

Oscilaciones



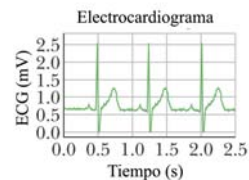
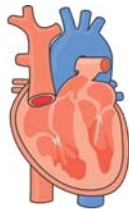
El 19 de septiembre de 1985, las ondas sísmicas que se originaron en un terremoto en la costa oeste de México causaron graves daños en la Ciudad de México, alrededor de 400 km del epicentro.



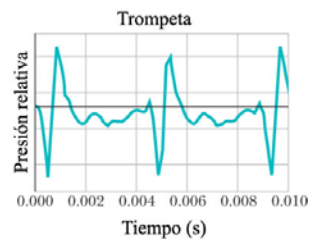
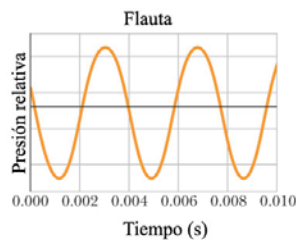
¿Por qué las ondas sísmicas causaron tal devastación en Ciudad de México, pero casi ningún daño en el resto del país?

469

Cualquier cantidad que se repite a intervalos regulares de tiempo se dice que muestra un comportamiento periódico.

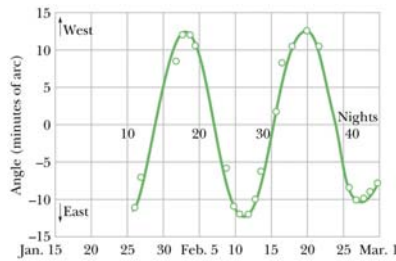


Algunas oscilaciones (por ejemplo, las variaciones eléctricas del corazón o la presión del sonido de una trompeta) son periódicas pero complejas. Mientras que otras (por ejemplo, las oscilaciones de la presión del aire causadas por una flauta) son mucho más simples.



470

Si las variaciones periódicas de una cantidad física pueden ser representadas por una función seno (o coseno), las llamaremos **oscilaciones sinusoidales**.



Angulo entre Júpiter y su luna Calisto como es visto desde la Tierra. Una oscilación completa toma 16,8 días aprox.

El movimiento sinusoidal de las partículas en un sistema mecánico es conocido como **Movimiento Armónico Simple (MAS)**.

Las próximas semanas estarán dedicadas a entender cómo algunas fuerzas dan origen a un MAS. La comprensión de este movimiento es de vital importancia para entender los fenómenos ondulatorios de ondas mecánicas y electromagnéticas. Además, el conocimiento del MAS entrega una base sólida para entender algunos tópicos de física moderna, tales como la naturaleza ondulatoria de la luz y como los átomos y núcleos absorben y emiten energía.

471



MOVIMIENTO SINUSOIDAL

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

Desplazamiento en el instante t

Amplitud

Frecuencia angular

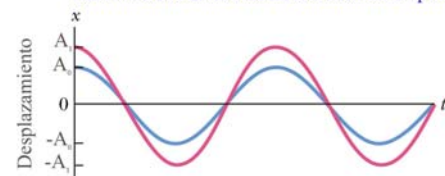
Fase inicial (ángulo de fase)

A, ω, ϕ_0 son constantes

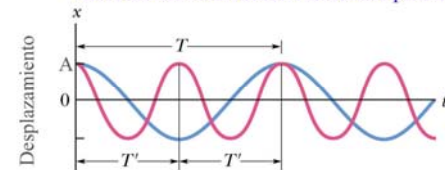
$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{Periodo (s)}$$

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Frecuencia (Hz = s}^{-1}\text{)}$$

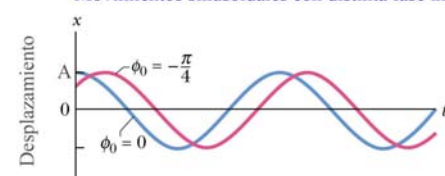
Movimientos sinusoidales con distinta amplitud



Movimientos sinusoidales con distinto periodo

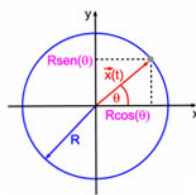
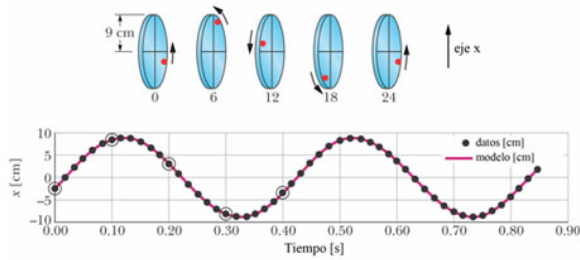


Movimientos sinusoidales con distinta fase inicial



472

MOVIMIENTO SINUSOIDAL Y MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME



PARA LA COORD. x TENEMOS

$$x = R \cos \theta$$

PERO

$$\theta = \omega t + \theta_0$$

VELOCIDAD
ANGULAR

ÁNGULO θ
EN $t = 0$

ENTONCES

$$x(t) = R \cos(\omega t + \theta_0)$$

473

LA VELOCIDAD DE LA PARTÍCULA SEGÚN x ES

$$v_x(t) = \frac{dx}{dt} = -R\omega \sin(\omega t + \theta_0)$$

Y LA ACCELERACIÓN ES

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -R\omega^2 \cos(\omega t + \theta_0)$$

