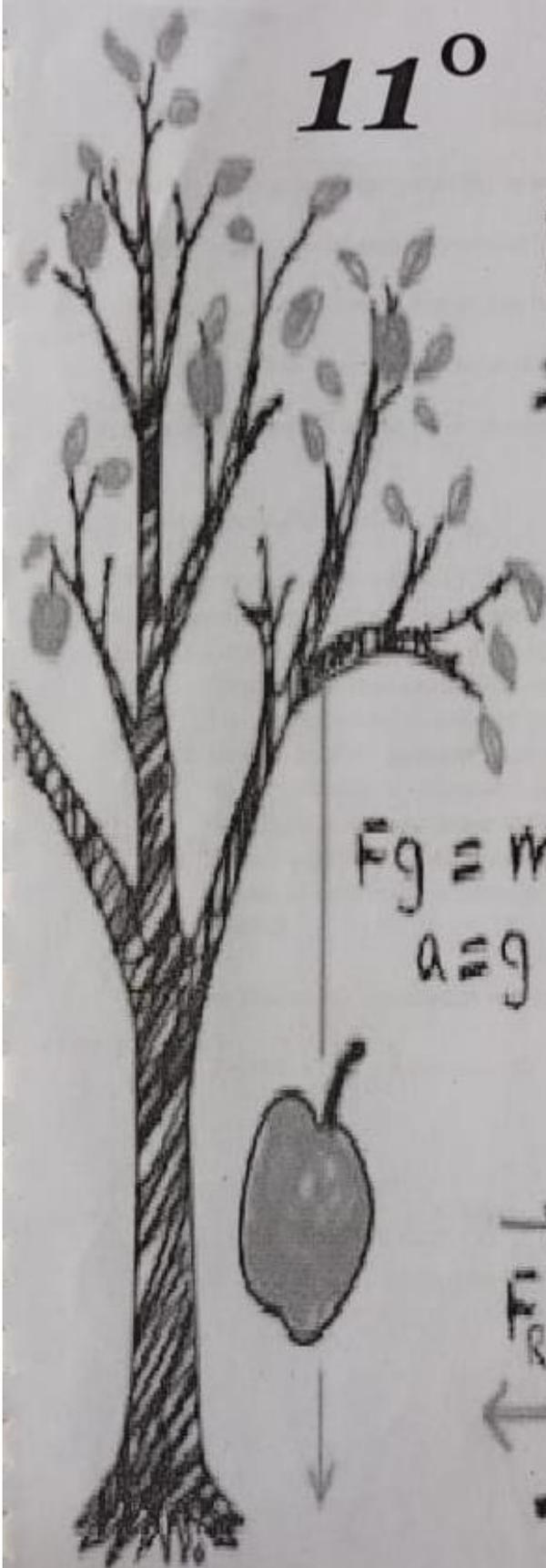
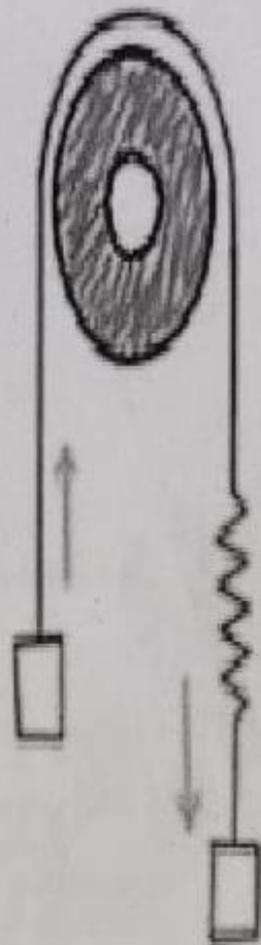
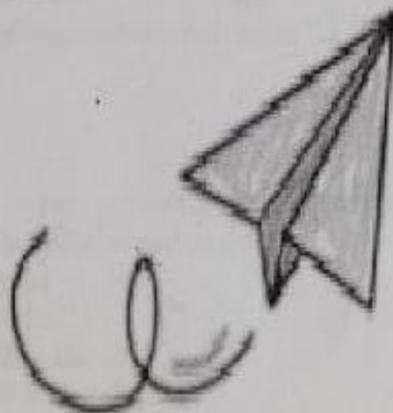


