Capítulo

3. Dinámica

Contenido:

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

3.1 DINAMICA

La **dinámica** es la rama de la mecánica clásica, que estudia las causas fundamentales del movimiento. **La mecánica newtoniana**, o mecánica clásica, es la rama de la física que estudia el movimiento de cuerpos de dimensiones grandes que se mueven con velocidades pequeñas. Al decir “dimensiones grandes” queremos decir comparados con las dimensiones del átomo, y al decir “velocidades pequeñas” queremos decir comparadas con la velocidad de la luz.

Un estudio dinámico del movimiento incluye tener en cuenta las propiedades del cuerpo, como su masa, su carga eléctrica, etc.; así como también una descripción completa del medio ambiente donde se muevan dichos cuerpos.

3.2 FUERZA

El entendimiento del concepto de fuerza constituye la base para comprender la mecánica clásica. En el lenguaje cotidiano, una **fuerza** es un “empuje” o un “tirón”. Cuando empujamos una podadora o el carrito del supermercado ejercemos una fuerza sobre el objeto. Cuando tiramos de una gaveta ejercemos una fuerza sobre la misma. Cuando soltamos un cuerpo que sostenemos en nuestras manos, éste cae, y afirmamos que la fuerza o la atracción de la gravedad es la razón de la caída. Sin embargo, las fuerzas no se asocian al movimiento, sino a la modificación de éste. Un libro que reposa sobre una mesa recibe la acción de varias fuerzas (en una condición particular), aun cuando no se mueva.

La fuerza es la cantidad física con que expresamos la capacidad de cambiar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo. Esta se denota con $\vec{\mathbf{F}}$.

Debido a que la fuerza tiene magnitud (módulo), dirección y sentido constituye una magnitud vectorial.

Si sobre un cuerpo actúan varias fuerzas simultáneamente, entonces definimos como ***fuerza neta*** a la *suma vectorial* de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, que denotamos $\vec{F}_{Neta}$. A menudo nos referimos a la fuerza neta como la *fuerza resultante ó total*. La *fuerza neta* es la que determina el movimiento de los cuerpos. Esta fuerza le proporciona una aceleración a los cuerpos, cuya dirección es la de dicha fuerza.

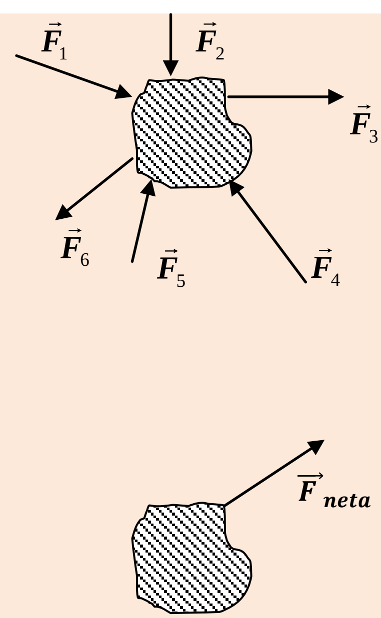


Figura 3.1 Representación de un cuerpo que recibe varias fuerzas

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

En la figura 3.1 se muestra un cuerpo que recibe seis fuerzas. El movimiento de dicho cuerpo está determinado por una fuerza que *sustituye* a las seis fuerzas que éste recibe. Esta se denomina fuerza neta y su valor se obtiene como:

$$\vec{F}_{neta} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \vec{F}_6$$

La expresión general para obtener la fuerza neta sobre un cuerpo cualquiera que recibe la acción de varias fuerzas es:

$$\vec{F}_{neta} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \cdots + \vec{F}_n$$

Dicha expresión suele escribirse de forma más compacta, como:

$$\vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}_i \qquad \textbf{(3.1)}$$

Dónde: El símbolo Σ es la letra griega sigma en mayúscula y denota la operación de suma.

En la naturaleza existen cuatro fuerzas básicas, que son:

a) **La fuerza gravitatoria:** Esta tiene la dirección del segmento que va desde el centro de un cuerpo hasta el centro de otro. En general la magnitud de la fuerza gravitatoria es “pequeña”, y tenemos percepción de ésta cuando intervienen masas muy grandes (como las masas de los planetas). Un ejemplo de esta fuerza es el peso de un cuerpo.

b) **La fuerza electromagnética:** que está relacionada con el hecho de que la materia forme cuerpos microscópicos. Así por ejemplo, un cable tensado no se rompe porque existen fuerzas de origen electromagnético que lo impiden.

c) Y por último, tenemos, **las fuerzas nucleares fuerte y débil** que operan a nivel del núcleo del átomo.

3.3 LEYES DE MOVIMIENTO DE NEWTON

El retrato mostrado es de Isaac Newton, físico y matemático inglés, nacido en 1642 y fallecido en 1721. Creó la Mecánica Clásica, el Cálculo Diferencial e Integral, y explicó el movimiento de los planetas. Compartió con otros grandes científicos de su época como Leibnitz, Huygens, y Hooke.

Las tres leyes de Newton del movimiento constituyen los fundamentos de la mecánica clásica. A pesar de que con las leyes de Newton se pueden estudiar una gran cantidad de movimientos, éstas tienen limitaciones.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

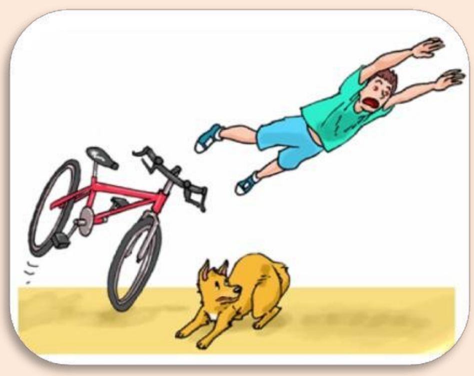
No se pueden estudiar con las leyes de Newton:

a) El movimiento de los cuerpos con velocidades cercanas a la velocidad de la luz. Para esto se utiliza la teoría especial de la relatividad (1905).

b) El movimiento de las partículas fundamentales, como el electrón, protón, neutrón, etc. Para esto se utiliza la mecánica cuántica (1920). Hoy en día continúa desarrollándose la teoría cuántica.

- **PRIMERA LEY DE NEWTON SOBRE EL MOVIMIENTO.**
  - **MARCOS DE REFERENCIA INERCIALES.**

La primera Ley de Newton define lo que se llama un conjunto de marcos o sistemas de referencia inerciales. En estos sistemas, por definición, permanece válida la 1ra Ley de Newton. Por **inercia** entendemos la propiedad en virtud de la cual los cuerpos tienden a permanecer en reposo o en movimiento con velocidad constante. Otra forma de decirlo es: la **inercia** es la propiedad de la materia que causa que los objetos se resistan a los cambios de movimiento. Por esto a la primera ley de Newton se le llama también Ley de la Inercia. En el dibujo que se observa a la derecha, un muchacho está "volando" en el aire porque ha frenado bruscamente para no chocar con un perro. Como el muchacho estaba moviéndose en su bicicleta la inercia lo hace continuar moviéndose luego de haber frenado.



La 1ra Ley de Newton establece que un cuerpo en reposo permanecerá en reposo, y un cuerpo en movimiento seguirá moviéndose con velocidad constante, mientras la fuerza externa neta sobre él sea nula.

La primera ley de Newton describe lo que ocurre cuando la fuerza neta que actúa sobre un objeto es nula. En este caso ocurre una sola de estas situaciones:

a) el objeto permanece en reposo
b) el objeto se mueve en línea recta con velocidad constante (MRU).

Note también que en el enunciado de la 1ra Ley de Newton aparece el adjetivo "externa" para la fuerza. Esto quiere decir que no es posible que un cuerpo modifique su estado de reposo o movimiento haciéndose fuerza él mismo. Por tanto, otro cuerpo externo a él debe aplicar la fuerza.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 1:

Un ejemplo ilustrativo de la primera ley de Newton ocurre cuando una guagua frena de improviso. Los pasajeros tienden, por inercia, a continuar en su estado original y se mantienen con el movimiento que llevaban (el de la guagua), cayendo adelante si no se sujetan.

