

ELECTRICIDAD

1-	NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD	1
*	LA UNIDAD DE CARGA ELÉCTRICA.....	2
*	MÉTODOS DE ELECTRIZACIÓN.....	3
*	MATERIALES CONDUCTORES Y AISLANTES.....	3
2-	FUERZAS ELÉCTRICAS.....	4
3-	CAMPO ELÉCTRICO.....	5
4-	CORRIENTE ELÉCTRICA.....	6
*	INTENSIDAD DE CORRIENTE.....	7
*	DIFERENCIA DE POTENCIAL.....	7
*	LEY DE OHM. RESISTENCIAS	8
*	TRABAJO Y POTENCIA ELÉCTRICA.....	11
5-	ELECTROMAGNETISMO	13

1- NATURALEZA DE LA ELECTRICIDAD

La materia tiene una propiedad llamada carga, que se manifiesta por medio de una serie de fenómenos denominados eléctricos.

Estos fenómenos eran conocidos ya por Tales de Mileto (ca. 640-546 a. C.), que comprobó que el ámbar (elektron, en griego), frotado con un trapo de lana, atraía pelos, virutas de madera y otros objetos ligeros.

A finales del siglo XVI, W. Gilbert comprobó que el cuarzo, el vidrio y el azufre compartían las propiedades del ámbar, y llamó a esa desconocida fuerza, **electricidad**.

Observa las experiencias siguientes.

1. Frotamos fuertemente una varilla de vidrio con una prenda de seda.
 - Acercamos la varilla a unos trocitos de papel extendidos sobre la mesa.
 - La varilla de vidrio atrae a los trocitos de papel.
2. Frotamos fuertemente una varilla de plástico con una prenda de lana.
 - Acercamos la varilla a los trocitos de papel extendidos sobre la mesa.
 - La varilla de plástico también atrae a los trocitos de papel.

Estos hechos experimentales se interpretan admitiendo que la varilla de vidrio o la varilla de plástico han quedado cargadas eléctricamente. Este fenómeno se denomina *electrización*.

La electrización es el fenómeno por el cual los cuerpos adquieren carga eléctrica.

Del estudio experimental de la atracción y repulsión entre objetos electrizados se llega a la conclusión de que hay dos clases de electricidad o estados eléctricos. Se puede comprobar de la siguiente manera:

- O Frota una barra de vidrio con un trapo de seda y suspéndela de un hilo de seda o de nailon. Si acercas otra barra de vidrio electrizada, notarás una repulsión .
- O Repite el ensayo anterior con dos barras de plástico o ebonita (caucho con azufre) frotadas con un trapo de lana. Observarás que también se repelen .
- O Si después de frotar por separado una barra de vidrio y otra de ebonita o de plástico sujetas una en el aire y acercas la otra, comprobarás que se produce una atracción entre ellas .

Es evidente que las dos barras de vidrio poseen el mismo estado eléctrico, y lo mismo cabe pensar de las dos de ebonita. Por tanto:

Los cuerpos con el mismo estado eléctrico se repelen.

Puesto que las barras de vidrio y de ebonita se atraen, pensaremos que su estado eléctrico es diferente, por lo tanto:

Dos cuerpos con distinto estado eléctrico se atraen.

En el siglo XVIII, Benjamin Franklin, inventor del pararrayos de puntas, sugirió que se llamase positivo al estado eléctrico de los cuerpos que se comportaban como el vidrio, y negativo al de los cuerpos que se electrizaban como el ámbar.

Las cargas eléctricas del mismo signo se repelen y de signos contrarios se atraen

* LA UNIDAD DE CARGA ELÉCTRICA

Las cargas eléctricas provienen de las partículas que constituyen el átomo. Los protones del núcleo de los átomos tienen carga positiva y los electrones que giran alrededor de núcleo tienen carga negativa.

El número de protones de un átomo es igual al número de electrones; por tanto, el átomo es neutro en su conjunto. Ahora bien, un átomo puede ganar electrones, con lo cual queda cargado negativamente; o perderlos, con lo cual queda cargado positivamente.

La unidad de carga eléctrica en el SI es el culombio (C). Equivale a la cantidad de carga eléctrica que poseen $6,3 \cdot 10^{18}$ electrones. Recibe este nombre en honor al físico francés Charles Coulomb (1736-1806)

Frecuentemente, se utilizan en los cálculos cantidades de carga más pequeñas, como el microculombio (μC) y el nanoculombio (nC).

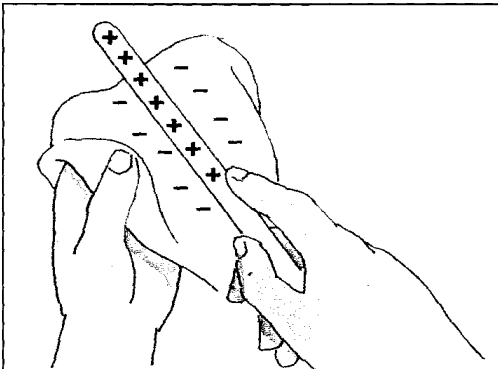
$$10^6 \mu C = C \quad 10^9 \text{ nC} = C$$

La carga del protón y por tanto la del electrón ya que tienen la misma pero de diferente signo es $1,6 \cdot 10^{-19} C$

* MÉTODOS DE ELECTRIZACIÓN

Como hemos visto, un cuerpo está cargado eléctricamente cuando tiene un exceso de carga positiva o negativa. Veamos ahora los principales métodos para electrizar los cuerpos.

