IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Los siguientes son apuntes de clase, es decir, contienen lo que, en general, el profesor comenta y anota en el pizarrón (para ganar tiempo y que ud no precise copiarlos en clase). Es decir, su lectura ***NO SUSTITUYE LA LECTURA DE UN LIBRO DE FÍSICA****, al que debe remitirse para seguir el curso y preparar sus evaluaciones.*

CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Todos sabemos que es más dificil detener a un camión de mucha masa, que a un auto que se mueva con la misma velocidad. En física, esto se expresa diciendo que el camión *tiene mayor cantidad de movimiento* que el auto. En la **cantidad de movimiento** (o "momentum") de un cuerpo influye, además de la masa del mismo, la velocidad a la que se mueve.

Se define cantidad de movimiento (y se representa con la letra $\vec{p}$) a la magnitud vectorial que surge del producto entre la masa de un móvil y su velocidad.

<u>CANTIDAD DE MOVIMIENTO:</u>

- SÍMBOLO: $\vec{p}$ (NO CONFUNDIR CON P mayúscula, que representa el peso del cuerpo)
- DEFINICIÓN:

$$\boxed{\vec{p} = m \cdot \vec{v}}$$

p es una magnitud vectorial que tiene igual dirección y sentido que la velocidad del cuerpo

- UNIDAD: (S.I.) Kg.m/s (surge de multiplicar masa por velocidad).

- Observe que, si un cuerpo varía su masa, o la velocidad a la que se mueve, la cantidad de movimiento del mismo también cambiará.

- Esta magnitud es útil para analizar el movimiento de un cuerpo puntual, pero también para analizar el comportamiento de un sistema con varias partículas (bolas de billar, fragmentos de dispositivo que estalla, varios cuerpos que chocan, etc).

IMPULSO:

Para que cambie la cantidad de movimiento de una partícula (supongamos un cuerpo, de masa constante), debe cambiar su velocidad, y para esto es necesaria la aplicación de una FUERZA. En particular, los cambios en la cantidad de movimiento tienen que ver con la *fuerza* aplicada y con el *tiempo* durante el cual se aplica. Por esta razón, se define el IMPULSO, una magnitud que relaciona ambos factores

IMPULSO:

- SÍMBOLO: $\vec{I}$ (en algunos libros se representa con la letra j -por jump, en inglés-)
- DEFINICIÓN:

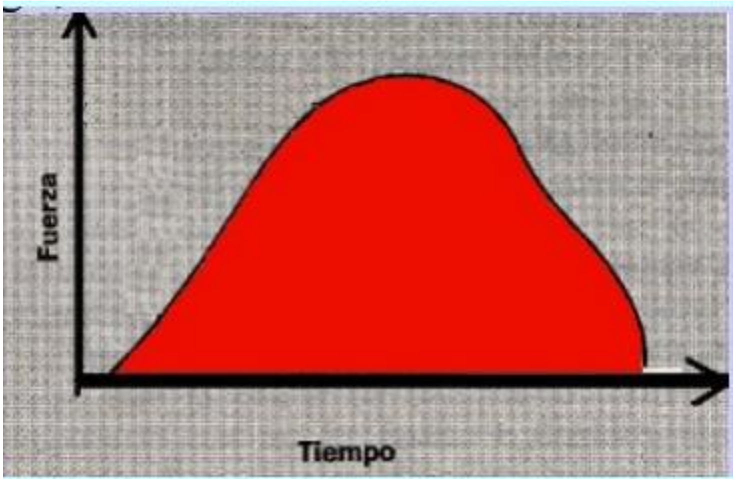
$$\boxed{\vec{I} = \vec{F} \,.\, \Delta t} \qquad \textbf{(si F es cte)}$$

I es una magnitud vectorial que tiene igual dirección y sentido que la fuerza aplicada sobre el cuerpo.