Del mismo modo, un aumento brusco de la velocidad de la guagua hace que los pasajeros caigan hacia atrás, al tener la tendencia a mantenerse con su movimiento original, que era más lento.

Ejemplo 2:

Un patinador se desliza por una pista horizontal helada con velocidad constante de 4.0 m/s. Diga:

a) ¿Cuánto vale la fuerza resultante?
Respuesta: Es cero, porque la velocidad es constante.

b) ¿Cuál será su velocidad a los dos minutos?
Respuesta: Es la misma 4 m/s, porque es constante.

c) ¿Cuántos metros recorre en un minuto?
Respuesta: Como la velocidad es constante, el movimiento es MRU y la distancia se calcula por:

$$\Delta x = v_x\, t = \left(4.0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)(60\ \mathrm{s}) = 240\ \mathrm{m} = \underline{\underline{2.4 \times 10^{2}\ \mathrm{m}}}$$

- **MASA DE LOS CUERPOS.**

La masa de un cuerpo es una medida cuantitativa de su inercia. La masa de un cuerpo es una cantidad física escalar. Esta no cambia cuando el cuerpo cambia de lugar, o de forma. Tampoco cambia en las reacciones químicas, etc.

La masa es una cantidad física fundamental en el Sistema Internacional (SI), se denota con m, y su unidad de medida es el kilogramo (kg).

Un "kg" es la masa de un cilindro hecho de una aleación de platino e iridio que se conserva en el Laboratorio Internacional de Pesas y Medidas en Sevres, Francia. Como una aproximación para fines prácticos, podemos decir que la masa de 1 litro de agua es 1 kg. Otras unidades de masa son: tonelada métrica, slug.

- **SEGUNDA LEY DE NEWTON SOBRE EL MOVIMIENTO.**

La segunda ley de Newton describe el cambio de movimiento que se presenta cuando una fuerza neta distinta de cero actúa sobre un cuerpo.

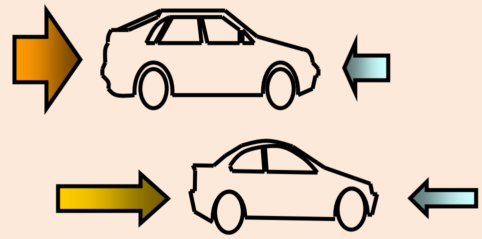
Experimentalmente se pueden medir, tanto la fuerza que se aplica a un cuerpo, como la aceleración que le produce. En tales experimentos se ha comprobado que:

a) La magnitud de la aceleración es inversamente proporcional a la masa, si la fuerza neta es constante.

b) la aceleración es directamente proporcional a la fuerza neta, si la masa es constante.

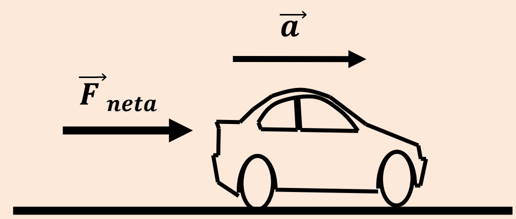
c) la aceleración tiene igual dirección y sentido que la fuerza neta.

Estas observaciones son recogidas en una expresión matemática que denominamos 2da Ley de Newton sobre el movimiento:



$$\boldsymbol{Si\ \vec{F}_{neta} = constante \quad \Rrightarrow \quad a\ \alpha\ 1/m}$$

$$\boldsymbol{Si\ m = constante \quad \Rrightarrow \quad a\ \alpha\ F_{neta}}$$



$$\boldsymbol{\vec{F}_{neta} = m\,\vec{a}} \qquad \textbf{(3.2)}$$

Nota: cuando sobre el cuerpo actúa una sola fuerza, la expresión (3.2) se puede escribir como

$$\boldsymbol{\vec{F} = m\,\vec{a}}$$

La ecuación (3.2) nos dice que la resultante de las fuerzas externas que actúan sobre un cuerpo es igual a la masa del cuerpo por su aceleración.

Está claro que si la fuerza neta sobre un cuerpo es constante, entonces la aceleración de éste también lo es y su movimiento es rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

La unidad de medida de la fuerza, en el Sistema Internacional (SI), es el Newton (N). Un Newton es la fuerza que aplicada a una masa de un kilogramo le produce una aceleración de 1 m/seg$^{2.}$ Otras unidades de fuerza son: Dina, libra, etc.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 3:

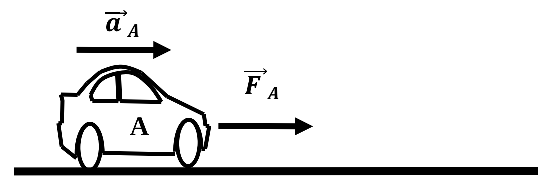
A un cuerpo de 2.00 kg se le aplica una fuerza de magnitud 20.0 N. Calcular la magnitud de la aceleración.

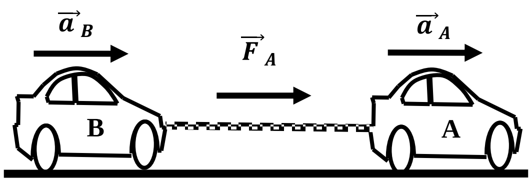
Dado que dicho cuerpo recibe una sola fuerza, entonces ésta es la fuerza neta. Despejando la aceleración de la ecuación 3.2:

$$\mathrm{F} = m\,a \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{F}{m} = \frac{20.0\ \mathrm{N}}{2.00\ \mathrm{kg}} = \underline{\underline{10.0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}}$$

Ejemplo 4:

Un auto "**A**" puede acelerar hasta 20.0 m/s^2. Si este auto es utilizado para remolcar otro auto "**B**" de igual masa ¿Cuál es la magnitud de la aceleración del auto "**A**" cuando hace esto?





Datos:

- Las masas de **A** y **B** son iguales, tal que:

$$m_A = m_B = m$$

- La aceleración máxima de **A** es:

$$a_1 = 20.0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

- La fuerza neta que actúa solamente sobre el autos **A** se calcula:

$$F_A = m_A a_1 = m a_1$$

- La fuerza neta que actúa sobre ambos autos a la vez se calcula:

$$F_{AB} = (m_A a_2 + m_B a_2) = 2m a_2$$

- Dado que la fuerza neta que actúa sobre **A** es la misma que actúa sobre la combinación **AB**, tenemos:

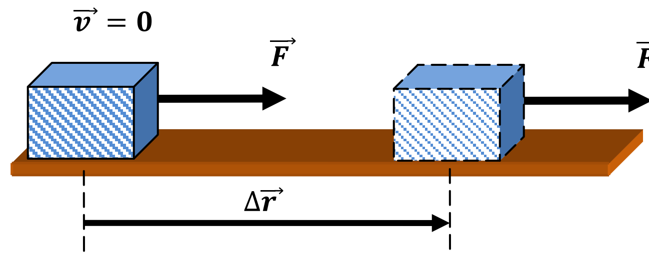
$$F_A = F_{AB} \qquad \Rightarrow \qquad \cancel{m}\,a_1 = 2\cancel{m}\,a_2 \qquad \Rightarrow \qquad a_1 = 2a_2$$

$$a_2 = \frac{1}{2}a_1 = \frac{20.0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}{2} = \underline{\underline{10.0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 5:

A cuerpo inicialmente en reposo se le aplica una fuerza constante de 50.0 N durante 5.00 s, durante ese tiempo recorre 25.0 m. ¿Cuál es la masa del cuerpo?



