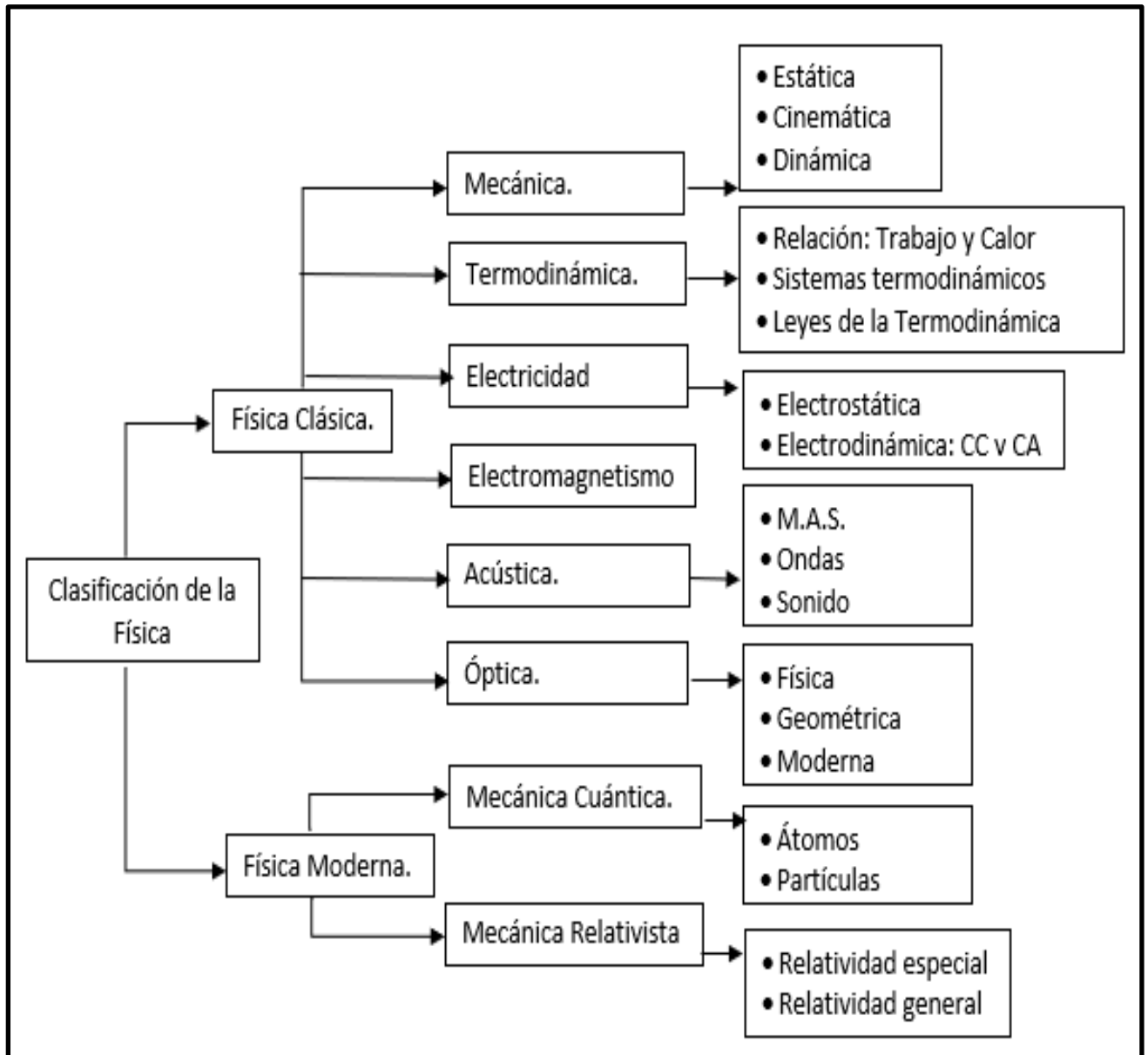
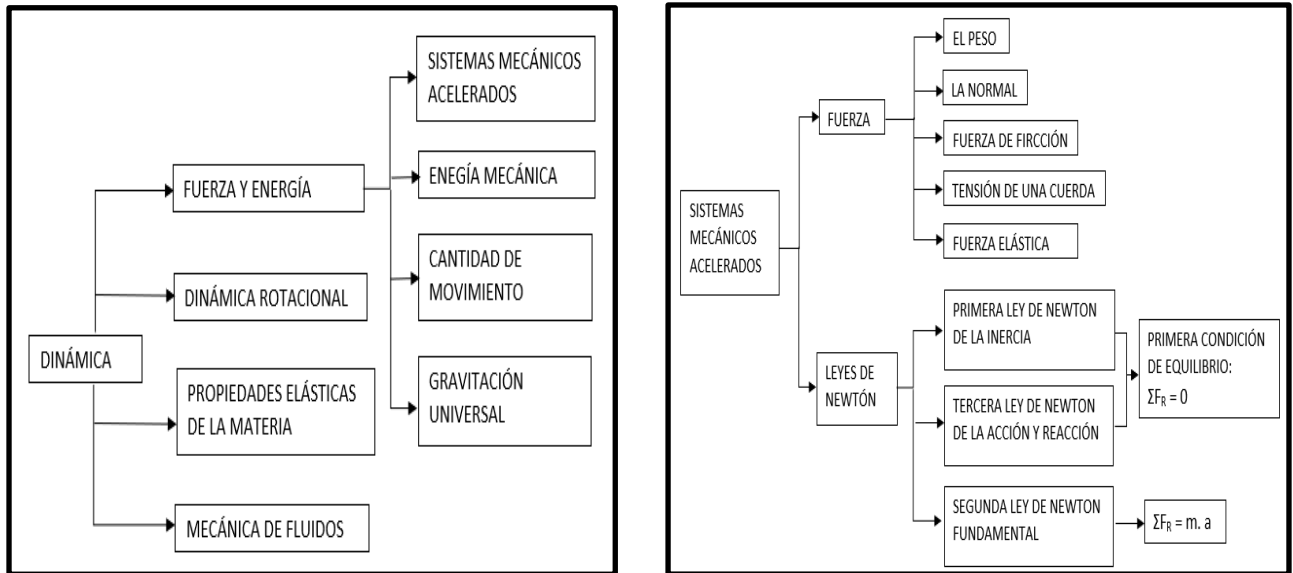


