Tema 8.- MOVIMIENTO OSCILATORIO (*RESUMEN)*

• Introducción

Una partícula tiene un movimiento oscilatorio (vibratorio) cuando se mueve periódicamente alrededor de una posición de equilibrio.
El movimiento de un péndulo es oscilatorio. Un peso unido a un resorte estirado comienza a oscilar cuando se suelta el resorte. Los átomos de un sólido y en una molécula vibran unos respecto a otros. Los electrones de una antena emisora o receptora oscilan rápidamente.
Entender el movimiento vibratorio es esencial para el estudio de los fenómenos ondulatorios relacionados con el sonido (acústica) y la luz (óptica).
De todos los movimientos oscilatorios, el más importante es el *movimiento armónico simple (MAS)*. Además de ser el más sencillo de describir y analizar, constituye una descripción bastante precisa de muchas oscilaciones que se observan en la naturaleza. Sin embargo, no todos los movimientos oscilatorios son armónicos.

• Cinemática del movimiento armónico simple

Para un objeto que experimenta un MAS se tiene:

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

$$v = -A\omega\,\mathrm{sen}(\omega t + \phi)$$

$$a = -A\omega^2\cos(\omega t + \phi) = -\omega^2 x$$

donde A es la amplitud, es decir, el desplazamiento máximo a partir del origen, y ϕ es la fase inicial. La frecuencia angular ω, la frecuencia ν y el período T están relacionados por:

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

El MAS puede identificarse mediante la relación:

$$a = -\omega^2 x$$

En el MAS la aceleración a es proporcional y de sentido opuesto al desplazamiento x.

• Dinámica del movimiento armónico simple

El MAS está originado por una fuerza resultante que es una fuerza restauradora lineal. Como la fuerza y la aceleración están relacionadas mediante la ecuación:

$$F = ma$$

y $a = -\omega^2 x$, queda:

$$F = ma = -m\omega^2 x = -kx$$

La ecuación $F = -kx$ corresponde a la *ley de Hooke* e indica que en el MAS la fuerza F es proporcional y opuesta al desplazamiento x.
La segunda ley de Newton aplicada a un objeto que sigue un MAS puede escribirse en forma diferencial como:

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

Una solución de esta ecuación es $x = A\cos(\omega t + \phi)$, con

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

• Energía de un oscilador armónico simple

Las energía potencial y cinética de un oscilador armónico simple son:

$$E_p = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \phi)$$

$$E_c = \frac{1}{2}kA^2\,\mathrm{sen}^2(\omega t + \phi)$$

Teniendo en cuenta que $x = A\cos(\omega t + \phi)$, se puede escribir:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2$$

$$E_c = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$$

La energía mecánica total del sistema oscilante es constante y proporcional al cuadrado de la amplitud A:

$$E = E_p + E_c = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

• Movimiento armónico simple y movimiento circular uniforme

Cada una de las componentes, x e y, del movimiento de una partícula que describe un movimiento circular uniforme en el plano xy son movimientos armónicos simples. Es decir, cuando una partícula se mueve con movimiento circular uniforme, su proyección sobre un diámetro se mueve con movimiento armónico simple.

• Ejemplos de movimiento armónico simple

Algunos sistemas que experimentan un MAS son:
(i) Una bloque de masa unido a un resorte:

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

(ii) Un péndulo simple bajo la hipótesis de oscilaciones pequeñas (ángulos pequeños):

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Augusto Beléndez Vázquez

Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante