

La fuerza

La dinámica estudia las fuerzas para poder predecir a partir de ellas el tipo de movimiento que tiene un cuerpo. Cada vez que realizamos una acción, estamos ejerciendo **fuerzas**, aunque unas requieran más precisión que otras. Por ejemplo, al cambiar de lugar o desplazar un objeto, al modificar su forma, etcétera.

Por **fuerza** se entiende toda acción capaz de hacer cambiar:

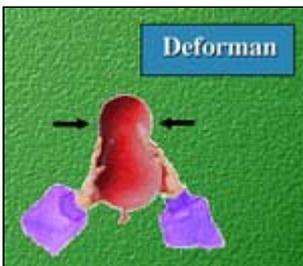
- ▶ El estado de reposo.



- ▶ O de movimiento de un cuerpo.



- ▶ O de producir deformaciones en él.



La fuerza es una magnitud física que puede medirse, y, por lo tanto, permite establecer relaciones entre ella y otras magnitudes físicas.

La **unidad de medida** de las fuerzas en el Sistema Internacional de medidas es el newton. El **newton** equivale aproximadamente a la fuerza que debemos ejercer para levantar del suelo un cuerpo de cien gramos. Se representa el Newton por el símbolo N.



MAGNITUDES Y UNIDADES DEL SI		
Magnitud	Unidad	Símbolo de la unidad
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
temperatura	kelvin	K
corriente eléctrica	amperio	A
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd
ángulo	radián	rad
fuerza	→ newton	N

Área de Ciencias Naturales - Módulo IV

Dinámica

Tipos de fuerzas

Las fuerzas pueden ejercerse de dos formas. Atendiendo a ello se clasifican en:

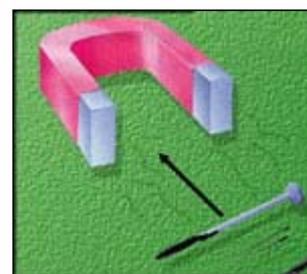


Fuerzas de contacto

Son aquellas en las que el cuerpo que ejerce la fuerza está en contacto directo con el cuerpo sobre el que se aplica dicha fuerza.

Fuerzas a distancias

Son aquellas en las que no existe contacto directo entre el cuerpo que ejerce la fuerza y el cuerpo sobre el que es aplicada.



Área de Ciencias Naturales - Módulo IV

Dinámica

Elementos de una fuerza

Al aplicarse una fuerza sobre un cuerpo, pueden distinguirse cuatro **elementos**: la dirección, el sentido, la intensidad y el punto de aplicación.

► **Dirección:**

Nos indica la línea sobre la que actúa la fuerza

► **Sentido:**

Es el lugar hacia donde se ejerce la fuerza.

► **Intensidad:**

Es el valor de esa fuerza, expresada en newtons.

► **Punto de aplicación:**

Es el lugar donde se ejerce la fuerza.

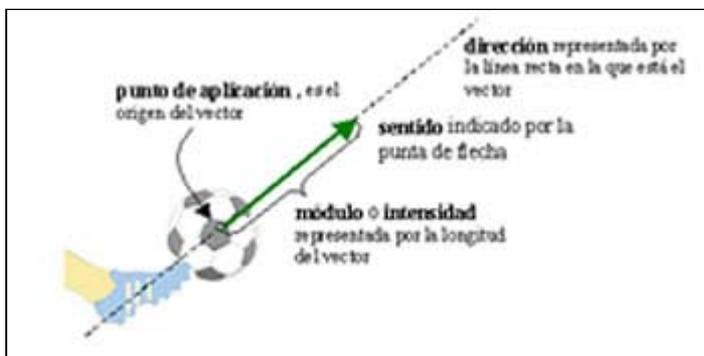


Ejemplo 1

Representación de fuerzas

Las fuerzas, como magnitudes vectoriales que son, se representan mediante **vectores**.

En la figura que sigue se representa la fuerza que el pie del futbolista ejerce sobre el balón, indicando los elementos de la fuerza.



La fuerza siempre expresa el resultado de la interacción entre dos cuerpos: el que la ejerce (el pie en este caso) y sobre el que se ejerce (el balón).

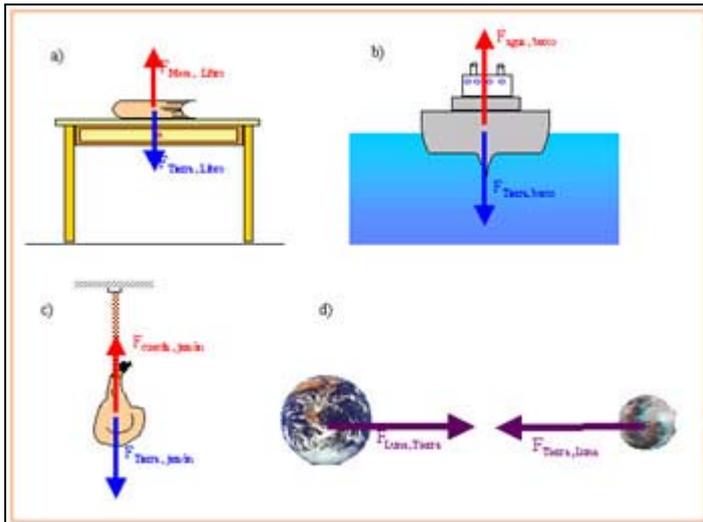
En este caso se trata de una fuerza de contacto pié-balón

Ejemplo 2

En la figura se indican las fuerzas que actúan sobre:

- a) El libro
- b) El barco
- c) El jamón
- d) La Tierra y la Luna.

