

1.- DINAMICA – PRINCIPIOS DE LA DINAMICA O LEYES DE NEWTON:

-DINAMICA: Es la parte de la física que estudia el movimiento de las partículas o cuerpos teniendo en cuenta las causas que lo originan. **Estas causas se denominan fuerzas o interacciones.**

Nota: Al igual que en Cinemática el movimiento se analiza **en el vacío**. O dicho de otra forma, se considera **nulo o despreciable el rozamiento con el aire**.

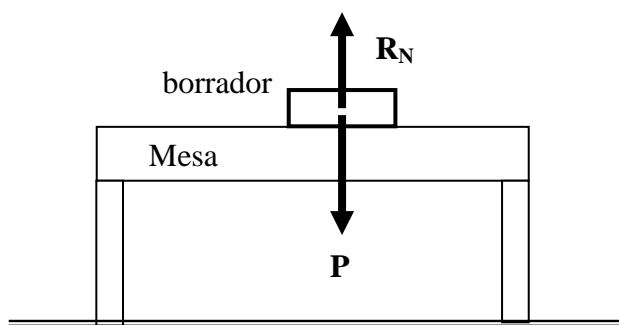
-PRINCIPIO DE INERCIA o PRIMERA LEY:

Un punto material o partícula se encuentra en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme (MRU) mientras no actúe ninguna fuerza y si actúan, estas deben estar en equilibrio. Dicho de otra manera, la fuerza neta o resultante (suma vectorial) que actúa sobre un cuerpo debe ser nula para que el mismo continúe en estado de reposo o de MRU.

Analíticamente: Si $\sum \mathbf{F} = 0 \rightarrow \mathbf{a} = 0$ (\mathbf{F} y \mathbf{a} son vectores).

Ejemplos:

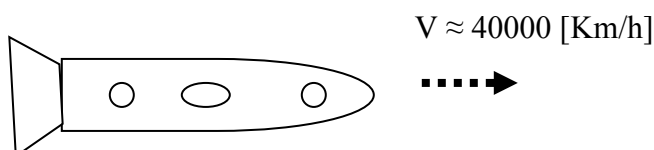
a) Un borrador apoyado sobre el escritorio se encuentra en reposo con respecto a un observador ubicado en el aula, sobre él actúan dos fuerzas que están en equilibrio, el peso debido a la atracción de la Tierra y una fuerza R_N hacia arriba que ejerce la mesa sobre el borrador.



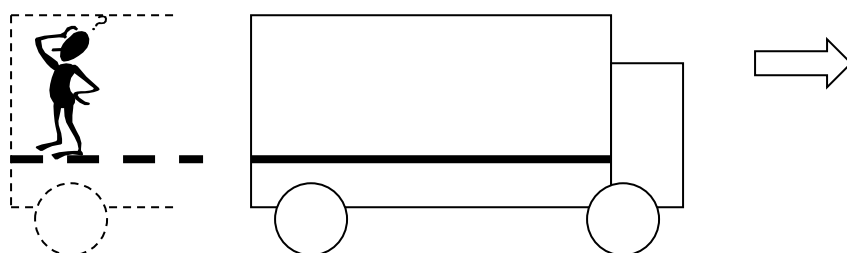
P : fuerza que actúa en el borrador y hacia abajo. Es el peso debido a la interacción gravitatoria con la Tierra.

R_N : fuerza que ejerce la mesa sobre el borrador. Se suele denominar Reacción Normal

b) Una nave espacial que viaja en línea recta, lejos de toda acción gravitatoria, y a velocidad constante, aproximadamente 40000 [Km/h]. Sobre ella NO actúan fuerzas. Los motores se hallan apagados.



c) En un colectivo que “arranca velozmente”, “me voy para atrás”. Lo que ocurre en realidad es que tiendo a quedarme en el mismo lugar que estaba cuando el vehículo comienza su movimiento. Si no hubiese rozamiento entre el piso del colectivo y la suela de mis zapatos y si no estoy sujeto a los pasamanos o al respaldo de un asiento, yo seguiría en el estado de reposo y el colectivo se iría. Por supuesto que terminó estrellándome contra el vidrio posterior del vehículo.

**-PRINCIPIO DE MASA o SEGUNDA LEY:**

Si a un cuerpo o punto material se le aplica una fuerza, este adquiere una aceleración directamente proporcional a esa fuerza y de la misma dirección y sentido.

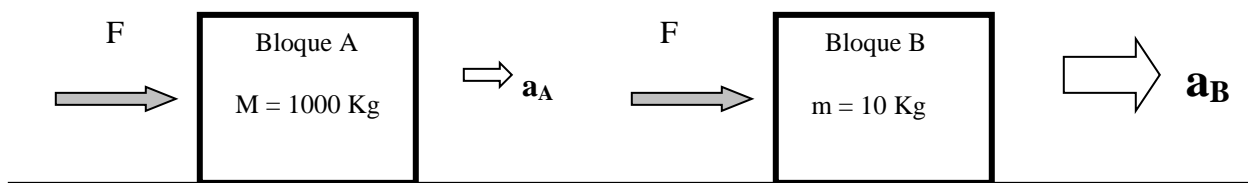
La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo o masa inercial y es propia de cada cuerpo.

Analíticamente:

$$\frac{\vec{F}}{\vec{a}} = \text{constante} \rightarrow \mathbf{F/a} = m \quad (\mathbf{F} = \vec{F} \text{ y } \mathbf{a} = \vec{a})$$

Esta ley suele expresarse escalarmente de la siguiente manera:

$$\mathbf{F = m . a}$$

Ejemplos – Esquemas:

Los bloques A y B de masas M (por ejemplo: acero) y m (por ejemplo: corcho), tienen el mismo volumen y la misma forma. Ambos son sometidos a la acción de una fuerza $F = 100 \text{ [N]}$. De acuerdo a la 2ª ley de Newton la aceleración que adquieren ambos bloques por acción de la misma fuerza constante F es diferente:

El bloque A tendrá una aceleración $\rightarrow a_A = F/M = 0,1 \text{ [m/s}^2\text{]}$

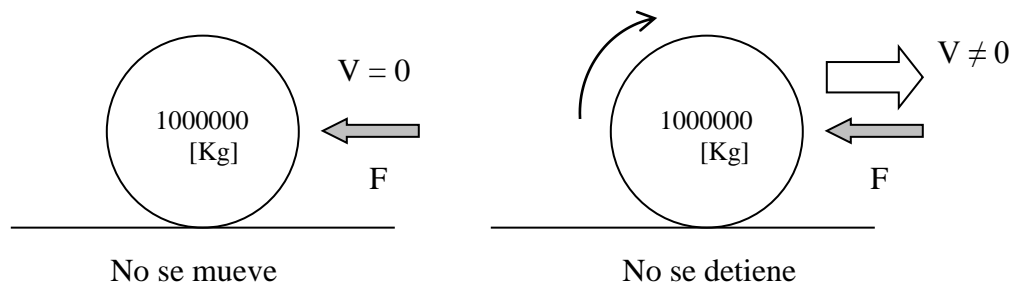
El bloque B se moverá con aceleración de módulo $\rightarrow a_B = F/m = 10 \text{ [m/s}^2\text{]}$

Como vemos, la aceleración de ambos bloques es distinta lo que implica que a pesar de estar sometidos a la misma fuerza, tener igual tamaño y forma, hay algo inherente o propio de cada uno y ello es la:

MASA

Definición de Masa: Desde el punto de vista o enfoque de la Física, podemos definir a la masa como “La propiedad de un cuerpo que determina su resistencia a un cambio en su movimiento”.

Es decir, un cuerpo en reposo, con gran masa y bajo la acción de una fuerza F tenderá a permanecer en reposo. O será muy difícil detenerlo si se halla en movimiento.



Si en cambio tuviese una masa de 1 [Kg] , sería sumamente sencillo detenerlo o moverlo.

Por lo expresado, se entiende por qué se habla de masa inercial pues como vemos el principio de inercia está implícito en esta definición de masa.

La masa de un cuerpo puede considerarse como “Una medida cuantitativa de la resistencia de un cuerpo a la aceleración producida por una fuerza dada”

NOTA: Un cuerpo en reposo bajo la acción de una fuerza exterior se pone en movimiento y alcanza cierta velocidad, cede más o menos fácilmente según su masa inercial, resistiendo el cambio más tenazmente cuanto mayor sea su masa e inversamente. Sin pretensión de rigor, se puede decir: la prontitud con que un cuerpo responde al llamado de una fuerza exterior depende de su masa. Si fuera cierto que la Tierra atrae a todos los cuerpos con fuerzas iguales, los de mayor masa inercial caerían más lentamente. Pero esto no es cierto ya que sabemos por experimentación (fundamentalmente Galileo realizó y analizó diversas experiencias al respecto) que todos los cuerpos caen igualmente. Esto significa que la fuerza de atracción que la Tierra ejerce sobre cuerpos distintos debe ser diferente. Ahora bien, la Tierra atrae a una piedra, por ejemplo, con la fuerza de gravedad ignorando su masa de inercia. El “llamado” de la fuerza de gravitación de la Tierra depende de la masa gravitacional. El movimiento “respuesta” de la piedra depende de su masa inercial. Como el movimiento “respuesta” de la piedra es siempre el mismo, según vimos, se deduce que la masa gravitatoria debe ser igual a la masa inercial.

Otra forma de expresar lo anterior sería: “la aceleración de la caída aumenta proporcionalmente a la masa gravitatoria y disminuye en proporción a su masa de inercia. Como todos los cuerpos poseen la misma aceleración constante, las dos masas deben ser iguales”.

Para la Física clásica la igualdad entre ambas masas era puramente accidental y no debía adjudicarse una trascendencia ulterior.

La contestación de la Física moderna es diametralmente opuesta: dicha identidad constituye una clave nueva y fundamental para la comprensión más profunda de la naturaleza. Esta fue en efecto una de las claves más importantes, de las cuales se desarrolló la así llamada teoría general de la relatividad.

(“La física aventura del pensamiento” - A. Einstein- L. Infeld: Cap.I “una clave que pasó inadvertida”).