LA FÍSICA Y CLASIFICACIÓN



FUERZA Y ENERGÍA



Resultados de aprendizaje:

- Expresa matemáticamente y aplica los conceptos de fuerza con solvencia.
- Ubica a todas las fuerzas de la naturaleza en situaciones de la vida cotidiana con facilidad.
- Conoce las leyes de Newton y su importancia en el quehacer diario.
- Aplica las leyes de Newton en la solución de ejercicios y problemas con solvencia.

SISTEMAS MECÁNICOS ACELERADOS 1

INTRODUCCIÓN

En el estudio que estamos realizando es necesario analizar las causas que hacen que un cuerpo en movimiento gane velocidad o cambie de dirección.

Por lo que es necesario revisar algunas definiciones como:

La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos sin preocuparse de las causas que lo producen.

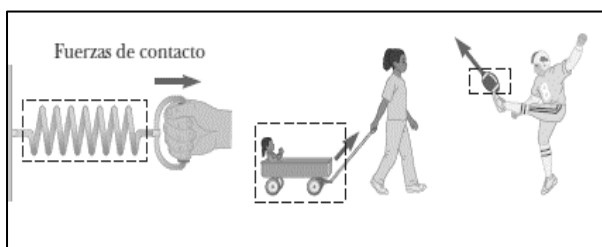
La dinámica estudia las causas que originan el reposo o movimiento de los cuerpos.

La estática constituye parte de la dinámica.

La estática del equilibrio traslacional también considera los casos en que la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en *reposo* o *en movimiento* sea nulo (igual a cero) y el cuerpo se mantenga en reposo o siga moviéndose bajo la acción de un movimiento rectilíneo uniforme respectivamente.

A partir de este análisis se puede establecer que existe en la naturaleza una magnitud que puede causar el movimiento o el reposo de un objeto el cual recibe el nombre de FUERZA.

FUERZA. Es el empuje o el tirón que se ejerce sobre un cuerpo que es capaz de deformar o hacer variar su estado de reposo o movimiento.



Esta fuerza que es una cantidad física de tipo vectorial permite determinar el grado de interacción que se puede dar entre dos cuerpos o partículas elementos de la naturaleza en la cual nosotros habitamos.

UNIDADES DE LA FUERZA.

Las unidades de fuerza en el sistema internacional es el Newton (N) que equivale a un $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$.

Otras unidades son : lbf, kgf, dinas

Factores de conversión :

$1\text{N} = 10^5$ dinas.

$1\text{lbf} = 4,448\text{ N} = 32,17$ poundals.

$1\text{ kgf} = 9,8\text{ N}$.

$1\text{ utm} = 9,8\text{ kgf}$.

DIMENSIONES.

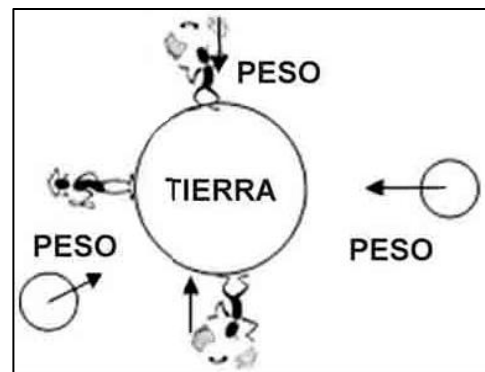
$$F = \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}; F = \frac{[\text{M}\cdot\text{L}]}{\text{T}^2}; F = [\text{M}\cdot\text{L}\cdot\text{T}^{-2}]$$

TIPOS DE FUERZAS QUE SE PRESENTAN EN LA NATURALEZA.

