

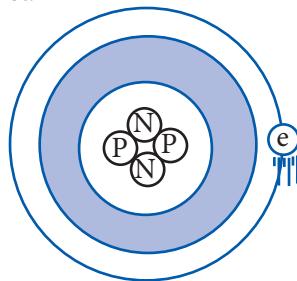


ELECTROSTÁTICA

Objetivo

Conocer la carga eléctrica y algunos fenómenos relacionados con ella.

Carga eléctrica

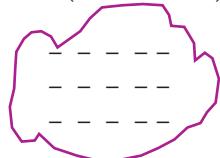


A la propiedad que presentan los electrones y protones y que nos permite explicar su atracción y/o repulsión le llamamos CARGA ELÉCTRICA.

Por convención, al electrón se le asocia carga negativa y al protón, positiva.

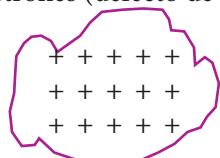
- Un cuerpo se electriza cuando gana o pierde electrones.

Si gana electrones (exceso de e^-)



→ Se electriza negativamente

Si pierde electrones (defecto de e^-)



→ Se electriza positivamente

- La carga eléctrica (q o Q) se expresa en coulomb (C) en el SI

- 1 milicoulomb: $1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$
- 1 microcoulomb: $1 \text{ uC} = 10^{-6} \text{ C}$
- 1 nanocoulomb: $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$

- Cantidad de carga del electrón y protón.

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Propiedades de la carga eléctrica

- Cuantización de la carga

q → cuerpo electrizado

$$q = n|q_e|$$

(+) pierde electrones

(-) gana electrones

$n = \#$ de electrones ganados o perdidos.

- Conservación de la carga

En un sistema eléctricamente aislado.

$$\sum q_{\text{inicio}} = \sum q_{\text{final}}$$

Ejemplo:

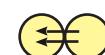
Se tienen 2 esferas idénticas: una electrizada con $q = 8 \mu\text{C}$ y la otra no electrizada. Si se ponen en contacto, determina el $\#$ de electrones transferidos.

INICIO	CONTACTO	FINAL	
(1)	(2)	(1)	(2)



$$q = 8 \mu\text{C}$$

$$q = 0$$



$$e^-$$



$$q'$$

$$q'$$

- Conservación de la carga

$$\sum q_{\text{inicio}} = \sum q_{\text{final}}$$

$$8 \mu\text{C} + 0 = 2q \rightarrow q = 4 \mu\text{C}$$

- Cuantización de la carga

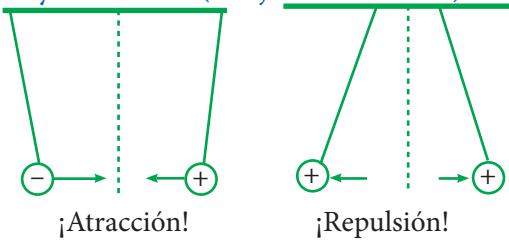
$$q = n|q_e|$$

$$4 \cdot 10^{-6} = n \times 1,6 \times 10^{-19}$$

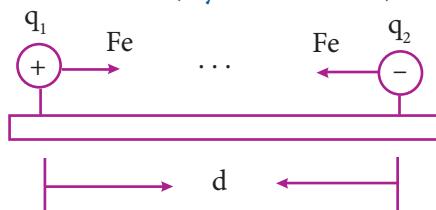
$$\therefore n = 25 \cdot 10^{12} e^-$$

Leyes de electrostática

1. Ley cualitativa (Benjamín Franklin)



2. Ley cuantitativa (ley de Coulomb)



$$F_e = \frac{K|q_1||q_2|}{d^2}$$

Donde: $K \rightarrow$ constante eléctrica

Para el aire o vacío $K \approx 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

Para otro medio

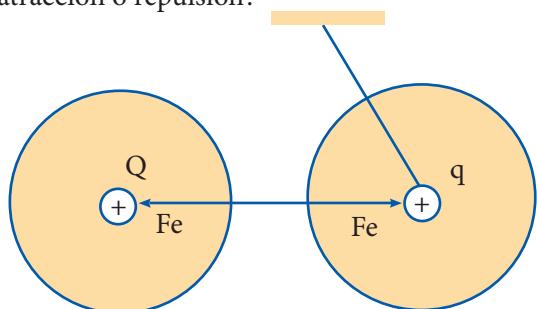
$$K_{\text{medio}} = \frac{K_{\text{vacío}}}{\xi}$$

ξ : Permitividad dieléctrica del medio

$$(\xi \geq 1)$$

Campo eléctrico

Entre partículas eléctricas ¿cómo es posible la fuerza de atracción o repulsión?

