



PREPARATORIA ABIERTA PUEBLA

CAMPO ELECTRICO

*Preparatoria*

ELABORÓ

*abierta*

LUZ MARÍA ORTIZ CORTÉS

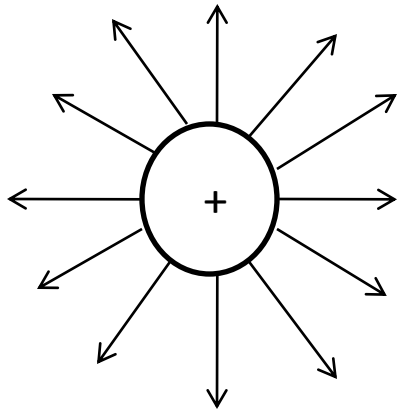
# Campo eléctrico

- En un punto del espacio existe un campo eléctrico cuando sobre una carga  $q$  colocada en dicho punto se ejerce una fuerza de origen eléctrico.
- Una carga eléctrica siempre se encuentra rodeada por un campo eléctrico.
- Como se sabe, las cargas de diferente signo se atraen y las del mismo signo se repelen, por lo que se puede decir que las cargas eléctricas influyen sobre la región que está a su alrededor. A la región de influencia se le llama campo magnético.
- El campo eléctrico es invisible pero su fuerza ejerce acciones sobre los objetos cargados y por ello es fácil detectar su presencia, así como su identidad.

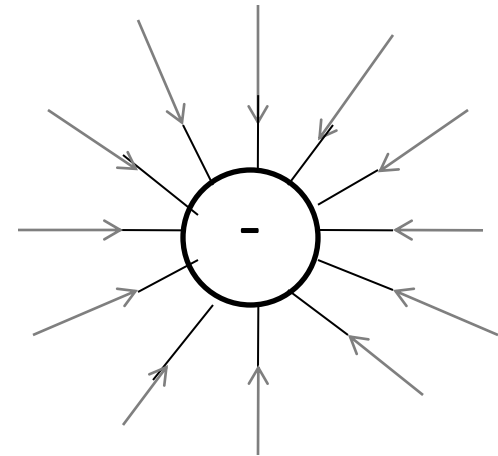
# Campo eléctrico

- El electrón y todos los objetos electrizados tienen a su alrededor un campo eléctrico cuya fuerza se manifiesta sobre cualquier carga cercana a su zona de influencia. El campo eléctrico es inherente a la naturaleza del electrón e independientemente de sus movimientos. No así el campo magnético que aparece sólo cuando el electrón está en movimiento. Como el campo eléctrico no se puede ver, Michael Faraday, físico inglés, en 1823 introdujo el concepto de líneas de fuerza, para poder representarlo gráficamente.

# Campo eléctrico

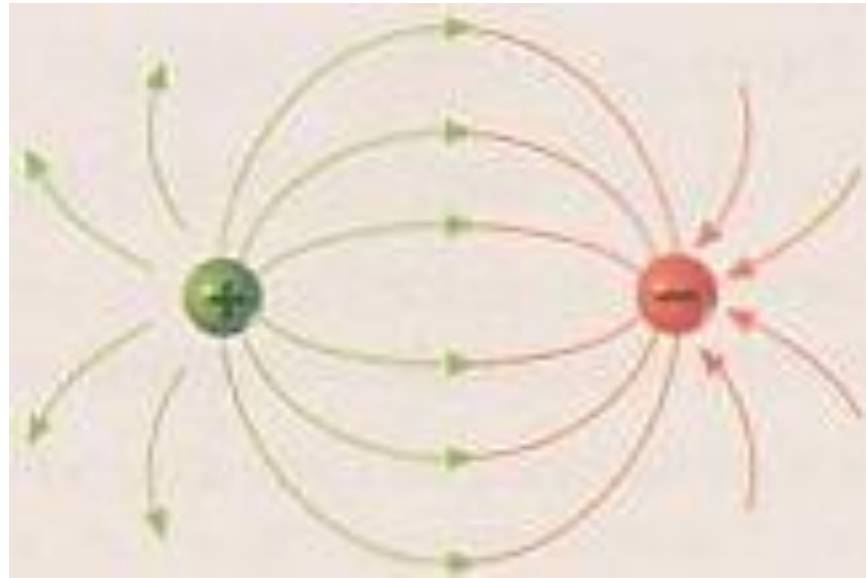


- Configuración del campo eléctrico producido por una carga puntual positiva.