En todas las actividades que el hombre realiza se puede observar la existencia de las siguientes fuerzas que analizamos a continuación.

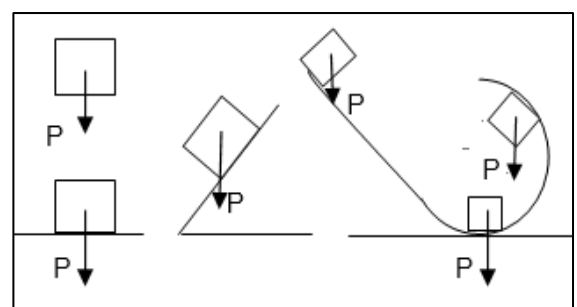
1. EL PESO (P)

Es la fuerza gravitacional con la que la Tierra atrae a todos los cuerpos que se encuentran sobre su superficie. Está dirigida hacia el centro del planeta. Para todo objeto que esta sobre la superficie terrestre esta fuerza es vertical dirigida hacia abajo y es decir perpendicular a la superficie terrestre.



El peso es una fuerza que todo objeto la posee aunque no esté en contacto con la superficie terrestre.

El valor del peso de un cuerpo está en función de su masa y de la aceleración de la gravedad del planeta o satélite. $P = m \cdot g$



El peso es la fuerza que hace que todos los cuerpos al caer tengan siempre la dirección hacia el centro de la Tierra.

Los términos de masa y peso se confunden muy a menudo, pero es importante distinguirlos y diferenciarlos.

LA MASA

Es una cantidad escalar y es una propiedad inherente de un cuerpo. Se la considera como la cantidad de materia que forma a un cuerpo, la cual es constante en cualquier parte del universo.

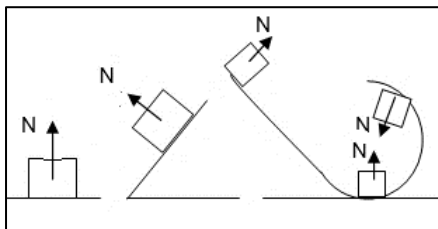
EL PESO

Es una cantidad vectorial y es una fuerza que actúa sobre un cuerpo debida a la gravedad y está en función del radio del planeta. Es así que el peso de un objeto tendrá pequeñas variaciones de un lugar a otro. Por lo que se puede afirmar que el peso de un cuerpo es mayor en los polos de la Tierra ($g = 9,82 \text{ m/s}^2$) que en la región del ecuador ($g = 9,77 \text{ m/s}^2$).

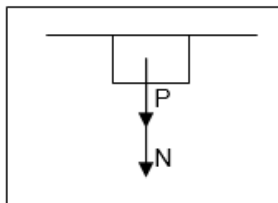
Otra forma de diferenciarlos es en las unidades ya que la masa está dada en gramos, kilogramos, mientras el peso en Newton, dinas kgf, etc.

2. LA NORMAL. (N)

Es una fuerza que aparece cuando dos cuerpos están en contacto y tiene una dirección perpendicular a la superficie en contacto.



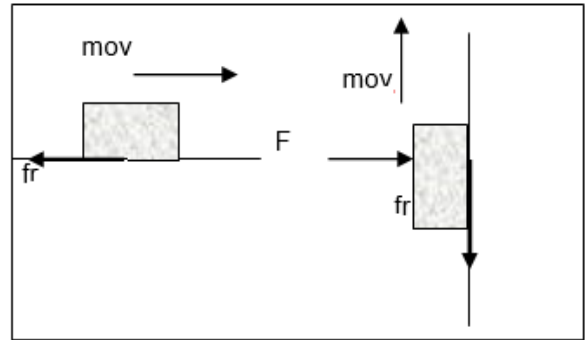
En ocasiones se da que el peso es igual a la fuerza normal, pero no significan que estén relacionadas.



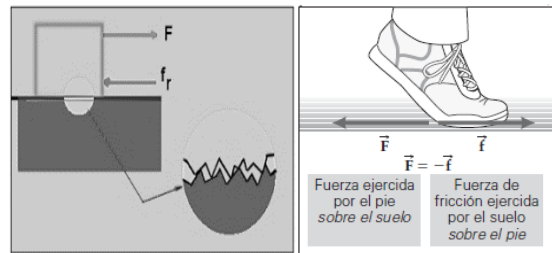
3. FUERZA DE FRICCIÓN. (fr).

Llamada también fuerza de rozamiento, se genera cuando dos superficies están en contacto y una de ellas se mueve con relación a la otra.

Su dirección es tangente a la superficie de contacto y su sentido es el opuesto al movimiento relativo.



A simple vista una superficie parece ser liza, pero al ser observada con un microscopio se puede mirar que es rugosa y al estar en contacto con otra superficie se crea la fuerza de rozamiento entre los cuerpos.



La fuerza de rozamiento puede ser estática si los cuerpos en contacto tienden a moverse y fuerza de rozamiento dinámica o cinético si estos se mueven.