11°

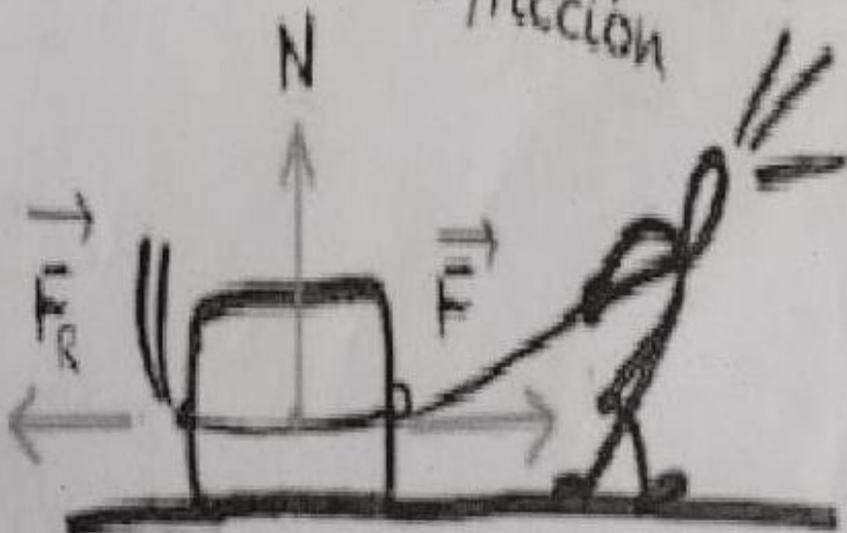
FÍSICA



$$\vec{F}_g = m\vec{a}$$
$$a = g$$



Fuerza de fricción



Indicadores de logro

1. Identifica fenómenos naturales o en situaciones simuladas donde se cumple la primera ley de Newton.
2. Demuestra la comprensión de la primera ley del movimiento de Newton.
3. Construye un diagrama de cuerpo libre y representa todas las fuerzas que actúan en él.
4. Analiza el equilibrio de masas puntuales, sometidas a fuerzas coplanarias.

Características de las fuerzas

Cambios de movimiento

Cuando se empuja un automóvil descompuesto, este se pone en movimiento debido a la acción ejercida sobre él. De igual manera ocurre si un montacargas sube un objeto, se empuja el carrito del supermercado, se golpea un clavo con un martillo o un jugador de fútbol detiene, patea o cambia la dirección de la trayectoria de un balón.

Todas estas situaciones permiten relacionar la fuerza con una acción que ejerce un cuerpo sobre otro. Sin embargo, la fuerza no está en los objetos en sí, sino en la capacidad que tienen estos de modificar el estado de reposo o de movimiento de otro cuerpo con el cual interactúan.

Las fuerzas pueden causar deformación sobre los objetos o cambiar su estado de movimiento, es decir, aumentar o disminuir su rapidez o cambiar la dirección del movimiento.

Fuerza neta

Todo lo que nos rodea está afectado por alguna fuerza. Por ejemplo, la fuerza de la gravedad actúa en todo instante sobre nuestro cuerpo, sobre nuestros objetos personales, sobre todo lo que está a nuestro alrededor.

Es importante identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. En ocasiones, las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se contrarrestan entre sí, dando la impresión de no estar presentes. En estos casos se dice que las fuerzas se anulan entre sí.

Para que un cuerpo inicialmente en reposo se ponga en movimiento, se requiere que las fuerzas no se anulen entre sí. Por ejemplo, cuando un automóvil se encuentra estacionado, las fuerzas que actúan sobre él se anulan entre sí, pero cuando el vehículo experimenta la fuerza ejercida por el motor, se pone en movimiento.

Al igual que el desplazamiento, la velocidad y la aceleración, las fuerzas son vectores. Por esta razón, se pueden sumar como se muestra en la figura 1. A la suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se le llama **fuerza neta**.

Recuerda que...

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, por tanto, deben tener los mismos elementos que estas:

- Intensidad de la fuerza, representada por la longitud del vector.
- La dirección de la fuerza, que es la recta sobre la cual se encuentra el vector.
- El sentido de la fuerza, indicado por la flecha del vector.
- El punto de aplicación, que corresponde al origen del vector.

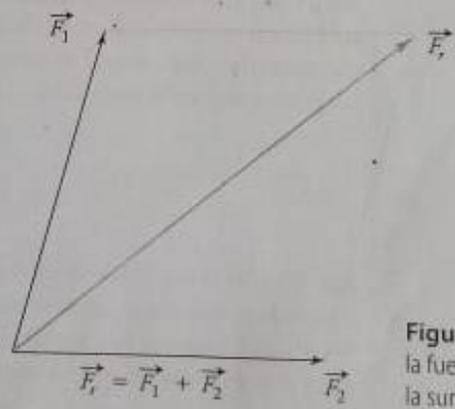


Figura 1. La magnitud de la fuerza neta (F_r) es igual a la suma de F_1 y F_2 .

