

## DINAMICA

Es la parte de la física que estudia el movimiento de las partículas o cuerpos teniendo en cuenta las causas que lo originan (fuerzas)

### ***El movimiento según Aristóteles***

Aristóteles (siglo IV a.C.) dividió el movimiento en dos tipos: movimiento natural y movimiento violento.

Se suponían que los objetos buscaban sus lugares naturales de reposo, las piedras caían hacia el suelo y el humo subía como las nubes. Era natural que las cosas pesadas cayeran y las ligeras ascendieran. Aristóteles afirmó que en el cielo el movimiento circular era natural, pues no tenía ni principio ni fin.

Así pues los planetas y las estrellas se movían alrededor de la Tierra en círculos perfectos y este movimiento no estaba provocado por ninguna fuerza.

Se consideraba violento un movimiento impuesto. Era el resultado de fuerzas que tiraban o empujaban. Lo más importante del movimiento violento era que tenía una causa externa.

### ***El movimiento según Galileo***

Galileo (siglo XVI) manifestó que cualquier acción de empujar o tirar es una **fuerza** y se llama fricción a la fuerza que actúa entre dos cuerpos que resbalan uno sobre otro.

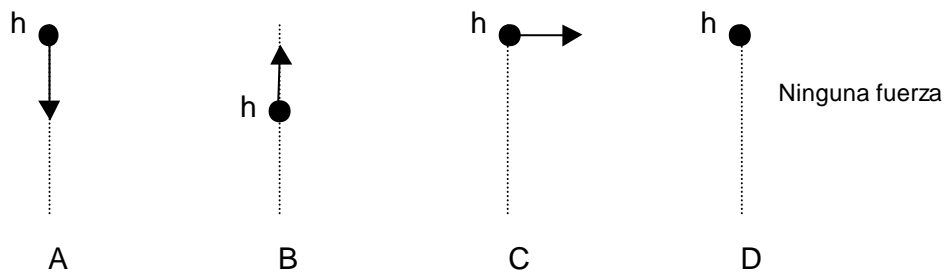
Galileo mostró que solo cuando hay fricción se requiere una fuerza para mantener un objeto en movimiento. Estableció que en ausencia total de fricción, una pelota en movimiento horizontal seguiría moviéndose para siempre. Es decir que solo la fricción podría evitar que siguiera rotando eternamente.

Galileo estableció que todo objeto material presentaba resistencia a cambiar su estado de movimiento. Llamó a esta resistencia **Inercia**.

- 1) Analizar la veracidad o falsedad de las siguientes proposiciones según Aristóteles y Platón.
  - a) Lo natural es que un cuerpo sobre el que no actúen fuerzas esté quieto
  - b) Si un cuerpo está en movimiento es porque alguna fuerza está actuando sobre él.
  - c) Si un cuerpo está en movimiento es porque alguna vez alguna fuerza actuó sobre él.
  - d) Toda variación de la velocidad de un cuerpo exige la existencia de una fuerza, producto de su interacción con otro cuerpo aplicada sobre el mismo.
  - e) Si el módulo de la velocidad permanece constante, aunque cambie la dirección del movimiento, no se ejerce ninguna fuerza sobre el cuerpo.
- 2) Si usted ve a una bicicleta que se mueve sobre una carretera recta a velocidad constante,
  - a) ¿Cómo describiría Aristóteles al movimiento?
  - b) ¿Cómo describiría Newton al movimiento?
  - c) ¿Cuánto vale la suma de todas las fuerzas aplicadas sobre la bicicleta (fuerza resultante)?
  - d) ¿Este movimiento puede ser descrito igualmente bien por ambas teorías?
- 3) ¿Un cuerpo puede acelerarse sin interactuar con otros cuerpos?.
- 4) ¿Puede moverse un objeto en una dirección diferente a la de la fuerza neta aplicada sobre él? ¿Puede acelerarse en una dirección diferente a la de dicha fuerza? Explique.
- 5) Según Aristóteles, para producir una velocidad constante se requería una fuerza constante y, por consiguiente, en ausencia de fuerzas, los cuerpos deberían estar en reposo.
  - a) Enunciar 3 ejemplos en que una fuerza constante parece producir una velocidad constante.
  - b) ¿Cómo se pueden explicar estos ejemplos de acuerdo con la ley de Newton del movimiento?.

6) Responda las siguientes cuestiones tratando de justificar adecuadamente:

- Confíese!, Usted es un aristotélico. ¿Qué le resulta más natural ver a una piedra en reposo o a una en movimiento rectilíneo uniforme?. ¿Alguna vez vio una piedra en ese estado de movimiento?.
- Confíese!, Si usted ve una piedra que se mueve a velocidad constante y recta, usted inmediatamente concluye que sobre la piedra hay una fuerza neta aplicada que la obliga a moverse ¿No?. Discuta.
- Suponga que usted ha vivido siempre en una nave espacial, alejada de cualquier planeta o estrella. Supone que sus preconceptos sobre lo que es natural o no natural serían distintos de los que hoy tiene. Discuta. d) Sobre la base de la discusión anterior ¿por qué cree usted que algunos fenómenos naturales nos resultan
- ¿Cuál de las figuras siguiente piensa que representa mejor la fuerza que se ejerce sobre la piedra cuando esta alcanza su altura máxima  $h$ ? ¿Está interactuando? ¿Con qué? ¿Dónde esta o están aplicados los pares de interacción?



- Suponga que como experiencia propone tirar una moneda verticalmente hacia arriba, ¿dónde un newtoniano diría que va a caer la moneda?, ¿Adonde un aristotélico diría que va a caer la moneda?. Discuta.
- Discuta sobre cuales son los factores que pueden influir en aumentar o disminuir la fuerza de rozamiento entre un cuerpo y el piso

## Primera Ley del Movimiento de Newton: INERCIA

### Ley de inercia de Newton

Isaac Newton en 1665 enuncia su primera ley del movimiento, otra forma de expresar la idea de Galileo:

*Todo objeto tiende a permanecer en estado de reposo, o en movimiento rectilíneo uniforme, a menos que se le apliquen fuerzas que lo obliguen a cambiar e estado.*

Es decir que, en ausencia de fuerzas los objetos en movimiento tienden a permanecer en movimiento indefinidamente en línea recta y los objetos en reposo tienden a permanecer en reposo. 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

$$\sum F = 0 \Rightarrow a = 0$$

La masa es una medida de la inercia de los cuerpos. Cuanto mayor sea la masa de un objeto, tanto mayor será la fuerza necesaria para cambiar su estado de movimiento.

