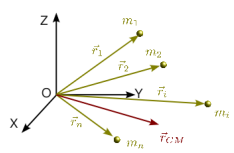
* Aplicación de las leyes de Newton al movimiento de un sistema de partículas. Fuerzas inerciales o efectivas

Centro de masas

El centro de masas de un sistema discreto (sistema de varias partículas) es el punto geométrico que dinámicamente se comporta como si en él estuviera aplicada la resultante de las fuerzas externas al sistema. De manera análoga, se puede decir que el sistema formado por toda la masa concentrada en el centro de masas es un sistema equivalente al original.



Para un sistema de masas discreto, formado por un conjunto de masas puntuales, el centro de masas se puede calcular como:



donde mi es la masa de la partícula i-ésima y ⇀ ri es el vector de posición de la masa i-ésima respecto al sistema de referencia asumido.

Velocidad del centro de masas

Si las partículas se mueven la posición del centro de masas varía en el tiempo:

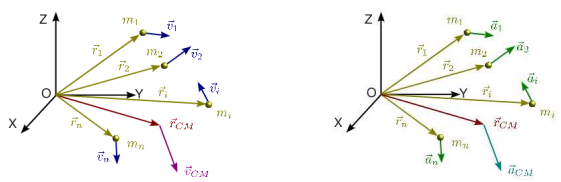


Derivando en t se obtiene la velocidad del centro de masas ( ⇀ vcm):



Es decir, para un sistema discreto:





Aceleración del centro de masas La aceleración del CM se obtiene derivando la velocidad del CM respecto del tiempo.

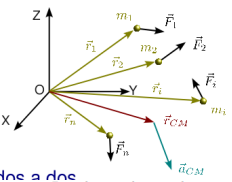


Entonces, para un sistema discreto:



Segunda Ley de Newton aplicada al centro de masas

La fuerza sobre cada partícula tiene una componente externa y otra interna:



Aplicando la Segunda Ley a cada partícula



Por la Tercera Ley, las fuerzas internas se anulan dos a dos



El centro de masas se mueve como una partícula con toda la masa del sistema sometida a la acción de la fuerza externa neta que actúa sobre el sistema:

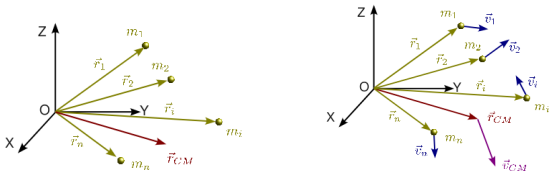


Así:

1. El movimiento del sistema como un todo puede describirse como el movimiento de su centro de masas sometido a la fuerza externa total sobre el sistema.

2. El movimiento interno del sistema es el movimiento relativo a un sistema de referencia solidario con el centro de masas.

* Cantidad de movimiento lineal y angular de un sistema de partículas



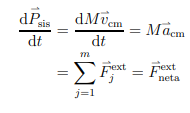
Cantidad de movimiento de un sistema La cantidad de movimiento del sistema es la suma de la cantidad de movimiento de cada una de las partículas que lo componen:



En función de la velocidad del centro de masas:



Derivando respecto al tiempo (suponiendo M constante en el tiempo):



Por lo que finalmente:



esto es:

La derivada de la cantidad de movimiento es igual a la resultante de las fuerzas externas aplicadas sobre el sistema.

En particular: En ausencia de fuerzas externas, la cantidad de movimiento de un sistema de partículas permanece constante.

La cantidad de movimiento de un sistema se conserva si la fuerza neta sobre él es nula:



Si alguna componente de la fuerza es nula se conserva el momento lineal en esa componente.

En términos del centro de masas, la ley de evolución de la cantidad de movimiento se escribe



es decir:

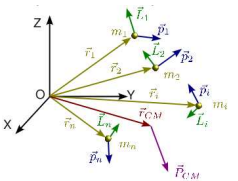
El centro de masas de un sistema de partículas se mueve como una sola partícula cuya masa fuera la total del sistema y que se encontrara sometida a la resultante de las fuerzas externas ejercidas sobre el sistema.