Indica cuáles son de contacto y cuáles a distancia:



Solución:

Son fuerzas:

De contacto A distancia

$F_{\text{Mesa, Libro}}$ $F_{\text{Tierra, Libro}}$

$F_{\text{agua, barco}}$ $F_{\text{Tierra, jamón}}$

$F_{\text{cuerda, jamón}}$ $F_{\text{Luna, Tierra}}$

$F_{\text{Tierra, Luna}}$

▶ **Para saber más**

Fuerza como interacción

En esta página se aborda el concepto de fuerza como interacción, el módulo de una fuerza, dirección y sentido y sus efectos sobre los cuerpos.

A la izquierda de la página aparece el menú:

- ▶ Fuerza
- ▶ Módulo de una fuerza
- ▶ Dirección y sentido de las fuerzas
- ▶ Componentes de una fuerza
- ▶ Efecto de varias fuerzas
- ▶ Resultante de un sistema de fuerzas
- ▶ Fuerza equilibrante
- ▶ Actividades
- ▶ Evaluación

Se deben de visitar todos los enlaces.

<http://newton.cnice.mecd.es/4eso/estatica/estatic1.htm>

La **dinámica** es la ciencia que estudia las fuerzas como productoras de movimientos. Se fundamenta en tres **principios** intuitivos por Galileo y enunciados por Newton. Estos son:

1. **Principio de inercia:** Si sobre un cuerpo no actúa una fuerza, el cuerpo permanece indefinidamente en estado de reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.
2. **Principio de proporcionalidad entre fuerzas y aceleraciones:** Si a un cuerpo se le aplican diversas fuerzas, adquiere diversas aceleraciones, de forma que la relación entre la fuerza aplicada y la aceleración obtenida es constante.
3. **Principio de acción - reacción:** Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza, éste reaccionará contra el primero con otra fuerza igual, en la misma dirección y de sentido contrario.



Área de Ciencias Naturales - Módulo IV

Dinámica

Inercia

El primero de los principios de la dinámica se refiere a los **cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme**. Este principio se conoce como el **principio de inercia**, y se expresa de la siguiente manera:

Principio de inercia

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme si no actúa ninguna fuerza que haga variar su estado. Así pues, todo cuerpo presenta una resistencia a modificar su estado de movimiento o de reposo. A esto se le denomina inercia.

Cuando viajamos podemos notarlo fácilmente:

- ▶ Cuando arranca el vehículo, nos sentimos empujados hacia atrás, pues tendemos a mantenernos en reposo.



- ▶ En cambio, al frenar nos vemos impulsados hacia adelante, ya que tendemos a mantener el movimiento.



Sin embargo, si te paras a pensar, nuestra experiencia nos dice que si ejercemos una fuerza momentánea sobre un cuerpo, este tiende a detenerse y no a seguir en movimiento rectilíneo uniforme como indica el principio de inercia. Esto es debido a las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el cuerpo. Si estuviéramos en el espacio, donde no existe rozamiento, este principio se cumpliría y el cuerpo seguiría con movimiento rectilíneo y uniforme.

Este principio se cumple siempre, en todas las situaciones, aquí en la Tierra y en el espacio exterior. Claro está, siempre que no actúe ninguna fuerza sobre el cuerpo o que sea nula la suma de las fuerzas que actúan sobre él.

Área de Ciencias Naturales - Módulo IV

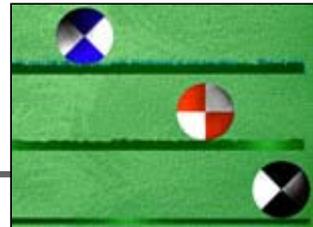
Dinámica

Fuerzas de rozamiento

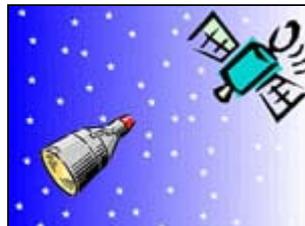
Fuerza de rozamiento:

Es toda fuerza opuesta al movimiento, que se manifiesta en la superficie de contacto de dos cuerpos siempre que uno de ellos tienda a moverse sobre el otro. Esta fuerza tiende a frenar a los cuerpos.

Mientras mayor sea el rozamiento, antes se detendrá el cuerpo.



Un ejemplo que demuestra el principio de inercia nos lo ofrece el **espacio**. El movimiento de las naves espaciales es muy similar, ya que se mueven sin gasto de energía en el espacio exterior, donde el rozamiento es casi inexistente.



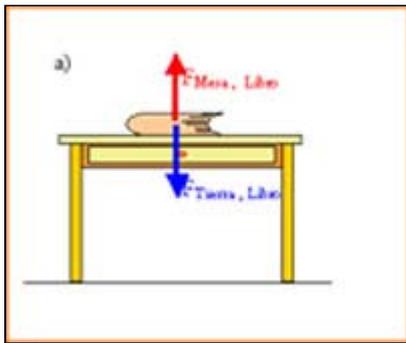
Ejemplo 1

En la figura se indican las dos fuerzas que actúan sobre un libro que está sobre una mesa, la que le ejerce la Tierra y la que le ejerce la mesa.