Efectos de las fuerzas

Además del efecto que tienen las fuerzas de ocasionar cambios en el estado de movimiento o de reposo de los cuerpos, existe otro efecto que también se atribuye a las fuerzas, denominado deformación.



Por ejemplo, al aplicar una fuerza a un resorte en uno de sus extremos, se puede observar que el resorte se deforma, de modo que aumenta su longitud natural (figura 2).

La deformación depende del punto en el cual se aplica la fuerza, por ejemplo, en el caso del resorte, la longitud de la deformación no será la misma si dicha deformación no se produce en uno de sus extremos sino en el punto medio del resorte.]

Una fuerza es toda acción que puede variar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o bien, producir deformación sobre él.

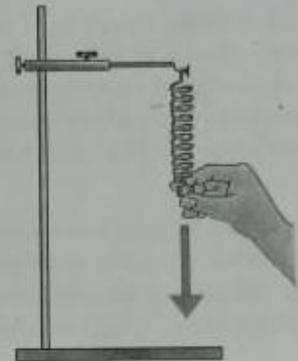


Figura 2. La fuerza ejercida por el resorte produce deformación sobre él.

Las fuerzas tienen orígenes muy distintos: la atracción de la Tierra, la fricción entre dos superficies, un fenómeno electromagnético, la fuerza humana y la tensión de una cuerda, entre otras.

Sobre todo cuerpo u objeto, actúan simultáneamente varias fuerzas, las cuales al ser sumadas nos indican la fuerza neta que actúa directamente sobre el cuerpo.

Cuando la fuerza neta es cero o nula, el objeto se encuentra en equilibrio. Si la fuerza neta es distinta de cero, no existe equilibrio y por consiguiente, la velocidad del objeto cambia.

Unidades de la fuerza

En el Sistema Internacional de Unidades la fuerza se mide en **newtons (N)**. Un newton equivale a la fuerza necesaria para sostener un cuerpo de 102 gramos en la Tierra. Por esta razón, se dice que una fuerza de 1 N equivale a una fuerza de 102,0 gramos-fuerza (g-f).

Un newton también equivale a la medida de la fuerza que se debe ejercer sobre un kilogramo de masa, para ocasionar una aceleración de 1 m/s^2 en la Tierra.

En los países donde se utiliza el sistema británico de unidades, la fuerza se mide en libras-fuerza (lb-f) y constituye una magnitud fundamental, de la cual se derivan otras. Una libra-fuerza equivale a la fuerza necesaria para producir, en la Tierra, una aceleración de 1 pie/s^2 en un cuerpo patrón, cuya masa equivale a 32,2 libras. Una libra-fuerza es igual a 4,45 N.

Clasificación de las fuerzas

Cuando se empuja un mueble, cuando se impulsa una bola de tenis por medio de una raqueta, cuando se patea una pelota, cuando se hala una cuerda, o cuando se deforma un objeto, existe un contacto entre el cuerpo que ejerce la fuerza y el cuerpo sobre el cual se aplica dicha fuerza. Estas fuerzas que presentan este tipo de condición se denominan **fuerzas de contacto**.

Cuando no existe contacto directo entre el cuerpo que ejerce la fuerza y el que la recibe, se habla de una **fuerza de acción a distancia**, como es el caso de la fuerza de atracción producida por la Tierra sobre cualquier cuerpo que se encuentre sobre su superficie o cerca de ella. Por ejemplo, un objeto que se suelta desde cierta altura o se lanza hacia arriba, a lo largo de su recorrido experimenta la fuerza que la Tierra le ejerce, aun sin estar en contacto con ella.

Físicamente

¿Cuál crees que es más intensa: en el interior del núcleo atómico: la fuerza nuclear entre protones o la fuerza eléctrica entre los mismos?

Fuerzas fundamentales

Los nuevos descubrimientos en física han revolucionado la forma de comprender la materia y las fuerzas que determinan su comportamiento. En la búsqueda por encontrar una única fuerza que explique todas las interacciones que ocurren en la naturaleza, se han encontrado cuatro fuerzas fundamentales. Dichas fuerzas explican los fenómenos que no pueden ser atribuidos a otras fuerzas. En la actualidad se consideran como fuerzas fundamentales las siguientes:

- **Fuerza gravitacional.** Es la fuerza de atracción que se ejercen mutuamente dos objetos y que afecta a todos los cuerpos. Newton fue el primero en plantear que debido a la fuerza gravitacional los objetos en las cercanías de la Tierra caen con aceleración constante hacia esta y, además, tal fuerza mantiene en movimiento a los planetas alrededor del Sol.
- **Fuerza electromagnética.** Afecta los cuerpos eléctricamente cargados. Está aplicada en las transformaciones físicas y químicas de átomos y moléculas. Por ejemplo, un electrón cuya carga eléctrica es negativa ejerce fuerza eléctrica de atracción sobre un protón cuya carga es positiva.
- **Fuerza nuclear fuerte.** Es la fuerza que mantiene unidos los protones con los neutrones para formar los núcleos atómicos. Sin esta fuerza el núcleo no podría existir, ya que la repulsión entre los protones generaría la dispersión de estos.
- **Fuerza nuclear débil.** Actúa entre partículas elementales. Esta fuerza es la responsable de algunas reacciones nucleares y de una desintegración radiactiva denominada desintegración beta. La vida media del Sol está determinada por las características de esta fuerza.

En la teoría del todo, iniciada por Einstein, se desarrollan las ecuaciones pretendiendo describir las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza en términos de una sola; esta fuerza tiene las propiedades necesarias para que todo sea en efecto como es.

Historia de la física

Robert Hooke
(1635-1703)



Robert Hooke fue un científico inglés. Sus aportes en los campos de la física, la biología, la medicina y la arquitectura hicieron que sea considerado como uno de los grandes científicos experimentales en la historia de la ciencia. Hooke fue el autor de la ley de la elasticidad, la cual lleva su nombre.

Medición de las fuerzas - Ley de Hooke

Para determinar la intensidad de una fuerza aplicada sobre un cuerpo, se utiliza un instrumento denominado dinamómetro, que consiste en un resorte graduado que al deformarse permite medir el valor de dicha fuerza.

El funcionamiento de un dinamómetro se basa en las propiedades elásticas que tienen algunos materiales. Por ejemplo, si se cuelgan sucesivamente varias pesas del extremo libre de un resorte, se obtienen diferentes variaciones de su longitud con respecto a la longitud natural del resorte, como se observa en la siguiente imagen:





En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos en un experimento como el descrito anteriormente.

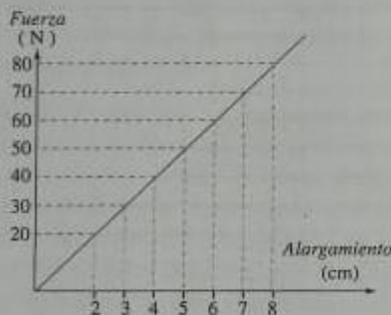
Al calcular el cociente entre cada fuerza aplicada y el respectivo alargamiento del resorte, se observa que el valor obtenido es constante.

Fuerza (N)	Alargamiento (cm)	Cociente (N/cm)
20,0	2,0	10,0
30,0	3,0	10,0
40,0	4,0	10,0
50,0	5,0	10,0
60,0	6,0	10,0
70,0	7,0	10,0
80,0	8,0	10,0

Fisicamente

Justifica por qué
 $10 \text{ N/cm} = 1000 \text{ N/m}$.

Al representar gráficamente los resultados obtenidos, la gráfica es una recta cuya pendiente es igual al valor de los cocientes.



A partir de los datos de la tabla y de la gráfica se concluye que la fuerza, F , es directamente proporcional con el alargamiento, x , del resorte. Esta relación se expresa como:

$$\frac{F}{x} = k$$

donde k recibe el nombre de **constante elástica del resorte**. En el ejemplo anterior, la constante elástica corresponde al cociente entre cada fuerza y el respectivo alargamiento calculado, es decir:

$$k = 10 \text{ N/cm} = 1000 \text{ N/m}$$

Al realizar la misma experiencia con resortes diferentes, se obtiene una relación como la anterior; sin embargo, el valor de la constante elástica k es distinto para cada uno, ya que esta constante depende de las características del resorte utilizado. A partir de los resultados anteriormente descritos, se puede enunciar la ley que rige las deformaciones elásticas:

La longitud de la deformación producida por una fuerza es proporcional a la intensidad de dicha fuerza.

Esta ley, publicada por el físico inglés Robert Hooke en el siglo XVII, se conoce como ley de Hooke y su expresión matemática es: $F = k \cdot x$

Física extrema



El bungee jumping se ha convertido en uno de los deportes extremos más populares. Esta actividad, que tiene como finalidad hacer sentir una dosis alta de adrenalina, permite entender la ley de Hooke, ya que para lograr un buen salto es necesario combinar la resistencia de la cuerda elástica con un valor prudente de estiramiento.