En particular, el centro de masas de un sistema de partículas sometidas exclusivamente a fuerzas internas permanece en reposo o en un estado de movimiento uniforme.

Consideremos el ejemplo siguiente: un proyectil se lanza desde un mortero. El proyectil describe (despreciando la resistencia del aire) una trayectoria parabólica. En cierto punto del vuelo el proyectil explota en multitud de fragmentos. El centro de masas de estos fragmentos continúa el movimiento parabólico inicial.

Este principio imposibilita que, por ejemplo, un grupo de aguerridos astronautas consiga desviar la trayectoria de un cometa simplemente colocando una bomba en él, ya que las fuerzas debidas a la bomba son puramente internas, y el centro de masas continuará su trayectoria inalterada, por mucho que se fragmente el asteroide.

Momento angular de un sistema



El momento angular del sistema respecto a un punto es la suma de los momentos angulares de cada una de las partículas que lo componen respecto al mismo punto.



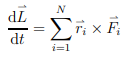
Derivando la expresión del momento cinético de un sistema de partículas obtenemos:



Para cada partícula la derivada del momento angular es el momento de las fuerzas aplicadas sobre ella:



y, para el momento cinético total:



* Energía cinética de un sistema de partículas

La energía cinética del sistema es la suma escalar de las energías cinéticas individuales



Para la energía cinética no existe un teorema tan simple como para la cantidad de movimiento o el momento cinético. Operando del mismo modo que para estas dos cantidades, en sencillo probar que



esto es, la derivada de la energía cinética es la potencia desarrollada por todas las fuerzas ejercidas en el sistema. Sin embargo, en este caso, no podemos eliminar las fuerzas internas de la ecuación. La razón es que las fuerzas internas sí pueden variar la energía cinética total. Un ejemplo sencillo lo tenemos en las fuerzas de rozamiento entre dos partes de un sistema mecánico. La fricción (debida a fuerzas puramente internas) produce calor, que se manifiesta en un aumento de la temperatura del sistema, esto es, en un incremento de la energía cinética total.

* Principio del trabajo y la energía. Conservación de la energía para un sistema de partículas

Conservación de la energía

Para sistemas abiertos formados por partículas que interactúan mediante fuerzas puramente mecánicas o campos conservativos la energía se mantiene constante con el tiempo:

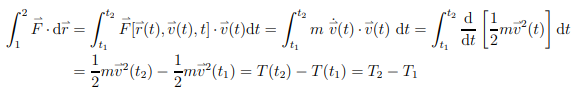


Es importante notar que la energía mecánica así definida permanece constante si únicamente actúan fuerzas conservativas sobre las partículas. Sin embargo, existen ejemplos de sistemas de partículas donde la energía mecánica no se conserva:

Sistemas de partículas cargadas en movimiento. En ese caso los campos magnéticos no derivan de un potencial y la energía mecánica no se conserva, ya que parte de la energía mecánica se convierte en energía del campo electromagnético y viceversa.

Sistemas con fuerzas disiparías. Las fuerzas disiparías como el rozamiento o fricción entre sólidos, entre un sólido y un fluido no pueden ser tratadas de modo puramente mecánica ya que implican la conversión de energía mecánica en energía calorífica.

Se tiene que la energía cinética es: T = 1 2m ⇀ v 2 , donde ⇀ v es la velocidad. De la segunda ley de Newton: ⇀ F = m ⇀˙v para masa m constante. Así:



Lo que significa que el trabajo total que se necesita para el movimiento corresponde al cambio en la energía cinética. Mediante el uso de las propiedades de la fuerza conservativa



Y con esto



Respectivamente



que se refiere directamente a la conservación de la energía. Las propiedades de la conservación de la energía son también la base, de ahí que el campo conservativo lleva su nombre, aquí la energía se conserva.

* <https://www.youtube.com/watch?v=h6t--U1fi4A>
* <https://www.youtube.com/watch?v=NQvob0g8hLs>
* <https://www.itescam.edu.mx/portal/asignatura.php?clave_asig=MTC-1008&carrera=IMCT-2010-229&id_d=103>