

**Interacciones
eléctricas y magnéticas**

Interacciones eléctricas: ELECTROSTÁTICA



- 5to Año A – Ciclo
Orientado: Ciencias
Naturales
- Prof. Micaela Dominguez



Tema 1: Cargas eléctricas y fenómenos electrostáticos

La naturaleza está compuesta por átomos y estos a su vez por partículas subatómicas, algunas de ellas con carga eléctrica. De forma esquemática y simplificada podríamos describir el átomo como sigue:

- El núcleo del átomo está constituido por protones, que son partículas con carga positiva, y neutrones, que son partículas sin carga eléctrica.
- La corteza del átomo está constituida por electrones, partículas con carga eléctrica negativa.

El número de protones de un átomo es igual al número de electrones; por tanto, es neutro en conjunto, pero un átomo puede ganar o perder electrones, por lo que puede quedar cargado eléctricamente. La electrización es el fenómeno por el cual los cuerpos adquieren carga eléctrica. En todo proceso de electrización, los electrones que gana un cuerpo los pierde otro, pero no se crean electrones nuevos. La carga eléctrica total es constante. La carga eléctrica se conserva. Vamos a realizar distintas experiencias, cada vez con mayor grado de complicación que pongan de manifiesto la naturaleza eléctrica de la materia. La electricidad estática es un fenómeno que se debe a una acumulación de cargas eléctricas en un objeto. Esta acumulación puede dar lugar a una descarga eléctrica cuando dicho objeto se pone en contacto con otro. La electricidad estática se produce cuando ciertos materiales se frotan uno contra el otro, como lana contra plástico o las suelas de zapatos contra la alfombra, donde el proceso de frotamiento causa que se retiren los electrones de la superficie de un material y se reubiquen en la superficie del otro material

Actividades pre-lectura

- A todo alguna vez nos dio “la corriente” ¿En qué situaciones se observan fenómenos electrostáticos en la vida cotidiana?
- ¿Saben por qué pasa eso?

Lee con atención el siguiente texto:



Si por algún motivo, un átomo eléctricamente neutro pierde uno o más electrones, decimos que es un **ion positivo** y que tiene carga eléctrica positiva. Si gana uno o más electrones decimos que tiene carga eléctrica negativa y decimos que es un **ion negativo**.

La masa de un electrón (9.1×10^{-31} kg) es mucho menor que la del protón (1.67×10^{-23} kg); en concreto, la masa de un protón es aproximadamente 1835 veces mayor que la de un electrón. Por esta razón es muy difícil desalojar un protón del núcleo del átomo y por consecuencia no forman parte activa en el flujo de energía eléctrica. En cambio, los electrones tienen la capacidad de moverse con facilidad. Este hecho es la base para que un cuerpo pueda ganar o perder electrones. *Si un cuerpo gana electrones decimos que se carga negativamente, en tanto que si los pierde se carga positivamente.*

Experimento 3.1

Atracciones y repulsiones eléctricas

Antes de describir los fenómenos de atracción y repulsión de cargas eléctricas realiza la siguiente actividad:

1. Toma un peine de plástico y acércalo a un grupo de trocitos de papel y observa lo que sucede.
2. A continuación frota fuertemente el peine con un suéter de lana seco varias veces.
3. De nuevo, acerca el peine a los trocitos de papel y observa lo que sucede.



Figura 3.5

De esta actividad surgen las siguientes preguntas para su análisis:

1. ¿Por qué los trocitos de papel son atraídos hacia el peine después de frotar éste con el suéter?
2. ¿Qué le produjo al peine el frotamiento con la lana?
3. ¿Cómo puede el peine producir una fuerza que supera a la fuerza gravitacional?

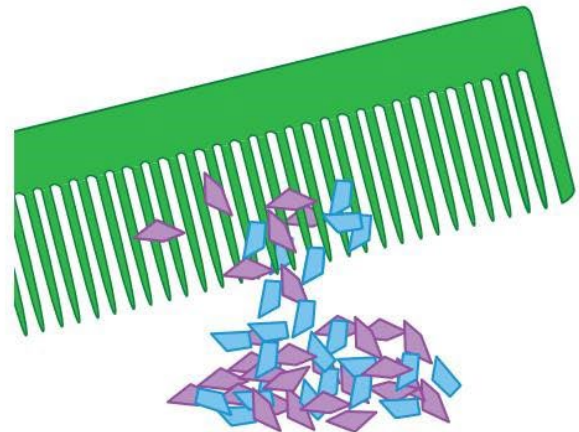


Figura 3.6

Los trocitos de papel fueron atraídos por el peine después de que éste fue frotado con el suéter. Fenómenos como los anteriores indican que, al ser frotados ciertos cuerpos, éstos adquieren una propiedad llamada *electricidad*, por lo que se dice que dichos cuerpos se han cargado eléctricamente o electrizado. El concepto de fuerza eléctrica se originó a partir de este tipo de experimentos.



Figura 3.7

Otros fenómenos como los relámpagos y las auroras boreales han sido conocidos por el hombre desde hace mucho tiempo. Sin embargo, sólo a partir del siglo XIX,



los físicos se percataron de la relación que hay entre un relámpago y la propiedad del ámbar y del plástico de atraer objetos pequeños y ligeros. Estos fenómenos son el resultado de una misma causa: la naturaleza eléctrica de la materia. No hay materia sin energía eléctrica, ni energía eléctrica sin materia.

La electrización por frotación se debe a que, al frotar un cuerpo contra otro, algunos electrones pasan de uno de los cuerpos al otro. Así, se produce en cada objeto un desequilibrio eléctrico. Uno de los cuerpos gana electrones, es decir, se carga negativamente, mientras el otro pierde electrones, o sea, se carga positivamente.

Hemos visto que la carga eléctrica es el elemento básico de la electricidad. Una carga eléctrica es una concentración de electrones.

La rama de la física que estudia las cargas eléctricas en reposo es la **electrostática**.

La rama de la física que estudia las cargas eléctricas en movimiento se llama **electrodinámica**.

Los ejemplos que hemos analizado sirven para mostrar el fenómeno de atracción entre cargas eléctricas en reposo. Pero también las fuerzas de origen electrostático pueden ser de repulsión.

En 1734 Charles Dufay observó que después de frotarse dos pedazos de vidrio entre sí, al igual que dos pedazos de ámbar, se repelían, en cambio el ámbar y el vidrio se atraían mutuamente. Este tipo de experimentos proporcionarían evidencias de que hay dos tipos de cargas eléctricas, así como una regla que describe sus comportamientos.

Cargas eléctricas semejantes se repelan y cargas eléctricas diferentes se atraen

Para explicar el comportamiento de las cargas eléctricas, Benjamin Franklin designó en forma arbitraria como carga positiva el efecto producido al frotar el vidrio y como carga negativa al efecto producido por el ámbar. En la actualidad se siguen utilizando esos términos, pero se puede convenir de la otra forma.

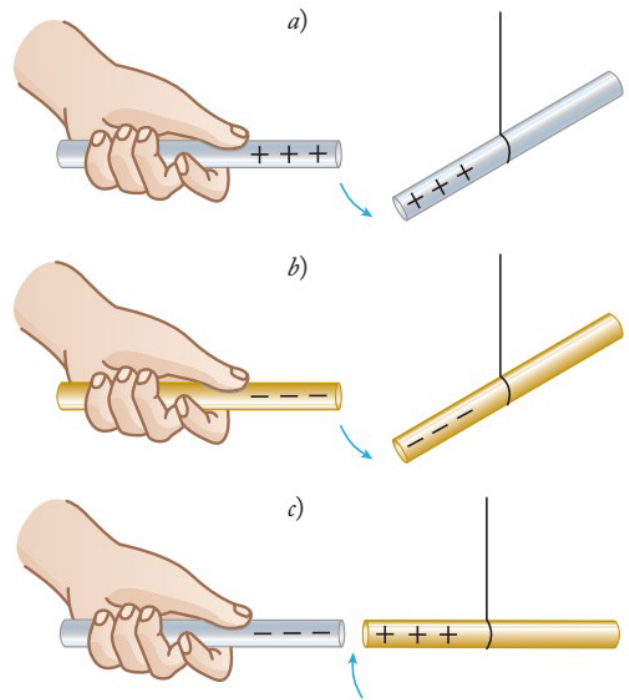


Figura 3.8 Atracción y repulsión de objetos cargados eléctricamente. a) Dos barras de vidrio frotadas entre sí se repelen. b) Dos pedazos de ámbar frotados entre sí se repelen. c) Una barra de vidrio frotada y un pedazo de ámbar frotado se atraen mutuamente.

Las cargas eléctricas son positivas o son negativas. Las cargas de igual signo se repelen y las de signo contrario se atraen.

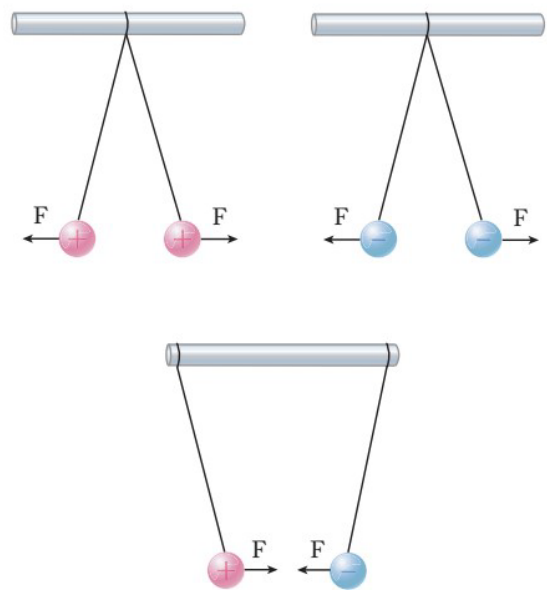


Figura 3.9 Cargas eléctricas de igual signo se repelen y de signo contrario se atraen.



En este momento estamos en condiciones de explicar por qué un peine previamente frotado con un pedazo de lana atrae a los trocitos de papel cuando se les acerca.

El peine ha arrancado un cierto número de electrones de la lana, es decir, ha adquirido una carga eléctrica (negativa) por frotamiento. Al acercarse el peine al papel se separan ligeramente las cargas positivas y negativas del último, entonces las partes positivas de los trocitos de papel son atraídas por las cargas negativas del peine.

Como hicieron la experiencia de frotar un birome, una regla de plástico o un peine con una prenda de lana para acercar a pequeños trocitos de papel, se vio como estos son atraídos por el objeto.

Este fenómeno ya había sido observado por los antiguos griegos, unos 600 años antes de Cristo, cuando Tales de Mileto frotaba ámbar y atraía objetos muy livianos. William Gilbert (1544-1603), médico de la Reina Isabel I de Inglaterra, comenzó hacia el 1600 los primeros estudios sobre diversos materiales que se comportaban como el ámbar, y advirtió que los cuerpos cargados se atraían o repelían, atribuyó esto a la existencia de dos tipos de electricidad. Pero fue en el siglo XVIII cuando los científicos comenzaron a estudiar con profundidad la Electrostática. Benjamín Franklin (1706-1790), inventor del pararrayos, llamo positiva y negativa a los dos tipos de electricidad y propuso una explicación del fenómeno de cargar cuerpos por frotación. En 1785, Charles Augustine de Coulomb (1736-1806) enunció la **Ley de interacción electrostática**, que lleva su nombre y realizó muchísimas experiencias sobre conductores, que fueron utilizadas luego por físicos teóricos como Pierre Simón Laplace (1749-1827). Karl Friedrich Gauss (1777-1855) y Simeón Denis Poisson (1781-1840).

El físico italiano Alessandro Giuseppe Volta (1745-1827) entre otras cosas inventó la pila eléctrica hacia el año 1800, lo que permitió hacer circular corriente eléctrica por los conductores, A partir de entonces comenzaron los trabajos de la Electrodinámica.

Carga eléctrica

Al frotar con un paño una barra de vidrio, plástico, ámbar o resina (entre otros materiales), esta queda cargada eléctricamente debido al pasaje de carga eléctrica de un cuerpo a otro. Los científicos demostraron que existen dos tipos de cargas eléctricas, a las que denominaron carga **positiva (+)** y carga **negativa (-)**.

La carga eléctrica se simboliza con **q** y su unidad de medida es el **Coulomb (C)**. El menor valor de carga eléctrica que existe en la naturaleza corresponde a la carga del electrón (o del protón, que es la misma cantidad de carga, pero con signo contrario), cuyo valor es muy pequeño, del orden de 10^{-19} C, más exactamente:

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$$

Esto quiere decir que una carga de 1 C equivale a $6,25 \cdot 10^{18}$ electrones. Además, indica que la carga eléctrica está cuantificada: es decir, la cantidad de carga eléctrica no puede tomar cualquier valor, sino que estos deberán ser siempre múltiplos enteros de la carga del electrón.



Interacciones entre cargas eléctricas

Cuando dos cargas interactúan, cada una de ellas ejerce una fuerza sobre la otra. Estas fuerzas pueden ser de atracción (como en el caso de una birome con los papelitos) o de repulsión, según el signo de las cargas que interactúen. Las dos fuerzas forman un par de interacción, y por lo tanto tienen la misma intensidad, la misma dirección y sentidos contrarios. La dirección de la recta que une a las dos cargas, u el sentido según sean de atracción o de repulsión. El **Primer Principio de la Electrostatica** enuncia que:

“Al interactuar cargas del mismo tipo se producen fenómenos de repulsión, al interactuar cargas de distinto tipo, de atracción”.

¿Cómo resultara la interacción cuando están presentes más de dos cargas?

La respuesta a esta pregunta se puede obtener experimentalmente. Resulta que las interacciones eléctricas se rigen por el Principio de Superposición, es decir, la fuerza resultante sobre una carga es la suma de las interacciones individuales de dicha carga con cada una de las otras que forman el sistema.

ACTIVIDADES

1. Responder las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué es una carga eléctrica?
- b. ¿Qué tipos de carga electriza existen?
- c. ¿Cuál es el valor de la carga del electrón?
- d. ¿Qué tipos de interacciones eléctricas existen?
- e. ¿Entre qué tipo de cargas se dan las interacciones de la pregunta anterior?

2. **¡AHORA A PENSAR!**

Si se tiene un grupo de cuatro cuerpos, que llamaremos A, B, C y D. Sabemos que A repele a B, y al mismo tiempo A atrae C. Pero C repele a D. Nos informan que D está cargado positivamente ¿Cómo están cargados A, B y C? ¿Qué tipos de fuerzas generan A con D y B con c?

Tema 2: Tipos de electrización. Conservación de la carga. Ley de Coulomb

Electrostatica

Si usted se saca un buzo de lana es muy probable que se produzca una chispa o escuchemos el sonido de descarga, en una escala más amplia podemos relacionarlo con el fenómeno que da origen a los relámpagos o rayos. Tales fenómenos ponen en evidencia, la gran cantidad de carga eléctrica que se almacena en los objetos de nuestros entornos.

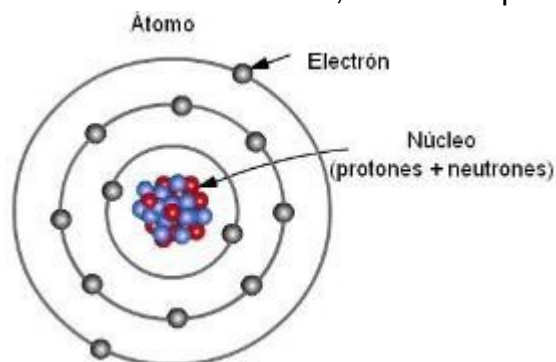


La neutralidad eléctrica de la mayoría de los objetos en nuestro mundo visible y tangible, oculta el enorme contenido de cargas positiva y negativa que poseen los cuerpos que, en su mayor parte, se cancela entre sí en sus efectos externos. Solo cuando el equilibrio eléctrico se perturba, la naturaleza nos revela los efectos, de una carga positiva o negativa no compensada. (Cuando decimos que un cuerpo está cargado queremos decir que tiene un desbalance de cargas, aun cuando este desbalance sea muy pequeño, de cargas positivas o negativas)

En esta unidad hablaremos de la Electroestática, que es una de la rama de la Física que estudia las interacciones entre cuerpos cargados eléctricamente

que se encuentran en reposo. Para explicar esos fenómenos debemos revisar cómo está estructurada la materia, sabemos que toda partícula está formada por moléculas y las moléculas

están formadas por átomos, que a su vez están constituidos por partículas subatómicas: los protones (carga positiva), electrones (carga negativa) y neutrones (sin carga). Normalmente los átomos neutros tienen igual número de protones y electrones, es decir no poseen carga eléctrica. La imagen ejemplifica, aunque no representa exactamente a un átomo.



