



LAS FUERZAS MUEVEN COSAS



CC-BY 4.0 Ángel Vázquez Hernández 2025



Proyecto STEAM



(Diseño de *Inma P.ñitas*)



La Agenda 2030 establece la Educación de Calidad como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Bienvenido, bienvenida o bienvenide al Módulo III del Ámbito Científico Tecnológico de ESPA.



Solemos mover cosas empujándolas ¿Pero es posible que un objeto se mantenga en movimiento si no hay nada que lo empuje? ¿Qué relación hay entre fuerza y movimiento?

En esta situación de aprendizaje vamos a intentar resolver estas y otras cuestiones.

Sumario

FUERZAS.....	2
Leyes de la dinámica de Newton.....	2
Primera Ley de Newton: ley de la inercia.....	3
Segunda Ley de Newton: principio fundamental de la dinámica de Newton.....	4
Tercera Ley de Newton: ley de acción y reacción.....	5
Suma de fuerzas.....	6
Suma de fuerzas de igual dirección	6
Suma de fuerzas perpendiculares. .	6
Peso.....	8
Normal.....	11
Tensión.....	11
Empuje.....	12
Rozamiento.....	12
Fuerza centrípeta.....	12
Diagramas de cuerpo libre.....	13

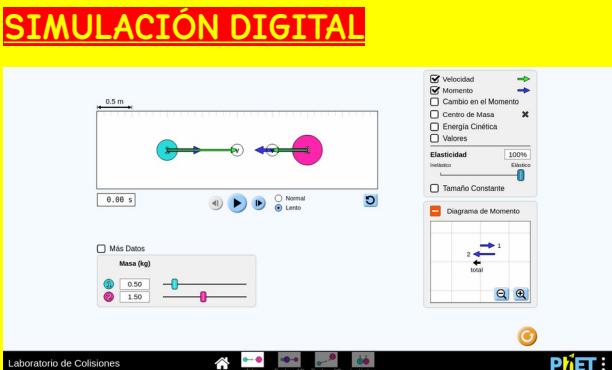
FUERZAS

Leyes de la dinámica de Newton

La cantidad de movimiento, o momento lineal, es una magnitud vectorial que depende de la masa¹ de un móvil y de su velocidad:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

SIMULACIÓN DIGITAL



La cantidad de movimiento es una magnitud conservativa: puede transmitirse pero no puede crearse.

(Imagen: [Laboratorio de Colisiones, CC-By PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder](https://phet.colorado.edu) <https://phet.colorado.edu>)

Llamamos fuerza a la cantidad de movimiento transmitida en una unidad de tiempo:

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{t} = \frac{\vec{p} - \vec{p}_0}{t} = \frac{m \cdot \vec{v} - m \cdot \vec{v}_0}{t} = \frac{m \cdot (\vec{v} - \vec{v}_0)}{t}$$

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{t} = m \cdot \vec{a}$$

Dado que la masa se mide en kg y la aceleración en m/s^2 la fuerza se mide en $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$, unidad a la que llamamos newton y cuyo símbolo es N.



¡CUIDADO! Aunque, en general, los símbolos de las unidades de medida se escriben con minúsculas existen algunas excepciones: los

símbolos de unidades que procedan de un nombre propio (como Newton, por ejemplo) **SE ESCRIBEN CON MAYÚSCULA.**

¹ En el Sistema Internacional de Unidades la masa se mide en kg. Las unidades más utilizadas son: kg, hg, dag, g, dg, cg y mg, y los cambios de unidades se realizan de manera análoga a como se realizan los de unidades de longitud.



Émilie du Châtelet, representada como musa de Voltaire (abajo), a quien transmite la luz que procede de Newton (frente a ella) (Imagen: dominio público).



Isaac Newton (1643-1727) definió un paradigma para la mecánica que estuvo inalterado hasta el siglo XX. Probablemente las

ideas de Newton no hubiesen sido tan fecundas de no haber sido por la labor divulgativa de **Émilie du Châtelet**, autora (junto con Voltaire) de *Los elementos de la filosofía de Newton* (1738).

Primera Ley de Newton: ley de la inercia

Todo objeto tiende a permanecer en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme mientras no se le aplique ninguna fuerza.