*Electrización por frotamiento

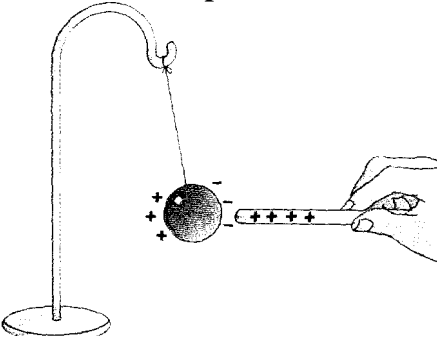


Al frotar la varilla de vidrio con el pañuelo de seda, la varilla cede electrones y queda cargada positivamente, mientras que el pañuelo los adquiere y queda cargado negativamente.

Al frotar la varilla de plástico con el paño de lana, la primera adquiere carga negativa, mientras que el segundo adquiere carga positiva.

Se consigue cargar un cuerpo neutro al frotarlo con otro.

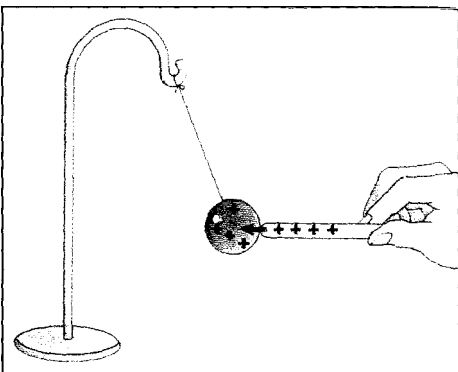
*Electrización por inducción



Cuando acercamos la varilla de vidrio electrizada a la bola neutra, se produce una redistribución de las cargas eléctricas en esta última. La carga neta de la bola no varía, pero la mayor proximidad de las cargas negativas a la varilla hace que la bola sea atraída.

Se consigue cargar un cuerpo neutro al aproximar otro cuerpo cargado eléctricamente

*Electrización por contacto



Al establecer el contacto entre la varilla electrizada y la bola del péndulo, parte de la carga de la primera pasa a la segunda y ambos cuerpos quedan cargados con cargas eléctricas del mismo signo, por lo que se repelen.

Se consigue cargar un cuerpo neutro al ponerlo en contacto físico con un cuerpo electrizado.

* MATERIALES CONDUCTORES Y AISLANTES

Según su comportamiento frente a la electricidad, distinguimos dos clases de materiales: *conductores* y *aislantes*.

Algunos materiales, como los metales, conducen muy bien la electricidad, es decir, permiten el movimiento de los electrones por su interior.

Llamamos MATERIALES CONDUCTORES a aquellos que permiten que las cargas eléctricas se desplacen libremente por su interior.

Así, el cobre es el conductor comúnmente empleado para transportar la electricidad por las instalaciones eléctricas de nuestras casas.

Otros materiales, como el plástico, el vidrio o la madera, no conducen la electricidad, es decir, no permiten el movimiento de los electrones por su interior.

Llamamos MATERIALES AISLANTES a aquellos que no permiten el libre desplazamiento de las cargas eléctricas por su interior.

Por ejemplo, el plástico se usa para recubrir los cables y aparatos eléctricos, ya que no transporta la electricidad y permite que éstos puedan ser manipulados.

En realidad, no es tan clara la distinción entre unos materiales y otros, ya que todos los cuerpos son algo conductores de la electricidad. Cuando decimos que un material es aislante queremos expresar solamente que es muy poco conductor de la electricidad.

2- FUERZAS ELÉCTRICAS.

Fuerzas ELÉCTRICAS, o también llamadas ELECTROSTÁTICAS, son las fuerzas atractivas o repulsivas que aparecen entre los cuerpos que poseen cargas eléctricas.

El primero en estudiar los fenómenos de atracción y repulsión entre cargas desde un punto de vista cuantitativo fue Charles Coulomb. En su honor llamamos ley de Coulomb a la ley que relaciona la fuerza electrostática con los factores de que depende. Esta ley se enuncia así:

LEY DE COULOMB: la fuerza de atracción o de repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

Matemáticamente, la ley de Coulomb se expresa así:

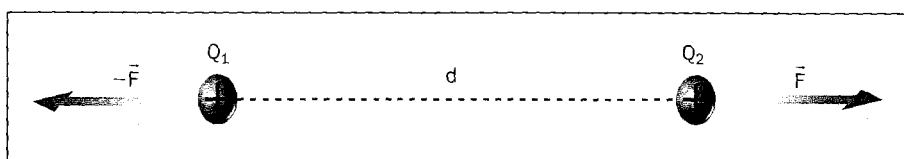
F = fuerza electrostática

q_1 y q_2 = carga eléctrica (en valor absoluto)

d = distancia entre las cargas

K = constante de proporcionalidad

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



El valor de la constante de proporcionalidad K depende del medio. En el vacío es igual a $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$.

Para saber su valor en otros medios puedes consultar la tabla.

<i>Medio</i>	K (Nm^2/C^2)
Aire	$9 \cdot 10^9$
Hielo	$3,1 \cdot 10^9$
Azufre	$2,25 \cdot 10^9$
Vidrio	$2 \cdot 10^9$
Petróleo	$1,6 \cdot 10^8$
Agua	$1,12 \cdot 10^8$

3- CAMPO ELÉCTRICO

Supongamos una habitación que tiene una estufa encendida, la estufa genera calor y origina un cambio de temperatura en su entorno. Si medimos la temperatura en distintos puntos de la habitación observamos que es distinta en cada punto y que es mayor en puntos próximos a la estufa y se va haciendo menor a medida que nos alejamos de ella.

