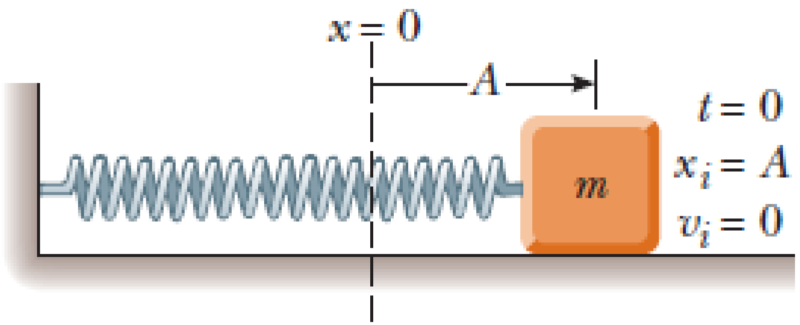
Un sistema bloque–resorte

Un bloque de 200 g conectado a un resorte ligero tiene una constante de fuerza de 5.00 N/m y es libre de oscilar sobre una superficie horizontal sin fricción. El bloque se desplaza 5.00 cm desde el equilibrio y se libera del reposo como en la figura

a) Hallar el periodo de su movimiento.

b) Determine la rapidez máxima del bloque.

d) Exprese la posición, velocidad y aceleración como funciones del tiempo.



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

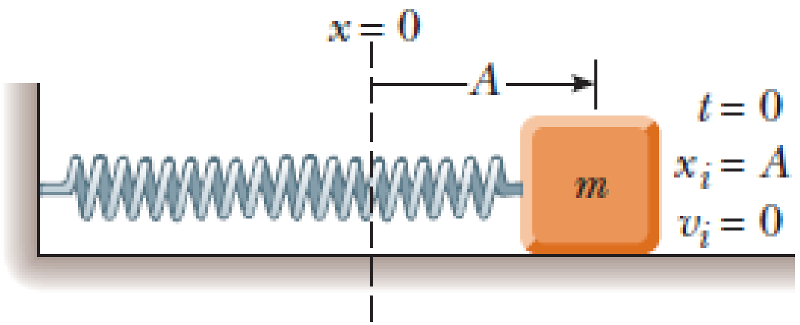
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{5.00\ \text{N/m}}{200 \times 10^{-3}\ \text{kg}}} = 5.00\ \text{rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5.00\ \text{rad/s}} = 1.26\ \text{s}$$

Un sistema bloque–resorte

Un bloque de 200 g conectado a un resorte ligero tiene una constante de fuerza de 5.00 N/m y es libre de oscilar sobre una superficie horizontal sin fricción. El bloque se desplaza 5.00 cm desde el equilibrio y se libera del reposo como en la figura

b) Determine la rapidez máxima del bloque.



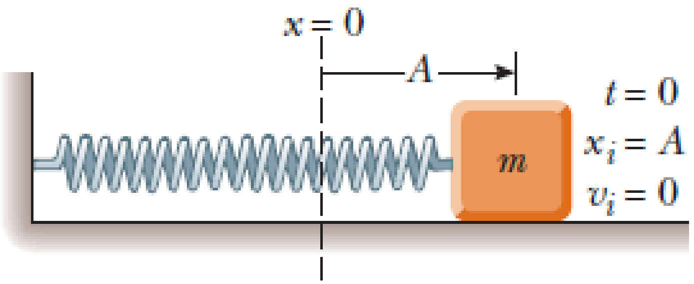
$$v_{\text{máx}} = \omega A = (5.00 \text{ rad/s})(5.00 \times 10^{-2} \text{ m}) = \boxed{0.250 \text{ m/s}}$$

$$a_{\text{máx}} = \omega^2 A = (5.00 \text{ rad/s})^2(5.00 \times 10^{-2} \text{ m}) = \boxed{1.25 \text{ m/s}^2}$$

Un sistema bloque–resorte

Un bloque de 200 g conectado a un resorte ligero tiene una constante de fuerza de 5.00 N/m y es libre de oscilar sobre una superficie horizontal sin fricción. El bloque se desplaza 5.00 cm desde el equilibrio y se libera del reposo como en la figura

d) Exprese la posición, velocidad y aceleración como funciones del tiempo.



