

## COLEGIO INSTITUTO TECNICO INTERNACIONAL

### PRIMER PERIODO 2021 - JORNADA TARDE

#### FISICA - GRADO NOVENO

### NIVELACIÓN

Espero que se encuentren bien de salud y en unión de sus seres queridos. Les deseo buena disposición y optimismo. Los animo a seguir con buen interés, en aras de que esta situación termine pronto y volvamos a encontrarnos nuevamente en nuestra institución.

### OBJETIVOS

- ◆ Repasar los conceptos, explicaciones y fundamentos físicos de los temas estudiados en la guía.
- ◆ Aplicar los fundamentos físicos aprendidos, en la solución de situaciones problemáticas reales.
- ◆ Entrenarse para contestar preguntas tipo Pruebas Saber y de única respuesta, del área de Ciencias Naturales en general y de la asignatura de Física en particular.

### CÓMO SE EVALUARÁ

Se evaluarán los trabajos que vengan marcados, completos y sean legibles.

### INSTRUCCIONES DE ENVIO DE TRABAJOS DESARROLLADOS

- 1) No es necesario hacer portada. Seamos ecológicos.
- 2) Escribir en la parte superior de cada una de las páginas:
  - a) NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS del alumno
  - b) CURSO DEL GRADO del estudiante para el año 2021.
- 3) Copiar **A MANO** y en hojas cuadrículadas absolutamente toda la guía, es decir:
  - a) Toda la teoría que consiste en definiciones, conceptos físicos, gráficos y ejemplos.
  - b) El cuestionario con cada una de las 5 preguntas y las 4 posibilidades de respuesta para cada una de esas preguntas.
4. Conteste cada una de las preguntas, marcando mediante una equis (X) sólo una respuesta, en la cuadrícula de respuestas.
- 4) Escanear o tomar fotos de todas y cada una de las páginas cuadrículadas copiadas a mano.
- 5) Archivar en orden cronológico y en un archivo PDF, todas las imágenes o fotos.
- 6) Enviar en formato PDF, las fotos de todas las páginas copiadas a mano al correo: [hector.usaquen@iedtecnicointernacional.edu.co](mailto:hector.usaquen@iedtecnicointernacional.edu.co)
- 7) En el ASUNTO del e-mail escribir NOMBRES COMPLETOS y CURSO.
- 8) Antes de enviar el archivo verificar que está completo y se ve nítido.
- 9) No se aceptan hojas en copy page.
- 10) **Solo se aceptan trabajos completos, desarrollados a mano** y marcados en cada una de las páginas.

## TRABAJO 1. ELECTROSTÁTICA. ELECTRIZACIÓN.

### ELECTROSTÁTICA

Es la parte de la Física que estudia las propiedades de las cargas eléctricas en reposo y los fenómenos que estas producen.

#### 1. CARGAS ELÉCTRICAS

Cuando se frota ámbar con lana, el ámbar atrae objetos pequeños tales como trocitos de papel. En este caso se dice que el ámbar ha adquirido una **carga eléctrica** neta, es decir que se ha cargado eléctricamente. La palabra "eléctrica" proviene de de la palabra griega *elektron*, que significa ámbar. Cuando frotamos los zapatos sobre un tapete o alfombra de nylon, los zapatos también adquieren carga eléctrica. También se puede cargar eléctricamente un peine, al pasarlo por el cabello seco.

Las pieles y las barras de plástico son eficaces para demostrar algunos fenómenos físicos de la electrostática. Inicialmente se tiene un **trozo de piel** y dos **barras de plástico** (figura 1). Al acercar las barras de plástico, éstas no se atraen ni se repelen (figura 2).

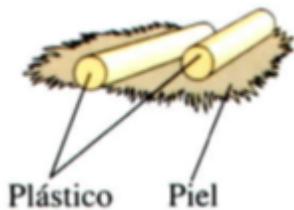


Fig 1

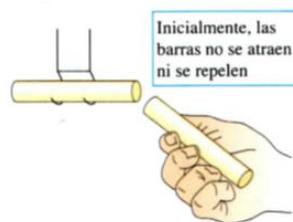


Fig 2

Al frotar las dos barras de plástico con el trozo de piel, cada una de las barras plásticas quedan cargadas eléctricamente, de modo que al acercarlas, se repelen mutuamente, como se observa en la figura 3.

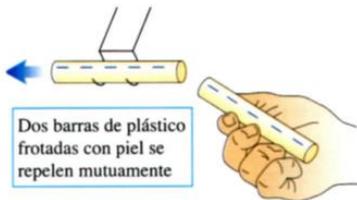


Fig 3.

Ahora tomemos dos **barras de vidrio** y un **retazo de seda** (figura 4). Al acercar las barras de vidrio, éstas no se atraen ni se repelen (figura 5).

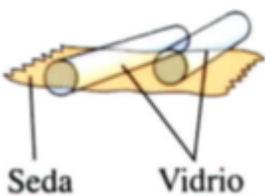


Fig 4

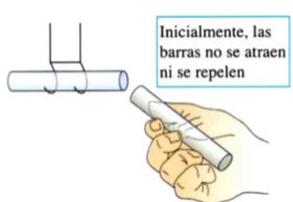


Fig 5

Al frotar las dos barras de vidrio con el retazo de seda, cada una de las barras de vidrio quedan cargadas eléctricamente, de modo que al acercarlas, se repelen mutuamente, como se observa en la figura 6. Al acercar una barra de plástico cargada y

una barra de vidrio cargada, se observa que se atraen mutuamente (figura 7).

