

¿De dónde proviene la fuerza de fricción?

Esta fuerza de fricción tiene su origen en la rugosidad de las superficies de contacto donde se colocan los cuerpos que se van a deslizar. A pesar de eso existen superficies que son lisas, pero tienen regularidades que originan la fuerza de fricción. Estas regularidades de las superficies de los cuerpos se unen unas con otras, es decir penetran en los valles de las otras y por esta razón las superficies se resisten al deslizamiento, (como se muestra en la fig. 8). Pero cuando se ha iniciado el movimiento, estos cuerpos se deslizan y las superficies no tienen tiempo de compactarse o unirse por completo y por lo tanto, se requiere de una fuerza menor para moverlas y comenzar su deslizamiento

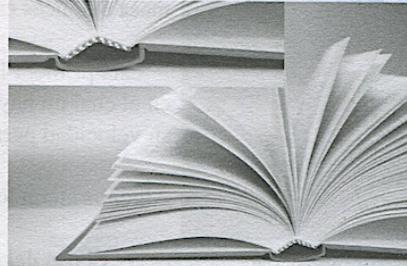


fig.8. imagen ampliada donde se observa las irregularidades o asperezas de las superficies

Existen dos Tipos de Fricción:

- 1) **Fuerza de Fricción Estática**, es aquella fuerza de reacción que opone el cuerpo cuando está en reposo a hacer deslizado y ponerse en movimiento.
- 2) **Fuerza de Fricción Cinética**. Es aquella en la cual la fuerza que produce el movimiento del cuerpo es igual a la fuerza que impide el movimiento del cuerpo.

Experimentalmente se ha encontrado que la fuerza de rozamiento es proporcional a la fuerza perpendicular al movimiento (normal) y en los cuerpos rígidos es independiente de la velocidad del cuerpo (para velocidades “moderadas”).

3.1.3 Primera Ley de Newton

Isaac Newton fue el primero en establecer correctamente la relación entre la fuerza y el movimiento de los cuerpos. Fue el fundador del estudio de los movimientos celestes y terrestres, a través de la interacción de las fuerzas que actúan sobre ellos. Esta primera Ley de Newton, se basa en dos postulados:

- a) Un cuerpo en reposo permanecerá en ese mismo estado si sobre él actúa una fuerza resultante igual a cero.
- b) Un cuerpo en movimiento se seguirá moviendo a velocidad constante y en línea recta, si la suma de las fuerzas externas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero.

La primera Ley de Newton recibe el nombre de la **Ley de la Inercia**, y se expresa mediante el siguiente enunciado:

Todo cuerpo conservará su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme mientras no exista un agente externo (fuerza) que lo modifique.



Fig 9. El cinturón de seguridad nos puede salvar la vida.

Esta tendencia que tienen los cuerpos de conservar su estado de movimiento se conoce con el nombre de inercia y se cuantifica a través del concepto de masa. La masa entonces es la medida de la inercia.

Esta primera ley es válida cuando se trata de un sistema inercial, es decir, aquel en el cual no hay aceleración, ya sea que no experimenta un cambio de velocidad o su velocidad permanece constante.

Algunos ejemplos donde se aplica esta ley son los siguientes:

- El uso del cinturón de seguridad de un automóvil permite que los pasajeros no se impacten con el parabrisas, el volante, la puerta o cualquier parte del carro, cuando hay un cambio en su estado de movimiento.
- Un ciclista se mueve a gran velocidad repentinamente frena. El ciclista saldrá disparado hacia adelante porque debido a su inercia conservará su estado de movimiento, hasta que la fuerza de fricción lo detenga.



Fig. 10. El ciclista conserva su inercia debido al movimiento que experimenta.



ACTIVIDAD 5

(CDBCE 3, 31)

Con ayuda de tu maestro, realiza actividad experimental sobre la primera ley de Newton, en donde identifiques la propiedad de la inercia.

Antes iniciar, contesta la siguiente pregunta:

¿Qué pasará con los vasos y platos que se encuentran sobre un mantel y sobre una mesa, si aplicarás una fuerza sobre el mantel?

