ELECTROSTÁTICA II

Campo eléctrico

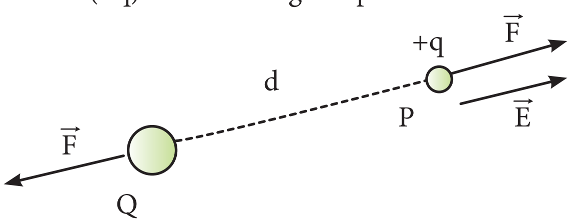
Teniendo en cuenta la ley de Coulomb, podemos deducir que toda carga eléctrica genera una fuerza eléctrica sobre cualquier otra carga colocada en su proximidad. Por lo tanto, es válido suponer que a cualquier carga eléctrica se le asocia una región que permite la interacción (fuerza) con otras cargas eléctricas.

A la región que rodea una carga eléctrica, se le asocia un concepto físico denominado ***campo eléctrico***, de tal manera que el campo eléctrico es toda la región del espacio en la que dicha carga eléctrica ejerce fuerzas sobre otras cargas eléctricas.

Intensidad de campo eléctrico ($\vec{E}$):

Magnitud física vectorial que se utiliza para cuantificar el campo eléctrico establecido por una carga eléctrica (Q), también llamada «***carga fuente***».

La intensidad de campo eléctrico ($\vec{E}$) en un punto dado se obtiene dividiendo la fuerza ($\vec{F}$) que el campo ejerce sobre una carga de prueba situada en ese punto y el valor (+q) de dicha carga de prueba.



El valor de la intensidad de campo eléctrico se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\boxed{|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{|q|}}$$

Unidad en el S.I.
newton/metro **(N/m)**

Teniendo en cuenta el valor de $\vec{F}$, definido mediante la siguiente ecuación:

$$|\vec{F}| = \frac{K.|Q_1||Q_2|}{d^2}$$

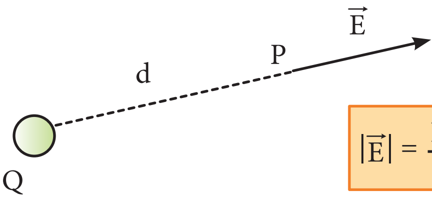
Reemplazando la ecuación anterior en la definición de la intensidad de campo eléctrico:

$$|\vec{E}| = \frac{\frac{K.|Q||q|}{d^2}}{|q|}$$

Se obtiene:

$$|\vec{E}| = \frac{K.|Q|}{d^2}$$

Esta última ecuación nos da otra forma de calcular la intensidad del campo eléctrico, conociendo para ella el valor de la carga fuente y la distancia sobre el cual se ubica el punto donde se quiere medir el campo eléctrico.



$$\boxed{|\vec{E}| = \frac{K|Q|}{d^2}}$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el S.I. son:

$|\vec{E}|$: valor de la intensidad de campo eléctrico (N/m).

|Q|: valor de la carga fuente (C).

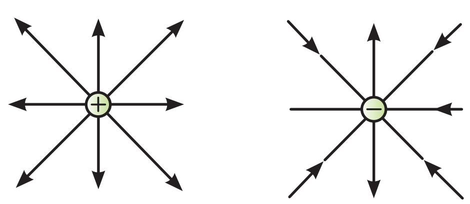
d: distancia donde se ubica el punto «P».

K: constante eléctrica en el vacío 9×10^9 Nm/C^2.

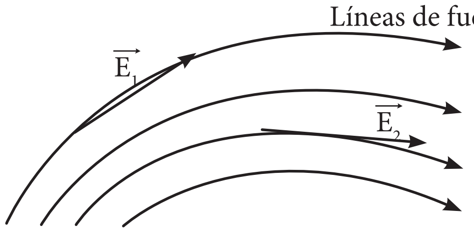
Líneas de fuerza y dirección de la intensidad del campo eléctrico:

Para representar el campo eléctrico se define las líneas de fuerza, estas líneas salen de la carga fuente si esta es positiva y entran a la carga fuente si tiene signo negativo.