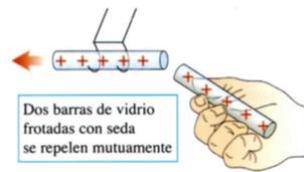


Fig 6

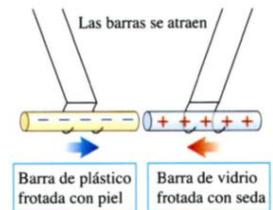


Fig 7

Al acercar una barra de plástico y un trozo de piel, también se atraen mutuamente (figura 8). También se atraen mutuamente cuando se acercan, una barra de vidrio y un retazo de seda, como se observa en la figura 9.

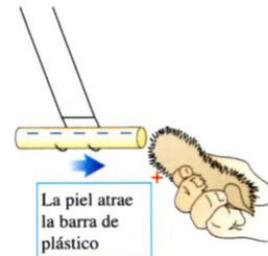


Fig 8

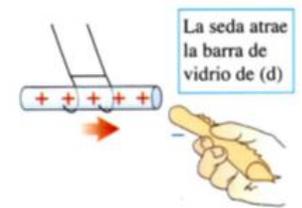


Fig 9

Los experimentos anteriores, demuestran que existen dos tipos de carga eléctrica:

- ◆ La carga eléctrica que tiene la barra de plástico frotada con el trozo de piel.
- ◆ La carga eléctrica que tiene la barra de vidrio frotada con el retazo de seda.

Benjamín Franklin (1706-1790) sugirió llamar a estos dos tipos de carga como **negativa** y **positiva** respectivamente. En este caso, la barra de plástico y la seda tienen carga negativa, mientras que la barra de vidrio y la piel tienen carga positiva. Todos los cuerpos materiales o sustancias en la naturaleza están constituidos por átomos. Estos a su vez contienen protones, neutrones y electrones. Un **Neutrón** es una partícula eléctricamente neutra, es decir que no posee carga eléctrica. El **Protón** es una partícula eléctrica con carga positiva. Por el contrario, el **Electrón** es una partícula eléctrica cargada negativamente.

#### 2. IONIZACIÓN

El núcleo del átomo está compuesto por neutrones y protones. Girando alrededor del núcleo se encuentra una nube de electrones. Cuando un átomo contiene el mismo número de protones que de electrones, se encuentra en **estado neutro o sin carga**. Cuando un átomo neutro pierde uno o más de sus electrones, entonces tiene una carga neta positiva y a dicho átomo se le conoce como **ión positivo**. Al contrario, cuando un átomo neutro ha ganado uno o más electrones, tiene una carga neta negativa y se le denomina **ión negativo**.

Cuando dos materiales diferentes se ponen en contacto, algunos de los electrones se pueden transferir de un

material al otro. En este caso un material quedará cargado negativamente, por exceso de electrones, mientras el otro será cargado positivamente, por la falta de algunos electrones. La diferencia entre las cargas negativas o electrones y las cargas positivas o protones, que posee un cuerpo o sustancia se denomina **carga neta**.

### 3. AISLANTES Y CONDUCTORES

Un trozo de materia está compuesto de muchos átomos dispuestos de una manera peculiar de acuerdo con el material. Algunos materiales, principalmente los metales, tienen un gran número de **electrones libres**, que pueden moverse a través del material. Estos materiales tienen la habilidad de transferir carga de un objeto a otro, y se les llama **conductores**. Un conductor es un material a través del cual se transfiere fácilmente la carga. La mayoría de los metales son buenos conductores.

La carga no se transfiere ni al caucho ni a la madera. Estos materiales son malos conductores y se les conoce como **aislantes**. Un aislante es un material que se resiste al flujo de carga. Otros ejemplos de buenos aislantes son la ebonita, el vidrio, el plástico, la mica, la baquelita, el azufre y el aire.

Un **semiconductor** es un material con capacidad intermedia para transportar carga. Algunos ejemplos de materiales semiconductores son el silicio, el germanio y el arseniuro de galio. La facilidad con la que un *semiconductor* transporta carga puede variar mucho a causa de la adición de impurezas o por un cambio de temperatura.

### 4. CARGAS ELÉCTRICAS

a) **CARGA POSITIVA:** Es el tipo de carga eléctrica que adquiere el vidrio al frotarlo con seda.

b) **CARGA NEGATIVA:** Es el tipo de carga eléctrica que adquiere el plástico al frotarlo con lana o piel.

Dos barras de plástico frotadas con lana se repelen mutuamente (-, -). Dos barras de vidrio frotadas con seda se repelen mutuamente (+, +). Una barra de plástico frotada con lana (-) y una barra de vidrio frotada con seda (+) se atraen. La seda (-) atrae la barra de vidrio (+). La lana (+) atrae la barra de plástico (-).

### 5. LEY DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

Dos cargas positivas o dos cargas negativas se repelen mutuamente. Una carga positiva y una carga negativa se atraen una a la otra.

**6. CARGA ELEMENTAL:** La carga más pequeña es la del electrón igual a:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  **Coulombios**. La carga del electrón se simboliza por  $-e$  y la del protón mediante  $+e$ .

### 7. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA

La suma de todas las cargas eléctricas en cualquier proceso es constante. Es decir, que las cargas no se crean ni se destruyen, sino que se trasladan de un cuerpo a otro, o de un lugar a otro dentro de un mismo cuerpo.

