PAU Comunidad Valenciana

FÍSICA
Julio 2024

Problema 2
Campo eléctrico

VÍDEOS ÚTILES PARA REPASAR

En estos vídeos podrás repasar temas interesantes para preparar este examen.

No dejes de revisar mi canal, pues iré añadiendo nuevos.

Resumen
Interacción eléctrica

PAU Julio 2022
Comunidad Valenciana

PAU Junio 2022
Comunidad Valenciana

PAU Junio 2021
Comunidad Valenciana

PAU Julio 2019
Comunidad Valenciana

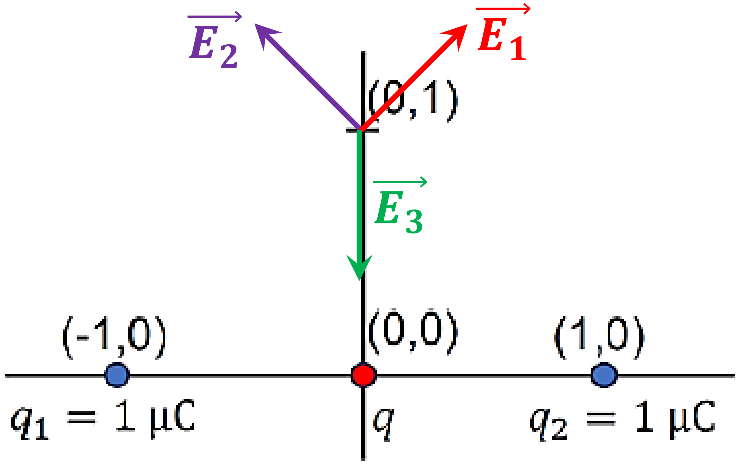
Interacción eléctrica

Dada la distribución de cargas de la figura, calcula:

a) El valor de la carga q para que el campo eléctrico sea nulo en el punto (0,1) m.

b) El trabajo necesario para llevar una carga de 5 μC desde el infinito (donde tiene energía cinética nula) hasta el punto (0,1) m.

Dato: $\mathrm{k} = 9 \cdot 10^9\ unidades\ SI$



Solución: En primer lugar, se hace un estudio gráfico de la situación:

La dirección y sentido del vector campo eléctrico en un punto vienen dados por la dirección y sentido de la fuerza que experimentaría una carga positiva colocada en ese punto.

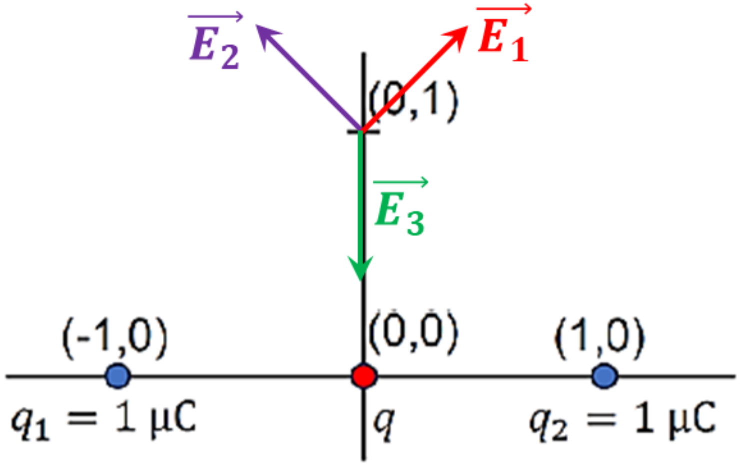
Para calcular el valor del campo eléctrico utilizaremos la fórmula del campo eléctrico y el principio de superposición.

El principio de superposición indica que el campo eléctrico generado por las cargas puntuales no varía por la presencia de otras cargas y que el campo resultante es igual a la suma de los campos eléctricos individuales que se generan sobre el **punto (0,1)**. Ya que el campo eléctrico debe ser nulo, **la carga q debe tener signo negativo** para que el campo sea atractivo.

$$\overrightarrow{E} = \overrightarrow{E_1} + \overrightarrow{E_2} + \overrightarrow{E_3}$$

Calculo a continuación el valor pedido de la carga.

Interacción eléctrica



a) El valor de la carga q para que el campo eléctrico sea nulo en el punto (0,1) m.

El vector intensidad del campo eléctrico se calcula con la fórmula: $\vec{E} = k \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{u_r}$

Se calcula en primer lugar el campo creado por la carga q_1.

