



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

6

SECUNDARIA

TEXTOS DE APRENDIZAJE 2023 - 2024



**SECUNDARIA COMUNITARIA PRODUCTIVA
ÁREA CIENCIAS NATURALES**

FÍSICA

SUBSISTEMA DE EDUCACIÓN REGULAR



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

Compendio para maestras y maestros - textos de aprendizaje 2023 - 2024
Educación secundaria comunitaria productiva
Documento oficial - 2023

Edgar Pary Chambí
MINISTRO DE EDUCACIÓN

Bartolomé Puma Velásquez
VICEMINISTRO DE EDUCACIÓN REGULAR

María Salomé Mamani Quispe
DIRECTORA GENERAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Equipo de redacción
Dirección General de Educación Secundaria

Coordinación general
Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

Índice

PRESENTACIÓN	1
CONOCE TU TEXTO	2

VIDA, TIERRA Y TERRITORIO



Ciencias Naturales: Física

Sexto año

Electrostática como fenómeno de la naturaleza	41
Experiencia práctica productiva.....	45
Campo eléctrico y las fuerzas eléctricas	45
Potencial eléctrico y capacitancia	50
Electrodinámica en los procesos productivos de la región	56
Resistencia eléctrica y diferencia de potencial.....	58
La energía y potencia de la corriente eléctrica en nuestra comunidad.....	62
Circuitos de corriente para el avance tecnológico.....	65
Fundamentos teóricos de campo magnético y electromagnetismo en la naturaleza.....	68



PRESENTACIÓN

Estimadas maestras y maestros, el fortalecimiento de la calidad educativa es una de nuestras metas comunes que, como Estado y sociedad, nos hemos propuesto impulsar de manera integral para contribuir en la transformación social y el desarrollo de nuestro país. En este sentido, una de las acciones que vienen siendo impulsadas desde la gestión 2021, como política educativa, es la entrega de textos de aprendizaje a las y los estudiantes del Subsistema de Educación Regular, medida que, a partir de esta gestión, acompañamos con recursos de apoyo pedagógico para todas las maestras y maestros del Sistema Educativo Plurinacional.

El texto de apoyo pedagógico, que presentamos en esta oportunidad, es una edición especial proveniente de los textos de aprendizaje oficiales. Estos textos, pensados inicialmente para las y los estudiantes, han sido ordenados por Áreas de Saberes y Conocimientos, manteniendo la organización y compaginación original de los textos de aprendizaje. Esta organización y secuencia permitirá a cada maestra y maestro, tener en un mismo texto todos los contenidos del Área, organizados por año de escolaridad, sin perder la referencia de los números de página que las y los estudiantes tienen en sus textos de aprendizaje.

Este recurso de apoyo pedagógico también tiene el propósito de acompañar la implementación del currículo actualizado, recalcando que los contenidos, actividades y orientaciones que se describen en este texto de apoyo, pueden ser complementados y fortalecidos con la experiencia de cada maestra y maestro, además de otras fuentes de consulta que aporten en la formación de las y los estudiantes.

Esperamos que esta versión de los textos de aprendizaje, organizados por área, sea un aporte a la labor docente.

Edgar Pary Chambi
MINISTRO DE EDUCACIÓN

"2023 AÑO DE LA JUVENTUD HACIA EL BICENTENARIO"

CONOCE TU TEXTO

En la organización de los contenidos encontraremos la siguiente iconografía:



Glosario

Aprendemos palabras y expresiones poco comunes y difíciles de comprender, dando uno o más significados y ejemplos. Su finalidad radica en que la o el lector comprenda algunos términos usados en la lectura del texto, además de ampliar el léxico.

Glosario

Investiga

Somos invitados a profundizar o ampliar un contenido a partir de la exploración de definiciones, conceptos, teorías u otros, además de clasificar y caracterizar el objeto de investigación, a través de fuentes primarias y secundarias. Su objetivo es generar conocimiento en las diferentes áreas, promoviendo habilidades de investigación.



Investiga



¿Sabías que...?

Nos muestra información novedosa, relevante e interesante, sobre aspectos relacionados al contenido a través de la curiosidad, fomentando el desarrollo de nuestras habilidades investigativas y de apropiación de contenidos. Tiene el propósito de promover la investigación por cuenta propia.

¿Sabías que...?

Noticiencia

Nos permite conocer información actual, veraz y relevante sobre acontecimientos relacionados con las ciencias exactas como la Física, Química, Matemática, Biología, Ciencias Naturales y Técnica Tecnológica General. Tiene la finalidad de acercarnos a la lectura de noticias, artículos, ensayos e investigaciones de carácter científico y tecnológico.



Noticiencia



Escanea el QR



Para ampliar el contenido

Es un QR que nos invita a conocer temáticas complementarias a los contenidos desarrollados, puedes encontrar videos, audios, imágenes y otros. Corresponde a maestras y maestros motivar al estudio del contenido vinculado al QR; de lo contrario, debe explicar y profundizar el tema a fin de no omitir tal contenido.

Aprende haciendo

Nos invita a realizar actividades de experimentación, experiencia y contacto con el entorno social en el que nos desenvolvemos, desde el aula, casa u otro espacio, en las diferentes áreas de saberes y conocimientos. Su objetivo es consolidar la información desarrollada a través de acciones prácticas.



Aprende haciendo



Desafío

Nos motiva a realizar actividades mediante habilidades y estrategias propias, bajo consignas concretas y precisas. Su objetivo es fomentar la autonomía y la disciplina personal.

Desafío

Realicemos el taller práctico para el fortalecimiento de la lecto escritura.



¡Taller de Ortografía!



¡Taller de Caligrafía!



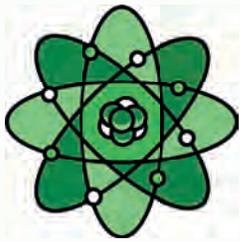
¡Razonamiento Verbal!

6

SECUNDARIA

ÁREA
CIENCIAS NATURALES
FÍSICA





VIDA TIERRA Y TERRITORIO

Física

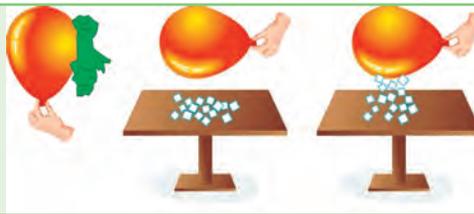
ELECTROSTÁTICA COMO FENÓMENO DE LA NATURALEZA



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Realicemos el siguiente experimento:

Frotemos un globo con una prenda de lana y acerquemos a pequeños pedazos de papel. También podemos utilizar un peine como se observa en la segunda imagen.



Respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:

¿Qué causa la atracción de los pedazos de papel en los experimentos realizados?

¿De qué manera se produce un rayo en una tormenta eléctrica?

¿Por qué consideras que se siente una pequeña descarga al tocar una manilla metálica u otro objeto?



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Nociones básicas de los fenómenos eléctricos

Desde hace tiempo se sabe que ciertos materiales, al ser frotados con fuerza con otros, adquieren la propiedad de atraer cuerpos ligeros, como trocitos de papel, cabellos, pequeñas plumas de ave.

Ya en el siglo VII a. C., el filósofo griego Tales de Mileto (hacia el 624 a.C. - 548 a.C.) citaba la propiedad del ámbar, una resina fósil, de atraer cuerpos ligeros después de frotarlo con lana. Precisamente, el término electricidad procede del griego **elektron**, que significa "ámbar".

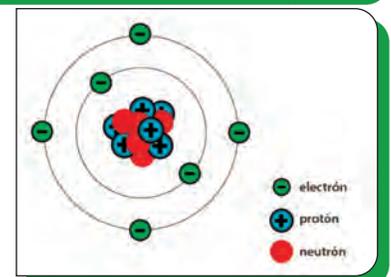
La **electrostática** es la rama de la Física que estudia las interacciones entre cuerpos cargados eléctricamente que se encuentran en reposo.

2. Carga eléctrica en el átomo

La carga eléctrica es una propiedad asociada a la materia, que permite explicar los fenómenos eléctricos y magnéticos. Casi todas las cargas eléctricas que percibimos en nuestro día a día están asociadas a la cantidad de protones y electrones que tienen los materiales. Los protones son partículas de carga positiva que residen en el núcleo de los átomos, mientras que los electrones son partículas de carga negativa que residen en su corteza. Sus cargas son exactamente opuestas, es decir, que la del protón (q_p) cancela a la del electrón (q_e):

$$q_p = -q_e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

C: Coulomb la unidad de medida de la carga en el S.I.

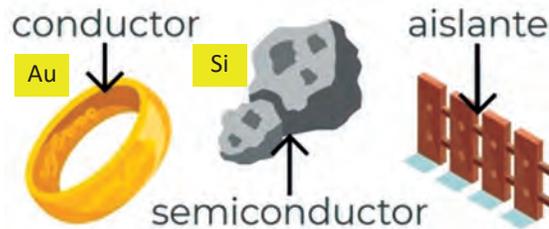


2.1. Tipos de materiales: conductores, dieléctricos y semiconductores

La experiencia demuestra que todos los cuerpos se dividen en:

- **Conductores:** son materiales que permiten el paso de la corriente eléctrica, por ejemplo: Cobre, Estaño, Oro, Plata, soluciones salinas entre otros.
- **Aislantes:** cuerpos que no conducen electricidad, también llamados dieléctricos, por ejemplo: madera, vidrio, aire, la porcelana, la ebonita, el caucho y otras sustancias.
- **Semiconductores:** son los materiales que se comportan como conductores o como aislantes dependiendo diversos factores físicos y químicos, por ejemplo: Silicio y Germanio. Muy usados en el campo de la electrónica.

Partículas subatómicas básicas		
	Carga (C)	Masa (Kg)
Electrón	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	$9,109 \cdot 10^{-31}$
Protón	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	$1,673 \cdot 10^{-27}$
Neutrón	0	$1,675 \cdot 10^{-27}$

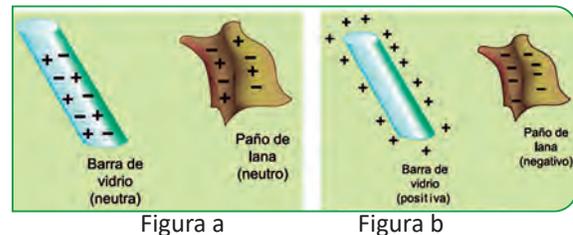


3. Fenómenos de electrización

Para cargar un cuerpo se puede partir bien sea de cuerpos previamente cargados o produciendo la ionización de los átomos. En todo caso un cuerpo neutro puede electrizarse, adquirir carga y ejercer interacción electrostática de varias formas:

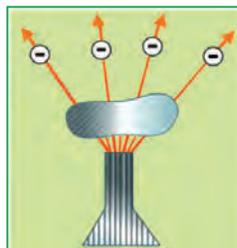
Electrización por frotación

Si frotamos entre si dos cuerpos, inicialmente neutros, ocurre entre ellos un intercambio de electrones y, en consecuencia, ambos terminan al final del proceso cargados. Como lo ilustra la figura a, antes de ser frotados, ambos cuerpos eran neutros. Después del roce, figura b, el vidrio se carga positivamente y la lana, negativamente.



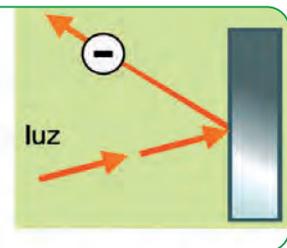
Electrización por efecto termoiónico

Como lo ilustra la figura adjunta, a altas temperaturas los electrones pueden escapar del cuerpo; por lo tanto, este quedara con carga positiva. Este fenómeno explica la ionización producida por el calor, cuya principal aplicación es la base de la electrónica de válvulas.



Electrización por efecto fotoeléctrico

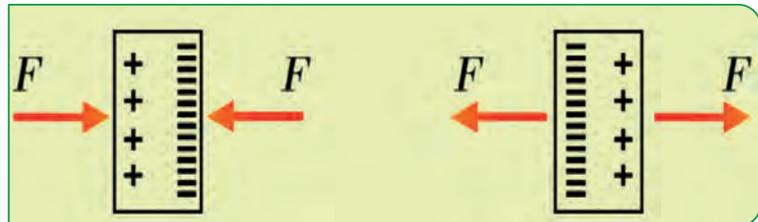
Es la ionización producida por la luz, que, incidiendo sobre una superficie, puede provocar la emisión de electrones.



Electrización por piezoeléctrico

Si se comprimen ciertos cristales, cuarzo, por ejemplo, cortados de cierta manera, se produce debido a la disposición de sus átomos, una distribución cargas positivas y negativas sobre sus caras. Tal como lo muestra la figura adjunta, los signos de las cargas cambian si en lugar de comprimir se trata de dilatar el cristal.

Este tipo de electrización se utiliza en la grabación y producción del sonido.



Electrización por contacto

Este fenómeno se produce cuando dos conductores se tocan, uno cargado y el otro neutro. Supongamos la situación de la figura a, donde A esta cargado positivamente y B es neutro. Si se ponen en contacto, A atraerá electrones desde B y este se electriza positivamente (figura b). Experimentalmente, se verifica que B se electriza con carga de igual signo que A.



Figura a. Cuerpos antes del contacto.

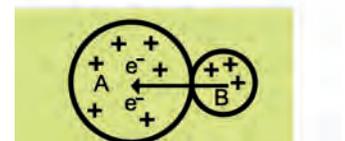


Figura b. Electrización positiva.

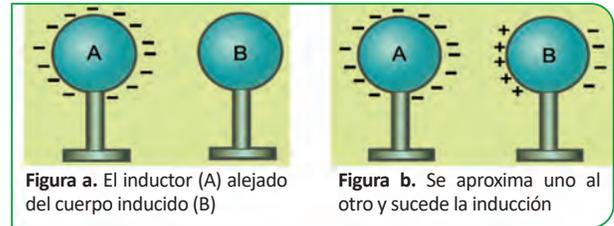
Por otro lado, si A estuviera cargada negativamente, sus electrones en exceso se repelen y pasan en parte a B, que se electrizará negativamente.

Si a los conductores A y B se les aplica el principio de conservación de la carga antes y después del contacto, la carga total permanece constante.

Electrización por influencia o inducción eléctrica

Una de ellas (A) deberá estar electrizada (cuerpo inductor) y la otra (B) neutra (cuerpo inducido).

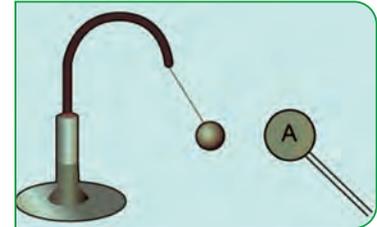
Supongamos, por ejemplo, que el cuerpo (A) este electrizado negativamente (figura a) y se aproxima al conductor (B) (figura b).