SIMULACIÓN DIGITAL

En ausencia de fuerzas el estado de movimiento se mantiene indefinidamente.

(Imagen: Fuerzas y movimiento: Intro, CC-BY PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder <https://phet.colorado.edu>)

De acuerdo con la expresión $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ la aceleración depende de la fuerza en la forma siguiente: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$, por lo que cuando $\vec{F} = 0$ la aceleración será también cero:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{0}{m} = 0$$

Y, en ausencia de aceleración, el objeto está inmóvil o en MRU.

Es decir, que mientras no apliquemos una fuerza a un objeto pueden ocurrir dos cosas:

- Si el objeto está inmóvil seguirá inmóvil.
- Si el objeto se está moviendo (solo puede hacerlo en un movimiento rectilíneo uniforme) seguirá moviéndose sin cambiar ni su velocidad ni su trayectoria.

Segunda Ley de Newton: principio fundamental de la dinámica de Newton

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

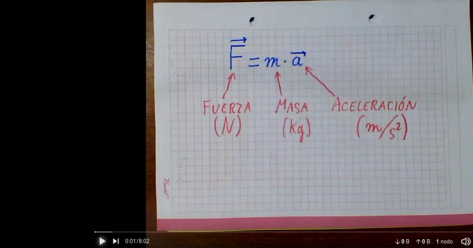
SIMULACIÓN DIGITAL



La aceleración es directamente proporcional a la fuerza.

(Imagen: Fuerzas y movimiento: Intro, CC-By PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder <https://phet.colorado.edu>)

VÍDEO



Resuelve los siguientes problemas basados en la segunda ley de Newton.



- a) ¿Qué fuerza es necesario aplicar a un objeto de 40 kg para darle una aceleración de

8 m/s²?

- b) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 20 kg al aplicarle 10 N?

- c) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 25 kg al aplicarle -50 N?



- d) ¿Qué masa tendrá un objeto al que, al aplicarle 7 N, acelera a 28 m/s²?

- e) Un objeto, al aplicarle 150 N, adquiere una aceleración de 2 m/s² ¿Cuál es su masa?

- f) ¿Qué aceleración adquiere un objeto de 50 kg al aplicarle -10 N?
- g) ¿Qué fuerza es necesaria para dar 15 m/s² a un cuerpo de 10 kg?
- h) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 6 kg al aplicarle -3 N?
- i) ¿Qué fuerza hace falta para dar, a un cuerpo de 10 kg, una aceleración de -10 m/s²?
- j) ¿Qué fuerza hay que aplicar a un objeto de 100 kg para conseguir una aceleración de 6 m/s²?
- k) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 50 kg al aplicarle 10 N?
- l) Un objeto adquiere 50 m/s² al aplicarle 0.1 N. Calcula su masa.
- m) Si queremos frenar, con una aceleración de -3m/s², un cuerpo de 20 kg ¿Qué fuerza es necesaria?
- n) A un objeto de 20 kg le aplicamos una fuerza de 4 N. Calcula la aceleración.
- o) ¿Qué fuerza es necesaria para dar una aceleración de 5 m/s² a un objeto de 50 kg?
- p) ¿Qué fuerza hay que aplicar a un objeto de 10 kg para conseguir una aceleración de 60 m/s²?
- q) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 25 kg al aplicarle -5 N?
- r) ¿Qué aceleración adquiere un objeto de 100 kg al aplicarle 20 N?
- s) ¿Qué fuerza es necesaria para dar una aceleración de -20 m/s² a un objeto de 85 kg?
- t) ¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 90 kg si se le aplican -5 N?
- u) Si un objeto, al aplicarle 20 N, adquiere una aceleración de 4 m/s² ¿Cuál es su masa?
- v) ¿Qué fuerza es necesario aplicar a 200 kg para acelerar a 8 m/s²?

Tercera Ley de Newton: ley de acción y reacción

Si un objeto A ejerce una fuerza sobre otro objeto B, el objeto B ejerce otra fuerza de igual módulo y dirección, pero de sentido contrario, sobre el objeto A.