El valor de la fuerza de rozamiento estático máximo esta dado por:

$$f_{re} = \mu_e \cdot N$$

donde :

- μ_e = coeficiente de rozamiento estático
- N = fuerza normal entre los cuerpos en contacto.

El valor del coeficiente de rozamiento puede variar entre cero y el valor del coeficiente de rozamiento de la fuerza de rozamiento máximo.

$$0 < \mu < 1$$

Cuando un cuerpo se mueve con una rapidez constante en relación con el otro y están en contacto aparece la fuerza de rozamiento cinético el cual está dado por:

$$f_{rc} = \mu_c \cdot N$$

donde :

- μ_c = coeficiente de rozamiento cinético
- N = fuerza normal entre los cuerpos en contacto.

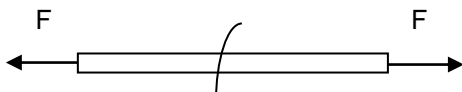
El coeficiente de rozamiento depende del tipo de superficie que estén en contacto y de las condiciones que estos se encuentren. A continuación, se presenta una tabla de coeficientes de fricción entre algunos materiales:

COEFICIENTES DE FRICCIÓN APROXIMADOS.

MATERIAL	μ_e	μ_c
Madera sobre madera	0,7	0,4
Acero sobre acero	0,15	0,09
Metal sobre cuero	0,6	0,5
Hule sobre concreto:	1,0	0,8
Seco	0,9	0,7
Húmedo	0,7	0,57

4. TENSIÓN DE UNA CUERDA. (T).

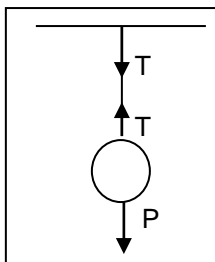
Es la fuerza con la que la cuerda tira del objeto al cual está unido. En condiciones ideales esta fuerza se transmite en forma constante y en cualquier sección de la cuerda.



En el interior de la cuerda se produce el siguiente proceso:



Las cuerdas siempre transmiten fuerzas de tensión o tracción sobre el cuerpo al cual están unidos.

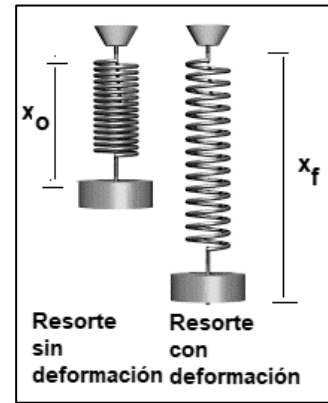


5. FUERZA ELÁSTICA. (Fe).

Es la fuerza que permite restituir a un cuerpo su forma y tamaño inicial cuando este ha sido deformado por la acción de una fuerza externa.

Esta fuerza elástica es directamente proporcional a la deformación y tienen sentidos opuestos.

La fuerza elástica aparece generalmente sobre los resortes, ya que estos al ser alargados o comprimidos por una fuerza externa, este tiende a volver a su posición inicial por efecto de la fuerza elástica que el genera.



La fuerza elástica está dada por la ecuación llamada ley de Hook y esta expresada por:

$$F_e = -k \cdot \Delta x$$

donde

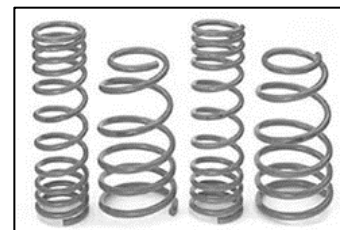
k = constante del resorte

Δx = deformación $\Delta x = x_f - x_0$

x_f = posición final del resorte

x_0 = posición inicial del resorte

El signo menos indica que la fuerza de recuperación tiene sentido opuesto al de la deformación.



La constante del resorte está en función del tamaño, forma y material del que este elaborado.

LEYES DE NEWTON.

El movimiento de los cuerpos está determinado por la fuerza neta o resultante que actúa sobre ella, esta interacción esta descrita por las leyes del movimiento de Newton.

Estas leyes fueron formuladas y publicadas en 1687 por Isaac Newton (1642 - 1727), físico matemático y astrónomo de origen inglés, considerado como uno de los hombres más brillantes que ha existido hasta la presente fecha.

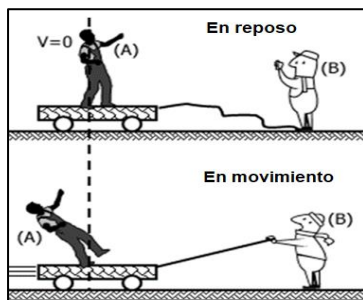
Estudio las leyes materiales que rigen el movimiento de los cuerpos. En 1689 publico su libro philosophical naturalis principio matemático, en el cuál expuso sus tres leyes conocidas como leyes de la dinámica.

1. PRIMERA LEY DE NEWTON O DE LA INERCIA.

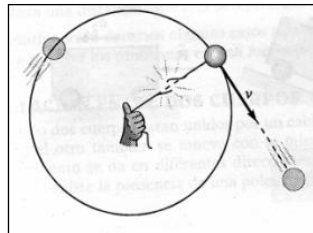
“Todo cuerpo trata de conservar su estado, ya sea de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme mientras no surja una fuerza exterior que lo haga salir de su estado original.”

