

Tema 1. EFECTOS ELÉCTRICOS DE CARGAS PUNTIALES**(RESUMEN)**

- Carga eléctrica**

La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia. Hay dos tipos de carga: positiva y negativa. Dos cuerpos con el mismo tipo de carga se repelen, mientras que si tienen diferente tipo de carga, se atraen entre sí.

Cuantización de la carga eléctrica

La carga eléctrica aparece siempre como múltiplo de la carga fundamental o cuanto eléctrico. Este valor es $e = 1.602177 \times 10^{-19}$ C, que es la carga del electrón en módulo.

Principio de conservación de la carga eléctrica

En todos los procesos de la naturaleza, la carga neta o total de un sistema aislado se mantiene constante.

- Interacción eléctrica (Ley de Coulomb).**

La ley de *Coulomb* muestra la fuerza eléctrica F que ejerce una carga puntual q sobre otra carga q' :

$$\vec{F} = K \frac{q q'}{r^2} \vec{u}_r$$

siendo \vec{u}_r el vector unitario en la dirección del vector que une la posición de la carga q con la de q' que está separada una distancia r de q . Esta fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. La fuerza que se ejerce entre dos cargas iguales y del mismo signo es repulsiva, mientras que si son de signos contrarios es atractiva.

Cuando queremos calcular la fuerza ejercida sobre una carga q_0 por un conjunto de n cargas puntuales q_i utilizaremos el principio de superposición: la fuerza resultante sobre un objeto es la suma vectorial de las fuerzas individuales ejercidas sobre la carga a estudiar.

$$\text{Así: } \vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = K q_0 \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \vec{u}_i$$

siendo \vec{u}_i el vector unitario en la dirección del vector que une la posición de la carga q_i con la de q_0 que está separada una distancia r_i de q_i .

- Campo eléctrico**

Existe un campo eléctrico en cualquier región donde la carga eléctrica en reposo experimenta una fuerza. Esta es originada por la presencia de otras cargas en esta región. El campo eléctrico \vec{E} , producido por una carga puntual o por una distribución de cargas, es la fuerza ejercida sobre un punto si en este punto se encuentra situada la carga unidad ($q_0 = 1$ C).

El campo creado por una carga puntual q en un punto P que se encuentra a una distancia r es:

$$\vec{E}_P = \frac{F}{q_0} = K \frac{q}{r^2} \vec{u}_r$$

Para calcular el campo creado en un punto P por un conjunto de cargas puntuales q_i , que se encuentran a distancias r_i de P , se aplica el principio de superposición:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i = K \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^2} \vec{u}_i$$

Un campo está descrito en el espacio por sus líneas de campo. Estas se definen como el lugar geométrico de los puntos en los cuales la dirección del campo eléctrico \vec{E} es tangente. Las líneas de campo eléctrico empiezan en las cargas positivas y finalizan en las negativas.

Un campo uniforme tiene la misma intensidad, dirección y sentido en todos los puntos del espacio y se representa por líneas de campo rectilíneas, paralelas y equidistantes.

- Potencial y diferencia de potencial**

La fuerza eléctrica es conservativa. La energía potencial de una partícula de prueba q_0 situada a una distancia r de una carga q se expresa como:

$$E_P = - \int \vec{F} \cdot d\vec{l} = K \cdot \frac{q \cdot q_0}{r}$$

(tomando el origen de potencial, $E_P = 0$, en el infinito)

El potencial V producido por una carga puntual o una distribución de cargas es la energía potencial eléctrica en un punto P si en este hubiera una carga unidad (1C).

El potencial V que crea una carga puntual q en un punto P que se encuentra a una distancia r :

$$V = \frac{E_p}{q_0} = K \cdot \frac{q}{r} \quad (\text{tomando: } V = 0 \text{ en } r = \infty)$$

Para un conjunto de cargas q_i situadas a una distancia r_i del punto P .

$$V = K \cdot \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i} \quad (\text{tomando: } V = 0 \text{ en } r = \infty)$$

La diferencia de potencial ΔV entre dos puntos 1 y 2 está relacionada con el trabajo W realizado por el campo eléctrico al desplazar una carga de prueba q_0 del punto 1 al 2:

$$W = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = q_0 \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{r} = q_0(V_2 - V_1)$$

• Relación entre el potencial y el campo eléctrico

Se cumple que $dV = -\vec{E} \cdot d\vec{l}$. Si se conoce la expresión de \vec{E} , puede obtenerse el potencial V en un punto P por la vía de la integral de línea:

$$V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Si se conoce V , el campo E se puede determinar mediante el gradiente de V :

$$\vec{E} = -\vec{\nabla}V$$

Si el campo eléctrico es constante en dirección (por ejemplo, en X):

$$\vec{E}_x = -\frac{dV}{dx} \cdot \vec{i}$$

Si el potencial sólo depende del módulo de \vec{r} :

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dr} \cdot \vec{u}_r$$

• Dipolo eléctrico

Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas iguales y de signo contrario $+q$ y $-q$ separadas por una distancia d . El momento dipolar eléctrico se define como: $\vec{p} = qd \cdot \vec{u}_p$, donde \vec{u}_p es el vector unitario en la dirección que une a las dos cargas y su sentido va de la carga negativa a la positiva.

Cuando situamos el dipolo en una región donde existe un campo eléctrico uniforme, el dipolo experimenta un giro que alinea el vector momento dipolar con el vector campo eléctrico. La expresión que indica este giro es:

$$\vec{\tau} = -\vec{p} \times \vec{E}$$

La energía potencial de un dipolo en un campo eléctrico uniforme viene dado por la siguiente expresión:

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

• Movimiento de cargas en campos eléctricos

Si la fuerza eléctrica es la única fuerza que afecta a una partícula de masa m y carga q , ésta adquiere una aceleración que se calcula como:

$$\vec{a} = q\vec{E}/m$$

Cuando una partícula se mueve en un campo eléctrico uniforme, su movimiento es descrito por la cinemática del movimiento con aceleración constante.

La energía total de una partícula de masa m y carga q que se mueve en un campo eléctrico es:

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + qV$$