De esto podemos sacar importantes conclusiones: al introducir la estufa en la habitación y encenderla algo cambia en el ambiente, podemos decir que la estufa origina una perturbación en el espacio que la rodea, que se refleja en un cambio de temperatura. Además, el efecto de la estufa disminuye a medida que nos alejamos de ella, luego los valores de la temperatura dependen fundamentalmente de la posición del punto respecto a la estufa.

Denominamos Campo a la zona del espacio en la que se nota la presencia de la estufa. Y como lo que se produce es una variación de la temperatura se trata de un campo de temperaturas.

Las cargas eléctricas al igual que la estufa del ejemplo dejan sentir su influencia alrededor atrayendo o repeliendo a otras cargas y esta influencia disminuye con la distancia, genera a su alrededor un campo de fuerzas.

Denominamos Campo a una zona del espacio en torno a una carga eléctrica en la que se puede medir su influencia.

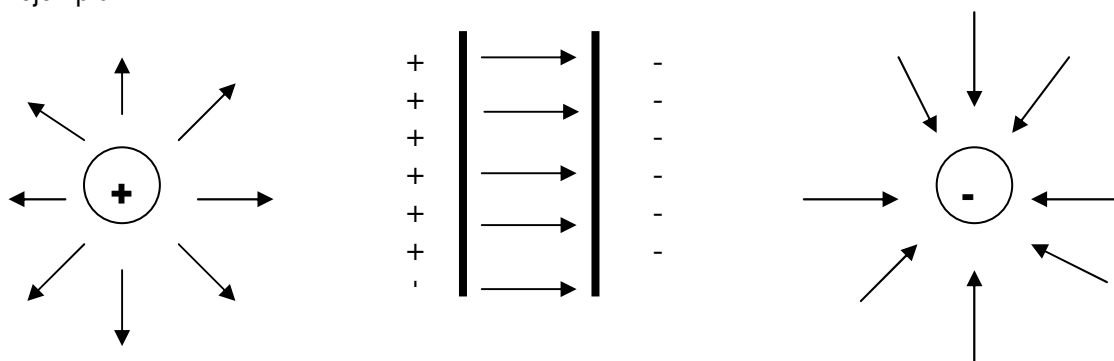
El concepto de campo fue propuesto en el siglo XIX por Faraday y permitió resolver muchos problemas que aparecen cuando se estudian fuerzas que actúan a distancia.

Para poder representar un campo Faraday ideó lo que se llaman las **Líneas de Fuerza** : indican como se movería una partícula introducida en dicho campo. Mejor dicho es la trayectoria que seguiría un cuerpo que se abandona libremente en el campo de otro que se considera fijo. Por convenio y para más comodidad, la carga que se introduzca para medir el campo creado y para dibujar las líneas de fuerza va a ser siempre una carga positiva .

De esta forma resulta que el campo creado por una carga negativa es siempre atractivo y el creado por una positiva es siempre repulsivo.

Las líneas de campo pueden ser cerradas o abiertas. **Si en una zona hay muchas líneas significa que el campo es más intenso**, mientras que si están muy separadas o hay pocas indica que es más débil. **Cuando son líneas paralelas entre sí significa que el campo es uniforme, es decir es un campo donde la fuerza ejercida es la misma en cualquier posición dentro de ese campo.**

Por ejemplo:



4- CORRIENTE ELÉCTRICA

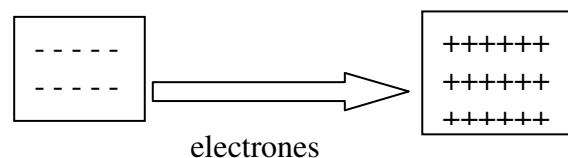
Como ya hemos dicho, conductores son cuerpos que permiten el paso de los electrones, si así por rozamiento electrizamos una parte de un conductor las cargas se mueven y queda todo él electrizado.

La corriente eléctrica es un movimiento continuo y ordenado de partículas eléctricas negativas (electrones) a lo largo de un conductor.

Pero ¿qué tiene que ocurrir para que exista esta corriente y se mantenga?

Los electrones se desplazan siempre desde un cuerpo con exceso de electrones (polo negativo, potencial alto) hasta otro cuerpo con falta defecto de electrones (polo positivo, potencial bajo).

Esto quiere decir que para que haya una corriente continua de electrones por un conductor debe existir una **DIFERENCIA DE POTENCIAL** entre los extremos del circuito y por lo tanto un dispositivo que mantenga continuamente esa diferencia.



Los dispositivos que mantienen continuamente esta diferencia de potencial entre los extremos del conductor son las pilas o baterías.

Cuando se construye un circuito eléctrico se instala en primer lugar un generador de corriente o pila que produce y mantiene una diferencia de potencial entre los extremos de un hilo conductor (de cobre o aluminio), entonces los electrones empiezan a circular desde el polo negativo por el conductor todos al tiempo formando un “tren” de electrones a través de él.

El movimiento es entonces continuo, uniforme y simultáneo, “saltando” por los orbitales exteriores de los átomos del hilo metálico hacia el polo positivo.

SENTIDO REAL DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA: Los electrones se mueven siempre del polo negativo al positivo.

SENTIDO CONVENCIONAL DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA: antiguamente se creía que lo que se movía por el conductor eran partículas eléctricas positivas por lo que establecieron un sentido de la corriente justo al revés del real. Se ha mantenido por acuerdo el sentido de la corriente establecido desde antiguo.

