

# LAS FUERZAS EN LA NATURALEZA

## 1. FUERZA GRAVITATORIA

**1.1 Ley de la Gravitación Universal:** La fuerza de atracción mutua entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que les separa.

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

$$G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

**1.2 Peso de un cuerpo:** es la fuerza que la Tierra ejerce sobre los cuerpos situados en su superficie. No debemos confundirla con la masa que es una característica del cuerpo en sí. **El peso es propio del planeta Tierra y varía de unos planetas a otros en función de su masa y su tamaño, mientras la masa permanece constante.**

$$p=m \cdot g.$$

## 2. FUERZA ENTRE CARGAS ELÉCTRICAS

### 2.1 NATURALEZA DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

**Electricidad:** Es un fenómeno físico debido a las fuerzas que aparecen entre las partículas cargadas eléctricamente de la materia.

Los fenómenos eléctricos se pueden explicar a partir de la estructura eléctrica de la materia. **Todos los cuerpos están formados por átomos que se componen por núcleo y corteza.**

En el **núcleo** están los **protones** que tienen **carga positiva** y los **neutrones** que **no tienen carga.**

En la **corteza** se encuentran los **electrones**, con **carga negativa**, estos no se encuentran ligados al núcleo como en el caso de los protones.

La carga eléctrica del protón y del electrón es la misma, pero de signo contrario, como el número de protones y de electrones de un átomo es el mismo, el átomo será eléctricamente neutro, por lo tanto la materia, compuesta por átomos también será neutra.

Pero como los átomos pueden perder o ganar electrones, la materia puede adquirir carga positiva cuando pierde electrones o negativa cuando los gana.

**El origen de la carga eléctrica de los cuerpos está en el desequilibrio entre el número de protones y electrones de sus átomos.**

En un sistema aislado formado por varios cuerpos pueden trasladarse electrones de uno de los átomos de un cuerpo al de otro, de forma que la carga eléctrica negativa que adquiere un cuerpo es igual a la carga eléctrica positiva que adquiere el otro.

**La carga eléctrica total de un sistema aislado permanece constante. La suma de las cargas positivas y negativas no varía.**

Como vimos anteriormente un cuerpo adquiere carga positiva cuando pierde electrones y carga negativa cuando los gana. Por eso la unidad natural de carga eléctrica es la carga del electrón. Cualquier carga eléctrica  $q$ , positiva o negativa, se puede expresar como:

$$q = \pm ne$$

siendo  $n$  un número entero y  $e$  la carga del electrón. La carga del electrón no es una unidad práctica de carga debido a que su valor es muy pequeño. **En el SI se fijó como unidad el culombio, que es la unidad de cantidad de electricidad equivalente a  $6,25 \cdot 10^{18}$  e-**

Un cuerpo neutro adquiere carga de + 1 C cuando pierde esa cantidad de electrones y adquiere una carga de – 1 C cuando los gana. Por lo tanto el valor absoluto de la carga del electrón se puede expresar como:

$$\frac{1 \text{ electrón}}{6,25 \cdot 10^{18} \left( \frac{\text{electróns}}{C} \right)} = 1,6 \cdot 10^{-19} C (\text{carga de 1 electrón})$$

#### **Propiedades de la carga eléctrica**

- Es una propiedad intrínseca de la materia.
- Hay dos tipos, positiva y negativa.
- Los cuerpos cargados con el mismo tipo de carga se atraen
- Los cuerpos cargados con distinto tipo de carga se repelen.
- La unidad de carga eléctrica natural es el electrón, pero es muy pequeña. Por eso se utiliza en el S.I. el Culombio

**Electrización:** es el proceso por el que los cuerpos adquieren carga eléctrica.

### **Formas de electrizar un cuerpo**

**Electrización por frotamiento:** al frotar dos cuerpos, parte de las cargas eléctricas pasan de uno a otro quedando uno cargado positivamente y el otro negativamente.

**Electrización por inducción:** se produce al acercar un cuerpo previamente cargado a otro que no lo está, en este último, se produce una distribución de la carga que produce la polarización del cuerpo.