- Configuración del campo eléctrico producido por una carga puntual negativa.

# Campo eléctrico



Configuración del campo eléctrico producido por cargas de diferente signo.

# Intensidad del Campo eléctrico

- En la figura 1 las líneas de fuerza que representan al campo eléctrico de una carga positiva salen radialmente de la carga, mientras que en una carga negativa (fig. 2), las líneas de fuerza llegan de modo radial a la carga. Las líneas de fuerza se pueden dibujar de manera que señalen su dirección y sentido, además del punto más intenso del campo eléctrico. Para ello, las líneas de fuerza estarán más juntas entre sí cuando el campo eléctrico sea intenso y más separadas, al disminuir la intensidad.
- La intensidad del campo eléctrico producido por una carga eléctrica se puede interpretar si se emplea una carga positiva (por convención) de valor muy pequeño llamada carga de prueba; de manera que los efectos debido a su propio campo eléctrico se pueden despreciar. Esa pequeña carga de prueba  $q$  se coloca en el punto del espacio a investigar. La carga de prueba al recibir una fuerza de origen eléctrico, se dice que en ese punto del espacio existe un campo eléctrico cuya intensidad  $E$  es igual a la relación dada entre la fuerza  $F$  y el valor de dicha carga de prueba  $q$ .

# Intensidad del campo eléctrico

- Por tanto:

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

Donde:

$\vec{E}$  = Intensidad del campo eléctrico en N/C

$\vec{F}$  = Fuerza que recibe la carga de prueba en  
Newtons N

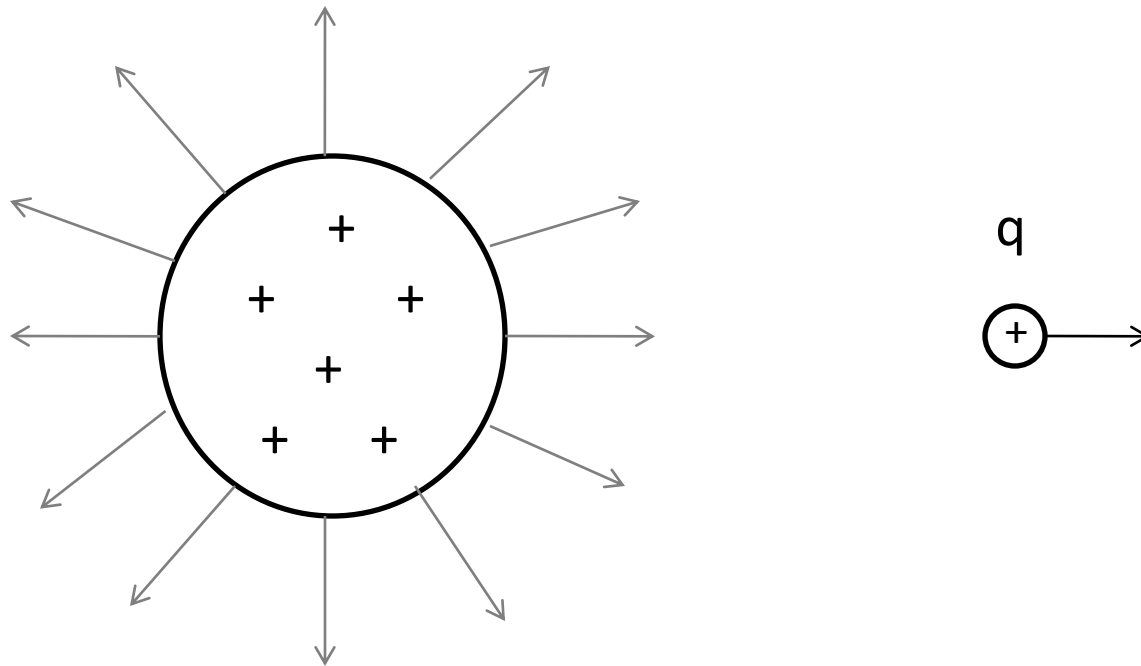
$q$  = valor de la carga de prueba en Coulombs (C)

# Intensidad del campo eléctrico

- La intensidad del campo eléctrico es una magnitud vectorial, ya que la fuerza también lo es. Por ello, los campos eléctricos se suman vectorialmente. Así, la dirección y sentido del vector representativo de la intensidad del campo eléctrico en un punto será igual a la fuerza que actúa en ese punto sobre la carga de prueba, la cual es positiva por convención. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico  $\vec{E}$  no es constante, sino que disminuye a medida que aumenta la distancia, sin embargo, la magnitud de  $\vec{E}$  será la misma para todos los puntos con igual distancia del centro de carga.