Detectores de cuerpos electrizados

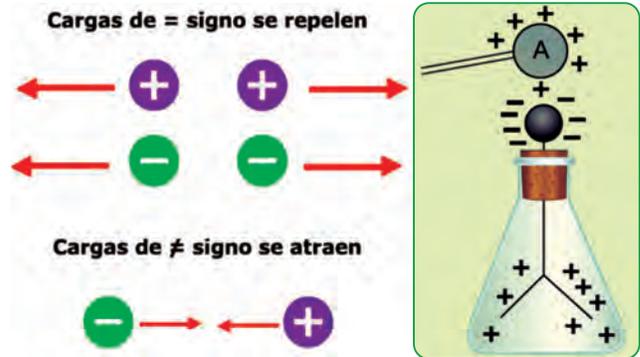
Para poder determinar si los cuerpos poseen carga eléctrica, podemos utilizar los siguientes aparatos:

El péndulo eléctrico: Aparato compuesto por una esferita de médula de saúco, de corcho o de cualquier sustancia liviana que cuelga de un hilo de seda. Para averiguar si el cuerpo está cargado, basta acercarlo a la esferita, que será atraída por los cuerpos que están electrizados. Sin embargo, es imposible determinar su signo.



El electroscopio: Es un aparato que permite detectar la presencia de una carga eléctrica; se basa en la acción reciproca de las cargas eléctricas.

El más simple consiste en una botella cuyo tapón de goma está atravesado por una varilla metálica que termina en dos láminas muy livianas de papel de oro o de aluminio y en el otro extremo finaliza en una esferita metálica. Al tocar la esfera con un cuerpo cargado, las láminas se cargan **con electricidad del mismo tipo** y se separan. Para descargar el electroscopio, basta tocar la esfera con la mano. Esto significa que a través de nuestro cuerpo se establece contacto con la tierra.



Si a un electroscopio cargado positivamente se le acerca (sin tocarlo) otro cuerpo cargado positivamente, las láminas se separan más (acción de cargas del mismo signo o nombre), y si se acerca un cuerpo cargado negativamente, estas se juntan.

4. Ley cualitativa y cuantitativa de la electrostática (Ley de Coulomb)

4.1. Ley cualitativa de atracciones o repulsiones eléctricas

Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen, es decir que las fuerzas electrostáticas entre cargas de igual signo (por ejemplo, dos cargas positivas) son de repulsión, mientras que las fuerzas electrostáticas entre cargas de signos opuestos (una carga positiva y otra negativa), son de atracción.

4.2. La ley Cuantitativa de Coulomb

La ley de Coulomb, nombrada en reconocimiento del físico francés Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) forma la base de la electrostática.



Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)

Esta ley establece que: *“La magnitud de la fuerza de atracción o repulsión que experimentan dos cargas eléctricas, es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa”*. En términos matemáticos se expresa de la siguiente manera:

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

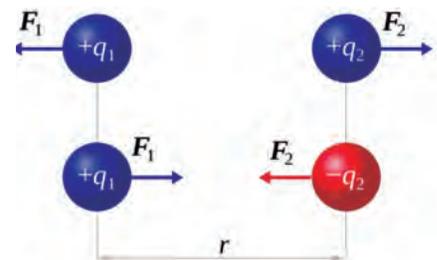
Donde:

q_1, q_2 : Cargas eléctricas [C]

F : Fuerza con que interactúan las dos cargas [N]

r : Distancia [m]

$K=9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ = Constante de Coulomb



Esto quiere decir, que podemos saber la fuerza de atracción o repulsión de las cargas eléctricas, respecto a la distancia a la que estén separadas o alejadas.

La constante K se expresa también como:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \text{Donde } \epsilon_0 \text{ es una constante conocida como permitividad del vacío: } \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

Submúltiplos	Símbolo	Valor
milicoulomb	mC	$10^{-3} C$
microcoulomb	μC	$10^{-6} C$
nanocoulomb	nC	$10^{-9} C$
picocoulomb	pC	$10^{-12} C$

4.3. Cuantización de la carga

La carga que adquiere un cuerpo depende del número de electrones transferidos y se determina mediante la siguiente ecuación:

$q = n[e]$ Donde: n es el número de electrones transferidos y e el valor de la carga del electrón $e = -1,6 \times 10^{-19} \frac{C^2}{Nm^2}$

Problemas resueltos

1. EL electrón y el protón de un átomo de Hidrógeno están separados (en promedio) por una distancia de aproximadamente $5,3 \times 10^{-11} m$. Encuentre las magnitudes de la fuerza eléctrica entre las dos partículas.

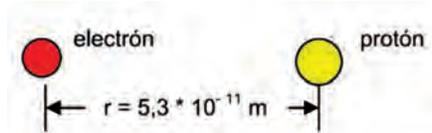
Datos:

$r = 5,3 \times 10^{-11} m$

$K = 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$

$q_1 = -1,6 \times 10^{-19} C$ (el signo nos dice que es una partícula con carga negativa; electrón)

$q_2 = 1,6 \times 10^{-19} C$



Desafío

Comprueba que la unidad de medición del resultado es N

Solución:

Observamos que nuestros datos estén en unidades del S.I. y reemplazamos en la ecuación de la Fuerza con que interactúan las dos cargas:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = (9 \times 10^9) \frac{(1,6 \times 10^{-19})(1,6 \times 10^{-19})}{(5,3 \times 10^{-11})^2} \quad F = 8,2 \times 10^{-8} N$$

Escanea el QR



Analizamos más problemas

2. Dos cargas con $2,8 \times 10^{-6} C$ y $7,5 \times 10^{-6} C$ respectivamente se atraen con una fuerza de 10 N, ¿A qué distancia se encuentran separadas?

Datos:

$r = ?$

$K = 9 \times 10^9 Nm^2/C^2$

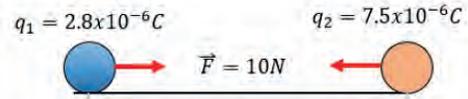
$q_1 = 2,8 \times 10^{-6} C$

$q_2 = 7,5 \times 10^{-6} C$

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

$$r = \sqrt{K \frac{q_1 \cdot q_2}{F}} = \sqrt{(9 \times 10^9) \frac{(2,8 \times 10^{-6})(7,5 \times 10^{-6})}{10}}$$

$r = 0,1374 m$



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Seguridad eléctrica

El cuerpo humano tiene una resistividad volúmica lo suficientemente baja para actuar como conductor y si está aislado de tierra, puede acumular cargas electrostáticas lo suficientemente elevadas como para provocar chispas peligrosas. El control es especialmente importante en atmósferas explosivas, industrias químicas o con materiales inflamables. La ropa de protección antiestática está diseñada para evitar la acumulación de cargas electrostáticas que pueden dar lugar a la generación de chispas. Una chispa es capaz de provocar un incendio o explosión en determinadas circunstancias.



Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo realizan el control de energía eléctrica en tu comunidad?
- ¿Qué cuidados tienes en tu casa para usar aparatos eléctricos?
- ¿Qué significa la atracción y repulsión de cargas eléctricas?



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

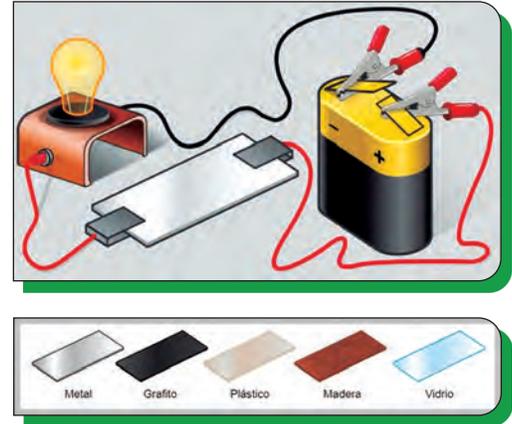
Laboratorio

Vamos a distinguir materiales conductores de la electricidad de materiales aislantes, según conduzcan o no la corriente eléctrica.

Materiales

- Una pila de 9 V.
- Una bombilla de linterna.
- Un portalámparas.
- Un tablero de madera.
- Cable eléctrico (unos 60 cm).
- Tijeras y cinta aislante.
- Tornillos y destornillador.

Realiza distintas pruebas con los materiales que se muestran en la figura. Diferencia los materiales conductores y aislantes.



EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Construyamos un electroscopio

Material

- Bote de cristal de boca ancha.
- Alambre grueso.
- Papel aluminio o estaño.
- Tapón de corcho.
- Globo, varilla de vidrio.

Construcción

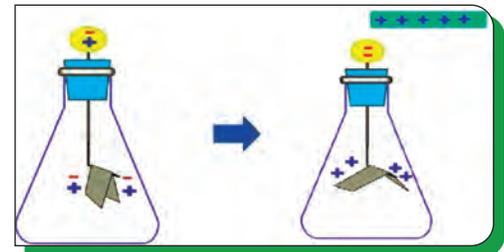
- Se agujerea la tapa del bote de forma que ajuste bien el tapón de corcho.
- A su vez, el tapón de corcho se agujerea de forma que el alambre entre ajustado.
- Se da forma al alambre de la parte superior y se envuelve en una bola de papel de aluminio.
- Se da forma al alambre para que sujete las láminas de aluminio o estaño.
- Se corta el papel aluminio en una láminas de 1 cm de ancho por 10 cm de largo.



Funcionamiento

Inicialmente, el electroscopio está cargado de manera neutra: las cargas positivas y negativas se encuentran repartidas de manera equilibrada en todo el conjunto. Es por esta razón que las láminas de papel de aluminio se encuentran unidas.

Es momento de ir comprobando la carga eléctrica de diferentes materiales. Por ejemplo, podemos inflar un globo y frotarlo para cargarlo eléctricamente. Al tocar con el globo la bola de aluminio del electroscopio, veremos como las dos láminas del electroscopio se separarán entre ellas.



CAMPO ELÉCTRICO Y LAS FUERZAS ELÉCTRICAS



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Ingresamos al QR y realizamos la práctica según las orientaciones.

Desmarca la opción campo eléctrico:

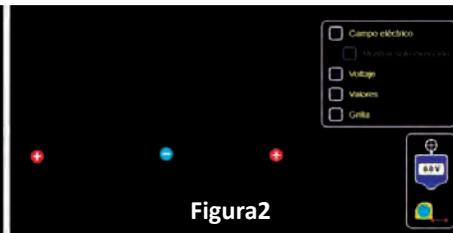
- Posiciona dos partículas de la misma carga a una cierta distancia (ver figura 1)



Escanea el QR



- Marca la opción campo eléctrico y observa lo sucedido.
- Repite la operación añadiendo una partícula de distinta carga y observa lo sucedido (figura 2)



*Analícemos:
¿Se comprueba la ley cualitativa de la electrostática?
¿Por qué la dirección de las flechas se modifica al añadir una tercera carga?*



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Intensidad del campo eléctrico

Consideremos una carga (Q) que crea un campo eléctrico en el espacio que la rodea. Si colocamos en este campo una carga de prueba (q), comprobaremos que la fuerza electrostática que experimenta no tiene el mismo valor en unos puntos que en otros. Para cuantificar el campo eléctrico se introduce la magnitud intensidad del campo eléctrico. Llamamos intensidad del campo eléctrico en un punto del espacio a la fuerza que experimenta la unidad de carga positiva colocada en ese punto.

La intensidad del campo eléctrico se representa con la letra E.

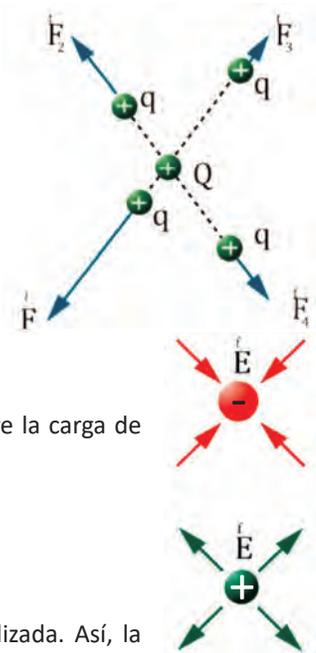
Es una magnitud vectorial, ya que es la fuerza que actúa sobre la unidad de carga positiva.

- Su dirección es tangente a las líneas de fuerza en cada punto y su sentido coincide con el de estas.
- Su módulo se calcula dividiendo el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga de prueba q entre el valor de esta carga.

$$E = \frac{F}{q}$$

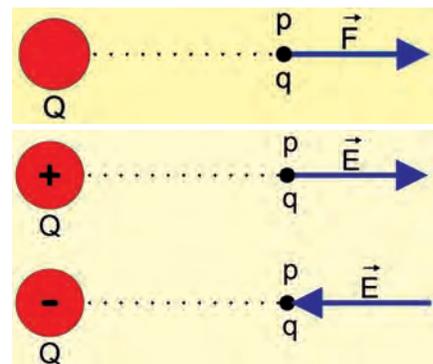
La unidad de intensidad del campo eléctrico en el SI es el newton por coulomb (N/C).

Al dividir F entre q se obtiene una magnitud independiente de la carga de prueba utilizada. Así, la intensidad del campo eléctrico en un punto depende solo de la carga o cargas que crean el campo, de la distancia a dichas cargas y del medio en que se hallan.



2. Campo eléctrico de una carga puntual y sus aplicaciones

Campo eléctrico es el espacio en torno a una carga Q, dentro del cual, otra carga puntual q, experimenta la acción de una fuerza. Sin embargo, quien actúa sobre la carga q, es el campo eléctrico establecido por Q y no, la carga en sí. Además, no es necesaria la presencia de la carga q, para que exista el campo eléctrico en ese punto. En otras palabras, se puede elegir un punto (p) en torno a Q, y colocar allí una carga puntual q. Con ella, se puede comprobar si existe un campo eléctrico en ese punto. Entonces, a la carga q, se le llama carga de prueba.



Para saber el sentido de un campo eléctrico en un punto, se coloca una carga de prueba positiva en p. el sentido del campo está dado por el sentido de la fuerza que actúa sobre la carga de prueba.

La dirección del campo E , tiene la dirección de la fuerza F y su sentido, es el sentido de la fuerza que actúa sobre una carga de prueba positiva. En consecuencia, si una carga puntual positiva se coloca en un punto donde existe un campo eléctrico, queda sujeta a una fuerza que tiene la misma dirección y sentido de dicho campo.

Conociendo las cargas que crearon el campo, se pueden obtener expresiones para obtenerlo.

Primero, como ya se mencionó, la intensidad de campo está dada por:

$$E = \frac{F}{q}$$

Segundo, de acuerdo con la ley de Coulomb, la fuerza entre dos cargas eléctricas está dada por la fórmula:

$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

Entonces, reemplazando en la ecuación del campo eléctrico, se llega a la ecuación:

$$E = \frac{K \frac{Q \cdot q}{r^2}}{q} \quad E = K \frac{Q}{r^2}$$

Donde:

E : Intensidad de campo eléctrico [N/C].