Material:

- Una hoja de papel tamaño carta
- Un vaso de vidrio
- Agua
- Mesa o escritorio

Procedimiento:

- 1) Coloca agua en el vaso hasta casi lleno (aproximadamente el 90 %).
- 2) Coloca la hoja de papel sobre la mesa y sobre ésta coloca el vaso con agua.
- 3) Tira primero lentamente y luego fuertemente sobre la hoja de papel
- 4) Observa lo que ocurrió.
- 5) Realiza los mismos pasos, pero con vasos de vidrio de diferentes medidas.
- 6) En tu cuaderno describe el movimiento de la hoja de papel y el vaso con agua, cuando lo realizaste lentamente y luego rápidamente.
- 7) ¿Cómo se le llama al principio físico que experimentó el vaso con agua?
- 8) Menciona otros ejemplos donde se aplica este mismo principio físico.



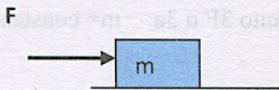
Fig. 11: Las siguientes figuras representan la manera tan fácil de realizar física experimental, en este caso se demuestra la Ley de la Inercia o primera Ley de Newton.

3.1.4 Segunda Ley de Newton

La segunda Ley de Newton explica que la aceleración que se produce sobre un cuerpo es directamente proporcional a las fuerzas que la producen y es inversamente proporcional a su masa.

Esto significa que a mayor fuerza se produce una mayor aceleración y a mayor masa se tiene menor aceleración.

Supongamos que tenemos un bloque cuya masa es m , al bloque se le aplica una fuerza F a partir del reposo v_0 , hasta alcanzar una velocidad v_f , la cual producirá una aceleración constante a .

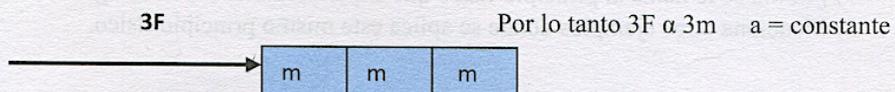


Por lo tanto $F \propto m \quad a = \text{constante}$, ecuación (1)

Ahora, si aumentamos el doble a la fuerza F , y también aumentamos al doble la masa, tenemos lo siguiente.

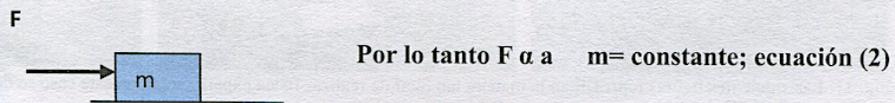


Si aumentamos el triple de la fuerza F , y también aumentamos al triple la masa, tenemos lo siguiente:

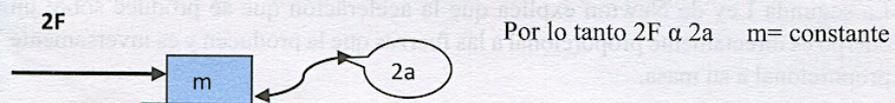


Si observas la aceleración permaneció constante, pero la fuerza y la masa fueron aumentando, es decir, son directamente proporcionales; ahora si modificamos la fuerza y la aceleración, que puede suceder, veamos:

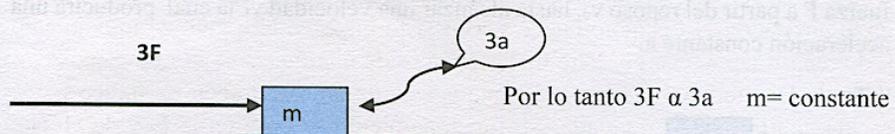
Primer caso



Segundo caso, aumentamos la fuerza al doble y también la aceleración al doble, la masa permanecerá constante.



Tercer caso, si triplicamos la fuerza y también la aceleración, la masa seguirá permaneciendo constante.