Si la cantidad de movimiento de un sistema es limitada eso significa que, si un objeto A transmite parte de su cantidad de movimiento a un objeto B, la cantidad de movimiento que pierde A es exactamente igual a la que gana B o, lo que es lo mismo: la variación de cantidad de movimiento de A es igual, pero de signo opuesto, a la de B:

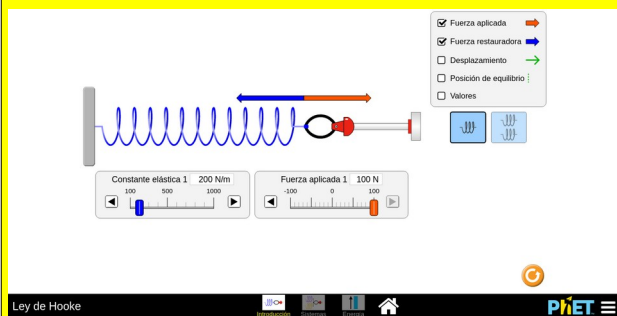
$$\vec{p}_A = -\vec{p}_B$$

$$\vec{F}_A = \frac{\Delta \vec{p}_A}{t} = \frac{-\Delta \vec{p}_B}{t} = -\vec{F}_B$$

Según la ley de Hooke:

$\vec{F} = -k \cdot \Delta \vec{x}$ donde \vec{F} es la fuerza realizada por un resorte que ha sido desplazado en una cantidad $\Delta \vec{x}$, siendo k la constante de elasticidad del resorte en cuestión.

SIMULACIÓN DIGITAL



Ley de Hooke

La fuerza aplicada para estirar un muelle es idéntica en módulo y dirección a la ejercida por el muelle, pero de sentido contrario.

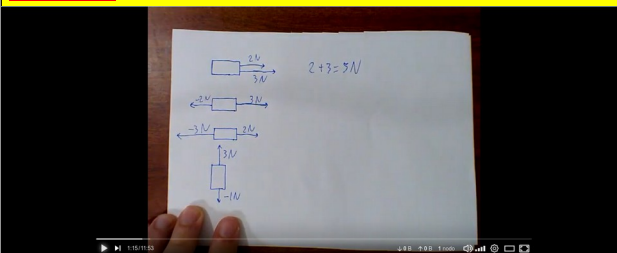


(Imagen: Ley de Hooke, CC-By PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder

<https://phet.colorado.edu>)

Suma de fuerzas

VÍDEO



Suma de fuerzas

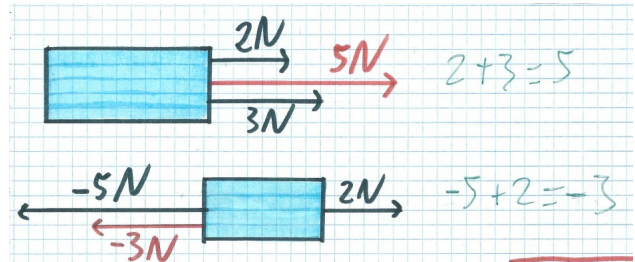


Las fuerzas se suman vectorialmente.

Suma de fuerzas de igual dirección

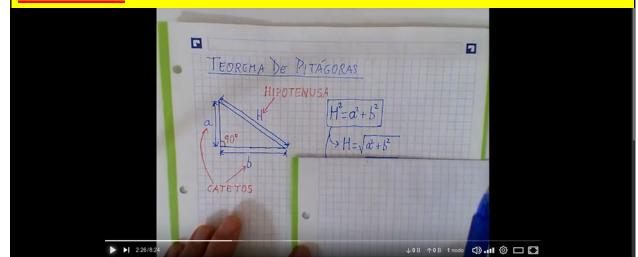
Los vectores de igual dirección se suman igual que los escalares, teniendo en cuenta su signo.

Ejemplo:



Suma de fuerzas perpendiculares

VÍDEO

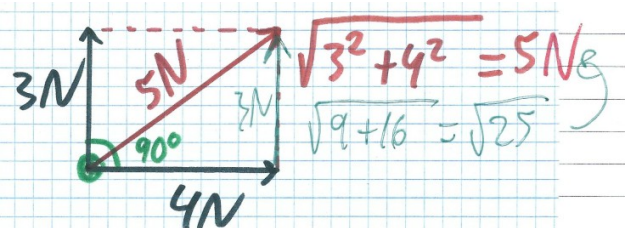


PERCIBIMOS Y REPRESENTAMOS LOS OBJETOS. Teorema de Pitágoras



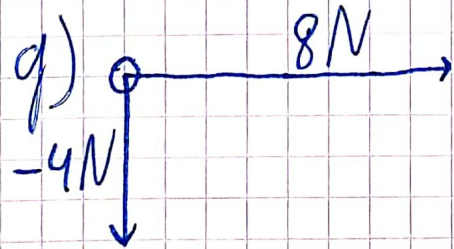
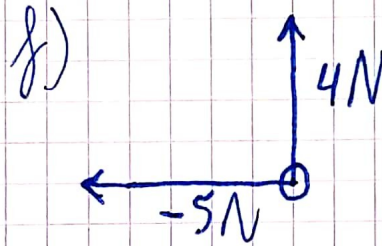
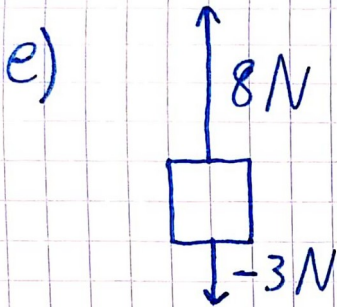
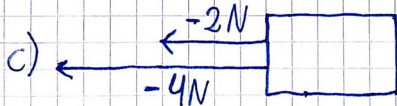
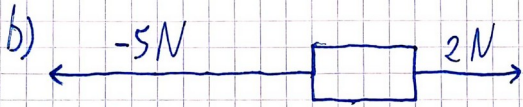
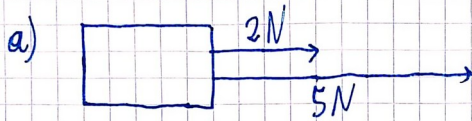
Para la suma de vectores perpendiculares² se debe recurrir al teorema de Pitágoras.

Ejemplo:



2 La suma de vectores que no sean perpendiculares ni tengan igual dirección también es posible, pero requieren algunos conocimientos de trigonometría que exceden el nivel de este curso.

Actividades



h) Calcula la fuerza resultante de dos fuerzas perpendiculares de 6 N y 9 N.

i) A un objeto de 20 kg se le aplican dos fuerzas en la misma dirección: una de 15 N y otra de -7 N ¿Qué aceleración adquiere?

Más problemas:



Peso

La ley de gravitación universal de Newton dice que, dados dos cuerpos de masas m_1 y m_2 separados por una distancia r (desde el centro de masas de un objeto al centro de masas del otro) se produce una fuerza de atracción gravitatoria entre ambos igual a:

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \hat{u} \quad \text{donde}$$

- $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$, la constante gravitatoria universal.
- \hat{u} es un vector de módulo igual a 1 N cuya dirección es la de la recta que une los dos objetos, y cuyo sentido va desde el objeto 1 hacia el objeto 2. Su única función es definir la dirección y sentido del vector, pero no afecta a su módulo.

SIMULACIÓN DIGITAL



Entre dos cuerpos cualquiera siempre hay una fuerza de atracción en función de sus masas y de la distancia que los separa.

(Imagen: Laboratorio de Fuerza de Gravedad, CC-By PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder <https://phet.colorado.edu>)



Vera Rubin (la segunda por la izquierda, vestida de rojo) (Imagen: dominio público)



¿Hasta que punto es “universal” la ley de gravitación universal de Newton? Esta ley está basada en las observaciones de Kepler sobre

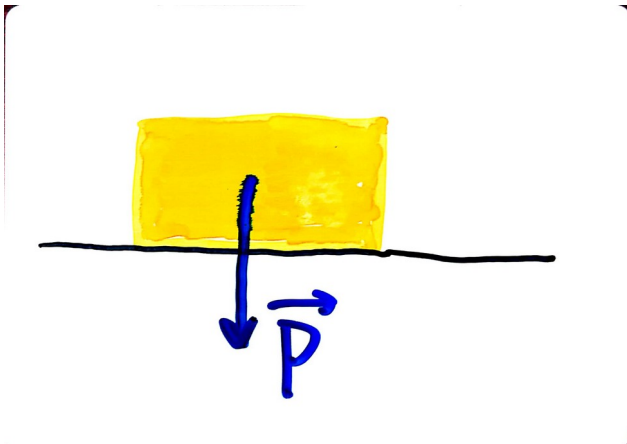
el movimiento de los planetas del Sistema Solar (leyes de Kepler), pero por ahora es incapaz de explicar el movimiento de las galaxias, tal y como ya propuso Fritz Zwicky en 1933 y demostró Vera Rubin en 1975.