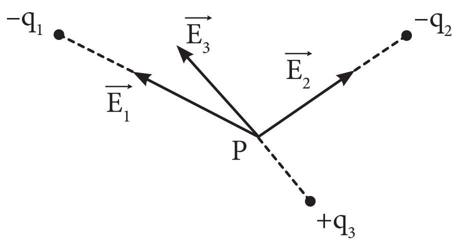
Carga Positiva — Carga Negativa



La dirección de la intensidad del campo eléctrico siempre es tangente a las líneas de fuerza y en su mismo sentido.



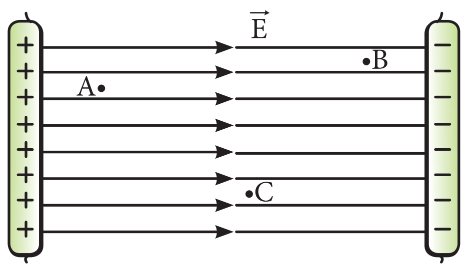
- Principio de superposición de las intensidades de campos eléctricos:
  Debido a que la intensidad del campo eléctrico es una magnitud vectorial. Si se tienen varias intensidades, la intensidad de campo eléctrico resultante se calculara aplicando el principio de superposición.



$$\vec{Ep} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

Campo eléctrico uniforme.

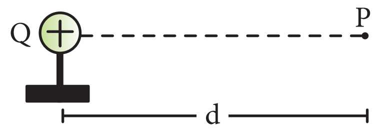
Un campo eléctrico es uniforme, si la intensidad del campo eléctrico es constante. Se representa mediante líneas de fuerzas paralelas.



$$|\vec{E}_A| = |\vec{E}_B| = |\vec{E}_C|$$

Potencial eléctrico (V_P)

Propiedad del campo eléctrico de almacenar energía eléctrica al ubicar una carga en él.
Para un punto «P» ubicado a cierta distancia de una carga «Q», el potencial eléctrico se calcula aplicando la siguiente ecuación:

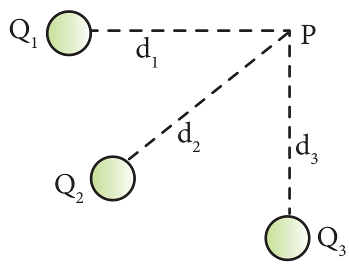


$$V_P = \frac{+K.Q}{d}$$

Unidad en el S.I.
volt(**V**)

Donde en este caso si se considera el signo de la carga eléctrica.
Las magnitudes y sus respectivas unidades en el S.I. son:
V: potencial eléctrico (V).
Q: carga fuente (C).
d: distancia donde se ubica el punto "P".
K: constante eléctrica en el vacío $\approx 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$.

Como el potencial eléctrico es una magnitud escalar (no posee dirección), entonces si se tienen varias cargas el potencial eléctrico resultante en un punto «P» determinado, es igual a la suma de los potenciales eléctricos de cada carga eléctrica.



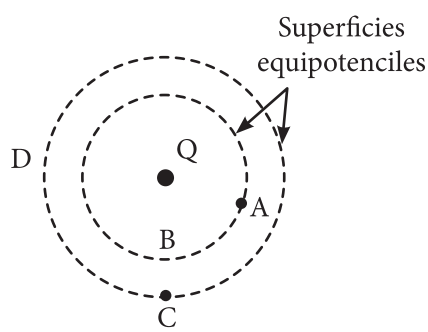
$$V_P = V_1 + V_2 + V_3$$

Nota: El valor del potencial eléctrico a una distancia muy lejana (infinito) de una carga fuente, se define como cero.

$$V\infty = 0$$

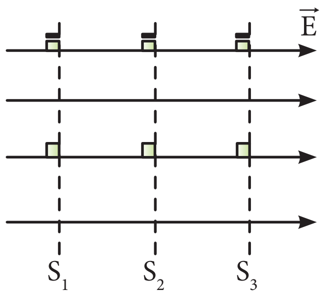
Superficie equipotencial:

Una superficie equipotencial es aquella en la que todos sus puntos tienen igual potencial eléctrico. El mismo concepto se le asocia a una línea equipotencial.