Por lo tanto, si juntamos la ecuación (1) y (2) tenemos lo siguiente:

F \propto m x a, si sustituimos la constante de proporcionalidad por una nueva constante h, tenemos lo siguiente:

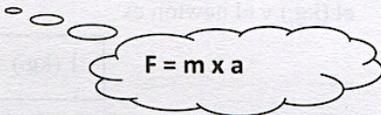
$F = h \times m \times a$, despejando h, para conocer su valor tenemos

$$\text{Entonces, } h = F / m \times a = \frac{\text{Newton}}{\text{Kg} \times \text{m/s}^2} = \frac{\text{Kg} \times \text{m/s}^2}{\text{Kg} \times \text{m/s}^2} = 1/1 = 1$$

$h = 1$

Finalmente $F = (1) \times m \times a$

$$F = m \times a$$



$$F = m \times a$$

La ecuación que se dedujo corresponde a la **Segunda Ley de Newton**.

En concreto, los cambios experimentados en el movimiento de un cuerpo son proporcionales a la fuerza motriz y se desarrollan en la dirección de ésta; esto es, las fuerzas son causas que producen aceleraciones en los cuerpos.

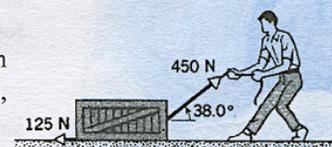


Fig. 12. Cuando aplicamos una fuerza sobre un objeto, y la fuerza es mayor al peso de este, el objeto se moverá con una aceleración constante en la misma dirección que la fuerza aplicada.

En el Sistema Internacional de Unidades se tiene:

$$F = ma, \text{ entonces: } \text{kg} \times \text{m/s}^2 = \text{Newton (N)}$$

Un Newton se define como la fuerza necesaria para suministrar a una masa de 1 kg una aceleración de 1 metro por segundo cada segundo; esta fuerza es aproximadamente igual al peso de un objeto de 100 gramos.

Otra unidad es Dina = gr cm/s^2 en el sistema c.g.s.

¿Se puede medir una fuerza?

Una fuerza se puede medir si se calcula el cambio o manifestación que provoca en algún cuerpo. El cambio puede ser en la forma o en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo. Para medir el valor de una fuerza se usa un dispositivo llamado Dinamómetro (figura 13), que consta de un resorte con un índice y una escala equilibrada y graduada. Su funcionamiento se basa en la Ley de Hooke de la elasticidad, donde la deformación producida en un resorte es directamente proporcional a la fuerza aplicada (dentro de su límite elástico).

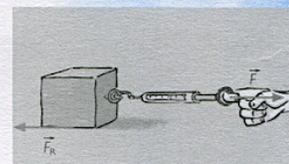


Fig. 13 Dinamómetro

Cuando aún no se utilizaba el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de fuerza empleada, y que en nuestro país se sigue usando, era el kilogramo fuerza (kg_f), el cual pertenece al sistema técnico de unidades. Un (kg_f), nos indica el valor que la tierra ejerce sobre un cuerpo cuya masa es de 1 kg, es por eso que se dice que el peso de un cuerpo es de 1 (kg_f). Un ejemplo de ello es cuando vas a la tortillería y compras 2 kg de tortillas, es lo mismo decir que has comprado 2 (kg_f) de tortillas lo cual equivale a su peso.

La unidad de fuerza en el SI es el Newton, su símbolo es N. la equivalencia entre el (kg_f) y el newton es

$$1 (\text{kg}_f) = 9.81 \text{ N} = 9.81 \text{ kg m/s}^2$$

Es importante comentar que en nuestro entorno, nos encontramos con situaciones, donde pueden actuar varias fuerzas en un cuerpo en movimiento, estas fuerzas pueden actuar en la misma dirección (se suman) o en dirección contraria (se restan), el resultado de estas fuerzas, es una única fuerza llamada fuerza neta o fuerza resultantes.

Para este tipo de problemas la segunda Ley de Newton queda representada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= m a_x \\ \sum F_y &= m a_y \\ \sum F_z &= m a_z\end{aligned}$$

Donde:

\sum , significa sumatoria.

A continuación se da algunas sugerencias para resolver problemas por Segunda Ley de Newton.