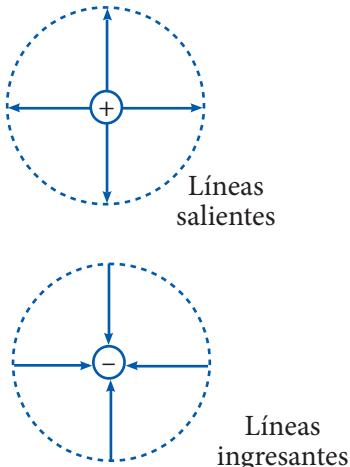


Esta es posible porque a cada cuerpo se le asocia un medio denominado CAMPO ELÉCTRICO.

El campo eléctrico es materia no sustancial que se asocia a todo cuerpo electrizado y que transmite las interacciones eléctricas.

¿Cómo representamos el campo eléctrico asociado a cuerpos electrizados?

Para ello, Faraday idea las «líneas de fuerza» o «línea de campo eléctrico», colocando cargas de prueba « q » en el campo que se analiza.



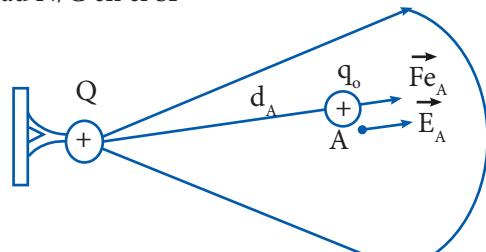
¿Cómo caracterizamos en cada punto el campo eléctrico debido a la « Fe » que transmite?

Para ello, usamos una magnitud vectorial denominada «intensidad de campo eléctrico», (\vec{E}), cuyo valor expresa la Fe que transmite el campo eléctrico por unidad de carga.

Matemáticamente

$$\vec{E}_A = \frac{\vec{F}_e}{q_0} \quad \vec{F}_e \parallel \vec{E}$$

Unidad N/C en el SI



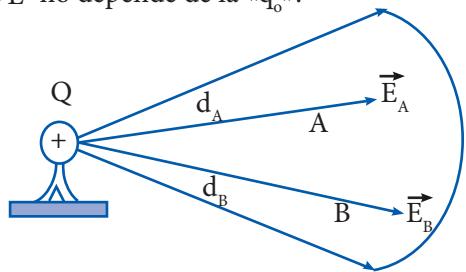
- Si « q_0 » es (+) \rightarrow la $\vec{E} \wedge \vec{F}_e$ tienen la misma dirección.
- Si « q_0 » es (-) \rightarrow la $\vec{E} \wedge \vec{F}_e$ tienen dirección contraria.

Pero:

$$F_e = \frac{K|Q||q|}{d^2} \Rightarrow E = \frac{K|Q|}{d^2}$$

Observaciones

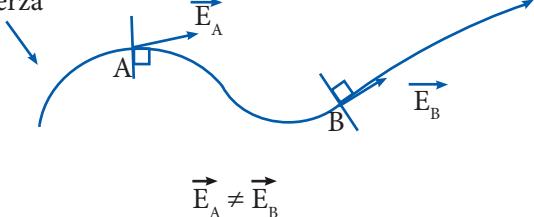
1. La \vec{E} no depende de la « q_0 ».