-PRINCIPIO DE ACCION y REACCION o TERCERA LEY:

Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (Acción) este realizara sobre el primero una fuerza colineal de igual modulo y de sentido contrario a la primera (Reacción).

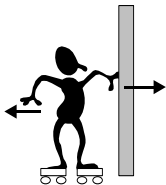
Analíticamente:

$$F_{\text{Acción}} = F_{\text{Reacción}} \dots \text{Escalarmente}$$

$\vec{F}_{\text{Acción}} = - \vec{F}_{\text{Reacción}}$Vectorialmente

Ejemplos:

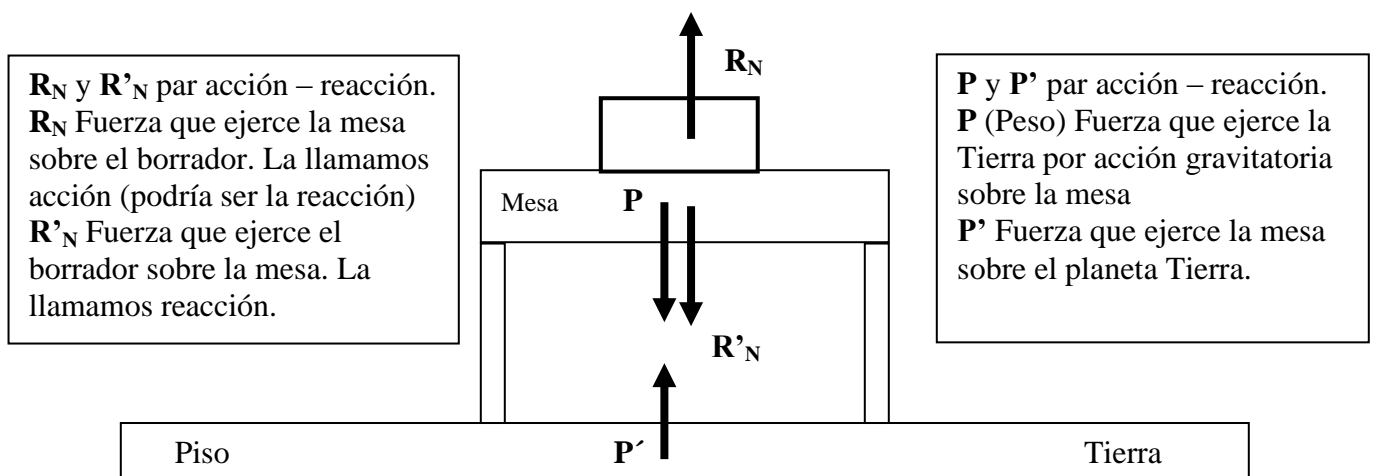
a) Un patinador apoyado con sus brazos sobre una pared ejerce una fuerza sobre la misma (Acción), el resultado será que el patinador saldrá “despedido” hacia atrás por la reacción de la pared sobre él.



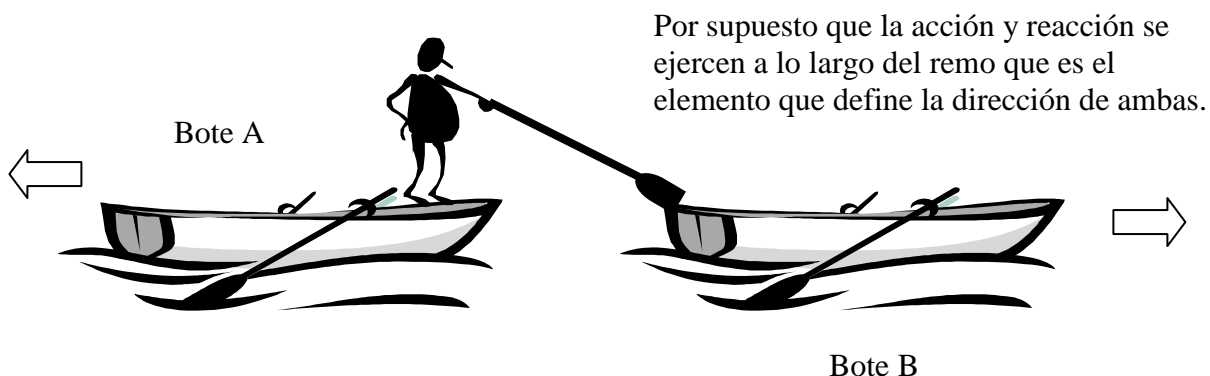
La fuerza Acción actúa sobre la pared. Evidentemente no la desplaza.

La fuerza Reacción actúa sobre el patinador impulsándolo hacia atrás.

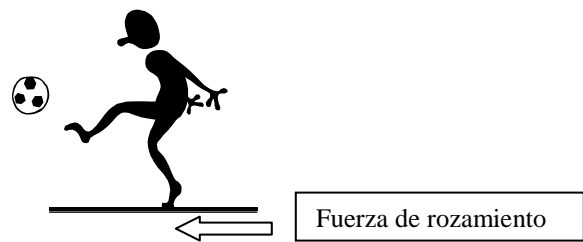
b) En el ejemplo a) de la primera ley se indican claramente las fuerzas que actúan sobre el borrador. No constituyen un par acción – reacción ya que tales parejas de fuerzas se aplican sobre objetos o cuerpos diferentes. En el esquema ampliado, se muestran 4 fuerzas. Analice. Revea.



c) Si una persona ubicada sobre un bote A en los lagos de Palermo empuja con su remo a otro bote B, ambos tenderán a separarse, es decir, la acción actúa sobre el bote B y la fuerza de reacción se ejerce (con igual intensidad y dirección) sobre el bote A.



d) Una persona al patear una pelota ejerce una acción sobre la misma y la pelota ejerce sobre la persona una fuerza igual en modulo y dirección pero de sentido contrario. Por supuesto que la pelota sale despedida con “gran” velocidad por tener pequeña masa (o masa inercial) y el sujeto ni se “entera” de la fuerza Reacción que actúa sobre su pie (tiene una mayor masa además de actuar sobre el mismo las **fuerzas de rozamiento** del suelo que evitan que se deslice hacia atrás).



NOTA 1: Obsérvese que las fuerzas de acción y reacción nunca pueden equilibrarse entre sí debido a que actúan sobre objetos diferentes.

NOTA 2: Otro punto importante para recordar es que las fuerzas siempre se presentan en parejas acción – reacción y que la fuerza de reacción es igual a la fuerza de acción en cuanto a modulo y dirección pero tiene sentido opuesto

2.- LA FUERZA DEBIDO A LA GRAVEDAD: EL PESO – CAMPO GRAVITATORIO:

Si un cuerpo de masa **m** es dejado en libertad en el vacío, el cuerpo cae con MRUV con una aceleración de modulo igual a **g**. Como el cuerpo se acelera de acuerdo al principio de masa debe existir una fuerza que produzca esa aceleración y que tiene la misma dirección y sentido de **g** (vertical y hacia abajo). Esa fuerza es el **peso P del cuerpo o partícula**; luego:

$$P = m \cdot g \text{Escalarmente}$$
$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \text{Vectorialmente}$$

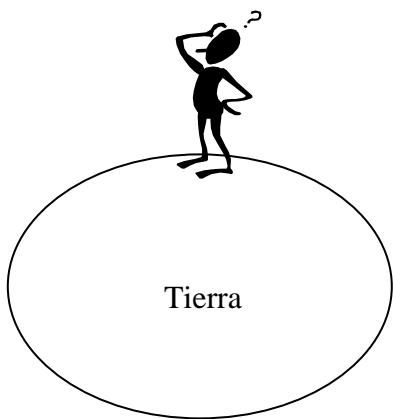
$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$$

$$\vec{g} = g$$

El vector **g** se denomina **campo gravitatorio terrestre** y es la fuerza por unidad de masa ejercida por la Tierra sobre cualquier objeto. Es igual a la aceleración de la gravedad, es decir, la aceleración de caída libre experimentada por un objeto cuando la única fuerza que actúa sobre él es la fuerza gravitatoria terrestre. En un lugar próximo a la superficie de la Tierra sabemos que **g** tiene el valor:

$$g = 9,81 \text{ [N/Kg]} = 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Medidas cuidadosas de **g** realizadas en diferentes lugares demuestran que su valor no es el mismo en todos ellos. La fuerza de atracción de la Tierra sobre un objeto varía con su posición. En particular, en el caso de puntos situados sobre la superficie de la Tierra la fuerza debida a la acción de la gravedad varia inversamente con el cuadrado de la distancia del objeto al centro de la Tierra. Así pues, un cuerpo pesa ligeramente menos cuando se encuentra en lugares muy elevados respecto al nivel del mar. El campo Gravitatorio también varía con la latitud debido a que la Tierra no es exactamente esférica sino que esta achatada en los polos. Por tanto, el peso, a diferencia de la masa no es una propiedad intrínseca del cuerpo.



Aunque el peso de un cuerpo varía de un lugar a otro debido a las variaciones de **g**, este cambio es demasiado pequeño para ser apreciado en la mayor parte de las aplicaciones prácticas. Así, en nuestra experiencia diaria, el peso de un objeto “~~aparece~~” como una constante característica del mismo, igual que su masa.

Cerca de la superficie de la Luna, la atracción gravitatoria de nuestro satélite es mucho más intensa que la de la Tierra. La fuerza ejercida sobre un cuerpo por la Luna se denomina peso del cuerpo en la Luna. Obsérvese que la masa de un cuerpo es la misma en la Tierra, en la Luna o en cualquier otro lugar del universo. La masa es una propiedad del propio cuerpo, mientras que el peso depende de la naturaleza y distancia de los demás objetos que ejercen fuerzas gravitatorias sobre el cuerpo.