La cantidad de materia que contiene un cuerpo ya sea esté en la Tierra, en la Luna o en cualquier lugar la llamamos **masa**. El **peso** es la fuerza ejercida sobre un cuerpo debido a la gravedad. La masa y el peso no es lo mismo son proporcionales uno al otro pero no son iguales.

#### Ejemplos

- 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  $N$  hacia arriba que ejerce la mesa sobre el borrador.
- 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 termino estrellándome contra el vidrio posterior del vehículo

#### Preguntas de repaso:

- Con sus palabras describa tres situaciones, que usted haya vivido en el día de hoy, en las cuales se haya manifestado claramente el principio de inercia.
- ¿Un bloque de hierro de 2 Kg tiene el doble de inercia que un bloque de hierro de 1Kg?  
¿Tiene el doble de masa? ¿Tiene el doble de volumen? ¿Tiene el doble de peso?
- ¿Qué efecto tiene la fricción sobre los cuerpos en movimiento? ¿Cómo puede un objeto mantener una rapidez constante cuando la fricción actúa sobre él?
- Galileo descubrió que una pelota que rueda hacia abajo sobre un plano inclinado adquiere una rapidez suficiente por otro plano. ¿A que altura llegará la pelota respecto a su altura inicial?
- La ley de inercia establece que no se requiere fuerza alguna para mantener el movimiento. ¿Por qué es necesario pedalear para mantener una bicicleta en movimiento?
- Si un cuerpo no cambia su velocidad, ¿podemos afirmar que no actúa fuerza sobre él?  
¿Por qué?

#### Piensa y explica

- ¿Un litro de plomo fundido tiene el mismo volumen que un litro de jugo de manzana? ¿Tiene la misma masa?
- En el espacio, lejos de cualquier fuente de gravitación, un elefante y un ratón tendrían el mismo peso: cero. Si ambos se moviesen hacia ti con la misma rapidez, ¿el choque tendría el mismo efecto? ¿Por qué?

- 9) Se deja caer una moneda desde una determinada altura en un colectivo en reposo, la moneda cae a nuestros pies. ¿Dónde caerá si el autobús se mueve en línea recta con rapidez constante?
- 10) Un avión se desplaza a 600 km/h y una almohada cae desde un compartimiento elevado. Si el avión viaja tan rápido, ¿por qué al caer la almohada no va a dar contra la parte posterior de la cabina?
- 11) Se coloca una pelota en el centro de un vagón y luego el vagón se acelera hacia delante. Describir el movimiento de la pelota respecto a (a) la Tierra y (b) el vagón.
- 12) Si un elefante te persigue, la enorme masa del animal sería un peligro para ti. Pero si corres en zigzag, la masa del elefante sería una ventaja. ¿Por qué?
- 13) ¿Cuál de las siguientes cantidades cambia cuando se comprime una esponja: la masa, la inercia, el volumen, el peso, la densidad?
- 14) Dos recipientes cerrados tienen el mismo aspecto exterior, pero uno está lleno de plomo y el otro de plumas. ¿Cómo se podría determinar cuál es cuál si los recipientes y tu estuviesen flotando en el espacio en condiciones de ingravidez?
- 15) Si solo actúa una fuerza sobre el cuerpo:
  - ✓ ¿Podrá acelerarse? Fundamentar la respuesta.
  - ✓ ¿Podrá tener velocidad igual a cero? Fundamentar la respuesta.
- 16) Un asteroide, de 10 kg masa, que flota en el espacio es acelerado hasta una velocidad de 10 m/seg. Teniendo en cuenta que el asteroide no tiene peso (aproximadamente), ¿será necesario ejercer una fuerza para producir el cambio en el movimiento?.
- 17) Un tren se está moviendo en un tramo liso y recto de vía a velocidad constante. Uno de los vagones tiene un pequeño orificio en el piso y justo sobre el agujero hay un perno fijo al techo. De pronto el perno se suelta y cae. El perno caerá:
  - a) Sobre el piso del vagón delante del orificio.
  - b) Pasa justo por el orificio y cae al pavimento.
  - c) Sobre el piso del vagón detrás del orificio.
  - d) Los datos suministrados son insuficientes.
- 18) En el momento en que el gaucho Don Zoilo revoleaba sus boleadoras, la cuerda se corta. Explique como fue el movimiento de la bola una vez que se cortó la cuerda. Discuta.
- 19) En el mismo instante en que a Zoilo le ocurría esto, en San Miguel Rodolfo, el mecánico, afilaba una herramienta con la amoladora del taller. Describa como salían despedidas las chispas de la piedra. Discuta.
- 20) Si empujamos un cuerpo de tal forma que se desplace sobre una superficie horizontal, podemos observar que continúa moviéndose durante algún tiempo y finalmente se detiene. ¿Por qué se detiene?. Si pulimos la superficie, ¿se moverá una mayor distancia?. ¿Qué sucedería en el caso hipotético de que se lograra eliminar completamente el rozamiento entre el cuerpo y el piso?. Discuta.
- 21) Respecto del problema anterior, ¿Cómo explicaría Aristóteles que el cuerpo continúa en movimiento luego de haberlo soltado, es decir cuando ya no aplico fuerzas sobre él?.
- 22) Un conductor de colectivo frena en seco mientras va a gran velocidad. ¿Serán capaces de detectar los pasajeros el cambio sufrido por el movimiento?. ¿Debido a que ley?. Explique. Analice que le pasaría a un pasajero del colectivo colgado del estribo, si este dobla en una curva pronunciada. Discuta.
- 23) John Wayne, en una vieja película de vaqueros va en lo alto de un tren que se desplaza por un tramo de vía recta a 48 km/h mientras lo persigue la habitual pandilla de malos. Lanza, no muy inteligentemente una bomba encendida hacia arriba (verticalmente) a una velocidad de 35 km/h ¿Dónde caerá la bomba? (Desprecie el rozamiento del aire) Dibuje un esquema de la trayectoria.