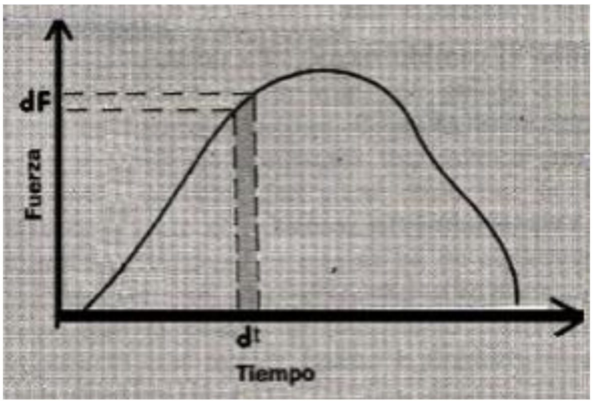
- UNIDAD: (S.I.) N. s (surge de multiplicar fuerza por tiempo)
  Observe que, dimensionalmente, 1 N.s = 1 Kg.m/s.

- **¡¡¡¡¡Cuidado!!!!!!** Observe que, la ecuación anterior supone un solo valor de fuerza durante todo el intervalo (Δt) con el que se trabaja. Es decir, la ecuación anterior SOLO PUEDE UTILIZARSE SI LA FUERZA ES CONSTANTE EN ESE INTERVALO DE TIEMPO.

- Entonces, ¿qué hacemos si la fuerza NO es constante durante el intervalo en el que trabajamos? Este caso se presenta con frecuencia cuando se trabaja con fuerzas impulsivas, fuerzas que actúan en intervalos muy pequeños de tiempo, produciendo cambios importantes de velocidad (la fuerza que aplica una pared sobre una pelota que rebota en ella, por ejemplo).
  En ese caso, la gráfica que describe el cambio de la fuerza aplicada en función del tiempo tiene una forma similar a :



Como, durante el Δt la fuerza no tiene un valor constante, no es posible multiplicar F. Δt para hallar el impulso, pues no hay UN solo valor de F. En ese caso, se subdivide el intervalo en pequeñísimos dt, tan pero tan pequeños, (infinitamente pequeños) que se puede considerar que en cada uno de ellos la fuerza es constante. Para cada subintervalo dt,se halla el pequeño impulso dI = F. dt y finalmente se "suman" todos los dI hallados. A esta "suma" tan especial se la conoce con el nombre de integral y se representa con el signo ∫ (la integral es un concepto matemático que NO profundizaremos aquí). Esta operación es la misma que tendríamos que hacer si quisiéramos hallar el área bajo la curva de la gráfica fuerza en función de tiempo (al ser una curva, tendríamos que dividirla en pequeños rectangulitos, hallar las pequeñísimas áreas –o sea F.dt- y luego sumarlas).



$$I = \int F(t).dt$$

EN RESUMEN:

IMPULSO: magnitud vectorial con igual dirección y sentido que la fuerza que lo produce cuyo módulo se determina con el área encerrada bajo el gráfico Fuerza en función de Tiempo.

¿Cuál es la relación entre impulso y cantidad de movimiento?

Como usted recordará, la segunda ley de Newton plantea que, cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza, este cambia de velocidad. Es razonable suponer que el impulso ejercido sobre un cuerpo cambiará su velocidad y, por ende, su cantidad de movimiento.

A partir de la segunda ley de newton demostraremos que esto es así para un cuerpo sobre el cual actúa una fuerza constante:

Segunda ley de Newton: $\overrightarrow{\sum F} = m \, . \, \vec{a}$

a su vez: $\overrightarrow{\sum F} = m \, . \, \overrightarrow{\Delta v}/\Delta t$ recuerde $a = \Delta v/\Delta t$

despejando: $\overrightarrow{\sum F} \, .\Delta t = m \, . \, \overrightarrow{\Delta v}$

$$\overrightarrow{\sum F} \, .\Delta t = m \, . \, (\overrightarrow{v_F} - \overrightarrow{v_o})$$