K : constante de Coulomb ($9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$).

Q : carga generadora del campo eléctrico [C].

r : Distancia a la cual se encuentra la carga de prueba [m].

Esta ecuación permite calcular el valor del campo creado por una carga puntual Q , a una distancia r de ella. Además, permite deducir que el valor del campo es proporcional a la carga Q e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia r .

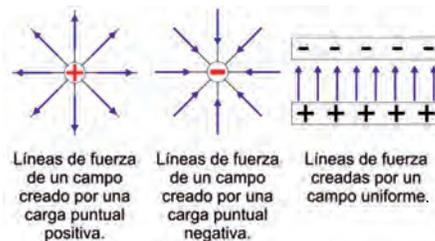
3. Líneas de fuerza de un campo eléctrico

Faraday, introdujo el concepto de líneas de fuerza, con el fin de representar geoméricamente el campo eléctrico. Ellas indican la dirección y el sentido del vector de campo (E) y, además, dan una idea de la intensidad del campo en cada punto.

Una línea de fuerza, es una línea que se traza en un campo eléctrico, de tal modo que el vector E sea tangente a ella en cada punto. Las líneas de campo de una carga positiva divergen radialmente a partir de la carga. Por el contrario, las líneas de campo de una carga negativa convergen hacia ella. En ambos casos, a medida que las líneas se alejan de la carga se van separando. Esto indica la disminución de la intensidad del campo al aumentar la distancia r .

Las líneas de fuerza tienen dos características:

- Las líneas de fuerza nunca se cortan.
- Las líneas de fuerza inician en cargas positivas y terminan en cargas negativas.

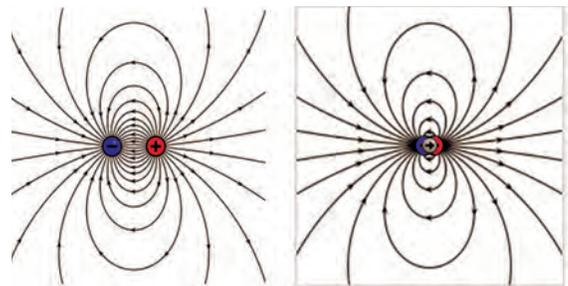


Campo eléctrico uniforme es aquel en el que el vector E , tiene el mismo módulo, la misma dirección y el mismo sentido en todos los puntos. Un campo eléctrico uniforme se puede obtener cargando dos placas planas paralelas con cargas iguales y contrarias colocadas a una distancia muy pequeña. Entre ellas, el campo E está dirigido desde la placa positiva hacia la negativa. Del mismo modo, las líneas de campo son paralelas y dirigidas hacia la placa negativa.

Dipolo eléctrico

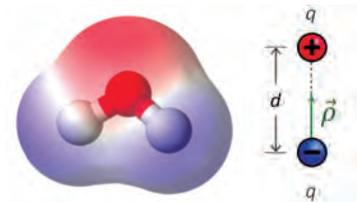
El dipolo consta de dos cargas eléctricas puntuales de polaridad opuesta ubicadas muy juntas. Se muestra una transformación de un dipolo en forma de punto a un dipolo eléctrico de tamaño finito.

El dipolo eléctrico es una configuración de dos cargas eléctricas puntuales de igual magnitud, pero de signo contrario ($+q$, $-q$) separadas una distancia d . Matemáticamente, se caracteriza por tener asociado un momento dipolar eléctrico (ρ), que se define como el producto entre la magnitud de la carga eléctrica del dipolo multiplicada por la distancia de separación entre ellas.



El momento dipolar eléctrico es un vector cuya dirección y sentido siempre es de la carga negativa hacia la positiva, como se muestra en la figura adjunta. Se expresa en Coulomb por metro (C·m):

$$\rho = q \cdot d$$



Una molécula de agua es polar debido al reparto desigual de sus electrones en una estructura “doblada”. Hay una separación de carga con carga negativa en el medio (tono rojo) y carga positiva en los extremos (tono azul).

4. Principio de superposición

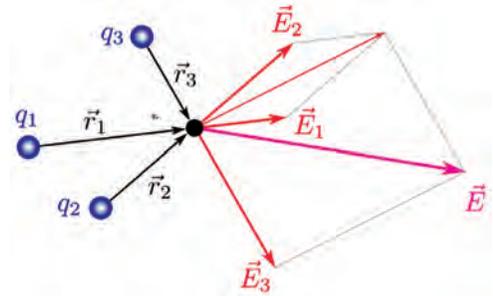
Si en una región del espacio existe más de un cuerpo cargado, al colocar en dicha región una nueva carga de prueba q_0 , la intensidad de la fuerza electrostática a la que esta carga se verá sometida será igual a la suma de la intensidad de las fuerzas que ejercerían de forma independiente sobre ella cada una de las cargas existentes.

Expresado de forma matemática para un sistema de n cargas:

$$F_T = \sum F_i = F_1 + F_2 + F_3 \dots + F_n$$

Así también el campo eléctrico total cumple el principio de superposición, entonces:

$$E_T = \sum E_i = E_1 + E_2 + E_3 \dots + E_n$$



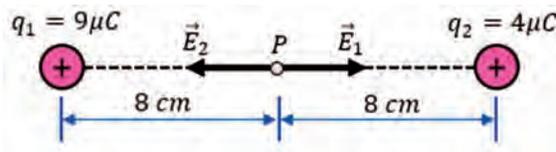
La existencia de este principio de superposición indica que la fuerza de interacción entre cargas puntuales no varía por la presencia de otras cargas y que la fuerza resultante es igual a la suma de las fuerzas individuales que sobre esta carga ejercen las demás.

Problemas resueltos

1. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en el punto medio P entre dos cargas puntuales cuyos valores son $q_1 = 9\mu\text{C}$ y $q_2 = 4\mu\text{C}$, separadas a una distancia de 16cm.

DATOS:

- $r = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$
- $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
- $q_1 = 9 \mu\text{C} = 9 \times 10^{-6}\text{C}$
- $q_2 = 4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6}\text{C}$



Solución: el campo eléctrico de la primera carga va hacia la derecha (será positivo), el campo eléctrico de nuestra segunda carga va hacia la izquierda (será negativo). Entonces decimos que:

$$E_R = E_1 + (-E_2)$$

Reemplazando la ecuación del campo eléctrico:

$$E_R = K \frac{q_1}{r^2} + \left(-K \frac{q_2}{r^2}\right) \quad E = \frac{K}{r^2} (q_1 - q_2)$$

Observamos que nuestros datos estén en unidades del S.I. para reemplazarlos directamente:

$$E = \frac{9 \times 10^9}{0,08^2} (9 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6}) \quad E = 7031250 \text{ N/C} \quad E = 7,03 \times 10^6 \text{ N/C}$$

2. Las cargas, Q_1 igual a $2 \times 10^{-2}\text{C}$ y Q_2 igual a $2,4 \times 10^{-2}\text{C}$, forman un campo eléctrico. Se selecciona un punto P a 50cm de Q_1 y a 40cm de Q_2 . Además, las líneas entre las cargas y el punto p forman un ángulo de 30° . Por otro lado, las cargas y el punto p, están en los vértices de un triángulo rectángulo, tal como muestra la figura. ¿Cuál es el valor del campo eléctrico en p?

Solución:

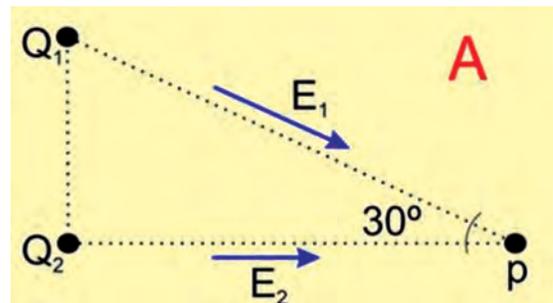
Calculamos los campos eléctricos E_1 y E_2

$$E_1 = 9 \times 10^9 \cdot \frac{2 \times 10^{-2}}{(0,5)^2}$$

$$E_1 = 7,2 \times 10^8 \text{ N/C}$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \cdot \frac{2,4 \times 10^{-2}}{(0,4)^2}$$

$$E_2 = 1,35 \times 10^9 \text{ N/C}$$



DATOS:

- $r_1 = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$
- $r_2 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$
- $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
- $Q_1 = 2 \times 10^{-2} \text{ C}$
- $Q_2 = 2,4 \times 10^{-2} \text{ C}$

Hallamos la resultante del campo eléctrico en p, descomponiendo vectores y aplicando el Teorema de Pitágoras.

$$\Sigma_x = 1,35 \times 10^9 + 7,2 \times 10^8 \cdot \cos(30^\circ)$$

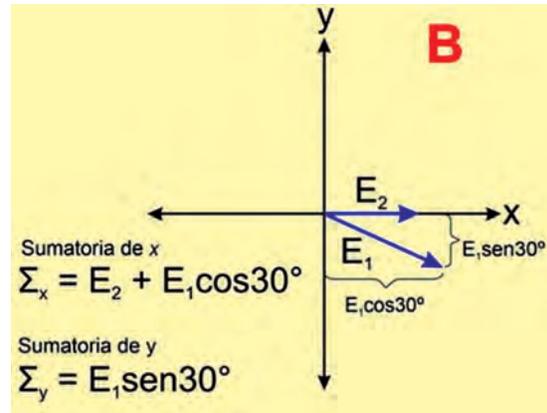
$$\Sigma_x = 1,97 \times 10^9$$

$$\Sigma_y = -7,2 \times 10^8 \cdot \sin(30^\circ)$$

$$\Sigma_y = -3,6 \times 10^8$$

$$E = \sqrt{(1,97 \times 10^9)^2 + (-3,6 \times 10^8)^2}$$

$$E = 2 \times 10^9 \text{ N/C}$$



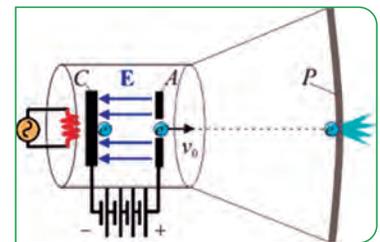
¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Las señales de radiodifusión como la TV o la radio son campos eléctricos radiados que viajan por el espacio (por el aire). Estos campos eléctricos que son ondas se emplean para transmitir señales de información a distancia sin necesidad de cables. Cualquier señal eléctrica que viaja por un cable también es un campo eléctrico ya que contiene electrones en movimiento (siempre que se aplique electricidad).

Los televisores “antiguos” (las que no son planas) emplean un tubo de rayos catódicos que emite electrones que impactan con mucha velocidad en una pantalla que está hecha de un material fosforescente. Este material está dividido en muchos puntos que se van recorriendo por el haz de electrones haciendo que «brillen» con un color determinado. Para hacer que el haz recorra toda la pantalla y podamos ver una imagen completa utiliza un campo eléctrico que varía la posición del haz de electrones haciendo que vaya a un punto determinado. Puedes comprobar esto utilizando un imán, acercándolo por detrás de la TV (estando cerrado) y verás como la imagen se deforma. Esto es porque estarás modificando el apuntamiento del haz de electrones del tubo de rayos catódicos.



El radar también es un ejemplo de aplicación de campo eléctrico. Este instrumento manda una señal (una onda con campo eléctrico), dicha señal rebota y vuelve al radar, por el tiempo que ha tardado el radar localiza la distancia y la posición del objetivo.



Las gotas de tinta de una impresora componen las letras gracias a la aplicación de un campo eléctrico que le manda la posición exacta en el papel. Ten en cuenta que el espacio es muy pequeño y no se puede hacer con métodos mecánicos.

En tu cuaderno responde las siguientes preguntas:

- ¿ Cómo viajan las cargas eléctricas en un televisor?
- ¿ Qué es lo que determina el color en las imágenes del televisor?



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



Experimentemos las líneas del campo eléctrico

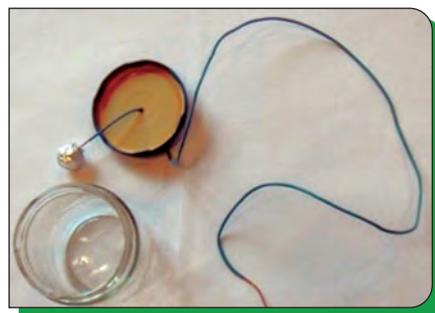
¿Qué necesitamos?

- Un bote de vidrio con tapa.
- Aceite de cocina (de girasol).
- Unos 40 cm de cable.
- Papel de aluminio y cinta adhesiva.
- Canica de vidrio y un punzón.

- Hierbas de infusión (té o manzanilla).
- Una pantalla de TV o generador Van de Graaff.

¿Cómo se realiza este experimento?

Primero construiremos el circuito, para eso forraremos la canica con papel de aluminio y la engancharemos con cinta adhesiva a un extremo del cable (los dos extremos tienen que estar pelados de material aislante). Haremos un pequeño agujero (con el punzón) en la tapa del bote de vidrio para poder pasar el cable por él. Este cable tiene que cerrar el circuito y ser conectado a la pantalla del TV. Siguiendo estos pasos el circuito está listo para ser conectado.



Ahora preparamos la mezcla. Dentro del bote de cristal añadimos las hierbas de infusión (un par de bolsitas), y lo llenamos con el aceite dejando un dedo de margen al final. Utilizamos aceite en lugar de otro líquido para que las partículas (las hierbas) ni floten ni decanten sino que se mantengan en suspensión y así observar mejor las líneas del campo eléctrico. Una vez tengamos la mezcla, se introduce la bola dentro del bote y lo cerramos bien. Removemos un poco y ahora sólo se tiene que encender el TV, conectar el extremo del cable con un trozo de cinta adhesiva a la pantalla (que estará protegida con un trozo de aluminio) y observar cómo se alinean las semillas o las hierbas.



¿Por qué sucede y como lo explicamos?

La electricidad estática generada en la pantalla de un TV hace que se cargue la bola de papel de aluminio y por esa razón se genera un campo eléctrico dentro del bote. Las semillas o hierbas que se encuentran suspendidas en la mezcla se alinean siguiendo las líneas del campo eléctrico que hay dentro del bote.

POTENCIAL ELÉCTRICO Y CAPACITANCIA



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

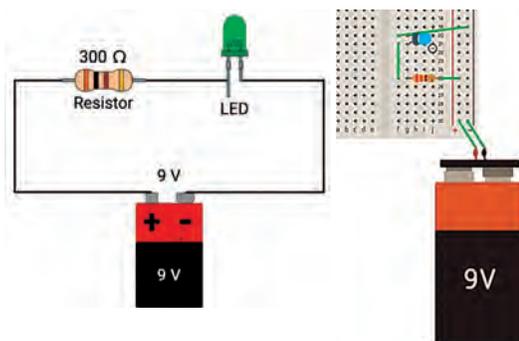
Encendemos un led

¿Qué necesitamos?