La primera ley de Newton

Todos los cuerpos están sometidos a la acción de una o varias fuerzas, algunas de ellas a distancia y otras de contacto. Sin embargo, existen situaciones en las cuales un cuerpo se encuentra aislado del efecto de otros cuerpos o fuerzas. Por ejemplo, las naves *Voyager*, enviadas al espacio para explorar otros planetas, en determinados tramos de su trayectoria se encuentran fuera de la influencia de cualquier otro cuerpo y, por tanto, se mueven con velocidad constante. También, si en algún momento un cuerpo se encuentra en reposo, fuera de la influencia de cualquier otro cuerpo, debe permanecer en reposo. El movimiento con velocidad constante y el reposo se consideran estados equivalentes.

En la primera ley, denominada el **principio de inercia**, Newton establece la relación entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y el tipo de movimiento que dicho cuerpo describe. El principio de inercia establece que:

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme si no actúa ninguna fuerza sobre él o si la fuerza neta que actúa sobre él es nula.

La primera parte del principio de inercia se refiere a los cuerpos que se encuentran en reposo, y establece que sobre ellos no actúa fuerza alguna o que la suma de las fuerzas que actúan sobre ellos es nula. La segunda parte del principio de inercia establece que, si un cuerpo se mueve con velocidad constante en línea recta, entonces no actúan fuerzas sobre él o la fuerza neta es igual a cero.

La experiencia cotidiana muestra que un cuerpo que describe un movimiento rectilíneo se detiene luego de recorrer cierta distancia. Este hecho se debe a la interacción con el medio material sobre el cual se mueve, el cual se opone al deslizamiento del objeto. Si esto no existiera, un objeto que describe un movimiento rectilíneo continuaría moviéndose indefinidamente con velocidad constante. Por ejemplo, en las mesas de aire, se pone un disco sobre una superficie con agujeros por los que se expulsa aire, con lo cual se disminuye la fuerza de contacto y se permite un libre desplazamiento del disco sobre la mesa.

Los ejemplos, que considerados, ilustran cómo los cuerpos tienen la tendencia a conservar su estado de movimiento o de reposo: un cuerpo en reposo parece oponer resistencia a ponerse en movimiento y un cuerpo en movimiento opone resistencia a detenerse. Esta tendencia a no cambiar su estado de movimiento se conoce con el nombre de **inercia**.



Figura 3 La primera ley de Newton es una síntesis de las ideas de Galileo acerca de la inercia.





Figura 4. El piloto de un avión experimenta fuerzas ficticias.

Sistemas de referencia inerciales

Considera un piloto de avión de acrobacias que se desplaza con velocidad constante describiendo una trayectoria rectilínea. Si no hay turbulencia, el piloto tiene la impresión de estar en reposo, y de hecho lo está con respecto a los asientos o las paredes del avión.

Ahora bien, si el avión disminuye su velocidad o toma una curva, el piloto siente la tendencia a moverse hacia delante o hacia un lado, respectivamente. En ambos casos el piloto ve modificado su estado de reposo sin que aparentemente se haya ejercido sobre él una fuerza externa que explique el fenómeno. Desde la interpretación del piloto, debe actuar una fuerza, y de hecho, parece experimentarla.

La fuerza "extraña" que experimenta el piloto cuando el avión disminuye su velocidad o toma una curva es consecuencia del cambio en la velocidad del avión. Estas fuerzas, denominadas **fuerzas ficticias**, aparecen en sistemas de referencia que no mantienen la velocidad constante y suelen manifestarse con sensaciones estomacales como las que se tienen en un ascensor cuando arranca o se detiene.

Mientras el piloto del avión tiene la impresión de haber sido empujado, hacia adelante o hacia un lado, sin que pueda identificar el agente que le ejerce la fuerza externa, un observador externo al avión, situado en tierra, realiza una descripción diferente. Para dicho observador, el piloto describe un movimiento rectilíneo uniforme mientras no actúan fuerzas externas sobre él.

Para el observador externo, cuando el avión disminuye la rapidez o gira, el piloto tiende a continuar en línea recta con la velocidad con la cual se movía inicialmente, es decir, que tiende a mantenerse con movimiento rectilíneo uniforme.

El observador externo se encuentra en un sistema de referencia diferente al sistema de referencia del avión; el sistema de referencia del observador externo es un **sistema de referencia inercial**.

Un sistema de referencia inercial es aquel en el que es válido el principio de inercia.

Así mismo, cualquier sistema que se mueva con velocidad constante con respecto a un sistema de referencia inercial, es considerado también como un sistema inercial.

Los sistemas de referencia inerciales son abstracciones cuyo propósito es facilitar la interpretación y la explicación de fenómenos. Por ejemplo, nuestro sistema de referencia habitual es la superficie de la Tierra, la cual gira alrededor del Sol y también en torno a su eje, por ende, no mantiene su velocidad constante con respecto al Sol.

