

## TRABAJO DE LA FUERZA ELECTRICA Y VARIACION DE ENERGIA POTENCIAL ELECTRICA

### 1. INTRODUCCION.

- (a) Si tenemos dos cargas del mismo signo y queremos acercarlas, sabemos que debemos ejercer una fuerza que debe compensar, esta energía que le entregamos la ganan las cargas quedando acumulada en la misma como energía potencial eléctrica.
- (b) Para calcular la variación de la energía potencial eléctrica entre cargas podemos asociarla al trabajo de la fuerza eléctrica
- (c) si el trabajo de la fuerza eléctrica es negativo la energía potencial aumenta, y si el trabajo de la fuerza eléctrica es positivo la energía potencial disminuye.
- (d) Si nos movemos de manera perpendicular al campo, la fuerza eléctrica es normal al desplazamiento y su trabajo es nulo de modo que no varía la energía potencial eléctrica.
- (e) Finalmente mencionemos que la fuerza eléctrica es una fuerza conservativa. Esto quiere decir que su trabajo no depende de la trayectoria sino solamente del punto inicial y final del recorrido, entonces si realizamos una trayectoria cualquiera, no necesariamente paralela ni perpendicular al campo, podemos dividir el desplazamiento total en uno paralelo y otro perpendicular al campo y calcular el trabajo por ese camino.

### 2. POTENCIAL ELECTRICO

- (a) La diferencia de energía potencial es directamente proporcional a la carga que movemos, la variación de la carga será el doble, siempre que movamos la carga dentro del mismo campo eléctrico.
- (b) Para independizarnos de la carga es conveniente definir la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, que es la variación de energía potencial por unidad de carga.
- (c) Las unidades de potencial serán unidad de energía sobre unidad de carga, que en el sistema que utilizamos será joule/coulomb, que lo denominamos Volt.
- (d) La diferencia de potencial se puede calcular siempre, aun cuando no movamos ninguna carga, o haya o no cargas en esas posiciones.

Si recordamos la definición de energía potencial, que es menos el trabajo de la fuerza eléctrica, y como la fuerza eléctrica es la carga por el campo que siente dicha carga, deducimos que la diferencia de potencial es el trabajo del campo eléctrico cambiado de signo.

- (e) Así, podemos calcular la diferencia de potencial dividiendo la variación de energía potencial por la carga o bien calculando el trabajo del campo y cambiando su signo.
- (f) Para un campo uniforme la variación de energía potencial eléctrica es  $-q \cdot E \cdot d$ , al dividirlo por la carga nos da directamente la diferencia de potencial entre dos puntos igual a  $E \cdot d$ . Ahora bien si nos movemos en sentido inverso de B a A la ddp será la misma pero con signo positivo.
- (g) Para no hacemos lío con los signos podemos resumir esto diciendo que cuando nos movemos a favor del campo la ddp es negativa, es decir que el potencial disminuye; mientras que si nos movemos en contra del campo la ddp es positiva, es decir que el potencial aumenta.
- (h) Otra unidad de energía utilizada es el electrón-volt, que es la diferencia de energía potencial eléctrica que adquiere una carga numéricamente igual a la carga del electrón, en una diferencia de potencial de 1 volt.

### 3. EJEMPLO DE POTENCIAL ELECTRICICO

- (a) Calcular la ddp y la variación de energía potencial cuando movemos 10 cm en una carga de  $-5 \mu\text{C}$  en la dirección y sentido contrario a un campo uniforme de  $1 \text{N/C}$ .

### 4. CAPACITORES

- (a) Hay un elemento muy común usado en casi todos los circuitos eléctricos que se denomina capacitor (o condensador). En general para las corrientes continuas. Sirve para almacenar carga, y por lo tanto energía eléctrica la que al entregarla puede producir, por ejemplo, el destello de un flash, encender un aparato, estabilizar una tensión o incluso emitir un impulso eléctrico nervioso.
- (b) De los muchos tipos de capacitores el más sencillo consta de dos placas planas paralelas de un material conductor separadas por una pequeña distancia  $d$ . Supongamos que las dos placas del capacitor se encuentran cargadas con cargas iguales y opuestas (una  $+Q$  y la otra  $-Q$ ), si la distancia de separación es pequeña con respecto a las dimensiones de las placas, cada placa genera un campo eléctrico uniforme hacia afuera para la placa con carga positiva y hacia adentro para la negativa.