Cuando un automóvil se acelera los pasajeros obedecen a esta ley, al tratar de permanecer en reposo hasta que la fuerza externa ejercida por el asiento los pone en movimiento.

Cuando el automóvil se detiene, los pasajeros tienden a seguir en movimiento y con velocidad constante hasta que son detenidos por los cinturones de seguridad o por su propio esfuerzo. Toda la materia posee inercia.



Otra aplicación de esta ley es cuando al hacer girar una bola unida a una cuerda y esta se rompe la bola tiende a seguir el movimiento y se va por la tangente.



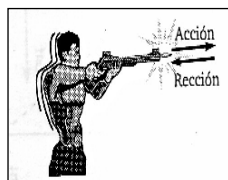
2. TERCERA LEY DE NEWTON O DE LA ACCIÓN Y REACCIÓN.

“A toda acción corresponde una reacción igual en magnitud y dirección, pero de sentido opuesto.”

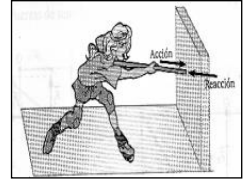
Cuando alguien sube una escalera, se pone un pie sobre el primer escalón y empujar sobre él. El escalón debe entonces ejercer una fuerza igual y opuesta sobre el pie para no romperse. Mientras más grande sea la fuerza que ejerce el pie sobre el escalón, mayor deberá ser la reacción contra el pie.

Otros ejemplos de esta ley son:

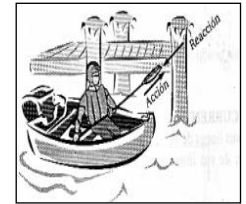
- Un arma de fuego al ser disparada retrocede y golpea el hombro de la persona que lo dispara (“culatazo”)



- Cuando una patinadora hace fuerza contra la pared, la reacción es moverse en contra de la pared como si la pared la hubiera empujado.



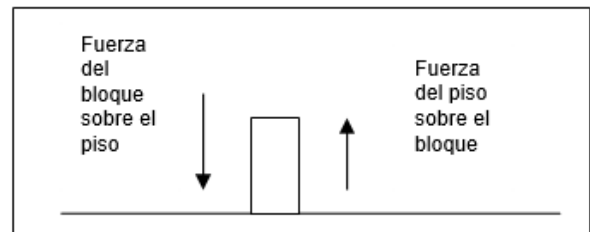
- Para mover el bote sin necesidad de prender el motor se puede empujar el tronco del muelle y la reacción es alejarse de este, lo mismo sucede si lo hacemos con el pie.



La acción actúa sobre el objeto y la reacción actúa sobre el agente que ejerce la reacción.

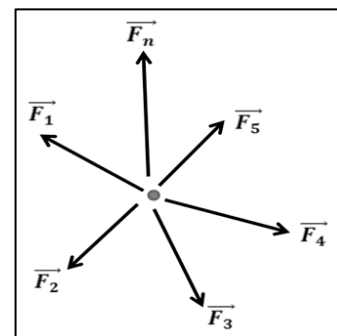
Cuando una piedra que golpea contra un vidrio y este se quiebra es otro ejemplo de la aplicación de la tercera ley de Newton.

La acción y la reacción nunca se anulan porque actúan sobre cuerpos diferentes.



EQUILIBRIO BAJO LA ACCIÓN DE FUERZAS CONCURRENTES

Las fuerzas concurrentes son todas las fuerzas cuyas líneas de acción pasan a través de un punto común que puede ser un objeto puntual.



Se puede afirmar que un objeto se encuentra en equilibrio bajo la acción de fuerzas concurrentes cuando este no se encuentre acelerado.

PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO.

La condición del **equilibrio traslacional** se da cuando 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 este caso el cuerpo se encuentra en reposo y se dice que está en **equilibrio estático**.

Además del movimiento traslacional, un cuerpo puede poseer movimiento rotacional produciendo un **equilibrio rotacional**.

La condición de **equilibrio traslacional** para cualquier cuerpo se da matemáticamente, cuando la resultante de un sistema de fuerzas concurrentes externas que actúan sobre un cuerpo es igual a cero, lo que implica que, si empleamos una descomposición rectangular, la sumatoria de fuerzas en cada eje también es igual a cero.