- ❖ $d_B > d_A$
- ❖ $\vec{E}_B < \vec{E}_A$

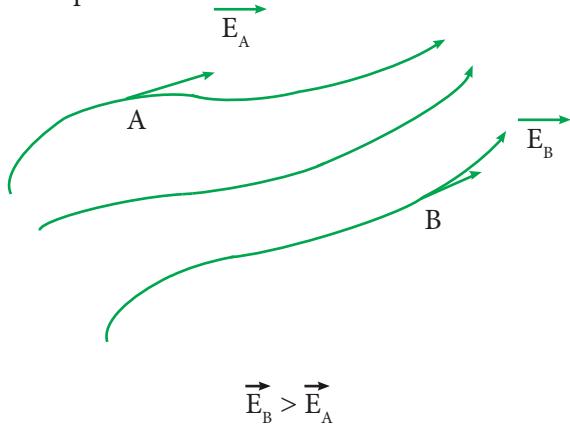
2. El vector \vec{E} es tangente a la línea de fuerza y tiene la misma orientación.

Línea de fuerza



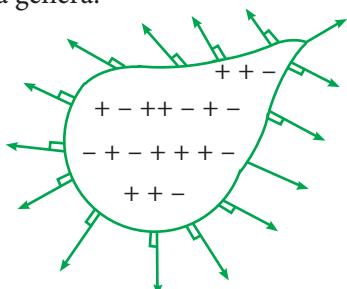
$$\vec{E}_A \neq \vec{E}_B$$

3. Cuando las líneas de fuerza están más juntas, el campo eléctrico es más intenso.

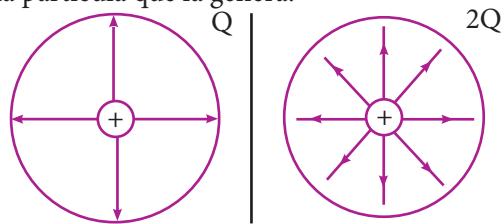


$$\vec{E}_B > \vec{E}_A$$

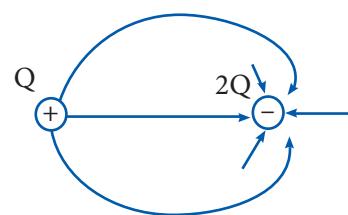
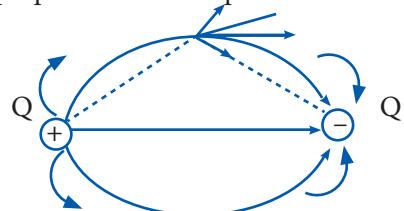
4. Las líneas de fuerza es DP a la carga de la partícula que la genera.



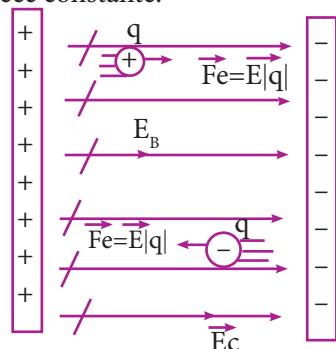
5. El número de líneas de fuerza es DP a la carga de la partícula que la genera.



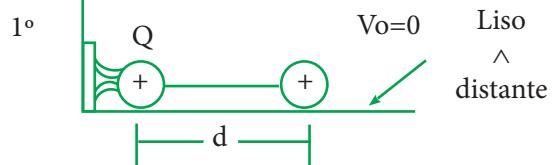
6. Las líneas de fuerza nunca se cortan porque en un punto se tiene un solo valor de \vec{E} ; \Rightarrow se produce la superposición de campos eléctricos.



7. Cuando las líneas de fuerza son //, se tiene el campo eléctrico homogéneo o uniforme, donde la \vec{E} permanece constante.



Energía potencial eléctrica (Up)



- ❖ Al inicio están en reposo \circ $E_c = 0$



- Al cortar la cuerda la esferita «q», tiene «energía cinética».

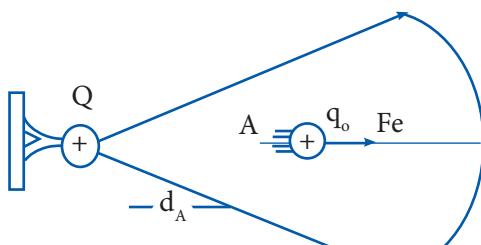
La energía cinética aparece debido al «trabajo mecánico» que realiza el campo eléctrico y ello es porque al inicio hay energía al que denominamos «energía potencial eléctrica» (Upe).

$$U_{pe} = \frac{KQq}{d} \text{ con signo}$$

- Upe (+) Repulsión
- Upe (-) Atracción

Potencial eléctrico (V)

Veamos que sucede al colocar a q_o dentro del campo eléctrico de Q.