Tipos de electrización

Un cuerpo eléctricamente neutro se electriza cuando gana o pierde electrones.

Para que esto ocurra, debe existir un paso de cargas desde o hacia el cuerpo. Existen tres formas básicas de electrización capaz modificar la carga neta de un cuerpo: electrización por frotamiento, contacto e inducción.

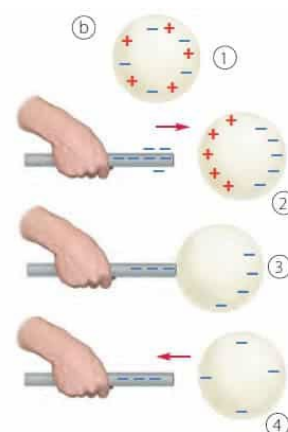
➤ Carga por fricción:

Todos estamos familiarizados con los efectos eléctricos que produce la fricción. Podemos frotar la piel de un gato y oír el crujir de las chispas que se producen, o peinarnos frente a un espejo en una habitación oscura para ver y oír las chispas. Podemos frotar nuestros zapatos con una alfombra y sentir hormigueo al tocar la perilla de una puerta. En todos estos casos, *se transfieren electrones por fricción cuando un material se frota contra otro*, en este caso el cuerpo menos conductor saca electrones de las capas exteriores de los átomos del otro cuerpo, quedando cargado negativamente, y el que pierde electrones queda cargado positivamente.



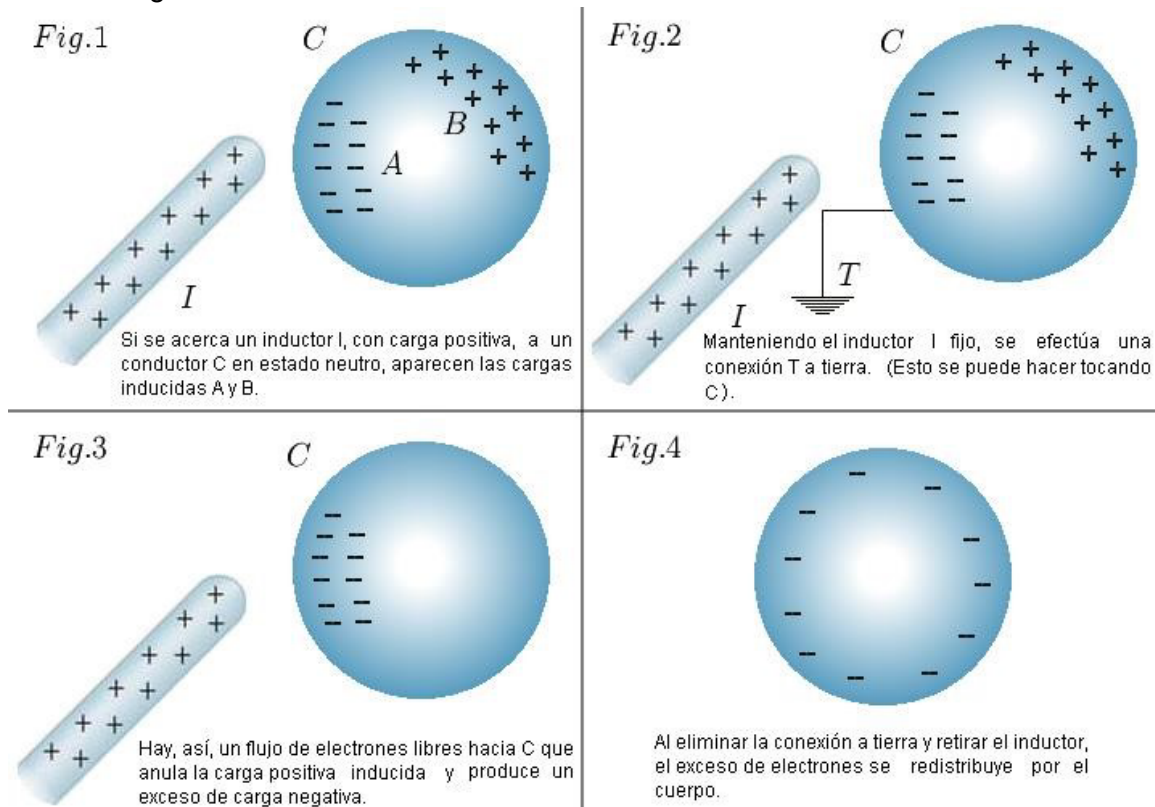
➤ Carga por contacto:

Los electrones pueden pasar de un material a otro con un simple toque. Por ejemplo, cuando se toca un objeto neutro con una varilla con carga negativa, algunos electrones pasarán al objeto neutro. A este método de carga se le llama carga por contacto. Si el objeto tocado es buen conductor, los electrones se difundirán a todas las partes de su superficie, porque se repelen entre sí. Si es un mal conductor, será necesario tocar varios lugares del objeto con la varilla cargada para obtener una distribución de carga más o menos uniforme. Al finalizar la transferencia ambos cuerpos quedan con carga del mismo signo. En la imagen se observa el proceso de carga de una esfera inicialmente neutra (1) cuando se pone en contacto con una barra cargada negativamente. Se puede notar que la transferencia de cargas a la esfera equivale a anular sus cargas positivas.



➤ Carga por inducción:

Si acercas un objeto cargado a una superficie conductora, *harás que se muevan los electrones en la superficie del material, aunque no haya contacto físico.* Al acercar un cuerpo cargado (inductor) a un conductor neutro, los electrones de este último se mueven de tal manera que se alejan o aproximan al cuerpo cargado siguiendo la regla fundamental de la electrostática, de tal manera que el conductor queda inducido. Si el cuerpo inducido se pone en contacto con tierra, adquiere carga porque los electrones se mueven desde o hacia tierra. Si se retira el contacto y luego se aleja el cuerpo inductor, el cuerpo, que inicialmente estaba neutro, quedará electrizado con carga distinta a la del inductor. Examina la varilla y la esfera aisladas.



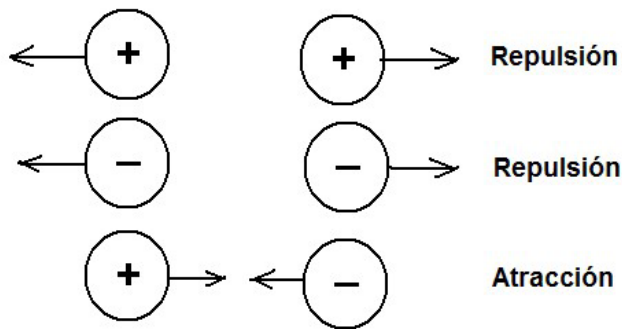
Así los fenómenos eléctricos se manifiestan cuando se altera el equilibrio de cargas. En ellos siempre participan electrones, porque a diferencia de los protones, pueden moverse por el interior de un cuerpo y también pueden pasar de un cuerpo a otro.

Conservación de la carga

En un átomo neutro hay tantos electrones como protones, de manera que no tiene carga neta. Lo positivo compensa exactamente lo negativo. Si a un átomo se le quita un electrón, ya no sigue siendo neutro. Entonces el átomo tiene una carga positiva más (protón) que cargas negativas (electrones), y se dice que tiene carga positiva. Un átomo con carga eléctrica se llama ion. Un *ion positivo* tiene una carga neta positiva. Un *ion negativo* es un átomo que tiene uno o más electrones adicionales, y tiene carga negativa.

Benjamín Franklin (1706-1790), por medio de diferentes experiencias llegó a demostrar que existen dos tipos de cargas, que son las que hoy conocemos como positivas y negativas. Como consecuencia de dichas experiencias se observó una relación entre estos tipos de cargas.

Las cargas del mismo signo se repelen y las cargas de signo contrario se atraen.



En la época de Benjamín Franklin se pensaba que la carga era un fluido continuo, pero gracias a los avances de la ciencia sabemos que el aire o el agua no es un fluido continuo, sino que están formados de átomos y moléculas; la materia es discreta. Entonces

podemos ver a la carga como “paquetes” discretos, la cual está representada por múltiplos

enteros de la carga elemental e (determinado experimentalmente).

$$Q = n * en = 0, 1, 2, 3 \dots$$

$$e = 1.602177 * 10^{-19}C$$

Si los electrones están presentes en todos los materiales, ¿por qué hay materiales como el plástico que se usan como aislantes?