Pasos para resolver problemas de la Segunda Ley de Newton

- Elaborar un dibujo del problema.
- Aislar el objeto a analizar.
- Elaborar un diagrama de cuerpo libre del objeto aislado y trazar todas las fuerzas que están actuando sobre él.
- Rotular las fuerzas y dividir las en sus componentes rectangulares, si es el caso.
- Aplicar la 2ª ley de Newton en forma de ecuación

$$(\sum F_x = m a_x, \sum F_y = m a_y, \sum F_z = m a_z)$$

Dar solución a las incógnitas de las ecuaciones obtenidas.

¿Cuál es el peso de un cuerpo?

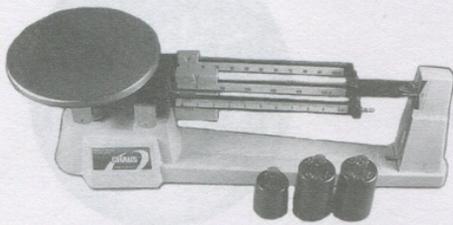


Fig. 14. Balanza granataria

Antes de resolver problemas de la Segunda Ley de Newton es importante que identifiques la diferencia entre masa y peso.

La masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo. La masa es una constante. Se trata de una magnitud escalar y se mide con un instrumento llamado **Balanza**, cuyo funcionamiento está basado en el principio de las palancas.

El peso es la fuerza gravitacional que ejerce la tierra sobre cualquier objeto, que se encuentra sobre su superficie. Se mide por lo tanto con el mismo instrumento que se miden las fuerzas; el dinamómetro.

La masa y el peso, son conceptualmente distintos y se miden con diferentes instrumentos. Sin embargo, la masa y el peso coinciden numéricamente en la superficie de la Tierra, esto significa que si tu peso es de 60 kg, entonces tu masa es también de 60 kg. Si te encontraras en la Luna, tu peso se reduciría aproximadamente a una sexta parte de su valor en la Tierra, pero la masa sería exactamente la misma.

Todo cuerpo origina a su alrededor un campo gravitacional que atrae a otros cuerpos, este campo puede ser grande o pequeño, dependiendo de la masa del cuerpo.

Por ejemplo, el Sol es una estrella que tiene una masa de 333 432 veces más que la de la tierra, y mayor a los demás planetas situados a su alrededor, lo cual es la causante de que todos los planetas que pertenecen al sistema solar giren alrededor de él. De la misma manera la tierra que tiene una masa de 5.9×10^{24} kg, genera un campo gravitacional alrededor de ella, originando que cualquier cuerpo que se encuentra a su alrededor sea atraído hacia su centro (fig. 15).

Por lo tanto, a mayor masa de los cuerpos, mayor será la fuerza de gravedad que actúa sobre los cuerpos.

El peso de un cuerpo se obtiene de la multiplicación de la masa del cuerpo, multiplicado por la aceleración de la gravedad.

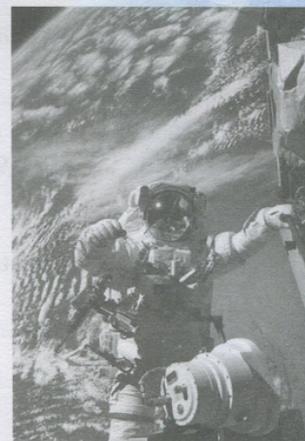


Fig. 15. La ausencia aparente de gravedad durante los vuelos espaciales se conoce como gravedad cero o microgravedad.

$$w = m g$$

Donde:

w = peso del cuerpo (¿?)

m = masa del cuerpo (kg)

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)



Fig. 16: El valor aceptado internacionalmente para la aceleración de la gravedad es de 9.80665 m/s^2

Unidades del peso:

$$w = \text{kgxm/s}^2 = \text{Newton} = \text{N}$$

La gravedad suele medirse de acuerdo con la aceleración que se proporciona a un objeto en la superficie de la Tierra. En el ecuador, la aceleración de la gravedad es de 9.7799 metros por segundo cada segundo, mientras que en los polos es superior a 9.83 metros por segundo cada segundo.