- Se observa que se almacena Upe y que al analizarlo por unidad de carga «qo» se obtiene:

$$\frac{U_{pe}}{q_0} = \frac{W_{Fe}^{A \rightarrow \infty}}{q_0} = V_A \rightarrow \text{Potencial eléctrico}$$

Unidad: volt (V)

El V es una característica escalar del campo eléctrico, debido a la energía que almacena.

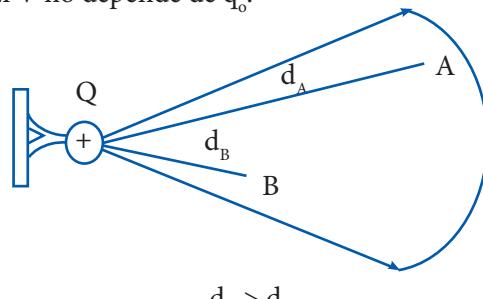
Pero:

$$U_{pe} = KQq_0/d \quad V_A = \frac{KQ}{d}$$

con signo de la carga eléctrica

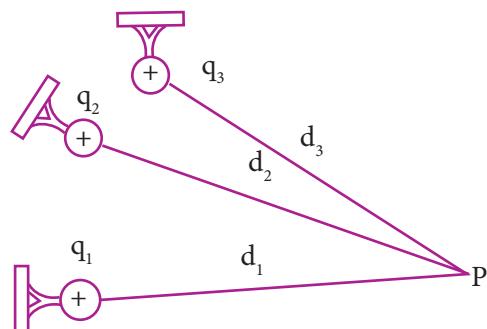
Observación

- El V no depende de q_0 .



$$V_A < V_B$$

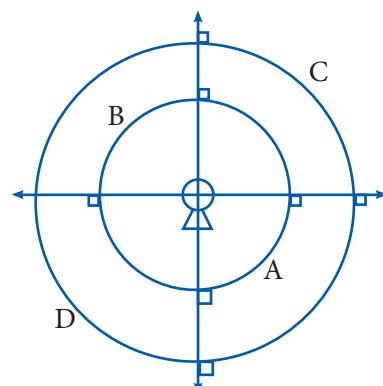
- Para un sistema de partículas, el Vp es la suma escalar.



$$V_p = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3}$$

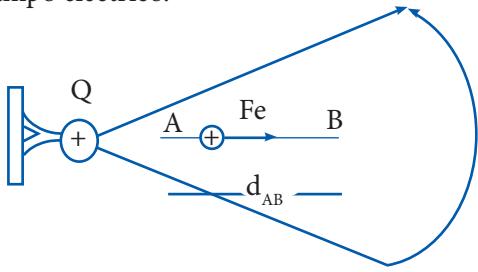
- Considera el signo de la carga.

- Aquellos puntos donde el potencial eléctrico tiene un solo valor, se denomina «superficie equipotencial».



- $V_A = V_B$
- $V_B = V_F$
- $V_A \neq V_C$
- $V_A > V_B$

4. A « q_o » se puede trasladar entre dos puntos de un campo eléctrico.

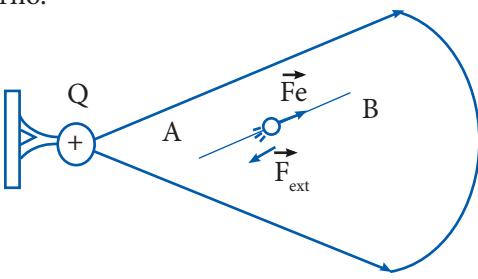


$$W_{AB}^{Fe} = (V_A - V_B) q_o$$

$$W_{AB}^{Fe} = q_o V_A - q_o V_B$$

$$\rightarrow W_{AB}^{Fe} = q_o (V_A - V_B)$$

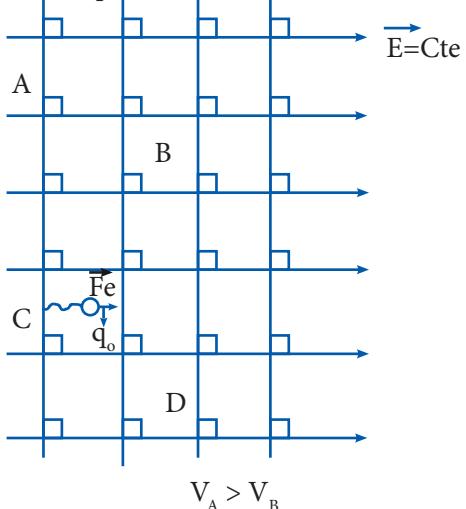
5. Para trasladar lentamente se emplea un agente externo.