Primera condición de equilibrio traslacional:

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_x = 0 \text{ y } \Sigma F_y = 0$$

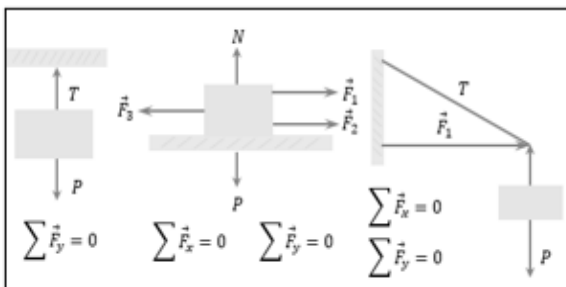
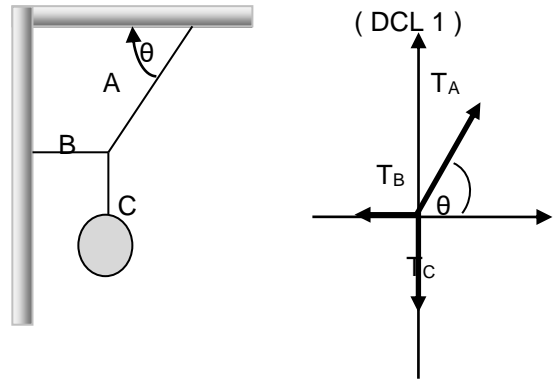


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE O DIAGRAMA DE FUERZAS. (D. C. L.)

Es un dibujo en el cual se aísla al cuerpo perteneciente a un sistema, donde solamente se grafica las fuerzas que actúan sobre él.

El D. C. L. constituye un diagrama vectorial que describe todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo u objeto.

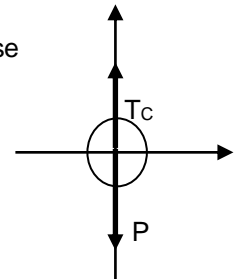
Todos los vectores de las fuerzas concurrentes apuntan hacia fuera del centro de los ejes x e y los cuales se intersecan en un origen común.



(DCL 2)

De acuerdo con el grafico se puede concluir que:

$T_C = P$

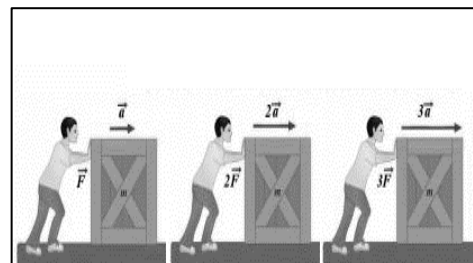


3. SEGUNDA LEY DE NEWTON

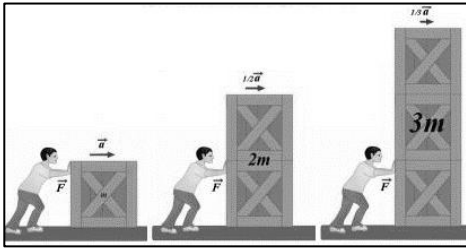
La segunda ley de Newton también es llamada ley de la proporcionalidad entre fuerza y aceleración o ley fundamental de la Dinámica.

Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza y esta hace que el cambio en su velocidad en la unidad de tiempo decimos que el cuerpo se ha acelerado, de esta manera se puede afirmar que una fuerza desequilibrada aplicada a un objeto produce una aceleración. Cuando mayor es la fuerza aplicada se tiene que mayor será la aceleración.

Entonces se tiene:



- Si se aplica el doble de fuerza sobre una caja, su aceleración se duplica.
- Si se aplica el triple de fuerza sobre una caja, su aceleración se triplica.



- Si se aplica una misma fuerza F sobre el doble de masa, se produce la mitad de la aceleración.
- Si se aplica una misma fuerza F sobre el triple de masa, se produce un tercio de la aceleración.

La segunda ley de Newton establece que:

“La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre él, y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo.”

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{fuerza resultante}}{\text{masa}}$$

La que se expresa de la siguiente manera:

$$a = \frac{F}{m}$$

Otra forma conocida de expresar la ecuación es:

Fuerza resultante = masa x aceleración.

$$F = m \cdot a$$

La fuerza resultante es una magnitud vectorial que tiene la misma dirección y sentido de la aceleración. ($\sum F = m \cdot a$)

Esta **fuerza resultante** es igual a la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo:

$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots = m \cdot a$$

$$\sum F = m \cdot a$$

$$\sum F_x = m \cdot a_x \quad \text{y} \quad \sum F_y = m \cdot a_y$$

A partir de este análisis se puede afirmar que la Primera ley de Newton es una aplicación de la segunda ley en la cual la aceleración es nula.

$$\sum F = 0 \quad (\text{primera ley de Newton})$$

$$a = 0$$

CUANDO LA ACELERACION DE UN CUERPO ES g (Caída Libre)

Aunque Galileo usó los conceptos de inercia y de aceleración, y fue el primero en medir la aceleración de los objetos que caen, no pudo explicar por qué los cuerpos de diversas masas caen con aceleraciones iguales. La segunda ley de Newton es la explicación.

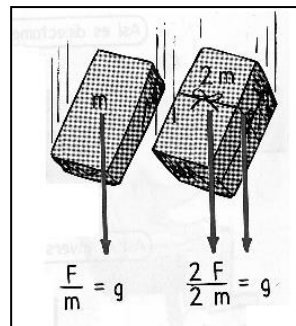
Se sabe que un cuerpo que cae acelera hacia la Tierra debido a la fuerza de atracción gravitacional entre el cuerpo y la Tierra.