**Electrización por contacto:** cuando entran en contacto un cuerpo cargado con otro que no lo está, se distribuyen las cargas sobrantes quedando los cuerpos cargados con la misma carga.

## **2.2. INTERACCIONES ENTRE CARGAS. LA LEY DE COULOMB**

**Ley de Coulomb:** la fuerza con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas actúa en la dirección entre ambas cargas, y es directamente proporcional a su cantidad de carga e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$  (en el vacío)

F es la fuerza entre las cargas y se mide en Newton

$q_1$  y  $q_2$  son las cargas que se atraen o repelen, se miden en Culombios

d es la distancia que existe entre las cargas, se mide en metros.

**Si la fuerza es positiva (cargas del mismo signo) las cargas se repelen.**

**Si la fuerza es negativa (cargas opuestas) las cargas se atraen**

## ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS ENTRE LA FUERZA GRAVITATORIA Y LA FUERZA ELÉCTRICA

FUERZA GRAVITATORIA	FUERZA ELÉCTRICA
La masa es una magnitud que se define con un número y su unidad. En el SI se mide en kilogramos.	La carga es una magnitud que se define con un número y su unidad. En el SI se mide en culombio (1 culombio = $6,25 \cdot 10^{18}$ electrones)
Sólo existe un tipo de masa.	Existen dos tipos de carga eléctrica, que son positiva y negativa.
Entre las masas sólo existen fuerzas de atracción.	Entre cargas eléctricas, existen fuerzas de atracción y repulsión, según se trate de cargas del distinto signo o del mismo, respectivamente.
La fuerza gravitatoria es universal, todos los cuerpos del universo se atraen.	La fuerza eléctrica no es universal, ya que sólo se manifiesta entre cuerpos cargados eléctricamente.
La fuerza gravitatoria es débil, sólo se aprecia entre masas muy grandes.	La fuerza eléctrica es mucho más intensa que la gravitatoria.
La fuerza gravitatoria no depende del medio en que se encuentren las masas.	La fuerza entre las cargas depende del medio en que estas se encuentren.

### 4. MAGNETISMO

**Magnetismo** es un fenómeno por el que algunos objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre determinados materiales.

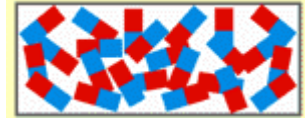
Un **imán** es un objeto capaz de atraer a ciertos objetos metálicos como los elaborados de hierro, estos pueden ser **naturales** como la magnetita, **artificiales** creados al frotar hierro o acero con magnetita o **electroimanes**, en los que la atracción magnética es debida a la corriente eléctrica.

#### Aspectos básicos del magnetismo

□ Los imanes producen un **campo magnético** a su alrededor, es decir, una **zona del espacio donde se percibe su atracción magnética**. Esta atracción se representa por **líneas de campo magnético** que son las trayectorias que seguirían las partículas que resultaran atraídas por el campo magnético del imán. **El campo será tanto más**



Las partículas de una sustancia magnética se agrupan en conjuntos que se comportan como pequeños imanes, estos imanes están orientados al azar en todas las direcciones de modo que los campos magnéticos que originan se contrarrestan entre si, por lo tanto esta sustancia no tiene comportamiento de imán.



Cuando una sustancia magnética se frota con un imán natural, este actúa sobre los pequeños imanes y hace que sus campos magnéticos se alineen todos en la misma dirección, originando así un campo magnético intenso, por lo que la sustancia se convierte en un imán.

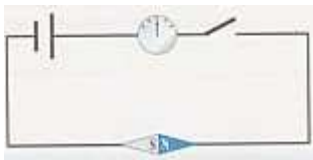


## 5. ELECTROMAGNETISMO

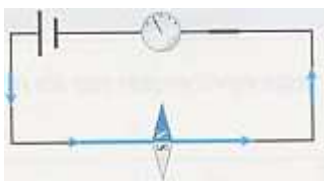
La electricidad y el magnetismo son manifestaciones de una misma realidad: el electromagnetismo. En la naturaleza se observa que el movimiento de un imán puede crear una corriente eléctrica y, a la vez, la corriente eléctrica (cargas en movimiento) genera un campo magnético.