La explicación es que las *cargas pueden fluir fácilmente* por ciertos materiales, llamados conductores, por ejemplo, el cobre, del cual esta echo nuestro tendido eléctrico. En cambio, en otros materiales llamados aislantes, las *cargas no fluyen* en la mayoría de los casos, si colocamos cargas en un aislante, por ejemplo, en los plásticos (una regla), las cargas permanecen donde las pusimos. (Esto no podemos hacerlo con una varilla de cobre, la cual no puede ser cargada porque toda la carga que coloquemos en ella fluirá fácilmente a lo largo de la varilla, a través de nuestro cuerpo y a tierra (que también es conductor).

El cobre, los metales en general, como también el agua de lluvia y el cuerpo humano son ejemplos comunes de conductores. Cuando los átomos de cobre se unen para formar el cobre, sus electrones exteriores no permanecen unidos a cada átomo, sino que quedan en libertad de moverse dentro de la estructura reticular rígida formada por los centros de los iones cargados positivamente.

En otros materiales, como caucho y vidrio, los electrones están fuertemente enlazados con determinados átomos, y pertenecen a ellos. No están libres para desplazarse entre otros átomos del material. En consecuencia, no es fácil hacer que fluyan. Esos materiales son malos conductores de la corriente eléctrica por la misma razón que en general son deficientes conductores del calor. Se dice que esos materiales son buenos aislantes.

El hecho de que una sustancia se clasifique como conductor o aislante depende de lo firmemente que sus átomos retengan a sus electrones. En un punto intermedio entre los conductores y los aislantes están los semiconductores como el silicio.

Actividades

Uso de Simuladores para la Electroestática

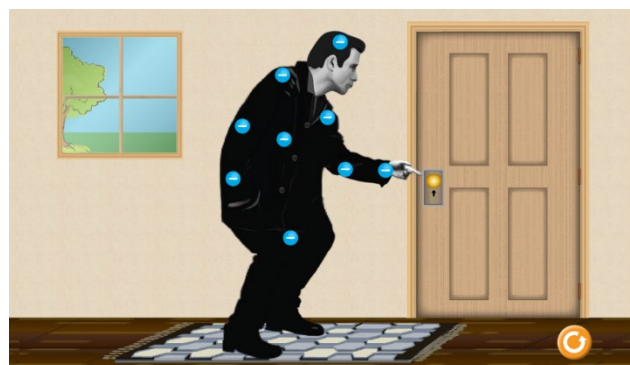


• **Simulador: Travoltaje**

https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_en.html

Realiza lo que pide la consigna y responde:

- 1) Frotar el pie de Travolta en la alfombra ¿Qué sucede? Explique
- 2) ¿Cuál fenómeno de electrización interviene? Explique cómo se produce la transferencia de cargas
- 3) ¿Por qué se desprenden las cargas negativas desde la alfombra?
- 4) Mover el brazo de Travolta apuntando hacia la puerta ¿Que sucede? Explique qué tipo de electrización interviene
- 5) ¿Por qué si frotamos muchas veces el pie con la alfombra y apuntamos la mano hacia su ropa no se produce descarga eléctrica?
- 6) Frotar 2 veces el pie de Travolta en la alfombra y observar que sucede con las cargas. ¿Por qué al mover la mano no se produce la descarga eléctrica?
- 7) Frotar varias veces el pie con la alfombra alejando la mano del picaporte. ¿Dónde tienden a ubicarse las cargas? ¿Por qué?
- 8) Analice la siguiente imagen e indique que sucedería si Travolta tocara el picaporte. Explique cual tipo de electrización intervendría

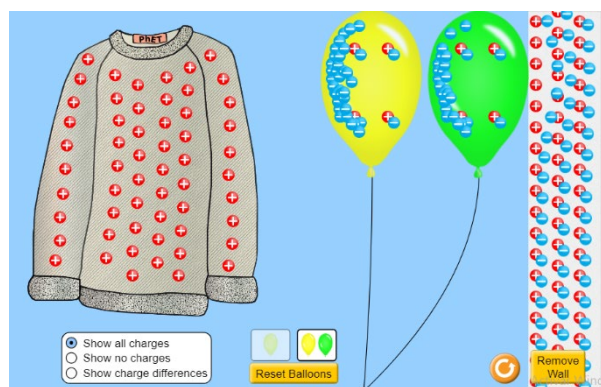


• **Simulador: Globos y Electricidad Estática**

https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_en.html

Realiza lo que pide la consigna y responde:

- 1) Frotar el globo con el pullover ¿Qué sucedió? Explique.
- 2) ¿Cuál fenómeno de electrización interviene? Explique cómo se produce la transferencia de cargas
- 3) ¿Cómo se encontraba el globo antes de ser frotado con el pullover?
- 4) ¿Por qué se desprenden las cargas negativas desde el pullover?
- 5) Una vez frotado el globo en el pullover acercarlo a la pared sin tocarla ¿Qué sucedió? ¿Cómo se llama ese tipo de electrización? ¿Qué sucede si suelta el globo y a que se debe?
- 6) Repita el punto anterior pero ahora suelte el globo a mitad de camino entre la pared y el pullover. ¿Qué sucede? Explique





- 7) Incorpore otro globo y frote ambos globos con el pullover. ¿Qué tipo de interacción se da entre los mismos?
- 8) Cargue ambos globos y ubíquelo como se indica en la siguiente imagen. Explique qué sucede luego de soltar el globo amarillo y por qué se comporta de esa forma

Ley de coulomb (Ley de la Electrostática)

Charles Coulomb midió cuantitativamente la atracción y repulsión eléctricas y dedujo la ley que la gobierna.



Charles-Augustin de Coulomb, [Angoulême (Francia), 1736 – París, 1806]. Fue un matemático, físico e ingeniero francés. Su principal contribución fue la formulación de la ley de atracción entre cargas eléctricas. Publicó siete tratados sobre electricidad y magnetismo, así como otros de mecánica sobre elasticidad, torsión y fricción entre sólidos.

ACTIVIDADES:

Utilizando el simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_es.html respondemos:

Qué valor tiene la fuerza si colocamos:

- 2 cargas positivas cada una de $10\mu\text{C}$ con una distancia de 4cm
 - 1 carga negativa de $10\mu\text{C}$ y una positiva de $10\mu\text{C}$ con una distancia de 4 cm
- a. ¿El valor de la fuerza es igual en los casos anteriores? ¿Por qué? ¿Qué tipo de fuerza es en cada caso?
 - b. Ahora probamos con una carga de $-5\mu\text{C}$ y una de $10\mu\text{C}$ con la misma distancia de 4cm ¿Cómo es el valor de la fuerza respecto a los casos anteriores?
 - c. Si a todos los casos anteriores le modificamos la distancia a 2 cm y a 6 cm ¿Cómo varía el valor?



Los experimentos realizados por Coulomb y sus contemporáneos demostraron que la **“fuerza eléctrica que un cuerpo cargado ejerce sobre otro depende directamente del producto de las magnitudes de las dos cargas e inversamente del cuadrado de su separación”**

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{Fuerza Electrica}$$

En donde F es la magnitud de la fuerza mutua que actúa sobre cada una de las dos cargas, r es la distancia entre sus centros y k constante de proporcionalidad. (Recordar que la fuerza es una cantidad vectorial, es decir tiene componentes en el espacio)

La unidad de carga en el Sistema Internacional **SI es el coulomb [C]**.

Una carga puntual es una carga eléctrica hipotética, de magnitud finita ubicada en el espacio para diferentes propósitos.

Teniendo en cuenta los ejemplos del simulador y la fórmula analítica de cálculo responder:

- Si aumento la distancia la fuerza: _____
- Si aumento el valor de alguna de las cargas, la fuerza: _____
- Si la distancia disminuye: _____
- Si el valor de alguna carga disminuye: _____

Problemas a resolver:

a) Según las imágenes que se presentan a continuación:

i. ¿Qué muestra la siguiente imagen? ¿Cuál es el valor de la carga?



ii. Si Q_1 y Q_2 son dos cargas puntuales y están ubicadas en el vacío a 0,2m de distancia, ¿Cuál sería el valor de la fuerza de interacción?

b) Determina la magnitud de la fuerza de atracción electrostática entre dos cargas de $-6\mu C$ y $12\mu C$ respectivamente, sabiendo que están separadas 8 cm.



