

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerza

Estado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
Newton

Sistema de
referencia
inercial

2da Ley de
Newton

Diagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de
fricción

Fuerza de
tensión

Cuerpo en
equilibrio

Dinámica: Leyes del movimiento

¿Por qué los objetos se mueven?

- ¿Qué hace que un objeto en reposo empiece a moverse?
- ¿Qué ocasiona que un cuerpo acelere o desacelere?

Una fuerza es algo que puede cambiar el estado de movimiento de un objeto

Fuerzas de contacto: provienen de un contacto físico (tensión, fuerza elástica).

Fuerzas de acción a distancia: no requieren el contacto (fuerza gravitatoria, fuerza eléctrica)

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerza

Estado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
Newton

Sistema de
referencia
inercial

2da Ley de
Newton

Diagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

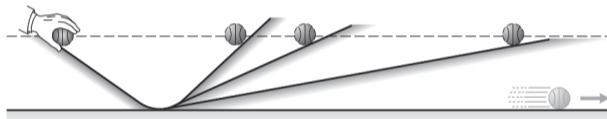
Fuerza de
fricción

Fuerza de
tensión

Cuerpo en
equilibrio

Aristóteles (384-322 A.C): El estado natural de los cuerpos en la tierra es el reposo. El estado natural de los astros es el movimiento permanente

Galileo Galilei (1564-1642): Experimentos con planos inclinados



Siempre la misma altura, pero crece la distancia horizontal al disminuir la inclinación

Los cuerpos en movimiento exhiben el comportamiento de mantener ese movimiento. Los cuerpos inicialmente en reposo se mantendrán en reposo a menos que algo haga que se mueva.

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Galileo llamó inercia a esta tendencia de los objetos a mantener su estado inicial de movimiento. Es decir:

Inercia es la tendencia natural de un objeto a mantener un estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme (velocidad constante)

Isaac Newton (1643 - 1727): Newton relacionó el concepto de inercia con la masa

La masa es una medida cuantitativa de la inercia

Es decir, un objeto masivo tiene más inercia, o más resistencia a un cambio de movimiento, que uno menos masivo. Por ejemplo, un automóvil tiene más inercia que una bicicleta. La unidad de masa en el S.I. es el kg

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

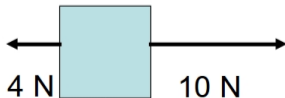
Cuerpo en equilibrio

La primera ley de Newton del movimiento, también conocida como ley de inercia, resume las observaciones efectuadas por Galileo:

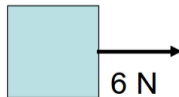
Todo cuerpo continúa en su estado de movimiento (reposo, o velocidad uniforme moviéndose en línea recta), a menos que actúe sobre él una fuerza neta distinta de cero.

Donde la fuerza neta es el vector suma de todas las fuerzas actuantes sobre un objeto

Fuerzas individuales



Fuerza neta



Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

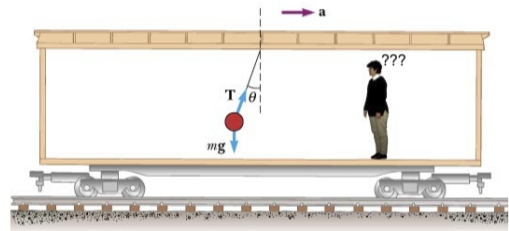
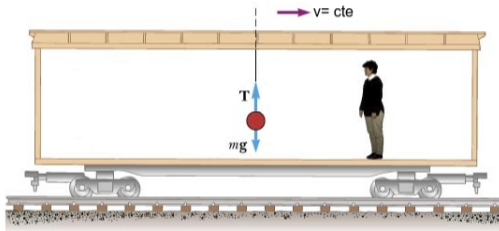
Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Sistema de referencia inercial: es aquél donde es válida la Ley de inercia de Newton (1ra ley).



Todos los sistemas de referencia acelerados son no inerciales

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

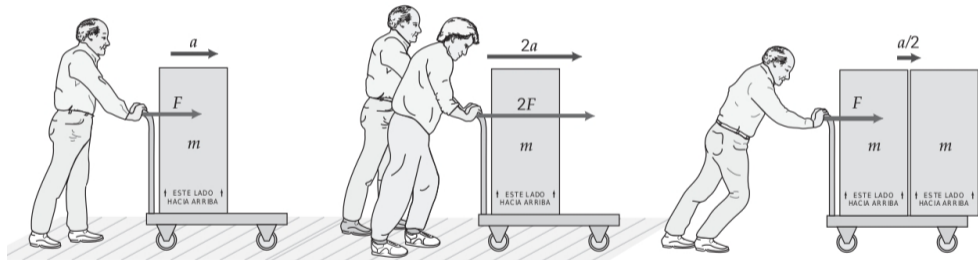
Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Un cambio en el estado de movimiento de un cuerpo es evidencia de una fuerza neta aplicada sobre este.

