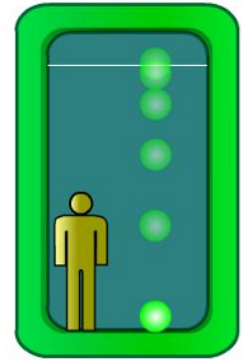


La fuerza entre masas

La Tierra atrae a los cuerpos hacia su centro ejerciendo sobre ellos una acción denominada **fuerza de gravedad** que, a diferencia de las fuerzas vistas hasta ahora, se ejerce sin que exista contacto (aparentemente).

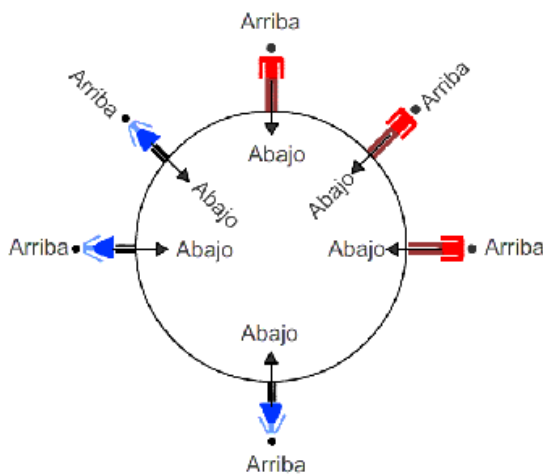
La fuerza de gravedad es la responsable de que los cuerpos caigan con movimiento uniformemente acelerado (ver figura). El valor de la aceleración de caída de los cuerpos (llamada también **valor del campo gravitatorio terrestre**) es, aproximadamente, constante en la superficie de la Tierra y vale 10 m/s^2 (más exactamente $9,81 \text{ m/s}^2$).



Los cuerpos caen con una aceleración de 10 m/s^2 , aproximadamente

Isaac Newton⁽¹⁾ fue el primero que describió matemáticamente la fuerza de la gravedad. Las características fundamentales de esta fuerza son:

- 1) Los cuerpos se atraen por el hecho de tener masa.
- 2) La fuerza de atracción es proporcional a la masa de los cuerpos y está dirigida hacia sus centros.
- 3) La fuerza de atracción disminuye muy rápidamente al aumentar la distancia. La distancia, cuando los cuerpos son grandes, ha de medirse entre sus centros.



La fuerza con la que la Tierra atrae a los cuerpos **apunta siempre hacia su centro**, y es la que nos mantiene pegados a la superficie del planeta. La dirección en la que actúa es la que marca la dirección arriba-abajo.

Podemos medir la fuerza (en N) con la que determinado objeto de masa m es atraído por la Tierra colgándolo de un dinamómetro y leyendo lo que marca.

Si haces la experiencia podrás observar que la fuerza con que la Tierra atrae a un objeto de 100 g ($0,1 \text{ kg}$) es $1,0 \text{ N}$.

Es fácil darse cuenta de que **la fuerza con que la Tierra tira de un cuerpo y su masa, no son lo mismo**, aunque en el lenguaje corriente se confunden.

A la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo se le llama peso.

Entre el peso y la masa existe la siguiente relación:

<p>Peso= Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo de masa m. Se mide en newtons (N)</p>	$P = m g$	<p>Aceleración de la gravedad (valor del campo gravitatorio). Es constante y vale, aproximadamente, 10 m/s^2 (más exactamente $9,81 \text{ m/s}^2$).</p>
	<p>Masa del cuerpo en kilogramos (kg).</p>	

Ejemplo 1.

Calcular la fuerza con la que un cuerpo de 70 kg es atraído por la Tierra.

Solución:

La fuerza con que la Tierra atrae a un objeto se conoce como **peso** y para un cuerpo de 70 kg , vale:

$$P = m g = 70 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 700 \text{ N}$$

⁽¹⁾ Isaac Newton (1642-1727), físico inglés "gloria del género humano" según se puede leer en su tumba, situada en lugar preferente en la abadía de Westminster, enunció las leyes de la Dinámica, descubrió la Ley de Gravitación Universal, elaboró una teoría sobre la naturaleza de la luz y los colores e hizo importantes contribuciones en óptica. Está considerado como uno de los grandes científicos de todos los tiempos.

