**Momento Lineal e Impulso**

La segunda ley de Newton expresa que cuando la fuerza actúa sobre una partícula de masa m es igual a,

 (1)

Reemplacemos por , entonces

 (2)

Esta ecuación nos indica, que la fuerza neta que actúa sobre una partícula es igual al cambio en el producto , por unidad de tiempo. Este producto se conoce como momento lineal o cantidad de movimiento lineal y se denota por la letra .

 (3)

Sus unidades en el sistema Internacional son kg m/s.

Podemos reescribir la segunda ley de la siguiente manera,

 (4)

Separando variables en la ecuación (4), nos queda,

 (5)

La expresión en la ec. (5) se conoce como Teorema de Impulso, y es el cambio del momento lineal de una partícula durante un intervalo de tiempo durante el cual actúa una fuerza neta que sobre la partícula. Se denota con la letra .

El teorema del impulso y el momento lineal también se cumple si las fuerzas no son constantes. Para comprobarlo, integramos los dos miembros de la ecuación, tenemos que,

 (6)

 (7)

En el instante de una colisión la fuerza incrementa desde cero a valores muy altos y retorna a cero abruptamente en un intervalo de tiempo corto, podemos tomar la fuerza promedio ejercida durante ese intervalo. En ese caso el impulso se reduce a

 (8)

 Podemos definir una fuerza neta media como,

 (9)

**Principio de conservación del momento Lineal**

Consideremos ahora un sistema de n partículas con momento lineal, Algunas de las fuerzas que actúan sobre el sistema de partículas son externas y otras internas.

Sea , el momento lineal total sobre el sistema igual a la suma de todos los momentos individuales *n*.

 (10)

Aplicando la derivada con respecto al tiempo, nos queda

 (11)

La sumatoria de las fuerzas actuando sobre el sistema es

 (12)

De acuerdo a la tercera ley de Newton los pares de fuerzas internas se anulan entre sí, por lo tanto , así que

 (13)

Por lo tanto, para un sistema aislado la cantidad de movimiento lineal se conserva en el tiempo ya que

 (14)

 Esto implica que

 (15)

Por lo tanto , es constante

 (16)

*Si la suma vectorial de las fuerzas externas sobre un sistema es cero, el momento lineal total del sistema es constante.*

**Colisiones**

Definiremos las colisiones como cualquier interacción intensa entre cuerpos, con duración relativamente corta. Ejemplo de esto son los accidentes automovilísticos, bolas que chocan en una mesa de billar, neutrones que inciden sobre núcleos atómicos en un reactor nuclear, el impacto de un meteorito sobre la superficie de un planeta.

Si las fuerzas entre los cuerpos son mucho mayores que las externas, como suele suceder en la mayoría de los choques, podemos ignorar las fuerzas externas y tratar a los cuerpos como un sistema aislado. Entonces, el momento lineal se conserva y el momento lineal total del sistema tendrá el mismo valor antes y después del choque; las fuerzas que actúan durante una colisión son usualmente desconocidas. Sin embargo mediante el uso de las leyes de conservación del momento lineal y la energía, podemos obtener mucha información relativa al movimiento antes y después del choque.

**Colisiones elásticas e inelásticas**

Se dice que un choque o colisión es elástico, cuando no se pierde ni gana energía mecánica en el choque, es decir la energía *cinética* total del sistema es la misma antes y después del choque. Así que las fuerzas entre los cuerpos son conservativas. Cuando hay variación de la energía cinética se dice que el choque es inelástico

En un choque elástico tenemos que,

 (17)

 (18)

 (19)

Cuando el choque es inelástico

 (20)

Donde U representa otras formas de energía

**Centro de masas**

Hasta ahora hemos considerado a todo cuerpo extendido, en movimiento como una partícula y nos hemos centrado en el movimiento de traslación de esos cuerpos, aun cuando realicen otro tipo de movimiento.

Cuando se le aplica una fuerza externa a un cuerpo, o a un sistema de partículas de masa M, el movimiento de traslación ocurre como si la resultante de las fuerzas externas, estuviera aplicada sobre un único punto, en el cual se concentrara toda la masa del cuerpo o sistema de partículas; esto ocurre independientemente de que el cuerpo gire o vibre es decir tenga otros tipos de movimientos. Este punto especial se llama centro de masa (abreviado CM) del objeto.



Figura 1. Las coordenadas del centro de masa de un sistema de dos partículas es un punto localizado entre las dos partículas

La figura 1 muestra un sistema de dos partículas de masa m1 y m2, localizadas sobre el eje de las x, en las posiciones x1 y x2, respectivamente

(21)

Para un sistema de n partículas la expresión será

 (21)

Donde M es la masa total del sistema

Si las partículas están esparcidas en el espacio, debemos considerar sus posiciones en el sistema de coordenada tridimensional para determinar la posición del centro de masa. La posición de la iésima partícula es,

 (22)

La posición del centro de masa está dado por

 (23)

 , , , (24)

 (25)

Para un cuerpo extenso que está formado por una distribución continua de materia, consideramos que el cuerpo está formado por *n* partículas y se divide éste en pequeños elementos Δ*mi*, alrededor de un punto (*xi,yi,zi*).Si tomamos el límite cuando *n* tiende a infinito entonces, Δ*mi* tiende a la masa infinitesimal dm en los puntos x, y, z.



Figura 2. Representación de un cuerpo extenso, se muestra una partícula localizada en un punto, al tomar el límite de manera que *Δmi* se vuelve el infinitesimal dm

Las sumatorias en la ecuación (25) se vuelven integrales: En notación vectorial, tenemos

 , , (27)

 (28)

**Dinámica del centro de masa**

Usando la derivada con respecto al tiempo de la ecuación (26), hallamos la velocidad del centro de masa:

 (29)

 (30)

Derivemos ahora la ec. (28)

La fuerza total que actúa sobre un sistema de partículas es, entonces, igual a la masa total del sistema multiplicada por la aceleración del centro de masa. La suma de las fuerzas netas, que se ejercen sobre las partículas del sistema puede dividirse en fuerzas externas (ejercidas sobre las partículas desde fuera del sistema) y Fuerzas internas (ejercidas sobre las partículas desde el interior del sistema). Las fuerzas internas siempre entran en acción por pares de reacciones; de acuerdo con la tercera ley de Newton se cancelarán de modo que

La fuerza externa neta sobre un sistema es igual a la masa total del sistema multiplicada por la aceleración de su centro de masa.

Para un sistema de partículas (o un objeto extendido) de masa total M, el punto del centro de masa existe como si toda la masa M estuviera concentrada en ese punto y todas las fuerzas externas actuaran sobre el mismo punto.