Aplicando distributiva: $\underbrace{\overrightarrow{\sum F} \, .\Delta t} = \underbrace{m.\overrightarrow{v_F}} - \underbrace{m.\overrightarrow{v_o}}$

$$\overrightarrow{\sum I} = \overrightarrow{p_F} - \overrightarrow{p_o}.$$

$$\boxed{\sum \vec{I} = \overrightarrow{\Delta p}}$$

TEOREMA DEL IMPULSO Y LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

OBSERVACIONES:

I) Este teorema se ha demostrado trabajando con una fuerza constante, para simplificar la demostración, pero puede generalizarse para fuerzas variables.

II) **CUIDADO**: una lectura distraída del mismo puede llevar a malas interpretaciones: para aplicar el teorema, hay que trabajar con el impulso NETO sobre el cuerpo. Este impulso será igual a la VARIACIÓN de la cantidad de movimiento del sistema de estudio.

Por lo tanto, si hablamos de una variación, tenemos que definir entre cuál es el estado final y cuál el inicial, y asegurarnos de estar trabajando con todos los impulsos que se realizan sobre el sistema.

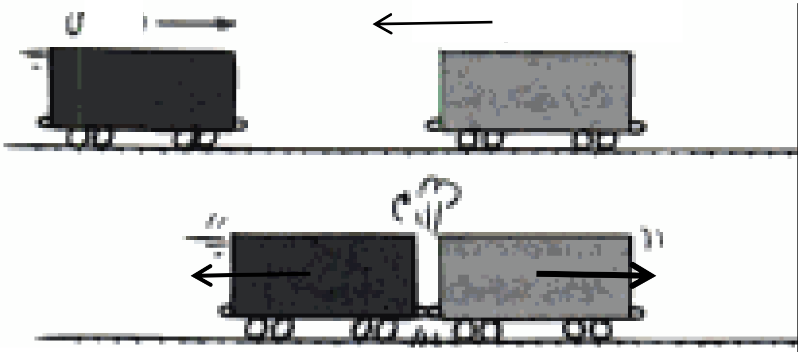
(el error frecuente en algunos estudiantes es suponer **impulso = cant de movimiento**, lo que está MAL. De hecho, este error físicamente ES MUY GRAVE, porque quien comete este error desconoce que el impulso describe un proceso, algo que transcurre en un intervalo de tiempo-aunque sea muy breve- mientras que la cantidad de movimiento describe un estado del sistema. Es decir, se habla de p inicial o final, contando el estado de movimiento de un sistema *antes* o *después* de Algo. Pero nunca se habla de impulso inicial o final, pues el impulso nos cuenta precisamente qué pasa *entre* lo inicial y lo final –"durante el proceso"-)

Conservación de la cantidad de movimiento:

La cantidad de movimiento como magnitud física es de especial importancia cuando se analiza un sistema constituido por muchas partes. Hasta ahora, utilizamos las leyes de Newton para explicar el movimiento de una partícula, o de un par de cuerpos unidos por un vínculo (cuerda). Este enfoque es muy incómodo, y a veces imposible, si se estudia, por ejemplo, el movimiento de las bolas en el pool, o el movimiento de los diferentes fragmentos de un dispositivo que estalla.

Cuando tenemos una interacción muy breve en la que por lo menos uno de los cuerpos cambia bruscamente de velocidad hablamos de un *choque*. Descartes, Leibnitz y otros científicos del siglo XVII se preocuparon por encontrar qué es lo que se mantiene constante cuando dos cuerpos chocan.

Pongamos un ejemplo: dos carritos que se mueven por un riel horizontal de roce despreciable, yendo uno hacia el otro. Al momento del choque, el carro A ejerce una fuerza al carro B (F_A) y, por acción y reacción, el carro B ejerce sobre A una fuerza opuesta (F_B), como se muestra



Ambos carritos constituyen un *__sistema dinámicamente aislado__* (sistema aislado de fuerzas externas).