Un ejemplo para aclarar la diferencia entre masa y peso sería el siguiente: Supongamos que tenemos una bola pesada como las de jugar bolos, en la Luna. Como la bola pesa en la Luna solo un sexto de lo que pesa en la Tierra, levantarla allí es mucho más fácil. Sin embargo, lanzar la bola con cierta velocidad horizontal requiere la misma fuerza en la Luna que en la Tierra. Esto significa que se requiere la misma fuerza para producir una determinada aceleración de la bola en ambos lugares ya que la masa de la bola es invariable. La misma fuerza se requeriría para producir la misma aceleración de la bola en el espacio libre, lejos de cualquier campo gravitatorio. (Sin embargo, su peso sería nulo).

Ejemplo numérico:

¿Cuál será el peso, en el aula, de una alumna cuya masa es 45 [Kg]?.....

¿Y en la superficie del planeta Neptuno donde el campo gravitatorio vale $g_N = 11 \text{ [m/s}^2\text{]}$?.....

¿Cuál es la diferencia de masa si nos trasladamos a Neptuno?.....

¿En qué unidades queda expresada la fuerza peso?.....

3.- UNIDADES:

Las leyes de la física expresan relaciones entre magnitudes físicas como la longitud, tiempo, fuerza, temperatura, etc. Por ello, la capacidad de definir estas magnitudes con precisión y medirlas exactamente es un requisito de la física. La medida de toda magnitud física exige compararla con cierto valor unitario de la misma. Así para medir la distancia entre dos puntos, la comparamos con una unidad estándar de distancia, tal como el metro.

Muchas de las magnitudes que se estudiarán, tales como fuerza, cantidad de movimiento, trabajo, energía y potencia pueden expresarse en función de las **tres unidades fundamentales**: longitud, tiempo y masa. La selección de las unidades patrón o estándar para estas magnitudes fundamentales determina un sistema de unidades.

Vamos a trabajar con dos sistemas de unidades aunque el sistema a adoptar debe ser el SI (Sistema Internacional de unidades). En la Argentina la adaptación técnica y legal de este sistema recibe el nombre de SIMELA (Sistema métrico legal argentino). El otro sistema (**que no deberíamos usar**) es el Técnico y lo tendremos en cuenta solamente por el uso, incluso actual, de sus unidades. Además, al establecer equivalencias con el SIMELA se pretende fijar mejor los conceptos de masa, peso, fuerza y otras magnitudes utilizadas.

De acuerdo al SI y por lo tanto en concordancia con el SIMELA las unidades patrón son:

La unidad patrón de **longitud**, el metro (símbolo m) estaba definida originalmente por la distancia comprendida entre dos rayas grabadas sobre una barra de una aleación de platino e iridio que se guarda en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París, Francia. Se escogió esta longitud de modo que la distancia entre el Ecuador y el Polo Norte a lo largo del meridiano que pasa por París fuese igual a diez millones de metros. El metro patrón se define hoy como la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un tiempo de $1/299792458$ segundos. (Esto implica que la velocidad de la luz es exactamente 299792458 m/s).

La unidad de **tiempo** es el segundo (símbolo: s). Se definió originalmente en función de la rotación de la Tierra, de modo que correspondía a $(1/60).(1/60).(1/24)$ del día solar medio. El segundo se define ahora en función de la luz. Todos los átomos, después de absorber energía, emiten luz con longitudes de onda y frecuencia que son característicos del elemento considerado. Existe una longitud de onda y una frecuencia particulares asociada a cada transición energética dentro del átomo y todas las experiencias manifiestan que estas magnitudes son constantes. El segundo se define de modo que la frecuencia de la luz emitida en una determinada transición del cesio es de 9192631770 ciclos por segundo. Un segundo es el tiempo ocupado por las 9192631770 vibraciones.

Con estas definiciones, las unidades fundamentales de longitud y de tiempo son accesibles a cualquier laboratorio del mundo.

La unidad de **masa**, el kilogramo (Kg), igual a 1000 gramos (g), se define de modo que corresponde a la masa de un cuerpo patrón: Un cilindro de aleación platino-iridio conservado en Sèvres cerca de París. En Estados Unidos, una copia del patrón internacional de masa, conocido como kilogramo prototipo N° 20 se guarda en una bóveda del “National Institute of Standards and Technology”. Se le retira no más de una vez por año para comprobar los valores de los patrones terciarios. La masa de 1 Kg pretendía ser originalmente la masa de $1000 \text{ [cm}^3\text{]} = 1$ litro de agua. Un estándar atómico de masa sería más correcto, sin embargo, en la actualidad no podemos medir masas a escala atómica con tanta exactitud como a escala macroscópica

La Unidad de **fuerza** en el SIMELA (SI) es el Newton [N] igual a 1 [Kg. m/s²]. Por definición un newton es la fuerza necesaria para producir una aceleración de 1 [m / s²] sobre un cuerpo de masa unitaria 1 [Kg]

En el **Sistema Técnico** las unidades patrón de **longitud** y **tiempo** son las mismas.

La unidad de **fuerza** es el **kilogramo fuerza** = $1\vec{k}g = 1\textbf{Kg} = 1\text{ Kg.} = 1\text{ Kgf}$ (Se diferencia totalmente del kilogramo patrón que es una unidad de masa y por lo tanto conceptualmente distinto). Es la fuerza con que es atraído hacia el centro de la Tierra a 45° de latitud y a nivel del mar el prototipo internacional de platino (1 Kg).

Como vemos, un cuerpo cuyo peso en el sistema Técnico es de 1 [Kgf] (kilogramo fuerza), tiene una masa de 1 [Kg] (medida en el SIMELA). Coinciden ambos valores en modulo pero se están “midiendo” magnitudes físicas DISTINTAS y además en DIFERENTES sistemas de unidades. Por lo dicho, confundir un kilogramo fuerza con un kilogramo masa es un “**HORROR**”, más que un ERROR.

La unidad de **masa** es la unidad técnica de masa: [utm]. Para obtener las unidades que definen o integran a la [utm], tener en cuenta la 2º ley de la dinámica: $P = F = m \cdot a$

MAGNITUDES	SISTEMA TÉCNICO	SIMELA (MKS)
Longitud	[m] (metro)	[m] (metro)
Tiempo	[s] (segundo)	[s] (segundo)
Masa	[utm] = unidad técnica de masa	[Kg] = kilogramo masa
Velocidad	[m/s] (metro/segundo)	[m/s] (metro/segundo)
Aceleración	[m/s ²] (metro/segundo al cuadrado)	[m/s ²] (metro/segundo al cuadrado)
Fuerza	[Kgf] = (Kilogramo fuerza)	[N] = (Newton)

Relación entre las unidades de fuerza:

De acuerdo a lo visto, un cuerpo cuyo peso es de 1 [**Kgf**] tiene una masa de 1 [Kg] (a 45° de latitud y a nivel del mar). Entonces, si $P = 1\text{ [Kgf]}$ y $m = 1\text{ [Kg]}$ puede aplicarse el principio de masa:

$$P = m \cdot g$$

Vamos a usar $g = 10\text{ (m/s}^2\text{)}$
Además $1\text{ Kgf} = 1\text{ Kilogramo fuerza}$

$$1\text{ Kgf} = 1\text{ [Kg]} \cdot 10\text{ [m/s}^2\text{]} = 10\text{ [Kg. m/s}^2\text{]} = 10\text{ [N]}.$$

Por lo tanto:

1 Kgf = 10 [N]

→

1 [N] = 0,10 [Kgf]

Relación entre las unidades de masa:

Aplicando nuevamente la 2º Ley de Newton y la equivalencia entre las unidades de fuerza recién demostrada obtendremos:

1 [utm] = 10 [Kg]

→

1 [Kg] = 0,10 [utm]

NOTA: Al estudiar otras ramas o disciplinas de la Física tales como termodinámica y electricidad necesitaríamos tres **unidades físicas fundamentales** más, la unidad de temperatura, el **Kelvin** (K) (inicialmente llamado grado Kelvin); la unidad de cantidad de sustancia, el **mol** (mol) y la unidad de corriente, el **amperio** (A). Existe otra unidad fundamental; la **candela** (cd), unidad de intensidad luminosa.

Las **siete** unidades fundamentales: el metro (m), el segundo (s), el kilogramo (Kg), el Kelvin (K), el amperio (A), el mol (mol) y la candela (cd), constituyen el sistema internacional de unidades (**SI**).

La unidad de cualquier magnitud física puede expresarse en función de estas **unidades SI fundamentales**. Algunas combinaciones importantes reciben nombres especiales como por ejemplo (lo hemos visto) la unidad SI (SIMELA) de fuerza: el newton (N). Otro caso, que estudiaremos, es la unidad SI (SIMELA) de potencia: el vatio (W).

4.- DIAGRAMA DEL CUERPO LIBRE – VÍNCULOS – REACCIONES DE VÍNCULO:

Al analizar las situaciones que emplean la segunda ley de Newton, es de mucha ayuda trazar un diagrama que muestre al cuerpo (sobre el que actúan diversas fuerzas), como una partícula e indicar a todas las fuerzas como vectores que actúan sobre la partícula. A un diagrama así dibujado se le llama **DIAGRAMA DEL CUERPO LIBRE = DCL** y constituye un primer paso esencial tanto en el análisis de un problema como en la visualización de la situación física.

En realidad al actuar una fuerza (resultante de fuerzas) sobre un cuerpo, la misma no es central, es decir, no está aplicada sobre el centro de masa (CM) del cuerpo. Esto provoca en el cuerpo una rotación (giro). En el caso de partículas la fuerza actúa sobre la misma y por supuesto no produce rotaciones, solo desplaza linealmente a la partícula.

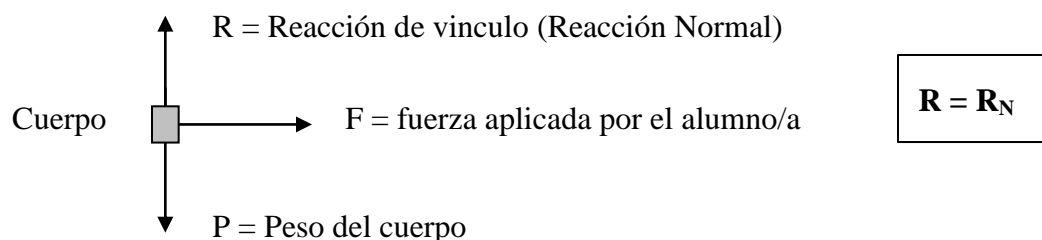
Más adelante en el capítulo o tema “Cuerpo Rígido” se analiza lo anteriormente indicado. El concepto por ahora es que es lo mismo hablar de partículas (lo que estamos estudiando) o de fuerzas centrales que actúan sobre el **Centro de Masa CM** donde puede considerarse ubicada toda la masa del cuerpo. El cuerpo con volumen o dimensiones se reemplaza por su **CM**.