# Intensidad del campo eléctrico



- En la figura se observa la dirección y sentido del vector campo eléctrico debido a un objeto con carga positiva que actúa sobre la carga de prueba  $q$ . Si el objeto tuviera carga negativa, el sentido del vector campo eléctrico sería al contrario.

# Intensidad del campo eléctrico

- Si se desea calcular la intensidad del campo eléctrico  $\vec{E}$  a una determinada distancia  $r$  de una carga  $q$ , se considera que una carga de prueba  $q'$  colocada a dicha distancia, recibe una fuerza  $\vec{F}$  debida a  $q$  y de acuerdo con la ley de Coulomb, su magnitud se calcula con esta expresión:

$$F = k \frac{q q'}{r^2} \quad (1)$$

Como:

$$E = \frac{F}{q} \quad (2)$$

# Intensidad del campo eléctrico

- Sustituyendo la ecuación 1 en 2:

$$E = \frac{kq \cancel{q'}}{r^2 \cancel{q'}} \quad (3)$$

Donde:

$$E = \frac{kq}{r^2} \quad (4)$$

# Intensidad del campo eléctrico

- La ecuación 4 posibilita calcular la magnitud de  $\vec{E}$  en cualquier punto de una carga eléctrica. El valor de  $k$  es  $9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  en el sistema internacional SI.

# Intensidad del campo eléctrico

1. Una carga de prueba de  $3 \times 10^{-7} \text{ C}$  recibe una fuerza horizontal hacia la derecha de  $2 \times 10^{-4} \text{ N}$ . ¿Cuál es la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en el punto donde está colocada la carga del prueba?

Datos:

$$q = 3 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$F = 2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$E = ?$$

Sustitución:

$$E = \frac{2 \times 10^{-4} \text{ N}}{3 \times 10^{-7} \text{ C}}$$

Fórmula:

$$E = \frac{F}{q}$$

Resultado:

$$E = 0.66 \times 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

# Problemas resueltos

2. Una carga de prueba de  $2 \mu\text{C}$  se sitúa en un punto en el que la intensidad del campo eléctrico tiene una magnitud de  $5 \times 10^2 \text{ N/C}$ . ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que actúa sobre ella?

Datos:

$$q = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = 5 \times 10^2 \text{ N/C}$$

$$F = ?$$

Fórmula:

$$E = \frac{F}{q}$$

Despeje:

$$F = E q$$

Sustitución:

$$F = (5 \times 10^2 \text{ N/C})(2 \times 10^{-6} \text{ C})$$

Resultado:

$$F = 1 \times 10^{-3} \text{ N}$$

# Problemas resueltos

3. Una esfera metálica cuyo diámetro es de 18 cm está electrizada con una carga de  $8 \mu\text{C}$  distribuida uniformemente en su superficie. ¿Cuál es la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a 10 cm de la superficie de la esfera?

Datos:

$$d = 18 \text{ cm}$$

$$r = 9 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 19 \text{ cm}$$

$$q = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = ?$$

Sustitución:

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C})(8 \times 10^{-6} \text{ C}^2)}{(0.19 \text{ m})^2} = 1994.46 \times 10^3 \text{ N/C}$$
$$= 1.994 \times 10^6 \text{ N/C}$$

Fórmula:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

Resultado:

# Problemas resueltos

3. La intensidad del campo eléctrico producido por una carga de  $3 \mu\text{C}$  en un punto determinado tiene una magnitud de  $6 \times 10^6 \text{ N/C}$ . ¿A qué distancia del punto considerado se encuentra la carga?

Datos:

$$E = 6 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$q = 3 \mu\text{C} = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$r = ?$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$r = \sqrt{\frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) \frac{3 \times 10^{-6} \text{ C}}{6 \times 10^6 \text{ N/C}}}{}}$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Despeje:

$$r = \sqrt{\frac{k q}{E}}$$

$$r = 6.7 \times 10^{-2} \text{ m}$$



# Problemas resueltos

4. Determinar la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en un punto donde se coloca una carga de prueba de  $7 \mu\text{C}$  la cual recibe una fuerza eléctrica vertical hacia arriba cuya magnitud es de  $5 \times 10^{-3} \text{ N}$ .