Así mismo, el Sol gira en torno a su eje y alrededor de nuestra galaxia, lo que genera una variación en la velocidad y así sucesivamente.

En la práctica, un sistema de referencia determinado se podrá considerar como inercial si los efectos de la variación de su velocidad no son detectables; así, se puede considerar la superficie terrestre como sistema de referencia inercial, ya que los efectos de la rotación no generan cambios en los movimientos.

Algunos ejemplos de sistemas de referencia no inerciales son los que se encuentran en rotación, como un carrusel, o los que describen un movimiento acelerado como un ascensor en caída libre. En estos sistemas de referencia la primera ley de Newton no tiene validez y por esta razón se experimentan fuerzas para las cuales no podemos identificar el agente que las ejerce.



Masa inercial

Considera tres esferas de igual radio, pero de diferente material (de hierro, de madera y de hielo seco) que se encuentran inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. Si a cada una de ellas se le da un ligero empujón, por medio de un sistema de resorte que a las tres pelotas les ejerce la misma fuerza, durante el mismo tiempo, la esfera más difícil de mover es la que opone mayor resistencia al cambio de su estado de movimiento (mayor inercia), es decir la esfera que menor cambio en la rapidez experimenta a partir del empujón.

La **masa inercial** es una medida de la resistencia de una masa al cambio de su velocidad con relación a un sistema de referencia inercial.

En el caso de las esferas de igual radio y diferente material, la esfera de hierro experimenta menor cambio en la rapidez por efecto del empujón, razón por la cual tiene mayor masa inercial.

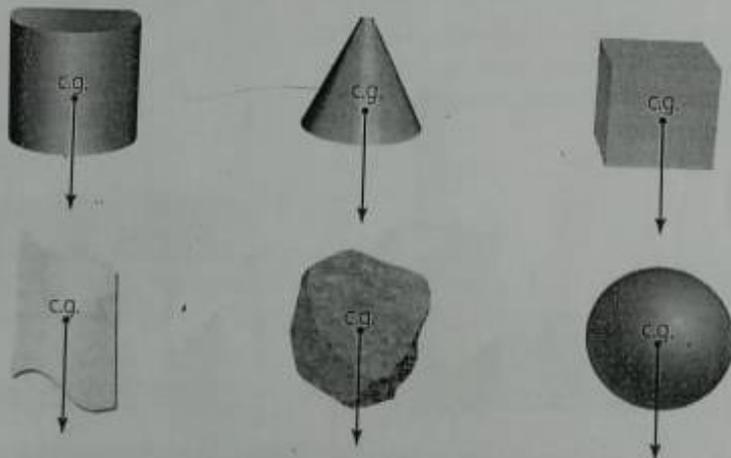
Algunas fuerzas comunes

El peso

Una de las fuerzas básicas de la naturaleza es la gravitacional. Todo cuerpo que se encuentre en la proximidad de un cuerpo celeste experimenta una fuerza de atracción gravitacional. Esta fuerza ejercida por el astro sobre los objetos se denomina **peso**; el vector que la representa se considera dirigido hacia el centro del cuerpo celeste. Para los objetos que se encuentran cerca de la superficie de la Tierra el vector peso se representa hacia abajo.

Puesto que los cuerpos están formados por una gran cantidad de pequeñas partículas, donde cada una de ellas tiene un peso determinado, el peso total del cuerpo corresponde a la suma de los pesos de dichas partículas. El punto de aplicación del vector peso es el **centro de gravedad** del cuerpo. Dependiendo de la forma del cuerpo y de cómo estén distribuidas las partículas que lo conforman, el centro de gravedad se ubica a mayor o menor distancia con respecto al centro geométrico de dicho cuerpo. Por ejemplo, el centro geométrico de un recipiente cilíndrico de aluminio completamente lleno con agua coincide con su centro geométrico, mientras que el centro de gravedad del mismo recipiente parcialmente lleno de agua se ubica por debajo de su centro geométrico.

En la siguiente figura se representan el centro de gravedad (c.g.) de algunos cuerpos macizos, por ejemplo, de hierro.



Fisicamente

Sobre dos objetos que se encuentran inicialmente en reposo se aplican fuerzas iguales y ambos alcanzan la misma rapidez en el mismo tiempo. ¿Cómo son sus masas?

Recuerda que...

La fuerza de la gravedad tiene las siguientes características:

- Es una fuerza universal.
- Es una fuerza de atracción.
- Es una fuerza cuya intensidad depende de la masa de los cuerpos y de la distancia existente entre ellos.



Físicamente

¿Cómo sería la situación planteada en el ejemplo, si la lancha se mantiene en reposo?