Denominaremos **VÍNCULO** a todo dispositivo que puede trabar o limitar el libre movimiento de los cuerpos. Es posible reemplazar estos vínculos por fuerzas que producen el mismo efecto que los vínculos, o sea traban la libre movilidad de los cuerpos. Un ejemplo típico sería el piso que impide el movimiento de los cuerpos hacia el centro de la Tierra (caída vertical). Una barra de acero “clavada” o mejor dicho empotrada a una pared constituye otro ejemplo de vínculo. La barra no puede moverse en ninguna dirección, ni girar.

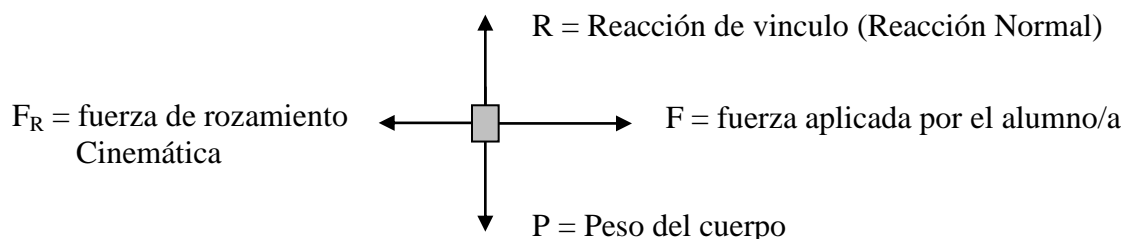
Si un cuerpo rígido se encuentra en reposo bajo la acción de un sistema de fuerzas debemos admitir que siempre es posible reemplazar los vínculos por fuerzas de modo tal que el cuerpo permanezca en reposo. A las fuerzas que reemplazan los vínculos, en las condiciones mencionadas, las denominaremos **REACCIONES DE VÍNCULO**. La reacción del piso que se representa mediante una fuerza vertical hacia arriba sería una reacción de vínculo.

Resumiendo todo lo expuesto: al esquema o dibujo o diagrama donde aparece el cuerpo, las fuerzas que actúan y las reacciones de vínculos se lo denomina “**diagrama del cuerpo libre**” y se lo designa como **DCL**.

Ejemplo 1: Si un alumno/a empuja un cuerpo sobre una superficie horizontal sin rozamiento el DCL sería:



Ejemplo 2: Si en el ejemplo anterior consideramos el rozamiento del piso, debemos indicarlo mediante una fuerza que se opone al avance o movimiento del cuerpo. Si bien este tema (Fuerzas de rozamiento) lo estudiaremos más adelante, el DCL para este caso sería:

**5.- IMPULSO E ÍMPETU LINEAL (CANTIDAD DE MOVIMIENTO):**

IMPULSO LINEAL: Cuando una fuerza (fuerza resultante o neta si intervienen varias) actúa sobre un cuerpo en reposo o en movimiento, dicho cuerpo experimenta una variación de velocidad. Así, si le damos un puntapié a una pelota, le estamos dando un impulso por la acción de una fuerza durante un breve lapso de tiempo que le produce una aceleración.

A través de la experimentación y/o mediante planteos analíticos, se comprueba que la velocidad que alcanza un cuerpo depende de la intensidad de la fuerza y del intervalo de tiempo en que la misma actúa. Por lo tanto, si se desea comunicar una cierta velocidad a un cuerpo en reposo, se le debe aplicar una fuerza mayor durante menos tiempo o una fuerza menor durante más tiempo, de manera que el producto $F \cdot \Delta t$ (fuerza por variación de tiempo) permanezca constante.

Esto ha llevado a establecer otra magnitud física denominada **Impulso lineal I** que definimos de la siguiente manera:

IMPULSO LINEAL es el producto entre la intensidad de la fuerza aplicada (*supuesta esta constante en modulo, dirección y sentido*) y el intervalo de tiempo en que actúa la misma.

En símbolos: $\mathbf{I} = \mathbf{F} \cdot \Delta t$ (\mathbf{I} y \mathbf{F} son vectores)

Como la fuerza es una magnitud vectorial y el tiempo escalar, el **impulso** es una **magnitud vectorial** cuya dirección y sentido coinciden con la de la fuerza aplicada (Resultante sí actúan más de una).

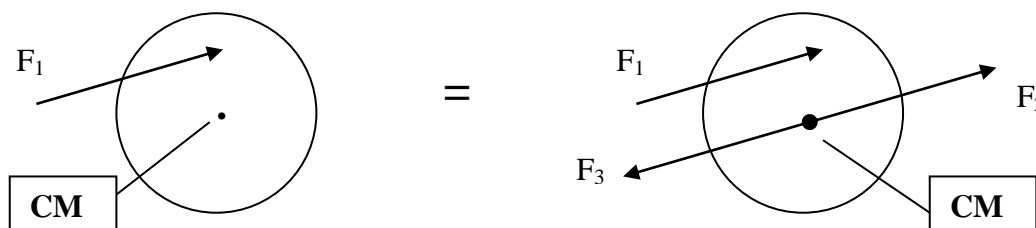
Unidades: En el SIMELA la unidad de fuerza es el Newton (N) y la de tiempo el segundo (s), por lo cual la unidad SIMELA de Impulso lineal es: [N.s]

Siendo [N] = [Kg. m/s²]. La unidad de impulso también puede expresarse como: [\mathbf{I}] = [Kg.m/s]

NOTA 1: Si la fuerza **No** mantuviese la **constancia** en dirección, sentido e intensidad el impulso también se define como el producto de la fuerza por el intervalo de tiempo, pero para variaciones de tiempo MUY pequeñas y valores prácticamente instantáneos de la fuerza. Debe recurrirse en este caso, para calcular el impulso, al cálculo infinitesimal e integral (Análisis Matemático). Estos casos sobrepasan el nivel de Física I. Implica trabajar con aceleraciones variables.

NOTA 2: Para **Rotaciones** se define el **Impulso angular** que es igual al momento (cupla o par) de la fuerza que actúa sobre el cuerpo, multiplicado por el intervalo de tiempo correspondiente a la aplicación del momento. Esta definición es válida para un par o momento constante, en manera análoga a lo indicado en la **NOTA 1** para el impulso lineal.

La cupla surge cuando al actuar una fuerza (resultante de fuerzas) sobre un cuerpo rígido, la misma no es central, es decir, no está aplicada sobre el centro de masa del cuerpo. Esto provoca en el cuerpo una rotación (giro). En el caso de partículas la fuerza actúa sobre la misma y por supuesto no produce rotaciones, solo desplaza linealmente a la partícula.



La acción de la fuerza F_1 no central aplicada al cuerpo en el primer esquema, es igual o equivalente a tres fuerzas: F_1 , F_2 y F_3 indicadas en el segundo esquema. La fuerza F_2 produce un desplazamiento lineal similar al que provocaría la fuerza F_1 sobre el centro de masa CM. Las fuerzas F_1 y F_3 constituyen una cupla responsable de la rotación del cuerpo.

Recordemos por último que los módulos de las tres fuerzas F_1 , F_2 y F_3 es el mismo.

ÍMPETU LINEAL O CANTIDAD DE MOVIMIENTO: Cuando un cuerpo o partícula de masa \mathbf{m} se mueve a una cierta velocidad \mathbf{v} tiene una cantidad de movimiento o ímpetu lineal que designaremos con la letra \mathbf{p} . Su valor se obtiene multiplicando la masa por la velocidad.

Es una **magnitud vectorial** ya que es el producto de la masa (escalar) y la velocidad (vectorial)

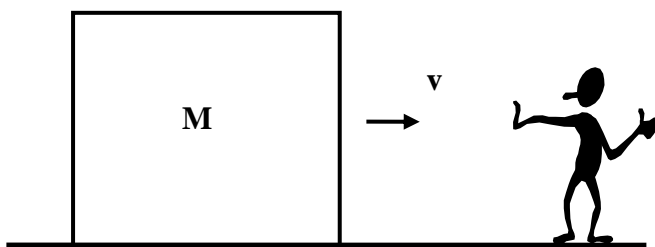
IMPETU LINEAL de un cuerpo o partícula es un vector que relaciona la masa del mismo \mathbf{m} con la velocidad \mathbf{v} que posee.

En símbolos: $\mathbf{p} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{v}$ (\mathbf{p} y \mathbf{v} son vectores)

Puede considerarse como “una medida de la dificultad de llevar a un cuerpo o partícula hasta el reposo”. La masa \mathbf{m} o la velocidad \mathbf{v} “impiden” o dificultan la detención de un cuerpo o partícula.

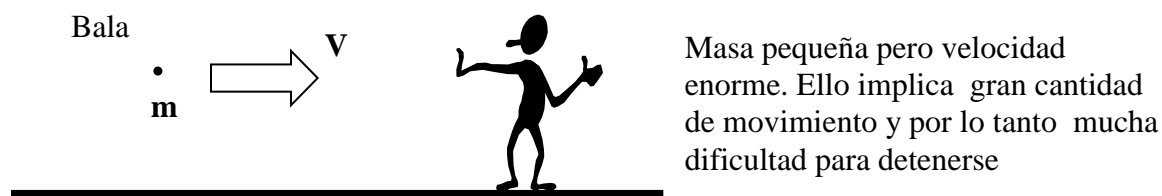
En el SIMELA, la **unidad** de cantidad de movimiento es: [Kg.m/s]

Ejemplos del significado físico del ímpetu lineal serían los siguientes:



El cuerpo de gran masa \mathbf{M} se desplaza con velocidad pequeña \mathbf{v} , pero su cantidad de movimiento \mathbf{p} es enorme. Por lo tanto, aunque su velocidad es de modulo muy pequeño, no puedo detener el cuerpo.