$$W_{neto} = 0$$

$$W_{Fe}^{Fe} = -W_{Fext}^{Fext} \Rightarrow W_{A \rightarrow B}^{Fext} = (V_B - V_A) q_o$$

6. En un campo eléctrico uniforme:



$$W_{CB}^{Fe} = q_o (V_C - V_B) \dots (1)$$

Como:

$$Fe|q_o| = cte \rightarrow W_{CB}^{Fe} = E|q_o|d_{CB} \dots (2)$$

Luego: (1) = (2)

$$\diamond \quad \underbrace{V_C - V_B}_{V} = E.d$$

$$V = E \cdot d // \vec{E} // \vec{d}$$

Diferencia del potencial eléctrico

Intensidad de campo eléctrico uniforme

Trabajando en clase

Integral

1. ¿A cuántos electrones equivale la siguiente carga eléctrica de $-32C$?

Resolución:

$$Q = \pm |e| \cdot N$$

$$-32 = -16 \cdot 10^{-20} \cdot N$$

$$N = 2 \cdot 10^{20} \text{ electrones}$$

2. ¿A cuántos electrones equivale la siguiente carga eléctrica de $64 C$?

3. En cada caso se encuentran dos esferas iguales. ¿Qué cargas poseerán las esferas luego de haberse tocado por un determinado tiempo?

a) $-12C$ $20C$

b) $+10C$ $+6C$

4. Se tiene una esfera metálica cargada con $+12C$. ¿Cuántos electrones debe ganar para quedar eléctricamente neutra?

UNMSM

5. ¿Cuántos cm separan a dos cargas de $6 \mu C$ y $5 \mu C$ para que experimenten una fuerza cuyo módulo es $900 N$?

Resolución:

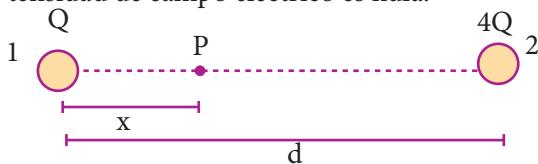
$$F = K \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

$$900 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{d^2}$$

$$d = \sqrt{3} \text{ cm}$$

6. ¿Cuántos cm separan a dos cargas de $12 \mu\text{C}$ y $5 \mu\text{C}$ para que experimenten una fuerza de 600 N ?
7. Dos esferas conductoras de igual radio tienen cargas de $+0,8 \mu\text{C}$ y $-0,6 \mu\text{C}$ respectivamente. Si se ponen en contacto y luego se separan hasta que sus centros disten 30 cm en el aire, ¿cuál será el módulo de la fuerza de interacción electrostática entre estas? (en N)

8. Determina «x» sabiendo que en el punto P la intensidad de campo eléctrico es nula.



Resolución:

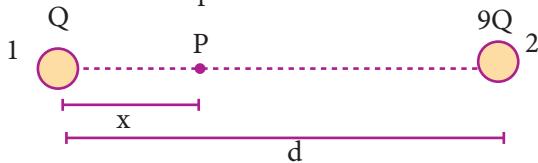
$$E_1 = E_2$$

$$K \cdot \frac{|Q_1|}{d_1^2} = K \cdot \frac{|Q_2|}{d_2^2}$$

$$\frac{Q}{x^2} = \frac{4Q}{(d-x)^2}$$

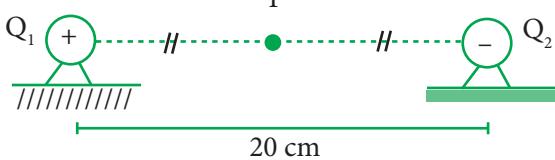
$$x = \frac{d}{3}$$

9. Determina «x» sabiendo que en el punto P la intensidad de campo eléctrico es nula.



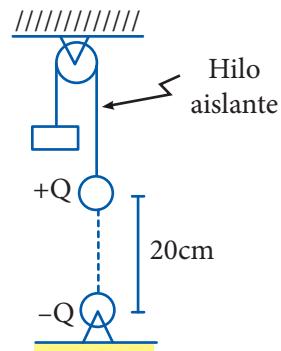
10. Determina el módulo de la intensidad de campo eléctrico en P.