Newton comenzó a experimentar con la fuerza y la masa de los cuerpos



a)
Una fuerza neta distinta de cero
acelera la caja

b)
Si la fuerza neta se duplica,
la aceleración se duplica

$$a \propto F$$

c)
Si la masa se duplica, la aceleración
se reduce a la mitad

$$a \propto F/m$$

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerzaEstado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
NewtonSistema de
referencia
inercial2da Ley de
NewtonDiagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de
fricciónFuerza de
tensiónCuerpo en
equilibrio

La segunda ley de Newton, resume estas observaciones de la siguiente manera:

La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. La dirección de la aceleración es la de la fuerza neta aplicada.

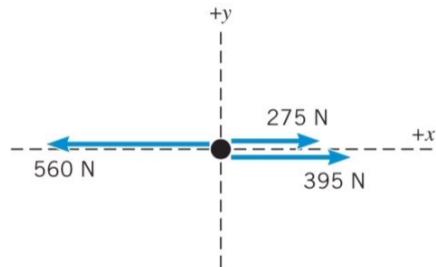
$$\vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Unidad de fuerza en el S.I.: newton (N) o kilogramo - metro sobre segundo al cuadrado (kg m/s^2)

Es un diagrama que representa el objeto y las fuerzas que actúan sobre él.



(a) Situación Real



(b) Diagrama de cuerpo libre

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerzaEstado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
NewtonSistema de
referencia
inercial2da Ley de
NewtonDiagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

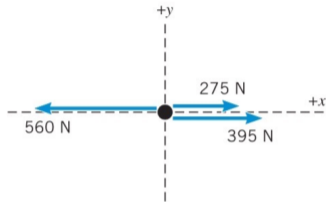
Fuerza normal

Fuerza de
fricciónFuerza de
tensiónCuerpo en
equilibrio

Suponiendo que la masa del auto es de 1850 kg, ¿cual es su aceleración?



(a) Situación Real



(b) Diagrama de cuerpo libre

$$\vec{F}_{neta} = \sum \vec{F}_i$$

$$F_{neta_x} = \sum F_{x_i} = 275N + 395N - 560N$$

$$F_{neta_x} = 110N$$

$$F_{neta_x} = \sum F_{x_i} = ma_x$$

$$a_x = \frac{F_{neta_x}}{m} = \frac{110N}{1850kg} = 0.059 \frac{m}{s^2}$$

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerzaEstado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
NewtonSistema de
referencia
inercial2da Ley de
NewtonDiagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

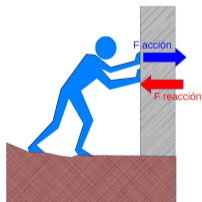
Fuerza de
fricciónFuerza de
tensiónCuerpo en
equilibrio

Newton reconoció que es imposible tener una fuerza sola. En cualquier aplicación de fuerza, siempre hay una interacción mutua, y que las fuerzas siempre se dan en pares.

“Si ejercemos presión sobre una piedra con el dedo, el dedo también es presionado por la piedra”

Newton llamó a las fuerzas apareadas acción y reacción, y la tercera ley de Newton (o principio de acción y reacción) se enuncia

Para cada fuerza (acción), hay una fuerza igual y opuesta (reacción)



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Las fuerzas de acción-reacción no actúan sobre el mismo objeto

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerzaEstado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
NewtonSistema de
referencia
inercial2da Ley de
NewtonDiagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

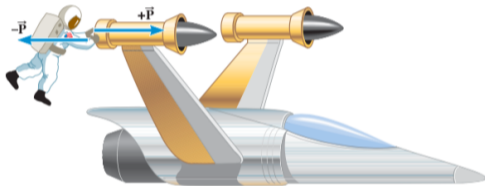
Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de
fricciónFuerza de
tensiónCuerpo en
equilibrio

Un astronauta empuja una nave espacial, aplicando una fuerza $\vec{P} = 36N\hat{x}$ sobre esta. Si la masa de la nave es 11000 kg y la masa del astronauta es 92 kg, determine las aceleraciones de ambos cuerpos luego de la interacción



Nave

$$\sum F_x = P$$

Astronauta

$$\sum F_x = -P$$

Teniendo en cuenta la segunda ley de Newton $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, se tiene