Solución:

- Datos:
    - Se desplaza del reposo una distancia: $\Delta r = 25.0 \text{ m}$
    - Bajo la acción de una fuerza: $F = 50.0 \text{ N}$
    - Durante un tiempo: $\Delta t = 5.00\ s$

- Bajo la acción de esta fuerza el cuerpo se acelera:

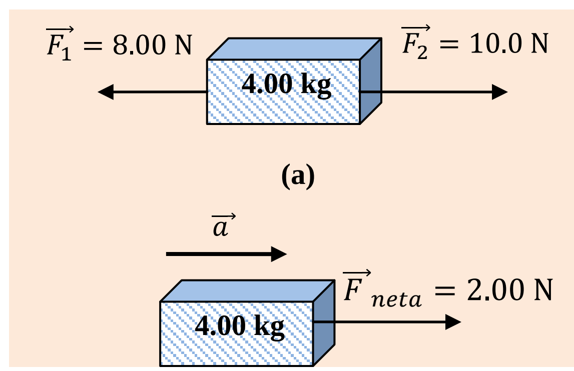
$$\Delta r = v_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{2(\Delta r - v_0 t)}{t^2} = \frac{2\big(25.0 \text{ m} - 0(5.00 \text{ s})\big)}{(5.00 \text{ m})^2} = 2.00\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Ahora utilizando la segunda Ley de Newton, despejamos la masa:

$$F = ma \qquad \Rightarrow \qquad m = \frac{F}{a} = \frac{50.0 \text{ N}}{2.00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{25.0 \text{ kg}}}$$

Ejemplo 6:

Determine la aceleración en cada uno de los cuerpos mostrados en la figura.



Solución:

- Caso (a): bloque de 4.00 kg bajo la acción de dos fuerzas horizontales opuestas.

    - Escribiremos los vectores fuerza en la forma cartesiana, considerando positiva la que va a la derecha, tenemos:

$$\left.\begin{aligned} \vec{F_1} &= (-\,8.00 \text{ N}, 0) \\ \vec{F_2} &= (\,10.0 \text{ N}, 0) \end{aligned}\right\}$$

Las componentes en el eje "y", son cero pues los dos vectores son horizontales.

    - Determináremos la fuerza neta, mediante la suma vectorial, tal que:

$$\vec{F}_{neta} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = (2.00 \text{ N}, 0)$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

- Partiendo de la segunda Ley de Newton, despejamos la aceleración:

$$\vec{F}_{neta} = m\vec{a} \qquad \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m} = \left(\frac{F_x}{m}, \frac{F_y}{m}\right) \qquad \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m} = \left(\frac{2.00\ \text{N}}{4.00\ \text{kg}}, 0\right)$$

$$\vec{a} = \left(0.500\frac{\text{m}}{s^2}, 0\right)$$

- La magnitud de la aceleración es:

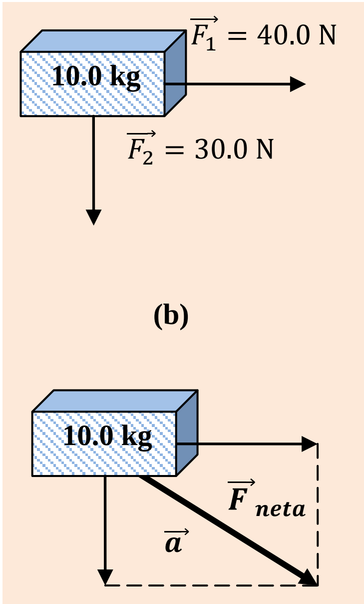
$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(0.500\ \text{m}/s^2)^2 + (0)^2} = 0.500\frac{\text{m}}{s^2}$$

- La orientación está dada por el ángulo:

$$\theta = arc\tan\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = arc\tan\left(\frac{0}{0.500}\right) = 0°$$

$$\vec{a} = \left(0.500\frac{\text{m}}{s^2}, 0\right) = \left(0.500\frac{\text{m}}{s^2}, 0°\right)$$

- Caso (b): bloque de 10.0 kg bajo la acción de dos fuerzas perpendiculares, una vertical hacia debajo de 30.0 N, y otro horizontal hacia la derecha de 40.0 N.



(b)

- Escribiremos los vectores fuerza en la forma cartesiana:

$$\vec{F_1} = \begin{Bmatrix} F_{1x} = (40.0\ \text{N})\cos 0° = 40.0\ \text{N} \\ F_{1y} = (40.0\ \text{N})\ \text{sen}\ 0° = 0 \end{Bmatrix} = (40.0\ \text{N}, 0)$$

$$\vec{F_2} = \begin{Bmatrix} F_{2x} = (30.0\ \text{N})\cos 270° = 0 \\ F_{2y} = (30.0\ \text{N})\ \text{sen}\ 270° = -30.0\ \text{N} \end{Bmatrix} = (0, -30.0\ \text{N})$$

- Determináremos la fuerza neta, mediante la suma vectorial, tal que:

$$\vec{F}_{neta} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = (40.0\ \text{N}, -30.0\ \text{N})$$

- Partiendo de la segunda Ley de Newton, despejamos la aceleración:

$$\vec{F}_{neta} = m\vec{a} \qquad \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m} = \left(\frac{F_x}{m}, \frac{F_y}{m}\right) \qquad \Rightarrow \vec{a} = \left(\frac{40.0\ \text{N}}{10.0\ \text{kg}}, \frac{-30.0\ \text{N}}{10.0\ \text{kg}}\right)$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

$$\vec{a} = \left(4.00\frac{\text{m}}{s^2}, -3.00\frac{\text{m}}{s^2}\right)$$

- La magnitud de la aceleración es:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(4.00\ \text{m}/s^2)^2 + (-3.00\ \text{m}/s^2)^2} = 50.0\frac{\text{m}}{s^2}$$

- La orientación está dada por el ángulo:

$$\theta = arc\tan\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = arc\tan\left(\frac{-3.00}{4.00}\right) = -\ 36.9° = 323.1°$$

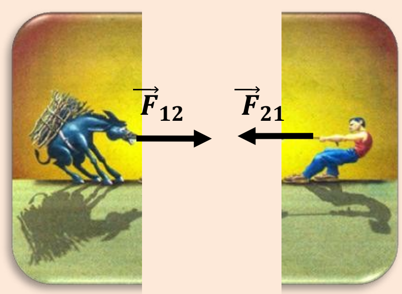
$$\vec{a} = \left(4.00\frac{\text{m}}{s^2}, -3.00\frac{\text{m}}{s^2}\right) = \left(50.0\frac{\text{m}}{s^2}, 323.1°\right)$$

- **TERCERA LEY DE NEWTON SOBRE EL MOVIMIENTO**

La tercera ley de Newton sobre el movimiento establece que en la interacción entre dos cuerpos A y B, existe una **fuerza de acción** de A sobre B que provoca una **fuerza de reacción** de B sobre A. Las fuerzas de acción y reacción son de igual magnitud, igual dirección y de sentido contrario y actúan sobre cuerpos diferentes. Esta ley nos indica que las fuerzas siempre actúan en pares, porque hay dos cuerpos interactuando.

$$\vec{F}_{12} = -\ \vec{F}_{21} \qquad \textbf{(3.3)}$$

Cabe indicar que estas fuerzas actúan sobre cuerpos separados (ver figura), y que el signo negativo indica que son de sentidos contrarios.



En la figura:
Un hombre tira de un burro, ejerciéndole una fuerza $\vec{F}_{12}$, entonces el burro responde con otra fuerza $\vec{F}_{21}$ de igual magnitud, y dirección, pero en sentido contrario.

$$\vec{F}_{12} = -\ \vec{F}_{21}$$

Ejemplo 7:

Una persona empuja una pared con una mano. ¿Cuáles son las fuerzas de acción y reacción en este caso?

Respuesta: Si consideramos que la fuerza de acción es la que la mano aplica a la pared entonces tenemos que considerar que la fuerza de reacción es la que la pared aplica a la mano.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 8

Un hombre de 65.0 kg va sentado en un carro que en un momento acelera a 0.700 m/seg^2. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza ejerce el asiento sobre el hombre y que fuerza ejerce el hombre sobre el asiento?

Solución:

- Datos:
  - La masa del hombre es m = 65.0 kg
  - La aceleración es a = 0.700 m/s^2

  - El asiento aplica una fuerza sobre el hombre es:

$$\vec{F}_{12} = m\,a = (65.0\text{ kg})\left(0.700\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = \underline{\underline{45.0\text{ N, hacia adelante}}}$$

- Considerando la 3ra Ley de Newton, tenemos:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \qquad \therefore \qquad \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} = -45.0\text{ N}$$

$$\underline{\underline{\vec{F}_{12} = 45.0\text{ N, hacia atras}}}$$

La diferencia es el sentido, porque son un par de fuerzas de acción y reacción.