### CUESTIONARIO

- La parte de la Física que estudia las propiedades y fenómenos de las cargas eléctricas en reposo es:
  - La electrodinámica.
  - La electroinductancia.
  - La electrostática.
  - La electrocapacitancia.
- Al frotar una barra de plástico con un trozo de piel:
  - La piel queda cargada positivamente y el plástico negativamente.
  - La piel y el plástico quedan cargados positivamente.
  - La piel queda cargada negativamente y el plástico positivamente.
  - La piel y el plástico quedan cargados negativamente.
- La ionización se produce cuando un átomo pierde o gana:
  - Moléculas.
  - Rayos X.
  - Neutrones.
  - Electrones.
- Se atraen mutuamente:
  - Un electrón y un neutrón.
  - Un electrón y un protón.
  - Un protón y un neutrón.
  - Un neutrón con otro neutrón.
- El principio de conservación de la carga eléctrica establece para cualquier proceso físico, la suma de las cargas negativas, neutras y positivas es:
  - Variable.
  - Indiferente.
  - Constante.
  - Nula.

### CUADRÍCULA DE RESPUESTAS

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |

## TRABAJO 2. CARGA ELÉCTRICA Y CAMPO ELÉCTRICO.

### 1. CARGAS ELÉCTRICAS

Todos los materiales o sustancias en la naturaleza están constituidos por átomos. Los átomos contienen protones, neutrones y electrones.

- ♦ El **Neutrón** es una partícula eléctricamente neutra, es decir que no posee carga eléctrica.
- ♦ El **Protón** es una partícula eléctrica con carga positiva. Su símbolo es  $+e$ .
- ♦ El **Electrón** es una partícula eléctrica cargada negativamente. Su símbolo es  $-e$ .

### 2. LEY DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

- A. Dos cargas positivas o dos cargas negativas se repelen mutuamente.
- B. Una carga positiva y una carga negativa se atraen entre sí.

Una carga eléctrica se simboliza mediante el símbolo  $q$ . Cuando hay varias cargas, para diferenciarlas entre sí se les pone un subíndice. Si son 3 cargas serían:  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$ .

### 3. LEY DE COULOMB

La fuerza de atracción o de repulsión que experimentan dos cargas puntuales  $q_1$  y  $q_2$ , es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Es decir:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

donde,  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ , es la **constante electrostática**. Como  $10^9$  es igual a 1 000 000 000 (mil millones),  $9 \cdot 10^9$  es igual a 9 000 000 000 (nueve mil millones).

$q_1$  y  $q_2$ , son las cargas, las cuales pueden ser positivas o negativas.

$r$  es la distancia entre las cargas. Esa distancia se mide en metros ( $m$ ). Si hay dos cargas, la distancia se puede medir en dos direcciones:

- Desde la carga 1 hasta la carga 2. En este caso la distancia se simboliza mediante  $r_{12}$ .
- Desde la carga 2 hasta la carga 1. En este caso la distancia se simboliza mediante  $r_{21}$ .

La fuerza eléctrica  $F$  se mide en **Newtons**. En Física, el Newton es una unidad de fuerza. El Newton se simboliza por  $N$ .

La unidad de carga eléctrica es el **Coulombio** y se representa por  $C$ . Por definición, un Coulombio ( $C$ ) es la cantidad de carga que pasa en un segundo ( $1 s$ ), por la sección transversal de un conductor, cuando la intensidad de la corriente es de  $1 A$  (un Amperio).

**EJEMPLO 1.** Se tiene una carga positiva  $q_1 = 7 \cdot 10^{-4} C$  y una carga negativa  $q_2 = 2 \cdot 10^{-4} C$ , separadas  $0,50 m$ . Calcular la fuerza eléctrica sobre la carga  $q_2$ .

Utilizando la fórmula  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ , resulta:

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{(7 \cdot 10^{-4} C) \cdot (2 \cdot 10^{-4} C)}{(0,50 m)^2} =$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{7 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-4} C^2}{0,25 m^2} =$$

$$F = \frac{9 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 10^9 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4} N}{0,25} = \frac{126 \cdot 10^{9-4-4} N}{0,25}$$

$$F = \frac{126 \cdot 10 N}{0,25} = \frac{1260 N}{0,25} = 5040 N.$$

### 4. CAMPO ELÉCTRICO. INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO

Una carga eléctrica experimenta una fuerza eléctrica, cuando se forma un campo eléctrico en esa región del espacio. La intensidad del campo eléctrico en un punto del espacio, se define como el cociente entre la fuerza ejercida por el campo y una carga de prueba  $q$ , colocada en dicho punto. Se representa por la letra  $E$  y se mide en Newtons sobre Coulombios  $\left[\frac{N}{C}\right]$ .

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

El campo eléctrico producido por una carga positiva está dirigido hacia afuera de la carga (fig 1). El campo eléctrico producido por una carga negativa está dirigido hacia la misma carga (fig 2).

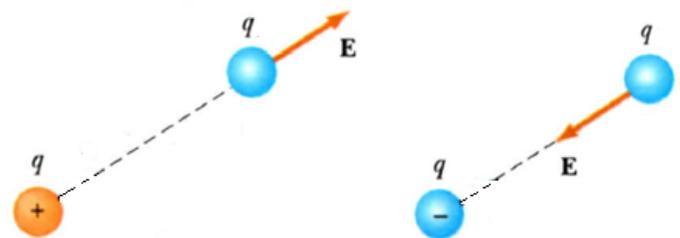


Fig 1.

Fig 2.

La intensidad del campo eléctrico para una carga puntual es:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

donde  $q$  es la carga eléctrica y  $r$  es la distancia desde esa carga hasta el punto del espacio donde se mide el campo eléctrico.