Las posibles explicaciones pasan por una modificación de la ley de gravitación universal de Newton o por admitir que la mayor parte de la masa de las galaxias corresponde a “materia oscura”, una materia hipotética indetectable.

En el caso de objetos situados en las proximidades de la superficie de un planeta la fuerza de atracción gravitatoria es conocida como **peso**. La ley de gravitación universal de Newton se puede simplificar a la siguiente expresión:

$$\vec{F} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \hat{u} = -G \cdot \frac{m_1}{r^2} \cdot \hat{u} \cdot m_2 = \vec{g} \cdot m_2$$

donde $\vec{g} = -G \cdot \frac{m_1}{r^2} \hat{u}$ siendo m_1 la masa del planeta y r su radio. Podemos suponer que el vector \vec{g} tiene un módulo constante y uniforme en la superficie de todo el planeta, pero que variará de un planeta a otro. Se trata de la **intensidad de campo gravitatorio**, que en la superficie de la Tierra tiene un módulo³ de **-9.8 N/kg**.



En general el peso de un objeto de masa m es igual a:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{g}$$

3 Si tenemos en cuenta que $1N = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$, entonces

$$\vec{g} = -9.8 \cdot \frac{N}{kg} = \frac{-9.8 \cdot N}{kg} = \frac{-9.8 \cdot \text{kg} \cdot \frac{m}{s^2}}{kg} \quad \text{y,}$$

entonces $\vec{g} = -9.8 \cdot \frac{m}{s^2}$, la aceleración debida a la gravedad.

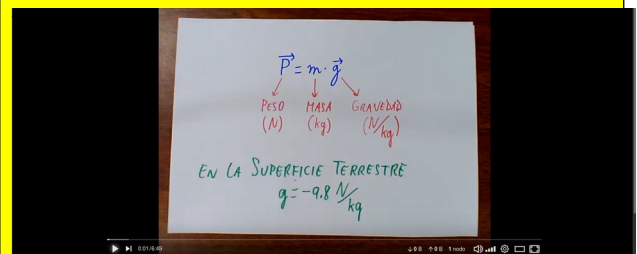


¡CUIDADO! Un error muy frecuente es el de confundir masa y peso. Aunque en el lenguaje coloquial solemos decir que un objeto "pesa **nosecuantos kilogramos**" en realidad **masa y peso son dos magnitudes distintas:**

- La **MASA** depende de la cantidad de sustancia de un cuerpo, y se mide en **KILOGRAMOS**. Es el mismo en todas partes.
- El **PESO** es una fuerza que depende de la masa de un objeto y de la intensidad del campo gravitatorio del lugar donde se sitúe, y se mide en **NEWTONS**. El peso de un objeto en la Luna, por ejemplo, es aproximadamente una sexta parte del peso del mismo objeto en la Tierra, porque allí

$$\vec{g} = -1.62 \hat{u} \frac{N}{kg}$$

VÍDEO



Peso y masa

Otros videos auto-reprodución



Peso y masa no son lo mismo.

Para levantar un objeto será necesario ejercer una fuerza de igual módulo y dirección a la de su peso pero de sentido contrario: mientras que el peso es siempre negativo (porque va dirigido hacia abajo) la fuerza necesaria para levantar un objeto será positiva (porque va dirigida hacia arriba).



La mejor marca de Lydia Valentín está en **150 kg**, por lo que el peso de dichas pesas era de:

$$150 \cdot -9.8 = -1470 \text{ N}$$

Para levantar esas pesas Lydia debió desarrollar una fuerza de igual módulo y dirección, pero hacia arriba, por lo que la fuerza desarrollada por Lydia fue de **1470 N**, positiva.

Actividades



- a) ¿Qué peso tiene un objeto de 50 kg en la superficie de la Tierra? ¿Qué fuerza hay que ejercer para levantarlo?