Note que, de hecho, actúan otras fuerzas (peso, normal), pero en este caso, ambas se anulan al sumarse vectorialmente.

Como: $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$

$\vec{I}_A = -\vec{I}_B$

Observe que, si tomamos ambos carritos como sistema:

$$\sum \vec{I} = \vec{I}_A + \vec{I}_B = \vec{0}$$

Como $\sum \vec{I} = \Delta \vec{p}$

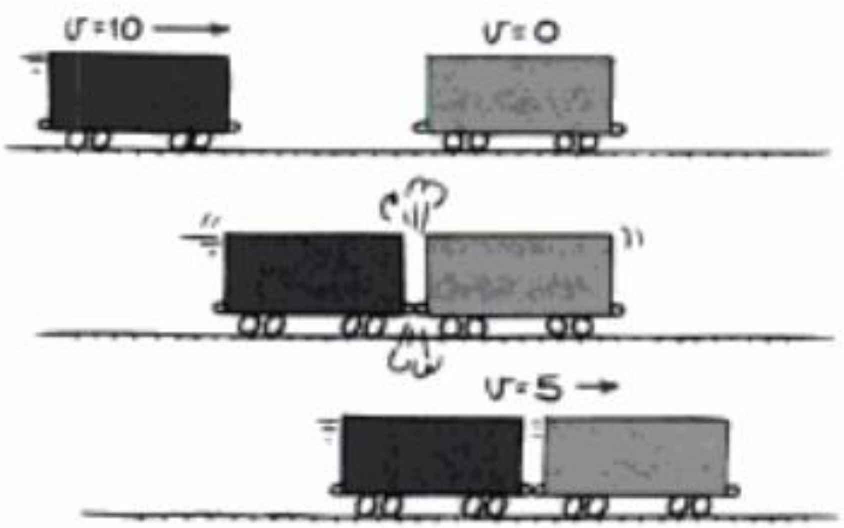
$\Delta p = 0$ y concluimos que $\vec{p}_F = \vec{p}_o$.

Es decir, la cantidad de movimiento del sistema NO varía, sigue siendo la misma antes y después del choque. Decimos que **la cantidad de movimiento del sistema *se conserva.***

ALGUNOS EJEMPLOS:

1)CHOQUE EN UNA DIRECCIÓN:

Supongamos que tenemos dos carritos de la misma masa, sobre un un riel de rozamiento despreciable. La masa de cada carrito es de 1,0 kg. Inicialmente, el carrito 2 está en reposo y el carrito 1 se mueve a 10 m/s. Los carritos chocan y siguen juntos. ¿Con qué velocidad saldrán ambos carritos?



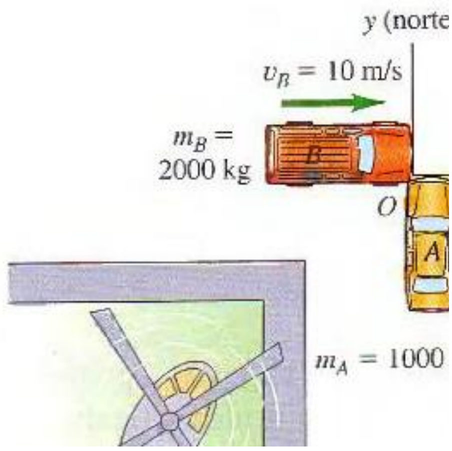
1°: definimos nuestro sistema de estudio.
En este caso, es conveniente trabajar con el sistema formado por AMBOS carritos. ¿Por qué? Porque trabajaremos con un sistema dinámicamente aislado ,y esto nos permite asegurar que la cantidad de movimiento del sistema se conserva.

SISTEMA: CARRITO 1 + CARRITO 2

$$\sum \vec{I} = \vec{0}$$

$$\vec{\Delta p} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{p}_F = \vec{p}_0.$$

2) CHOQUE EN DOS DIRECCIONES



3) Explosiones