El campo eléctrico total debido a un grupo de cargas, es igual a la suma de los campos eléctricos individuales de todas las cargas.

Si una carga eléctrica se coloca en un campo eléctrico, experimentará una fuerza igual a:

$$F = q \cdot E$$

donde  $q$  es la magnitud de la carga colocada en el campo y  $E$  es la intensidad del campo eléctrico.

**EJEMPLO 2.** Hallar el campo eléctrico para una carga  $q = 12 \cdot 10^{-5} C$ , si experimenta una fuerza de  $6 N$ .

Como  $F = q \cdot E$ , entonces:  $E = \frac{F}{q} = \frac{6 \text{ N}}{12 \cdot 10^{-5} \text{ C}} = \frac{6 \cdot 10^5 \text{ N}}{12 \text{ C}}$   
 $E = \frac{6 \cdot 100000 \text{ N}}{12 \text{ C}} = \frac{600000 \text{ N}}{12 \text{ C}} = 50000 \text{ N/C}$ .

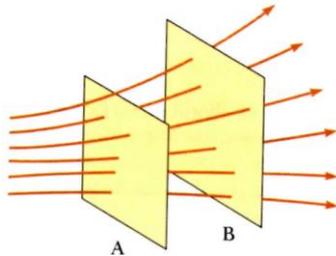
**EJEMPLO 4.** Calcular la intensidad del campo eléctrico a una distancia de  $0,40 \text{ m}$  de una carga puntual  $q = 32 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ .

En este caso:  $E = k \frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{(32 \cdot 10^{-4} \text{ C})}{(0,40 \text{ m})^2} =$   
 $E = \frac{9 \cdot 32 \cdot 10^9 \cdot 10^{-4} \text{ N}}{0,16 \text{ C}} = \frac{288 \cdot 10^9 \cdot 10^{-4} \text{ N}}{0,16 \text{ C}} = \frac{288 \cdot 10^5 \text{ N}}{0,16 \text{ C}} =$   
 $E = \frac{288 \cdot 100000 \text{ N}}{0,16 \text{ C}} = 180000000 \text{ N/C}$ .

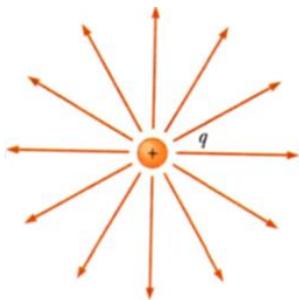
### 5. LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO

Son líneas imaginarias trazadas de tal manera que su dirección en cualquier punto es la misma que la dirección del campo eléctrico en ese punto. Sus características son:

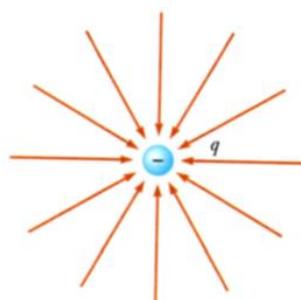
- a) El campo eléctrico  $E$  es tangente a las líneas del campo eléctrico.
- b) El número de líneas en unidad de área a través de una superficie perpendicular a las líneas es proporcional a la magnitud del campo eléctrico en esa región. Es decir,  $E$  es más grande cuando las líneas de campo están próximas entre sí y es pequeño cuando están apartadas.



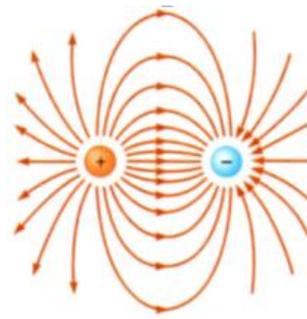
- c) La densidad de líneas a través de la superficie **A** es mayor que la densidad de líneas a través de la superficie **B**.
- d) Las líneas de campo eléctrico empiezan en las cargas positivas y terminan en las cargas negativas.
- e) El número de líneas de campo eléctrico es proporcional a la magnitud de la carga.
- f) Ningún par de líneas de campo eléctrico se pueden cruzar.



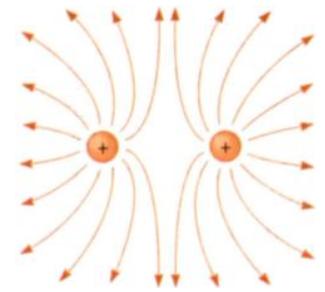
Líneas de campo para una carga positiva.



Líneas de campo para una carga negativa.



Líneas de campo para cargas de diferente signo.



Líneas de campo para cargas de signos iguales.

### CUESTIONARIO

1. Separadas por una distancia de  $1,20 \text{ m}$  se tienen dos cargas positivas,  $q_1 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  y  $q_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . La fuerza eléctrica  $F$  entre las cargas es igual a:
  - A.  $225 \text{ N}$ .
  - B.  $22,5 \text{ N}$ .
  - C.  $2,25 \text{ N}$ .
  - D.  $0,225 \text{ N}$ .
2. Una fuerza de  $1,74 \text{ N}$  actúa sobre una carga  $q = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ . El campo eléctrico que origina dicha fuerza es:
  - A.  $435000 \text{ N/C}$ .
  - B.  $43500 \text{ N/C}$ .
  - C.  $4350 \text{ N/C}$ .
  - D.  $435 \text{ N/C}$ .
3. Para una carga puntual de  $150 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , el campo eléctrico a  $2,50 \text{ m}$  es igual a:
  - A.  $216000 \text{ N/C}$ .
  - B.  $21600 \text{ N/C}$ .
  - C.  $2160 \text{ N/C}$ .
  - D.  $216 \text{ N/C}$ .
4. La fuerza de interacción entre dos cargas eléctricas es:
  - A. Directamente proporcional a la distancia que las separa.
  - B. Directamente proporcional a sus masas.
  - C. Inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.
  - D. Inversamente proporcional al producto de las cargas.
5. Para dos cargas negativas, las líneas de campo eléctrico:
  - A. Salen de ambas cargas y no se intersecan.
  - B. Salen de una carga en dirección a la otra.
  - C. Se entrecruzan en el punto medio de las dos cargas.
  - D. Llegan hacia ambas cargas sin tocarse.