Datos:

$$E = ?$$

$$q = 7 \mu\text{C} = 7 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$F = 5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Fórmula:

$$E = \frac{F}{q}$$

Sustitución:

$$E = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ N}}{7 \times 10^{-6} \text{ C}}$$

Resultado:

$$E = 0.714 \times 10^3 \text{ N/C} \quad E = 7.1 \times 10^2 \text{ N/C}$$

# Problemas resueltos

5. Determinar la magnitud de la fuerza que actúa sobre una carga de prueba de  $2 \times 10^{-7}$  C. al situarse en un punto en que la intensidad del campo eléctrico tiene una magnitud de  $6 \times 10^4$  N/C.

Datos:

$$F = ?$$

$$q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$E = 6 \times 10^4 \text{ N/C}$$

Fórmula:

$$E = \frac{F}{q}$$

Despeje:

$$F = E \times q$$

Sustitución:

$$F = 6 \times 10^4 \text{ N/C} \times 2 \times 10^{-7} \text{ C}$$

Resultado:

$$F = 12 \times 10^{-3} \text{ N} = 1.2 \times 10^{-2} \text{ N}$$

# Problemas resueltos

6. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 50 cm de una carga de  $4 \mu\text{C}$ .

Datos:

$$E = ?$$

$$r = 50 \text{ cm}$$

$$q = 4 \mu\text{C}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Sustitución:

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) (4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.50 \text{ m})^2}$$

Resultado:

$$E = 144 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E = 1.44 \times 10^5 \text{ N/C}$$

# Problemas resueltos

7. Determinar la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 30 cm de una carga de 5  $\mu\text{C}$ .

Datos:

$$E = ?$$

$$r = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

$$q = 5 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$E = (9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2) \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.30 \text{ m})^2}$$

Fórmula

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$r^2$$

$$E = 500 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

# Problemas propuestos

8. La intensidad del campo eléctrico producido por una carga de  $5 \mu\text{C}$  en un punto determinado tiene una magnitud de  $8 \times 10^6 \text{ N/C}$ . ¿A qué distancia del punto considerado se encuentra la carga?

Datos:

$$q = 5 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = 8 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$r = ?$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$r = \sqrt{\frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)(5 \times 10^{-6} \text{ C})}{8 \times 10^6 \text{ N/C}}}$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Despeje:

$$r = \sqrt{\frac{kq}{E}}$$

$$r = 0.075 \text{ m}$$

$$r = 7.5 \text{ cm}$$

# PROBLEMAS PROPUESTOS

9. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 40 cm de una carga de  $9 \mu\text{C}$ .

Datos:

$$E = ?$$

$$r = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$q = 9 \mu\text{C} = 9 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{C}^2$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Sustitución:

$$E = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{C}^2 \frac{(9 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.40 \text{ m})^2}$$

Resultado:

$$E = 506 \times 10^3 \text{ N/C}$$
$$E = 5.06 \times 10^5 \text{ N/C}$$

# PROBLEMAS PROPUESTOS

10. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga es de  $4 \times 10^5 \text{ N/C}$  a 50 cm de distancia de ésta. ¿Cuál es el valor de la carga eléctrica?

Datos:

$$E = 4 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$r = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$q = ?$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$q = \frac{4 \times 10^5 \text{ N/C} (0.5 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2}$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Despeje:

$$q = \frac{Er^2}{k}$$

Resultado:

$$q = 1.1 \times 10^{-5} \text{ C}$$

# PROBLEMAS PROPUESTOS

11. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga de  $7 \mu\text{C}$  en un punto determinado es de  $5 \times 10^5 \text{ N/C}$ . ¿A qué distancia del punto considerado se encuentra la carga?

Datos:

$$E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$q = 7 \mu\text{C} = 7 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$r = ?$

Sustitución:

$$r = \sqrt{\frac{9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 \times 7 \times 10^{-6} \text{ C}}{5 \times 10^5 \text{ N/C}}}$$

Fórmula:

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

Despeje:

$$r = \sqrt{\frac{k q}{E}}$$

Resultado:

$$r = 0.355 \text{ m} = 35.5 \text{ cm}$$



# Problema propuesto

12. Determinar la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en un punto donde se coloca una carga de prueba de  $5 \mu\text{C}$ , la cual recibe una fuerza eléctrica vertical hacia arriba cuya magnitud es de  $5 \times 10^{-3} \text{ N}$ .