$V_A = V_B$	$V_B \neq V_C$	$V_C = V_D$

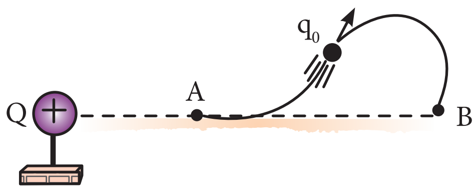
Las líneas de fuerza de un campo eléctrico, siempre es perpendicular a sus superficies equipotenciales.



Donde la figura:
$\vec{\mathbf{E}}$**:** intensidad del campo eléctrico.
$\mathbf{S_1}$**,** $\mathbf{S_2}$ **y** $\mathbf{S_3}$**:** superficies equipotenciales.

Trabajo desarrollado por el campo eléctrico (W^{CAMPO})

Cuando una carga se mueve de un punto a otro en el interior de un camino eléctrico, el campo desarrolla un trabajo sobre la carga, este valor se calcula aplicando la siguiente ecuación:



$$\boxed{W^{CAMPO}_{A\to B} = q_0(V_A - V_B)}$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el S:I. son:

$\mathbf{W^{CAMPO}_{A\to B}}$: cantidad de trabajo realizado por el campo (J).

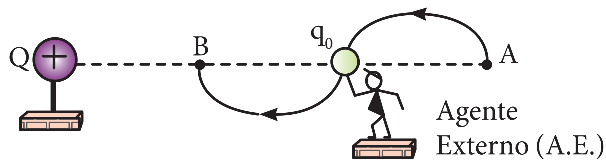
$\mathbf{q_0}$: carga de prueba (C).

$\mathbf{V_A}$ **y** $\mathbf{V_B}$: potenciales eléctricos en los puntos A y B respectivamente (V).

Las características de este trabajo son:

- El trabajo del campo es independiente de la trayectoria.
- Para una trayectoria cerrada, el trabajo desarrollado por el campo es nulo.
- El trabajo efectuado por el campo va a depender de la carga transportada y de la diferencia de potencial de los puntos de donde parte y llega la carga transportada.

Trabajo desarrollado por un agente externo ($W^{A.E.}$):

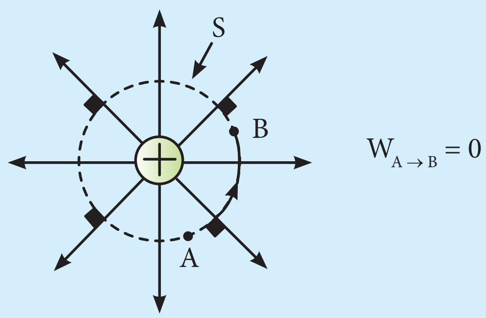


El trabajo externo será igual al valor del trabajo que realiza el campo eléctrico pero signo negativo.

$$\boxed{W^{CAMPO} = -W^{A.E.}}$$

$$\boxed{W^{A.E.}_{A\to B} = q_0(V_B - V_A)}$$

Nota: Sobre una superficie equipotencial no se realiza trabajo.

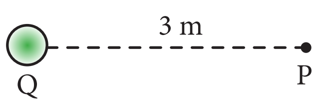


$$W_{A\to B} = 0$$

Trabajando en clase

Integral

1. Determina la intensidad de campo eléctrico (en N/C) en el punto «P», si el valor de la carga eléctrica Q es -7×10^{-8} C.



Resolución:

Aplicando la fórmula de la intensidad del campo eléctrico.