- c) Tres cargas puntuales se colocan en las esquinas de un triángulo equilátero que mide 60 mm por cada lado. ¿Cuál es la magnitud y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre la carga q_3 ?

TEMA 3: Polarización y fenómenos naturales. Fenómenos electrostáticos cotidianos

Diferencia de potencial y flujo de electrones

Cuando los extremos de un conductor están sometidos a potenciales eléctricos de diferente magnitud, fluye la carga eléctrica de un extremo al otro, del potencial eléctrico más bajo al potencial eléctrico más alto. El flujo de carga eléctrica continúa hasta que ambos extremos hayan alcanzado el mismo potencial. Así, si no hay diferencia de potencial, no hay movimiento de cargas eléctricas.

Este mismo principio nos permite explicar el fenómeno eléctrico conocido como **conexión a tierra**. Nuestro planeta es una esfera muy grande, si un cuerpo con carga negativa la toca (la Tierra tiene potencial cero), casi cualquier cantidad de carga puede fluir hacia ella hasta que la diferencia de potencial entre la Tierra y dicho cuerpo sea cero. Así, la Tierra puede absorber casi toda la carga excedente sobre el cuerpo hasta que éste sea eléctricamente neutro. La conexión a tierra consiste en poner en contacto a la Tierra con un cuerpo para eliminar la carga excedente de este último.



Figura 3.88 Un pararrayos proporciona una trayectoria de la carga eléctrica hacia la tierra para evitar daños.

Los camiones cisterna que transportan gasolina, cuando están en movimiento, pueden cargarse eléctricamente por fricción. Si la carga recibida saltara en forma de chispa a la tierra, los vapores de la gasolina ocasionarían una explosión. Para evitar esto, una cadena o cable metálico pone en contacto el camión con la tierra, lo cual no permite que el camión adquiera una carga eléctrica.

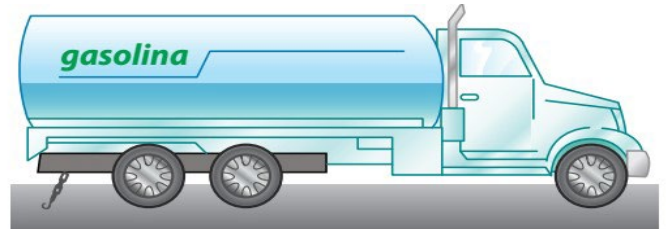


Figura 3.89 Un cable a tierra en un camión que transporta gasolina evita la explosión de los vapores de este combustible.

Si un aparato eléctrico como una computadora no está conectada a tierra, podrían acumularse cargas eléctricas, lo cual puede originar una diferencia de potencial entre la tierra y la computadora. Así, si llegas a tocar la computadora, sufrirías una descarga eléctrica, la cual puede lesionarte o dañar el equipo.

El escudo electrostático o jaula de Faraday

La siguiente fotografía muestra un automóvil alcanzado por un rayo. Aparentemente su ocupante está en peligro; sin embargo, está totalmente protegido de este fenómeno debido a que los electrones que chocan con el automóvil se repelen mutuamente y se distribuye sobre su superficie metálica externa.

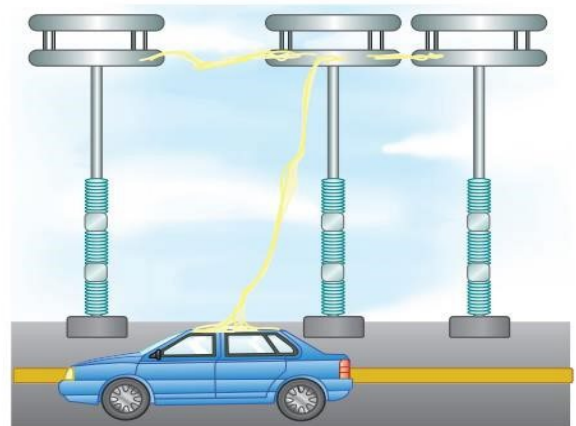


Figura 3.90 Escudo electrostático.

La explicación al fenómeno mencionado es la siguiente: si un conductor metálico está situado en un campo eléctrico externo, sus electrones libres tienden a moverse en dirección opuesto a la del campo. Así, un lado del conductor se carga negativamente debido a una acumulación de electrones y el lado opuesto se carga positivamente debido a una pérdida de electrones.

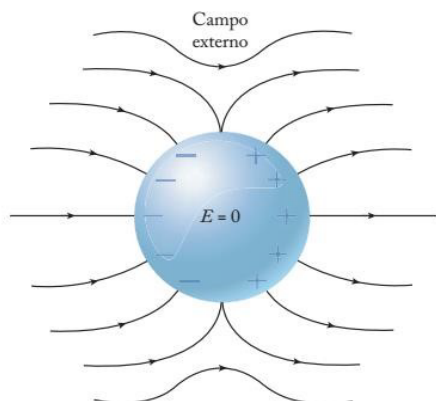


Figura 3.91 Al estar un conductor metálico en contacto con un campo eléctrico externo, sus extremos se cargan con cargas opuestas, mientras el centro del mismo permanece neutro.

Las cargas eléctricas opuestas que están en la superficie producen un campo eléctrico en el interior del conductor con dirección opuesta a la del campo eléctrico externo. El movimiento de las cargas será hasta que la intensidad del campo eléctrico interior resultante sea cero; es decir, hasta que el conductor esté en equilibrio.

De la explicación anterior se deducen las siguientes propiedades de los conductores metálicos:

1. La intensidad del campo eléctrico resultante en el interior es cero.
2. Todos los puntos de un conductor metálico en equilibrio tienen el mismo potencial eléctrico. Este hecho se debe a que la intensidad del campo eléctrico resultante en el interior es nula. Por consecuencia, la superficie de un conductor metálico en equilibrio es equipotencial.
3. Debido a que la superficie de un conductor metálico en equilibrio es equipotencial, entonces las líneas de su superficie son siempre perpendiculares a las líneas de campo eléctrico.
4. En un conductor metálico cargado, las cargas eléctricas se distribuyen en su superficie externa; es decir, si colocamos un conductor metálico en un campo eléctrico externo o lo cargamos añadiéndole o quitándole electrones, las cargas se mueven hasta que quedan situadas únicamente en la superficie externa del mismo.

De las propiedades anteriores podemos deducir lo siguiente: si un conductor metálico hueco cerrado recibe cargas eléctricas de un campo exterior, las cargas se distribuyen sobre la superficie exterior del mismo. Debido a lo anterior, el conductor actúa como un blindaje electrostático, en otras palabras, protege su interior de los campos eléctricos externos. Éste es el fundamento de los dispositivos conocidos como *jaulas de Faraday* que se pueden observar en algunos museos de ciencia. Así que, si te sorprende una tormenta eléctrica dentro de un automóvil, estás más seguro en el interior que si estuvieras afuera, ya que te protege de los rayos. La carrocería metálica de un automóvil actúa como una jaula de Faraday, ¡como un escudo electrostático! Sin embargo, es muy peligroso que tengas contacto con la superficie exterior del auto.



Figura 3.92 Un hombre dentro de una jaula de Faraday está blindado eléctricamente contra la descarga eléctrica.

Para escuchar la radio en el interior de los edificios contruidos con cemento armado se necesita instalar antenas exteriores, ya que la armadura metálica actúa como una jaula de Faraday, de modo que aísla el interior y dificulta la recepción de las ondas electromagnéticas por el aparato. Lo mismo sucede en el interior de un automóvil.

Asignatura: Interacciones eléctricas y magnéticas

Área: Ciencias Naturales

Curso: 5to A – Ciclo Orientado

Prof. Micaela Dominguez

El poder de las puntas

La distribución de equilibrio de la carga eléctrica de un conductor no es uniforme, sino que obedece a la forma de su superficie exterior. Sólo en el caso de un conductor esférico se distribuye uniformemente la carga. En los conductores de otras formas las cargas se distribuyen de acuerdo con la curvatura de su superficie, concentrándose más en las puntas y menos donde las paredes son más planas.