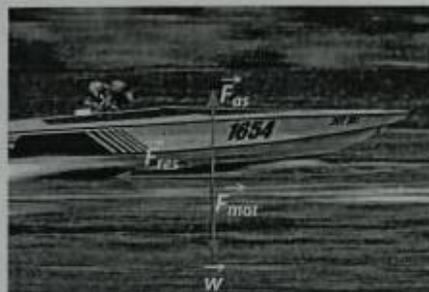
EJEMPLO

Una lancha se mueve en línea recta, en un lago, con rapidez constante. Determinar:

- Un diagrama en el que se representen las fuerzas que actúan sobre la lancha.
- Las relaciones que existen entre las fuerzas que actúan sobre la lancha.

Solución:

a. Como la trayectoria de la lancha es rectilínea, sobre ella actúan las cuatro fuerzas que se muestran en la figura.



- La fuerza ejercida por el motor, \vec{F}_{mot} .
 - La fuerza ascensional, \vec{F}_{as} , debida a la acción que el agua ejerce hacia arriba sobre la lancha.
 - El peso, \vec{w} , de la lancha.
 - La fuerza de resistencia, \vec{F}_{res} , que el agua ofrece y es opuesta al movimiento de la lancha.
- b. Puesto que la lancha se desplaza con velocidad constante, de acuerdo con el principio de inercia, la fuerza neta debe ser igual a cero.

$$\vec{F}_{neta} = \vec{F}_{mot} + \vec{F}_{as} + \vec{w} + \vec{F}_{res} = \vec{0}$$

Como la fuerza neta es cero, sus componentes deben ser iguales a cero, por tanto:

En dirección horizontal

En dirección vertical

$$\vec{F}_{mot} + \vec{F}_{res} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_{as} + \vec{w} = \vec{0}$$

Lo cual significa que:

$$\vec{F}_{mot} = -\vec{F}_{res}$$

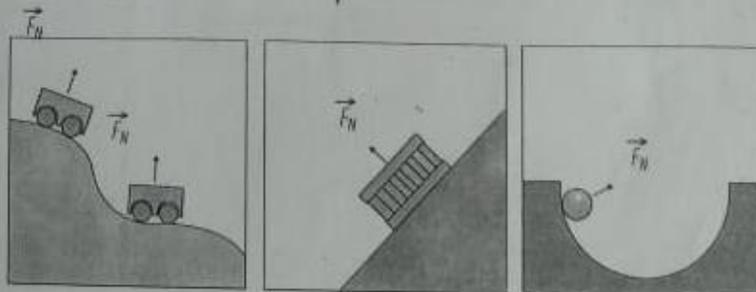
$$\vec{F}_{as} = -\vec{w}$$

De donde, en este caso, la norma de la fuerza que ejerce el motor es igual a la norma de la fuerza de resistencia y la norma del peso es igual a la norma de la fuerza ascensional.

La fuerza normal

Todo cuerpo situado sobre una superficie experimenta una fuerza que esta le ejerce. Esta fuerza se denomina **fuerza normal** o simplemente **normal**. La fuerza normal (\vec{F}_N) es perpendicular a la superficie que la ejerce.

Cuando el plano sobre el cual está situado el cuerpo es horizontal, la normal es opuesta al peso, pero no ocurre así cuando el plano es inclinado. En la siguiente figura se observan algunas representaciones de la fuerza normal.



Recurso TIC

Trabaja en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.santillana.com.pa/OD/NewtonF11>



La fuerza de rozamiento

Un cuerpo que se desplace sobre una superficie o sobre otro cuerpo, experimenta una fuerza opuesta al sentido de su movimiento. Dicha fuerza es ejercida por la superficie de contacto y se denomina **fuerza de rozamiento** o **fuerza de fricción** (F_r); se representa opuesta a la velocidad.

Este fenómeno se debe a que las superficies de contacto no son perfectamente lisas, sino que presentan rugosidades que encajan aleatoriamente entre sí, produciendo esta fuerza que se opone al movimiento (figura 5).

Aunque el rozamiento disminuye notablemente el rendimiento de ciertos mecanismos como el de los pistones de un motor, en algunas ocasiones es útil pues si no existiera la fricción varios sistemas no funcionarían, como, por ejemplo, los frenos de los automóviles.