### 5.1 UNA CORRIENTE ELÉCTRICA SE COMPORTA COMO UN IMÁN

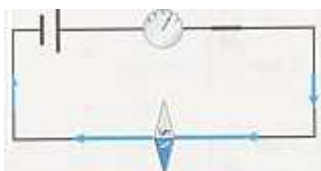
Oersted comprobó que el **paso de corriente eléctrica por un conductor produce un campo magnético.**



Cuando el circuito está abierto, la brújula situada debajo del conductor presenta su orientación natural.



Al cerrar el círculo, la aguja se coloca perpendicularmente a la dirección del paso de la corriente.



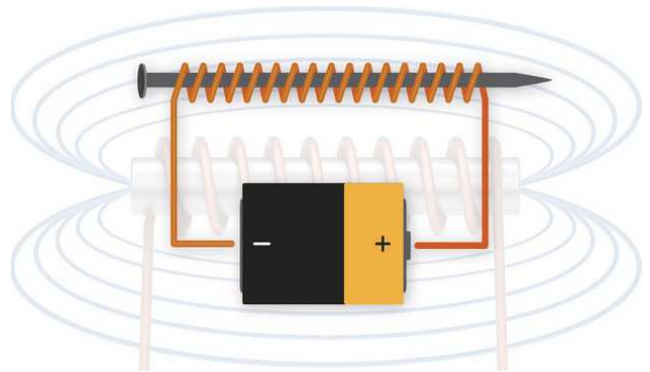
Al invertir el sentido de la corriente, la aguja gira en sentido contrario y se coloca, de nuevo, perpendicular al conductor.

### ¿A qué es debida la desviación de la brújula en el experimento de Oersted?

La **corriente que circula por el conductor produce un campo magnético**, que actúa sobre la aguja imantada y la desvía. La corriente eléctrica orienta la brújula, por lo que el hilo conductor de la corriente se comporta como un imán, al cambiar el sentido de la corriente, cambia el sentido de su comportamiento magnético, es decir, se intercambian los polos magnéticos.

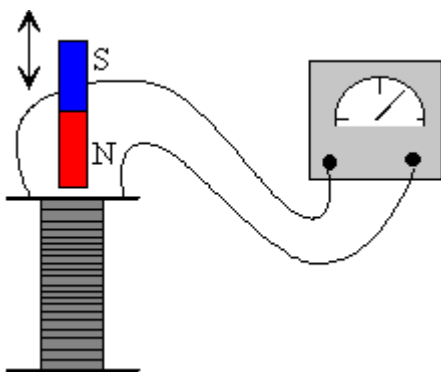
Una carga eléctrica en reposo sólo produce fenómenos electrostáticos, pero en cambio, una carga en movimiento origina también, en el espacio que la rodea, un campo magnético.

Los **electroimanes** están basados en esta circunstancia para producir un imán no permanente, que se puede manejar utilizando la corriente eléctrica. Un electroimán es un imán formado por un núcleo de un material ferromagnético, rodeado por espiras de un hilo conductor que, al aplicarle una diferencia de potencial en sus extremos, crea un campo magnético.



## 5.2 UN IMÁN PUEDE GENERAR CORRIENTE ELÉCTRICA

Faraday demostró que un **campo magnético que se mueve, produce una corriente eléctrica, llamada inducida, en un conductor que se encuentre próximo.**



Cuando se mueve un imán dentro de una bobina de hilo de cobre, se produce una corriente eléctrica. La corriente circula en un sentido cuando el imán entra y en el contrario cuando sale. Si no hay imán o el imán no se mueve, aunque esté dentro de la bobina, no se produce corriente eléctrica.

El campo magnético variable crea una corriente eléctrica en la bobina, esta corriente existe mientras exista variación del campo magnético y será tanto mayor cuanto mayor sea la rapidez de esa variación.

## EJERCICIOS

1. Explica como varía la fuerza eléctrica entre dos cargas si la distancia entre ellas:

- a) Se reduce a la mitad.
- b) Aumenta al doble de su valor.

2. Calcula la fuerza que aparece entre dos cargas de  $+ 2 \mu\text{C}$  y de  $- 3 \mu\text{C}$ , situadas en el vacío a una distancia de  $0,3 \text{ mm}$ , indicando si es una fuerza de atracción o de repulsión.