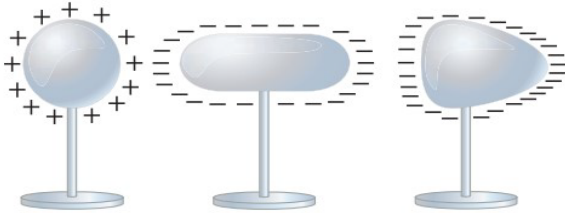


Figura 3.93 En un conductor esférico la carga se distribuye uniformemente. Se concentra más la distribución en las puntas y menos en las superficies planas.

Cuando un conductor termina en punta, las fuerzas que actúan sobre una carga situada en la punta son intensas, ya que las líneas del campo están más juntas y el campo es más fuerte.

En un conductor con carga eléctrica que termina en punta, los electrones se acumulan en esa región y luego, debido a las fuerzas de repulsión, los electrones son expulsados. De forma análoga, si está cargado positivamente atrae a los electrones por la punta arrancándolos de las moléculas de aire cercanas a la punta del conductor.

Si nos sorprende una tormenta no es recomendable situarnos debajo de un árbol, ya que la punta del árbol tiene muchas posibilidades de atraer una descarga eléctrica.



Figura 3.94 ¡Es peligroso que te pongas debajo de un árbol si hay una tormenta eléctrica!

Cuando estamos atrapados por una tormenta eléctrica, debemos alejarnos de los árboles y no permanecer de pie, ya que las alturas atraen a los rayos; pero tampoco debemos tirarnos al suelo, ya que la corriente eléctrica que se distribuye de forma horizontal puede entrar por una parte de nuestro cuerpo; por ejemplo, entrar por los pies y salir por la cabeza. Es recomendable que la superficie de nuestro cuerpo en contacto con el suelo sea mínimo. La mejor posición es en cuclillas.

El pararrayos

La atmósfera de nuestro planeta siempre está cargada eléctricamente, pero es durante las tormentas cuando se hacen visibles las descargas eléctricas en forma de rayos. Decimos que cae un rayo cuando una descarga

eléctrica se produce repentinamente entre una nube y la tierra. El resplandor producido por la descarga se llama **relámpago** y éste va acompañado de un estampido llamado **trueno** que se oye luego de verse el relámpago, ¿por qué?

Para evitar la caída de un rayo, Benjamin Franklin inventó el pararrayos, que consiste en una vara metálica de unos 10 m de altura terminada en punta de cobre cubierta de una sustancia inoxidable. Estos dispositivos se instalan verticalmente en las partes más altas de los edificios o casas que se desea proteger y se sujetan a una placa metálica enterrada en el suelo.

Al pasar una nube electrizada por un pararrayos, debido al poder de las puntas, la carga de signo contrario es atraída por la nube, dando lugar a una descarga silenciosa. En algunas ocasiones se produce en la parte más alta del pararrayos un penacho luminoso visible en la oscuridad. También se produce este fenómeno en los mástiles de los buques, designándole con el nombre de **fuego de San Telmo**.



En las tormentas con relámpagos hay carga por inducción. La parte inferior de las nubes tiene carga negativa, que induce una carga positiva sobre la superficie de la Tierra que esté debajo de ella. Benjamín Franklin fue quien primero demostró que el relámpago es un fenómeno eléctrico, cuando realizó su célebre experimento de elevar un cometa durante una tormenta. El relámpago es una descarga eléctrica entre una nube y el suelo, con carga opuesta, o entre partes de nubes con carga opuesta.

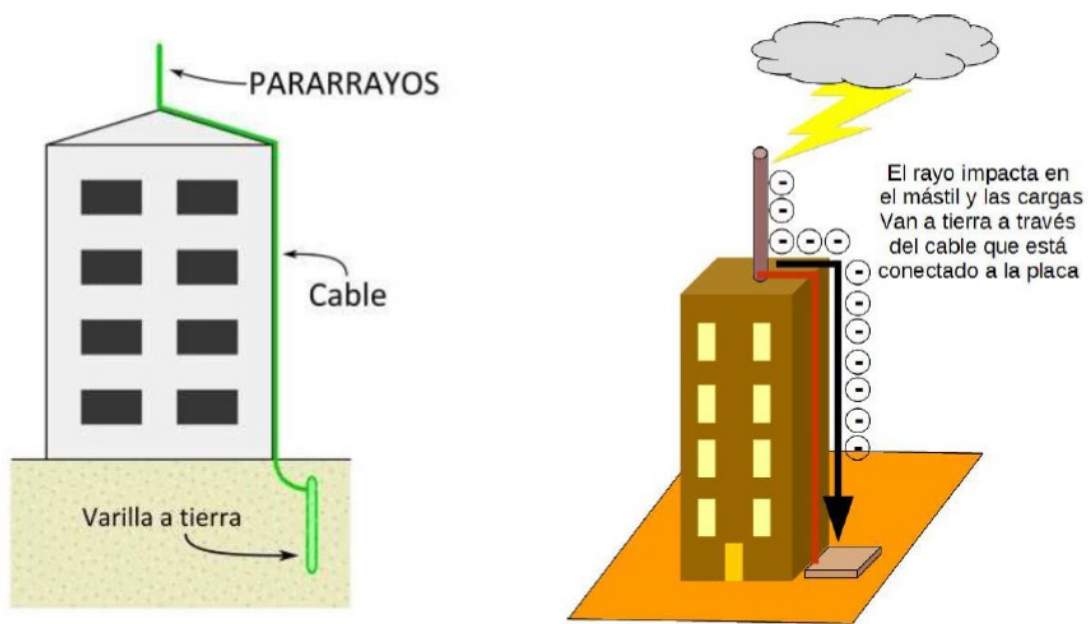
Benjamín Franklin (1706-1790) fue un político, científico y emprendedor estadounidense conocido por ser uno de los padres fundadores de los Estados Unidos de América en inventar el pararrayos y demostrar que las tormentas son fenómenos eléctricos.



Franklin también determinó que la carga pasa con facilidad hacia puntas metálicas afiladas o desde ellas, y diseñó el primer pararrayos. Si una varilla se coloca sobre un edificio y se conecta con el terreno, la punta del pararrayos atrae a electrones del aire, evitando que se acumule una gran carga positiva por inducción. Esta “fuga” continua de carga evita una acumulación de carga que de otra forma produciría una descarga súbita entre la nube y el edificio. Por consiguiente, la finalidad principal del pararrayos es evitar que suceda una descarga del relámpago. Si por alguna razón no escapa suficiente carga del aire a la varilla, y aun así cae el rayo, será atraído al pararrayos y llegará directo al suelo, sin dañar al edificio. El objetivo principal del pararrayos es evitar incendios causados por relámpagos.



El pararrayos está conectado con alambre de uso rudo, para que pueda conducir una corriente muy grande al suelo, cuando atrae un rayo o relámpago.



Para informarte más sobre los daños y consecuencias que provocan este fenómeno físico, puedes visitar el siguiente link: <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/caida-de-cuatro-rayos-genero-dos-nuevos-incendios-en-sierras-de-cordoba>

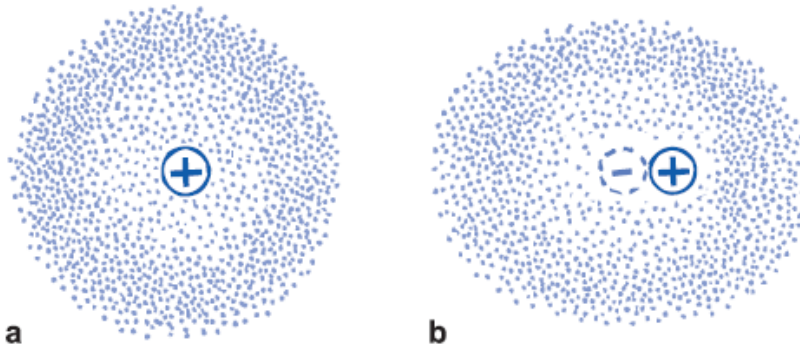
Polarización de carga

La carga por inducción no se restringe a los conductores. Cuando una varilla con carga se acerca a un aislante, no hay electrones libres que puedan migrar por el material aislante. En cambio, hay un nuevo arreglo de cargas dentro de los átomos y las moléculas mismas. Aunque los átomos no cambian sus posiciones relativamente fijas, sus “centros de carga” sí se mueven. Un lado del átomo o la molécula se induce a ser más negativo (o positivo) que el lado contrario.