- 
- 24) En un día de julio de 1969 se encendieron los motores del Apolo 11 y este comenzó a elevarse. Una vez abandonada la atmósfera terrestre sus motores fueron apagados, y el cohete continuó su viaje hacia la Luna.
- a) Señale todas las fuerzas (con sus pares de interacción), involucrados en ambas etapas del vuelo (con los motores encendidos y con los motores apagados).
  - b) Sobre la base de lo aprendido hasta ahora, explique el funcionamiento del cohete en ambas etapas, es decir, ¿cómo es que logra moverse el cohete en cada etapa?
- 25) Un pasajero de un tren bala que viaja silenciosamente a una velocidad constante de 200 km/h. ¿Tiene alguna forma de darse cuenta que está en movimiento sin abrir la ventanilla?. Proponga posibles experiencias para saber si está en movimiento.

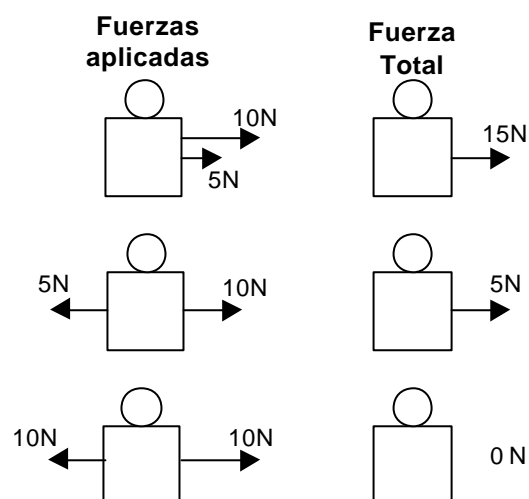
## Segunda Ley del movimiento de Newton: *Fuerza y Aceleración*

La mayoría de los objetos en movimiento adquieren velocidad, la pierden, o describen curvas al moverse.

Según la Ley de Inercia, los objetos en reposo o animados de MRU la fuerza total que actúa sobre ellos es cero.

### **Una fuerza provoca una aceleración**

Si se le aplica una fuerza a un objeto en reposo este se moverá. El objeto se ha acelerado, ha cambiado su velocidad.



La combinación de todas las fuerzas aplicadas sobre un objeto se llama fuerza total o fuerza neta, esta es la que hace que el cuerpo se acelere.

Como se ve en la figura de la izquierda, cuando las fuerzas tienen igual sentido, la fuerza total es igual a la suma, cuando tienen sentido opuesto, esta es igual a la diferencia.

La cantidad de aceleración depende de la cantidad de fuerza total, Para incrementar la aceleración del objeto, es necesario incrementar la fuerza total. Decimos que la aceleración es directamente proporcional a la fuerza total.

### **La masa se resiste a la aceleración**

Si se empuja un carro de supermercado vacío se producirá una determinada aceleración, si se lo empuja lleno con la misma fuerza, se producirá una aceleración menor. Esto se debe a que la aceleración depende de la masa en forma inversa. Es decir que la aceleración es inversamente proporcional a la masa.

### **Segunda ley de Newton**

*La aceleración que adquiere un objeto por efecto de una fuerza total es directamente proporcional al valor de la fuerza total, tiene igual dirección que esta y es inversamente proporcional a la masa del cuerpo considerado. La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo o masa inercial y es propia de cada cuerpo:*

$$a = \frac{\text{fuerza total}}{\text{masa}}$$

$$\text{Analíticamente: } \frac{F}{a} = \text{cte} \rightarrow \frac{F}{a} = m$$

Esta ley suele expresarse escalarmente de la siguiente manera:

$$F = m \cdot a$$

Dos bloques A y B de masas  $m_1 = 100 \text{ Kg}$  (por ejemplo acero) y  $m_2 = 10 \text{ Kg}$  (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 de masa  $m_1$  tendrá una aceleración de módulo igual a:

El bloque B de masa  $m_2$  se moverá con una aceleración de módulo:

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: **M A S A**

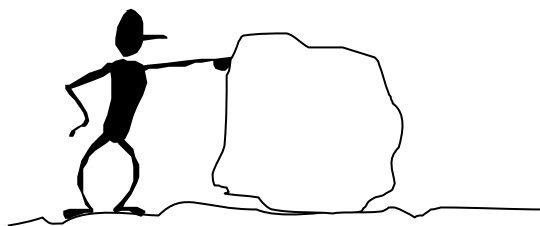
Podemos definir a la masa como "*La propiedad de un cuerpo que determina su resistencia a un cambio en su movimiento*".

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

Se habla de **masa inercial** pues 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"

### P e n s a r y e x p l i c a r

- 1) En el siglo II antes de Cristo, Aristarco de Samos propuso la idea de que la Tierra giraba sobre sí misma y alrededor del Sol y no el Sol alrededor de la Tierra. Sus ideas no fueron tomadas en consideración sobre todo porque no podía responder a la siguiente objeción: "Si la Tierra se mueve, ¿por qué los pájaros, las nubes, y todo aquello suspendido en el aire no se quedan atrás?. ¿Cómo respondería usted a esta objeción?.
- 2) Si un auto puede desarrollar una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$  ¿qué aceleración desarrollará si tiene que remolcar otro auto de la misma masa?. Suponer la misma fuerza aplicada.
- 3) ¿Qué fuerza debe desarrollar un cohete de  $20000 \text{ Kg}$ . para que su aceleración sea de  $1 \text{ m/s}^2$ ?
- 4) La fuerza de gravedad que actúa sobre una roca de  $2 \text{ kg}$  es el doble de la actúa sobre una roca de  $1 \text{ Kg}$  ¿Por qué la aceleración de la roca de  $2 \text{ kg}$  no es el doble de la de  $1 \text{ kg}$ ?
- 5) Un camión cargado puede acelerarse a  $1 \text{ m/s}^2$  y de pronto pierde la carga de tal manera que su masa es de  $\frac{3}{4}$  su masa inicial, ¿qué aceleración puede desarrollar dada la misma fuerza impulsora?
- 6) Federico empuja una roca, de masa inercial  $m = 10 \text{ Kg}$  (Peso =  $98 \text{ N}$ ), sobre una superficie horizontal, como se muestra en la figura,