- Led.
- Resistor de 300 o 220 Ohms.
- Batería de 9 voltios o cargador de celular.
- Cable de conexión de circuitos o protoboard.

Procedimiento:

- Conectemos los materiales según como se muestra en la figura.
- Cuando consigamos encender el led cambiamos polaridad a la conexión de la batería, es decir donde inicialmente estaba conectado el positivo ahora será negativo y donde era negativo ahora la conectamos en positivo.



Desafío

Investiga el funcionamiento del Protoboard

Analizamos y respondemos en nuestro cuaderno

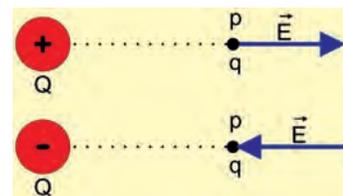
- ¿Se enciende el led?
- Ahora si cambiamos de lado las conexiones del led ¿Qué sucedió?



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Definición de potencial eléctrico

El potencial eléctrico en un punto p del espacio es una magnitud escalar que nos permite obtener una medida del campo eléctrico en dicho punto a través de la energía potencial electrostática que adquiriría una carga si la situásemos en ese punto.



El potencial eléctrico en un punto del espacio de un campo eléctrico es la energía potencial eléctrica que adquiere una unidad de carga positiva situada en dicho punto.

$$V = \frac{E_p}{q}$$

La unidad e medida del potencial eléctrico (Voltio) es en honor a Alessandro Volta.

La unidad del potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico, su unidad en el S.I. es el joule por coulomb [$J/C = V$]. E_p es la energía potencial eléctrica que adquiere una carga testigo (carga de prueba) positiva q al situarla en ese punto.

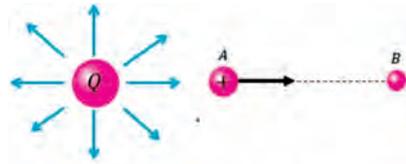
El hecho de que todas las magnitudes sean escalares, permite que el estudio del campo eléctrico sea más sencillo. De esta forma, si conocemos el valor del potencial eléctrico V en un punto, podemos determinar que la energía potencial eléctrica de una carga q situada en él es:

$$E_p = q \cdot V \quad E_p = W$$

Si aplicas una fuerza sobre un objeto y este se desplaza decimos que la fuerza que estás ejerciendo realiza un trabajo. Del mismo modo, si un cuerpo se desplaza bajo la acción de una fuerza electrostática, dicha fuerza realiza también un trabajo denominado trabajo eléctrico. Recordemos que W (se mide en J: Joule) es el trabajo realizado que es igual al producto de la fuerza por la distancia recorrida:

$$W = F \cdot r$$

$$\text{Entonces: } E_p = F \cdot r$$



Recordando la ecuación de la fuerza electrostática:

$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

Finalmente:

$$E_p = K \frac{Q \cdot q}{r^2} \cdot r \quad E_p = K \frac{Q \cdot q}{r}$$

Aquellos puntos contiguos donde el valor del potencial eléctrico es el mismo, reciben el nombre de superficie equipotencial. Cada punto de una superficie equipotencial se caracteriza porque:

- El campo eléctrico es perpendicular a la superficie en dicho punto y se dirige hacia valores decrecientes de potencial eléctrico.
- Cada punto solo puede pertenecer a una superficie equipotencial, ya que el potencial eléctrico es un único valor en cada punto.

1.1. Potencial eléctrico creado por una carga puntual

Tal y como estudiamos en el apartado de intensidad de campo eléctrico, una única carga Q es capaz de crear un campo eléctrico a su alrededor. Si en dicho campo introducimos una carga testigo q entonces, atendiendo a la definición de energía potencial eléctrica de dos cargas puntuales:

$$V = \frac{E_p}{q} = \frac{K \frac{Q \cdot q}{r}}{q}$$

Por tanto el potencial eléctrico del campo eléctrico creado por una carga puntual Q es:

$$V = K \frac{Q}{r}$$

Donde:

V : es el potencial eléctrico en un punto. En el S.I. se mide en Voltios [V].

K : es la constante de la ley de Coulomb.

Q : es la carga puntual que crea el campo eléctrico. En el S.I. se mide en coulombs [C].

r : es la distancia entre la carga y el punto donde medimos el potencial. En el S.I. se mide en metros [m].

Si observas detenidamente la expresión puedes darte cuenta de que:

- Si la carga **Q** es positiva, la energía potencial es positiva y el potencial eléctrico **V** es positivo.
- Si la carga **Q** es negativa, la energía el potencial es negativa y el potencial eléctrico **V** es negativo.
- Si no existe carga, la energía potencial y el potencial eléctrico es nulo.
- El potencial eléctrico no depende de la carga testigo q que introducimos para medirlo.

2. Diferencia de potencial

Si dos puntos de un campo eléctrico poseen distinto potencial eléctrico, entre ambos puntos existe lo que se denomina

una **diferencia de potencial o tensión**, ΔV . Este valor se encuentra íntimamente relacionado con el trabajo eléctrico. Por definición, el trabajo que debe realizar un campo eléctrico para trasladar una carga q desde un punto A a otro B dentro del campo se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$W_{(A \rightarrow B)} = -(E_{PB} - E_{PA}) = E_{PA} - E_{PB}$$

Si aplicamos la definición de potencial eléctrico, obtenemos que:

$$W_{(A \rightarrow B)} = E_{PA} - E_{PB} = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q(V_A - V_B)$$

$$W_{(A \rightarrow B)} = q(V_A - V_B)$$

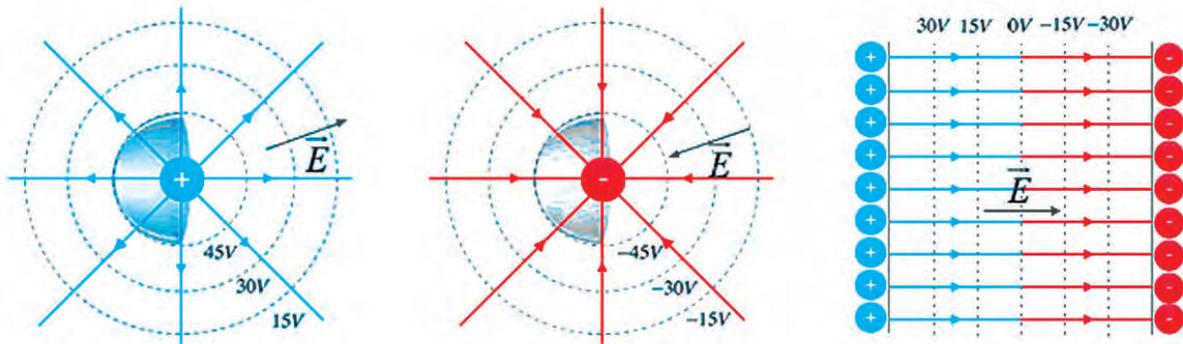
$$(V_A - V_B) = \frac{W_{(A \rightarrow B)}}{q}$$

$$\Delta V = \frac{W_{(A \rightarrow B)}}{q}$$

Por tanto:

- Las cargas positivas se mueven desde zonas de mayor potencial eléctrico a zonas de menor potencial eléctrico.
- Las cargas negativas se mueven desde zonas de menor potencial eléctrico a zonas de mayor potencial eléctrico.

Teniendo en cuenta que tal y como estudiamos en el apartado de intensidad del campo eléctrico, las cargas positivas se mueven en el sentido de dicha intensidad entonces, la intensidad de campo eléctrico se dirige siempre desde zonas de mayor potencial a zonas de menor potencial.



Problemas resueltos

- 1) Se ha ejecutado 5 julios de trabajo sobre un mol de protones, para trasladar de un punto "A" a otro "B" ¿Cuánto es la diferencia de potencial en voltios?

Datos

$$W=5J; Q=\text{mol de } p^+; V_B-V_A=?$$

$$1 \text{ mol } p^+ \times \frac{6.02 \times 10^{23} p^+}{1 \text{ mol } p^+} \times \frac{1.6 \times 10^{-19} C}{1 p^+} = 96320 C$$

$$V_B - V_A = \frac{5J}{96320 C} \quad V_B - V_A = 5.2 \times 10^{-5} V$$

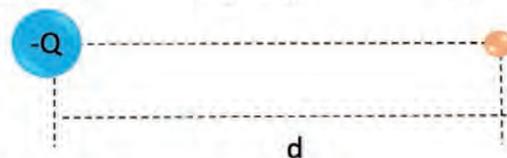
- 2) Una carga de $-5\mu C$ se encuentra en el vacío. Calcula el potencial que genera dicha carga a una distancia de 20cm

Datos

$$Q=-5\mu C$$

$$d=20\text{cm}$$

$$V=?$$



Cálculo del potencial eléctrico:

$$V = K \frac{Q}{d}$$

$$V = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{-5 \times 10^{-6} C}{0.2 m} = -2.25 \times 10^5 V$$

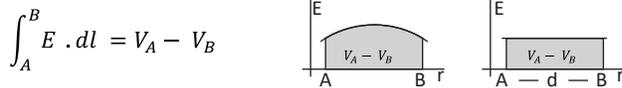
Realiza en tu cuaderno los siguientes ejercicios propuestos

- 1) ¿Cuánto trabajo debe efectuarse para trasladar un protón en un medio donde el potencial es 5 V, la carga del protón es $1,6 \times 10^{-19}$ C?
Respuesta: 8×10^{-19} J
- 2) Si el potencial de partida en el punto A es 80 V y el potencial de llegada en el punto B es 200V. Hallar la diferencia de potencial.
Respuesta: 120V

- 3) Dos puntos de un campo eléctrico tienen una diferencia de potencial de 5V, ¿Cuál es el trabajo necesario para mover una carga de 10 C entre estos dos puntos?
Respuesta: 50J

3. Relación entre potencial y campo eléctrico

La relación entre campo eléctrico y el potencial es.



En la figura, veamos la interpretación geométrica. La diferencia de potencial es el área bajo la curva entre las posiciones A y B.

Cuando el campo es constante, tenemos la siguiente relación:
 $V_A - V_B = E \cdot d$ que es el área del rectángulo sombreado.

4. Definición de capacitancia

Es la cantidad de carga eléctrica que es capaz de guardar un conductor, por unidad de diferencia de potencial.

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{V}$$

Donde:
C: Capacitancia [C/V = F; Faradio]
Q: Carga eléctrica [C]
 $\Delta V, V$: Diferencia de potencial [V]

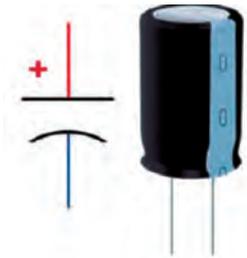
- El milifaradio : $1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$
- El microfaradio : $1 \text{ }\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
- El nanofaradio : $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
- El picofaradio : $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

5. Capacitores (condensadores) y su clasificación por material

Un capacitor o también conocido como condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía a través de campos eléctricos (uno positivo y uno negativo). Este se clasifica dentro de los componentes pasivos ya que no tiene la capacidad de amplificar o cortar el flujo eléctrico.

Los capacitadores que se utilizan en la electrónica son de cinco tipos diferentes:

- Capacitores electrolíticos (polarizados, no polarizados y de Tantalio).
- Capacitores de polyester (metalizados y no metalizados).
- Capacitores cerámicos (disco y Plata).
- Capacitores de mica plata.
- Capacitores SMD.



5.1. Energía de un condensador

Cuando una carga eléctrica Q es transportada entre dos puntos y donde la diferencia de potencial permanece constante, el trabajo realizado o la energía almacenada es igual a:

$W = \frac{1}{2} Q \cdot V$ Como: $C = \frac{Q}{V}$ Entonces:

$W = \frac{1}{2} C V^2$ o $W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

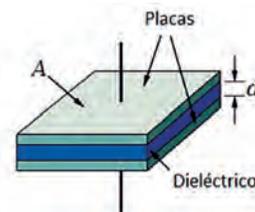
La energía que logra almacenar, aparece en distintas formas: calor, luz o sonido. La energía liberada será igual a aquella que fue consumida en la etapa de carga del condensador.

5.2. Capacidad de un condensador plano

La capacidad eléctrica del condensador es directamente proporcional al área de las placas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre ellas.

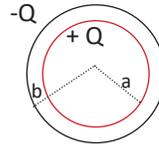
$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Donde:
C: Capacitancia [C/V = F; Faradio]
A: Área de una placa [m²]
d: Distancia entre placas [m]
 ϵ_0 : Constante de la permitividad en el vacío $8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$



5.3. Capacidad de un condensador esférico

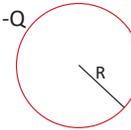
Un condensador esférico está formado por dos superficies conductoras esféricas, concéntricas de radio a y b , cargadas con carga iguales y opuestas $+Q$ y $-Q$ respectivamente.



La capacidad de un condensador esférico es:

$$C = \frac{Q}{V - V'} = \frac{4\pi\epsilon_0}{(1/a - 1/b)}$$

Si el radio del segundo conductor esférico es muy grande $b \rightarrow \infty$, entonces tenemos la capacidad de un condensador esférico de radio $R=a$



$$C = 4\pi\epsilon_0 \epsilon_0 R$$

5.4. Condensadores con dieléctricos

Si se introduce un dieléctrico entre las placas, la capacidad aumentará en un factor ϵ_r . Entonces:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Donde:

ϵ_r es la constante dieléctrica relativa y depende de las propiedades físicas de la sustancia empleada.

ϵ es la constante dieléctrica absoluta.

Problema resuelto:

1. Calcular la capacidad de un condensador plano formado por dos placas de 0.12 m^2 , separados por un espacio de 0.004 m , utilizando como aislante entre planos de mica (Tomar $\epsilon_{\text{mica}}=5$).

Datos:

$$A = 0.12 \text{ m}^2$$

$$d = 0.004 \text{ m}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

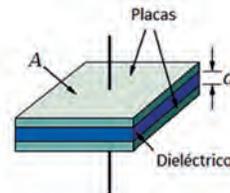
$$\epsilon_{\text{mica}} = 5$$

Fórmula

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

Procedimiento

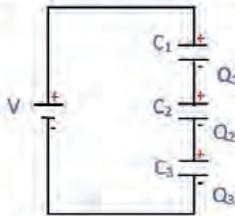
$$C = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \times 5 \times \frac{0.12 \text{ m}^2}{0.004 \text{ m}}$$



$$C = 1.33 \times 10^{-9} \text{ F} = 1.33 \text{ nF}$$

6. Asociación de capacitores: serie, paralelo y mixto

a) **En serie:** En una asociación de condensadores en serie, el inverso de la capacidad equivalente es igual a la suma de los inversos de las capacidades de cada uno.