### CUADRÍCULA DE RESPUESTAS

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |

## TRABAJO 3. CAPACITORES Y CAPACITANCIA ELECTRICA

### 1. CAPACITOR o CONDENSADOR

Es un dispositivo que puede almacenar carga eléctrica y consta de dos conductores cualesquiera separados por un aislador o vacío. Al cargar un capacitor los electrones se transfieren de un conductor al otro, el conductor al potencial más alto tiene carga  $+Q$  y el conductor al potencial más bajo  $-Q$ .

El condensador más común es el CONDENSADOR DE PLACAS PARALELAS, que consiste en un par de placas paralelas de área  $A$ , separadas entre sí una pequeña distancia  $d$ . Si se aplica un voltaje a un condensador, es decir que a cada una de esas placas se conecta uno de los dos polos de una batería, se genera una diferencia de potencial entre dichas placas. En este caso el capacitor se cargará con gran rapidez, es decir, que una placa adquirirá carga negativa, mientras la otra placa adquirirá una cantidad igual pero de carga positiva.

### 2. CAPACITANCIA ELECTRICA

Es la relación entre la carga eléctrica  $Q$  y la diferencia de potencial  $V$ . La capacitancia se mide en Faradios.

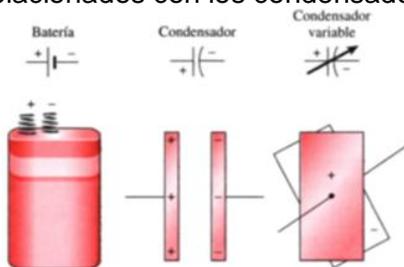
$$C = \frac{Q}{V} \quad [F] = \left[ \frac{C}{V} \right]$$

### 3. CIRCUITOS ELÉCTRICOS CON DISPOSITIVOS

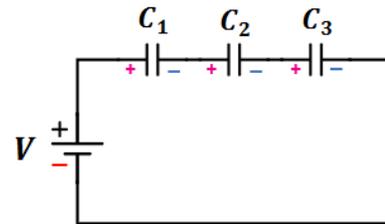
**CONDENSADORES:** son circuitos eléctricos formados por dos o más condensadores conectados en grupo.

#### A) CONDENSADORES EN SERIE

A menudo los circuitos eléctricos están formados por dos o más condensadores conectados en grupo. En la siguiente figura se ilustran los símbolos más comunes relacionados con los condensadores.



El extremo de mayor potencial de una batería se indica mediante una línea más larga. El extremo de mayor potencial de un condensador se representa con una línea recta, mientras que con una línea curva se denota el lado de menor potencial. Una flecha indica un condensador variable. Una conexión a tierra es una conexión eléctrica entre los alambres de un aparato y su chasis metálico o cualquier otro depósito grande de cargas positivas y negativas.



Analicemos el efecto de un grupo de condensadores conectados a lo largo de una sola trayectoria, como se muestra en la anterior figura. Este tipo de conexión en la que la placa positiva de un condensador está conectada a la placa negativa de otro recibe el nombre de **condensadores en serie**.

La batería mantiene la diferencia de potencial  $V$  entre la placa positiva de  $C_1$  y la negativa de  $C_3$ , transmitiendo electrones de la una a la otra. La carga no puede pasar entre las placas de un condensador, por lo tanto, toda la carga que se halla dentro del paralelogramo punteado en la figura es carga inducida. Debido a ello, la carga en cada condensador es idéntica. Entonces:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

donde  $Q$  es la carga efectiva transferida por medio de la batería.

Los tres condensadores pueden reemplazarse por una capacitancia equivalente  $C_e$  sin que cambie el efecto externo. Puesto que la diferencia de potencial entre  $A$  y  $B$  es independiente de la trayectoria, el voltaje de la batería debe ser igual a la suma de las caídas de potencial a través de cada condensador, es decir:  $V = V_1 + V_2 + V_3$

Como la capacitancia se define por la razón  $Q/V$ ,

entonces: 
$$\frac{Q}{C_e} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$$

Para una conexión en serie  $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$ , de modo que al dividir entre la carga  $Q$ , resulta:

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}, \quad \text{Condensadores en serie.}$$

Para capacitores en serie, el inverso de la **capacitancia equivalente**  $C_{eq}$  es igual a la suma de los inversos de las capacitancias individuales. En este caso la capacitancia disminuye.

Para 2 condensadores en serie: 
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2},$$

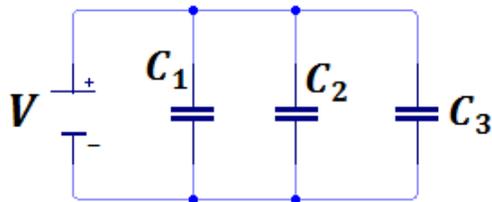
de donde resulta: 
$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{(C_1 + C_2)}.$$

Para 3 condensadores en serie: 
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3},$$

de donde resulta: 
$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2 C_3}{(C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3)}.$$

## B) CONDENSADORES EN PARALELO

Consideremos un grupo de condensadores conectados de tal modo que la carga puede compartirse entre dos o más conductores. Cuando varios condensadores se conectan a la misma fuente de potencial, como en la siguiente figura, se dice que son **condensadores en paralelo**.