Si los electrones se mueven siempre en un mismo sentido en el conductor se origina una **corriente continua** y si cambian periódicamente de sentido dentro del conductor es una **corriente alterna**.

* INTENSIDAD DE CORRIENTE

Intensidad de corriente es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una sección de un conductor por unidad de tiempo.

$$I = \frac{q}{t}$$

q = carga eléctrica en coulombios (C)

t= tiempo en segundos

I= C / s= AMPERIO =A

Ejemplo: Una plancha funciona con una intensidad de corriente de 5 A ¿qué cantidad de electricidad pasó por ella en un cuarto de hora?

Para medir la intensidad de corriente se emplea un aparato que se llama **AMPERÍMETRO** que debe estar conectado dentro de la línea del circuito (en serie) para medir correctamente la corriente que pasa.

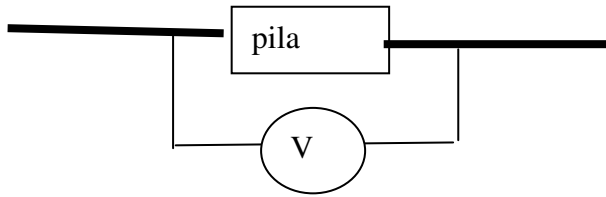


La intensidad de corriente normal no excede nunca los 2000 A, de hecho para aparatos eléctricos caseros va desde 100µA los pequeños a 100A las lavadoras, hornos etc...sólo aparatos industriales como los que se emplean para la obtención del aluminio llegan a 30000 o 100000 A.

La corriente de una bombilla normal debe tener una intensidad entre 0,1 y 1 A, la de un radiador eléctrico de 3 a 10 A y la de una locomotora eléctrica de 500 A.

* DIFERENCIA DE POTENCIAL

Es la energía por unidad de carga que circula por el circuito y se mide en **VOLTIOS**, también se denomina familiarmente voltaje. Se representa por V y se mide con el **VOLTÍMETRO**. Este aparato se engancha a los dos extremos (a un lado y a otro) del elemento del circuito cuyo voltaje se quiere medir (se instala siempre en paralelo en el circuito)



* LEY DE OHM. RESISTENCIAS

Los extremos de un conductor se someten a distintas diferencias de potencial (V) conectándolos a pilas distintas y se dispone de un amperímetro para medir la intensidad de corriente que circula en cada caso. Midiendo también la diferencia de potencial con el voltímetro se obtiene la siguiente tabla de datos, completa la tercera columna y representa gráficamente la diferencia de potencial frente a la intensidad de corriente.

DIFERENCIA DE POTENCIAL (v)	INTENSIDAD (A)	$\frac{V}{I}$
5	1	
10	2	
15	3	
20	4	

¿Qué observas?:

A mayor diferencia de potencial más electrones circulan por el conductor intentando compensar esa diferencia de potencial y por tanto mayor será la intensidad de corriente que circula.

Al aumentar la diferencia de potencial la intensidad de corriente aumenta proporcionalmente, la constante de proporcionalidad entre ambas magnitudes es característica del circuito y se llama RESISTENCIA.

$V = I \cdot R$ Despejando $R = \frac{V}{I}$ luego las resistencias se miden en voltio / amperio a esto se le llama Ohmio (Ω)

LEY DE OHM: La intensidad de corriente que circula por un hilo conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial que existe entre sus extremos e inversamente proporcional a una constante que depende de la naturaleza del conductor y que se llama resistencia eléctrica.

La resistencia es la oposición de un conductor al paso de la corriente. Los electrones al avanzar por el conductor chocan y son atraídos por los átomos que forman el conductor.

Ejemplo: Una estufa eléctrica de 20Ω de resistencia está conectada a 220 v ¿qué intensidad de corriente circula por ella?

-Factores de que depende la resistencia de un conductor:

1)De la naturaleza del conductor: según los átomos que formen el material los electrones que circulan sufrirán una atracción mayor o menor, por ejemplo en el cobre la atracción es muy débil y ofrece muy poca resistencia al paso de la corriente, mientras que en el vidrio es grande por lo que es un mal conductor. Se ha hecho una escala donde se indica la resistencia característica de cada material, lo que se llama **RESISTIVIDAD (ρ)**.

En el cobre vale $3,5 \cdot 10^{-11} \Omega \cdot \text{m}$ y en el vidrio $10^{14} \Omega \cdot \text{m}$ a mayor resistividad mayor resistencia.

2)De la longitud del conductor: la resistencia aumenta proporcionalmente con la longitud del conductor, el efecto de frenado del material sobre los electrones es mayor cuanto más longitud de conductor deben atravesar.

3)De la sección del conductor: a mayor sección, mayor grosor y menor resistencia, los electrones tienen más espacio para circular y circulan mejor.

4)De la temperatura :suele aumentar la resistencia al aumentar la temperatura en la mayoría de los materiales ya que a medida que el conductor se calienta aumenta la movilidad de los átomos que forman el material e impiden más el paso de los electrones.

Sin embargo este factor es menos importante que los anteriores, por ejemplo en el cobre y el aluminio es muy leve y en el carbón va justo al revés, disminuye la resistencia al aumentar la temperatura porque dada la estructura del carbón este se hace más conductor al aumentar la temperatura, pero esto es una excepción.