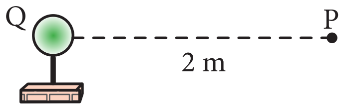
$$E = \frac{k|Q|}{d^2}$$

Reemplazando los datos

$$E = \frac{9\times10^9\times7\times10^{-8}}{9}$$

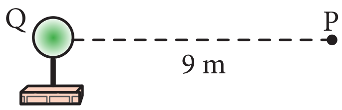
$$\therefore\quad E = 70\ \text{N/C}$$

2. Calcula la intensidad de campo eléctrico (con N/C) en el punto «P», si el valor de la carga eléctrica Q es $+16 \times 10^{-8}$ C.



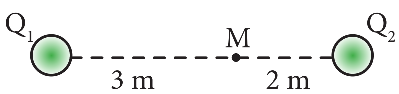
3. Determina el potencial eléctrico (en kV) de un punto ubicado a 6 m de una carga positiva Q = 2 μC.

4. Calcula el valor de la intensidad de campo eléctrico (en N/C) y el potencial eléctrico (en V) de en el punto «P», si el valor de la carga eléctrica Q es –9 μC.



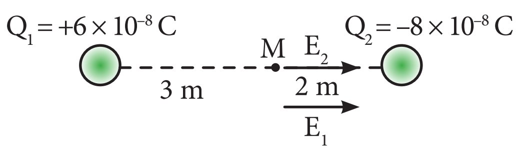
UNMSM

5. Calcula el valor de la intensidad de campo eléctrico (en N/C) en el punto «M», si los valores de las cargas eléctricas son: $Q_1 = +6 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = -8 \times 10^{-8}$ C.



Resolución:

Analizando el gráfico



Piden el módulo de la intensidad resultante, vectorialmente

$$E_R = E_1 + E_2 \; ... \; (1)$$

Luego calculando E_1 y E_2

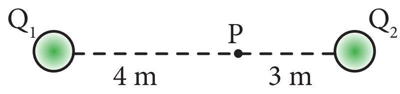
$$\Rightarrow \; E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-8}}{(3)^2} = 60 \text{ N/C}$$

$$\Rightarrow \; E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-8}}{(2)^2} = 180 \text{ N/C}$$

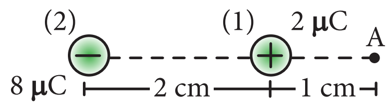
Reemplazando los valores de E_1 y E_2 en (1)

$$\Rightarrow \; E_R = 60 + 180 \qquad \therefore \; E_R = 240 \text{N/C}$$

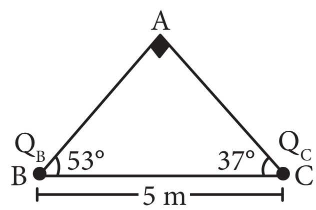
6. Determina el valor de la intensidad de campo eléctrico (en N/C) en el punto «P», si los valores de la cargas eléctricas son: $Q_1 = -32 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = +5 \times 10^{-18}$ C.



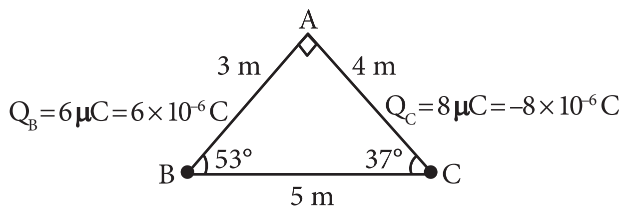
7. Determina la intensidad de campo eléctrico resultante en (N/C) en el punto «A».



8. Calcula el potencial eléctrico en (en V) en el vértice «A» del triángulo, si los valores de la cargas eléctricas son: $Q_B = 6$ μC, $Q_C = -8$ μC.