En este caso y por ser una conexión en paralelo:  $V = V_1 = V_2 = V_3$ , ya que todos los condensadores están conectados a la misma diferencia de potencial. Con base en la definición de capacitancia, la carga en cada condensador es:

$$Q_1 = C_1 V_1, \quad Q_2 = C_2 V_2, \quad Q_3 = C_3 V_3.$$

La carga total es igual a la suma de las cargas individuales:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

La capacitancia equivalente del circuito completo es  $Q = CV$ , de modo que la ecuación anterior se vuelve:

$$CV = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3$$

Por lo tanto, dividiendo entre los voltajes  $V = V_1 = V_2 = V_3$ , se obtiene:  $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

Para capacitores en paralelo, la **Capacitancia Equivalente**  $C_{eq}$  es igual a la suma de las capacitancias individuales. En este caso la capacitancia aumenta.

Para 2 condensadores en paralelo:  $C_{eq} = (C_1 + C_2)$

para 3 condensadores en paralelo:

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

**Ejemplo 1.** Hallar la capacitancia equivalente  $C_{eq}$  para los condensadores  $C_1 = 120 F$  y  $C_2 = 70 F$ , conectados en serie.

En este caso usamos la fórmula:  $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{(C_1 + C_2)}$

$$C_{eq} = \frac{120 F \cdot 70 F}{(120 F + 70 F)} = \frac{8400 F^2}{190 F}. \quad C_{eq} = 44,21 F.$$

**Ejemplo 2.** Se tienen 3 condensadores en paralelo:  $C_1 = 95 F$ ,  $C_2 = 240 F$  y  $C_3 = 170 F$ . Hallar su capacitancia equivalente  $C_{eq}$ .

Aquí, usamos la fórmula:  $C_{eq} = (C_1 + C_2 + C_3)$ .

$$C_{eq} = 95 F + 240 F + 170 F. \quad C_{eq} = 505 F.$$

## CUESTIONARIO

- Las placas de un condensador tienen cargas:
  - Infinitas.
  - No eléctricas.
  - Iguales.
  - Diferentes.
- Un Faradio es la relación entre:
  - Diferencia de potencial y carga eléctrica.
  - Carga eléctrica y diferencia de potencial.
  - Un condensador y un capacitor.
  - Una carga positiva y una carga negativa.
- Para 3 condensadores en serie  $C_1 = 10 F$ ,  $C_2 = 20 F$  y  $C_3 = 30 F$ , la capacitancia equivalente  $C_{eq}$  es igual a:
  - 545,45 F.
  - 54,54 F.
  - 5,45 F.
  - 0,54 F.
- En un condensador, la placa con más bajo potencial eléctrico, se carga:
  - Negativamente.
  - Infinitamente.
  - Positivamente.
  - Neutralmente.
- Para los condensadores  $C_1 = 39 F$  y  $C_2 = 24 F$ , conectados en paralelo, su capacitancia equivalente  $C_{eq}$  es igual a:
  - 15 F.
  - 14,85 F.
  - 63 F.
  - 1,62 F.

## CUADRÍCULA DE RESPUESTAS

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |

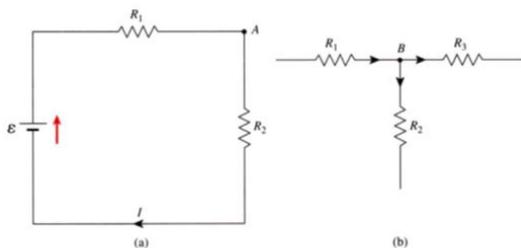
## BIBLIOGRAFÍA

- Física. Principios con aplicaciones. Giancoli, Douglas C. 1997. Prentice\_Hall Hispanoamericana S.A.
- Física. Conceptos y aplicaciones. Tippens, Paul E. 2007. McGraw-Hill Interamericana.

## TRABAJO 4. RESISTENCIAS EN SERIE Y EN PARALELO

### 1. RESISTENCIAS EN SERIE

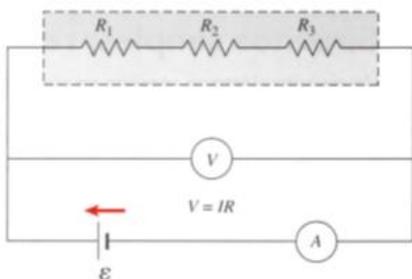
Se dice que dos o más resistencias están conectadas en **serie** si tienen un solo punto en común que no está conectado a un tercer elemento. Para resistencias conectadas en serie, la corriente puede fluir únicamente siguiendo una única trayectoria. Las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  de la figura **a** están en serie porque el punto **A** es común a ambas.



(a) Resistores conectados en serie. (b) Resistores no conectados en serie.

Las resistencias de la figura **b**, no están en serie, ya que el punto **B** es común a tres ramales de corriente y al entrar a la unión, la corriente puede seguir dos trayectorias distintas.

Supongamos que se tienen tres resistencias ( $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ ) conectadas en serie, como se muestra en la siguiente figura.