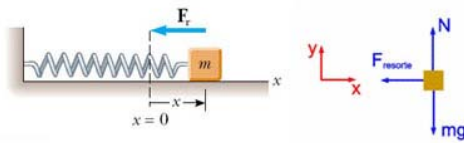
POR LO TANTO

$$\ddot{x} = -\omega^2 \underbrace{R \cos(\omega t + \theta_0)}_x$$

$$\therefore \ddot{x} = -\omega^2 x \quad \text{MOVIMIENTO ARHÓNICO SIMPLE}$$

474

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE: SISTEMA RESORTE-MASA



$$F_{\text{resorte}} = -kx$$

2ª LEY DE NEWTON $-kx = ma_x$

$$\Rightarrow a_x = -\frac{k}{m}x \quad \text{Ecuación de Mov. PARA LA MASA } m$$

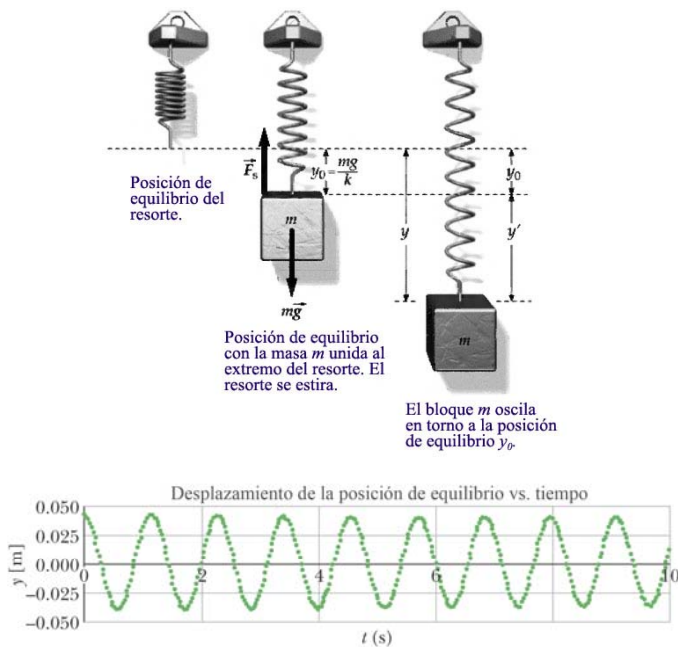
DEFINAMOS $\omega_0^2 \equiv \frac{k}{m}$ ENTONCES LA EC. DE MOVIMIENTO PARA m QUEDA

$$a_x = -\omega_0^2 x$$

$$\ddot{x} = -\omega_0^2 x \quad \text{M.A.S.}$$

UNIDADES $\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{[kg/s^2]}{[kg]} = [\frac{1}{s^2}]$

475



La frecuencia de oscilación es la misma que para un sistema equivalente que oscila horizontalmente.



476

MAS : SOLUCIÓN

$$\ddot{x} = -\omega^2 x \quad (\omega = \text{FRECUENCIA DEL OSCILADOR})$$

LA SOLUCIÓN (ÚNICA) DE ESTA ECUACIÓN
ESTÁ DADA POR

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

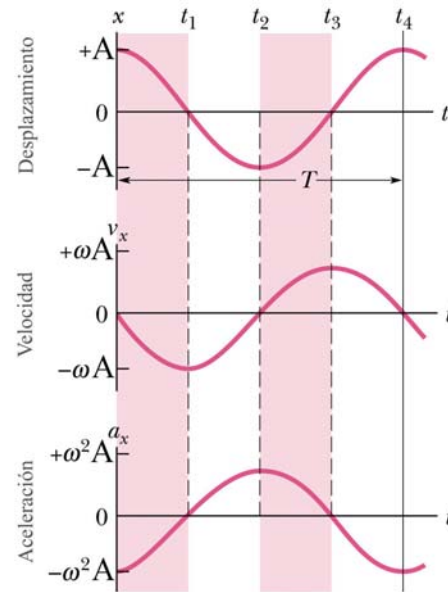
\swarrow AMPLITUD DEL MOVIMIENTO \nwarrow FRECUENCIA ANGULAR \nearrow FASE

LAS CONSTANTES A Y φ ESTÁN DADAS POR
LAS CONDICIONES INICIALES.

POR EJEMPLO, SI EN $t=0$, $x=x_0$ Y $\dot{x}=\dot{x}_0$
SE TIENE:

$$x_0 = A \cos \varphi \quad (1)$$

$$\dot{x}(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow \dot{x}_0 = -A\omega \sin \varphi \quad (2)$$



477

HAGAMOS (2)/(1)

$$\frac{\dot{x}_0}{x_0} = \frac{-A\omega \sin \varphi}{A \cos \varphi}$$

$$\Rightarrow \boxed{\tan \varphi = -\frac{\dot{x}_0}{x_0 \omega}} \quad \text{FASE DEL MOVIMIENTO}$$

TOmando AHORA $(1)^2 + (2)^2$ SE TIENE
 ω^2

$$x_0^2 + \left(\frac{\dot{x}_0}{\omega}\right)^2 = A^2 \cos^2 \varphi + A^2 \sin^2 \varphi$$

$$\Rightarrow \boxed{A = \sqrt{x_0^2 + \frac{\dot{x}_0^2}{\omega^2}}} \quad \text{AMPLITUD DEL MOVIMIENTO (A > 0)}$$

478