3. Determina la fuerza con que se repelen dos cargas de  $+ 0,2 \mu\text{C}$  y  $+ 0,5 \mu\text{C}$ , que están sumergidas en agua y separadas a una distancia de  $3 \text{ cm}$ . Indica si esta fuerza es mayor ó menor que si estuviese en el vacío. La constante  $K$  en el agua vale  $1,12 \cdot 10^8 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ .

4. Encuentra a qué distancia deben situarse dos cargas de  $+ 1 \text{ C}$  en el vacío para que se repelan con una fuerza de  $9 \cdot 10^9 \text{ N}$ .

5. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Un cuerpo con carga positiva aumenta su carga al perder los electrones.
- b) Los cuerpos cargados positivamente carecen de electrones.
- c) La carga eléctrica total de un sistema aislado no varía.
- d) Si dos cargas eléctricas iguales se separan, la fuerza eléctrica entre ellas disminuye.

6. Calcula el valor de dos cargas eléctricas negativas iguales que están separadas, en el vacío, a una distancia de  $12 \text{ cm}$  y que se repelen con una fuerza de  $0,02 \text{ N}$ .

7. Responde verdadero o falso y redacta de forma correcta los enunciados falsos.

- a) Una analogía entre la fuerza gravitatoria y la eléctrica es que la masa y la carga son magnitudes que quedan definidas con un solo número.
- b) Una analogía entre la fuerza gravitatoria y la eléctrica es que las fuerzas que existen entre las masas y las cargas son solo de atracción.
- c) Una analogía entre la fuerza gravitatoria y la eléctrica es que ambas son universales.



8. Explica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Un cuerpo que se frota y se carga positivamente ha recibido un exceso de protones.
- b) La fuerza que se ejerce entre dos cargas eléctricas es siempre de atracción.
- c) La fuerza eléctrica es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional a la distancia que las separa.
- d) Si dos cargas se atraen con una cierta fuerza, al duplicar la distancia entre ellas la fuerza se hace cuatro veces mayor.
- e) Dos cargas del mismo signo, a una distancia  $r$ , se repelen con la misma fuerza con la que se atraen dos cargas negativas a igual distancia, si estas tienen el mismo valor.
- f) Dos cargas del mismo signo situadas a una distancia  $r$  se repelen con una fuerza doble que esas mismas cargas separadas el doble de distancia.
- g) Dos cargas de distinto signo situadas a una distancia  $r$  se repelen con la mitad de la fuerza que dos cargas de valor doble.

9. Escribe las expresiones matemáticas de la ley de gravitación universal de Newton y la ley de Coulomb y establece analogías y diferencias entre ellas.

10. Indica cuáles de las siguientes frases son verdaderas y escribe las falsas de forma correcta:

- a) Si acercamos dos imanes por los polos diferentes se repelen.
- b) Si fragmentamos un imán, cada fragmento tendrá un polo norte y un polo sur.
- c) La magnetita es un imán temporal.
- d) Toda carga eléctrica crea un campo magnético.

11. ¿Quién descubrió el efecto magnético de la corriente eléctrica?. Describe el experimento que realizó.

12. ¿Quién descubrió que un campo magnético puede crear una corriente eléctrica?

13. Si la carga de 1 C equivale a la carga de  $6,3 \cdot 10^{18}$  electrones, calcula la carga aproximada de un electrón.

14. Investiga por qué el polo norte de un imán se dirige al polo norte de la Tierra, si los polos idénticos se repelen.

15. Cada una de las siguientes frases contiene un error, indica cuál es y escríbelas de forma correcta.

- a) Al aumentar la carga de los cuerpos disminuye la fuerza de atracción entre ellos.
- b) Al aumentar la distancia que separa dos cuerpos cargados, aumenta la fuerza entre ellos.
- c) Tenemos dos cuerpos con el mismo tipo de carga eléctrica. Si cambia el signo de la carga de ambos los cuerpos se atraen.

16. Dibuja las fuerzas magnéticas que se producen en los siguientes pares de imanes

a)



b)



17. ¿Cómo se puede saber el campo magnético de un imán?