La resistencia equivalente de las tres resistencias se determina a partir del voltaje externo  $V$  y de la corriente  $I$ , medidos mediante un voltímetro y un amperímetro. En este caso, la corriente que circula por cada resistencia es idéntica, puesto que para la corriente solo hay una trayectoria a seguir. Entonces:

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

Aplicando la ley de Ohm se tiene:

$$V = IR, \quad V_1 = IR_1, \quad V_2 = IR_2, \quad V_3 = IR_3$$

El voltaje externo  $V$  representa la suma de los voltajes sobre cada una de las resistencias, al pasar por ellas la corriente eléctrica. Por consiguiente:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Sustituyendo los voltajes anteriores por el producto de la corriente y las resistencias, se obtiene:

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

Dividiendo la ecuación anterior entre la corriente  $I$ , resulta:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

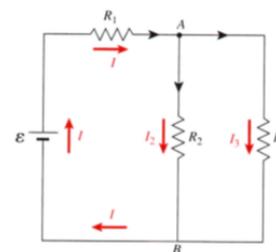
$R_{eq} = (R_1 + R_2)$ , para 2 resistencias en serie.

$R_{eq} = (R_1 + R_2 + R_3)$ , para 3 resistencias en serie.

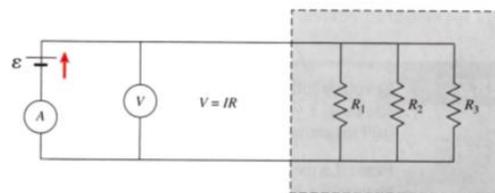
### 2. RESISTENCIAS EN PARALELO

Las anteriores dificultades pueden superarse, si se proporcionan otras formas posibles de trayectorias para la corriente. Una conexión eléctrica, en donde la corriente puede dividirse entre dos o más elementos, se denomina **conexión en paralelo**.

Un **circuito en paralelo** es aquel en el que dos o más componentes eléctricos, se conectan a dos puntos comunes del circuito. En el siguiente esquema eléctrico, las resistencias  $R_2$  y  $R_3$  están conectadas en paralelo, pues ambas resistencias tienen en común los puntos **A** y **B**. Se observa que la corriente  $I$ , suministrada por la fuente  $E$ , se divide para pasar por las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ .



Supongamos que se tienen tres resistencias ( $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ ) conectadas en paralelo, como se muestra en la siguiente figura. La corriente total  $I$  suministrada por la fuente, está determinada por su resistencia efectiva y el voltaje aplicado:  $I = \frac{V}{R}$ .



En una conexión en paralelo, la caída de voltaje a través de cada resistencia es igual y equivalente a la caída de voltaje total:  $V = V_1 = V_2 = V_3$

En este caso, la corriente  $I$  se divide entre los tres ramales de las resistencias. Es decir:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Aplicando la ley de Ohm se obtiene:

$$\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

Como los voltajes son iguales, se puede dividir entre ellos y resulta:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Para resistencias en paralelo, el inverso de la **resistencia equivalente**  $R_{eq}$  es igual a la suma de los inversos de las resistencias individuales. En este caso la resistencia disminuye.

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{(R_1 + R_2)}, \quad \text{para 2 resistencias en paralelo.}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2 R_3}{(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)}, \quad \text{para 3 resistencias en paralelo.}$$

## CUESTIONARIO

- Si se añaden resistencias, la corriente que circula por un circuito eléctrico conectado en serie:
  - Disminuye.
  - Se mantiene.
  - Aumenta.
  - Es variable.
- Para un circuito eléctrico con resistencias en serie, la corriente total es igual:
  - A la suma de las corrientes que pasan por cada una de las resistencias.
  - A la suma de los voltajes que tienen cada una de las resistencias.
  - Al voltaje que hay en alguna de las resistencias.
  - A la corriente que pasa por alguna de las resistencias.
- Para un circuito eléctrico con resistencias en paralelo, el voltaje total es igual a:
  - La suma de los voltajes de cada una de las resistencias.
  - La suma de las corrientes que pasan por cada una de las resistencias.
  - El voltaje en alguna de las resistencias.
  - La corriente que pasa por alguna de las resistencias.
- Si se añaden resistencias en paralelo, la corriente que circula por un circuito en paralelo:
  - Aumenta.
  - Disminuye.
  - Se mantiene.
  - Es variable.
- Se tienen un circuito en serie y un circuito en paralelo, cada uno con tres resistencias iguales. Se puede afirmar que:

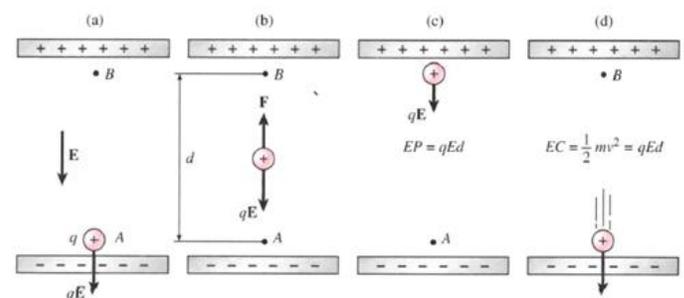
- La resistencia equivalente del circuito en serie es igual a la resistencia equivalente del circuito en paralelo.
- La resistencia equivalente del circuito en paralelo es el doble que la resistencia equivalente del circuito en serie.
- La resistencia equivalente del circuito en serie es menor que la resistencia equivalente del circuito en paralelo.
- La resistencia equivalente del circuito en paralelo es menor que la resistencia equivalente del circuito en serie.

## CUADRÍCULA DE RESPUESTAS

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |

## TRABAJO 5. ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA

En electricidad, se pueden resolver muchos problemas prácticos, si se consideran los cambios que experimenta una carga en movimiento en términos de energía. Por ejemplo, si se requiere una cierta cantidad de trabajo para mover una carga, en contra de ciertas fuerzas eléctricas, la carga tendrá un **potencial** o posibilidad de aportar una cantidad equivalente de energía cuando sea liberada.