Datos:

$$E = ?$$

$$q = 5 \mu\text{C}$$

$$F = 5 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Fórmula:

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q$$

Sustitución:

$$E = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ N}}{5 \times 10^{-6} \text{ C}}$$

Resultado:

$$E = 1 \times 10^3 \text{ N/C}$$

# Problemas propuestos

13. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga de  $5 \mu\text{C}$  en un punto determinado es de  $4 \times 10^5 \text{ N/C}$ . ¿A qué distancia del punto considerado se encuentra la carga?

Datos:

$$q = 5 \mu\text{C} = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = 4 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$r = ?$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$r = \sqrt{\frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)(5 \times 10^{-6} \text{ C})}{4 \times 10^5 \text{ N/C}}}$$

Fórmula:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

Despeje:

$$r = \sqrt{\frac{kq}{E}}$$

Sustitución:

$$r = 0.3354 \text{ m}$$

$$r = 33.54 \text{ cm}$$

# Problemas resueltos

14. Una esfera metálica cuyo diámetro es de 20 cm está electrizada con una carga de  $8 \mu\text{C}$  distribuida uniformemente en su superficie. ¿Cuál es la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a 8 cm de la superficie de la esfera?

Datos:

$$d = 20 \text{ cm}$$

$$r = 10 \text{ cm} + 8 \text{ cm} = 18 \text{ cm}$$

$$q = 8 \mu\text{C} = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$E = ?$$

Fórmula:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

# Problemas resueltos

Sustitución:

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.18 \text{ m})^2}$$

Resultado:

$$E = \frac{72 \times 10^3 \text{ N/C}}{0.0324} =$$

$$E = 2222.22 \times 10^3 \text{ N/C}$$
$$E = 2.22 \times 10^6 \text{ N/C}$$

# Problemas resueltos

15. Una esfera metálica de 11 cm de radio está electrizada con una carga de 2  $\mu\text{C}$  que se encuentra distribuida uniformemente en su superficie. Determinar la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a 10 cm de distancia de la superficie de la esfera.

Datos:

$$r = 11 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

$$q = 2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$$

$$E = ?$$

Fórmula:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

Sustitución:

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.21 \text{ m})^2}$$

Resultado:

$$E = 408.16 \times 10^3 \text{ N/C}$$
$$E = 4.08 \times 10^5 \text{ N/C}$$

# Problemas resueltos

16. Determinar la carga que electriza uniformemente en su superficie a una esfera metálica de 12 cm de diámetro si a 5 cm de la superficie de la esfera la magnitud del campo eléctrico es de  $4.4628 \times 10^6$  N/C.

Datos:

$$d = 12 \text{ cm}$$

$$r = 6 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 11 \text{ cm}$$

$$q = ?$$

$$E = 4.4628 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Sustitución:

$$q = \frac{(4.4628 \times 10^6 \text{ N/C})(0.11 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2}$$

Fórmula:

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

Despeje:

$$q = \frac{Er^2}{k}$$

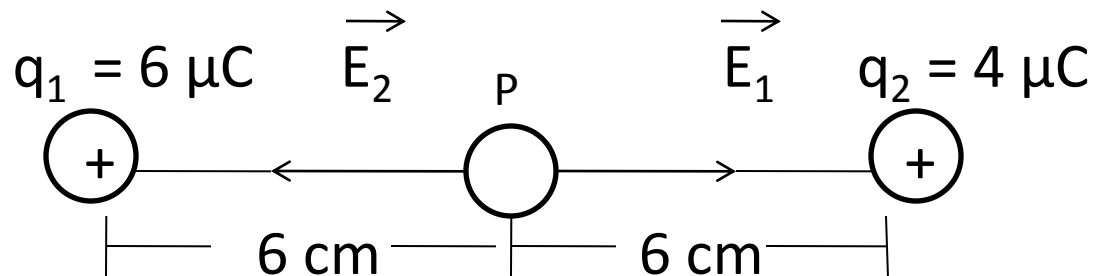
Resultado:

$$q = 0.006 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$q = 6 \times 10^{-6} \text{ C} = 6 \text{ } \mu\text{C}$$

# Problemas resueltos

17. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en el punto medio P entre las cargas puntuales cuyos valores son  $q_1 = 6 \mu\text{C}$  y  $q_2 = 4 \mu\text{C}$ , separadas a una distancia de 12 cm como se muestra a continuación:



# Problemas resueltos

- Solución:

La dirección del vector campo eléctrico es la misma en las dos cargas, pero el sentido en el punto P debido a  $q_1$  está dirigido hacia la derecha, mientras el sentido del campo eléctrico debido a  $q_2$  está dirigido hacia la izquierda, pues las dos son positivas.