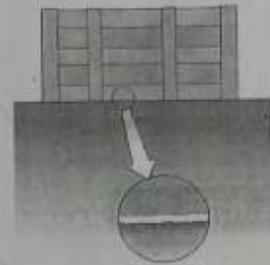
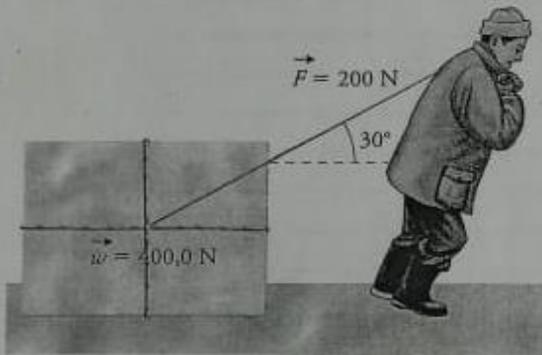


Figura 5. Los surcos, las estrias o las rugosidades en las superficies producen fuerza de rozamiento.

EJEMPLO

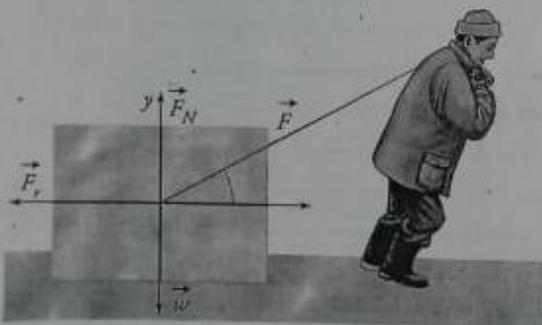
El peso de una caja es $400,0 \text{ N}$. Si un hombre le ejerce una fuerza de $200,0 \text{ N}$ con una cuerda que forma con la horizontal un ángulo de 30° , determinar:

- Las fuerzas que actúan sobre la caja.
- La fuerza normal y la fuerza de rozamiento, si la caja se mueve con velocidad constante.



Solución:

- En la figura se muestran las fuerzas que actúan sobre la caja: El peso \vec{w} , la fuerza de rozamiento \vec{F}_r , la fuerza normal \vec{F}_N y la fuerza \vec{F} que ejerce el hombre.



- Las componentes de la fuerza F son:

$$F_x = F \cdot \cos \theta$$

$$F_y = F \cdot \sin \theta$$

Al reemplazar y calcular tenemos que:

$$F_x = 200,0 \text{ N} \cos 30^\circ = 173,2 \text{ N}$$

$$F_y = 200,0 \text{ N} \sin 30^\circ = 100,0 \text{ N}$$

Puesto que la caja se mueve con velocidad constante, la fuerza neta es igual a cero. Por tanto,

$$\vec{F} = (173,2; 100,0)$$

$$\vec{w} = (0; -400,0)$$

$$\vec{F}_N = (0; F_N)$$

$$\vec{F}_r = (-F_r; 0)$$

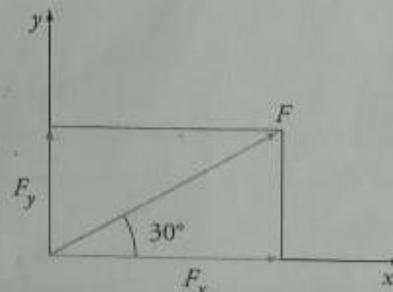
$$\vec{F}_{\text{neta}} = (0; 0)$$

Como la suma de las fuerzas verticales y horizontales es cero, entonces:

$$173,2 \text{ N} - F_r = 0, \text{ luego, } F_r = 173,2 \text{ N}$$

$$100,0 - 400 \text{ N} + F_N = 0, \text{ luego, } F_N = 300 \text{ N}$$

La fuerza normal mide 300 N y la fuerza de rozamiento mide $173,2 \text{ N}$.



ACADEMIA INTERNACIONAL SANTA FE
CURSO FÍSICA 11º
ASIGNACIÓN N° 1

CUESTIONARIO N° 1

1. En qué situaciones se relaciona la fuerza con la acción que ejerce un cuerpo sobre otro?

2. ¿Qué se necesita para que un cuerpo se ponga en movimiento y mencione un ejemplo?

3. A qué se llama fuerza neta?

4. ¿De qué depende la deformación y mencione un ejemplo?

5. Defina el concepto de fuerza.

6. ¿Qué sucede cuando la fuerza es cero o nula, y cuándo no lo es?

7. ¿Cuál es la unidad de medida de la fuerza y a cuánto equivale?

8. Mencione los tipos de fuerza que existen y cuándo se dan.

11. Qué establece la Ley de Hooke y cuál es su expresión matemática?

12. ¿Cómo se denomina a la primera Ley de Newton y qué establece?

13. ¿Qué es un sistema de referencia inercial?

14. ¿Qué es masa inercial?

15. ¿Qué tipo de fuerza es el peso y con qué se relaciona?

16. A qué se llama fuerza de rozamiento?
