

## **Taller N°1. Oscilaciones.**

### **Objetivos:**

- Analizar los conceptos clave para el estudio de las oscilaciones.
- Hallar las curvas características para el movimiento armónico simple.
- Aplicar la Ley de Hooke.

### **Conceptos clave:**

- ✓ Movimiento
- ✓ Movimiento oscilatorio.
- ✓ Oscilador armónico simple.

### **Introducción a los movimientos oscilatorios**

El estudio de los movimientos que se realizan en los cursos de mecánica tradicional, analizan frecuentemente algunos tipos de movimiento sencillos tales como; Movimiento Uniforme, (M.U.), Movimiento Uniforme acelerado (M.U.A.), Movimiento Circular (M.C.), etc. Cada uno de estos movimientos tiene la particularidad de mantener a lo menos una variable constante, por ejemplo el M.U. es tal que la rapidez del mismo se mantiene constante, en cambio, el movimiento rectilíneo uniforme M.R.U. se mantiene la velocidad constante, del mismo modo en el caso del M.U.A. es la aceleración la que permanece fija durante el análisis del fenómeno.

Cada uno de éstos movimientos tiene desde el punto de vista de la cinemática, un conjunto de ecuaciones que lo representa; por ejemplo en el M.R.U., la ecuación que representa la posición de la partícula en cualquier instante, viene dada por:  $x(t) = x_0 + v t$  (donde  $x_0$  es la posición inicial y  $v$  es la rapidez que en este caso se mantiene constante).

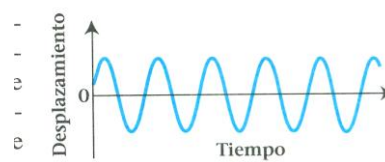
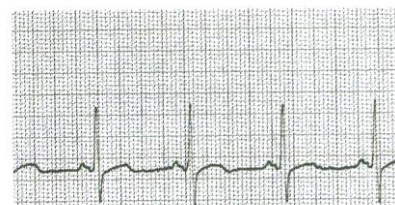
Si se considera una mirada dinámica de los fenómenos, se puede indicar que el primer caso ocurre cuando el sistema se encuentra en equilibrio traslacional, es decir, cuando  $\sum_i \vec{F}_i = \vec{0}$ . Usando el mismo criterio para el segundo caso, se puede establecer que el sistema no se encuentra en equilibrio traslacional, lo que se traduce en  $\sum_i \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$ , con la particularidad de que la suma permanece siempre constante, (supuesto que la masa del sistema no cambia) es decir, el resultado es independiente tanto de la posición como del tiempo.

Existe en cambio un conjunto de fenómenos en los cuales, la fuerza o sumatoria de fuerzas no necesariamente es constante o cero; en general, dicha suma es dependiente del espacio y del tiempo. Algunos de esos fenómenos reciben el nombre especial de Vibraciones u Oscilaciones, los

cuales forman parte de uno de los campos más importantes de la Física. En lo particular diremos que todo sistema posee una capacidad de vibración y la mayoría de ellos puede vibrar libremente de muchos modos diferentes; es de observación común que las vibraciones de objetos pequeños son frecuentemente rápidas, en cambio, las de objetos de dimensiones mayores son más lentas. Por ejemplo un insecto de un gramo atrapado en la tela de una araña puede producir vibraciones del orden de 15 [Hz], en cambio uno de 4 gramos la frecuencia es del orden de 7,5 [Hz], es decir, más lenta. Algunos dípteros e himenópteros presentan vibraciones del orden de 150 [Hz] en sus alas; la nota Sol de los instrumentos es de 440 [Hz]; el emisor-receptor de ultrasonidos usado por la policía es de 70 [Hz].

Cualquier movimiento que se repite a sí mismo de manera regular se denomina **periódico**. Casi todo objeto o sistema físico puede someterse a un movimiento periódico u oscilatorio. Los objetos que presentan este tipo de movimiento abundan en la vida diaria, por ejemplo: el columpio de un niño, una cuerda de guitarra, una campana o el cristal de cuarzo en un reloj electrónico de pulsera. Incluso la propia Tierra experimenta el movimiento oscilatorio como resultado de la actividad sísmica. Así también, muchos sistemas producen ondas. Por ejemplo, los cuerpos mecánicos en vibración generan ondas sonoras y las oscilaciones eléctricas originan ondas electromagnéticas que posibilitan las transmisiones de radio y televisión.