Consideremos una carga positiva  $+q$ , la cual se encuentra en reposo en el punto  $A$ , dentro de un campo eléctrico uniforme  $E$ , formado entre dos láminas con cargas opuestas: la lámina superior tiene carga positiva, mientras que la lámina inferior tiene carga negativa.

Una fuerza eléctrica  $F = qE$ , actúa hacia abajo sobre la carga. El trabajo que se realiza en contra del campo eléctrico, para mover la carga desde el punto  $A$  hasta el punto  $B$ , es igual al producto de la fuerza eléctrica  $F = qE$  por la distancia  $d$ .

En este caso, la energía potencial eléctrica en el punto **B**, en relación con el punto **A**, es igual a:

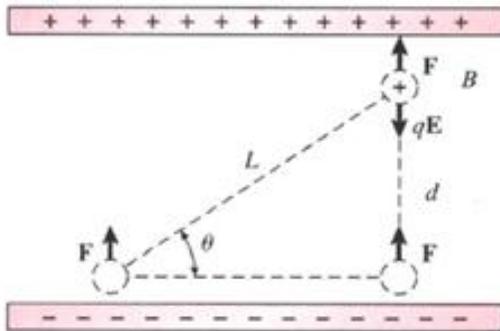
$$E_p = qEd$$

Cuando la carga se libera, el campo eléctrico producirá esta cantidad de trabajo y la carga  $q$ , tendrá una energía cinética igual a:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2, \quad \text{cuando retorna al punto inicial } A.$$

En este caso,  $m$  es la masa de la carga eléctrica y  $v$  es la velocidad con que se mueve dicha carga.

Las afirmaciones y las ecuaciones anteriores, son válidas independientemente de la trayectoria que siga la carga al moverse. De hecho, la energía potencial debida a la carga  $+q$ , en el punto **B** es independiente de la trayectoria que sigue la carga para llegar allí. Como lo muestra la siguiente figura, la energía potencia sería la misma si  $+q$ , se moviera a lo largo de la trayectoria **L** o de la trayectoria **d**.



El único trabajo que contribuye a la energía potencial es el trabajo realizado contra la fuerza del campo eléctrico  $F = qE$ .

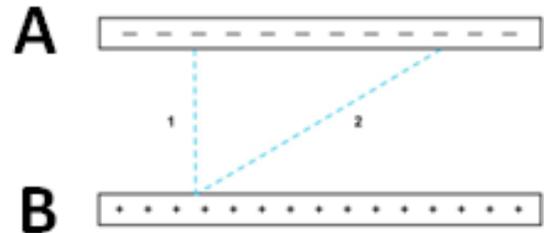
Una carga positiva tiene mayor energía potencial en el punto superior **B** que en el punto inferior **A**. Esto es cierto, independientemente del punto de referencia elegido para medir la energía, ya que el trabajo se ha realizado en contra del campo eléctrico. Por otra parte, si una carga negativa se moviera del punto **A** al punto **B**, el trabajo sería realizado por el campo eléctrico.

Una carga eléctrica negativa tendría una menor energía potencial en el punto **B**, que es exactamente lo opuesto a la situación para la carga positiva.

**Siempre que una carga positiva se mueve en contra del campo eléctrico, la energía potencial aumenta, y siempre que una carga negativa se mueve en contra del campo eléctrico, la energía potencial disminuye.**

## CUESTIONARIO

1. Una carga positiva ha sido trasladada de la placa **A** a la placa **B**, mediante una fuerza externa, como se muestra en la figura. Al soltarla, la carga puede seguir cualquiera de los dos caminos señalados como 1 y 2. En este caso se puede afirmar que:



- La energía potencial de la carga es mayor para el camino 2.
- La energía potencial de la carga es menor para el camino 1.
- La energía potencial de la carga es equivalente para los dos caminos.
- La energía potencial de la carga es diferente para los dos caminos.

2. Para las placas cargadas eléctricamente y según la figura, el campo eléctrico va dirigido hacia:

- Arriba.
- Abajo.
- La derecha.
- La izquierda.

3. Si la carga eléctrica es de 0,00025 Coulombios y la fuerza eléctrica es de 12 Newtons, el campo eléctrico será de:

- 0,003 Newtons/Coulombios.
- 37 Newtons/Coulombios.
- 13 Newtons/Coulombios.
- 48000 Newtons/Coulombios.

4. Una carga eléctrica tiene 0,0003 Kg de masa y se mueve en un campo eléctrico uniforme, con una velocidad de 420 m/s. Esa carga eléctrica tendrá una energía cinética igual a:

- 0,063 Julios.
- 26,46 Julios.
- 70000 Julios.
- 52,92 Julios.

5. Una carga eléctrica ha sido desplazada 0,15 m dentro de un campo eléctrico uniforme de 12000 Newtons/Coulombios, adquiriendo una energía potencial de 36 Julios. En estas condiciones, el valor de la carga eléctrica es de:

- 0,02 Coulombios.

- B. 0,03 Coulombios.
- C. 5,40 Coulombios.
- D. 50 Coulombios.

### CUADRÍCULA DE RESPUESTAS

|   | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 1 |   |   |   |   |
| 2 |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |
| 5 |   |   |   |   |

### BIBLIOGRAFÍA

- Física. Principios con aplicaciones. Giancoli, Douglas C. 1997. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- Física. Conceptos y aplicaciones. Tippens, Paul E. 2007. McGraw-Hill Interamericana.