Analizando el gráfico



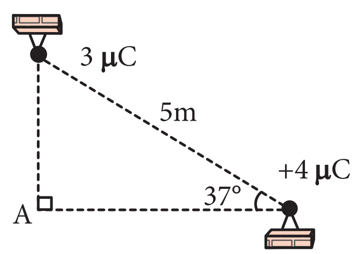
Piden el potencial eléctrico resultante, escalarmente:

$$V_R = V_B + V_C$$

$$\Rightarrow V_R = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-6}}{3} + \left[\frac{9 \times 10^9 \times (-8 \times 10^{-6})}{4}\right]$$

$$\therefore \; V_R = 0$$

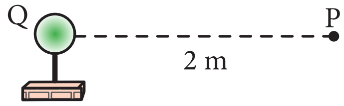
9. Determina el potencial eléctrico total (en kV) en el punto «A».



10. A 1,0m a la izquierda de una partícula de carga $q_1 = 1{,}0$ μC, se encuentra una partícula de carga $q_2 = -1{,}0$ μC. Determine el potencial eléctrico, debido a ambas cargas, a 1,0m a la derecha de la partícula de carga q_1 (considere $k = 9 \times 10^9$ Nm^{2}C^{-2}).

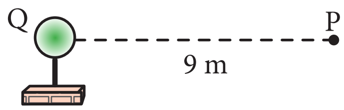
11. La magnitud del campo eléctrico y el potencial eléctrico a cierta distancia de una carga puntual son 3×10^2 N/C y 900 V, respectivamente. Halle la magnitud de dicha carga. (Considere $K = 9 \times 10^9$ Nm^2C^{-2})

12. Calcula la intensidad de campo eléctrico (en N/C) en el punto «P», si el valor de la carga eléctrica Q es $+6 \times 10^{-4}$ C.



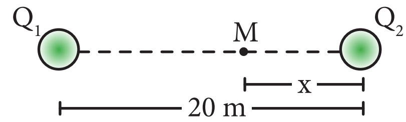
13. Determina el potencial eléctrico (en V) de un punto ubicado a 36 m de una carga positiva Q = 12 mC.

14. Calcula el valor de la intensidad de campo eléctrico (en N/C) y el potencial eléctrico (en V) en el punto «P», si el valor de la carga eléctrica Q es 81 C.



UNI

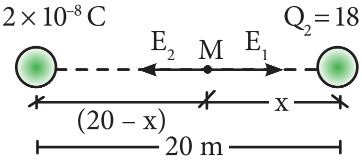
15. Determina la distancia «x» en metros, para que la intensidad de campo eléctrico sea nulo en el punto «M», si los valores de las cargas eléctricas son: $Q_1 = +2 \times 10^{-8}$ C y $Q_2 = +18 \times 10^{-8}$ C.



Resolución:

Analizando el gráfico:

$Q_1 = 2 \times 10^{-8}$ C $\quad$ $Q_2 = 18 \times 10^{-8}$ C

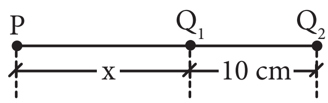


Como el valor del campo eléctrico es cero, se cumple:

$$\underbrace{\frac{K.2 \times 10^{-8}}{(20-x)^2}}_{E_1} = \underbrace{\frac{K.18 \times 10^{-8}}{x^2}}_{E_2}$$

$$\therefore \quad x = 15 \text{ m}$$

16. Dos cargas puntuales $Q_1 = -50$ μC y $Q_2 = 100$ μC están separadas una distancia de 10cm. El campo eléctrico en el punto P es cero. ¿A qué distancia, en cm, de Q_1, esta P?



17. Dos cargas de igual signo se colocan a lo largo de una recta con 2 m de separación. La relación de cargas es 4, calcule (en nC) la carga menor si el potencial eléctrico en el punto sobre la recta que se encuentra a igual distancia de las cargas es de 9V. ($k = 9{,}10^9$ Nm^2/C^2; $1nC = 10^{-9}C$)