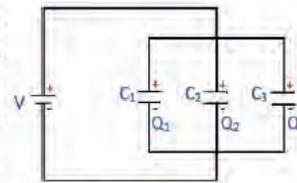
Características

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$Q_E = Q_1 = Q_2 = Q_3 \quad V_E = V_1 + V_2 + V_3$$

b) **Condensadores en paralelo o derivación**

Dos o más condensadores se encuentran conectados en paralelo, cuando todos ellos tienen la misma diferencia de potencial.



Características

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$Q_E = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad V_E = V_1 = V_2 = V_3$$

Problemas resueltos

1) Tres condensadores de $4\mu\text{F}$, $5\mu\text{F}$ y $20\mu\text{F}$ están conectados en serie a una batería de 300V . Encontrar: a) La capacidad equivalente, b) La carga sobre cada placa de los condensadores, c) El voltaje a través de cada condensador

Datos

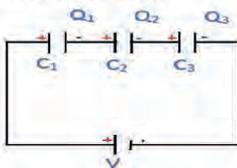
$$C_1=4\mu\text{F}; C_2=5\mu\text{F};$$

$$C_3=20\mu\text{F}; V=300\text{V}$$

$$\text{a) } C_E=?; \text{ b) } Q_1=?;$$

$$Q_2=?; Q_3=?; \text{ c) } V_1=?$$

$$; V_2=?; V_3=?$$



a) Hallamos la capacidad equivalente:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{4\mu\text{F}} + \frac{1}{5\mu\text{F}} + \frac{1}{20\mu\text{F}}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{5+4+1}{20\mu\text{F}} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{10}{20\mu\text{F}}$$

Despejando $C_{eq} \quad C_{eq} = 2\mu\text{F}$

b) Para el cálculo de las cargas

$$Q_E = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

Se conoce $C_{eq} = \frac{Q_E}{V_E}$ despejar Q_E

$$Q_E = C_{eq} \cdot V_E \quad Q_E = 2 \times 10^{-6} \frac{\text{C}}{\text{V}} \cdot 3 \times 10^2 \text{ F}$$

$$Q_E = 6 \times 10^{-4} \text{ C} = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

c) Para el cálculo del voltaje

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \quad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} \text{ C}}{4 \times 10^{-6} \text{ F}} = 150\text{V}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \quad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} \text{ C}}{5 \times 10^{-6} \text{ F}} = 120\text{V}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} \quad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} \text{ C}}{20 \times 10^{-6} \text{ F}} = 30\text{V}$$

2. La capacidad equivalente de dos condensadores conectados en paralelo es de $40 \mu\text{F}$, sabiendo que uno de ellos tiene $10 \mu\text{F}$. ¿Qué valor tendrá el otro condensador en microfaradios?

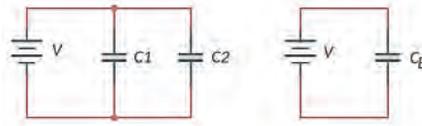
Datos:

$$C_E = 40 \mu\text{F}$$

$$C_1 = 10 \mu\text{F}$$

Fórmula:

$$C_E = C_1 + C_2$$



Procedimiento:

$$40 \mu\text{F} = 10 \mu\text{F} + C_2$$

$$C_2 = 40 \mu\text{F} - 10 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 30 \mu\text{F}$$

Resuelve en tu cuaderno los siguientes ejercicios:

1. ¿Qué capacidad tiene un condensador con una carga de 10^{-3} C y una diferencia de potencial de 106 V ?

Respuesta: 10^{-9} F

2. ¿Qué carga adquiere un condensador $0,15 \text{ F}$, si se le conecta a una diferencia de potencial de 100 V ?

Respuesta: 15 C

3. Un condensador de un circuito de televisión tiene una capacidad $1,2 \mu\text{F}$ y la diferencia de potencial entre sus bornes tiene un valor de 3000 V . Calcular la energía almacenada.

Respuesta: $5,4 \text{ J}$

4. ¿Una esfera metálica aislada de $0,15 \text{ m}$ de radio tiene una capacidad de?

5. Un conductor posee una capacidad eléctrica de $20 \mu\text{F}$ y se encuentra cargado con $100 \mu\text{C}$. Si la carga se incrementa hasta $200 \mu\text{C}$ ¿Cuánto variará su potencial eléctrico?

6. Un condensador de placas paralelas que tiene un área de placa de $0,70 \text{ m}^2$ y una separación de placas de $0,5 \text{ mm}$ se conecta a una fuente con un voltaje de 50 voltios . Encontrar la capacitancia, la carga sobre las placas y la energía del condensador.

a) Cuando hay aire entre las placas.

b) Cuando hay un aislante entre las placas con una constante dieléctrica de $2,5$.

7. Se tiene dos condensadores iguales, cada uno de $4 \times 10^{-6} \text{ faradios}$, conectados en serie. ¿Cuál es la capacidad equivalente?

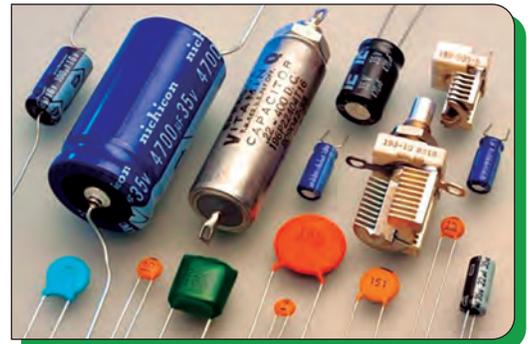


¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

La importancia de los condensadores en la electrónica

Los condensadores individuales no suelen almacenar una gran cantidad de energía, y sólo proporcionan la suficiente para que los dispositivos electrónicos la utilicen durante los cortes temporales de energía o cuando necesitan energía adicional. Por ejemplo, en los sistemas de audio de los coches se incluyen grandes condensadores para proporcionar energía adicional a los amplificadores cuando se necesita.

Una aplicación importante de los condensadores es el acondicionamiento de las fuentes de alimentación. Los condensadores dejan pasar las señales de CA, pero bloquean las de CC cuando se cargan. Pueden dividir eficazmente estos dos tipos de señales, limpiando el suministro de energía. De igual forma los condensadores se utilizan como sensores para medir una gran variedad de cosas, como la humedad del aire, los niveles de combustible y la tensión mecánica.



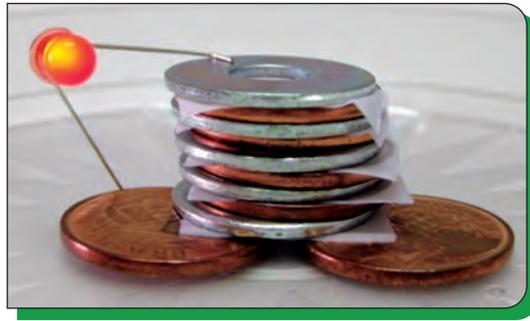
Por otro lado, los condensadores han encontrado aplicaciones cada vez más avanzadas en la tecnología de la información. Los dispositivos de Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio (DRAM) utilizan condensadores para representar información binaria en forma de bits. El dispositivo lee un valor cuando el condensador se carga y otro cuando se descarga. Los Dispositivos de Carga Acoplada (CCD) utilizan condensadores de forma analógica.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Pila de monedas eléctrica

Durante muchos años, Luigi Galvani y Alessandro Volta tuvieron una disputa académica sobre electricidad. Afortunadamente para nosotros, basaron su admirable intercambio de argumentos en evidencia experimental. Como resultado, ambos realizaron importantes contribuciones a la ciencia. Volta, por ejemplo, defendió su teoría inventando la batería.



Materiales

- 7 Monedas de cobre (10 centavos).
- 5 Arandelas galvanizadas.
- Papel.
- Vinagre.
- Led rojo.
- Plato de plástico.

Procedimiento

Moja los papeles con unas gotas de vinagre. Para construir una celda de la batería, comienza con una base de monedas de cobre, luego un trozo de papel mojado y después una arandela galvanizada. Apila 4 o 5 celdas: moneda - papel - arandela - moneda - papel... - arandela. Luego, coloca el terminal más larga del led tocando las monedas de la base y el más corto tocando la arandela de arriba.

En tu cuaderno responde a la siguiente pregunta:

¿De dónde viene la energía que genera la corriente eléctrica y hace que el led se prenda?

ELECTRODINÁMICA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!



Escanea el QR



Investiga

¿Cómo se forma el rayo?
Diferencia entre rayo, trueno y relámpago.
Realiza un cuadro con las diferencias y similitudes entre el rayo, trueno y relámpago.



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Movimiento de las cargas eléctricas

Al estudiar calor y temperatura, cuando los extremos de un material conductor están a distinta temperatura, la energía térmica fluye de la temperatura mayor a la menor. El flujo cesa cuando ambos extremos llegan a la misma temperatura. De igual forma, cuando los extremos de un conductor eléctrico están a distintos potenciales eléctricos, es decir, que hay entre ellos una diferencia de potencial, la carga pasa de uno a otro extremo.

El flujo de carga persiste mientras haya una diferencia de potencial. Si no hay diferencia de potencial no fluye la carga.

2. Sentido de la corriente eléctrica

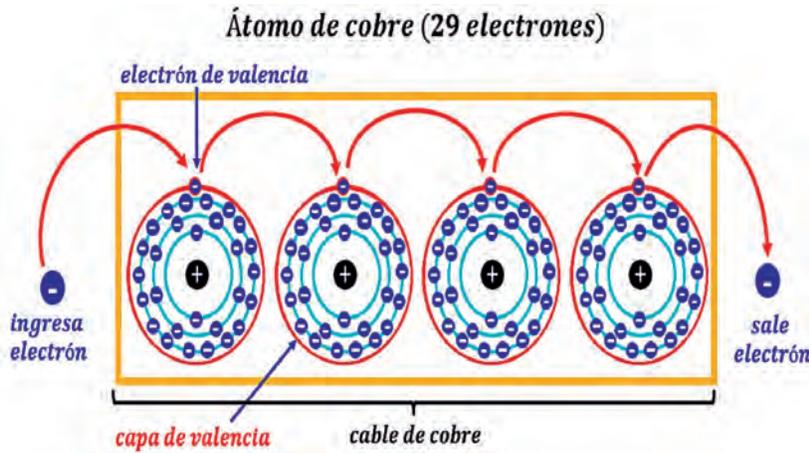
Sentido real: Las cargas eléctricas que se mueven son los electrones libres, en sentido contrario al campo eléctrico.

“Las cargas eléctricas se mueven de menor potencial eléctrico a mayor potencial eléctrico”.



Sentido convencional: La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) establece que el sentido de la corriente, esta dada por el sentido del movimiento de cargas positivas, de mayor potencial eléctrico a menor potencial eléctrico y en sentido del campo eléctrico: “Las cargas eléctricas se mueven de positivo a negativo”.

→ 3. Velocidad de la corriente eléctrica



Escanea el QR



<https://goo.su/GBg3>

“Se denomina corriente eléctrica, al paso constante de electrones a través de un conductor.”

→ 4. Intensidad de la corriente eléctrica

“La intensidad de corriente eléctrica es una cantidad física escalar que expresa la cantidad de carga que cruza una sección recta del medio conductor en cada unidad de tiempo y en un sentido dado”.

Donde:

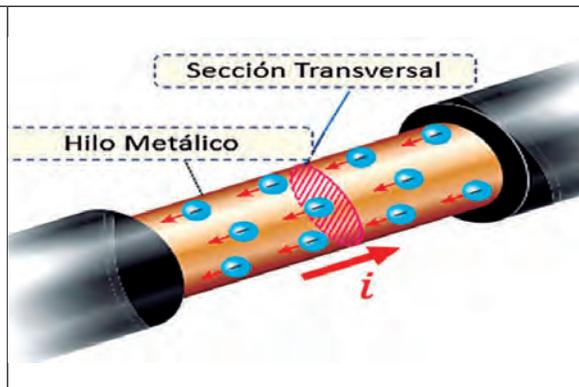
$$i = \frac{q}{t}$$

i: es la intensidad de corriente eléctrica, amperio [A].

q: es la carga eléctrica [C].

t: es el tiempo [s].

Suponemos hipotéticamente la siguiente experiencia: consideramos un observador que puede contar las cargas que pasas a través de la sección recta de un conductor que lleva corriente. Sea “q” la carga total que conto y “t” el tiempo que emplearon estas en cruzar dicha sección; entonces, define la intensidad de corriente “i”.



Problemas resueltos

<p>1. Determinar el flujo de carga eléctrica en un conductor si en lapso 5 segundos pasa por el conductor 200[C] de carga eléctrica.</p>		<p>Solución: De la fórmula se tiene:</p> $i = \frac{q}{t}$ <p>Reemplazando datos:</p> $i = \frac{200[C]}{5[s]}$ <p>i=40[A]</p>
--	--	---

<p>2. El amperaje de un circuito es de 2[A] y el tiempo es de 15[s]; determinar la cantidad de carga eléctrica que circula en el mismo.</p>		<p>Solución: De la fórmula se tiene:</p> $I = \frac{q}{t}$ <p>Reemplazando datos:</p> <p>q = it</p> <p>q = 2[A] · 15[s]</p> <p>q = 30[C]</p>
---	--	---



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!



Escanea el QR



Por el camino de la luz:
breve historia de la electricidad
en Bolivia.



Aprende haciendo

Observa el video en el QR y realiza un mapa parlante de la historia de la electricidad en Bolivia.

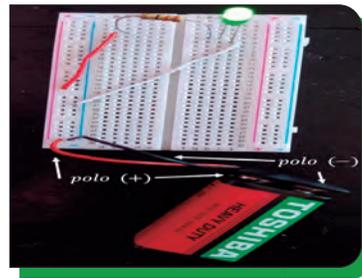
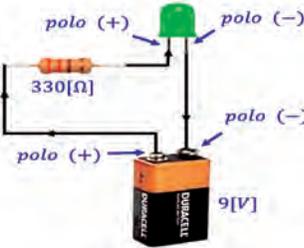


¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



Aprende haciendo

Realicemos nuestro primer circuito con los materiales que observas en la imagen en nuestro laboratorio.



RESISTENCIA ELÉCTRICA Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

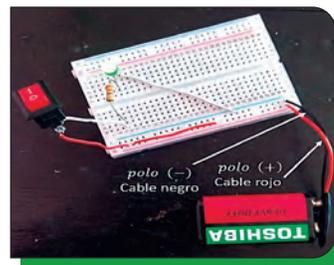
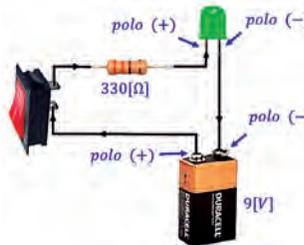


¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!



Aprende haciendo

Conectemos a nuestro circuito un interruptor.

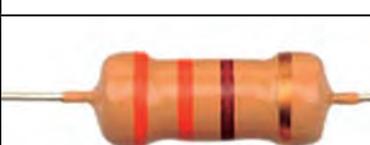


¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Resistencia eléctrica y resistores

“La resistencia eléctrica de un conductor es aquella cantidad física tipo escalar que nos informa del grado de dificultad que ofrece dicho cuerpo al paso de las cargas eléctricas por su interior”.