Existen muchos tipos de movimiento periódico, desde el patrón complicado, pero repetitivo, de los impulsos eléctricos de un corazón humano hasta el simple patrón repetido del extremo de un diapasón vibrante. El último tipo de movimiento vibratorio, que es común y simple en su descripción matemática, se denomina movimiento armónico simple. En éste, el desplazamiento varía en forma senoidal (cosenoidal) con el tiempo; es decir, la gráfica del desplazamiento en función del tiempo es una curva seno.(coseno)



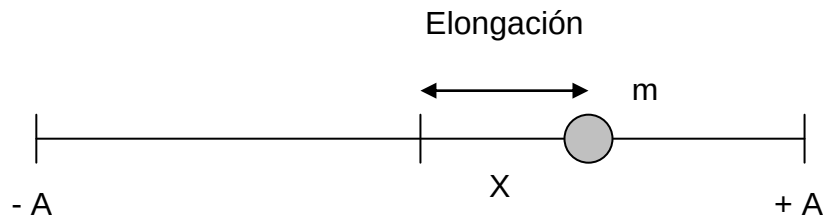
Las oscilaciones en general, pueden tener un número infinito de formas ya sea sencillas o complejas, las más simples son aquellas que idealmente tienen forma sinusoidal o cosenoidal; de hecho, siempre es posible encontrar en la naturaleza un conjunto de fenómenos mecánicos que presentan vibraciones puramente sinusoidales, ellos generalmente se originan por fuerzas restauradoras que son proporcionales a los desplazamientos de las partículas con respecto de su posición de equilibrio.

Para que un sistema mecánico sea capaz de realizar oscilaciones auto sostenidas, debe satisfacer dos requisitos: tener inercia o masa y existir una fuerza que actúe para regresar al sistema a su estado de equilibrio o de energía más baja. Un resorte estirado o un péndulo que se desplaza hacia un lado presentan estas propiedades. Por otro lado, ese no es el caso de un trozo liviano de hilo suspendido de uno de sus extremos ni de un montón de arena que se golpea con el pie, que tampoco presentan comportamiento oscilatorio a ningún grado.

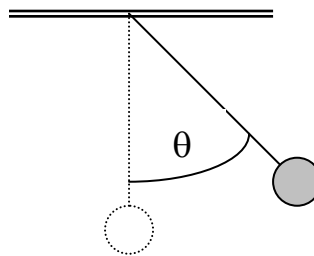
#### **Actividad 1: “Definiciones”.**

- ✓ **Movimiento Oscilatorio:** es aquel en que una partícula se mueve en forma tal que vuelve siempre a su posición de equilibrio, por ejemplo, el péndulo de un reloj, movimiento de las cuerdas vocales, movimiento del corazón, el tímpano, el respirar, movimiento de la Tierra alrededor del Sol, movimiento de una molécula, etc.
- ✓ **Movimiento Periódico:** es todo aquel movimiento que se repite a intervalos regulares de tiempo, por ejemplo, el movimiento de un péndulo, la rotación de la Tierra alrededor de su eje, movimiento del corazón, etc.
- ✓ **Periodo (T):** es el tiempo que se requiere, para efectuar una vibración u oscilación; en el SI (Sistema Internacional) se mide en segundos.
- ✓ **Frecuencia (f):** es el número de oscilaciones que hay en la unidad de tiempo, por lo tanto, la frecuencia es el recíproco del periodo. La unidad de frecuencia es el Hertz [Hz] o ciclos/s.
- ✓ **Oscilaciones libres:** significa que el sistema estará inicialmente en reposo y se le entregará un movimiento oscilatorio mediante una perturbación.
- ✓ **Posición de equilibrio:** es la posición, para la cual no actúan fuerzas netas sobre la partícula, es decir, la suma neta de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es cero. En el SI se mide en metros.

- ✓ **Elongación lineal o angular:** es la distancia lineal o angular de la partícula que oscila, a su posición de equilibrio en cualquier instante. En el SI se mide en metros.

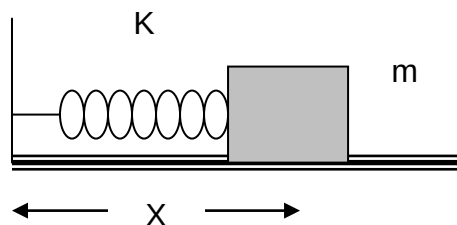


- ✓ **Amplitud:** es la máxima elongación, en el SI se mide en metros.
- ✓ **Sistemas con un grado de libertad:** son sistemas cuya posición en el plano (o en el espacio) queda perfectamente definida con una sola magnitud. Es decir, se requiere una sola coordenada, para ubicar el objeto, por ejemplo, en el "Péndulo Simple" en el plano, basta conocer el ángulo para ubicar la parte móvil.