Si al aumentar la temperatura normalmente aumenta la resistencia, al bajar la temperatura la resistencia disminuye mucho, cerca del cero absoluto (-237°C) donde no hay apenas movimiento de las partículas que forman el conductor pero si de los electrones que al ser muy pequeños necesitan muy poca energía para moverse, en estas condiciones la resistencia de los conductores es casi nula y se produce el fenómeno de la **SUPERCONDUCTIVIDAD**.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

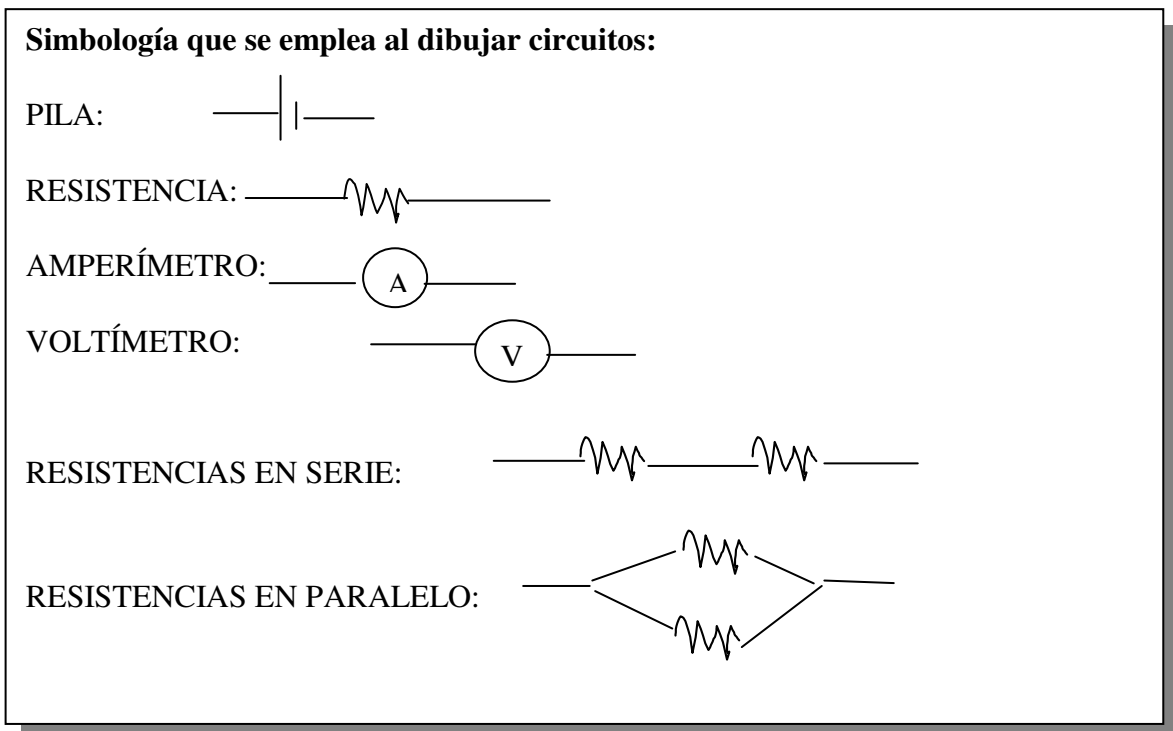
R = resistencia en Ω ρ =resistividad en $\Omega \cdot \text{m}$ l=longitud en m s=sección en m^2

Ejemplo: Hallar la resistividad de un alambre de plata a 20°C que presenta las siguientes características: 100 m de longitud, $0,94 \text{ mm}$ de diámetro y $2,3 \text{ ohmios}$ de resistencia.

-Asociación de resistencias:

En un circuito eléctrico además de la resistencia que ofrece el alambre o hilo conductor pueden existir aparatos conectados para ofrecer resistencia (bombillas, resistencias de estufas etc...)

En general las resistencias se emplean en los circuito para reducir la intensidad que circula hasta el valor que uno desea, así sin cambiar la pila que genera la corriente, se puede reducir la intensidad que circula introduciendo resistencias que son alambres enrollados de gran longitud y poca sección.



Resistencias en serie: se un el extremo de la resistencia con la siguiente en línea. Dibuja el circuito con una pila y tres resistencias en serie que se llamarán R_1 , R_2 y R_3

La intensidad de corriente que circula por las tres es la misma, pero en cada extremo de cada resistencia se genera una diferencia de potencial distinta. La suma de los potenciales es el potencial total del circuito que genera la pila. **Las resistencias en serie actúan como una resistencia mayor suma de las tres.**

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{como } V = I \cdot R$$

$$\text{queda } V = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 = I (R_1 + R_2 + R_3) = I \cdot R$$

$$\text{donde } R = R_1 + R_2 + R_3$$

Ejemplo: calcula la resistencia equivalente a tres resistencias de 10Ω cada una conectadas en serie. Si se les aplica una tensión de 120 v ¿cuál es la intensidad de corriente y la caída de tensión de cada una de las resistencias?

Resistencias en paralelo: conectando sus extremos a puntos comunes. Dibuja el circuito con una pila y tres resistencias en paralelo que se llamarán R_1 , R_2 y R_3

Entonces la diferencia de potencial es la misma para las tres resistencias ya que sus extremos son comunes pero no la intensidad ya que por cada rama circula una intensidad diferente. La intensidad total que circula se reparte entre las tres ramas de manera que $I=I_1+I_2+I_3$ como $V=I.R$ queda que $I = \frac{V}{R}$ luego

$$I=I_1+I_2+I_3 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} = \frac{V}{R} \text{ entonces } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Se obtiene una resistencia menor suma de los inversos de cada resistencia.

Ejemplo: Haz el ejercicio anterior suponiendo que ahora las resistencias se colocan en paralelo

* TRABAJO Y POTENCIA ELÉCTRICA

Cuando se desplaza una carga por un conductor se realiza un trabajo (T) que igual que la energía se mide en Julios

Este trabajo se mide sabiendo la carga que circula y la diferencia de potencial del circuito: $T=q.V$

Recordando la ley de Ohm $V=I.R$ y la definición de intensidad $I = \frac{q}{t}$ se pueden hacer

sustituciones ya que despejando $I.t=q$ queda $T=I.t.I.R$

LEY DE JOULE: el trabajo que realizan las cargas al desplazarse por un conductor es directamente proporcional a la intensidad de corriente que circula por el circuito, a la resistencia que opone el circuito al paso de la corriente y al tiempo que lleva circulando dicha corriente : $T = I^2 \cdot R \cdot t$

¿Qué significa este trabajo? Este trabajo es energía eléctrica que como toda forma de energía se puede transformar, así si en el circuito va unido un motor se transformará en energía mecánica, si va conectada una bombilla en energía luminosa, pero en general se transformará en calor debido a los continuos choques de los electrones en movimiento con los átomos del conductor.

Estos continuos choques aumentan la temperatura del conductor y este efecto se hace evidente en resistencias calefactoras, placas, planchas, secadores, bombillas etc...

Son conductores de pequeña sección y muy largos por lo que al haber gran resistencia se calientan mucho, pero en general todos los aparatos se calientan y se calientan más cuanto más tiempo llevan funcionando.

Las unidades de calor son las CALORÍAS y 1 caloría = 4,18 Julios 1 Julio = 0,24 cal

El trabajo que se transforma en calor en un circuito es: **Calor = 0,24. I². R . t**

Una clara aplicación de esto son los fusibles, si por un circuito pasa una intensidad de corriente superior a la normal y por tanto peligrosa para el circuito y los aparatos conectados, el fusible se calienta mucho porque está hecho para que tenga una gran resistencia, suele ser de plomo que funde con facilidad (paso de sólido a líquido debido al calor). Al fundirse corta la corriente y evita que los aparatos conectados se quemem por sobrecarga.

POTENCIA: es el trabajo realizado por unidad de tiempo. Mide la rapidez con que se realiza un trabajo y es muy importante en la industria. En electricidad queda:

$$P = \frac{T}{t} = \frac{I^2 \cdot R \cdot t}{t} = I^2 \cdot R \quad \text{por la ley de Ohm } V = I \cdot R \quad \text{luego } P = V \cdot I$$

Las unidades son Julios/segundo= **WATIOS (w)** (en honor a James Watt inventor de la máquina de vapor)

En cualquier aparato se indica cual es su potencia y a qué diferencia de potencial se puede conectar, por ejemplo en una bombilla pone 40 w, 60 w, 100 w lo que indica su eficacia de alumbrado, la más potente ilumina más, por eso iluminan más las de 100 pero se calientan más. Aparece indicado 220v o 125 v que es la diferencia de potencial que puede soportar, si un aparato de 125 v se somete a una corriente de 220 v se quema al recibir una excesiva intensidad de corriente.

La corriente normal en casa es de 220 v si un aparato necesita otra se utilizan transformadores para modificar la diferencia de potencial, aumentándola o disminuyéndola a la entrada del aparato.

En el recibo de la luz aparece el consumo de energía eléctrica en kw.h estas son unidades de trabajo que se transforma en energía en el circuito ya que si $P = \frac{T}{t}$ entonces $P \cdot t = T$

Haz un cambio de unidades y pasa 20 kw.h a Julios.

Ejemplo: las características inscritas en una bombilla son 60 w y 220 v calcula la intensidad que pasa por la bombilla cuando se conecta, su resistencia , la energía que consume durante 30 días encendida en julios y en kw.h si está encendida 3 h al día.

5- ELECTROMAGNETISMO

Todo cuerpo con propiedades magnéticas, un imán, es capaz de atraer trozos de hierro y a otros imanes, por tratarse **de fuerzas que actúan a distancia cada cuerpo con propiedades magnéticas origina a su alrededor un campo magnético que disminuye con la distancia.**

Pero a diferencia del campo electrostático **sus líneas de fuerza son cerradas**, ya que **no existen polos magnéticos aislados**. Las líneas de fuerza que definen un campo magnético **salen siempre del polo norte y entran por el polo sur** (como ocurre en un dipolo eléctrico, es fácil la comparación si se relaciona el polo norte magnético con una carga positiva unida a una negativa que sería el polo sur)

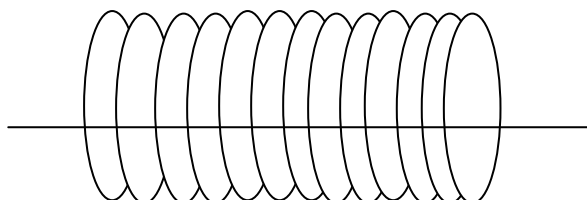


La fuerza de atracción magnética igual que ocurre con la electrostática se observó que **podía ser atractiva (polos distintos) o repulsiva (polos iguales) y que dependía del medio en que se encontraban los cuerpos con propiedades magnéticas**. También disminuye con la distancia.

En el siglo XIX se descubrió casualmente la relación que existía entre el magnetismo y la electricidad. Oersted descubrió que un imán se orienta si se coloca cerca de una corriente eléctrica. Colocando una aguja imantada (brújula) en las proximidades de un hilo conductor y haciendo circular corriente eléctrica continua por el hilo, la aguja siempre se orienta perpendicularmente a la corriente, pero cuando cesa la corriente la aguja vuelve a su posición original (apuntando hacia el norte y sur terrestres). En este experimento se pone de manifiesto que las corrientes eléctricas (en general cualquier carga eléctrica en movimiento) producen sobre una aguja imantada los mismos efectos que se observarían al acercar un imán.

LAS CARGAS ELÉCTRICAS EN MOVIMIENTO CREAN CAMPOS MAGNÉTICOS

El campo magnético que genera un conductor es más intenso si en lugar de un conductor rectilíneo tenemos un conductor muy largo y enrollado en forma espiral donde cada bucle se llama **ESPIRA**. El campo que se obtiene es directamente proporcional al número de espiras. Todo este conjunto de espiras unidas se llama **SOLENOIDE** o **bobina** y si en su interior se coloca un núcleo de hierro dulce (hierro muy puro que se imanta con la corriente y aumenta mucho el campo magnético generado) entonces hemos construido un **ELECTROIMÁN**.



LAS LÍNEAS DE CAMPO DE UN SOLENOIDE SON IGUALES QUE LAS DE UN IMÁN

Puesto que el campo magnético que genera un solenoide es idéntico al que genera un imán este es el origen del fenómeno magnético que se observa en los imanes. Ahora ya sabemos el origen del magnetismo y porque algunas sustancias presentan propiedades magnéticas y otras no. Como una corriente eléctrica produce un campo magnético y una carga eléctrica en movimiento (por ejemplo un electrón en un átomo) es ya una corriente eléctrica y dado que en los átomos y moléculas que forman las diferentes sustancias hay electrones moviéndose deben generarse campos magnéticos. Preferentemente en los metales ya que la movilidad electrónica es mayor y de hecho es cierto que los metales presentan con más facilidad propiedades magnéticas.

Para que una sustancia sea magnética es necesario que sus electrones (al menos una buena parte de ellos) se muevan ordenadamente, girando todos en el mismo sentido, como la corriente eléctrica en el cable de un solenoide, de esta manera dentro de esa sustancia se generan pequeñas corrientes que son el origen de las propiedades magnéticas.

Las sustancias que no presentan propiedades magnéticas es porque sus electrones giran desordenadamente y en sentidos distintos por lo que el campo que genera uno se anula con el que genera otro al contrario y no se detecta campo magnético ninguno.

Por ejemplo se puede conseguir que una sustancia magnética deje de serlo calentándola ya que con el calor aumenta el desorden y el movimiento se hace caótico desapareciendo así el campo magnético que había.

Por el contrario se puede magnetizar un metal poniéndolo durante un tiempo cerca de un imán ya que el campo magnético del imán influye sobre los electrones del metal y tiende a ordenar su movimiento induciendo así en el metal un campo magnético que no tenía, de esta manera el metal que no era magnético se imana, pasa a ser un imán.

Las sustancias imanadas (o también se puede decir imantadas) que no tienen estructura favorable para este movimiento ordenado de electrones al cabo de un tiempo alejados de imán que les imanó acaban por perder sus propiedades magnéticas y vuelven a su desorden original.

Cuando una carga eléctrica está en reposo genera un campo eléctrico (electrostático= carga en reposo) pero si la carga se mueve genera a la vez un campo eléctrico y uno magnético con lo que podemos decir que los campos magnéticos son una parte de los campos eléctricos que aparecen cuando las cargas se mueven.

Es curioso observar que teniendo esto en cuenta se puede entender por qué, cuando se produce, el fenómeno magnético es tan intenso y fácil de observar mientras que la atracción entre cargas eléctricas es comparativamente más débil. Para que exista atracción eléctrica debe existir carga neta positiva o negativa en los cuerpos que interactúan (un desequilibrio de carga) pero la materia es normalmente neutra por lo que los desequilibrios que permiten considerar que existe carga suelen ser pequeños, por eso solemos trabajar con cargas pequeñas del orden de microculombios.

Para que existan fenómenos magnéticos basta con que los electrones que forman la materia se muevan ordenadamente aunque el cuerpo sea totalmente neutro, el conjunto de todas las cargas en movimiento en un cuerpo puede generar campos magnéticos intensos. Por ejemplo un conductor por el que circula una corriente puede ser en conjunto neutro pero generar un campo magnético apreciable.

Hay que tener en cuenta también que si colgamos una espira o una aguja imantada de manera que pueda girar libremente su cara Norte apunta hacia el Norte Terrestre, por eso en un principio se le dio ese nombre al igual que se hizo con los polos de los imanes. Pero si tenemos en cuenta que polos iguales se repelen y son los polos distintos los que se atraen, entonces **el polo Norte geográfico terrestre es un polo Sur magnético de igual forma que el polo Sur geográfico terrestre es un polo Norte magnético.**

Debido sobre todo a la rápida velocidad de rotación de la Tierra y a la naturaleza metálica de su núcleo se genera un campo magnético muy importante cuyas líneas de fuerza están dispuestas en dirección Norte-Sur magnético. Los polos geográficos y magnéticos están por lo tanto al revés y el eje magnético no coincide exactamente con el eje terrestre, la pequeña desviación existente se denomina ángulo de declinación y ha sufrido pequeños cambios a lo largo de los siglos.

La brújula, conocida desde muy antiguo, se basa en el fenómeno magnético, no es más que una aguja imantada que puede girar libremente, uno de sus extremos apunta siempre al Norte y el otro siempre al Sur.

EJERCICIOS:

- 1) Las bolas de dos péndulos eléctricos se electrizan con carga negativa. A continuación acercamos los dos péndulos. Responde: ¿Qué les sucederá a las bolas de los péndulos? Dibuja la situación final de los dos péndulos. ¿Qué ocurriría si una de las bolas hubiera sido electrizada con carga positiva y la otra con carga negativa? Dibuja la situación final en este caso.
- 2) Las bolas de dos péndulos eléctricos se repelen al aproximarlos. ¿Serías capaz de deducir el signo de su carga eléctrica?
- 3) Cuando un cuerpo cede electrones por frotamiento, ¿adquiere carga positiva o negativa? Razona tu respuesta.
- 4) Explica en qué consiste la electrización por inducción. ¿Crees que es permanente la electrización conseguida por este sistema? ¿Por qué?
- 5) Para descargar un péndulo eléctrico basta tocar la bola con los dedos. ¿Qué explicación encuentras?
- 6) Di por qué métodos se electrizan los cuerpos en las siguientes experiencias y explica el proceso que tiene lugar. a) Frotamos una varilla de vidrio con un pañuelo de seda. La varilla atrae a la bola del péndulo eléctrico cuando se acercan. b) Hacemos que la bola del péndulo entre en contacto con la varilla de vidrio. Al poco tiempo la bola es repelida por la varilla.
- 7) Los cables de la conducción eléctrica están forrados con un material plástico. ¿Por qué?. Los electricistas emplean herramientas con mango de madera o de plástico. ¿Qué finalidad cumplen estos materiales?
- 8) ¿De qué factores depende la fuerza electrostática? ¿De qué depende que sea atractiva o repulsiva?
- 9) Dos cargas puntuales de $+3,5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ y $+5,6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ están situadas en el vacío a 25 cm de distancia.
 - a) Representa las fuerzas electrostáticas mediante vectores.
 - b) Calcula el valor de estas fuerzas.
- 10) ¿Cuál sería el valor de las fuerzas en el ejercicio anterior si se duplicara la distancia que separa las cargas? ¿Y si esta distancia se redujera a la mitad?
- 11) Dos cargas puntuales de $-2 \mu\text{C}$ y $+5 \mu\text{C}$ están situadas en el vacío a 12 cm de distancia.
 - a) Representa las fuerzas electrostáticas mediante vectores.
 - b) Calcula el valor de estas fuerzas.
- 12) Una carga de $+12 \mu\text{C}$ atrae a otra carga con una fuerza de 0,25 N cuando se sitúan en el vacío a 20 cm de distancia. ¿Cuál es el valor de la otra carga? ¿Cuál es su signo?
- 13) Una carga de $+850 \text{ nC}$ repele a otra carga de $+425 \text{ nC}$ con una fuerza de $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ N}$. Calcula la distancia que las separa si ambas están situadas en el vacío.

- 14) Una carga eléctrica puntual $Q_1 = + 0,73 \mu C$ repele a otra con una fuerza de $9,5 \cdot 10^{-3} N$. Si ambas están situadas en el vacío a la distancia de 1 m, ¿cuál es el valor de la otra carga? ¿Cuál es su signo?
- 15) Dos cargas puntuales iguales se repelen con una fuerza de $1 \cdot 10^{-5} N$ cuando se colocan a 1 cm de distancia. Calcula el valor de una de estas cargas.
- 16) Un circuito está formado por un hilo conductor y un generador que origina una diferencia de potencial de 24 v si quiero que por el circuito circule una intensidad de 4 A ¿qué resistencia debo instalar?
- 17) Hemos experimentado que entre los extremos de un conductor se cumple:

V(voltios)	2	4	6	8	10	12
I (Amperios)	0,25	0,50	0,75	1	1,25	1,5

Realiza la representación V-I indicando si se cumple la ley de Ohm. Calcula la resistencia del conductor.

- 18) Una resistencia de 10 ohmios está conectada a una diferencia de potencial de 12 v ¿qué intensidad de corriente circula por ella?
- 19) Entre los extremos de tres resistencias de 1, 2 y 3 ohmios montadas en serie existe una diferencia de potencial de 100 v ¿qué intensidad de corriente las recorre? ¿cuánto vale la resistencia equivalente a este conjunto de resistencias?
- 20) Una corriente de 2ª se bifurca por dos resistencias de 2 y 4 ohmios ¿qué intensidad de corriente pasa por cada una de ellas ¿cuánto vale la resistencia equivalente al conjunto de estas resistencias?
- 21) Una pila genera una diferencia de potencial en un circuito de 200 v si hay dos resistencias en serie de 18 y 20 ohmios calcula la intensidad de corriente que circula por el circuito.
- 22) Una bombilla tiene la siguiente inscripción 60 w y 125 v ¿cuánto vale su resistencia? ¿qué energía consume en una hora?
- 23) Una plancha eléctrica presenta en su inscripción las siguientes características 500 w- 220 v ¿qué significan estos datos? Calcula la resistencia de la plancha. Calcula el trabajo en kw-h cuando está conectada 10 h.
- 24) Dos lámparas presentan la siguiente inscripción: 60w-125 v la primera y 100w-125 v la segunda. Las conectamos en serie. Calcula: la resistencia de cada lámpara, la intensidad de corriente que las atraviesa ¿cuál de ellas lucirá más y por qué?
- 25) Una plancha eléctrica de 600 w se conecta a un enchufe de 125 v ¿qué intensidad de corriente la recorre? ¿qué carga circuló por la plancha en 5 min?.