Sabemos que la fuerza de rozamiento total actuante sobre la roca (con el piso y el aire) es de  $3 \text{ N}$ . Durante los primeros  $10$  segundos la roca se acelera uniformemente desde el reposo hasta alcanzar una velocidad de  $1 \text{ m/seg}$ , velocidad que mantiene durante  $30$  segundos mas:

- a) Haga un gráfico de velocidad y aceleración en función del tiempo
- b) Grafique cualitativamente la función que relaciona la posición del paquete en función del tiempo.
- c) Indique todas las fuerzas que actúan sobre el paquete y sus pares de interacción (señale claramente sus puntos de aplicación)
- d) Halle la magnitud de todas las fuerzas señaladas en el ítem anterior en los dos tramos del recorrido, es decir 1) Cuando acelera, 2) Cuando se mueve a velocidad constante.
- e) Calcule la fuerza que ejerce Federico sobre la roca, si lo empuja a velocidad constante de  $1 \text{ m/seg}$
- f) Calcule la fuerza que ejerce Federico sobre el paquete, si lo empuja a velocidad constante de  $2 \text{ m/seg}$ .

## Tercera ley del movimiento de Newton: Acción y Reacción

### *Las interacciones producen fuerzas*

Una fuerza es la acción de empujar o tirar, pero la fuerza no es algo aislada, es parte de una acción mutua, de una interacción, entre dos cosas.

### **Tercera ley de Newton**

*Cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro objeto, el segundo ejerce sobre el primero una fuerza igual y en sentido contrario.*

Una es la acción y la otra la reacción, ninguna de las dos puede existir sin la otra.

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) Si una persona ubicada sobre un bote A en un lago 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. Por supuesto que la acción y reacción se ejercen a lo largo del remo que es el elemento que define la dirección de ambas.

**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 módulo y dirección pero tiene sentido opuesto

### **Analizar y explicar**

- I. "Analice que sucede con los dos cuerpos que interactúan en cada una de las siguientes situaciones
  - a) Un muchacho le da un empujón a un carrito
  - b) Un patinador le da un empujón a un carrito en una superficie de hielo
  - c) Dos imanes enfrentados
  - d) Una esfera metálica cargada positivamente y otra negativamente
  - e) En los ítems anteriores indique claramente los pares de interacción que entran en juego en el proceso
  - f) ¿Por qué razón resulta tan difícil caminar en una superficie jabonosa?
- II. Analizar y comentar el párrafo siguiente  
Siendo así que a toda acción se opone una reacción, ¿Cómo se puede explicar que podamos mover un cuerpo empujándolo, si ambas fuerzas se anulan entre sí y por lo tanto deberán producir reposo?
- III. Cuando disparamos un rifle hay una interacción entre el rifle y la bala,
  - a) ¿Cómo es la magnitud de la fuerza que el rifle hace sobre la bala comparada con la que la bala hace sobre el rifle?
  - b) ¿Por qué, la bala sufre una aceleración mayor que el rifle? ¿Se mueve el rifle?
- IV. Gabriela deja caer piedritas desde el balcón de su casa, las piedritas caen acelerándose debido a que interactúan gravitacionalmente con la tierra ¿La Tierra, debería también moverse hacia la piedrita?

### 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:

$$P = m \cdot g$$

El vector  $g$  se denomina 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:

$$g = 9,81\text{m/s}^2$$

**NOTA 3:** 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 varía 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 practicas. 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 espacio. 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.

#### Analizar y explicar

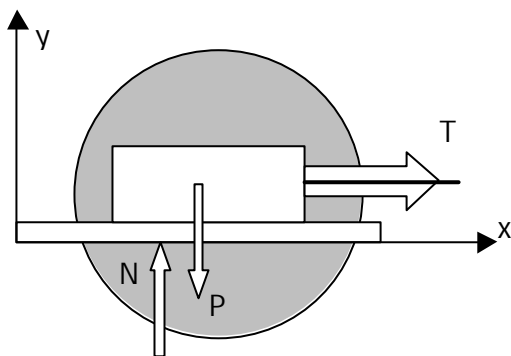
- 1) ¿Cómo es posible que un cuerpo lanzado hacia arriba al alcanzar su altura máxima tenga una velocidad nula, si ese cuerpo constantemente está interactuando con el planeta tierra?.
- 2) A pesar de estar sometidas a la acción de la gravedad, las gotas de lluvia llegan a nosotros recorriendo los últimos metros a velocidad constante.
  - a) ¿Cómo cree que explicaría este fenómeno Aristóteles?.
  - b) ¿Cómo cree que explicaría este fenómeno Newton?.
- 3) Un cuerpo de masa inercial  $m = 10 \text{ Kg}$  se suelta desde la terraza de un edificio (50 metros de altura). Debido a su interacción con el planeta Tierra sobre él actúa una fuerza de 98N (dirigida hacia abajo). a) Usted cotidianamente habla de esta fuerza, muchos hacen dieta para que esta fuerza disminuya ¿Con qué nombre la conocemos?.
- 4) Haga un dibujo y ubique los pares de interacción que entran en juego en el problema anterior ¿Qué le sucede al cuerpo a partir del momento en que se suelta? Si puede encuentre la función que relaciona la velocidad en función del tiempo.
- 5) Discuta sobre las diferencias entre el concepto de masa inercial y el de peso
  - a) Si un cuerpo tiene una masa de 5kg
  - b) ¿Cuánto vale su peso? ¿Es el mismo en todos los lugares de la Tierra.
  - c) ¿Cambiaría su masa si lo llevamos a la Luna. ¿Y su peso.
- 6) Federico mide el tiempo de caída de una moneda que tiene sujeta con sus dedos a una altura  $h$  del piso de un ascensor que está detenido en planta baja. Luego repite la experiencia cuando el ascensor sube con velocidad constante de 2m/seg, y nuevamente la realiza cuando desciende a 2m/seg. constante, siempre desde la misma altura  $h$ . ¿Federico obtendrá iguales o distintos resultados al medir en las tres situaciones?. Discuta.