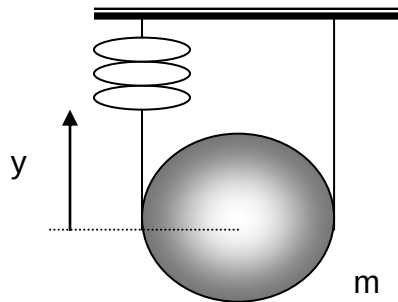


Otros ejemplos de sistemas con un grado de libertad son:

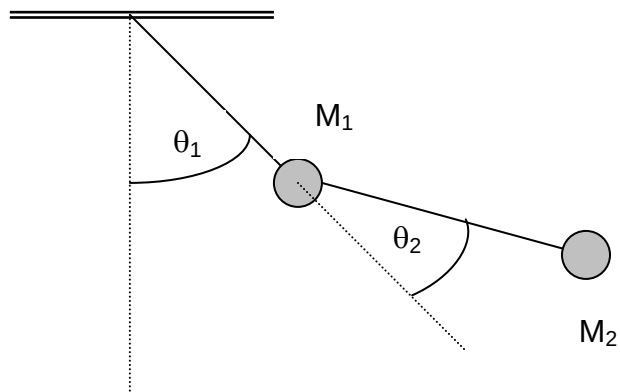
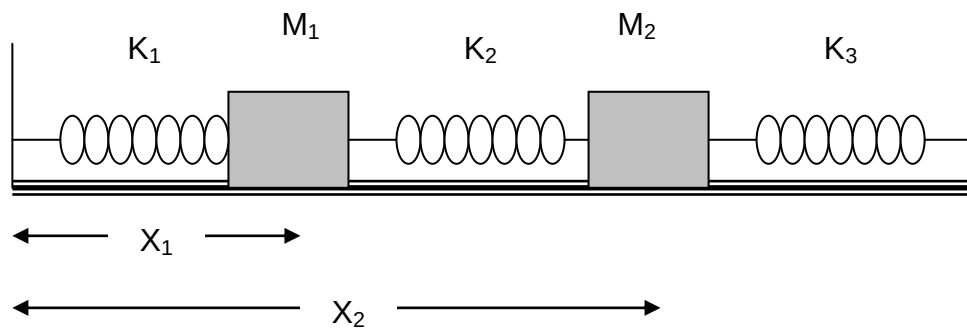
**Sistema masa-resorte:** basta conocer " $x$ ", para saber donde se encuentra la masa " $m$ ".



**Sistema cilindro-resorte:** basta conocer “ $y$ ”, para saber donde se encuentra “ $m$ ”.

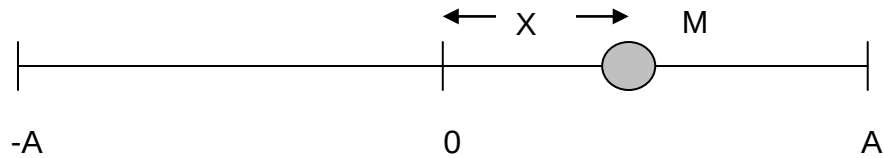


**Sistemas con dos grados de libertad:** se necesitan dos coordenadas para determinar la posición de los objetos.



### Actividad 2: "El Oscilador Armónico Simple".

Supongamos que se desea analizar el movimiento de una partícula que oscila con respecto a una posición de equilibrio:



Y que lo hace con una energía potencial igual a:

$$U = k(X^2/2)$$

donde "k" es constante.

a) Grafique la energía potencial en función de la posición.

#### Comentarios:

- ✓ De acuerdo con el gráfico, se aprecia que el cuerpo posee mayor energía potencial cuando éste se encuentra en los extremos, es decir, en su amplitud.
- ✓ Es necesario, para que se cumpla este movimiento, la existencia de una fuerza restauradora, de tal manera que se conserve la energía.

b) De acuerdo a lo anterior, se tiene:  $F(X) = - dU(X)/dX$ . ¿Qué se puede deducir de esta expresión? ¿Con qué nombre se conoce esta Ley?

c) Grafique la expresión obtenida en (b).

Comentarios:

- “Una partícula en que la fuerza que actúa es una función lineal con la posición y la energía potencial es mínima, entonces adquiere un movimiento armónico simple”.
- Para que el sistema sea un oscilador armónico simple debe cumplir con la curva  $U(X)$  y  $F(X)$ .
- Si la fuerza no es lineal, hay que linealizarla.

Comentarios:

- ✓ De acuerdo con el gráfico, se aprecia que el cuerpo posee mayor energía cinética cuando éste se encuentra en la posición de equilibrio, es decir, en  $X = 0$ .
- ✓ Es necesario, para que se cumpla este movimiento, la existencia de una fuerza restauradora, de tal manera que se conserve la energía.

**Actividad 3: “Bibliografía”.**

- ✓ Halliday, Resnick, Walker-Física Vol 1- Pág 17- Editorial CECSA-2001.
- ✓ Tipler-Física, conceptos y aplicaciones-Pág 14-Editorial McGraw Hill-01.
- ✓ Sears, Zemansky, Young, Freedman-Física-Vol 1-Pág 13-Editorial Pearson Educación.