Si ahora lo que quiero detener es una bala de masa muy pequeña, tampoco podría pararla dado que su velocidad es muy grande. En realidad, tiene un ímpetu lineal enorme. Ello me impide detenerla. No puedo a pesar de su masa insignificante.



NOTA: El ímpetu lineal (y el angular para rotaciones) son las magnitudes físicas inherentes a la Tierra (y todos los cuerpos del Universo) que les “permiten” moverse eternamente.

El ímpetu angular no lo trataremos ahora pues implica un estudio o análisis no solo de la **velocidad angular** de los cuerpos en rotación, sino también de su **masa** y su **distribución** (Momento de Inercia) alrededor del eje de giro del cuerpo. Lo veremos en el Tema “Cuerpo Rígido”.

TEOREMA IMPULSO – ÍMPETU: Existe una relación entre el impulso **I** y la cantidad de movimiento **p**. Vamos a deducirla para el caso en que la **fuerza** es **constante** en **modulo dirección y sentido** (MRUV). Para otros casos la relación obtenida será la misma, pero en la deducción hay que usar Análisis Matemático. (Diferenciales. Valores muy pequeños o instantáneos)

Designaremos con letras “negritas” las magnitudes vectoriales tales como **I** (impulso), **F** (fuerza), **a** (aceleración), etc. Las magnitudes escalares en letra “común” tal como **m** (masa), Δt (variación de tiempo), etc.

Sabemos que: **$I = F \cdot \Delta t$** (**F = fuerza media**)

De acuerdo con el principio de masa (2º Ley de Newton): **$F = m \cdot a$**

Entonces: **$I = m \cdot a \cdot \Delta t$**

Pero: **$a = \Delta V / \Delta t$** siendo ΔV variación de velocidad.

Reemplazando: **$I = m \cdot (\Delta V / \Delta t) \cdot \Delta t$**

Simplificando: **$I = m \cdot \Delta V$** y como $\Delta V = V - V_0$

Resulta: **$I = m \cdot (V - V_0) = m \cdot V - m \cdot V_0$**

Pero: **$p = m \cdot V$** , entonces **$I = p - p_0 = \Delta p$**

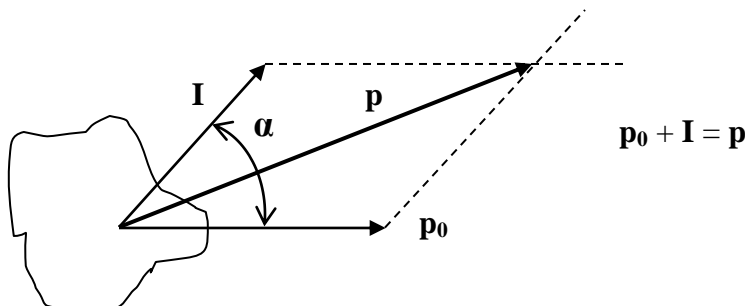
Obtendremos finalmente:

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

El IMPULSO LINEAL debido a una fuerza (neta o resultante) que actúa sobre un cuerpo o partícula es **IGUAL** a la **VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO** que experimenta el cuerpo o partícula.

En consecuencia, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo le modifica la cantidad de movimiento.

Así, si un cuerpo se desplaza con un ímpetu lineal **p₀** y se aplica un impulso **I** cuya dirección forma un ángulo alfa **α** con la dirección de **p₀**, la cantidad de movimiento final **p** se obtiene sumando vectorialmente **p₀** e **I**.



6- APLICACIONES DE LAS LEYES DE NEWTON A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

CUERPOS VINCULADOS:

Estas leyes nos permiten, por ejemplo, determinar la aceleración de una partícula en función del tiempo conocidas todas las fuerzas que actúan sobre la misma y la obtención de la fuerza neta o resultante que se ejerce sobre un punto material conocida su aceleración.

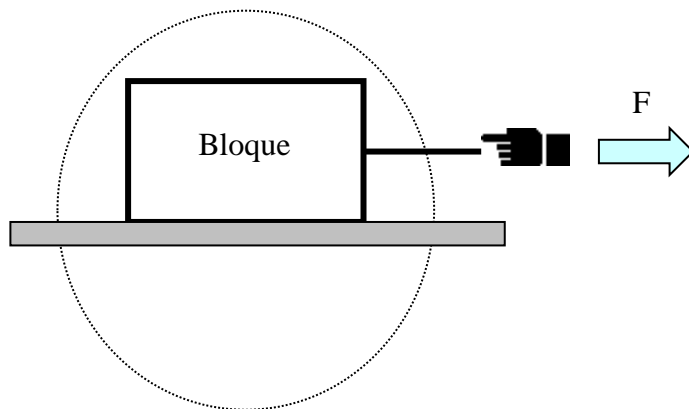
Veremos algunos ejemplos simples de movimientos sometidos a la acción de fuerzas constantes. Los problemas prácticos o reales suelen ser más complejos que los casos expuestos, pero los procedimientos que deben seguirse para su resolución son extensiones naturales de los métodos aquí ilustrados.

Los **elementos de vínculo** entre cuerpos (sogas, cables, hilos, etc) se consideran **ideales**. Es decir que su Masa es Nula o despreciable.

Por ultimo NO olvidemos que se considera el **movimiento en el vacío**: O dicho de otra manera no tenemos en cuenta el **rozamiento con el aire**. Tampoco en esta primer parte el **rozamiento sólido** como por ejemplo el de un bloque deslizando sobre un piso (rozamiento Solido)

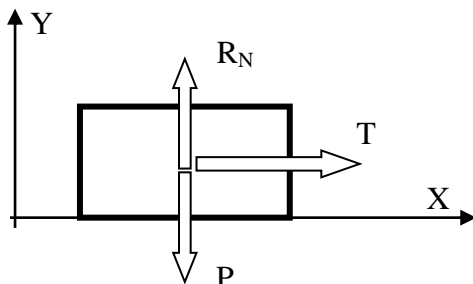
Ejemplo 1 – (Análisis General de resolución):

Consideremos un bloque de masa m que se encuentra en reposo sobre una mesa horizontal y sin rozamiento que es arrastrado mediante una fuerza F aplicada a través de una cuerda ligera.



Para determinar el movimiento del bloque debemos conocer la fuerza resultante que actúa sobre él. Para ello hay que elegir en primer lugar el objeto cuya aceleración debe determinarse y sobre el cual actúan las fuerzas consideradas. En la figura se ha dibujado un círculo alrededor del bloque con el fin de aislarlo mentalmente. A continuación consideraremos todas las fuerzas posibles que actúan sobre dicho cuerpo.

Tales fuerzas pueden surgir del contacto del cuerpo con sus alrededores, o bien pueden ser fuerzas de acción a distancia tales como la gravedad. Tres fuerzas significativas actúan sobre el bloque en este ejemplo, que se muestran en el siguiente dibujo llamado como vimos en el ítem anterior: **DCL: Diagrama del cuerpo libre.**

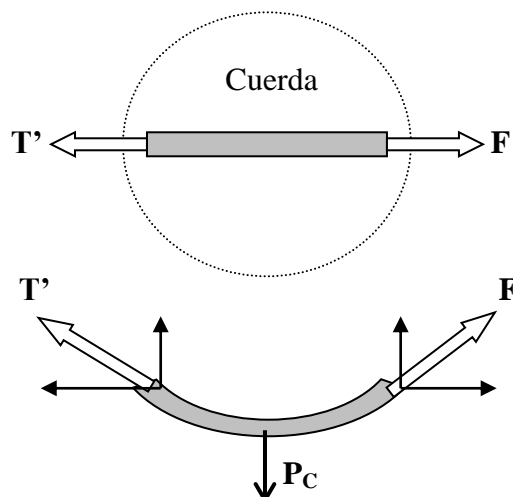


1. El Peso del bloque: P
2. La fuerza de contacto: R_N ejercida por la mesa. Como suponemos que no hay rozamiento sobre la mesa, la fuerza de contacto es perpendicular a la mesa.
3. La fuerza de contacto T ejercida por la cuerda.

En la figura también se indica el sistema de coordenadas adecuado para resolver el problema con mayor simplicidad y acorde con lo desarrollado durante esta asignatura. La fuerza R_N y el peso P tienen el mismo módulo pues el bloque no se acelera verticalmente (no sale “volando” hacia arriba ni “atraviesa” la mesa hacia abajo). Como la fuerza resultante se encuentra en la dirección del eje X y posee una magnitud T , la segunda ley de Newton nos dice que:

$$T = m \cdot a$$

La fuerza F ejercida por la mano sobre la cuerda es igual a la fuerza T ejercida por la cuerda sobre el bloque. Para comprender mejor esta última afirmación, recurrimos de nuevo al **DCL** pero ahora aplicado a la cuerda:



La fuerza T' es la ejercida por el bloque sobre la cuerda, su módulo (magnitud) es igual a la de la fuerza T ejercida por la cuerda sobre el bloque. Su sentido es contrario. Su dirección es la misma. Se desprecia el peso de la cuerda. Si no fuese así, la cuerda se curvaría ligeramente y las fuerzas F y T' tendrían componentes verticales.

$$P_C = \text{Peso de la cuerda}$$

Para nosotros $P_C = 0 \rightarrow$ La cuerda no se curva. Se mantiene horizontal. No pesa.

Suponiendo que la cuerda permanezca tensa, debe tener la misma aceleración que el bloque. Si llamamos m_c a la masa de la cuerda, aplicando la segunda ley de Newton a la cuerda obtenemos:

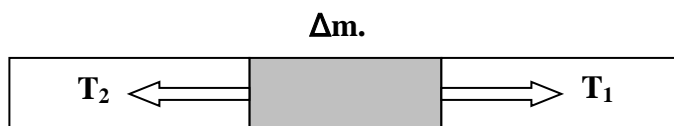
$$F - T' = m_c \cdot a_x$$

La cuerda es suficientemente “liviana” de manera que podamos despreciar su masa $\rightarrow m_c \approx 0$

$$F - T' = m_c \cdot a_x \approx 0 \longrightarrow F = T'$$

Como T' y T tienen el mismo módulo, **F y T son iguales**

Si analizamos un pequeño segmento de cuerda de masa Δm .