Nave

$$a_{Nx} = \frac{P}{m_N} = \frac{36N}{11000kg} = 0.0033m/s^2$$

Astronauta

$$a_{Ax} = \frac{P}{m_A} = \frac{-36N}{92} = -0.39m/s^2$$

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerza

Estado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
Newton

Sistema de
referencia
inercial

2da Ley de
Newton

Diagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de
fricción

Fuerza de
tensión

Cuerpo en
equilibrio

Las leyes de Newton dejan en claro que las fuerzas juegan un papel fundamental en la determinación del movimiento de un objeto. Vamos a analizar las características de algunas fuerzas con las que vamos a trabajar

- Fuerza gravitacional
- Fuerza normal
- Fuerza de fricción
- Fuerza de tensión

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de fricción

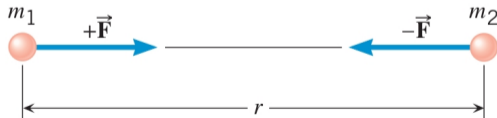
Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Ley de gravitación universal: En el universo, cada partícula ejerce una fuerza atractiva sobre otra partícula

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Esta fuerza que cada una ejerce sobre la otra está dirigida a lo largo de la línea que une las partículas



$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ (Constante de gravitación universal)

Dinámica

Fuerza

Representación
gráfica de la
fuerzaEstado de
movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de
NewtonSistema de
referencia
inercial2da Ley de
NewtonDiagramas de
cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de
Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza
gravitacional

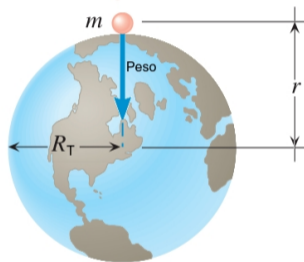
Fuerza normal

Fuerza de
fricciónFuerza de
tensiónCuerpo en
equilibrio

Peso: El peso de un objeto, sobre o por encima de la Tierra, es la fuerza gravitacional que la Tierra ejerce sobre el objeto. El peso siempre actúa dirigido hacia el centro de la Tierra

$$F_g = G \frac{M_T m}{r^2} \longrightarrow F_g = mg$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

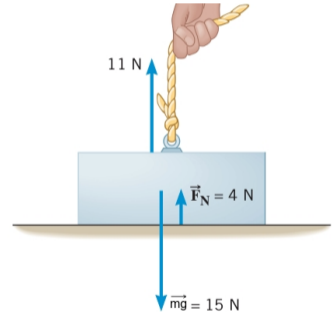
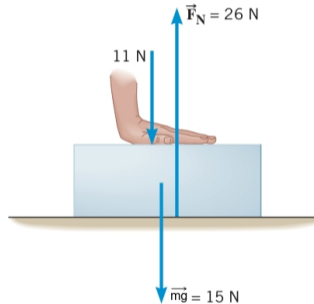
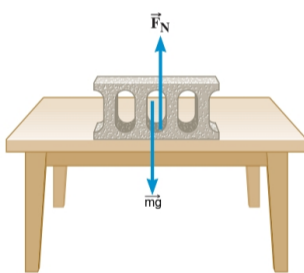


En la superficie de la tierra y para alturas pequeñas, el valor de $\frac{GM_T}{r^2}$ permanece constante y toma un valor de $9,81 \text{ m/s}^2$

$$R_T = 6.378 \times 10^6 \text{ m (Radio de la tierra)}$$

$$M_T = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg (Masa de la tierra)}$$

La **fuerza normal** es la componente perpendicular de la fuerza que una superficie ejerce sobre un objeto con el cual está en contacto. La fuerza normal es siempre perpendicular a la superficie de contacto



Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

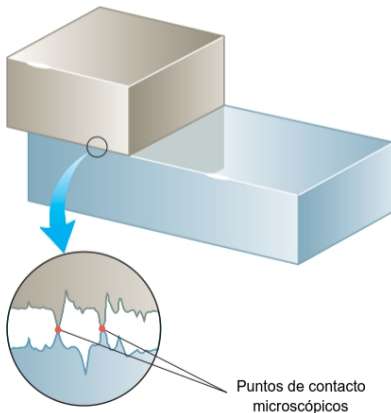
Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Cuando un objeto se mueve (o intenta moverse) a lo largo de una superficie, experimenta una fuerza paralela a la superficie en el sentido contrario al movimiento (o movimiento inminente) denominada **fuerza de fricción** o (fuerza de rozamiento)



Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

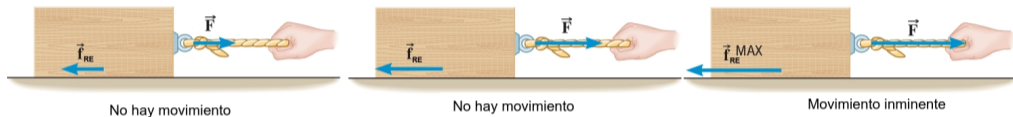
Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