Se dice que el átomo o la molécula están eléctricamente polarizados. Por ejemplo, si la varilla tiene carga negativa, entonces la parte positiva del átomo o la molécula es atraída hacia la varilla, y el lado negativo del átomo o la molécula es repelido de la varilla. Las partes positiva y negativa de los átomos se alinean.

Están polarizados eléctricamente. Ya podemos saber por qué los trocitos eléctricamente neutros de papel son atraídos hacia un objeto con carga, por ejemplo, un peine que se haya frotado con el cabello. Cuando el peine cargado se acerca, se polarizan las moléculas del papel. El signo de la carga más cercana al peine es contrario al de la carga del peine. Las cargas del mismo signo están un poco más alejadas. Gana la cercanía y los trocitos de papel sienten una atracción neta. A veces se pegan al peine y de repente salen despedidos.

Esta repulsión se debe a que los trocitos adquieren carga del mismo signo que la del peine, cuando lo tocan.



Un electrón que se mueve en torno a un núcleo atómico forma una nube electrónica.

- a) El centro de la nube negativa coincide con el centro del núcleo positivo en un átomo.
- b) Cuando se acerca por la derecha una carga negativa externa, por ejemplo un ion o un globo con carga, se distorsiona la nube electrónica, y ya no coinciden los centros de las cargas positiva y negativa. El átomo está polarizado eléctricamente.

ACTIVIDADES

Luego de realizar la lectura del documento anterior, responda:

1. ¿Qué debe haber en los cuerpos para que los electrones puedan fluir?
2. ¿Qué es la conexión a Tierra? De un ejemplo de donde se puede observar este fenómeno
3. ¿En qué consiste la jaula de Faraday? ¿Qué sucede con los electrones en la jaula de Faraday?
4. ¿En qué tipo de conductores se distribuye uniformemente la carga?
5. ¿Dónde se concentra la mayor cantidad de cargas en un conductor que no tenga forma esférica?
6. ¿Por qué no es recomendable colocarnos debajo de un árbol en caso de tormenta eléctrica?
7. ¿Qué es el pararrayos? ¿Quién fue su inventor?
8. ¿Cómo funciona el pararrayos?
9. ¿Qué significa que un átomo este polarizado eléctricamente?

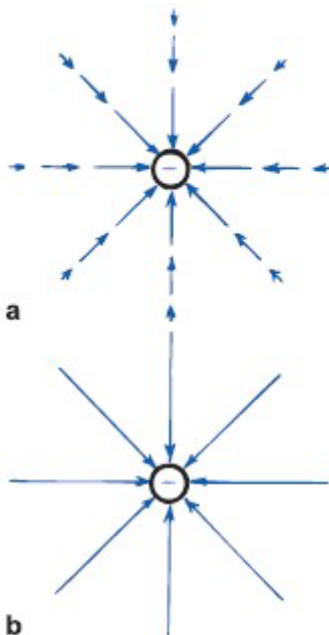


TEMA 4: Campo Eléctrico y líneas de campo eléctrico

Campo Eléctrico

Las fuerzas eléctricas, como las gravitacionales, actúan entre objetos que no se tocan entre sí. En la electricidad y en la gravitación existe un *campo de fuerzas* que influye sobre los cuerpos cargados y masivos, respectivamente. Por ejemplo, cuando una manzana cae de un árbol, decimos que interactúa con la Tierra; aunque también supondríamos que la manzana interactúa con el campo gravitacional de la Tierra. El campo desempeña un papel intermedio en la fuerza entre los cuerpos. El espacio que rodea a un cuerpo con carga eléctrica está lleno por un campo eléctrico, una especie de aura que se extiende por el espacio. Un campo eléctrico tiene tanto magnitud (intensidad) como dirección. La magnitud del campo en cualquiera de sus puntos es simplemente la fuerza por unidad de carga. Si un cuerpo con carga q experimenta una fuerza F en determinado punto del espacio, el campo eléctrico E en ese punto es

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad \text{Campo Eléctrico}$$



Representaciones del campo eléctrico en torno a una carga negativa. a) Una representación vectorial. b) Una representación con líneas de fuerza.

En la figura de la izquierda a) se encuentra la representación del campo eléctrico en torno a una carga negativa.

La dirección del campo se muestra con los vectores y se define como la dirección hacia la cual sería empujada una pequeña carga de prueba positiva en reposo.

La dirección de la fuerza y del campo en cualquier punto es igual. En la figura se ve que todos los vectores, en consecuencia, apuntan hacia el centro de la esfera con carga negativa. Si la esfera tuviera carga positiva, los vectores se alejarían de su centro, porque sería repelida una carga de prueba positiva que estuviera en las cercanías.

Una forma más útil para describir un campo eléctrico es con las líneas de fuerza eléctrica, que se muestran en la figura b). Las líneas de fuerza que se ven en la figura representan una pequeña cantidad entre la infinidad de líneas posibles que indican la dirección del campo. La figura es una representación bidimensional de algo que existe en tres dimensiones.

Donde las líneas están más alejadas, el campo es más débil. Para una carga aislada, las líneas se prolongan hasta el infinito; para dos o más cargas opuestas, representaremos las líneas como si salieran de una carga positiva y terminaran en una carga negativa.

La ley de Coulomb para la fuerza entre cargas nos anima a pensar en términos de la relación de acción a distancia representada como

Carga ↔ Carga

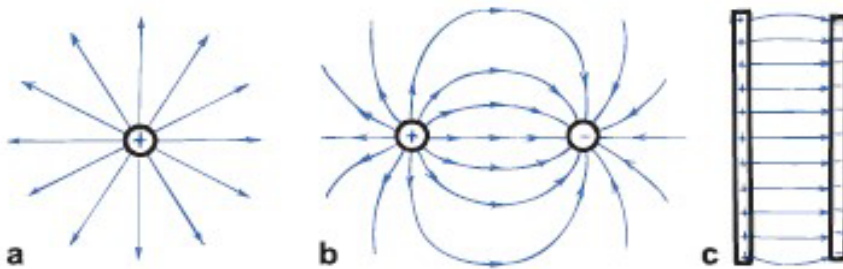


Aunque la interacción entre cargas no es de esta manera, sino de la siguiente:

$$\text{Carga} \leftrightarrow \text{CampoElectrico} \leftrightarrow \text{Carga}$$

$$q_1 \leftrightarrow \text{Campoelectrico} \leftrightarrow q_2$$

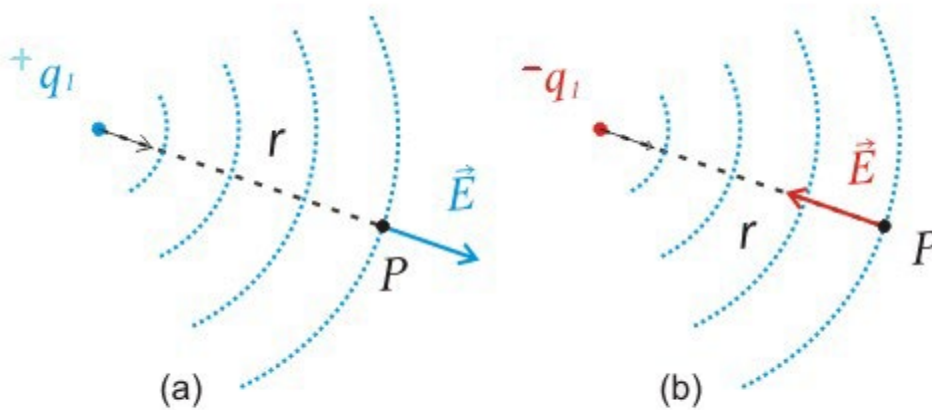
La primera carga establece un campo eléctrico y la segunda carga interactúa con el campo eléctrico de la primera carga. Teniendo en cuenta lo que ocurre, 1) Podemos determinar, por medición o por cálculo, el campo eléctrico establecido por la primera carga en cada punto del espacio, y 2) Podemos calcular la fuerza que el campo eléctrico ejerce sobre la segunda carga situada en un punto particular en el espacio.



Algunas configuraciones de campos eléctricos. a) Las líneas de fuerza emanan de una sola partícula con carga positiva. b) Las líneas de fuerza entre un par de cargas iguales en cantidad pero opuestas. Observa que las líneas emanan de la carga positiva y terminan en la carga negativa. c) Líneas de fuerza uniformes entre dos placas paralelas con carga opuesta.