Encuentre la constante de fase a partir de la condición inicial de que $x = A$ en $t = 0$:

$$x(0) = A\cos\phi = A \quad \rightarrow \quad \phi = 0$$

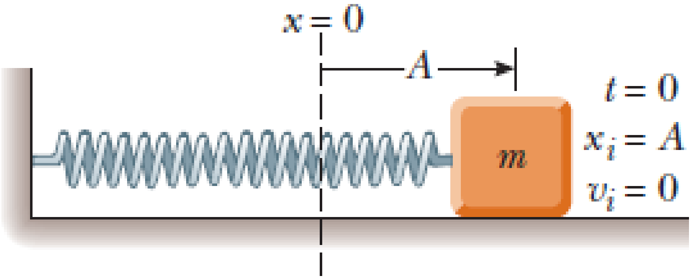
$$x = A\cos(\omega t + \phi) = (0.050\,0\text{ m})\cos 5.00t$$

$$v = -\omega A\,\text{sen}(\omega t + \phi) = -(0.250\text{ m/s})\,\text{sen}\,5.00t$$

$$a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \phi) = -(1.25\text{ m/s}^2)\cos 5.00t$$

¿Qué pasaría si? ¿Y si el bloque se libera desde la misma posición inicial, $x_i = 5.00$ cm, pero con una velocidad inicial de $v_i = -0.100$ m/s? ¿Qué partes de la solución cambian y cuáles son las nuevas respuestas para éstas?

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5.00 \text{ rad/s}} = \boxed{1.26 \text{ s}}$$



Ignore la masa de cada resorte

1. Se deja caer una bola desde una altura de 4.00 m que realiza una colisión elástica con el suelo. Si supone que no hay perdida de energía mecánica debida a resistencia del aire,

a) demuestre que el movimiento resultante es periódico y b)

determine el periodo del movimiento. c) ¿El movimiento es armónico simple? Explique.

Ignore la masa de cada resorte

1. Se deja caer una bola desde una altura de 4.00 m que realiza una colisión elástica con el suelo. Si supone que no hay perdida de energía mecánica debida a resistencia del aire,
a) demuestre que el movimiento resultante es periódico y b)
determine el periodo del movimiento. c) ¿El movimiento es armónico simple? Explique.

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = \left(v_0 - \frac{1}{2} g t\right) t \;\Rightarrow\; T = t = \frac{2 v_0}{g}$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v_0^2 \;\Rightarrow\; v_0 = \sqrt{2gh}$$

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

$$T = \frac{2 v_0}{g} = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$T = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 4}{9.8}} = 1.81\,\mathrm{s}$$

$$a = -g \neq -ky$$

partícula en movimiento armónico simple

$$F_s = -kx$$

$$-kx = ma_x$$

$$a_x = -\frac{k}{m}x \qquad a = dv/dt$$

$$a = dv/dt = d^2x/dt^2$$

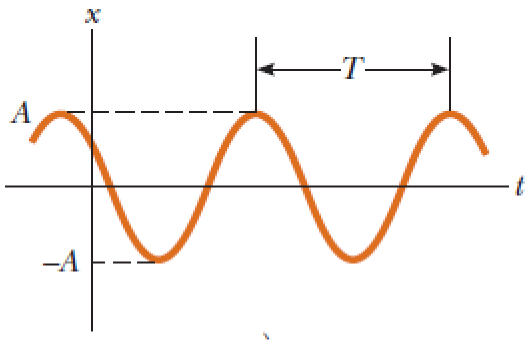
$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

$$\omega^2 = k/m$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$$

$$\boxed{x(t) = A\cos(\omega t + \phi)}$$



A, ω y ϕ son constantes

A, **amplitud** del movimiento, **el máximo valor de la posición de la partícula en la dirección *x***

W se llama **frecuencia angular** rad/s

ϕ se llama constante de fase

$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}}$$

periodo *T*

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

2. En un motor, un pistón oscila con movimiento armónico simple de modo que su posición varía de acuerdo con la expresión

$$x = (5.00 \text{ cm}) \cos\left(2t + \frac{\pi}{6}\right)$$

donde x está en centímetros y t en segundos. En $t = 0$, encuentre a) la posición de la partícula, b) su velocidad y c) su aceleración. d) Encuentre el periodo y amplitud del movimiento.

3. La posición de una partícula se conoce por la expresión $x = (4.00 \text{ m}) \cos(3.00\pi t + \pi)$, donde x está en metros y t en segundos. Determine: a) la frecuencia y periodo del movimiento, b) la amplitud del movimiento, c) la constante de fase y d) la posición de la partícula en $t = 0.250$ s.