La magnitud de la **fuerza de fricción estática** puede tomar cualquier valor entre “cero” y un valor máximo



En el caso del movimiento inminente, la f_{RE} toma su valor máximo (f_{RE}^{max}), y solo en esa situación, podemos expresarla como el producto de la fuerza normal F_N y un coeficiente adimensional (μ_E) denominado coeficiente de fricción estático

$$F_{RE}^{max} = \mu_E N$$

$$0 < \mu_E < 1$$

Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

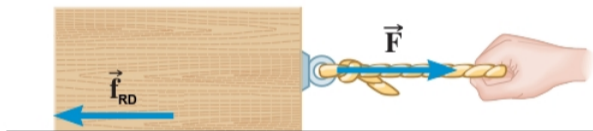
Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Una vez que el cuerpo se encuentra en movimiento, experimenta una fuerza de fricción menor la cual se denomina **fuerza de fricción dinámica**



Hay movimiento $(v \neq 0)$

Esta fuerza es constante (no varía con la velocidad) y puede expresarse como el producto de la fuerza normal F_N y un coeficiente adimensional (μ_D) denominado coeficiente de fricción dinámico

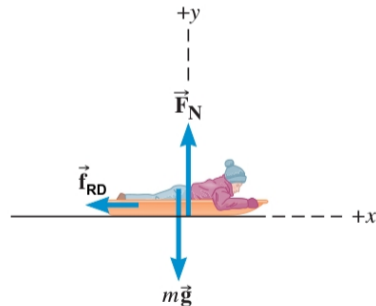
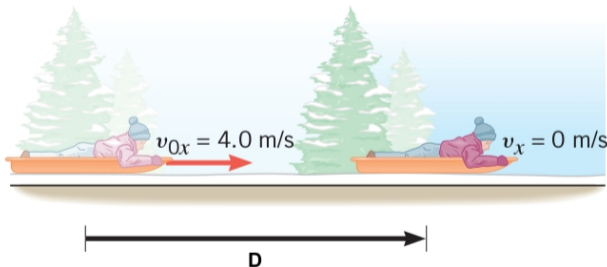
$$F_{RD} = \mu_D N$$

$$0 < \mu_D < \mu_E$$

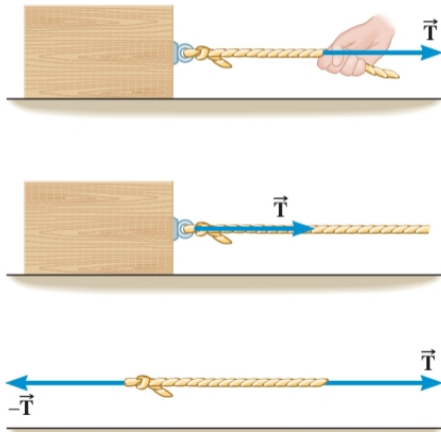
Los coeficiente de fricción se obtienen de manera experimental y son reportados para las distintas superficies de contacto

Coeficientes de fricción		
	μ_E	μ_D
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25–0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	—	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.003

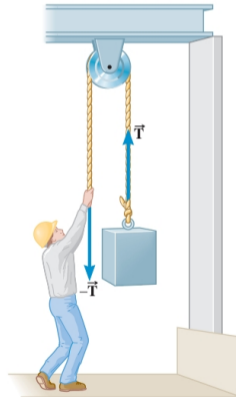
Para la situación mostrada en la figura, determine la distancia **D** que recorre el trineo antes de detenerse, sabiendo que el peso del trineo junto con la chicha es de 40 kg y el coeficiente de fricción dinámico entre la nieve y el trineo es de 0.05



Los cables y cuerdas transmiten fuerzas a través de una **tensión**



Una cuerda de masa despreciable transmite la misma tensión de un extremo al otro. Si la cuerda pasa alrededor de una polea de masa y fricción despreciables (polea ideal) la tensión será transmitida con la misma magnitud hasta el otro extremo de la cuerda



Dinámica

Fuerza

Representación gráfica de la fuerza

Estado de movimiento

Inercia y masa

1ra Ley de Newton

Sistema de referencia inercial

2da Ley de Newton

Diagramas de cuerpo libre

Ejemplo 1

3ra Ley de Newton

Ejemplo 2

Tipos de fuerzas

Fuerza gravitacional

Fuerza normal

Fuerza de fricción

Fuerza de tensión

Cuerpo en equilibrio

Un cuerpo se encuentra en **equilibrio**, cuando la suma de fuerzas que actúan sobre este es cero, es decir, cuando el cuerpo no está acelerado

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = F_{normal} - F_{peso} = 0$$