Como el libro está en reposo, estas dos fuerzas tienen que tener el mismo valor, la misma dirección (vertical) y sentido contrario.

- ¿Son estas fuerzas de acción y reacción, como indica el Tercer Principio de la Dinámica?
- Si la respuesta anterior fuera negativa, ¿cuáles serían en este caso esas

fuerzas a las que se refiere el Tercer Principio? Dibújalas.



Solución:

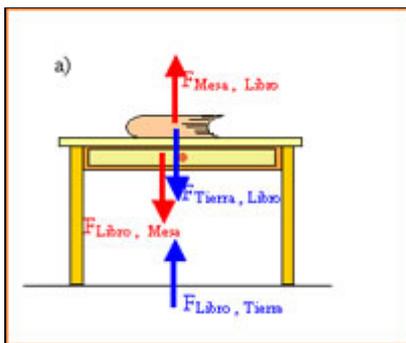
1. Esas dos fuerzas que actúan sobre el libro no son de acción y reacción, aunque sean de igual valor y dirección y sentido contrario ya que actúan ambas sobre el mismo cuerpo (el libro) y las fuerzas de acción y reacción actúan sobre cuerpos diferentes (una sobre el libro y la otra sobre la mesa o una sobre el libro y la otra sobre la Tierra).
2. La fuerza que el libro ejerce sobre la mesa $F_{\text{Libro, Mesa}}$ y la fuerza que el libro ejerce sobre la Tierra $F_{\text{Libro, Tierra}}$.

Estas dos fuerzas no estaban dibujadas en la figura inicial porque en ella sólo nos indicaban las fuerzas que actúan sobre el libro y ninguna de estas dos fuerzas están aplicadas sobre el libro, sino que la primera está aplicada sobre la mesa y la segunda sobre la Tierra. A cada una de estas parejas de fuerzas:

$F_{\text{Mesa, Libro}}$ y $F_{\text{Libro, Mesa}}$

$F_{\text{Tierra, Libro}}$ y $F_{\text{Libro, Tierra}}$

se las suele conocer con el nombre de **acción** (una de ellas) y **reacción** (la otra)



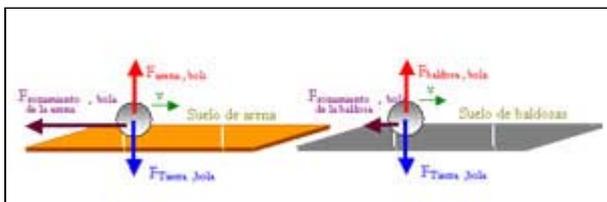
Ejemplo 2

Lanzamos dos bolas de acero iguales impulsadas por la misma fuerza por sendas superficies horizontales, una rugosa de arena y otra de baldosas pulidas. Identificar y dibujar las fuerzas que actúan sobre cada bola y explicar por qué la bola que se desplaza por la superficie de arena se para antes.

Solución:

Mientras están en movimiento, sobre cada bola actúan tres fuerzas, como se indica en la figura:

- ▶ La que le ejerce la Tierra (el peso) (a distancia)
- ▶ La que le ejerce la arena o la baldosa en la que se apoya (de contacto)
- ▶ La de rozamiento que le ejerce la arena o la baldosa sobre la que desliza (de contacto)



En cada caso, las fuerzas verticales se anulan entre sí y la que frena la bola hasta pararla es la fuerza de rozamiento. Cuanto más rugoso sea el suelo, mayor será la fuerza de rozamiento y antes se parará la bola, lo que en nuestro caso ocurre en la superficie de arena.

▶ Para saber más

1ª ley de Newton. ¿Por qué se paran los cuerpos?

En esta animación podemos ver como afecta el rozamiento en el movimiento de los cuerpos. Haciendo clic en parámetros podemos modificar el valor de la masa m , el de la aceleración de la gravedad g y los coeficientes de rozamiento kf_1 , kf_2 , kf_3 (por defecto aparece 0,1, que podremos ir aumentando de décimas en décimas)

En cond. ini. Podemos modificar las condiciones iniciales del movimiento (posición x_1 x_2 x_3 y velocidad x_1 . x_2 . x_3 .)

Haciendo clic en inicio podemos volver a las condiciones iniciales de la animación y en arranque (o en pausa) iniciarla o pararla.

Hay dos experiencias, la 1 y la 2. La 2 es igual que la 1 pero muestra los vectores peso, fuerza de rozamiento y el vector velocidad.

<http://perso.wanadoo.es/cpalacio/1ley2.htm>

Concepto de fuerza y Principios de la Dinámica.

Debemos visitar

- ▶ Introducción al concepto de fuerza
http://clic.xtec.net/db/act_es.jsp?id=2223
- ▶ Fuerzas
http://clic.xtec.net/db/act_es.jsp?id=2942

En ambos aparece el menú:

- ▶ ¿Cómo funciona? ... Nos explica el funcionamiento general de estas aplicaciones
- ▶ Verlo (applet) Vemos la aplicación elegida
- ▶ Instalarlo en el ordenador Nos permite instalarlo en nuestro ordenador si previamente hemos instalado el programa clic

Fuerza y aceleración



Al aplicar una fuerza sobre un cuerpo en reposo con la suficiente intensidad (para vencer a la fuerza de rozamiento), éste entra en movimiento. En otras ocasiones las fuerzas frenan a los cuerpos en movimiento. Por lo tanto, nos estamos refiriendo a la modificación de velocidad, a la aceleración o frenado de los cuerpos.