$$Q_1 = +8 \times 10^{-7} \text{ C}, Q_2 = -4 \times 10^{-7} \text{ C}$$



11. Si el sistema mostrado se encuentra en equilibrio, determina la masa del bloque de madera si las partículas de masas despreciables se encuentran electrizadas.

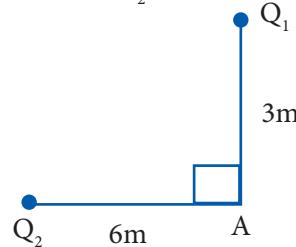
$$(Q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}) g = 10 \text{ m/s}^2$$



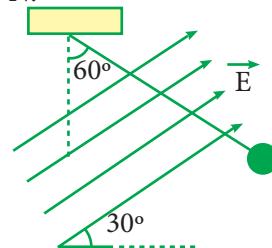
12. Dos cargas eléctricas se repelen con 10 N . Si la distancia que los separa se reduce a la mitad y cada una de las cargas se duplica, entonces la nueva fuerza de repulsión tendrá como módulo:

13. Determina el módulo del campo eléctrico resultante (en N/C) en el punto A.

$$Q_1 = +15 \times 10^{-9} \text{ C}; Q_2 = -32 \times 10^{-9} \text{ C}$$

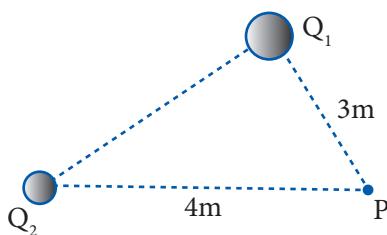


14. Halla el módulo de la intensidad del campo eléctrico E (en N/C) capaz de mantener al péndulo en la posición mostrada; la carga q = 20 coulomb y pesa 500 N.



UNI

15. Calcula el potencial eléctrico asociado a las cargas $Q_1 = 6 \times 10^{-9} \text{ C}$ y $Q_2 = -8 \times 10^{-9} \text{ C}$ en el punto P, según se muestra en la figura.



Resolución:

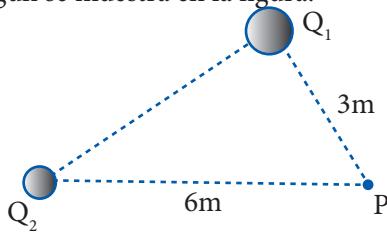
$$V_p = V_1 + V_2$$

$$V = k \frac{Q}{d}$$

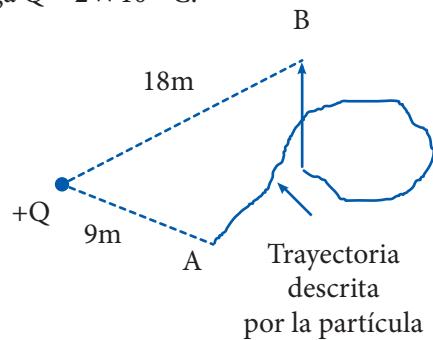
$$V_p = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-9}}{3} + 9 \cdot 10^9 \times \frac{(-8 \cdot 10^{-9})}{4}$$

$$V_p = 18 - 18 = 0$$

16. Calcula el potencial eléctrico asociado a las cargas $Q_1 = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$ y $Q_2 = -5 \times 10^{-9} \text{ C}$ en el punto P, según se muestra en la figura.



17. Calcula el trabajo necesario para trasladar una partícula con carga $q = -8 \mu\text{C}$ desde la posición B en presencia del campo eléctrico creado por la carga $Q = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$.



18. En la figura, se muestra un campo eléctrico uniforme. Si la diferencia de potencial entre los puntos A y B es 80 V, ¿cuál es la diferencia de potencial entre los puntos C y D?