- (c) El campo total del capacitor será la suma de los campos eléctricos de las dos placas, por lo tanto en el interior del capacitor el campo es el doble del de cada placa por separado con sentido de la placa positiva a la negativa, y en el exterior cero.
- (d) Sabemos que la diferencia de potencial directamente el campo por la distancia de separación entre placa con la placa positiva a mayor potencial que la negativa, ya que si nos movemos en contra del campo  $\Delta V$  es positivo.
- (e) Como en general al capacitor se lo carga con una determinada ddp conocida la expresión más común es despejar  $Q$  en función del voltaje.
- (f) La constante de proporcionalidad entre la carga y el voltaje depende solamente de la geometría del área de las placas y la distancia de separación a esta constante de proporcionalidad se la denomina capacidad ( $C$ ) del capacitor y no depende ni de la carga entre placas ni de la ddp entre ellas, sólo de como está construido, en el caso más sencillo de nuestro capacitor de placas planas paralelas.
- (g) Las unidades serán unidades de carga sobre unidades de voltaje que en el Sistema Internacional será Coulomb/Volt que se la denomina Faradio. Un capacitor de 1 Faradio es aquel que puede almacenar una carga de 1 Coulomb cuando se lo coloca en una diferencia de potencial de 1 Volt, como sabemos que una carga de 1 Coulomb en general es muy grande se utilizan comúnmente submúltiplos como el  $\mu\text{F}$ ,  $\text{nF}$  o hasta  $\text{pF}$ .
- (h) Con el propósito de aumentar la carga acumulada en las placas del capacitor se rellena entre las placas con un material dieléctrico de constante dieléctrica grande, al colocar el dieléctrico el campo eléctrico dentro del capacitor disminuye en  $E_r$ . Esta disminución del campo eléctrico es debida a la inducción de cargas dentro del material dieléctrico.
- (i) Es decir que la capacidad cuando ponemos un dieléctrico aumenta con respecto a la capacidad en el vacío en  $E_r$ , esto hace que si la ddp es la misma, la carga que acumula el capacitor también aumente en  $E_r$ .
- (j) Para cargar el capacitor podríamos arrancar electrones de una de las placas y trasladarlos a la otra, el primer electrón no nos cuesta trabajo ya que no hay fuerzas eléctricas que lo impidan, pero para llevar el segundo debemos hacer un trabajo en contra de las fuerzas eléctricas, para poder arrancar el electrón de la placa positiva a la negativa. A medida que transportamos más electrones las placas se encuentran con más cargas y mayor será la energía que debemos

entregarle para pasarlo de placa. Una vez que cada placa queda cargada con una carga  $Q$ , el capacitor gana energía potencial porque debimos entregarle energía para vencer las fuerzas electricas.

- (k) A la energía que necesitamos enlérarle a un capacitor inicialmente descargado para que tenga una carga  $Q$  se la llama energía acumulada por el capacitor, o directamente energia potencial eléctrica del capacitor; El cálculo de esta energía no es fácil ya que la energía que debemos entregarle a cada electrón para pasar de placa va aumentando a medida que las placas tienen más carga.
- (l) La energía almacenada por el capacitor és suministrada por una batería o pila conectando sus extremos a cada una de las placas. Las pilas se caracterizan por tener entre sus extremos (o bornes) una ddp constante, con el borne positivo a mayor potencial que el negativo. Esta ddp establece inicialmente un flujo de electrones desde la placa A a la batería, y de la bateria a la placa B. Este flujo de electrones va cargando las placas hasta que la ddp entre las placas sea igual a la ddp en la batería. La energía eléctrica que acumula el capacitor se la entrega la pila, dentro de está se llevan a cabo reacciones químicas que tranforman la energía quimica en energía eléctrica.
- (m) resumen

## 5. ASOCIACION DE CAPACITORES

- (a) Analizaremos circuitos con varios capacitores, conectados a una pila. Para representar simbolicamente un capacitor se debe hacer un dibujo, donde las lineas verticales representan las placas de capacitor, y las lineas horizontales conductores que sirven para conectarlos con otro capacitor o con la pila.

### i. CAPACITADORES EN SERIE

A. Cuando conectamos cada apacitor uno a cotinuación del otro, se dice que los capacitores están conectados en serie, en el siguiente esquema moslra mos dos capaéitores  $C_1$  y  $C_2$  conectados en serie con una pila para cargarlos. En esta configuración la carga de cada capacitor es la misma ya que los electrones que salen del borne negativo cargan la placa del capacitor 1 conectada a la pila, en la otra placa del capacitor 1 se inducen cargas positivas y esos electrones van al capacitor. La capacidad equivalente es siempre menor que la menor de las capacidades.

### ii. CAPACITORES EN PARALELOS

- A. Si conectamos cada placa del capacitor entre sí, obtenemos un circuito en paralelo de capacitores. En estos circuitos la ddp en cada capacitor es la tensión de la pila, ya que cada placa del capacitor esta conectada directamente a la pila, y la carga total que entrega la pila se distribuye en cada uno de los capacitores. De esto podemos demostrar que los capacitores se pueden reemplazar por uno solo de capacidad equivalente la suma de todas las capacidades. La capacidad equivalente es siempre superior a la mayor de las capacidades conectadas