- b) Calcula el peso de una persona de 80 kg.
 c) ¿Qué masa tiene un objeto cuyo peso es de -900 N?
 d) Calcula el peso de un objeto de 500 kg.
 e) Calcula la masa de un objeto cuyo peso es de -5000 N.
 f) Calcula el peso de un objeto de 60 kg.



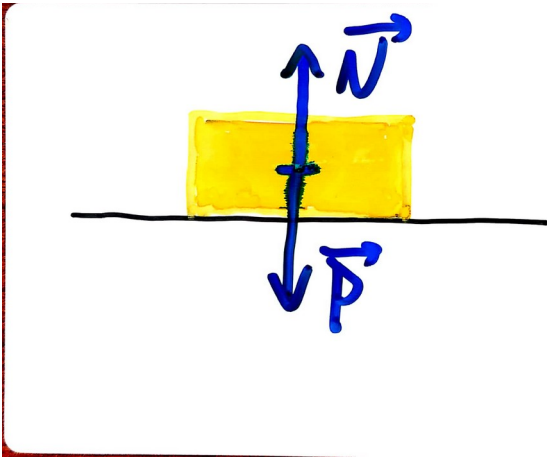
- g) ¿Cuál es el peso, en la Tierra, de un saco de 25 kg de cemento? ¿Qué fuerza hay que hacer para levantarlo?

- h) ¿Cuánto pesa un objeto de 100 kg en la superficie de la Tierra? ¿Qué fuerza es necesaria para levantarlo?
 i) ¿Cuánto pesa un 1kg de azúcar en la Tierra?
 j) Tenemos que levantar un saco de 40 kg ¿Cuánto pesa? ¿Qué fuerza hay que hacer para levantarlo?

- k) ¿Qué peso tiene un objeto de 500 kg? ¿Qué fuerza se necesita para levantarlo?
- l) ¿Cuál es el peso de un objeto de 75 kg? ¿Qué fuerza hay que aplicar a ese objeto de 75 kg para levantarlo?

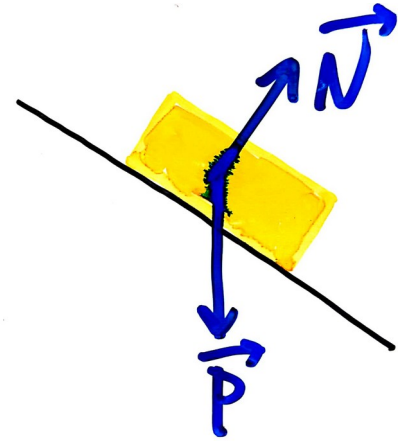
Normal

Se llama **normal** a la fuerza ejercida por una superficie en dirección perpendicular a sí misma. Se trata, en general, de una reacción a otra fuerza⁴.



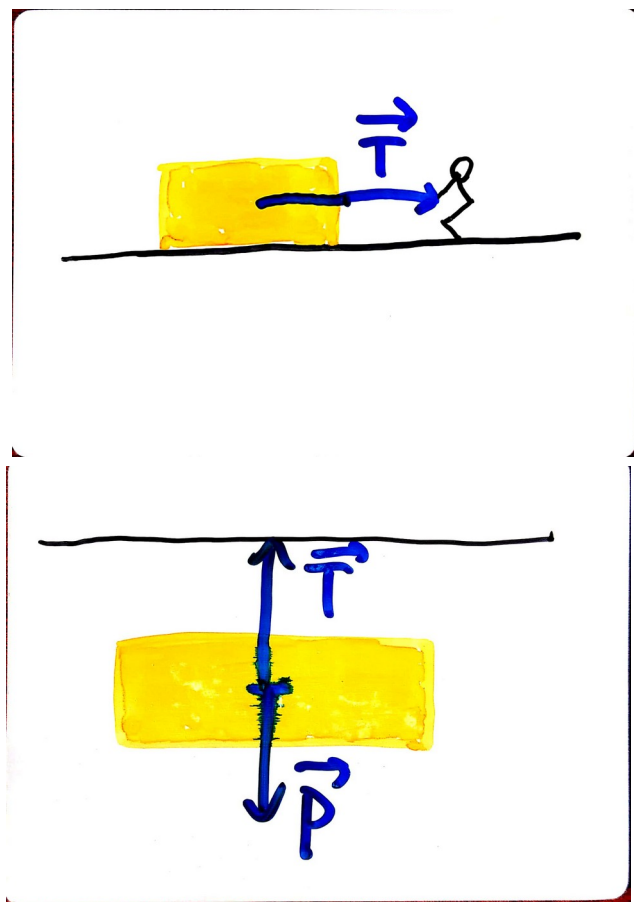
¡CUIDADO! Si la superficie está inclinada la normal también lo estará. En física y geometría la palabra "NORMAL" no significa