5.4 TIPOS DE FUERZAS

Hay otra forma de clasificar las fuerzas, y es dependiendo de la forma en que estas actúan. Por tanto, tenemos:

- ✓ Fueras a distancia
- ✓ y fuerzas de contacto

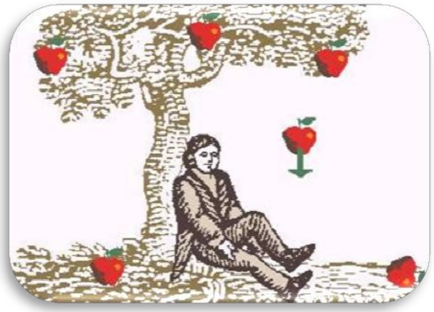
- **FUERZA A DISTANCIA**

Son fuerzas que se manifiestan entre dos cuerpos sin que éstos se toquen físicamente. Entre estas fuerzas están: La fuerza gravitatoria, la eléctrica, la magnética.

Una característica general de estas fuerzas es que aumenta su valor cuando los cuerpos involucrados se acercan y disminuyen su valor cuando los cuerpos involucrados se alejan. La fuerza gravitatoria está asociada a las masas, la fuerza eléctrica está asociada a las cargas eléctricas y la fuerza magnética está asociada al momento magnético intrínseco.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

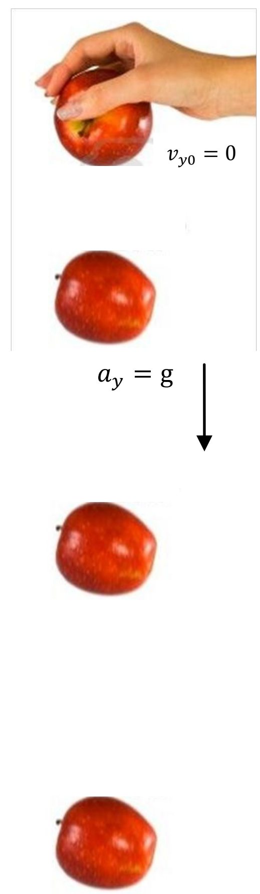
- **PESO DE LOS CUERPOS:**



Cuando tomamos un cuerpo sin importar su masa y lo soltamos, este se precipita hacia el suelo. Esto ocurre porque la Tierra lo atrae hacia su centro con una fuerza gravitacional denominada **peso**. El peso es una fuerza a distancia que puede cambiar de acuerdo a:

- ✓ La masa del cuerpo (m).
- ✓ La característica del campo gravitacional del planeta donde se encuentre el cuerpo, es decir la aceleración gravitacional (g). Cuando el cuerpo se localiza en otro planeta, el peso del cuerpo tendría otro valor; pues la gravedad de ese planeta sería diferente.
- ✓ La distancia a la que se encuentra el cuerpo sobre el centro del planeta. Un cuerpo que está en el aula pesa más que si que el mismo cuerpo en la cima del Pico Duarte. Esto es así porque el cuerpo colocado en el pico Duarte está más lejos del centro de la Tierra que cuando el cuerpo está en el aula

Recuerde que el peso de un cuerpo es una fuerza a distancia y éstas tienen mayor valor mientras más cerca están los cuerpos involucrados.



El peso se denota con la letra ***w***, minúscula (del inglés "weight"), y Dado que cuando un cuerpo cae libremente (en la Tierra) la magnitud de su aceleración es de 9.8 m/s² (aceleración gravitatoria que se denota con g) y que en cuyo caso la única fuerza que el cuerpo recibe es la fuerza gravitatoria debida a la Tierra (el peso), entonces puede establecerse que la magnitud de dicha fuerza de acuerdo a la segunda ley de Newton está dada por:

$$\boldsymbol{w = mg} \qquad \textbf{(3.4)}$$

En virtud de la expresión anterior (ecuación 3.4), en la Luna un cuerpo pesa, aproximadamente, seis veces menos que en la Tierra. Esto así, porque la aceleración de la gravedad en la Luna es la sexta parte de la gravedad de la Tierra. Recuerde que el valor de "g" a nivel del mar es, aproximadamente, 9.8 m/s^2.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 9

¿Cuál es el peso de un astronauta en la Luna si su peso en la Tierra es $w_T = 464$ N?

Datos:

Peso de la persona en la Tierra: $w_T = 464N$

Aceleración gravitacional en la Tierra = $g_T = 9.8\ m/s^2$

Aceleración gravitacional en la Luna = $g_L = 1.63\ m/s^2$ ($^1/_6\ g_T$)

Solución:

El peso de la persona, en la Tierra, es: $w_T = m_T\ g_T$

Despejamos la masa en la Tierra:

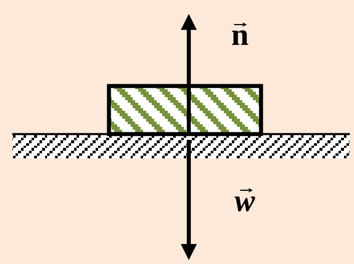
$m_T = w_T / g_T = (464\ N) / (9.8\ m/s^2) = 47.3\ kg$

Como la masa en la Tierra y en la Luna es la misma, usamos este valor para calcular el peso en la Luna:

$w_L = m_L\ g_L = (47.3\ kg)\ (1.63\ m/s^2) = 77.1\ N$

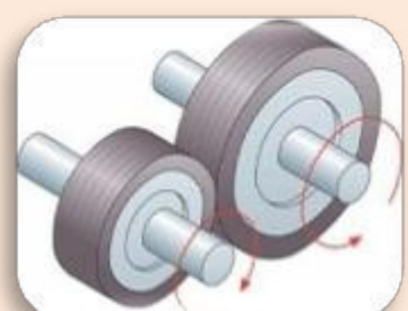
- **FUERZAS DE CONTACTO**

Son fuerzas que se manifiestan entre dos cuerpos cuando éstos se tocan físicamente. Entre estas fuerzas están; halar, empujar, frotar, chocar, etc.



- **FUERZA NORMAL:** Cuando un cuerpo está sobre una superficie se presiona contra ella, el cuerpo experimenta una fuerza perpendicular a la superficie. A esta fuerza se le llama fuerza normal, se denota con **n** (*note que es una n minúscula, porque la n mayúscula está reservada para el Newton*)

- **FUERZA DE FRICCIÓN:** Fuerza de contacto entre dos cuerpos que se opone al deslizamiento de uno sobre otro. Dicha fuerza es tangente a la superficie de contacto. La fuerza de fricción se subdivide en dos, si un cuerpo se desliza sobre otro entonces existe **fuerza de fricción cinética**, y si hay dos cuerpos se encuentran en contacto sin que haya deslizamiento entre ellas entonces existe **fuerza de fricción estática**.



** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

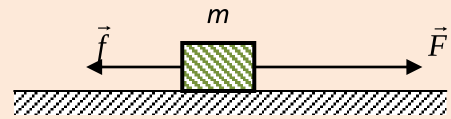
Se ha podido comprobar que la magnitud de la fuerza de fricción cinética es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza normal correspondiente. A la constante de proporcionalidad entre la magnitud de la fuerza de fricción cinética y la fuerza normal se le denomina **coeficiente de fricción cinético** el cual es adimensional (adimensional significa que no tiene unidades de medida) y se simboliza por $\boldsymbol{\mu_c}$. El valor de dicho coeficiente está determinado por la rugosidad de las superficies en contacto. Se tiene un coeficiente de fricción cinético para cada par de superficies en contacto.

$$\boldsymbol{f_c = \mu_c\, n} \qquad \textbf{(3.5)}$$

Por otro lado, debemos señalar que si un cuerpo está en contacto con otro y no hay aplicada ninguna fuerza externa a ellos que intente hacer deslizar uno sobre el otro, entonces no hay fuerza de fricción de uno sobre el otro. Sin embargo, si se aplica alguna fuerza que tienda a hacer deslizar a uno sobre el otro, entonces aparece una fuerza de fricción estática (si no se desliza uno sobre el otro) cuyo valor podría cambiar aun sin que haya cambiado la fuerza normal. El valor de la fuerza de fricción estática aumenta a medida que aumenta la fuerza que tiende a hacer deslizar un cuerpo sobre el otro, hasta que alcanza un valor máximo, a partir del cual comienza el deslizamiento. El valor máximo de la fuerza de fricción estática está determinado por la rugosidad de las superficies en contacto y la fuerza normal entre los cuerpos.

$$\boldsymbol{f_e = \mu_e\, n} \qquad \textbf{(3.6)}$$

En esta expresión a μ_e se le denomina coeficiente de fricción estático, el cual también es adimensional y tiene un valor distinto para cada par de superficies de contacto. En general el coeficiente de fricción estático entre un par de superficies dadas es mayor que los coeficientes de fricción cinéticos correspondientes a las mismas superficies.