Cuanto mayor sea la fuerza, más rápidamente se producirá la variación de velocidad. Por lo tanto, existe una relación entre la **fuerza** que se ejerce y la **aceleración** del cuerpo sobre la que se ejerce.

La fuerza es directamente proporcional a la aceleración, es decir, si aumenta la fuerza, aumentará la aceleración. Pero también hay que tener en cuenta que influye la masa del cuerpo sobre el que se aplica la fuerza.

Así, se establece la **ecuación fundamental de la dinámica (2º Principio de la Dinámica)**:

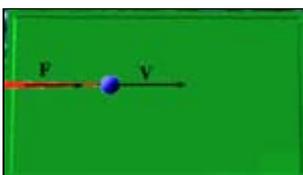
$$F = m \cdot a$$

Una vez que conoces esta fórmula, ya podemos replantear el concepto de newton según la unidad de fuerza en el S.I, entendiéndolo como:

Por tanto, otra forma de definir el **Newton** será: la fuerza que es necesaria aplicar para que un cuerpo de un kilogramo adquiera una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.

Dirección de la fuerza

- ▶ Si el cuerpo está en reposo: la dirección de la fuerza que se aplica coincidirá con el desplazamiento del cuerpo.



- ▶ En cambio, si éste ya está en movimiento, pueden ocurrir varios casos. Entre ellos que:
 - ▶ La dirección de la fuerza coincida con el desplazamiento, con lo cual cambiará la velocidad, pero no la dirección.
 - ▶ Que la dirección de la fuerza sea perpendicular a la dirección del desplazamiento. En este caso la dirección variará, pero no coincidirá con la dirección de la fuerza ejercida.

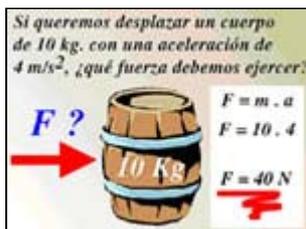


Esto quiere decir que la dirección de la fuerza que se aplica y la dirección de la velocidad **no coinciden siempre**.

Ejemplo:

Simplemente sustituimos los valores que conocemos en la fórmula y

resolvemos. El resultado es 40 N (cuarenta newtons).
 Recuerda que si la masa viene expresada en gramos, debes pasarla previamente a kilogramos.



De la fórmula fundamental de la dinámica, podemos despejar la de la aceleración y la de la masa. Obsérvalas.

$$F = m \cdot a \rightarrow \begin{cases} a = \frac{F}{m} \\ m = \frac{F}{a} \end{cases}$$

▶ Para saber más

Leyes de Newton:

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1182>

En el menú de la izquierda hacer clic en : Fuerzas e interacciones

- ▶ Primera Ley de Newton
- ▶ Segunda Ley de Newton
- ▶ Tercera Ley de Newton

También se puede hacer clic en los siguientes enlaces, que aparecen en la línea inferior de la página:

Inicio del tema (Introducción al tema)

Averigua lo que sabes (Se responde a un cuestionario y nos corrigen las respuestas)

Paso a paso (Encontramos dos ejercicios resueltos paso a paso. Dinámica esquimal y Más sobre la segunda ley de Newton.)

Para saber más (Podemos ampliar nuestra visita)

Material complementario: (Podemos descargar material en formato pdf (interacciones y fuerza, la fuerza de rozamiento, la fuerza y el movimiento circular, ...))

2ª ley de Newton

En esta animación podemos calcular la aceleración que adquiere un cuerpo en función de la fuerza aplicada, que podemos variar modificando el valor de la masa que cuelga.

http://www.walter-fendt.de/ph14s/n2law_s.htm

Leyes de Newton:

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/leyes.html> [versión en caché]

Visita también otros vínculos incluidos en esta página:

Fuerzas en sistemas dinámicos

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/fuerzas.html> [versión en caché]

Fuerza de rozamiento

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/froz.html> [versión en caché]

Problemas de dinámica

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/problemas.html> [versión en caché]

Movimiento con rozamiento

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Fisica/02/problroz.html> [versión en caché]

Leyes de Newton

Haremos clic con el ratón en Dinámica y a continuación en Las leyes de Newton del menú que aparece a la derecha de la página.

Hay que advertir el texto que aparece está en inglés pero como van acompañados de animaciones es muy fácil de entender.

<http://nti.educa.rcanaria.es/fisica/Recursos/PRINCIPAL.htm>

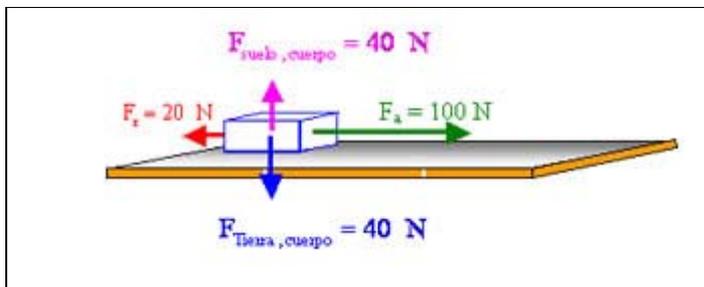
Área de Ciencias Naturales - Módulo IV

Dinámica

Ejemplos

Ejemplo 1

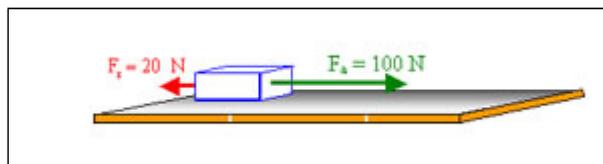
Calcula la aceleración a la que se mueve el cuerpo de la figura cuya masa es de 4kg, que se desliza por una superficie horizontal actuando sobre él las fuerzas que se indican:



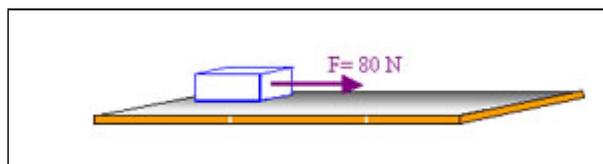
Solución:

Sobre el cuerpo actúan cuatro fuerzas, dos verticales y dos horizontales.

Las dos verticales son de igual valor y de sentido contrario y sus efectos sobre el cuerpo se anulan. Esto significa que el problema queda reducido a la siguiente situación:



Las dos fuerzas horizontales son también de sentido contrario y su efecto sobre el cuerpo se restan, quedando ahora el problema reducido a la situación siguiente:



Esto es, la situación inicial, con cuatro fuerzas actuando sobre el cuerpo, es equivalente a esta última con una única fuerza horizontal y hacia la derecha de 80 N de valor.

Ya podemos calcular la aceleración, aplicando al cuerpo el 2º Principio de Newton:

$$F = m \cdot a$$

Despejamos la aceleración y sustituimos los valores de F y de m:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{80}{4} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ejemplo 2

Sobre el cuerpo de la figura de 4kg de masa actúan las fuerzas que se indican:

1. Calcula su aceleración
2. ¿Estará en reposo o se moverá con velocidad constante?

Solución:

1. Sobre el cuerpo actúan cuatro fuerzas, dos verticales y dos horizontales.

Las dos verticales son de igual valor y de sentido contrario y sus efectos sobre el cuerpo se anulan. Y lo mismo ocurre con las horizontales, por tanto la fuerza resultante sobre el cuerpo vale 0 N.

Y la aceleración será nula:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{0}{4} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Como el resultado final es equivalente a que sobre el cuerpo no actúe ninguna fuerza, según el Primer Principio de la Dinámica, el cuerpo puede estar o en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

► Para saber más

Autoevaluación de Dinámica

Una vez que hemos visto el concepto de fuerza y los principios de la dinámica, debemos estar preparados para realizar la autoevaluación que nos proponen en esta página:

<http://web.educastur.princast.es/ies/juananto/FisyQ/Cuestionarios/Din4.swf>

Biografía y obra de Newton

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/Biografias/03-1-b-newton.html> [versión en caché]

Cuando sueltas un cuerpo dejándolo sin ningún soporte, éste cae de forma vertical hacia el suelo. Esto se debe a la **interacción gravitatoria**. La Tierra, debido a su masa, atrae a los cuerpos hacia sí. A esta fuerza se le denomina **gravedad**.

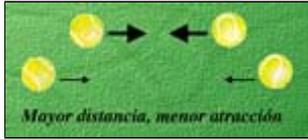
En general, todos los cuerpos del universo se atraen entre sí con fuerzas gravitatorias. Por lo tanto, la Tierra nos atrae.

Esta atracción verifica que:



Mayor masa, mayor atracción

Cuanto mayor sea la masa de los cuerpos, mayor será la atracción gravitatoria entre ellos. Cuanto mayor sea la distancia entre los cuerpos, menor será la atracción gravitatoria entre ellos.



Mayor distancia, menor atracción

Esta atracción entre todos los cuerpos del Universo se conoce con el nombre de ley de la Gravitación Universal, formulada por el científico inglés Isaac Newton, en 1687 y cuyo enunciado dice que:

Dos cuerpos cualesquiera del universo, de masas m_1 , m_2 , separados una distancia d se atraen mutuamente con una fuerza F cuyo valor es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Esta ley la podemos expresar mediante la siguiente ecuación:

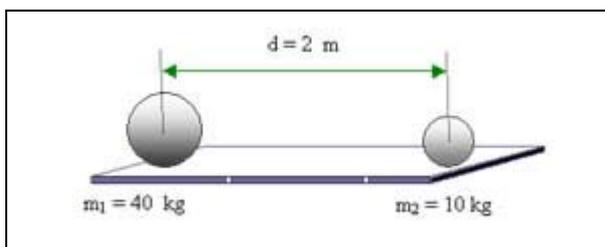
$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

siendo **G** la constante de gravitación universal, cuyo valor en unidades del S.I. es de $6,67 \cdot 10^{-11}$

Ejemplo

- a. Calcula el valor de las fuerzas de atracción gravitatoria entre los dos cuerpos esféricos de la figura.
- b. Dibuja la fuerza que actúa sobre cada esfera.

Dato: la constante de gravitación universal vale $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$



Solución:

a. Se trata de una aplicación de la ley de la Gravitación Universal que acabamos de ver. Escribiremos la ecuación que expresa esta ley y sustituiremos las magnitudes que intervienen por sus valores numéricos, expresadas en unidades del S. I.:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{40 \cdot 20}{2^2} = 1,33 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

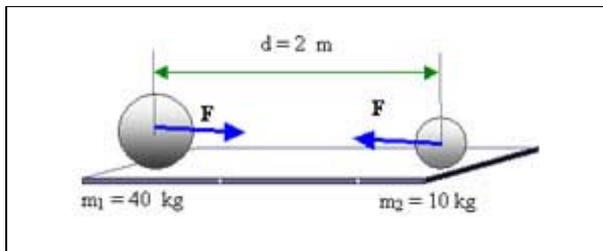
Si expresáramos esta fuerza en notación decimal nos quedaría:

$$F = 1,33 \cdot 10^{-8} \text{ N} = 0,0000000133 \text{ N}$$

Vemos que el valor de esta fuerza es "inapreciable". Esto ocurre siempre con la fuerza gravitatoria entre cuerpos "pequeños". Como veremos al estudiar el peso de los cuerpos, sólo cuando uno de los cuerpos (al menos) es un planeta como la Tierra, una estrella o un satélite el valor de las fuerzas gravitatorias es importante.

b. Las fuerzas las representamos mediante vectores.

Cada esfera atrae a la otra con una fuerza F de $1,33 \cdot 10^{-8} \text{ N}$



Dinámica

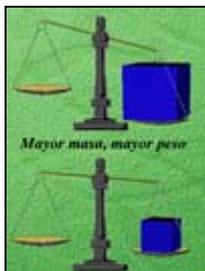
Peso

La fuerza con la que la Tierra atrae a cualquier cuerpo se denomina **peso** y se mide en **Newtons**.

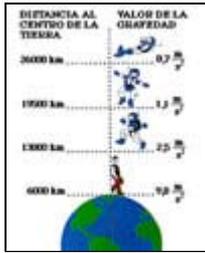


Debemos tener claro que:

- ▶ Cuando mayor sea la masa del cuerpo, mayor será su peso.



- ▶ Cuando mayor sea la distancia entre el cuerpo y el centro de la Tierra, menor será el peso del cuerpo.



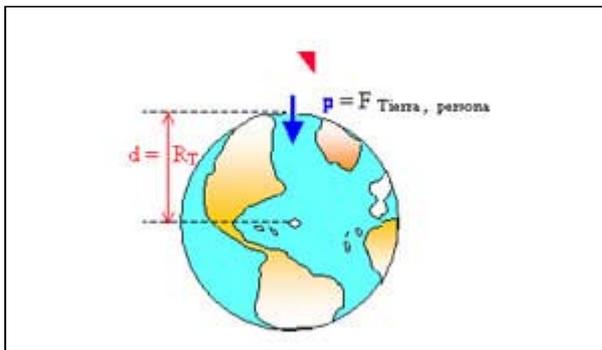
Ejemplo:

Calcular el peso de una persona de 60kg que se encuentra sobre la superficie de la Tierra, sabiendo que la masa de la Tierra $6 \cdot 10^{24}$ kg y su radio 6.400 km.

Dato: la constante de gravitación universal vale $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

Solución:

Como el peso p es la fuerza con que la Tierra atrae a esa persona, aplicaremos la ley de la Gravitación Universal.



En estos casos la distancia entre los cuerpos se mide desde el centro de la Tierra.

Como todas las magnitudes deben estar expresadas en unidades del S.I. y el radio de la Tierra nos lo dan en km, antes de sustituir en la ecuación de la ley de gravitación, debemos expresarlo en metros, que es la unidad del S.I.

$$6\,400 \text{ km.} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$$

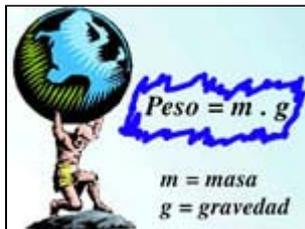
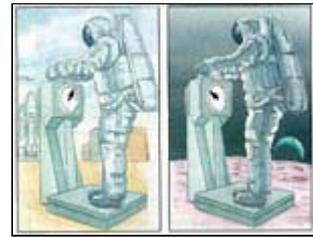
$$p = F_{\text{Tierra, persona}} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 60}{(6,4 \cdot 10^6)^2} = 586,2 \text{ N}$$

Masa y peso: magnitudes diferentes

Recuerda que aunque se tienda a identificar la masa de un cuerpo con su peso, ambas son

magnitudes diferentes.

- ▶ La **masa** es la cantidad de materia que posee un cuerpo, y es una **magnitud invariable**, ya que un cuerpo tendrá la misma masa en la Tierra o en la Luna. Es una magnitud escalar.
- ▶ En cambio, el **peso** es una **magnitud variable**, puesto que un cuerpo pesará más en la Tierra que en la Luna, debido a que la mayor masa terrestre hace que la atracción también sea mayor. Es una magnitud vectorial.



La relación que existe entre el **peso** y la **masa**, es la que observas en la imagen, siendo **g** una constante para la superficie terrestre. Si cambiamos de astro, esta constante cambiará.

En la Tierra, la constante **g** equivale a **9,8 newtons por cada kilogramo** (9,8kg/N).