### APLICACIONES DE LAS LEYES DE NEWTON A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. DIAGRAMA DEL CUERPO LIBRE (DCL):

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 ilustrado 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 diagrama de fuerzas del cuerpo libre o más conocido como DCL: Diagrama del cuerpo libre.

1. El peso del bloque:  $P$ .
2. La fuerza de contacto:  $N$  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  $N$  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  $x$  y posee una magnitud  $T$ , la segunda ley de Newton nos dice que:

$$T = m \cdot a$$

## Guía de ejercicios

1) Calcular y unir con flechas en los sistemas Técnico y SIMELA el peso y la masa de un cuerpo o partícula de:

- |    |         |    |                            |
|----|---------|----|----------------------------|
| a) | 196 Kgf | a) | 672.3 N; 68,6 Kgf; 7 utm   |
| b) | 230,3 N | b) | 23,5 Kgf; 23,5 Kg; 2,4 utm |
| c) | 68,6 Kg | c) | 1920,8 N; 196 Kg; 20 utm   |

a) 3361,4N; 343 Kgf; 343 Kg. Calcular, en UTM, Kg; gr, la masa de un cuerpo que se mueve con una velocidad  $v = 20\text{m/s}$  y es detenido por una fuerza de 200 Kgf en 10 seg.

- a) ¿Cuánto pesa dicho cuerpo en Bs.As.? Expresarlo en N, Dyn; Kgf.  
b) ¿Cuál es la diferencia entre peso y masa?

2) ¿Qué ocurre si sobre una partícula actúa (unir con flechas)

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| • Una fuerza constante.               | • La misma se mueve con aceleración constante, es un movimiento uniformemente variado, |
| • Una fuerza no constante (variable). | • Resulta un movimiento Variable,  |
| • No actúa ninguna fuerza.            | • Se mantiene el Reposo o el movimiento original del cuerpo.                           |

3) Se dispara un proyectil de masa desconocida con una fuerza de 735 N que actúa durante 0,1 segundos y le imprime una aceleración, considerada constante, de  $15000\text{ m/s}^2$ . La masa del tirador más el arma es 82 Kg.

- a) Calcular la masa del proyectil  
b) Velocidad con que sale el proyectil en m/s y Km/h.  
c) Velocidad con que retrocede el sistema formado por hombre - arma (en m/s y Km/h)

Respuestas:

- a) 0,049 Kg  
b)  $1500\text{ m/s} = 5400\text{ Km/h}$   
c)  $0,92\text{ m/s} - 3,3\text{ Km/h}$ .

4) Un automóvil pesa 8000N. Calcular:

- a) Aceleración que le imprime una fuerza de  $10^3\text{ N}$ .  
b) ¿Qué tiempo tarda en recorrer 10 Km?  
c) ¿Cuál es la velocidad alcanzada?  
d) Definir el concepto de aceleración.  
e) Definir el concepto de inercia y deducir si tiene relación con la masa del automóvil.

5) Calcular la fuerza en N; Dyn; Kgf que provoca una aceleración de  $500\text{ cm/seg}^2$  sobre un cuerpo de 2 Kg. Calcular el peso del mismo en N; Dyn; Kgf.

6) Para hacer avanzar un bote en un río se emplean dos caballos, uno en cada orilla, tirando de sendas cuerdas unidas a la proa del bote. Si el ángulo entre las cuerdas es de  $40^\circ$  y las fuerzas ejercidas por cada caballo son de 2000 N y 2500 N,

- a) ¿Cuál es la fuerza resultante sobre el bote?  
b) Si el bote tiene una masa de 500 Kg ¿cual será su aceleración si el agua no ofrece resistencia al movimiento del bote?  
c) Si el bote avanza con movimiento uniforme, ¿cual es la resistencia del agua?

7) A un cuerpo apoyado en un plano horizontal se le aplica una fuerza de 10 Kgf y adquiere una aceleración de  $2\text{ m/s}^2$

- a) ¿Cuál es su masa?  
b) ¿Cambia algunas de las cantidades indicadas en el problema si la experiencia se realizara en Saturno?



Rta.: 10,09 m/s

23) Un cuerpo de 10 N de peso posee una velocidad de 72 Km/h, la que disminuye a 36 Km/h luego de recorrer 200 m. Calcula:

- a) La fuerza realizada por los frenos.
- b) El tiempo que tardó en disminuir la velocidad.

Rta.: a)  $-0,765\text{ N}$       b) 13,33 s

24) ¿Que aceleración adquiere un cuerpo de 100 Kg bajo la acción de una fuerza central de 20 Kg?

Resp.:  $2\text{ m/s}^2$ 

**NOTA:** Entendemos por **fuerza central** a la que actúa en la dirección de un eje que pasa por el centro de masa del cuerpo. Ello implica que no existirán rotaciones y el cuerpo se comporta como una partícula.

25) ¿Cuál es la fuerza (central) necesaria para comunicar a un cuerpo de 10 utm una aceleración de  $5\text{m/s}^2$ .

Resp.: 50 Kgf = 490 N. (Nota: fuerza de modulo constante).

26) ¿Cuál es la aceleración que una fuerza de 100 Kgf le imprime a una partícula cuyo peso es 490 N?

Respuesta:  $19,6\text{ m/s}^2$ 

27) Una fuerza produce una aceleración de  $5\text{ m/s}^2$  sobre la masa patrón. Cuando la misma fuerza se aplica a un segundo cuerpo, produce una aceleración de  $15\text{ m/s}^2$ .

- d) ¿Cuál es la masa del segundo cuerpo y cual es la magnitud de la fuerza?
- e) ¿Qué hipótesis o consideraciones debemos hacer con relación a la fuerza?

Respuesta: a) 0,33 Kg y 5 N. b) Que es una fuerza central y constante (modulo)

28) La bala de un cañón tiene una masa de 6 Kg y una velocidad de 80 m/s. El tiempo que tarda en salir la bala es de 0,1 s. ¿Cuál es la fuerza con que la bala sale del cañón?