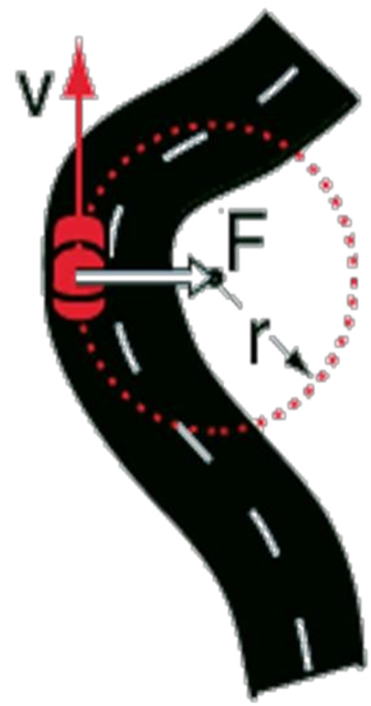
F – es la fuerza aplicada sobre el cuerpo.
f – es la fuerza de fricción.

- Por el simple hecho de dos cuerpos entrar en contacto, esto se ejercen una fuerza perpendicular a sus superficies denomina fuerza normal.
- Ahora si los cuerpos además de estar en contacto, se deslizan uno respecto del otro aparece una fuerza paralela a sus superficies y opuesta al deslizamiento denominada fuerza de fricción.
- El cociente de la magnitud de la fuerza de fricción entre la magnitud de la fuerza normal, es una cantidad sin unidades de medida conocida como coeficiente de fricción.
- Existen dos tipos de fuerza de fricción, la que ocurre mientras los cuerpos se deslizan llamada fricción cinética, y la que ocurre cuando aún no hay deslizamiento entre los cuerpos llamada fricción estática. Para una par de superficies dadas, en general la fricción estática es mayor que la fricción cinética.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

5.5 FUERZA CENTRIPETA

De acuerdo con la segunda ley de Newton ($\sum \mathbf{F}_{ext} = m\mathbf{a}$), un objeto experimenta aceleración porque hay una fuerza neta que actúa sobre él. Un objeto que se mueve en un círculo como una bola al final de una cuerda, debe por tanto tener una fuerza aplicada sobre el que lo mantenga en movimiento en dicho circulo. Esto es, se necesita una fuerza para proporcionarle aceleración centrípeta. La magnitud de la fuerza requerida se calcula mediante la segunda ley de Newton para la componente radial.



$$\boldsymbol{F_{neta} = ma_R} \qquad \textbf{(3.7)}$$

Donde la aceleración centrípeta está dada por:

$$a_R = \frac{v^2}{R}$$

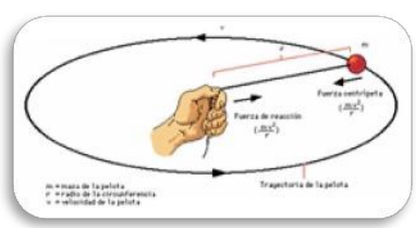
Entonces, podemos establecerse la siguiente expresión para obtener la magnitud de la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo en movimiento circular uniforme (fuerza centrípeta):

$$\boldsymbol{F_c = m\frac{v^2}{R}} \qquad \textbf{(3.8)}$$

En la expresión 3.8
- m es la masa de la partícula
- *v* es la rapidez lineal de la partícula.
- R es el radio de la circunferencia

Para el movimiento circular uniforme (rapidez constante), la aceleración es a_R, que se dirige hacia el centro del círculo en cualquier momento. En consecuencia la fuerza neta también debe dirigirse hacia el centro del círculo (figura).

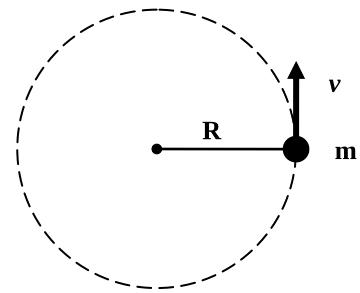
Se necesita ejercer una fuerza neta porque, de otro modo, el objeto no se movería en un círculo sino en línea recta, como establece la primera ley de Newton. La dirección de la fuerza neta cambia continuamente, de modo que siempre se dirige hacia el centro del círculo. A esta fuerza normalmente se le llama "*fuerza centrípeta*" (que apunta hacia el centro). Pero hay que tener en cuenta que "*fuerza centrípeta*" no indica un tipo nuevo de fuerza. El termino meramente describe la dirección de la fuerza neta necesaria para obtener una trayectoria circular: la fuerza neta está dirigida hacia el centro del circulo. La fuerza centrípeta, por su carácter externo, debe ser aplicada por otros objetos.



** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 10:

¿Cuál es la magnitud de la fuerza centrípeta que hay que aplicar para que una partícula de 0.10 kg, atada a una cuerda de 0.75 m de largo gire en un circulo horizontal con una rapidez de 10 m/s?



Datos:

m = 0.10 kg

R= 0.75 m

v = 10 m/s

Solución

$$F_c = m\frac{v^2}{R} = \frac{(0.10\,kg)\left(10\,\frac{m}{s}\right)^2}{0.75\,m} = \underline{\underline{13\,N}}$$

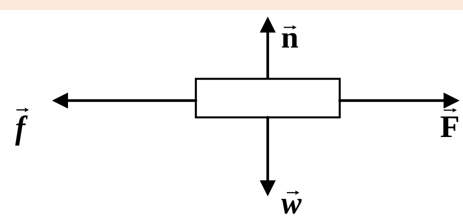
5.6 EQUILIBRIO DE UNA PARTICULA

Hemos visto que un cuerpo sujeto a una fuerza neta tiene una aceleración proporcional a esa fuerza. ¿Pero qué sucede si la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero? Esta es la condición del **equilibrio** de traslación, un estado de movimiento en el cual la velocidad del cuerpo es constante. Si el cuerpo se encuentra en movimiento con velocidad constante, afirmamos entonces que está en **equilibrio dinámico.** Si la velocidad del cuerpo es cero, en ese caso el cuerpo se encuentra en reposo y se dice que estará en **equilibrio estático.**

$$\vec{F}_{neta} = m\vec{a} = 0$$

Ejemplo 11:

Si el bloque de la figura no tiene movimiento. a) ¿Cuál es el valor de la fuerza normal? b) ¿Cuál es el valor de la fuerza de fricción?



Solución:

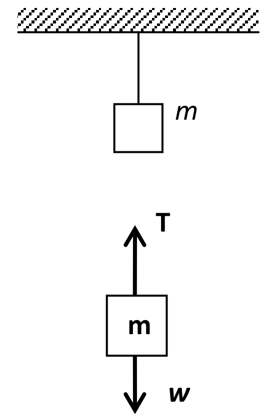
a) La magnitud de la fuerza normal es igual a la magnitud del peso del cuerpo, es decir, n = mg

b) La fuerza de fricción tiene exactamente el mismo valor que la fuerza $\vec{F}$. Ya que el cuerpo no tiene movimiento la fuerza de fricción no tiene su máximo valor.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 12:

El cuerpo de la figura esta en equilibrio, ¿Cuál es el valor de la tensión de la cuerda?