Problemas resueltos de peso y de la Segunda Ley de Newton

1) Calcula la masa de un balón de futbol, cuyo peso es 4.508 N .

Solución:

Datos	Fórmula	Despeje
$m = ?$	$w = m g$	$m = w/g$
$w = 4.508 \text{ N}$		
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$		

Sustitución	Resultado
$m = \frac{4.508 \text{ N}}{9.81 \text{ m/s}^2}$	$m = 0.459 \text{ kg}$



- 2) Uno de los primeros vehículos lunares que fabricó la Nasa, tenía una masa de 220 kg, aproximadamente.

Calcula :

- el peso del vehículo en la Tierra
- el peso del vehículo en la Luna
- ¿cuál es la masa de este vehículo lunar en la Luna?

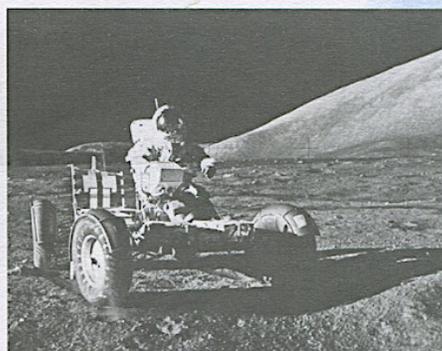
Nota: La aceleración de la gravedad de la luna es seis veces menor que la de la tierra.

Solución:

Datos

$$m = 220 \text{ kg}$$

- $w_{\text{tierra}} = ?$
- $w_{\text{luna}} = ?$
- $m_{\text{luna}} = ?$



$$w_{\text{tierra}} = ? \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$a) \quad w = mg = (220 \text{ kg})(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 2,158.2 \text{ N}$$

- b) Como la fuerza de gravedad o peso de un cuerpo en la luna es la sexta parte que la de la tierra, tenemos:

$$w_{\text{Luna}} = \frac{w}{6} = \frac{2,158.2 \text{ N}}{6} = 359.7 \text{ N}$$

- c) Como la masa de un cuerpo es constante, entonces tiene el mismo valor de 220 kg. tanto en la Tierra como en la Luna.

- 3) Una bala de 15 g viaja a 1,800 km/h cuando se impacta contra un muro de madera y lo penetra 25 cm antes de detenerse. Calcula la fuerza desarrollada durante el impacto.

Solución:

Datos

$$m = 15 \text{ g} = 0.015 \text{ kg}$$

$$v_0 = 1800 \text{ km/h} = 500 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0$$

$$x = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

$$F = ?$$

Fórmulas

Para calcular la a: $v_f^2 = v_0^2 + 2 a x$

Para calcular la F: $F = ma$

Despeje

Sustitución para calcular a

Sustitución para calcular F

$$a = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2x}$$

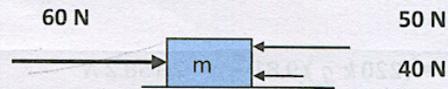
$$a = \frac{(500 \frac{m}{s})^2 - 0}{2(0.25 \text{ m})} = 500,000 \text{ m/s}^2$$

$$F = (0.015 \text{ kg})(500,000 \text{ m/s}^2)$$

Resultado

$$F = 7,500 \text{ N}$$

- 4) Calcular la aceleración sobre un bloque cuya masa es 10 kg, si actúan sobre él, tres fuerzas como se muestran en la figura.



Solución:

Datos

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$a = ?$$

Fórmula

$$\sum F_x = m a_x$$

Sustitución

$$60 \text{ N} - 50 \text{ N} - 40 \text{ N} = 10 \text{ kg } a_x$$

Simplificando

$$-30 \text{ N} = 10 \text{ kg } a_x$$

Despejando a_x

$$a_x = \frac{-30 \text{ kg m s}^{-2}}{10 \text{ kg}}$$

Resultado

$$a_x = -3 \text{ m/s}^2$$

El signo negativo significa que el bloque se dirige hacia la izquierda.

Para no trabajar con valores negativos, se recomienda que las fuerzas sean positivas en dirección del movimiento del cuerpo.