Cuando la fuerza de atracción gravitatoria es la única que actúa sobre el cuerpo, es decir la resistencia del aire es despreciable, decimos que el cuerpo está en caída libre.

Un cuerpo en caída libre acelera hacia la Tierra a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Cuando mayor es la masa del cuerpo, mayor será la fuerza de atracción gravitacional entre el cuerpo y la Tierra.

Esta fuerza gravitatoria recibe el nombre de Peso (P)



La razón del peso (F) entre la masa (m) es igual para todos los cuerpos en un mismo lugar, es decir cuando no hay resistencia del aire sus aceleraciones son iguales.

La aceleración debida a la gravedad es g.

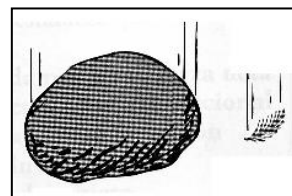
RELACION ENTRE MASA Y PESO

El peso de cualquier cuerpo es la fuerza con la que este es atraído verticalmente hacia abajo por la gravedad. Cuando el cuerpo cae libremente hacia la Tierra, la única fuerza que actúa sobre él es su peso.

A partir de la segunda ley de Newton podemos encontrar la relación entre masa y el peso de un cuerpo:

$$P = m \cdot g; \quad m = \frac{P}{g};$$

La razón de peso a masa de un cuerpo en caída libre es igual a la constante g. Sin la resistencia del aire.



$$g = \frac{P_1}{m_1} \quad g = \frac{P_2}{m_2}$$

CUANDO LA ACELERACION DE LA CAIDA DE UN CUERPO ES MENOR QUE g (Caída que no es libre)

Con mucha frecuencia, la resistencia del aire no es despreciable para los cuerpos que caen. Por tal razón es menor la aceleración de la caída libre.

Quando un paracaidista se lanza desde un avión que vuela a gran altura, la resistencia del aire sobre el cuerpo del paracaidista aumenta conforme se incrementa la rapidez de la caída, cuyo resultado es que disminuya la aceleración.

La aceleración puede reducirse también al aumentar el área superficial del paracaídas.



El paracaidista más pesado debe caer con mayor rapidez que el paracaidista más ligero, para que la resistencia del aire iguale a su mayor peso.

EJERCICIOS RESUELTOS.

1. Cuando se aplica una fuerza F que se dirige a lo largo de la longitud de la superficie a un carrito de juguete de 0,80 kg. Calcular:

- A) La fuerza necesaria para dar una aceleración horizontal de 1,5 m/s².
- B) La aceleración del carrito cuando la fuerza aplicada es igual a 1/3 del valor de la que se encontró en la parte a)

A) Aplicamos la segunda ley de Newton para determinar la magnitud de la Fuerza.

$$F = m \cdot a$$

$$F = (0,80 \text{ kg}) (1,5 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 1,2 \text{ N}$$

B) Despejamos el valor de la aceleración de la ecuación de la segunda ley de Newton.

$$a = \frac{F}{m} ; a = \frac{\frac{1}{3}(1,2 \text{ N})}{0,80 \text{ kg}} ; a = 0,50 \text{ m/s}^2$$

2. Un Boeing 723 totalmente cargado con una masa de 2, 17 x 10⁵ kg se acelera a todo motor por la pista horizontal del aeropuerto



Mariscal Sucre de la Ciudad de Quito.

La combinación de los motores genera una fuerza de impulso horizontal constante de 753 kN. Si el avión parte del reposo calcular la distancia recorrida durante 33,5 s que tarda en alcanzar la velocidad de despegue.

Sabemos que 753 kN es igual a 753 000 N

Calculamos la aceleración del avión a partir de la segunda ley de Newton:

$$a = \frac{F}{m} ; a = \frac{753 \text{ 000 N}}{2,17 \times 10^5 \text{ kg}} ; a = 3,47 \text{ m/s}^2$$

Calculamos el valor de la distancia recorrida con la ecuación cinemática:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Como el avión parte del reposo, v₀ = 0 m/s, al sustituir los valores de a y t se tiene:

$$d = \frac{1}{2} a t^2 ; d = \frac{1}{2} (3,47 \text{ m/s}^2) (33,5 \text{ s})^2$$

$$d = 1 \text{ 947,10 m} ; d = 1,95 \text{ km}$$

3. El motor de un vehículo de 2000 kg ejerce una fuerza constante de 4000 N durante 15 s en la misma dirección del movimiento, lo que le produce una velocidad de 160 km / h. Calcular:

- A) La aceleración del móvil.
- B) Cuál es la velocidad que tenía el móvil antes de ser aplicada la fuerza.
- C) La distancia recorrida en los 15 s.