- Datos

  m = 2.0 kg

  g =9.8 m/s²

- Solución:

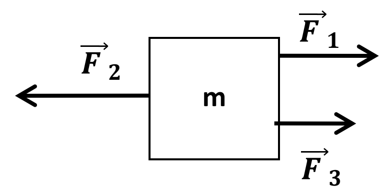
  Solo actúan fuerzas verticales, entonces:

$$\sum F_y = 0 \quad \therefore T - w = 0 \qquad \Rightarrow \qquad T = w = mg$$

$$T = (2.0\ \text{kg})\left(9.8\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = \underline{\underline{19.6\ \text{N}}}$$

Ejemplo 13:

La figura muestra un cuerpo en equilibrio, bajo la acción de tres fuerzas. Si F_1= 100N, y F_2= 175 N, ¿Cuál es el valor de la fuerza F_3?



- Solución:

  Solo actúan fuerzas horizontales, entonces:

$$\sum F_x = 0 \quad \therefore \quad F_1 - F_2 + F_3 = 0 \quad \Rightarrow$$

$$F_3 = -F_1 + F_2 = -100\ \text{N} + 175\ \text{N} = \underline{\underline{75\ \text{N}}}$$

5.7 IMPULSO

Cantidad física con la que se precisa cuanto es capaz de cambiar el movimiento de un cuerpo una fuerza dada durante un intervalo de tiempo.

- ✓ En el sistema internacional (S.I.) se mide en **N.s.**
- ✓ En el sistema cegesimal (cgs) se mide en dina.s

- **IMPULSO DEBIDO A UNA FUERZA CONSTANTE**

El impulso debido a una fuerza constante es igual a la fuerza por el intervalo de tiempo durante el cual esta actúa, está dado por:

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t \qquad \textbf{(3.9)}$$

El impulso es una cantidad vectorial con igual dirección y sentido que la fuerza.

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 13:

Un cuerpo cuya masa es de 15 kg Adquiere una aceleración de 4.0 m/s^2, por la aplicación de una fuerza constante que actúa durante un tiempo de 2.0 s. ¿Cuál es la magnitud del impulso recibido por el cuerpo?

- Datos:

  m= 15 kg
  a= 4.0 m/s²
  t= 2 s

- Solución
  - Fuerza neta

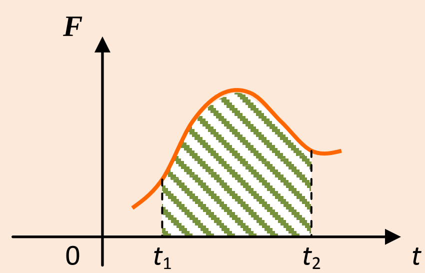
    $$F_{neta} = ma = (15\ kg)\left(4.0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 60\ \text{N}$$

  - Impulso neto

    $$I = F_{neta}\Delta t = (60\ \text{N})(2.0\ \text{s}) = 120\ \text{N.s} = \underline{\underline{1.2 \text{ x } 10^{2}\ \text{N.s}}}$$

- **VALOR DEL IMPULSO DEBIDO A UNA FUERZA DE DIRECCIÓN FIJA Y MAGNITUD VARIABLE**

En este caso podemos hallar el impulso mediante el área debajo del grafico de la fuerza en función del tiempo. (Hacer el grafico de F= *f* (t))

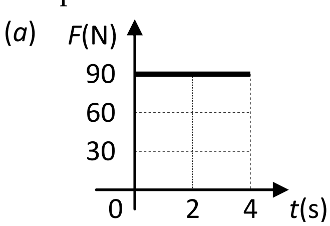


- Este es un gráfico $F = f$ (t) cuya forma no es una recta. El trabajo debido a F cuando el cuerpo avanza desde t_1 hasta t_2 es igual al área de la figura sombreada (con color azul). Su valor se obtiene aplicando conceptos de cálculo integral.

- Cuando este gráfico es una recta, se podría formar una figura geométrica determinada, cuyas se calculan como:
  - Un rectángulo $\Rightarrow \quad A = b.h$
  - Un triangulo $\Rightarrow \quad A = \frac{1}{2}b.h$
  - Un trapecio $\Rightarrow \quad A = \frac{b+B}{2}.h$

Ejemplo 14:

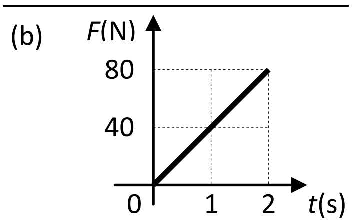
Hallar el impulso para las fuerzas y los intervalos de tiempo mostrados en los siguientes gráficos.



Solución:
I = área del rectángulo bajo el gráfico.

$$I = b.h = (4\ \text{s})(90\ \text{N})$$

$$\underline{\underline{I = 360\ \text{N.s}}}$$



Solución:
I = área del rectángulo bajo el gráfico.

$$I = \frac{b.h}{2}$$

$$I = \frac{(2\ \text{s})(80\ \text{N})}{2} = \underline{\underline{80\ \text{N.s}}}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes

5.8 CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL O IMPETU

La cantidad de movimiento lineal o ímpetu de un cuerpo de masa m que se mueve a una velocidad ***v***, es igual al producto de su masa por la velocidad.

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad (3.10)$$

La cantidad de movimiento lineal es una magnitud vectorial que se representa por la letra ***p*** minúscula, y tiene la misma dirección y sentido que la velocidad.

Podemos expresar la cantidad de movimiento lineal de un conjunto de cuerpos (sistema de cuerpos) como la suma vectorial de las cantidades de movimiento individuales de cada cuerpo.

$$\sum \vec{p} = \vec{p}_{Total}$$

Para el caso de dos cuerpos:

$$\sum \vec{p} = \vec{p}_{Total} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Las unidades de medida de la cantidad de movimiento lineal son:

- El sistema internacional (SI) es $\mathrm{kg.\frac{m}{s}}$
- El sistema cegesimal (cgs) es $\mathrm{g.\frac{cm}{s}}$

- Si una partícula se mueve con **MRU,** como su velocidad $\vec{v} = constante$, entonces su cantidad de movimiento lineal $\vec{p} = constante$

- Si una partícula se mueve con **MRUV,** como su velocidad puede cambiar (aumentando o disminuyendo) $\Delta\vec{v} = \vec{v_f} - \vec{v_i}$, entonces su cantidad de movimiento lineal también cambiará (aumentando o disminuyendo) en la misma proporción. $\Delta\vec{p} = \vec{p_f} - \vec{p_i}$

Recordando la unidad del impulso es el producto de la unidad de fuerza por la unidad de tiempo, "$\mathrm{N.s}$" en el S.I. La unidad de medida de la fuerza (N), se obtiene al multiplicar la unidad de masa (kg) por la unidad de aceleración (m/s^2), por lo que tenemos:

$$\mathrm{N.s} = \left(\mathrm{kg.\frac{m}{s^{\cancel{2}}}}\right).\cancel{\mathrm{s}} = \mathrm{kg.\frac{m}{s}}$$

"En conclusión, hemos comprobado que las unidades de medida del impulso y de la cantidad de movimiento lineal son equivalentes" es decir:

$$\mathrm{N.s} = \mathrm{kg.\frac{m}{s}}$$
$$\mathrm{dina.s} = \mathrm{g.\frac{cm}{s}}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Ejemplo 15:

¿Cuál es la magnitud de la cantidad de movimiento de una bola de baseball lanzada a 90 mi/h? La masa de la bola es de 0.14 kg.

- Datos:

  m = 0.14 kg

  v = 90 mi/h, para expresarlo en m/s, multiplicamos por

  $$v = \frac{\left(90\frac{\cancel{\text{mi}}}{\cancel{\text{h}}}\right)\left(1609\frac{\text{m}}{\cancel{\text{mi}}}\right)}{3600\frac{\text{s}}{\cancel{\text{h}}}} = 40\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Solución:

$$p = mv = (0.14\text{ kg})\left(40\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 5.6\text{ kg.}\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ejemplo 16:

Un cuerpo A, que tiene una masa de 4.0 kg, se mueve con igual cantidad de movimiento que otro cuerpo B, que tiene una masa de 8.0 kg y, que se mueve a 6 m/s. ¿Cuál es la magnitud de la velocidad del cuerpo A?