El concepto de campo eléctrico nos ayuda no sólo a comprender las fuerzas entre los cuerpos estacionarios cargados y aislados, sino también lo que sucede cuando se mueven las cargas. Cuando esto sucede, su movimiento se comunica a los cuerpos cargados vecinos, en forma de una perturbación del campo. La perturbación emanada del cuerpo cargado que acelera, y se propaga a la velocidad de la luz. Veremos que el campo eléctrico es un almacén de energía, y que la energía se puede transportar a largas distancias en un campo eléctrico. La energía que se propaga en un campo eléctrico se puede dirigir a través de alambres metálicos, y guiarse en ellos. O bien, puede juntarse con un campo magnético para atravesar el espacio vacío.

La perturbación que crea en torno a ella la carga fuente se representa mediante un vector denominado campo eléctrico. La dirección y sentido del vector campo eléctrico en un punto vienen dados por la dirección y sentido de la fuerza que experimentaría una carga positiva colocada en ese punto: si la carga fuente es positiva, el campo eléctrico generado será un vector dirigido hacia afuera (a) y si es negativa, el campo estará dirigido hacia la carga (b):



Campo eléctrico creado en el punto P por una carga de fuente q_1 positiva (a) y por una otra negativa (b).

El campo eléctrico \mathbf{E} creado por la carga puntual q_1 en un punto cualquiera P se define como:

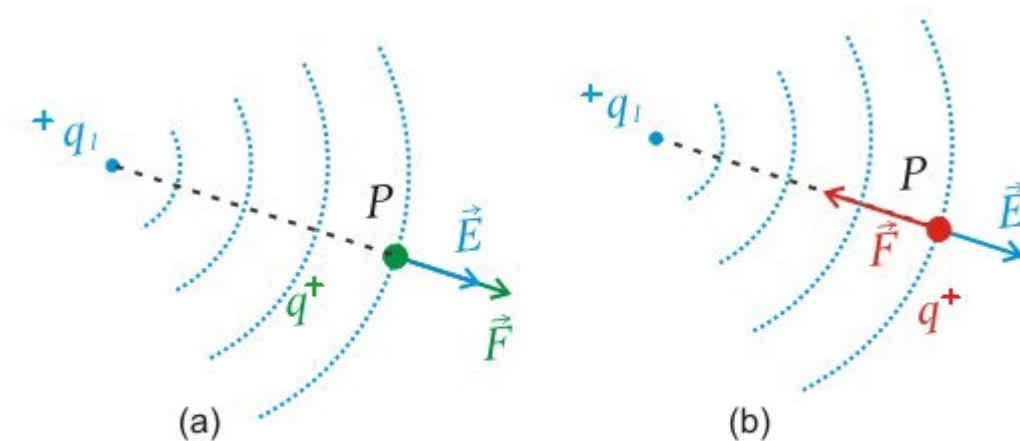
$$\vec{F} = k * \frac{q}{r^2}$$

Una vez conocido el campo eléctrico \mathbf{E} en un punto P, la fuerza que dicho campo ejerce sobre una carga de prueba q que se sitúe en P será:

$$\vec{F} = q * \vec{E}$$

Por tanto, si la carga de prueba es positiva, la fuerza que sufre será paralela al campo eléctrico en ese punto, y si es negativa la fuerza será opuesta al campo, independientemente del signo de la carga fuente.

En la siguiente figura se representa una carga fuente q_1 positiva (campo eléctrico hacia afuera) y la fuerza que ejerce sobre una carga de prueba q positiva (a) y sobre otra negativa (b):



Fuerza que un campo eléctrico E ejerce sobre una carga de prueba q positiva (a) y sobre otra negativa (b).

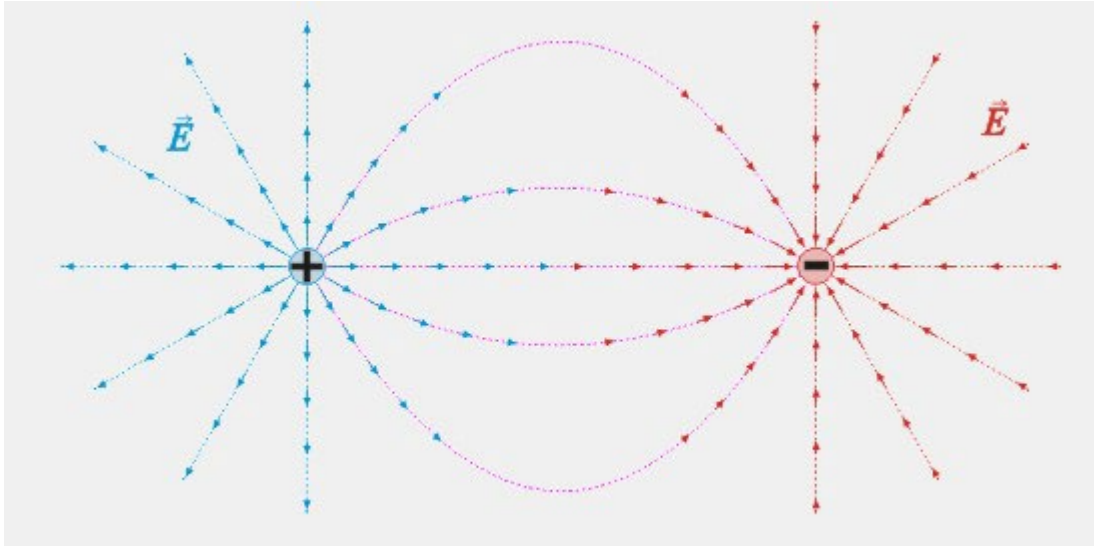
El campo eléctrico cumple el principio de superposición, por lo que el campo total en un punto es la suma vectorial de los campos eléctricos creados en ese mismo punto por cada una de las cargas fuente.

Líneas de campo



(Newington, Gran Bretaña, 1791 - Londres, 1867) Científico británico, uno de los físicos más destacados del siglo XIX. Estudió el electromagnetismo y la electroquímica. Sus principales descubrimientos incluyen la inducción electromagnética, el diamagnetismo y la electrólisis.

El concepto de líneas de campo (o líneas de fuerza) fue introducido por Michael Faraday. Son líneas imaginarias que ayudan a visualizar cómo va variando la dirección del campo eléctrico al pasar de un punto a otro del espacio. Indican las trayectorias que seguiría la unidad de carga positiva si se la abandona libremente, por lo que las líneas de campo salen de las cargas positivas y llegan a las cargas negativas:



Las propiedades de las líneas de campo se pueden resumir en:

- El vector campo eléctrico es tangente a las líneas de campo en cada punto.
- Las líneas de campo eléctrico son abiertas; salen siempre de las cargas positivas o del infinito y terminan en el infinito o en las cargas negativas.
- El número de líneas que salen de una carga positiva o entran en una carga negativa es proporcional a dicha carga.
- La densidad de líneas de campo en un punto es proporcional al valor del campo eléctrico en dicho punto.
- Las líneas de campo no pueden cortarse. De lo contrario en el punto de corte existirían dos vectores campo eléctrico distintos.
- A grandes distancias de un sistema de cargas, las líneas están igualmente espaciadas y son radiales, comportándose el sistema como una carga puntual.

ACTIVIDADES

Simulador: Charges and Fields

https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_en.html

Realice lo que pide la consigna y responda:

- 1) Elija una carga positiva y traslade la misma a la pantalla. ¿Hacia dónde apuntan los vectores? ¿Por qué?
- 2) Incorpore una carga negativa ¿En qué dirección se ubican los vectores? ¿Por qué?
- 3) Retire la carga negativa e incorpore una carga positiva. ¿Hacia dónde apuntan los vectores? ¿Por qué?



- 4) Repita el caso del punto 1 y 2, utilice la cinta métrica para marcar la distancia entre las cargas y aplicando la ley de coulomb calcule la fuerza ejercida entre las mismas, indicando si es de atracción o de repulsión.
- 5) Ahora coloque dos cargas positivas y ubicándolas a la misma distancia que en el punto 4 calcule la fuerza de repulsión. Explique el resultado obtenido.
- 6) Incorpore el sensor de campo eléctrico y modifique la posición del mismo acercando y alejándolo de las cargas. ¿Qué modificaciones sufre el mismo y a que se deben?