Rta.: 4800 N

29) Una fuerza (central) aplicada a una masa  $m_1$  le produce una aceleración de  $20\text{ m/s}^2$ . La fuerza aplicada a otra masa  $m_2$  le da una aceleración de  $30\text{ m/s}^2$ . Se unen las dos masas y se les aplica la misma fuerza al conjunto. Halle la aceleración resultante.

Respuesta:  $12\text{ m/s}^2$ 

30) 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) ¿Que aceleración adquiere el cuerpo?,
- b) ¿Qué distancia recorre el cuerpo en ese tiempo?.

Respuesta: a)  $5\text{ m/s}^2$     b) 250 m.

31) Un tren cuya masa es 19,6 toneladas se mueve con velocidad constante de modulo 72 Km/h. Frena en un minuto. ¿Cuál es la fuerza necesaria para frenarlo?. Expresar el resultado en los sistemas Técnico y SIMELA. Indique el sentido de la misma.

Respuesta:  $F = 666,7\text{ Kgf} = 6533,3\text{ N}$ . Sentido opuesto al del tren (negativo).

32) Sobre una partícula de 204,1 utm en reposo se aplica una fuerza de 98000 N constante que actúa durante 20 segundos:

- a) ¿Qué aceleración adquiere la partícula?,
- b) ¿Qué distancia recorre en ese tiempo?.

Respuesta: a)  $49\text{ m/s}^2$  b) 9800m.

33) Una persona cuyo peso es de 588 N se halla parada sobre el piso de un ascensor. Calcula la fuerza que la persona ejerce sobre el piso del ascensor en las siguientes situaciones:

- a) Cuando el ascensor está detenido.
- b) Cuando asciende con una aceleración de  $1,96 \text{ m/s}^2$
- c) Cuando desciende con una aceleración de  $1,96 \text{ m/s}^2$
- d) Cuando se corta el cable.

Rta.: a) 588 N b) 470,4 N c) -470,4 N c) 0 N

34) Una fuerza actúa sobre un punto material de 49 Kgf que se halla en reposo y le hace recorrer 144 m en 15 segundos. Calcule el valor de la fuerza aplicada en los sistemas Técnico y SIMELA.

Respuesta: 6,4 Kgf = 62,7N

35) Sobre un cuerpo actúa durante 10 segundos una fuerza central de 19,6 Kg y le hace recorrer 100 metros. ¿Cuál es el peso del cuerpo?. Indique el resultado en los sistemas Técnico y SIMELA.

Respuesta: 96.04Kgf-941.19N

36) Se dispara un proyectil cuya masa es de 30 gramos con una fuerza central que actúa durante 0,01 segundo de 85 Kgf. La masa del tirador más el arma es de 60 Kg.

- f) Calcule la velocidad con que sale el proyectil en m/s y Km/h,
- g) ¿Con que velocidad retrocede el sistema formado por hombre - arma en m/s y Km/h?.
- h) ¿Qué distancia recorrería, de no existir rozamiento, el sistema hombre-arma durante el disparo?.

Respuestas:

- a.  $277.7 \text{ m/s} = 999,7 \text{ Km/h.}$
- b.  $0,138 \text{ m/s} = 0,497 \text{ Km/h.}$
- c.  $0,0007 \text{ m} = 0,7 \text{ mm.}$

37) Se dispara un proyectil cuya masa es de 300 g con una fuerza de 85 N que actúa durante 0,01 s. La masa del tirador mas la masa del arma es de 60 Kg. Calcula:

- a) Velocidad con que sale el proyectil.
- b) ¿Con qué velocidad retrocede el sistema formado por hombre – arma?

Rta.: a) 2,83 m/s b) 0,014 m/s

38) Cierta fuerza mueve una carreta. Si se duplica la fuerza, ¿cuál será el cambio de la aceleración?

39) 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  $20000 \text{ m/seg}^2$  y la masa del cañón 500 Kg, calcular:

- a) La fuerza 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.

Respuestas:

- a)  $50000 \text{ N} = 5102 \text{ Kg}$
- b)  $400 \text{ m/s} = 1440 \text{ Km/h}$
- c)  $2 \text{ m/s} - 7,2 \text{ Km/h.}$

40) ¿Que fuerza desarrolla un cohete de 20 Ton de masa para que su aceleración sea de  $1 \text{ m/s}^2$ ?

41) Marcar la opción verdadera y justificar:

- a) Si la única fuerza que actúa sobre un cuerpo es una fuerza de rozamiento constante, el cuerpo se moverá:
  - i) Con aceleración constante.
  - ii) Con velocidad constante.
  - iii) Con una aceleración que va aumentando a medida que aumenta la velocidad.
  - iv) Con una aceleración que va disminuyendo a medida que disminuye la velocidad
- b) Si la masa de un cuerpo disminuye a la mitad siendo la fuerza neta aplicada la misma:

- i) La aceleración se reduce a la mitad.  
 ii) Se duplica la aceleración  
 iii) La razón de cambio de la aceleración se duplica  
 iv) La aceleración no cambia, lo que cambia es la velocidad.
- 42) Un cuerpo de 2 Kg de masa se desliza sobre una superficie con rozamiento. Si la velocidad inicial del cuerpo es de 4 m/s y la fuerza de rozamiento es de 1 N constante en toda la superficie.:
- a) Calcular la aceleración del cuerpo, ¿es positiva o negativa?  
 b) Calcular el tiempo que tarda en frenarse y graficar la velocidad en función del tiempo.  
 c) ¿Cuál es la distancia que recorrió el cuerpo?  
 d) Si solo la primera mitad de esa distancia tuviera rozamiento:  
 i) ¿En cuál de las dos partes tardará mas tiempo?  
 ii) Graficar la velocidad en función del tiempo.
- 43) Tu peso es el resultado de la fuerza gravitacional que ejerce la Tierra sobre tu cuerpo. ¿Cuál es la fuerza de reacción correspondiente?
- 44) Un cuerpo de 30 Kg de masa pesa 27 Kgf. ¿Puede hallarse en la Tierra?
- 45) La acción y la reacción siempre tienen la misma magnitud y sentidos opuestos. ¿Por qué entonces no se cancelan, haciendo imposible que existan fuerzas totales mayores que cero?
- 46) Si caminas sobre un tronco que flota en el agua, el tronco se desplaza hacia atrás. ¿Por qué?
- 47) ¿Por qué es más fácil caminar sobre una alfombra que sobre un piso pulido?
- 48) ¿Qué es lo que nos empuja cuando caminamos? (5.2)
- 49) Al nadar empujamos el agua hacia atrás; sea esta la *acción*. ¿Cuál es entonces la fuerza de reacción? (5.2)
- 50) Identifica la fuerza de reacción, si la acción es la fuerza que la cuerda de un arco ejerce sobre una flecha. (5.3)
- 51) Las preguntas siguientes se refieren a un carro tirado por un caballo.
- a) Responder  
 i) Aparte de la fuerza de gravedad, ¿cuántas fuerzas se ejercen sobre el carro?  
 ii) ¿Cuál es la fuerza total que se ejerce sobre el carro.
- b) Responder  
 i) Además de la gravedad, ¿cuántas fuerzas se ejercen sobre el caballo?  
 ii) ¿Cuál es la fuerza total que se ejerce sobre el caballo?  
 iii) ¿Cuántas fuerzas ejerce el caballo sobre otros objetos? (5.6)  
 iv) ¿Cuántas fuerzas se ejercen sobre el sistema caballo-carro?  
 v) ¿Cuál es la fuerza total que se ejerce sobre el sistema caballo-carro? (5.6)
- 52) Si bajas por un precipicio, te aceleraras notablemente hacia abajo debido a la interacción gravitacional entre la Tierra y tu. ¿Se acelera también la Tierra hacia ti? Explica tu respuesta.
- 53) Supón que te estas pesando junto al lavabo en el cuarto de baño. Usando la idea de acción y reacción, ¿por qué es menor la indicación de la bascula cuando empujas el lavabo hacia abajo (figura A)? ¿Por qué será mayor la indicación cuando tiras hacia arriba por la parte inferior del lavabo?

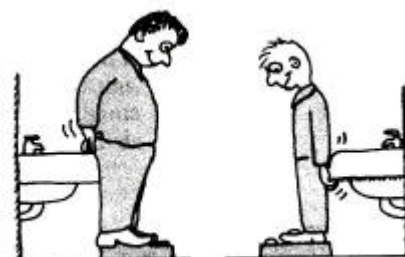
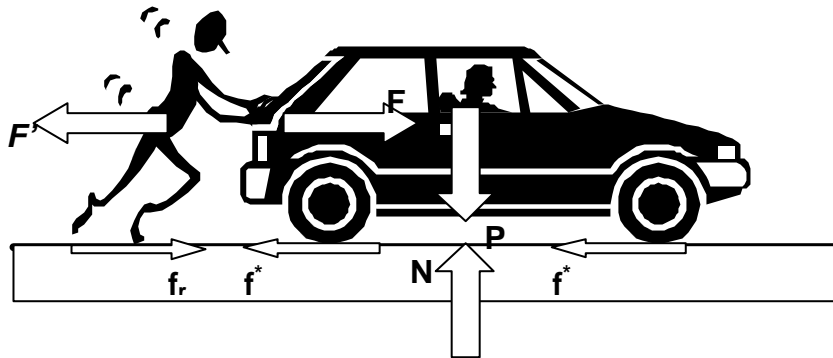


Figura A

- 
- 54) Cuando saltas hacia arriba, el mundo retrocede hacia abajo. ¿Por que no puedes detectar este movimiento del mundo? (5.4)
- 55) Para aumentar la rapidez, ¿por qué el caballo tiene que empujar el suelo con una fuerza mayor que la fuerza con que tira de la carreta? (5.6)
- 56) Cuando se dispara un rifle, ¿cómo comparas la magnitud de la fuerza que el rifle ejerce sobre la bala con la de la fuerza que la bala ejerce sobre el rifle? ¿Cómo comparas las aceleraciones del rifle y de la bala? Defiende tu respuesta. (5.4)
- 57) ¿Cómo puede acelerarse un cohete fuera de la atmósfera, donde no hay aire "contra el cual impulsarse?"
- 58) Si golpeas una pared con una fuerza de 200 N, ¿cual es la magnitud de la fuerza que se ejerce sobre ti?
- 59) ¿Por que no podemos golpear una pluma que flota en el aire con una fuerza de 200 N?
- 60) ¿Cómo se relaciona el dicho "se obtiene lo que se da" con la tercera ley de Newton?
- 61) ¿Cuál es la reacción correspondiente a la fuerza de 1000 N que ejerce la Tierra sobre un satélite de telecomunicaciones en órbita?
- 62) Si la acción es igual a la reacción, ¿por qué la Tierra no se ve obligada a orbitar alrededor del satélite de telecomunicaciones de la pregunta anterior?
- 63) . En la colisión frontal de una bicicleta y un camión pesado ¿sobre cual de los dos vehículos es mayor la fuerza del impacto? ¿Cuál de los dos vehículos sufre un cambio de movimiento mayor? Explica tu respuesta.
- 64) Solía pensarse que era imposible enviar un cohete a la Luna porque, una vez fuera de la atmósfera terrestre, no habría aire para que el cohete se impulsara. Hoy sabemos que esta idea es errónea porque hemos enviado varios cohetes a la Luna. ¿Cuál es exactamente la fuerza que impulsa a un cohete en el vacío?
- 65) Puesto que la fuerza que se ejerce sobre una bala cuando se dispara una pistola es igual y opuesta a la fuerza que se ejerce sobre la pistola, ¿no es cero la fuerza total y, por tanto, no es acaso imposible que la bala se acelere? Explica tu respuesta.
- 66) Supón que estas empujando tu refrigerador a velocidad constante por medio de una fuerza de 200 N. ¿Cuál es la fuerza de fricción entre el refrigerador y el piso? ¿La fuerza de fricción es igual y opuesta a la fuerza de 200 N que ejerces? ¿La fuerza de fricción constituye la reacción a dicha fuerza?
- 67) No se puede lanzar un huevo contra una pared sin romperlo, pero si se puede lanzarlo sobre una sabana que cuelga sin romperlo. Explica por qué
- 68) Describir como se podría determinar por medio de la segunda ley de Newton si se esta sobre la Tierra o sobre la Luna, disponiendo solamente de una balanza de resorte, y conociendo g en ambos casos.
- 69) La misma fuerza se aplica sobre dos objetos de masas tales que la de uno resulta 2/5 de la del otro. Cuál es la relación entre las aceleraciones? Demostrarlo.
- 70) Que fuerza habrá que aplicarle a una pelota de fútbol de aproximadamente 250 g de masa para que adquiriera una velocidad de 35m/s, si el impacto dura solo 0.7 milisegundos?
- 71) Si sobre una superficie libre de rozamiento dos bloques de 5Kg de masa cada uno se mueven uno al encuentro del otro, que velocidad adquirirá cada uno después de que se encuentren?