La aceleración de la gravedad (o valor del campo gravitatorio) no es el mismo para todos los astros, ya que depende de su masa y de su radio. De ahí que el peso del mismo objeto (o fuerza con que es atraído por el astro considerado) no sea el mismo. En la tabla se facilita el valor de la gravedad para algunos astros del sistema solar.

	g (m/s ²)
Sol	274,0
Mercurio	3,7
Venus	8,9
Tierra	9,8
Luna	1,6
Marte	3,7
Júpiter	23,2
Saturno	9,1
Urano	9,0
Neptuno	11,0

Ejemplo 2.

Calcula el peso de un cuerpo de 50 kg en la Tierra, la Luna, Marte y Júpiter.

Solución:

El peso, o fuerza con que un astro atrae a un cuerpo, es igual al producto de la masa por el valor de la aceleración de la gravedad. Esta última depende de la masa y del radio del astro, así que varía para los distintos planetas del sistema solar.

$$\text{Peso en la Tierra: } P_T = m g_T = 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 500 \text{ N}$$

$$\text{Peso en la Luna: } P_L = m g_L = 50 \text{ kg} \cdot 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 80 \text{ N}$$

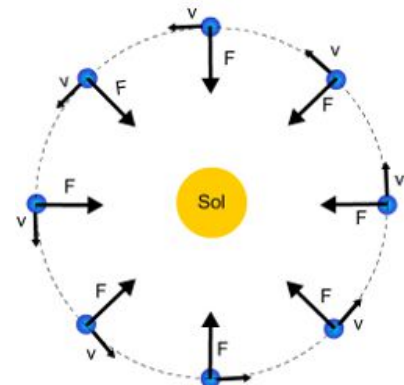
$$\text{Peso en Marte: } P_M = m g_M = 50 \text{ kg} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 185 \text{ N}$$

$$\text{Peso en Júpiter: } P_J = m g_J = 50 \text{ kg} \cdot 23,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1160 \text{ N}$$

La fuerza de gravedad es “el pegamento” que mantiene unido todo el universo haciendo que, por ejemplo, los planetas orbiten alrededor del Sol.

Cuando una fuerza actúa perpendicularmente a la dirección de la velocidad en que se mueve un objeto, produce una variación en la dirección de la velocidad (no en su módulo), haciendo que el objeto no describa una línea recta, sino una curva.

Como la fuerza de gravedad es una fuerza que actúa dirigida siempre hacia el centro del Sol, provoca que la dirección de la velocidad de los planetas varíe constantemente obligándolos a describir órbitas prácticamente circulares (en realidad elípticas).



La fuerza de gravedad apunta constantemente hacia el Sol y actúa perpendicularmente a la dirección de la velocidad, provocando un cambio continuo en la dirección de v que hace que los planetas se muevan en órbitas prácticamente circulares

La Tierra describe una órbita casi circular alrededor del Sol con un radio de 150 000 000 km⁽²⁾ y tarda en dar una vuelta completa 365,25 días. Esto arroja una velocidad, supuesta constante, de unos 100 000 km/h.

Debido a la magnitud de las distancias manejadas en astronomía se utiliza como medida de las mismas el tiempo-luz, definido como la distancia que recorre la luz en un tiempo dado:

Segundo-luz: distancia recorrida por la luz en un segundo.

Año-luz: distancia recorrida por la luz en un año.

Como la velocidad de la luz es 300 000 km/s un año luz equivale a:

$$e = c \cdot t = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \frac{3600 \cancel{\text{s}}}{1 \cancel{\text{h}}} \frac{24 \cancel{\text{h}}}{1 \cancel{\text{día}}} \frac{365 \cancel{\text{días}}}{1 \text{ año}} = 9,5 \cdot 10^{12} \frac{\text{km}}{\text{año}} \approx 10 \cdot 10^{12} \frac{\text{km}}{\text{año}}$$

$$\boxed{1 \text{ año - luz} \approx 10 \cdot 10^{12} \text{ km (10 billones de kilómetros)}}$$

Usando el año-luz como unidad la Luna está situada a 1,3 segundos-luz y el Sol a unos 8 minutos-luz.

⁽²⁾ La distancia entre la Tierra y el Sol, se usa como unidad para medir distancias en astronomía y recibe el nombre de “unidad astronómica” (ua). 1 ua = 150 000 000 km. Así la distancia entre el Sol y la Tierra es 1 ua, entre el Sol y Marte 1,5 ua y entre el Sol y Júpiter 5,2 ua.