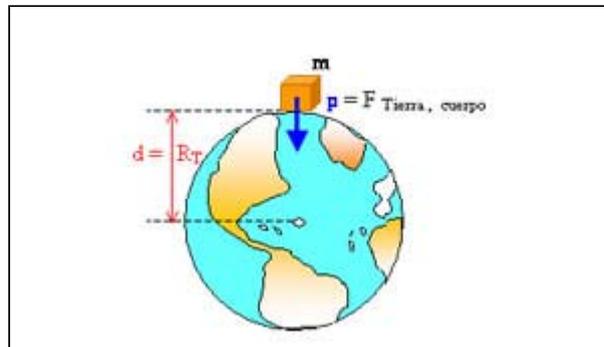
Ejemplo

Calcular la fuerza con la que la Tierra atrae a un cuerpo cualquiera de masa m que se encuentra sobre su superficie, sabiendo que la masa de la Tierra $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ y su radio $6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$

Dato: la constante de gravitación universal vale $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

Solución:

Aplicaremos la ley de la Gravitación Universal.



$$G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot m}{(6,4 \cdot 10^6)^2} = 9,8 \cdot m$$

En este resultado, vemos que si multiplicamos la masa m de un cuerpo por 9,8 obtenemos la fuerza con que lo atrae la Tierra, que es el peso. Así podemos entender mejor la relación que existe entre la masa y el peso. Este 9,8 N/kg nos da el valor de la aceleración de la gravedad en las proximidades de la superficie del planeta Tierra.

▶ Para saber más

Ley de Newton de la Gravitación Universal

Haremos clic en Gravitación Universal y nos encontraremos con los siguientes vínculos de interés para visitar:

Isaac Newton Breve reseña de la vida del científico inglés.

Inmediata Vemos una aplicación numérica de la ley.

Superficie terrestre Vemos la aceleración de la gravedad en otros planetas y un applet para comprobar que la caída libre es independiente de la masa de los cuerpos. Al final nos propone cinco ejercicios con autoevaluación.

Ejercicios Nos proponen otros cinco ejercicios con autoevaluación

<http://personal.iddeo.es/romeroa/gravedad/index.htm>

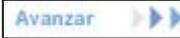
Caída libre de los cuerpos

En la siguiente dirección podemos comprobar como la caída libre de los cuerpos, en el vacío, es independiente de la masa de los cuerpos

<http://newton.cnice.mec.es/4eso/gravitatorio/gravedad-indice.htm>

El menú de esta página del proyecto Newton es el siguiente:

- ▶ Objetivos de la unidad
- ▶ La caída de los cuerpos
- ▶ La masa y el peso de los cuerpos
- ▶ Midiendo la intensidad de g
- ▶ La gravedad más allá de la Tierra
- ▶ Evaluación

Debemos ir haciendo clic de arriba hacia abajo en el menú para ver todo el tema. Cuando en una pantalla aparezca en el vértice superior derecha la palabra:  haremos clic en ella.

Al final puedes hacer una Autoevaluación. En las escenas (applets, animaciones) haz clic en A1, A2, A3, ... y se abre una ventanita con instrucciones de lo que se debe hacer.

Dinámica

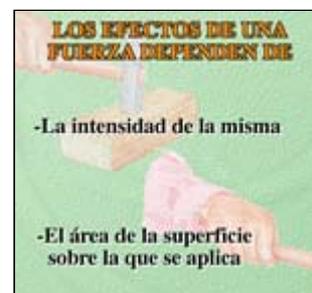
Efectos de las fuerzas: presión



Si golpeamos un trozo de madera con un martillo, podemos llegar a dejar una huella. En cambio, si lo hacemos con una hacha, utilizando la misma intensidad, probablemente logremos partirlo en dos.

Esto es debido a que los efectos que produce una fuerza no sólo dependen de la intensidad de la misma, sino también del **área de la superficie** sobre la que se aplica la fuerza.

Así, en este ejemplo, el hacha ejerce la fuerza sobre un área bastante menor. Así pues, es evidente que existe una relación entre la fuerza que se ejerce y la superficie sobre la que se aplica. Esta relación se conoce como **presión**.



$$P = \frac{F}{S}$$

La **presión** es una magnitud que mide la fuerza que se ejerce por unidad de superficie de contacto, y se halla o calcula realizando el cociente entre la intensidad de la fuerza aplicada sobre un cuerpo y la superficie sobre la que se aplica dicha fuerza.

Puesto que la unidad de la fuerza es el newton y la de la superficie el metro

cuadrado, la **unidad de presión** será el **newton** dividido por **metro cuadrado**.

MAGNITUDES Y UNIDADES DEL SI		
Magnitud	Unidad	Símbolo de la unidad
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
temperatura	kelvin	K
corriente eléctrica	amperio	A
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd
ángulo	radián	rad
fuerza	newton	N
superficie	metro cuadrado	m ²
presión	newton/metro cuadrado	pascal Pa

Unidad de presión

Esta unidad, reconocida en el sistema internacional, se conoce como **pascal**, y corresponde a la presión que ejercemos al aplicar una fuerza de un **newton** sobre una superficie de un **metro cuadrado**.

Los efectos deformadores de una fuerza sobre un cuerpo dependen de la presión que se ejerza. A mayor presión, mayor **deformación**.

Si caminamos por la nieve, nuestros pies se hundirán en ella, ya que la superficie de nuestros zapatos es pequeña y ejercemos mucha presión sobre la nieve. En cambio, si usamos esquíes, la superficie será mayor y la presión menor, logrando no hundirnos.



Ejemplo 1

Un esquiador de 80 kg de masa se encuentra de pié en la nieve con unas botas cuyas suelas tienen una superficie total de 250 cm². Calcular la presión que el esquiador ejerce sobre la nieve.