Las fuerzas que actúan sobre este segmento son T_1 ejercida por la fracción de cuerda situada a la derecha del segmento y T_2 ejercida por la fracción de la izquierda.

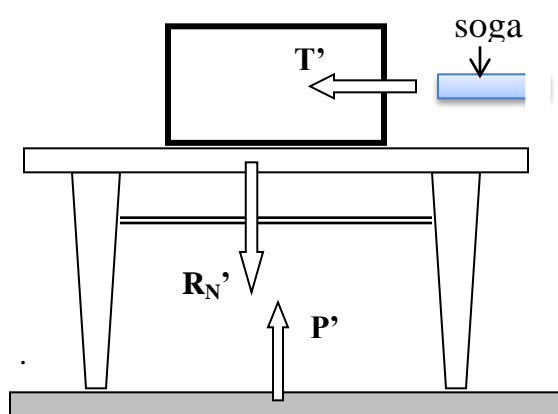
Como la masa de la cuerda es despreciable, estas dos fuerzas son de igual magnitud $T_1 = T_2 = T$

La fuerza T se denomina **tensión** de la cuerda. Cada segmento de la cuerda ejerce una fuerza T sobre cada uno de sus alrededores. Estas fuerzas actúan a lo largo de la cuerda, de tal modo que una cuerda ligera que conecta dos puntos posee una tensión de módulo constante en toda ella. Este resultado también es válido para una cuerda que pase por un gancho o pulea de masa despreciable, en tanto no existan fuerzas tangenciales actuando sobre la cuerda entre los dos puntos considerados.

En este simple ejemplo, la aceleración horizontal se obtiene en función de la fuerza F dada y la fuerza vertical R_N ejercida por la mesa resulta del estado de reposo del bloque sobre la mesa y por lo tanto $a_y = 0$.

Las condiciones que intervienen en el movimiento de un objeto, tales como el requisito de que el bloque permanezca sobre la mesa, se denominan **ligaduras** o **restricciones**.

Por último, recordemos que de acuerdo a la tercera ley de Newton, las fuerzas actúan siempre por pares. En el primer **DCL** de este ejemplo solo se muestran las fuerzas que actúan sobre el bloque. En la siguiente figura se muestran las correspondientes fuerzas de reacción



Las fuerzas de reacción son la fuerza gravitatoria P' ejercida por el bloque sobre la Tierra, la fuerza R_N' que ejerce el bloque sobre la mesa y la fuerza T' ejercida por el bloque sobre la cuerda.

Como estas fuerzas no están ejercidas sobre el bloque, no tienen nada que ver con su movimiento. Por ello se omiten al aplicar la segunda ley de Newton al movimiento del bloque.

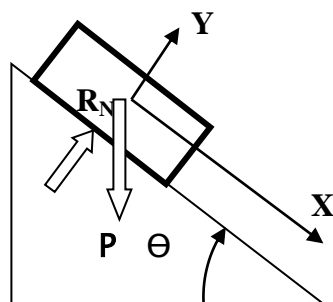
Este sencillo ejemplo ilustra un método general muy útil para plantear los problemas en los que deben aplicarse las leyes de Newton, los pasos que deben seguirse son:

- 1.- Realice un **dibujo** claro de la situación expresada en el enunciado.
- 2.- Aislar el cuerpo (partícula) y realizar el **DCL**. En él se indicará el cuerpo, las fuerzas aplicadas al mismo, las reacciones (llamadas también reacciones de vínculo) y las referencias de posición e instantes. Esto debe realizarse para cada cuerpo, si interviene más de uno en el problema, dibujando un diagrama independiente para cada uno.
- 3.- Elegir un sistema de coordenadas conveniente para cada cuerpo y aplicar la 2ª ley de Newton en forma de componentes. No se preocupe en obtener de cada una de las **ecuaciones escritas** algún resultado. Ellos se obtendrán hallando las soluciones del **sistema de ecuaciones**.
- 4.- **Resuelva las ecuaciones** resultantes para las incógnitas utilizando toda la información adicional disponible. Debe haber un número de ecuaciones independientes igual al número de incógnitas.
- 5.- **Interprete los resultados**, Trate de pensar que significado físico tienen los resultados. ¿Qué sucede si algún instante da negativo? ¿Qué significa una abscisa negativa?

Ejemplo2 - (Plano Inclinado - Ver Nota Final)

Determinar la aceleración de un bloque de masa m que se mueve sobre una superficie fija y pulida, inclinada un ángulo $\Theta = 37^\circ$ respecto a la horizontal.

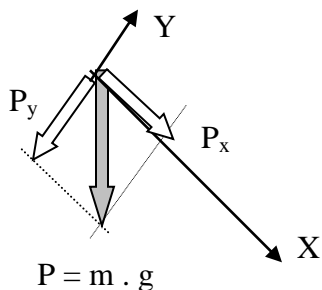
Resolución:



Existen solo dos fuerzas que actúan sobre el bloque, el peso \mathbf{P} y la fuerza $\mathbf{R_N}$ ejercida por el plano inclinado. Despreciamos la resistencia del aire y admitimos que no existe rozamiento en la superficie de contacto con el plano inclinado. Como las dos fuerzas no tienen la misma dirección, su suma no puede ser nula y por lo tanto el bloque debe acelerar. De nuevo tenemos una ligadura o restricción: la aceleración tiene lugar a lo largo del plano inclinado. En este problema es conveniente elegir un sistema de coordenadas con un eje paralelo al plano inclinado (eje x) y el otro perpendicular (eje y).

La aceleración tiene entonces una sola componente $\mathbf{a_x}$.

En esta elección $\mathbf{R_N}$ tiene la dirección según eje Y. El peso \mathbf{P} tiene los componentes $\mathbf{P_x}$ y $\mathbf{P_y}$.



$$P_x = m \cdot g \cdot \sin \Theta$$

$$P_y = - m \cdot g \cdot \cos \Theta$$

En donde m es la masa y g la aceleración de la gravedad. La fuerza resultante en la dirección Y es $\mathbf{R_N - m \cdot g \cos \Theta}$. Aplicando la 2ª ley y teniendo en cuenta que $\mathbf{a_y = 0}$.

$$\Sigma F_y = R_N - m \cdot g \cdot \cos \Theta = a_y = 0$$

Y por lo tanto:

$$R_N = m \cdot g \cdot \cos \Theta$$

Igualmente, para los componentes x:

$$\Sigma F_x = m \cdot g \cdot \sin \Theta = m \cdot a_x$$

Obtenemos:

$$a_x = g \cdot \sin \Theta$$

La aceleración hacia abajo según el plano inclinado es constante y tiene modulo $\mathbf{g \cdot \sin \Theta}$.

Como vemos, es independientemente de la masa del cuerpo y tiene un único valor.

Para nuestro problema:

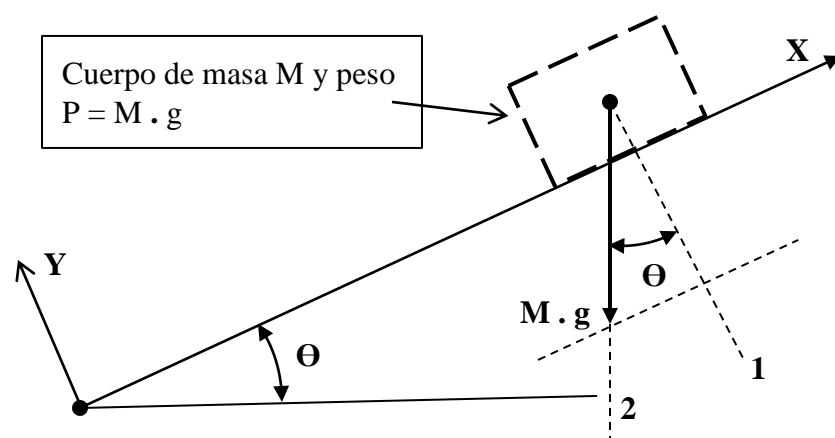
$$a_x \approx 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 37^\circ \approx 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,6 \approx 5,88 \text{ m/s}^2 \text{ . Resumiendo:}$$

$$\begin{aligned} a_x &\approx 5,9 \text{ m/s}^2 \\ a_y &= 0 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

NOTA FINAL PARA ESTE EJEMPLO DE PLANO INCLINADO:

Se desarrolla a continuación el análisis y resolución de la descomposición Vectorial del Peso $\mathbf{M \cdot g}$ en un plano inclinado.

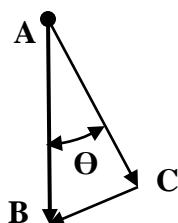
Debe quedar claro que el sistema de referencia Ejes X – Y se ubica de tal manera que el eje X coincide con la dirección o inclinación Θ del plano inclinado.



Recordar una importante propiedad de la geometría: “**El ángulo formado por dos rectas es el mismo que determinan otras dos rectas cualesquiera perpendiculares a las anteriores**”.

Si observamos la figura, el ángulo Θ será el mismo que forma la perpendicular al plano inclinado (Recta 1) y la perpendicular a la dirección horizontal (Recta 2). Es decir, la de dirección vertical (la del Peso $\mathbf{M \cdot g}$).