Para calcular la posición del pistón se sustituye t=0 seg

$x = 5.00 * \cos(2 * 0 + \pi/6)$ cm

$x = 5.00 * \cos(30°) = 4.33$ cm

$V = - A * w * \text{sen}(2t + \pi/6)$ cm/seg

$V = - 5.00$ cm * 2 rad/seg * $\text{sen}(2 * 0 + \pi/6)$

$V = - 5$ cm/seg. $w = 2$ rad/seg

$a = - A * w^2 * \cos(2t + \pi/6)$ cm/seg^2

$a = - 5.00$ cm * (2 rad/seg)^2* $\cos(2*0 + \pi/6)$

$a = -17.32$ cm/seg^2

$w = 2\pi / T$

$T = 2\pi / w = 2\pi / 2$ rad/seg $= 3.14$ seg

$A = 5.00$ cm

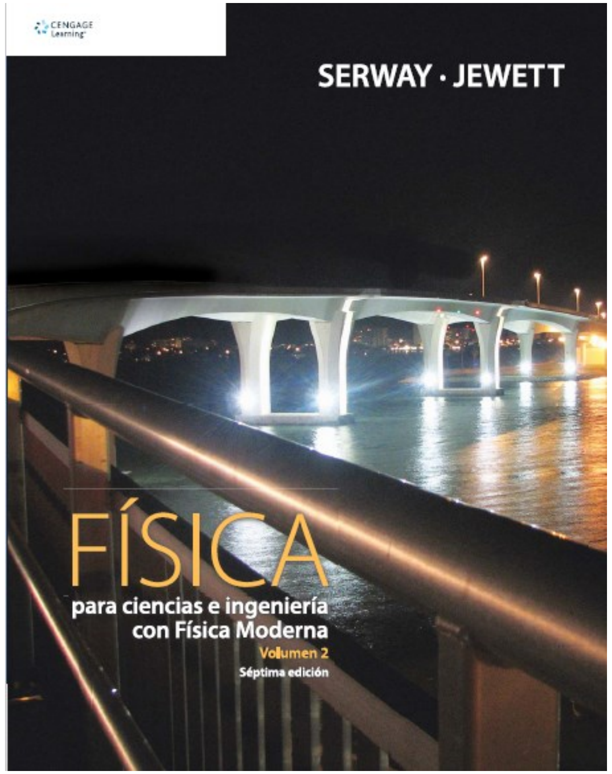
5. Una partícula que se mueve a lo largo del eje x en movimiento armónico simple parte de su posición de equilibrio, el origen, en $t = 0$ y se mueve a la derecha. La amplitud de su movimiento es de 2.00 cm y la frecuencia de 1.50 Hz. a) Demuestre que la posición de la partícula se conoce por

$$x = (2.00\ \text{cm})\ \text{sen}(3.00\pi t)$$

Determine b) la rapidez máxima y el tiempo más temprano ($t > 0$) en el que la partícula tiene esta rapidez, c) la aceleración máxima y el tiempo más temprano ($t > 0$) en el que la partícula tiene esta aceleración, y d) la distancia total recorrida entre $t = 0$ y $t = 1.00$ s.

6. Un oscilador armónico simple tarda 12.0 s en someterse a cinco vibraciones completas. Encuentre a) el periodo de su movimiento, b) la frecuencia en hertz y c) la frecuencia angular en radianes por segundo.

7. Un objeto de 7.00 kg cuelga del extremo inferior de un resorte vertical amarrado a una viga. El objeto se pone a oscilar verticalmente con un periodo de 2.60 s. Encuentre la constante de fuerza del resorte.


CENGAGE Learning
SERWAY · JEWETT
FÍSICA
para ciencias e ingeniería
con Física Moderna
Volumen 2
Séptima edición

	Autor, Título, Editorial, Año de Edición	Biblioteca donde se encuentra	N° Libros Disponibles
BÁSICA OBLIGATORIA	- Serway, Raymond, Física: para ciencias e ingeniería, Australia : Cenage Learning, 2008. 2 v.	-Los Niches	-4
	- Zitzewitz, Paul W., Física: principios y problemas. México: McGraw-Hill, 2004.	-Talca	-2
	- Lopez , Victoriano, Problemas resueltos de electromagnetismo, Ed. CERA, Madrid, 2003	-	-
	-Edminister, Joseph, Electromagnetismo, ED. McGraw-Hill, España, 1992	-	-
	-Romo, Carlos, Ejercicios desarrollados de electricidad y magnetismo, Universidad católica del Maule, 2007.	-	-
	-Serrano, Víctor, Electricidad y magnetismo, Pearson Educación, México, 2001.	-	-
	-Hecht, Eugene, Óptica, Ed. Pearson, Adisson- Wesley, 2003	-	-
	-Çengel, Yunus A., Termodinámica, México: McGraw-Hill, 2012.	-Talca	-6
	-French A.P., Vibrations and Waves, CBS Publisher & Distributors, 2003	-	

COMPLEMENTARIA	- Serway, Raymond A., Física : para ciencias e ingeniería, Australia: Thomson, 2005 -Finn, Alonso, Física, Pearson Educación, 2000 -Resnick, Halliday, Krane, Física, CECSA, 2002 -Tripler, Física, Reverté, 2001.	-Talca - 	-3 -

Gracias.