

## Tema 16.- POTENCIAL ELÉCTRICO

La fuerza eléctrica entre dos cargas está dirigida a lo largo de la línea que une las dos cargas y depende de la inversa del cuadrado de su separación, lo mismo que la fuerza gravitatoria entre dos masas. Como la fuerza gravitatoria, la fuerza eléctrica es conservativa. Existe, por tanto, una función energía potencial asociada con la fuerza eléctrica. Si se sitúa una carga de prueba en un campo eléctrico, su energía potencial es proporcional a esta carga. La energía potencial por unidad de carga es una función de la posición en el espacio de la carga y se denomina potencial eléctrico.

### • Energía potencial eléctrica y potencial eléctrico

La fuerza eléctrica es conservativa. La *energía potencial* de una partícula de prueba en el campo creado por varias partículas fijas  $q_i$  está dada por:

$$E_p = Kq \sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

(tomando el origen de energías potenciales en el infinito). El *potencial eléctrico* de una carga  $q$  se define como:

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

En el SI el potencial se expresa en voltios (V):

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$$

### • Potencial eléctrico de una carga puntual

Para una carga puntual (con origen de potenciales en el infinito):

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

Para un sistema de partículas cargadas (con origen de potenciales en el infinito):

$$V = K \sum_i \frac{q_i}{r_i}$$

### • Potencial eléctrico de una distribución continua de carga

Para una distribución continua de carga:

$$V = K \int \frac{dq}{r}$$

Aplicando esta ecuación se puede calcular el potencial, por ejemplo, de un anillo cargado en su eje.

### • Diferencia de potencial

La diferencia de potencial  $V$  entre dos puntos 1 y 2 está relacionada con el trabajo  $W$  realizado por el campo eléctrico

$$W = - \Delta E_p = E_{p1} - E_{p2} = q(V_1 - V_2) = - q V$$

Se tiene:

$$V = V_2 - V_1 = - \int_1^2 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

La diferencia de potencial  $V_1 - V_2$  es el valor negativo del trabajo por unidad de carga realizado por el campo eléctrico sobre una carga de prueba positiva cuando ésta se despalza del punto 1 al punto 2. La diferencia de potencial  $V$  es también el trabajo positivo por unidad de carga que debe realizarse contra el campo eléctrico para desplazar la carga de 1 a 2.

### • Relación entre el potencial eléctrico y el campo eléctrico

Se cumple:

$$dV = -\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

Las líneas del campo eléctrico señalan en el sentido en el que disminuye el potencial. Si se conoce la expresión de  $\mathbf{E}$ , puede obtenerse el potencial  $V$  en un punto  $P$  por medio de la integral de línea de  $\mathbf{E}$ :

$$V = - \int_P \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

Si se conoce  $V$ , el campo  $\mathbf{E}$  se puede encontrar por medio del gradiente de  $V$ :

$$\mathbf{E} = - \text{grad } V = - \nabla V$$

Si el campo eléctrico es constante en dirección (por ejemplo, la del eje  $X$ ):

$$E_x = - \frac{dV}{dx}$$

Si el potencial sólo depende del módulo de  $\mathbf{r}$  (es decir, de  $r$ ):

$$E = - \frac{dV}{dr}$$

### • Superficies equipotenciales

Las superficies que tienen el mismo potencial eléctrico en sus puntos, es decir,  $V = \text{constante}$ , se conocen como *superficies equipotenciales*. Las líneas de campo son perpendiculares a las superficies equipotenciales. Para una carga puntual las superficies equipotenciales son superficies esféricas concéntricas con la carga.