- 72) En un accidente automovilístico, por que es mas conveniente para el ocupante prolongar el tiempo en el que ocurre el choque?
- 73) Por que con una balanza de platillos no se puede decidir si se esta sobre la Tierra o sobre la Luna, (explicar detalladamente).
- 74) ¿Por que un cuerpo que pesa el triple que otro, no se acelera también el triple cuando se lo deja caer, libre de fuerzas de rozamiento? Demostrarlo.



- 75) . Un objeto de 500 g de masa, en reposo es puesto repentinamente en movimiento. ¿Qué velocidad habrá adquirido, si para moverlo se le aplico una fuerza de 500N durante 2 s?
- 76) 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  $N$  y la fuerza horizontal  $f^*$  (rozamiento) ejercida por el suelo. Las fuerzas verticales  $P$  y  $N$  se anulan entre sí pues el auto no se acelera verticalmente.

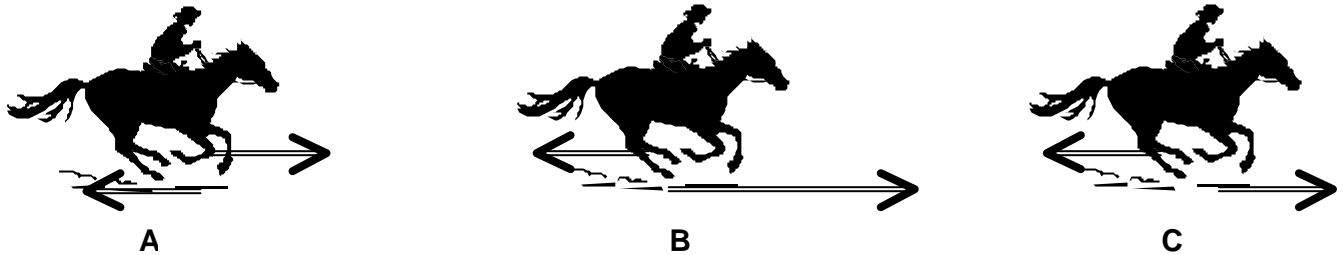
Si el joven provoca una aceleración hacia la derecha, debe existir una fuerza  $f_r$  hacia la derecha ejercida por el suelo sobre los zapatos (pies) del joven que es superior a  $F'$ . Sobre el muchacho

- 77) Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F)
- La masa de un cuerpo es una magnitud física que depende de:
  - La fuerza resultante que obra sobre él.
  - La aceleración que adquiere.
  - La velocidad inicial del cuerpo.
  - Ninguna de las alternativas anteriores es correcta.
- 78) Las fuerzas de acción y reacción (interacción) actúan:
- Siempre sobre un mismo cuerpo
  - Siempre sobre dos cuerpos distintos. .
  - Algunas veces sobre un mismo cuerpo.
  - Ninguna de las alternativas anteriores es correcta.

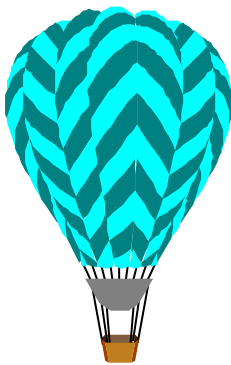
79) Un cuerpo de masa 2 kg se mueve sobre una recta con velocidad numérica constante de 10 m/s. En esas condiciones la fuerza resultante que obra sobre él vale:

- e) 0 N
- f) 20 N
- g) 0,2 kgf
- h) No se puede determinar por falta de datos

80) El esquema que representa la interacción entre las patas del caballo y el piso es:



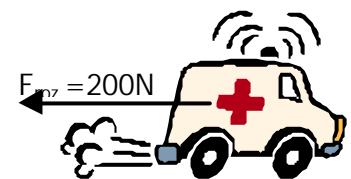
81) El globo aerostático tiene una masa de 180 kg. Y está descendiendo. Si la fuerza de rozamiento con el aire es de 1200N.



- i) ¿Cuál será la aceleración del sistema?
- j) ¿Cuánto debería valer la fuerza de rozamiento con el aire para que el globo baje con velocidad constante?
- k) Esquematizar las fuerzas que actúan sobre el sistema (Diagrama de Cuerpo Libre)

82) La ambulancia de la figura pesa 6000 N y se está moviendo hacia delante con el motor encendido.

- l) ¿Cuál es la masa del auto?
- m) Si la fuerza que realiza el motor es de 600N
- n) ¿Cuánto valdrá la fuerza resultante aplicada sobre el auto?
- o) ¿Con qué aceleración se desplazará?
- p) ¿Qué fuerza debería realizar el motor para que se desplace con una aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$ ?



83) Sobre el piso de un camión se haya depositado un paquete de masa 50kg (y peso de 490N), Suponga que el paquete, en ningún momento desliza sobre el piso del camión:

- a) ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento entre el paquete y el piso cuando el camión se encuentra en reposo.
- b) Cuando el camión arranca acelerándose uniformemente a  $2 \text{ m/seg}^2$  ¿Cuanto vale la fuerza de rozamiento entre el paquete y el piso? Haga un diagrama indicando todos los pares de interacción en juego.
- c) ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento entre el paquete y el piso, cuando el camión se mueve sobre un tramo recto a velocidad constante?