Se sabe :

$$m = 2 \text{ 000 kg} \quad v_f = 160 \text{ km/h} = 44,44 \text{ m/s}$$

$$F = 4 \text{ 000 N}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

A) Para determinar la aceleración aplicamos la segunda ley de Newton

$$a = \frac{F}{m} ; a = \frac{4 \text{ 000 N}}{2 \text{ 000 kg}} ; a = 2 \text{ m/s}^2$$

B) La velocidad antes de aplicar la fuerza es la velocidad inicial.

$$v_f = v_0 + at ; v_0 = v_f - at ;$$

$$v_o = 44.44 - 2(15s); v_o = 14,44 \text{ m/s}$$

C) La distancia recorrida es igual a:

$$d = \frac{(v_o + v_f)}{2} t; d = \frac{(14,44 \frac{m}{s} + 44,44 \frac{m}{s})}{2} 15 \text{ s}$$

$$d = 441,6 \text{ m}$$

4. Una fuerza $F = (15 i - 39 j) \text{ N}$ producida por el brazo de una persona en $t = 0s$ es aplicada a una caja de cartón de 8 kg que está en reposo en el origen de coordenadas. Determinar:
 A) La posición del cuerpo en $t = 15 \text{ s}$
 B) La velocidad del cuerpo en $t = 15 \text{ s}$.

Se conoce:

$$F = (15 i - 39 j) \text{ N}$$

$$m = 8 \text{ kg}$$

$$v_o = 0 \text{ m/s}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

A) Para determinar la posición debemos encontrar la aceleración:

$$a = \frac{F}{m}; a = \frac{(15 i - 39 j) \text{ N}}{8 \text{ kg}}$$

$$a = (1,88 i - 4,88 j) \text{ m/s}^2$$

$$\Delta X = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta X = 0 \cdot 15 + \frac{1}{2} (1,88 i - 4,88 j) (15)^2$$

$$\Delta X = (211,50 i - 549 j) \text{ m}$$

B) La velocidad final de la caja es:

$$v_f = v_o + at,$$

$$v_f = 0 + (1,88 i - 4,88 j) \text{ m/s}^2 (15s)$$

$$v_f = (28,20 i - 73,20 j) \text{ m/s}$$

5. Calcular el peso de una persona cuya masa es de 80 kg en la Tierra y en la Luna.

El peso de la persona calculamos con $P = m \cdot g$

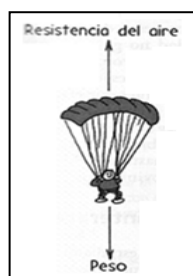
En la Tierra:

$$P_T = m \cdot g_T; P_T = (80 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2); P_T = 784 \text{ N}$$

En la Luna g es la sexta parte de la Tierra.

$$P_L = m \cdot g_L; P_L = (80 \text{ kg})(1,63 \text{ m/s}^2); P_L = 130,4 \text{ N}$$

6. Calcular la aceleración con la que cae un paracaidista de 75 kg si la resistencia que el aire ejerce sobre el paracaidista es de 650 N .



Sabemos que el peso del paracaidista es:

$$P = m \cdot g$$

$$P = (75 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$P = 735 \text{ N}$$

Aplicamos la segunda ley de Newton.

Se debe considerar, cuando cae un cuerpo la aceleración que es dirigida hacia abajo de signo negativo.

$$\Sigma F = m \cdot (-a);$$

$$R - P = m \cdot (-a);$$

$$a = \frac{P-R}{m}; a = \frac{735 \text{ N} - 650 \text{ N}}{75 \text{ kg}}; a = 1,13 \text{ m/s}^2$$

EJERCICIOS PARA LA TAREA

- Calcular la fuerza F que se debe aplicar a un cuerpo de 100 kg , para que adquiera una aceleración de $2,5 \text{ m/s}^2$
- Calcular la aceleración con la que se mueve un cuerpo de 45 lb , al cual se le aplicado una fuerza de 400 N
- Una fuerza resultante de 200 lbf produce una aceleración de 5 pies/s^2 . Calcular la masa del cuerpo acelerado.
- Calcular la masa de un objeto si una fuerza de 500 N le produce una aceleración de 3 m/s^2 .
- Un objeto de 30 kg es empujado horizontalmente sobre una superficie horizontal sin rozamiento. Calcular:
 A) La fuerza normal.
 B) La fuerza paralela al eje x que se debe producir para que partiendo del reposo adquiera una velocidad de 20 m/s en 5 s .
- Un velero sobre hielo de 400 kg que parte del reposo, se mueve sobre cuchillas en hielo en el que esencialmente no existe fricción. Sopla un viento uniforme que aplica una fuerza constante al velero. Al final de un recorrido de 8 s , la aceleración es de $(0,35 i + 0,13 j) \text{ m/s}^2$. Calcular:
 A) La fuerza debida al viento.
 B) El desplazamiento realizado por el velero
 C) La fuerza necesaria para detener al velero en $6s$.
- En el aeropuerto de Guayaquil un avión A320 de Lufthansa acelera desde el reposo hasta una velocidad de despegue de $73,7 \text{ m/s}$ en $27,1 \text{ s}$. Los dos motores del avión proporcionan una fuerza hacia adelante (empuje) de 222 kN . Calcular.
 A) La masa del avión.
 B) La distancia que recorre por la pista antes de elevarse.
- Calcular la aceleración de un paracaidista cuando aumenta la resistencia del aire hasta la mitad de su peso.