IMAGEN



SIMBOLOGÍA

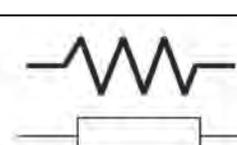


TABLA DE RESISTENCIAS

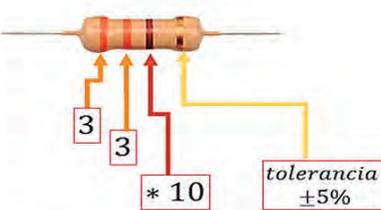
CÓDIGO DE BANDA DE 4 COLORES

2%, 5%, 10% 560k Ω ± 5%

COLOR	1ra BANDA	2da BANDA	3ra BANDA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	1Ω	
CAFE	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
CAFE	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
NARANJA	3	3	3	1KΩ	
AMARILLO	4	4	4	10KΩ	
VERDE	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
AZUL	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
VIOLETA	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
GRIS	8	8	8	100MΩ	± 0.05%
BLANCO	9	9	9	1GΩ	
DORADO				0.1Ω	± 5% (J)
PLATA				0.01Ω	± 10% (K)

CÓDIGO DE BANDA DE 5 COLORES

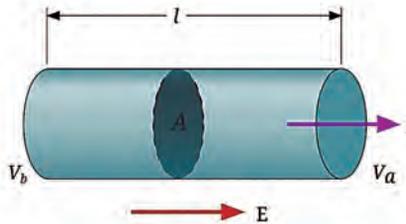
0.1%, 0.25%, 0.5%, 1% 237 Ω ± 1%



3 3 0 [Ω]

→ 2. Ley de Pouillet

La resistencia de un conductor depende del material, es directamente proporcional a su longitud y es inversamente proporcional al área de su sección de conducción.



$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ : coeficiente de proporcionalidad (resistividad del material) [Ωm].
 l : longitud del cable [m].
 S : área de la Sección transversal del mismo [m²].

→ 3. Resistividad

Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica: un valor alto de resistividad indica que el material es un aislante mientras que un valor bajo indica que es un conductor.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

T_0 : temperatura inicial.

T : temperatura.

ρ_0 : resistividad a temperatura T_0 [Ωm].

α : es el coeficiente temperatura de resistividad [K⁻¹].

→ 4. Conductividad

El término conductividad se usa para describir el grado de eficiencia con que un material permite el flujo corriente a través de su masa. Los conductores que mejor conducen la corriente son: la Plata, Cobre, Oro, Aluminio, Tungsteno, Zinc por lo general los metales son buenos conductores de corriente eléctrica.

$$\sigma = n \mu_n e$$

σ : conductividad.

μ_n : movilidad del electrón en el carbón.

e : carga del electrón.

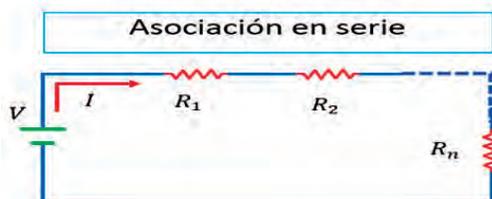
$$1,6 * 10^{-19} [C]$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

ρ : resistividad.

σ : conductividad [Ω⁻¹] siemens.

→ 5. Asociación de resistencias: serie, paralelo y mixto



$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

6. Generadores y fuerza electromotriz (fem)

La diferencia de potencial V (ddp) entre dos puntos de un conductor es el trabajo " W " necesario para desplazar la unidad de carga eléctrica de un punto al otro punto. La unidad de diferencia potencial es el voltio (V); si para desplazar 1[C] de carga de un punto a otro de un conductor es necesaria realizar un trabajo de 1[J], la diferencia de potencial(ddp) entre ambos es de 1[V].

$$V = \frac{W}{q}$$

V : diferencia de potencial [V] (voltio).
 W : trabajo para desplazar una carga [J] (joule).
 q : carga desplazada [C].

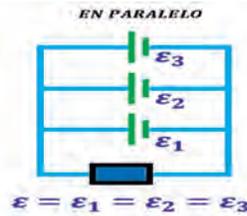
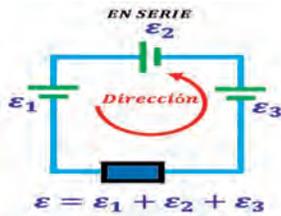
Fuerza electromotriz (fuente de voltaje)

En un dispositivo eléctrico que se establece mediante reacciones químicas, generando una diferencia entre sus extremos. Como podemos observar el gráfico al cerrar el interruptor, el foco ilumina, por lo tanto, se ha establecido la corriente eléctrica. Así mismo se establece en todo el conductor un campo eléctrico que se orienta del lado mayor de potencial hacia el lado de menor potencial. el campo eléctrico "arrastra" a los electrones libre del lado menor hacia el lado mayor potencial, y a esto se denomina corriente eléctrica, se define la fuerza electromotriz.

$$\varepsilon = \frac{W}{q}$$

ε : fem [V] (voltio).
 W : trabajo para desplazar una carga [J] (joule).
 q : carga desplazada [C].

(em =)

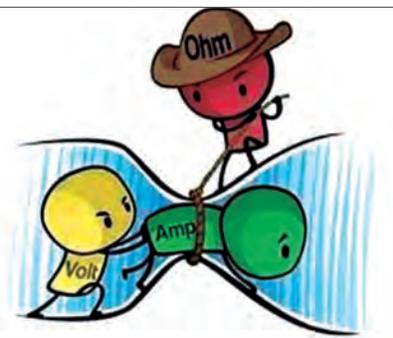
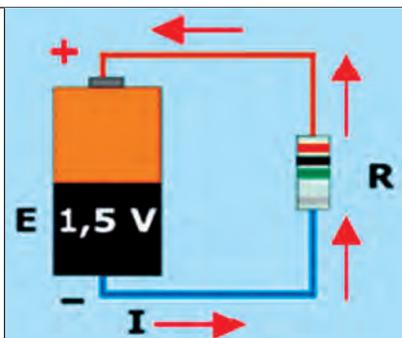


1. Ley de Ohm

"La corriente eléctrica que fluye por una parte de un circuito es igual a la diferencia de voltaje que pasa por esa parte dividida entre la resistencia".

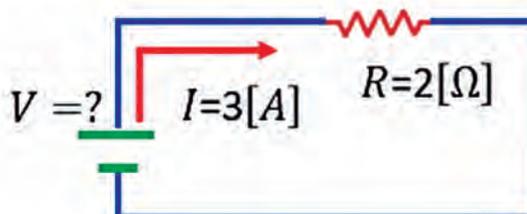
$$i = \frac{V}{R}$$

V : fem [V] (voltio).
 W : trabajo para desplazar una carga [J] (joule).
 q : carga desplazada [C].



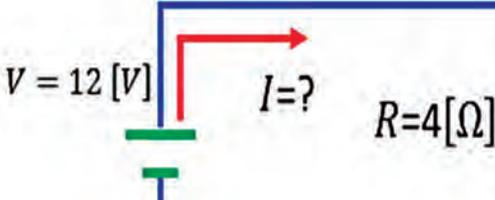
Ejemplo 1

Determinar el voltaje si la resistencia es de $R = 2[\Omega]$ y la intensidad de corriente es; $I = 3[A]$.

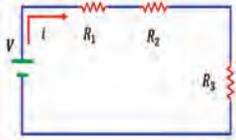
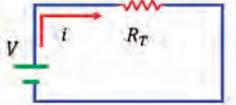


De la formula se tiene:
 $V = Ri$
 $V = 2[\Omega] \cdot 3[A]$
 $V = 6[V]$

Ejemplo 2

<p>Determinar la intensidad de corriente si la resistencia es de $R = 4[\Omega]$ y la diferencia de potencial es de; $V = 12[V]$.</p>		<p>De la fórmula se tiene:</p> $i = \frac{V}{R}$ $i = \frac{12[V]}{4[\Omega]}$ $i = 3[A]$
---	--	---

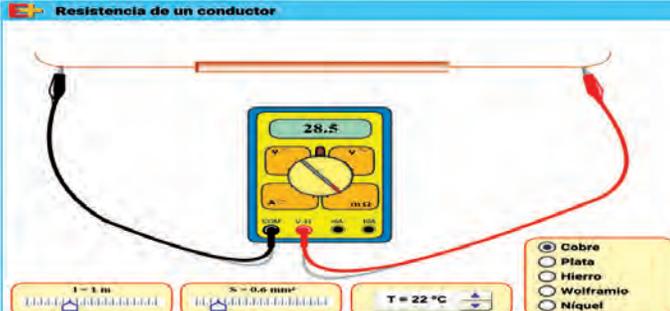
Ejemplo 3

<p>Determinar la resistencia total del siguiente circuito si: $R_1=2[\Omega]$; $R_2=3[\Omega]$; $R_3=2[\Omega]$.</p>  <p>Reduciendo se tiene:</p> 	<p>Como se tratan de circuitos en serie se tiene:</p> $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ $R_T = 2[\Omega] + 3[\Omega] + 2[\Omega]$ $R_T = 7[\Omega]$ <p>a) Determinar la diferencia de potencial si: $i=5[A]$ Entonces se tiene:</p> $V_T = R_T \cdot i_T$ $V_T = 7[\Omega] \cdot 5[A]$ $V_T = 35[V]$	<p>b) Determinar el potencial en la R_1 De la formula se tiene:</p> $V_T = R_T \cdot i_T$ <p>Como las resistencias están en serie se tiene:</p> $i_T = i_1 = i_2 = i_3$ $V_1 = R_1 \cdot i_T = 2[\Omega] \cdot 5[A] = 10[\Omega]$ $V_2 = R_2 \cdot i_T = 3[\Omega] \cdot 5[A] = 15[\Omega]$ $V_3 = R_3 \cdot i_T = 2[\Omega] \cdot 5[A] = 10[\Omega]$ <p>Como el circuito es en serie se tiene que:</p> $V_T = V_1 + V_2 + V_3$ $V_T = 10[\Omega] + 15[\Omega] + 10[\Omega]$ $V_T = 35[\Omega]$
---	---	--



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Desafío
Veamos la resistencia de un conductor.




Escanea el QR



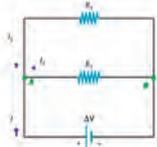
¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Analicemos un circuito en paralelo

Escanea el QR



Resistencias en paralelo



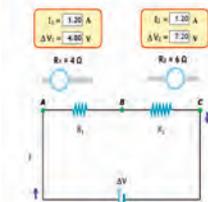
$I = 1.95 \text{ A}$
 $R_{eq} = 1.73 \Omega$

Analicemos un circuito en serie

Escanea el QR



Resistencias en serie

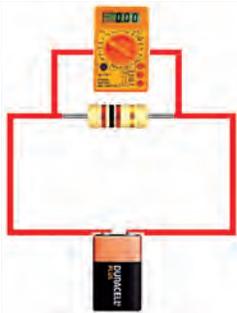
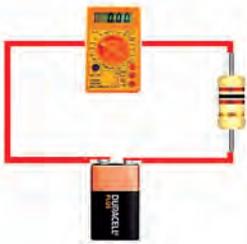


$I_1 = 1.20 \text{ A}$, $\Delta V_1 = 4.80 \text{ V}$
 $I_2 = 1.20 \text{ A}$, $\Delta V_2 = 7.20 \text{ V}$
 $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$
 $I = 1.20 \text{ A}$, $\Delta V = 12 \text{ V}$
 $R_{eq} = 10.00 \Omega$

Experiencia práctica productiva

Laboratorio: Ley de Ohm y la resistencia eléctrica

Laboratorio: manejo del multímetro (tester) y ley de Ohm

<p>Materiales</p> <p>1 multímetro digital o análogo. 1 pila de 9V. 1 resistencia de 100Ω. 1 resistencia de 1KΩ.</p> <p>Procedimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizamos el voltímetro conectado en paralelo a la resistencia de 100Ω y registramos el voltaje. - Utilizamos el voltímetro conectado en paralelo a la resistencia de 1KΩ y registramos el voltaje. - Utilizamos el amperímetro conectado en serie a la resistencia de 100Ω y registramos la corriente. - Utilizamos el amperímetro conectado en serie a la resistencia de 1KΩ y registramos la corriente. 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Resistencia</th> <th>Voltaje [V]</th> <th>Corriente eléctrica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>100 Ω</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>1K Ω</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	N°	Resistencia	Voltaje [V]	Corriente eléctrica	1	100 Ω			2	1K Ω			3				4				5				6				7				8				9				10			
	N°	Resistencia	Voltaje [V]	Corriente eléctrica																																									
1	100 Ω																																												
2	1K Ω																																												
3																																													
4																																													
5																																													
6																																													
7																																													
8																																													
9																																													
10																																													
 <p>VOLTÍMETRO</p>  <p>AMPERÍMETRO</p>	<p>Realiza el informe de laboratorio en tu cuaderno.</p>																																												

LA ENERGÍA Y POTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN NUESTRA COMUNIDAD



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!



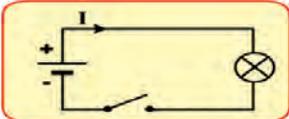
Aprende haciendo

Familiaricémonos con los esquemas de circuitos eléctricos.

Circuitos eléctricos y esquemas



- Circuito abierto
- Circuito cerrado
- Circuito en serie
- Circuito en paralelo
- Circuito mixto




Escanea el QR



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Efectos producidos por la corriente eléctrica

La corriente eléctrica puede ocasionar lesiones como: golpes, caídas, entre otros cuando la misma pasa por nuestro cuerpo; incluso puede causar la muerte por fibrilación ventricular. Ello dependerá del tipo de corriente, el tiempo de contacto que el cuerpo tuvo, la intensidad de la corriente eléctrica, así como la resistencia del cuerpo.

Podemos indicar que uno se electriza cuando la corriente eléctrica circula por nuestro cuerpo, es decir, nuestro cuerpo formaría parte del circuito eléctrico, donde podemos distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente.

Una de las consecuencias directas son las quemaduras, los calambres, contracciones musculares, fibrilación ventricular e inhibición de centros nerviosos. Se habla de electrocución cuando una persona fallece debido al paso de la corriente por el cuerpo de la misma.