Se calcula el vector unitario: $\vec{r_1} = (0,1) - (-1,0) = (1,1) = \vec{i} + \vec{j}\ (m)$

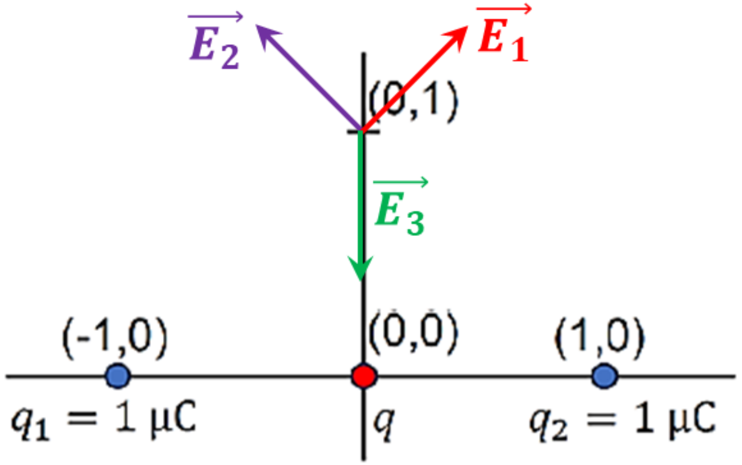
$$|\vec{r_1}| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}\ m \longrightarrow \vec{u_{r1}} = \frac{\vec{r_1}}{|\vec{r_1}|} = \frac{\vec{i} + \vec{j}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} + \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{j}$$

$$\vec{E_1} = k \cdot \frac{q_1}{r_1^2} \cdot \vec{u_{r1}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{\left(\sqrt{2}\right)^2} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i} + \frac{\sqrt{2}}{2}\vec{j}\right) = 3181{,}98\ \vec{i} + 3181{,}98\ \vec{j}\ (\boldsymbol{N/C})$$

Aunque podría repetir el proceso para calcular el campo creado por q_2, es mejor aprovecharse de la simetría del problema y dar directamente el valor de $\vec{E_2}$. Su componente X tendrá el mismo valor y sentido opuesto, y su componente Y será la misma. Aun así, puedes repetir el cálculo y comprobar que el resultado es el mismo.

$$\vec{E_2} = -3181{,}98\ \vec{i} + 3181{,}98\ \vec{j}\ (\boldsymbol{N/C})$$

Interacción eléctrica



a) El valor de la carga q para que el campo eléctrico sea nulo en el punto (0,1) m.

Aplico el principio de superposición para despejar $\overrightarrow{E_3}$:

$$\overrightarrow{E} = \overrightarrow{E_1} + \overrightarrow{E_2} + \overrightarrow{E_3} = \vec{0} \longrightarrow \overrightarrow{E_3} = -\overrightarrow{E_1} - \overrightarrow{E_2}$$

$$\overrightarrow{E_3} = -\left(3181{,}98\ \vec{i} + 3181{,}98\ \vec{j}\right) - \left(-3181{,}98\ \vec{i} + 3181{,}98\ \vec{j}\right)$$

$$\overrightarrow{E_3} = -6364\ \vec{j}\ (N/C) \longrightarrow E_3 = k \cdot \frac{|q|}{r^2} = 6364\ N/C$$

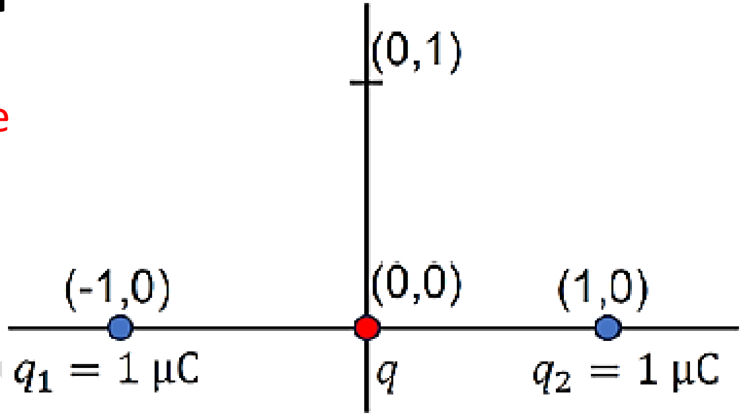
Ya puedo calcular $|q|$ (recuerda que hemos deducido que su signo es negativo).

$$E_3 = k \cdot \frac{|q|}{r^2} = 6364 \longrightarrow |q| = \frac{E_3 \cdot r^2}{k} = \frac{6364 \cdot 1^2}{9 \cdot 10^9} = 7{,}07 \cdot 10^{-7}\ C = 0{,}707\ \mu C$$

El valor de la carga q para que el campo eléctrico sea nulo en el punto (0,1) m es $\mathbf{-0,707\ \mu C}$.

Interacción eléctrica

b) El trabajo necesario para llevar una carga de 5 μC desde el infinito (donde tiene energía cinética nula) hasta el punto (0,1) m.



El trabajo que realiza el campo para trasladar una carga es:

$$W = -\Delta E_p = E_p(A) - E_p(\infty)$$

Puesto que la energía potencial en el infinito es nula: $W = E_p(A) = -Q \cdot V_A$

Calcularemos el potencial eléctrico en A=(0,1).

Se aplica el principio de superposición.

$$V_A = V_{1A} + V_{2A} + V_{3A} = k\frac{q_1}{r_{1A}} + k\frac{q_2}{r_{2A}} + k\frac{q}{r_{3A}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{2}} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{2}} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-0{,}707 \cdot 10^{-6})}{1} = 6365\ V$$

$$W = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 6365 = \mathbf{-0{,}0318\,J}$$

El trabajo que realiza el campo es -$\mathbf{0{,}0318\ J}$. Al ser negativo, hace falta una fuerza externa para trasladar la carga.