La fuerza entre cargas

Cualquier partícula material, además de tener masa contiene en su interior cargas eléctricas positivas y negativas (denominación atribuida a Benjamín Franklin), que como es sabido son portadas por los protones y electrones.

La existencia de la carga eléctrica da lugar a una nueva interacción fundamental en la naturaleza cuyas características básicas son las siguientes:

- 1) Cargas de distinto signo se atraen y del mismo se repelen.
- 2) La fuerza de atracción o repulsión es proporcional a la carga.
- 3) La fuerza de atracción o repulsión disminuye muy rápidamente al aumentar la distancia.

Llama la atención la similitud entre la fuerza entre cargas y la fuerza entre masas, aunque también existen algunas diferencias. La tabla siguiente recoge una comparación entre ambas fuerzas:

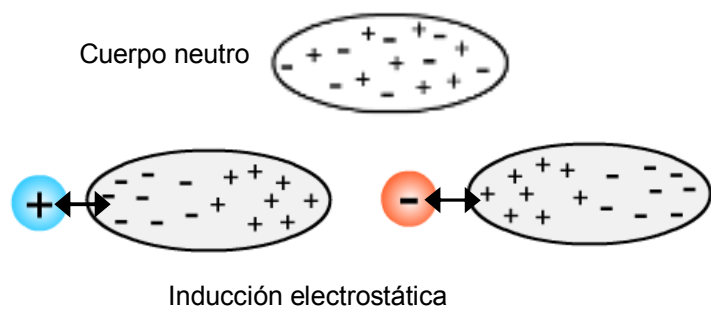
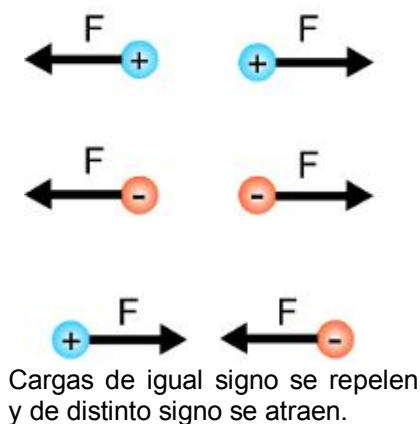
Recuerda que...

Para obtener átomos con carga positiva (cationes) debemos de quitar electrones a los átomos neutros.

Para obtener átomos con carga negativa (aniones) el átomo neutro debe de captar electrones.

Los átomos cargados reciben el nombre genérico de iones.

La fuerza entre masas...	La fuerza entre cargas...
Se ejerce entre dos cuerpos por el hecho de tener masa.	Solamente se ejerce entre cuerpos con carga.
Es siempre atractiva.	Puede ser atractiva y repulsiva, ya que existen dos tipos de carga (positiva y negativa).
Es proporcional a las masas de los cuerpos.	El proporcional a las cargas de los cuerpos.
Se ejerce sin que exista contacto entre las masas	Se ejerce sin que exista contacto entre las cargas.
Disminuye muy rápidamente al aumentar la distancia entre los cuerpos.	Disminuye muy rápidamente al aumentar la distancia entre las cargas.
Su valor no depende del medio (aire, agua...) en el que se encuentren los cuerpos que se atraen.	Su valor depende del medio (aire, agua...) en el que se encuentren los cuerpos cargados. Algunos medios no transmiten la fuerza eléctrica. Se denominan aislantes.
Para que sea medible los cuerpos tienen que tener masas muy grandes.	Su valor es medible incluso cuando las cargas sean muy pequeñas.



Si se acerca un objeto con carga a un cuerpo neutro (igual número de cargas positivas y negativas) se produce una separación de cargas en su interior y aparece una fuerza de atracción.

Una manera de electrizar un cuerpo es por frotamiento. De esta manera se logra que salten electrones y el cuerpo adquiere carga.

La carrocería (metálica) de los automóviles puede adquirir carga debido al frotamiento con el aire, por eso algunas veces podemos recibir una descarga al tocar las partes metálicas del automóvil.

Al frotar con un paño un trozo de vidrio o de plástico, este se carga y después puede atraer pequeños trozos de papel por inducción (ver figura).