- Datos:

  m_B = 8.0 kg

  v_B = 6.0 m/s

  m_A= 4.0 kg

- Solución:

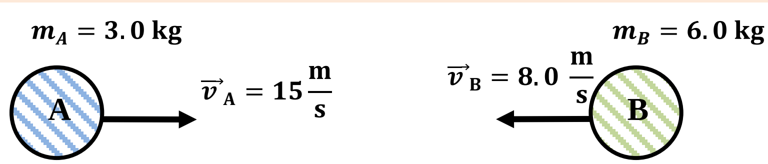
  $p_A = p_B \quad \Rrightarrow \quad m_A v_A = m_B v_B$

  $\Rrightarrow \quad v_A = \dfrac{m_B v_B}{m_A}$

$$v_A = \frac{(8.0\text{ kg})\left(6.0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{4.0\text{ kg}} = 12\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ejemplo 17:

¿Cuál es la cantidad de movimiento total del sistema mostrado en la figura?



- Datos:
  - $m_A = 3.0\text{ kg}$, $\vec{v}_A = 15\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, a la derecha
  - $m_B = 6.0\text{ kg}$, $\vec{v}_B = 8.0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, a la izquierda
- Solución:
  - Haremos la suma vectorial de las cantidades movimiento de ambos cuerpos, considerando positiva la del cuerpo dirigido a la derecha.

$$\vec{p}_{Total} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

$$\vec{p}_{Total} = (3.0\text{ kg})\left(15\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) + (6.0\text{ kg})\left(-8.0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = -3.0\text{ kg.}\frac{\text{m}}{\text{s}} = 3.0\text{ kg.}\frac{\text{m}}{\text{s}}\text{ ; a la izquierda}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

- **RELACIÓN ENTRE IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL**

Consideremos un cuerpo que se mueve en línea recta con aceleración constante. La aceleración de dicho cuerpo en un intervalo de tiempo "Δt" dado, se puede calcular por:

$$\boldsymbol{a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}}$$

Dada la segunda ley de Newton, tenemos que la magnitud de la fuerza neta sobre él es:

$$\boldsymbol{F_{neta} = ma = m\left(\frac{v_2 - v_1}{\Delta t}\right)}$$

Multiplicando ambos lados de esta igualdad por "Δt", tenemos:

$$\boldsymbol{F_{neta}\Delta t = m\left(\frac{v_2 - v_1}{\cancel{\Delta t}}\right)\cancel{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad F_{neta}\Delta t = m(v_2 - v_1) = mv_2 - mv_1}$$

$$\boldsymbol{F_{neta}\Delta t = mv_2 - mv_1} \qquad \textbf{(3.11)}$$

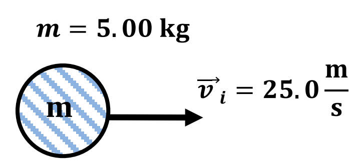
El lado izquierdo de la igualdad "$\boldsymbol{F_{neta}\Delta t}$" es la magnitud del impulso, "$\boldsymbol{mv_2}$" es la cantidad de movimiento en el instante t_2 y "$\boldsymbol{mv_1}$" es la cantidad de movimiento en el instante t_1.

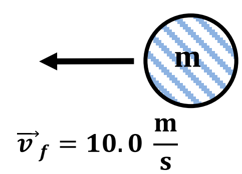
"La expresión final nos dice que el impulso realizado por la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es igual a la variación en la cantidad de movimiento lineal que experimenta el cuerpo."

Aunque nuestro planteamiento fue formulado considerando un cuerpo en movimiento en línea recta con aceleración constante, dicho resultado es universal. Es decir, es válido para un sistema con cualquier movimiento.

Ejemplo 18

Un cuerpo cuya masa es de 5.00 kg se mueve hacia el este a 25.0 m/s ¿Cuál es la magnitud del impulso que debe aplicársele para que su velocidad sea 10.0 m/s al oeste?





- Datos

  m = 5.00 kg

  $\vec{v}_i = 25.0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, al este $\Rightarrow (\vec{v}_i = +25.0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})$

  $\vec{v}_f = 10.0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, al oeste $\Rightarrow (\vec{v}_f = -10.0\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}})$

- Solución:
  - Considerando que:

$$I = F_{neta}\Delta t = mv_2 - mv_1 \quad \Rightarrow \quad I = (5.00\ \mathrm{kg})\left(-10.0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right) - (5.00\ \mathrm{kg})\left(+25.0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

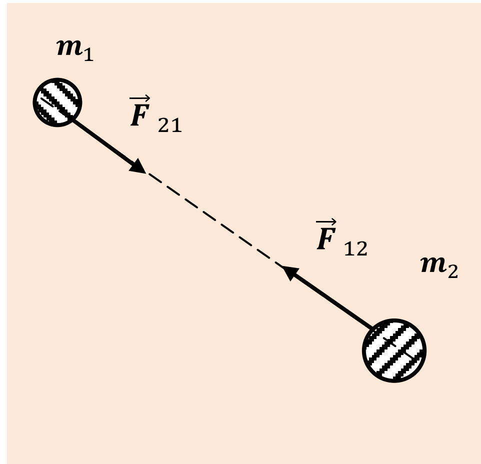
$$I = -175\ \mathrm{kg.}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \underline{\underline{175\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}};\ \text{al oeste}}}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

- **PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO LINEAL**

Consideremos un conjunto de partículas separadas de medio ambiente, y sobre las cuales solo se verifican las fuerzas de interacción entre ellas; es decir, no hay ninguna fuerza proveniente del exterior, a este sistema idealizado se le conoce como **sistema aislado de partículas**.

Supongamos un sistema aislado formado por dos partículas **m_1** y **m_2**, que interaccionan entre sí ejerciéndose fuerzas de acción y reacción, $\vec{F}_{21}$(fuerza de m_2 sobre m_1), y $\vec{F}_{12}$ (fuerza de m_1 sobre m_2). Como se muestra en la figura.



Tal que:

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

Como estas fuerzas actúan durante el mismo intervalo de tiempo Δt. y si multiplicamos la expresión anterior por este tiempo tenemos:

$$\vec{F}_{21}\Delta t = -\vec{F}_{12}\Delta t \qquad \Rightarrow \qquad \vec{I}_{21} = -\vec{I}_{12}$$

"Cuando dos cuerpos interaccionan se impulsan mutuamente, ejerciéndose impulsos de igual magnitud y dirección pero sentidos opuestos."

Considerando que "$\vec{I}_{21}$" es el impulso que la partícula m_2 ejerce sobre la partícula m_1, y que "$\vec{I}_{12}$" es el impulso que la particula m_1 ejerce sobre la partícula m_2. Además que estos impulsos son igual al cambio en la cantidad de movimiento de cada partícula, tenemos:

$$\Delta\vec{p_1} = -\Delta\vec{p_2} \qquad \Rightarrow \qquad m_1\vec{v}_{1f} - m_1\vec{v}_{1i} = -(m_2\vec{v}_{2f} - m_2\vec{v}_{2i}) = -m_2\vec{v}_{2f} + m_2\vec{v}_{2i}$$

$$m_1\vec{v}_{1f} - m_1\vec{v}_{1i} = -m_2\vec{v}_{2f} + m_2\vec{v}_{2i}$$

Si colocamos en un mismo miembro los términos "inicial" y "final", tenemos:

$$\boldsymbol{m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f} = m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i}} \qquad \textbf{(3.12)}$$

Lo que podemos resumir que:

$$\vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f} = \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} \qquad \Rightarrow \qquad \vec{p}_{Total\,final} = \vec{p}_{Total\,inicial}$$

"Por lo antes demostrado podemos concluir que la cantidad de movimiento total de un sistema aislado permanece constante." Este es el **Principio de Conservación de la Cantidad de Movimiento Lineal.**

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

Aunque dicha demostración ha sido obtenida considerando dos cuerpos, ésta es válida para sistemas constituidos por cualquier cantidad de cuerpos.

El principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal de un sistema aislado se observa en una situación conocida como **choque o colisión**. Un choque es la interacción o contacto, que se produce entre varios cuerpos, durante un intervalo de tiempo considerablemente pequeño.

Podemos clasificar los choques, de acuerdo dos criterios:

1. De acuerdo al número de direcciones en el que se produce el movimiento.

a. Unidimensionales: aquellos en los cuales se verifica el movimiento "antes" y "después" del choque en la misma dirección, es decir, en una línea recta.

b. Bidimensionales: aquellos en los cuales se verifica el movimiento en dos direcciones, es decir, en un plano.

c. Tridimensionales: aquellos en los cuales se verifica el movimiento en tres direcciones, es decir, en el espacio.

"Nosotros nos enfocaremos en los choques unidimensionales"

2. De acuerdo las cantidades físicas que se mantienen invariables antes y después del choque:

a. Elásticos: aquellos en los cuales la cantidad de movimiento lineal total ($\vec{\boldsymbol{P}}_T$) de un sistema, así como la energía cinética[3] total (E_{CT}) del sistema, son las mismas antes y después del choque.

b. Inelásticos: aquellos en los cuales la cantidad de movimiento total del sistema es la misma antes y después de la colisión, aunque no la energía cinética total del sistema. Como el caso de una pelota de goma que choque con una superficie dura, la pelota se deforma perdiendo energía cinética.

c. Perfectamente inelásticos: aquellos en los cuales la cantidad de movimiento total del sistema es la misma antes y después de la colisión, aunque no la energía cinética total del sistema, pero los cuerpos se quedan pegados después de la colisión, y por tanto, tienen llevan la misma velocidad. Como ocurre cuando un meteorito choca con la Tierra.

"Fíjese bien que siempre (en los 3 casos) se conserva la cantidad de movimiento lineal total del sistema**."**

[3] *De esta cantidad física hablaremos en la unidad siguiente*

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

- Un choque elástico o inelástico entre dos cuerpos podemos estudiar la conservación de su cantidad de movimiento lineal de acuerdo a la expresión 3.12.

$$\boldsymbol{m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f} = m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i}}$$

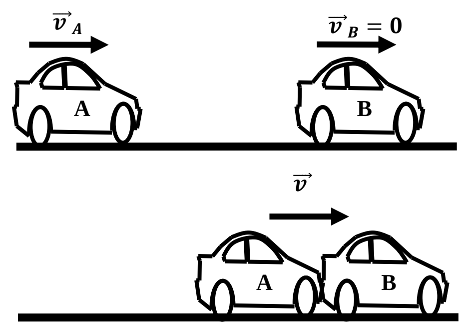
- Ahora si el choque entre dos cuerpos fuera completamente inelástico, entonces consideramos que las velocidades finales de los cuerpos es la misma, y la expresión anterior quedaría como:

$$\boldsymbol{\vec{v}_{1f} = \vec{v}_{2f} = \vec{v}_f}$$

$$\boldsymbol{m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = (m_1 + m_2)\vec{v}_f}$$

Ejemplo 20:

Un carro A, de masa m_A = 2000kg, se mueve a 50.0 km/h y choca con otro carro B, de masa m_B = 1500kg, que estaba en reposo. Si después del choque se mueven juntos. ¿Cuál es su velocidad final de los autos?



- Datos:
  - m_A = 2000kg
  - v_A = 50.0 km/h
  - m_B = 1500kg
  - v_B = 0

- Solución:

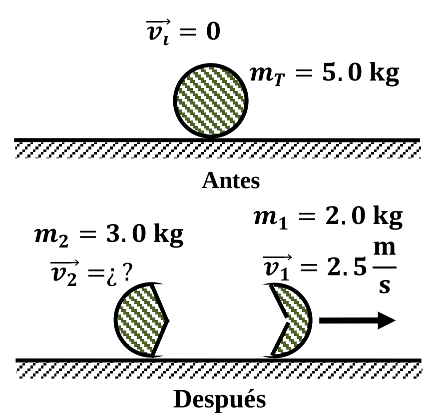
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$v_f = \frac{(m_A v_A + m_B v_B)}{m_A + m_B}$$

$$v_f = \frac{(2000\ \text{kg})\left(50.0\ \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + (1500\ \text{kg})(0)}{2000\ \text{kg} + 1500\ \text{kg}} = \frac{10000\ \cancel{\text{kg}}.\frac{\text{km}}{\text{h}}}{3500\ \cancel{\text{kg}}} = \underline{\underline{28.5\frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

Ejemplo 21

Un cuerpo de masa igual a 5 kg. Inicialmente en reposo, se divide por la acción de una fuerza interna, en otros dos partes. Una parte cuya masa es m_1= 2 kg, sale disparada hacia el este a 2.5 m/s. ¿Cuál es la velocidad (magnitud y sentido) de la otra parte?



- Datos:
  - Antes: $m_T = 5.0\ \text{kg}\,;\quad v_i = 0$
  - Después: $m_1 = 2.0\ \text{kg}\,;\quad \vec{v_1} = 2.5\frac{\text{m}}{\text{s}}$, al este

    $m_2 = 2.0\ \text{kg}\,;\quad \vec{v_2} = ¿?$

- Solución:

$$m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{v_i} \quad \Rightarrow \quad m_2\vec{v_2} = (m_1 + m_2)\vec{v_i} - m_1\vec{v_1}$$

$$\vec{v_2} = \frac{(m_1 + m_2)\vec{v_i} - m_1\vec{v_1}}{m_2} = \frac{(5.0\ \text{kg})(0) - (2.0\ \text{kg})\left(2.5\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{3.0\ \text{kg}} = -1.6\frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{1.6\frac{\text{m}}{\text{s}}}}\text{, al oeste}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

RESUMEN

Un marco de referencia inercial es aquel en el cual permanece válida la 1ra Ley de Newton, y en él un objeto que interactúa con otros objetos experimenta aceleración cero.

La **primera ley de Newton** expresa que en ausencia de una fuerza externa, cuando se ha visto desde un marco inercial, un objeto en reposo permanecerá en reposo y un objeto en movimiento se moverá en línea recta con velocidad constante.

La **segunda ley de Newton** expresa que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, e inversamente proporcional a su masa.

$$\vec{F}_{neta} = m\vec{a}$$

El **peso de un cuerpo** es la fuerza con que la tierra atrae hacia su centro, los cuerpos colocados cerca de su superficie:

$$w = mg$$

La **tercera ley de Newton** indica que si dos cuerpos **1** y **2** interactúan la fuerza ejercida por el cuerpo **1** sobre el cuerpo **2** es de igual magnitud y dirección pero de sentido contrario. Esta nos indica que las fuerzas actúan en pares en la naturaleza. En forma de ecuación esta se puede expresar:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

La **fuerza de fricción** es una fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos. Esta siempre actúa en sentido contrario al movimiento de un objeto.

$$f_c = \mu n$$

La **fuerza centrípeta** es la responsable de que un objeto se mueve con un movimiento circular uniforme:

$$F_c = \frac{mv^2}{R}$$

El **impulso (I)** de una fuerza F es un vector cuyo valor es el producto de la fuerza por el tiempo (Δt) durante el cual se aplica.

$$\vec{I} = \vec{F}\Delta t$$

La **cantidad de movimiento (P)** de un objeto de masa m que se mueve a una velocidad **v** se define como el producto de su masa por la velocidad:

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

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google

El **impulso** impartido a una partícula por una fuerza es igual al cambio en la cantidad de movimiento de la partícula:

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

El principio de **conservación de la cantidad de movimiento lineal** establece que se conserva la cantidad de movimiento total de un sistema aislado. Si consideramos dos cuerpos que chocan y forman un sistema aislado se verifica que la cantidad de movimiento total antes del choque debe ser igual a la cantidad de movimiento total después del choque:

$$m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f} = m_1\vec{v}_{1i} + m_2\vec{v}_{2i}$$

** Las imágenes fueron seleccionada de la galería de imágenes de google