Escanea el QR



2. Energía y potencia eléctrica

Potencia eléctrica

La potencia eléctrica es la cantidad de carga eléctrica desplazada en un determinado tiempo:

$$P = \frac{W}{t}$$

P : potencia eléctrica [W] (watt)

W : trabajo para desplazar una carga [J] (joule)

t : tiempo [s]

$$P = \frac{W}{t}; W = Vq$$

Entonces se tiene:

$$P = \frac{Vq}{t}; q = it$$

Entonces se tiene:

$$P = \frac{Vit}{t}$$

$$P = Vi$$

Podemos deducir la potencia y la energía de un resistor de la siguiente manera:

$$P = \frac{W}{t}$$

Reemplazando:

$$V = \frac{W}{q}$$

$$W = Vq; q = it; V = iR$$

$$W = V it$$

La energía eléctrica

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$P = \frac{V^2}{R} t$$

Potencial eléctrico

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Podemos deducir la potencia y la energía de un resistor de la siguiente manera:

$$P = \frac{W}{t}$$

Reemplazando:

$$V = \frac{W}{q}$$

$$W = Vq; q = it; V = iR$$

$$W = V it = iRit$$

Energía eléctrica

$$W = i^2 Rt$$

$$P = \frac{i^2 Rt}{t}$$

Potencial eléctrico

$$P = i^2 R$$

3. Ley de Joule

La cantidad de calor que libera una resistencia al paso de la corriente eléctrica es directamente proporcional a la cantidad de potencia y al tiempo transcurrido.

$$P = \frac{W}{t}$$

Si el trabajo es igual al calor se tiene: $W = Q$

$$P = \frac{Q}{t}$$

Se lo puede expresar: $Q = Pt$

De Electricidad a Calor



Escanea el QR



4. Rendimiento de la corriente eléctrica

El rendimiento (η) es un dato que nos indica que porcentaje de la potencia de entrada, se logra entregar a la salida. Si la potencia de salida es igual a la potencia de entrada entonces se logra transferir la toda potencia de la entrada a la salida. Entonces el rendimiento es del 100% ó "1".
Si la potencia de salida es la mitad de la potencia de entrada entonces se logra transferir solo la mitad de toda potencia de la entrada a la salida. Entonces el rendimiento es del 50% ó "0.5".

Entonces se tiene:

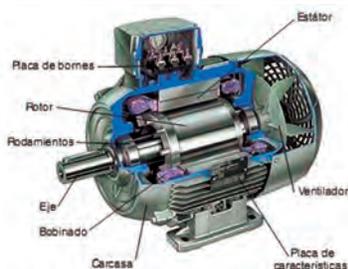
$$\eta = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$$

η : rendimiento

P_{salida} : potencia eléctrica de salida.
 $P_{entrada}$: potencia eléctrica de entrada.

5. Motores y transformadores

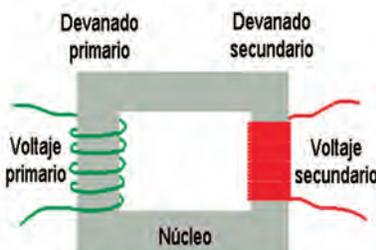
Un **motor eléctrico**, es un dispositivo que funciona con corriente alterna o directa y que se encarga de convertir la energía eléctrica en movimiento o energía mecánica.



Escanea el QR



Los **transformadores**, son dispositivos electromagnéticos estáticos que permiten partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador. Son fundamentales para el transporte de energía eléctrica a largas distancias a tensiones altas, con mínimas pérdidas y conductores de secciones moderadas.



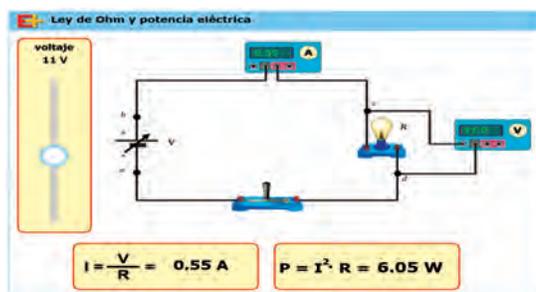
Escanea el QR



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!



Escanea el QR

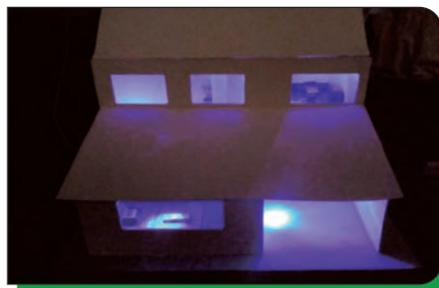


Desafío

Analicemos la Ley de Ohm y la Potencia eléctrica.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



Desafío

Elaboremos una maqueta y realicemos la conexión eléctrica.

CIRCUITOS DE CORRIENTE PARA EL AVANCE TECNOLÓGICO

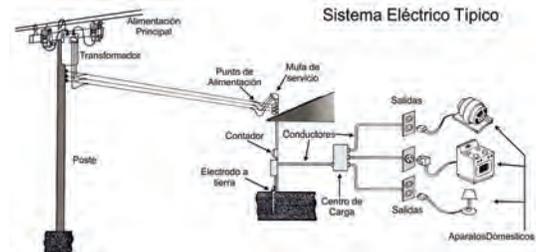


¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Cuál sería tu respuesta si te preguntaran: **¿Cómo se encuentran conectados los aparatos eléctricos en tu domicilio?**

Seguramente has notado que cuando el foco de una lámpara se quema, otros dispositivos eléctricos de la casa siguen funcionando, o si apagas la luz de tu habitación, el resto de las ampolletas siguen funcionando, lo que nos indica que los aparatos eléctricos de una casa están conectados en paralelo. Además, si los dispositivos estuvieran conectados en serie, ninguno de los electrodomésticos tendría sus requeridos 220 V individualmente.

Los foquitos de navidad ¿Cómo están conectados, es decir, están conectados en serie o paralelo?



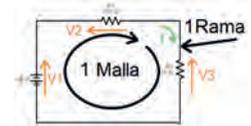
¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

Definiciones de nodo y malla

Rama: es la parte del circuito que se encuentra entre dos nodos. Por todos los componentes de una rama circula la misma corriente.

Malla: también conocido como espira, es el camino cerrado que forman dos o más ramas de un circuito.

Nodo: también conocido como unión, es el punto de unión entre 3 o más ramas.



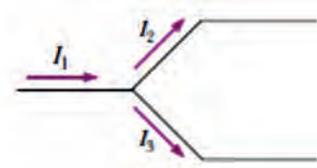
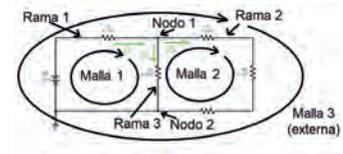
Leyes de Kirchoff

1ra Ley de Kirchoff o Ley de nodos. En cualquier unión, la suma de las corrientes debe ser igual a cero:

$$\sum I = 0$$

La primera Ley de Kirchoff, es un enunciado de la conservación de la carga eléctrica. Todas las cargas que entran en un punto dado en un circuito deben abandonarlo porque la carga no puede acumularse en ese punto. Las corrientes dirigidas hacia dentro de la unión participan en la ley de la unión como +I, mientras que las corrientes que salen de una unión están participando con -I. Si se aplica esta ley a la unión que se muestra en la figura, se obtiene:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$



Ley de la espira. La suma de las diferencias de potencial a través de todos los elementos alrededor de cualquier espira de un circuito cerrado debe ser igual a cero:

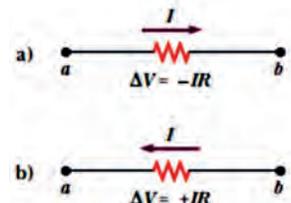
$$\sum \Delta V = 0$$

La segunda Ley de Kirchoff, es una consecuencia de la ley de conservación de energía. Imaginemos que se mueve una carga alrededor de una espira de circuito cerrado. Cuando la carga regresa al punto de partida, el sistema carga-circuito debe tener la misma energía total que la que tenía antes de mover la carga. La suma de los incrementos de energía conforme la carga pasa a través de los elementos de algún circuito debe ser igual a la suma de las disminuciones de la energía conforme pasa a través de otros elementos. La energía potencial se reduce cada vez que la carga se mueve durante una caída de potencial $-IR$ en un resistor o cada vez que se mueve en dirección contraria a causa de una fuente de fem la energía potencial aumenta cada vez que la carga pasa desde la terminal negativa a la positiva en una batería.

Convención de signos de la segunda Ley de Kirchoff

- Las cargas se mueven del extremo de potencial alto de un resistor hacia el extremo de potencial bajo; si un resistor se atraviesa en la dirección de la corriente, la diferencia de potencial ΔV a través del resistor es $-IR$.

- Si un resistor se recorre en la dirección opuesta a la corriente, la diferencia de potencial.



ΔV a través del resistor es $+IR$.

- Si una fuente de fem (suponiendo que tenga una resistencia interna igual a cero) es recorrida en la dirección de la fem (de negativo a positivo), la diferencia de potencial ΔV es $+\mathcal{E}$.

- Si una fuente de fem (suponiendo que tenga una resistencia interna igual a cero) es recorrida en la dirección opuesta de la fem (de positivo a negativo), la diferencia de potencial ΔV es $-\mathcal{E}$.

Para resolver un problema de circuito en particular, el número de ecuaciones independientes que se necesitan para obtener las dos leyes es igual al número de corrientes desconocidas.

Problemas resueltos

1. Un circuito de una sola malla contiene dos resistores y dos baterías, como se muestra en la figura (Despreciar las resistencias internas de las baterías). Hallar el valor de I .

Solución:

Aplicamos la ley de mallas para resolver el circuito.

$$\Delta V = 0$$

$$\mathcal{E}_1 - IR_1 - \mathcal{E}_2 - IR_2 = 0$$

Reemplazando los datos:

$$6 - I \cdot 8 - 12 - I \cdot 10 = 0$$

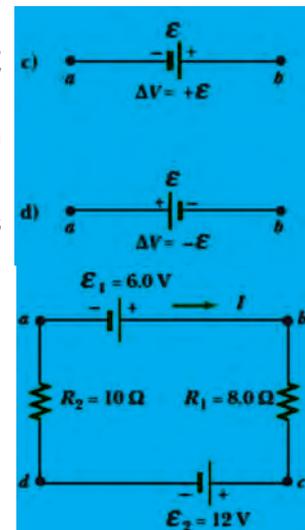
$$-8I - 10I = 6$$

$$-18I = 6$$

$$I = -6/18 = -0,33 \text{ A}$$

$$I = 0,33 \text{ A}$$

El sentido negativo indica que la corriente es opuesta a la dirección supuesta.



2. Encontrar las corrientes I_1 , I_2 e I_3 en el circuito que se muestra en la figura.

Solución:

Aplicar ley de la unión a la unión c.

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots (1)$$

Aplicar la ley de mallas

•Para la malla: *abcd*

$$10 - 6I_1 - 2I_3 = 0 \dots (2)$$

•Para la malla: *befc*

$$-4I_2 - 14 + 6I_1 - 10 = 0 \quad 6I_1 - 4I_2 = 24 \dots (3)$$

Despejar I_3 de la ecuación (1) y reemplazar en la ecuación (2)

$$10 - 6I_1 - 2(I_1 + I_2) = 0$$

$$10 - 6I_1 - 2I_1 - 2I_2 = 0 \quad 8I_1 + 2I_2 = 10 \dots (4)$$

Resolver el sistema de ecuaciones conformadas por (3) y (4).

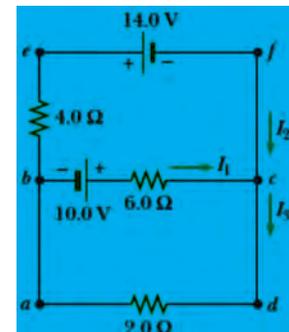
•Multiplicamos por 2 la ecuación (4) y sumamos con (3)

$$16I_1 + 4I_2 = 20$$

$$6I_1 - 4I_2 = 24$$

Obtenemos:

$$22I_1 = 44 \quad I_1 = 2 \text{ A}$$



•Reemplazamos el valor de I_3 en (4)

$$: I_3 + 2I_4 = 32$$

$$: (2) + 2I_4 = 32$$

$$38 + 2I_4 = 32$$

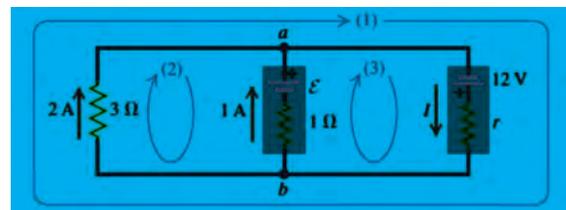
$$4I_4 = -6 \implies I_4 = -1.5 \text{ A}$$

Finalmente despejamos I_5 de (1) y reemplazamos I_4 e I_5

$$I_3 + I_4 - I_5 = 2$$

$$I_5 = I_3 + I_4 \implies I_5 = 2 \text{ A} - 1.5 \text{ A} \implies I_5 = 0.5 \text{ A}$$

3. En el circuito que se ilustra en la figura, una fuente de energía eléctrica de 12 V con resistencia interna desconocida r está conectada a una batería recargable descargada con fem \mathcal{E} desconocida y resistencia interna de 1Ω , y a una bombilla indicadora con resistencia de 3Ω que transporta una corriente de 2 A. La corriente a través de la batería descargada es igual a 1 A en el sentido que se indica. Calcular la corriente desconocida I , la resistencia interna r y la fem \mathcal{E} .



Solución:

Aplicar la ley de las uniones a la unión a para determinar I .

$$-I + 1 + 2 = 0 \quad I = 3 \text{ A}$$

Aplicar la ley de las espiras a la espira (1) para determinar r .

$$12 - 3r - 2 \cdot 3 = 0 \quad r = 2 \Omega$$

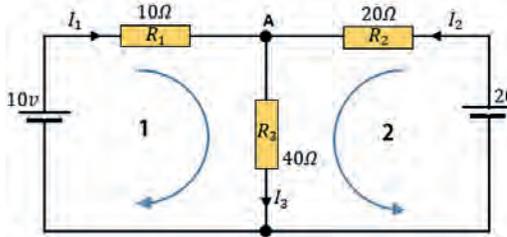
Aplicar la ley de las espiras a la espira (2) para determinar ϵ .

$$-\epsilon + I \cdot 1 - 2 \cdot 3 = 0 \quad \epsilon = -5 \text{ V}$$

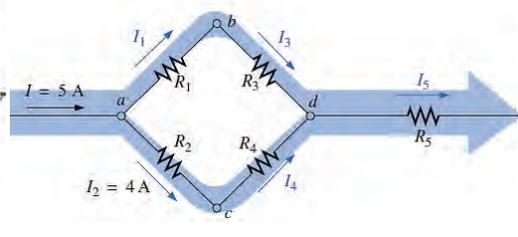
El signo negativo de la fem ϵ significa que la polaridad real es opuesta a la supuesta en la figura.

En tu cuaderno resuelve los siguientes ejercicios:

Calculamos la corriente que pasa en la resistencia R_3 del siguiente circuito eléctrico.



Determinemos los valores de la corriente I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 del siguiente circuito.