# Problemas resueltos

- La intensidad del campo eléctrico resultante  $E_R$  en el punto P será el vector suma de las intensidades de cada una de las cargas. Por tanto:

$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_R = \frac{kq_1}{r^2} + \left( -\frac{kq_2}{r^2} \right) = \frac{k}{r^2} (q_1 - q_2)$$

El signo (-) del campo eléctrico debido a la carga  $q_2$  es porque va a la izquierda

# Problemas resueltos

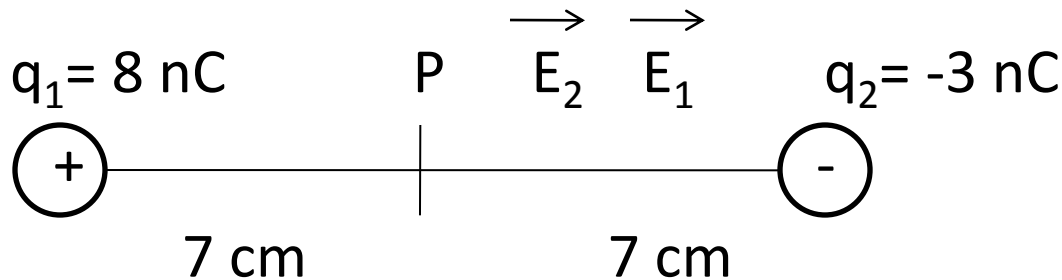
$$E_R = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \times (6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.06 \text{ m})^2} + \frac{(-9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \times (4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.06 \text{ m})^2}$$

$$E_R = 15\,000 \times 10^3 \text{ N/C} - 10\,000 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_R = 5 \times 10^6 \text{ N/C}$$

# Problemas resueltos

18. Determinar la intensidad del campo eléctrico en el punto medio P entre dos cargas puntuales  $q_1 = 8 \text{ nC}$  y  $q_2 = -3 \text{ nC}$  separadas por una distancia de 14 cm. Calcular también la fuerza que resultaría sobre una carga de 2 nC si se colocara en el punto P de esas mismas cargas.



# Problemas resueltos

- El sentido del campo eléctrico en el punto P debido a  $q_1$  está dirigido hacia la derecha por su carga positiva, y el sentido del campo eléctrico debido a  $q_2$  también va a la derecha por ser negativa:
- Por tanto:

$$E_R = E_1 + E_2$$

$$E_R = \frac{kq_1}{r^2} + \frac{kq_2}{r^2} = \frac{k}{r^2} (q_1 + q_2)$$

Sustitución:

$$E_R = \frac{9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2} (8 + 3) 10^{-9} \text{ C}}{(0.07)^2 \text{ m}^2}$$

Resultado:

$$E_R = 20204.08 \text{ N/C}$$

$$E_R = 2.02 \times 10^4 \text{ N/C}$$

(hacia la derecha)

# Problemas resueltos

- Cálculo de la fuerza que actuaría sobre una carga de 2 nC situada en el punto P:

$$1 \text{ nC} = 1 \times 10^9 \text{ C}$$

Sustitución:

$$F = Eq = (2.02 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}})(2 \times 10^{-9} \text{ C})$$

$$F = 4.04 \times 10^{-5} \text{ N} \quad \text{hacia la derecha}$$

# Problemas propuestos

1. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 60 cm de una carga de  $5 \mu\text{C}$ .
2. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga es de  $5 \times 10^5 \text{ N/C}$ , ¿Cuál es el valor de la carga eléctrica si se encuentra a una distancia de 90 cm?
3. Una esfera metálica de 10 cm de radio está electrizada con una carga de  $3 \mu\text{C}$  que se encuentra distribuida uniformemente en su superficie. Determinar la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a 8 cm de distancia de la superficie de la esfera.

# Respuestas

1.  $E = 1.25 \times 10^5 \text{ N/C}$
2.  $q = 0.45 \times 10^{-4} \text{ C} = 4.5 \times 10^{-5} \text{ C}$
3.  $833.33 \times 10^3 \text{ N/C} = 8.33 \times 10^5 \text{ N/C}$

# Bibliografía

- Física para Bachillerato  
Pérez Montiel, Héctor  
Editorial: Patria.  
2011
- Física general con experimentos  
Alvarenga, Beatriz. Máximo, Antonio.  
Editorial: Oxford.  
2014