Si observamos atentamente, se forma un triángulo rectángulo que designaremos por sus vértices ABC y cuya hipotenusa es el peso \mathbf{Mg} del cuerpo apoyado en el plano inclinado.



$$AB = \text{Peso} = M \cdot g$$

$$AC = P_y = \text{Componente del Peso en la dirección Y.}$$

$$CB = P_x = \text{Componente del Peso en la dirección X.}$$

Si aplicamos trigonometría:

$$\text{Sen } \Theta = CB / AB = P_x / M g \rightarrow$$

$$P_x = M \cdot g \cdot \text{sen } \Theta$$

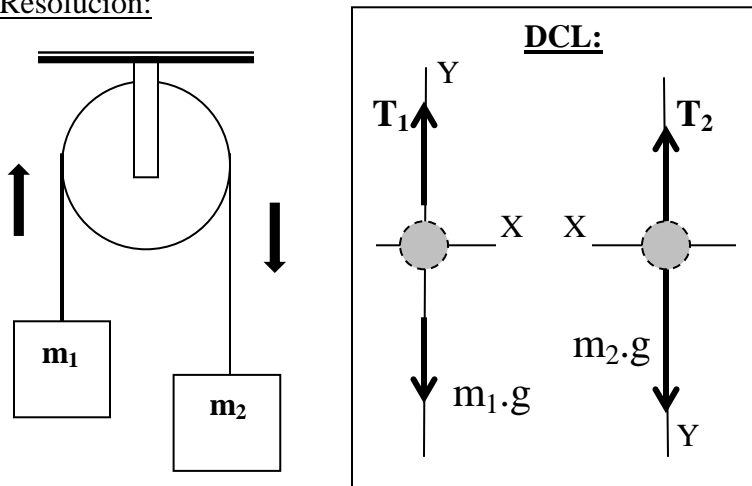
$$\text{Cos } \Theta = AC / AB = P_y / M g \rightarrow$$

$$P_y = M \cdot g \cdot \text{cos } \Theta$$

Ejemplo 3 – (máquina de Atwood):

Consideremos dos masas distintas $m_1 = 10$ (Kg) y $m_2 = 15$ (Kg) unidas por una cuerda que pasa por una polea ideal (cuya masa es despreciable y cuyos ejes giran con una fricción despreciable). Este mecanismo se conoce también como máquina de Atwood (Ver NOTA). Calcule las tensiones en las cuerdas y las aceleraciones de las masas.

Resolución:



Como las masas solo tienen aceleración vertical, elegimos el sentido positivo coincidente al del movimiento de cada masa. Las ecuaciones del movimiento serán:

$$\text{Bloque 1: } \Sigma F_y \rightarrow T_1 - m_1 \cdot g = m_1 \cdot a_1$$

$$\text{Bloque 2: } \Sigma F_y \rightarrow m_2 \cdot g - T_2 = m_2 \cdot a_2$$

Donde a_1 y a_2 son las aceleraciones de m_1 y m_2 respectivamente.

Como en el caso anterior, si la cuerda carece de masa y no se estira y si la polea carece de masa y de fricción, entonces:

$$T_1 = T_2 = T \quad \text{y} \quad a_1 = a_2 = a$$

Por ser una **polea ideal** (masa despreciable y por lo tanto rozamiento nulo) y la cuerda también de masa despreciable, no cambia el módulo de la tensión o de la aceleración de un lado de la cuerda al otro, su única función es cambiar sus direcciones. En el tema Cuerpo Rígido tendremos en cuenta la masa de la Polea.

Sustituyendo y resolviendo las dos ecuaciones planteadas, hallamos que:

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \cdot g$$

$$T = \frac{2 \cdot m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$$

Para nuestro caso con los valores dados de las masas, tendremos:

$$a = 1,96 \text{ m/s}^2 \quad \text{y} \quad T = 117,6 \text{ N} \quad [\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2]$$

NOTA 1: George Atwood (1745 – 1807) fue un matemático inglés que desarrollo este dispositivo en 1784 para demostrar las leyes del movimiento acelerado y **medir g**. Haciendo la diferencia entre m_1 y m_2 , pequeña, le fue posible “retardar” el efecto de la caída libre y medir el movimiento de las masas en caída con un reloj de péndulo, la manera más precisa de medir intervalos de tiempo en aquella época.

NOTA2: No hace falta memorizar para utilizar las formulas deducidas de aceleración y tensión en los problemas (como el N° 21 de la guía UTN). Realizando el DCL y planteando la 2° ley de Newton o Principio de Masa en los cuerpos A y B se resuelve.

ACLARACION: Algunos Problemas pueden tener el resultado utilizando $g = 9,8 \text{ [m/s}^2\text{]}$.

Utilizar $g = 10 \text{ [m/s}^2\text{]}$. La diferencia de valores no implica error significativo.

PROBLEMAS 1 a 14 Correspondientes a Temas Teóricos 1 al 5:

1.- ¿Qué implica u ocurre si sobre una partícula actúa:

a) Una fuerza constante. b) Una fuerza no constante (variable). c) No actúa ninguna fuerza.

Respuesta:

a) La misma se mueve con aceleración constante, es un movimiento uniformemente variado,

b) Resulta un movimiento Variable, c) Se mantiene el Reposo o el movimiento original del cuerpo.

2.- ¿Cuál es la aceleración que una fuerza de 100 [Kgf] le genera a una partícula cuyo peso es 490 [N]

Respuesta: 20,4 [m/s²]

3.- Una fuerza produce una aceleración de 5 [m/s²] sobre la masa patrón. Cuando la misma fuerza se aplica a un segundo cuerpo, produce una aceleración de 15 [m/s²] a) ¿Cuál es la masa del segundo cuerpo y cuál es la magnitud de la fuerza?, b) ¿Qué hipótesis (consideraciones) debemos hacer con relación a la fuerza?

Respuesta: a) 0,33 [Kg] y 5 [N]. b) Fuerza central y constante (constante vectorialmente)

4.- Una fuerza (central) aplicada a una masa m_1 le produce una aceleración de 20 [m/s²] La fuerza aplicada a otra masa m_2 le da una aceleración de 30 [m/s²] Se unen las dos masas y se les aplica la misma fuerza al conjunto. Halle la aceleración resultante.

Respuesta: 12 [m/s²]

5.- A un cuerpo que pesa 1960 [Kgf] y está en reposo, se le aplica una fuerza de 1000 [Kgf] constante y central que actúa durante 10 segundos: a) ¿Qué aceleración adquiere el cuerpo? b) ¿Qué distancia recorre el cuerpo en ese tiempo? c) DCL. d) ¿Cuál es la variación de ímpetu lineal del cuerpo?

Respuesta: a) 5 [m/s²] b) 250 [m]. c)..... d) 98000 [Ns] = 98000 [Kg.m/s].

6.- Un tren cuya masa es 19,6 toneladas se mueve con velocidad constante de módulo 72 [Km/h]. Frena en un minuto. ¿Cuál es el módulo de la fuerza media necesaria para frenarlo (deteniéndolo)?. Resultado en los sistemas Técnico y SIMELA. Indique el sentido de la misma. Realice el DCL. Calcule la variación de ímpetu lineal del tren.

Respuesta: $F = 666,7 \text{ [Kgf]} = 6533,3 \text{ [N]}$. Sentido opuesto al del tren $\Delta p = - 391998 \text{ [Ns]} = - 391998 \text{ [Kg.m/s]}$.

7.- Sobre un cuerpo de masa 2 [kg] moviéndose sobre un plano horizontal sin rozamiento con velocidad 6 [m/s] actúa una fuerza central que lo detiene en $7 \cdot 10^{-4} \text{ [s]}$. ¿Cuál es la intensidad de la fuerza media?

Respuesta: 17143 [N]

8.- Una fuerza actúa sobre un punto material de peso 49 [Kgf] que se halla en reposo y le hace recorrer 144 [m] en 15 segundos: a) Calcule el valor de la fuerza aplicada en los sistemas Técnico y SIMELA, b) ¿Cuál es la velocidad alcanzada y el ímpetu lineal del punto material una vez transcurridos los 15 segundos?

Respuesta: a) 6,4 [Kgf] = 62,7 [N], b) 19,19 [m/s] y 940,5 [Ns] = 940,5 [Kg.m/s]

9.- Se dispara un proyectil cuya masa es de 30 gramos con una fuerza central de 85 [Kgf] que actúa durante 0,01 segundo. La masa del tirador más el arma es de 60 [Kg]. a) Calcule la velocidad con que sale el proyectil en [m/s] y [Km/h], b) ¿Con que velocidad retrocede el sistema formado por hombre – arma en [m/s] y [Km/h]? c) ¿Qué distancia recorrería, de no existir rozamiento, el sistema hombre – arma durante el disparo? d) ¿Cuál es la variación de cantidad de movimiento del proyectil y del sistema hombre – arma?

Respuestas:

a) 277,7 [m/s] \approx 999,7 [Km/h] b) 0,138 [m/s] \approx 0,497 [Km/h] c) 0,0007 [m] \approx 0,7 [mm] d) 8,3 [Ns] y – 8,3 [Ns]

Nota: Por supuesto que, al no considerar el rozamiento, el movimiento en retroceso del hombre y su arma seguiría “eternamente”, es decir nunca se detendrían. Para la bala el problema sería si su velocidad supera la de escape (11,2 [Km/s] \approx 40320 [Km/h] para nuestro planeta) necesaria para “vencer” la “caída gravitatoria” en cuyo caso “escaparía” de la Tierra.

10.- Se dispara desde un cañón una bala que pesa 24,5 [N] con una fuerza central que actúa durante 0,02 segundos. Si la aceleración que adquiere el proyectil es de 20000 [m/seg²] y la masa del cañón 500 [Kg], calcular: a) La fuerza media que actúa sobre el proyectil durante el disparo, b) La velocidad con sale el proyectil en [m/s] y [Km/h], c) Velocidad con que retrocede el cañón en [m/s] y [Km/h], d) Variación de la cantidad de movimiento del proyectil y del cañón.

Respuestas:

a) 50000 [N] = 5102 [Kg] b) 400 [m/s] = 1440 [Km/h] c) 2 [m/s] = 7,2 [Km/h] d) $\Delta p = + 1000$ [Ns] (proyectil) y -1000 [Kg.m/s] = - 1000 [Ns] (cañón).

11.- Una persona cuya masa es 49 [Kg] se halla parada sobre el piso de un ascensor. Calcule la fuerza que la persona ejerce sobre el piso del ascensor cuando:

a) El ascensor está detenido. b) Asciende con una aceleración constante de 1,96 [m/s²] c) Desciende con la misma aceleración. d) Asciende a velocidad constante. e) Desciende a velocidad constante y f) Cae con una aceleración de 9,8 [m/s²]

Respuestas:

a) 49 [Kgf] \approx 480,2 [N] b) 58,8 [Kg] \approx 576,2 [N] c) 39,2 [Kgf] \approx 384,2 [N] d) 49 [Kgf] \approx 480,2 [N] e) 49 [Kgf] \approx 480,2 [N] f) 0.