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Progreso y energía eléctrica

Gracias a la energía eléctrica es posible el desarrollo de la persona, en la medida de que son esenciales los servicios que se derivan de su uso tales como la iluminación, la refrigeración de alimentos y el uso de algunos equipos. Es decir, ya es imposible imaginar la vida sin energía eléctrica, la cual ha invadido todas las esferas de la actividad humana.

En la industria, en concreto, se utiliza tanto para impulsar diversos mecanismos como directamente en los procesos tecnológicos. Por ejemplo, el trabajo de las instalaciones modernas de comunicación (el teléfono o la televisión) se basa en el uso de la electricidad. Así mismo, esta juega un papel muy importante en la industria del transporte.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Materiales

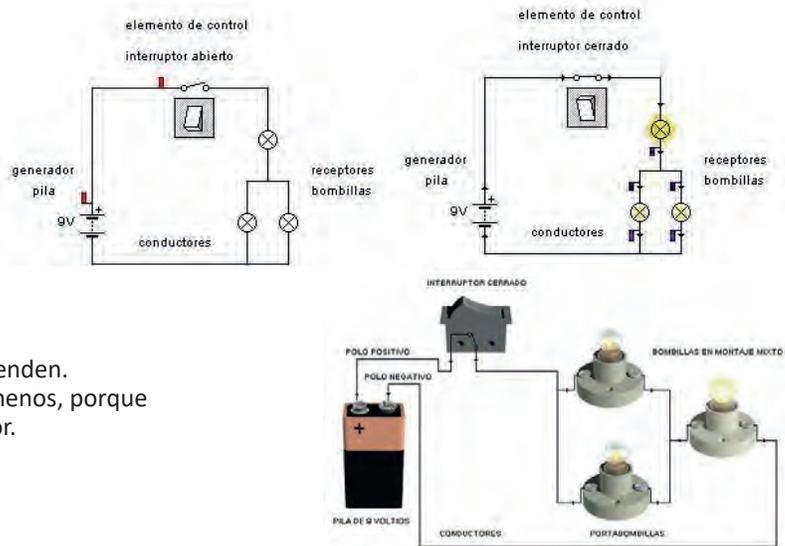
- Interruptor.
- Batería de 9 V.
- 3 Focos de 9 V.
- Cables conectores.
- Multímetro.

Procedimiento: Armar el circuito eléctrico (ver figura)

- ¿Cuántos nodos y mallas tienen el circuito armado?
- Comprobar las leyes de Kirchhoff.

Resultados

Si se cierra el interruptor las bombillas se encienden. Las dos bombillas que están en paralelo lucen menos, porque el voltaje que les llega a sus extremos es menor.



Experiencia práctica productiva

Comprobemos la ley de Kirchoff

Para experimentar con la Ley de Kirchoff, vamos a montar el circuito siguiente.

A continuación, podemos proceder a medir la corriente en cada una de las ramas. Recuerda que debes colocar el multímetro al comienzo de cada rama, elegir las puntas de prueba adecuadas en la protoboard y seleccionar la medida de corriente continua en el multímetro.

A modo de ejemplo, podemos ver en la figura anterior como proceder para medir la corriente en la rama intermedia del circuito bajo prueba. De manera análoga, podremos medir la corriente en las otras dos ramas. Obviamente, como la resistencia es diferente en cada rama, la corriente también será distinta.

Lo que podemos hacer ahora, es mover la resistencia de 1kΩ de la rama inferior y colocarla en la rama intermedia, para ver así como se ve modificada la corriente por esta rama.

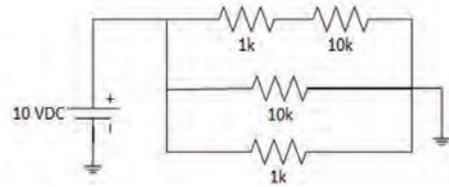


Figura 1: Esquema eléctrico del circuito ejemplo para trabajar la Ley de Kirchoff

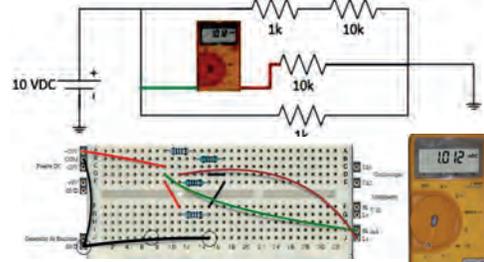


Figura 2: Ejemplo de medida de corriente en la rama intermedia del circuito.

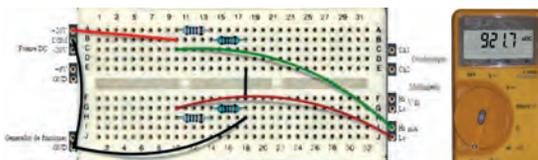


Figura 3: Medida de corriente en la nueva rama

Sobre el mismo esquema de la Figura 3, podemos medir la corriente en la rama superior del circuito. Como la resistencia equivalente de esa rama es igual que en la rama inferior ($10k\Omega + 1k\Omega = 11k\Omega$), la corriente será la misma.

Lo que también podemos comprobar es si realmente se cumple la Ley de Kirchoff. Para ello, si la corriente en cada rama es de aproximadamente 921 uA, la corriente a la entrada del circuito debería ser $921\text{ uA} + 921\text{ uA} = 1,842\text{ mA}$.

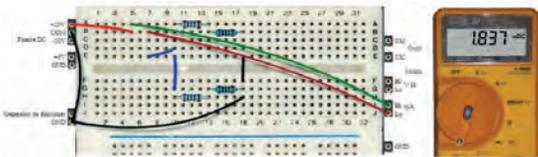


Figura 4: Medida de la corriente a la entrada del circuito

Con la configuración de la Figura 4 podemos comprobar perfectamente como la intensidad de entrada es igual a la suma de la corriente que circula por cada una de las otras dos ramas del circuito. Este mismo ejemplo podemos repetirlo con cualquier circuito que quieras crear usando como máximo dos resistencias de 1kΩ y dos de 10kΩ.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE CAMPO MAGNÉTICO Y ELECTROMAGNETISMO EN LA NATURALEZA



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Utilizando piezas de un juego de ajedrez con imanes en la base, realizaremos distintas pruebas hasta conseguir que:

- 2 piezas se atraigan al acercar sus bases.
- 2 piezas no se atraigan, es decir al intentar hacer contacto entre las bases, ambas se repelen (no se juntan).

También podemos realizar este experimento con otro tipo de imanes

Analícemos

Conocemos que los imanes son capaces de atraer metales e imanes, pero:

- ¿Por qué en ciertos casos, 2 imanes no se juntan?
- ¿Mientras mas grande sea el imán, la fuerza de atraer objetos metálicos es mayor?



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Campos magnéticos producidos por materiales ferromagnéticos

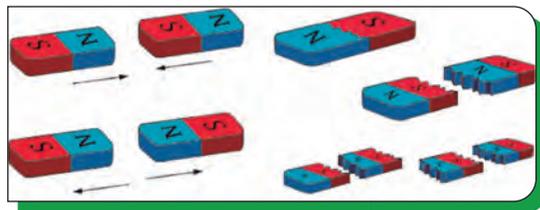
Nuestros antepasados griegos, hace más de 2 000 años, descubrieron un mineral, llamado magnetita, que ejerce fuerzas

atractivas sobre los objetos de hierro. Los materiales como la magnetita se dice que tienen propiedades magnéticas o que tienen magnetismo, y son los llamados imanes.

El magnetismo es la propiedad que tienen algunos materiales (imanes) y las cargas eléctricas en movimiento de atraer a las llamadas sustancias magnéticas, que son las que presentan alto contenido en hierro, níquel, cobalto y otros elementos más raros.

Los imanes tienen unas propiedades comunes a todos ellos:

- Atraen al hierro y otros metales como el cobalto, el níquel y sus aleaciones.
- Tienen dos polos: norte (N) y sur (S).
- Cuando se aproximan dos imanes, los polos del mismo nombre se repelen y los de distinto nombre se atraen.
- Los polos N y S de un imán no se pueden separar en ningún caso. Cuando un imán se rompe, cada trozo se convierte en un nuevo imán con sus respectivos polos N y S.



El campo magnético

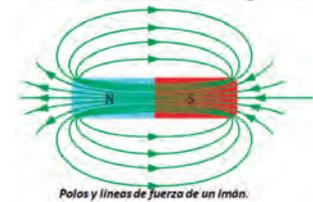
La fuerza magnética actúa a distancia, sin necesidad de que haya un contacto directo entre los imanes y los materiales magnéticos. Esto se debe a que los imanes crean una perturbación a su alrededor llamada campo magnético.

Campo magnético es la perturbación que un imán crea en el espacio que lo rodea, a causa de la cual se ponen de manifiesto fuerzas magnéticas sobre otros cuerpos. El campo magnético se representa mediante unas líneas cerradas que salen del polo norte del imán y entran por el polo sur, continuando por el interior del imán. Estas líneas se denominan líneas de fuerza del campo magnético. Están más juntas cerca de los polos, porque la intensidad del campo magnético es mayor en esta zona en la parte central del imán.



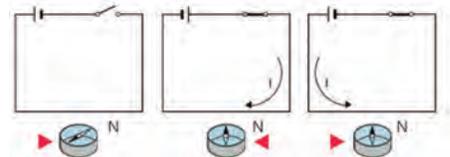
Noticiencia

El polo norte de un imán que pueda girar libremente señala el norte geográfico, y el polo sur del imán se orienta hacia el sur de la Tierra.

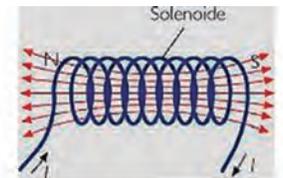


2. Campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas

En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851) observó que al aproximar una brújula a un circuito por el que circulaba una corriente eléctrica la aguja de la brújula se desviaba, y que volvía a la posición original cuando dejaba de circular la corriente por el circuito. También comprobó que al cambiar el sentido de la corriente cambiaba el sentido en que se desviaba la aguja.



De estas experiencias, Oersted dedujo que las corrientes eléctricas también creaban un campo magnético a su alrededor, es decir, se comportaban como imanes. De este modo, relacionó la electricidad con el magnetismo, dando lugar al inicio del llamado electromagnetismo. Un caso de particular importancia por sus aplicaciones es el del solenoide.

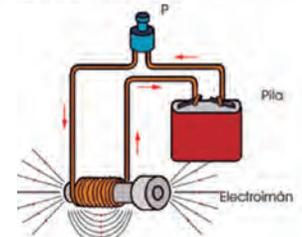


Un solenoide o bobina es un conductor enrollado en forma de espiral.

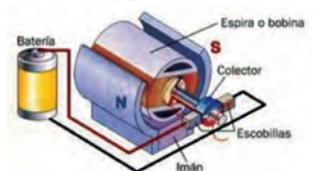
El solenoide crea un campo magnético similar al que crearía un imán recto cuyos polos norte y sur coincidieran con los extremos del solenoide. La intensidad del campo es proporcional al número de espiras del solenoide.

Algunas aplicaciones del descubrimiento de Oersted que hacen uso del solenoide son el electroimán y el motor eléctrico:

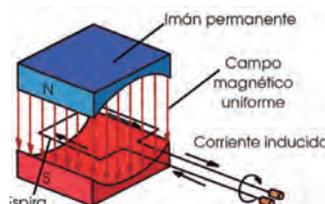
- **Electroimán.** Consiste en una bobina en la que hemos introducido un núcleo de hierro dulce y que, al hacer pasar corriente por la bobina, se comporta como un imán. El campo magnético creado por un electroimán es más intenso que el creado exclusivamente por la bobina, ya que el hierro dulce se imanta y crea su propio campo magnético, que se suma al de la bobina. Si deja de pasar la corriente, el hierro pierde sus propiedades magnéticas.



Motor eléctrico. Consiste en una bobina por la que circula una corriente eléctrica alterna, que se sitúa entre los polos de un imán. Al cambiar el sentido de la corriente, la bobina gira intentando que su polo norte coincida con el sur del imán.



Poco después del descubrimiento de Oersted, en 1830, Michael Faraday (1791-1867) descubrió que, del mismo modo que un campo magnético es generado por una corriente eléctrica, un campo magnético situado en las proximidades de un conductor también es capaz de generar una corriente eléctrica en el conductor.



Faraday hizo pasar un imán por el interior de una bobina de un circuito eléctrico y observó que, al meter y sacar el imán en la bobina, se generaba una corriente eléctrica en el circuito (corriente inducida) que cambiaba de sentido según que se introdujese el imán en la bobina o se sacase de ella, y cuya intensidad aumentaba al aumentar la velocidad del movimiento del imán. Este fenómeno recibe el nombre de inducción electromagnética.

Desafío

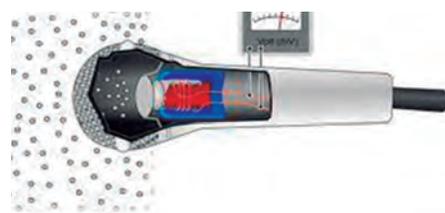
Investiga la fuerza sobre una carga eléctrica en un campo magnético uniforme.

La inducción electromagnética es el fenómeno por el que un campo magnético variable origina una corriente eléctrica inducida en un circuito.



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Hoy en día en nuestra vida diaria podemos observar varias aplicaciones del electromagnetismo, uno de los más comunes son los micrófonos; estos aparatos tan comunes hoy en día operan gracias a un diafragma atraído por un electroimán, cuya sensibilidad a las ondas sonoras permite traducirlas a una señal eléctrica. Ésta, después, puede ser transmitida y descifrada a distancia para ser reproducida más tarde.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

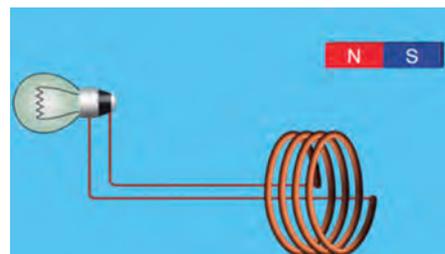


Escanea el QR



Experimentemos el descubrimiento de Faraday.

- Acerquemos el imán al interior del solenoide y observemos que pasa.
- Si añadimos un solenoide con menor cantidad de espiras ¿ocurre lo mismo?



Realizamos una descripción en nuestro cuaderno respecto a lo observado.







ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

-  www.minedu.gob.bo
-  [@minedubol](https://www.facebook.com/minedubol)
-  [@minedubol](https://twitter.com/minedubol)
-  [@minedu_bol](https://www.instagram.com/minedu_bol)
-  [Ministerio de Educación - Oficial](https://www.youtube.com/Ministerio de Educación - Oficial)
-  [MinEduBol](https://www.t.me/MinEduBol)
-  informacion@minedu.gob.bo
-  [\(591\) 71550970 - 71530671](https://wa.me/59171550970)
-  [@minedu_bolivia](https://www.tiktok.com/@minedu_bolivia)