"habitual" ni "sujeto a norma" sino **PERPENDICULAR**:



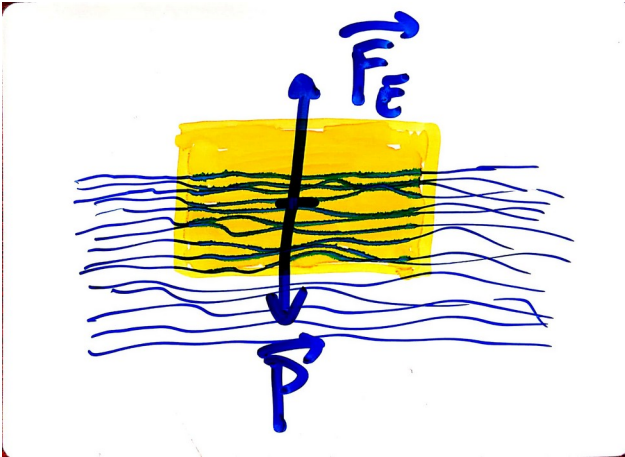
Tensión

Se llama **tensión** a la fuerza de tracción ejercida por, por ejemplo, una cuerda, cable o similar.



⁴ El peso, por ejemplo.

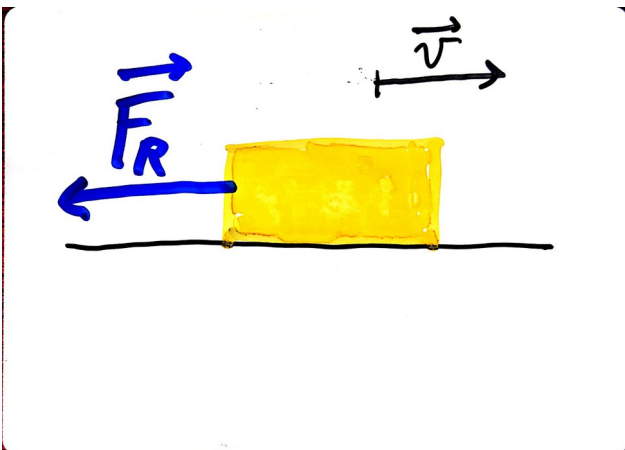
Empuje



Se llama **empuje** a la fuerza de flotación ejercida por un fluido (líquido o gas). Según el principio de Arquímedes el empuje es igual al peso del fluido desalojado por el objeto. Si el empuje es inferior al peso el objeto se hundirá pero si, por el contrario, el empuje tiene un módulo igual al del peso el objeto flotará.

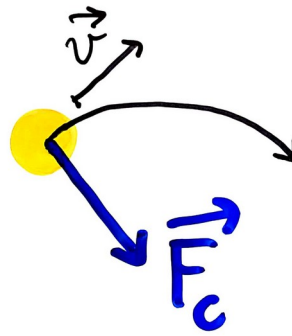
Rozamiento

Se llama **rozamiento** a la fuerza que un medio opone al movimiento de un objeto.

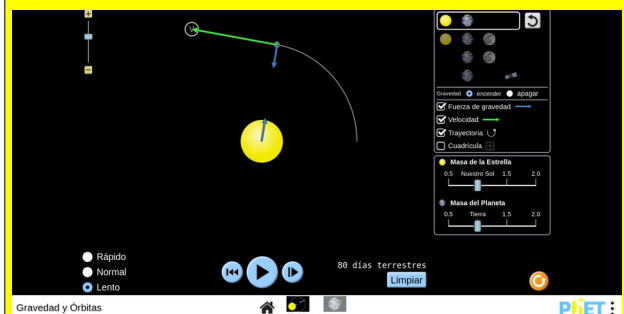


Fuerza centrípeta

Se llama **fuerza centrípeta** a la que hace que un cuerpo se desvíe perpendicularmente a la dirección de su movimiento.