Aclaración: Esta fuerza que se calculó, sería la indicada por una balanza sobre la cual se colocase un cuerpo. Es la fuerza acción siendo la reacción la fuerza normal ejercida por la báscula sobre el objeto

12.- Una piedra de masa 250 [g] se arroja verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 [m/s]. Determinar despreciando la resistencia del aire: a) La variación de la cantidad de movimiento desde que se arroja hasta que llega al mismo nivel de partida. b) El impulso de la fuerza que actúa sobre la piedra durante el vuelo. c) A partir del resultado hallado en b) calcule el tiempo que tarda la piedra en su recorrido y compare con el obtenido por cinemática.

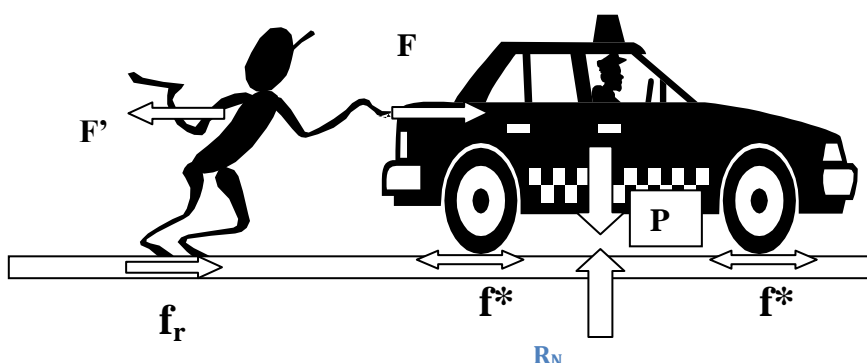
Respuestas: a) -10 [kg.m/s] \hat{j} b) -10 [N.s] \hat{j} c) 4 [s]

13.- Una bala de ametralladora Thompson calibre 45 (denominada el “piano de Chicago” durante el periodo conocido como de la “Ley Seca”) de 15 [g] impacta con velocidad 300 [m/s] sobre una placa fija. Si la fuerza media que se opone al movimiento de la bala al atravesar la placa es 10^4 [N] y la interacción dura $1,8 \cdot 10^{-4}$ [s], calcule la velocidad del proyectil al salir de la placa y el espesor de la misma.

Respuesta: 180 [m/s] y 4,3 [cm] = 0,043 [m]

14.- NO OBLIGATORIO: (Para analizar y leer respuesta). Un joven no quiere empujar el taxi (de un amigo) que se ha detenido. Las razones son: “de acuerdo con la tercera ley de Newton, la fuerza que ejerza sobre el auto será contrarrestada por la fuerza igual y opuesta que ejerce el taxi sobre mí, de manera que la fuerza neta será cero y no tendré posibilidad de acelerar (mover) el taxi”. ¿Cuál es el error de este razonamiento?

Respuestas



El joven empuja el taxi. El vehículo se acelera hacia la derecha si la fuerza F ejercida sobre él por el joven supera a la fuerza de rozamiento f^* que el suelo ejerce sobre el auto. La fuerza F' es igual y de sentido opuesto a F, pero como se ejerce sobre el joven no tiene ninguna influencia sobre el movimiento del taxi.

Las fuerzas que actúan sobre el taxi además de la F ejercida por el joven son, su peso P , la fuerza vertical de soporte ejercida por el suelo R_N (Reacción Normal) y la fuerza horizontal f^* (rozamiento estático) ejercida por el suelo que inicialmente (mientras el taxi no se mueva) actúa hacia la izquierda. Una vez que el taxi comienza a moverse “asombrosamente” esta fuerza actúa con sentido positivo hacia la derecha. Por esto es que se indica doble sentido en esta fuerza. Las fuerzas verticales P y R_N se anulan entre sí pues el auto no se acelera (mueve) verticalmente.

Si el joven provoca una aceleración hacia la derecha, debe existir una fuerza f_r hacia la derecha ejercida por el suelo sobre los zapatos (pies) del joven que es superior a F' . Sobre el muchacho actúan cuatro fuerzas: Su peso P' , la Reacción Normal R_N' que ejerce el piso sobre el joven y las dos fuerzas: F' y f_r (rozamiento estático sobre el joven) indicadas en el dibujo.

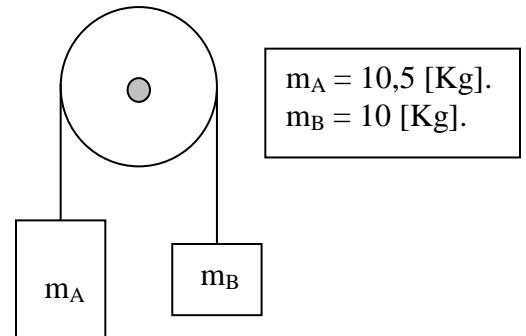
PROBLEMAS 15 al 20 Correspondientes al Tema Teórico 6:

15.- Del techo de un ascensor cuelga un cuerpo cuya masa es 100 [Kg]. Calcule la tensión de la cuerda que sostiene el cuerpo cuando:

a) El ascensor está en reposo. b) Sube con aceleración $4,9 \text{ [m/s}^2\text{]}$ c) Desciende con esa aceleración.

Respuestas: a) $100 \text{ [Kgf]} \approx 980 \text{ [N]}$ b) $150 \text{ [Kgf]} \approx 1470 \text{ [N]}$ c) $50 \text{ [Kgf]} \approx 490 \text{ [N]}$.

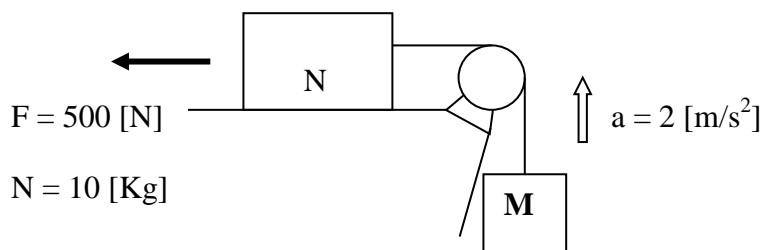
16.- El sistema de la figura adjunta se deja en libertad. Considerando despreciable los rozamientos, la masa de la polea y la de la soga, calcule:
a) Las aceleraciones de las masas.
b) Las tensiones en la soga.



Respuesta:

a) $0,24 \text{ [m/s}^2\text{]}$ b) $100,4 \text{ [N]}$.

17.- Teniendo en cuenta los datos del dibujo:

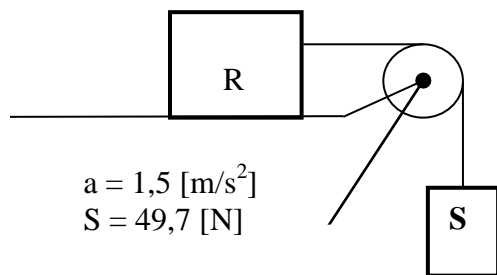


a) Realice el diagrama del cuerpo libre
b) Calcule el peso y la masa de M.
c) Calcular las tensiones en la soga.

Respuesta:

a) Dibujo b) masa = $40,68 \text{ [Kg]}$ peso = $398,66 \text{ [N]} = 40,67 \text{ [Kgf]}$ c) $T = 480 \text{ [N]} = 48,9 \text{ [Kgf]}$

18- Sobre la base del siguiente esquema:



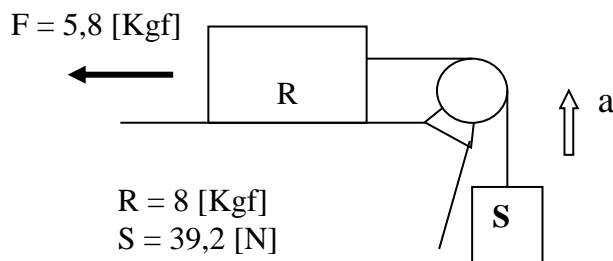
a) Realice el diagrama del cuerpo libre.
b) Calcule la masa y el peso de R.
c) Calcular las tensiones en la soga.

Resultados en los sistemas SIMELA y Técnico

Respuesta:

a) Diagrama b) $28,1 \text{ [Kg]}$ y $275,0 \text{ [N]}$, $2,9 \text{ [utm]}$ y $28,1 \text{ [Kgf]}$ c) $T = 42,1 \text{ [N]} = 4,3 \text{ [Kgf]}$

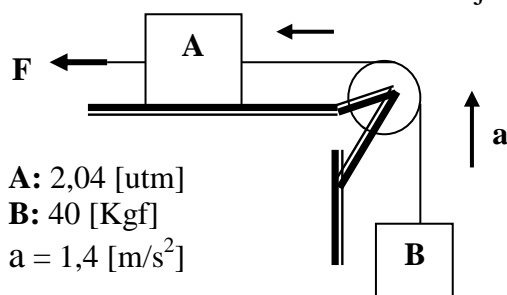
19.- Dado el siguiente sistema:



a) Realice el diagrama del cuerpo libre.
b) Calcule la aceleración del sistema.
c) Calcular las tensiones en la soga.

Respuesta: a) diagrama b) $a = 1,5 \text{ [m/s}^2\text{]}$
c) $T = 45,2 \text{ [N]} = 4,6 \text{ [Kgf]}$

20.- Teniendo en cuenta los datos del dibujo:



a) Realice (dibuje) el esquema de fuerzas (cuerpo libre).
b) Calcule la fuerza F aplicada al sistema.
c) Calcular las tensiones de la soga.

Nota: Indique los resultados en los sistemas TECNICO y SIMELA.

Respuesta:

a) DCL b) $476 \text{ [N]} = 48,6 \text{ [Kgf]}$ c) $448 \text{ [N]} = 45,7 \text{ [Kgf]}$.