Solución:

La presión **p** es la fuerza **F** ejercida sobre la unidad de superficie **S** :

$$p = \frac{F}{S}$$

En este caso ¿qué fuerza ejerce el esquiador sobre la nieve? Pues una fuerza igual a su peso **P**., con lo que podemos escribir la ecuación anterior de ésta otra manera:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Sabemos que el peso lo podemos calcular multiplicando su masa por la gravedad (que tomaremos por 10 N/kg):

$$P = m \cdot g = 80 \cdot 10 = 800 \text{ N}$$

Trabajaremos en el Sistema Internacional de unidades, con lo que tenemos que expresar la superficie en m^2 :

$$S = 250 \text{ cm}^2 = 250 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Sustituyendo en (1) calculamos la presión:

$$p = \frac{P}{S} = \frac{800 \text{ N}}{2,50 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 32000 \text{ Pa}$$

Ejemplo 2

¿Cómo se modificaría el resultado del ejercicio anterior si el esquiador se apoyara en unos esquís de 2600 cm^2 de superficie total?

Solución:

La superficie en la que se apoya ahora el esquiador es:

$$S' = 2600 \text{ cm}^2 = 2600 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,26 \text{ m}^2$$

Si no consideramos el peso de los esquís, la presión sobre la nieve será:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P}{S} = \frac{800 \text{ N}}{0,26 \text{ m}^2} = 3077 \text{ Pa}$$

Sobre los esquís el esquiador se hundirá mucho menos en la nieve ya que la presión que ejerce unas diez veces menor.

Principio de Arquímedes y presión atmosférica

La **deformación** que se produce al aplicar una fuerza, depende de la **forma del cuerpo** que aplica la fuerza y también de la **naturaleza del cuerpo** sobre la que se aplica. Veamos qué sucede en los líquidos y en los gases:

► Presión en líquidos.

Todo **líquido** ejerce una presión sobre los cuerpos que están sumergidos en él, los cuales deben

soportar una fuerza igual al peso del líquido que hay encima de ellos. La presión originada por los líquidos aumenta con la profundidad y se ejerce en todas las direcciones.

*Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un **empuje vertical** y hacia arriba cuyo valor es el peso del **volumen del líquido desalojado** por el cuerpo. (Principio de Arquímedes)
Si el peso del cuerpo sumergido es mayor que el empuje se hundirá, y si es menor flotará.*



► Presión en gases.



Todo **gas** ejerce una presión sobre los cuerpos a los que rodea. Esto se produce debido que dichos cuerpos deben soportar la fuerza producida por el peso del gas que hay por encima de ellos.

La presión que ejercen los gases, al igual que la de los líquidos, se realiza en todas las direcciones.

*La atmósfera ejerce presión sobre todos los cuerpos del planeta. Esta presión se denomina **presión atmosférica**. Esta disminuye con la altura.*

► Para saber más

Presión en los líquidos

A la izquierda de la página aparece el menú de las distintas páginas enlazadas. Además del concepto de presión y sus unidades, podemos ver el de presión en los líquidos y el Principio de Pascal. Como en todas las páginas de este proyecto se pueden realizar ejercicios y una autoevaluación

<http://newton.cnice.mecd.es/4eso/presion/index.html>

Presión atmosférica. Principio de Arquímedes

Otra página muy interesante del proyecto Newton sobre la presión. Página del proyecto Newton sobre la presión.

En esta se aborda el concepto de presión atmosférica (¿Qué es? ¿Cómo se mide? ¿Cómo varía?) y también nos expone el Principio de Arquímedes, donde nos explican el origen de la fuerza (empuje) que ejercen los fluidos sobre los cuerpos que están en su interior. Como en todas las páginas de este proyecto se pueden realizar problemas y una autoevaluación

<http://newton.cnice.mecd.es/4eso/presion2/index.htm>

Presión en los líquidos (Presión hidrostática)

Un applet (animación) de fácil manejo para visualizar el concepto de presión en los líquidos. Pinchando con el ratón el bloque de color rojo lo arrastramos hasta introducirlo dentro del líquido y así ver la presión ejercida por éste.

Podemos probar con varios líquidos (agua, alcohol, mercurio, ...)

http://www.walter-fendt.de/ph14s/hydrostpr_s.htm

Principio de Arquímedes: fuerza de empuje

Otro applet (animación) de Walter Fendt de fácil manejo para practicar sobre el Principio de Arquímedes y medir la fuerza empuje que ejercen los líquidos sobre los sólidos sumergidos en él.

Pinchando con el ratón el bloque de color magenta que cuelga del dinamómetro lo arrastramos hasta introducirlo dentro del líquido y así ver el empuje ejercido por éste.

Podemos cambiar la densidad del líquido, la del cuerpo que sumergimos y el tamaño de éste (la base y la altura)

Podemos utilizar este applet y el anterior para plantearnos actividades numéricas sobre estos fenómenos y comprobar si el resultado que nosotros obtenemos coincide con el que nos da el applet.

http://www.walter-fendt.de/ph14s/buoyforce_s.htm

Principio de Arquímedes.

Este applet nos permite comprobar que el empuje es igual al peso del líquido desalojado.

http://webphysics.ph.msstate.edu/javamirror/ntnujava/buoyantForce/buoyantForce_s.html