SIMULACIÓN DIGITAL



La traslación de la Tierra en torno al Sol se debe a una fuerza centrípeta: la atracción gravitatoria.



(Imagen: Gravedad y Órbitas, CC-BY PhET Interactive Simulations University of Colorado Boulder

<https://phet.colorado.edu>)

Es interesante el caso en el que la velocidad mantiene su módulo pero modifica su dirección. En ese caso hablamos de aceleración centrípeta, y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Expresión en la que r sería el radio de giro⁵. Según esto la fuerza centrípeta podría calcularse como:

$$\vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



¡CUIDADO! La “fuerza centrífuga” **NO EXISTE**. Se suele hablar de “fuerza centrífuga” como la aparente causa de que un objeto “describa un

movimiento hacia el exterior de una curva” cuando, en realidad, lo que ocurre es que el objeto tiende a seguir en MRU⁶ mientras todo su entorno (un vehículo en el que se desplaza, por ejemplo) se ve forzado⁷ a describir una trayectoria curva.

5 Se supone que, si cambia la dirección, el objeto describe un movimiento curvilíneo.

6 Como consecuencia de la primera ley de la dinámica de Newton.

7 Debido a una fuerza centrípeta.

Diagramas de cuerpo libre

Un diagrama de cuerpo libre se utiliza para representar las fuerzas que actúan sobre un objeto.

Actividades



Representa las fuerzas que afectan a los siguientes objetos:

- Una lámpara que cuelga de un cable.
- Una manzana que cae de un árbol.
- Una caja que reposa sobre una superficie horizontal.
- Una caja que es empujada por una persona sobre una superficie horizontal.
- Un trineo tirado por renos sobre una superficie horizontal.
- Una caja que reposa, inmóvil, sobre un plano inclinado.
- Una pelota que descendiendo rodando sobre un plano inclinado.
- Una caja que es empujada hacia arriba sobre un plano inclinado.
- Una pelota de baloncesto que acaba de ser lanzada por un jugador y todavía no ha llegado a la canasta.



- Una pelota flotando inmóvil en el agua.
- La Luna girando en torno a la Tierra.

ARTÍCULOS RECOMENDADOS:

Kioskos / El kiosko de la mecánica

PÁGINA

El kiosko de la mecánica

Página Configuración Más ▾

Marcar como hecha

2023

Diciembre

- 23 📄 20 años de 'El retorno del rey', ¿es posible lanzar a un enano contra un ejército? <https://www.20minutos.es/noticia/5200673/0/20-anos-retorno-rey-serias-capaz-lanzar-un-enano-contra-un-ejercito/>

Octubre

- 12 📄 ¿Cuánto podría sobrevivir una persona en el espacio exterior? <https://www.muyinteresante.es/ciencia/61687.html>
- 11 📄 ¿Anomalía gravitacional en los confines de nuestro sistema solar? <https://noticiasdelaciencia.com/art/48263/anomalia-gravitacional-en-los-confines-de-nuestro-sistema-solar>

En [El kiosko de la mecánica](#) puedes encontrar noticias y artículos curiosos sobre mecánica.

Gracias por tu atención. Puedes dejar un comentario en mi [libro de visitas](#).



CC-BY 4.0 Ángel Vázquez Hernández 2025



Usted es libre de:

- **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** –

remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier finalidad, incluso comercial.

El licenciador no puede revocar estas libertades mientras cumpla con los términos de la licencia.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento** – Debe [reconocer adecuadamente](#) la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.
- **No hay restricciones adicionales** – No puede aplicar términos legales o [medidas tecnológicas](#) que legalmente restrinjan realizar aquello que la licencia permite.

Avisos:

- No tiene que cumplir con la licencia para aquellos elementos del material en el dominio público o cuando su utilización esté permitida por la aplicación de [una excepción o un límite](#).

Los derechos de los usuarios bajo los límites o las excepciones, como el uso justo o el trato justo, no quedan afectados por las licencias CC.

[Más información.](#)

- No se dan garantías. La licencia puede no ofrecer todos los permisos necesarios para la utilización prevista. Por ejemplo, otros derechos como los de [publicidad, privacidad, o los derechos morales](#) pueden limitar el uso del material.