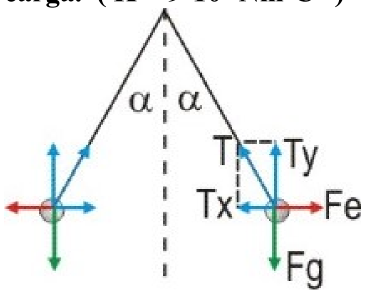
ALGUNOS PROBLEMAS Y CUESTIONES TEÓRICAS DEL TEMA 3. INTERACCIÓN ELECTROSTÁTICA

3. Dos esferas muy pequeñas (de radio despreciable) pesan 4 N cada una y están suspendidas de un mismo punto por sendos hilos de 5 cm de longitud. Al cargar cada una de las esferas con la misma carga negativa, los hilos se separan y, en la situación de equilibrio, forman cada una un ángulo de 45º con la vertical. Calcular el valor de la carga. ($K = 9\cdot10^9\ Nm^2C^{-2}$)

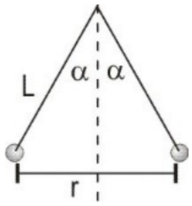


Al cargar las esferas con carga del mismo signo (negativa en este caso), la repulsión eléctrica hace que se separen. La fuerza eléctrica entre ellas viene dada por la ley de Coulomb. En módulo $F_e = \frac{K|QQ|}{r^2} = \frac{KQ^2}{r^2}$

Estudiamos la situación de equilibrio de una de las esferas, para la otra es igual. Las fuerzas aplicadas son las que aparecen en el diagrama. Aplicando la primera ley de Newton, en equilibrio $\Sigma\vec{F} = 0$

$$\begin{cases}(x)\ Fe - Tx = 0\\(y)\ Ty - Fg = 0\end{cases} \rightarrow \begin{cases}(x)\ Fe - T\cdot sen\alpha = 0\\(y)\ T\cdot cos\alpha - Fg = 0\end{cases} \rightarrow \begin{cases}Fe = T\cdot sen\alpha\\Fg = T\cdot cos\alpha\end{cases} \rightarrow \begin{cases}\frac{KQ^2}{r^2} = T\cdot sen\alpha\\Fg = T\cdot cos\alpha\end{cases}$$

Despejando T e igualando: $\frac{KQ^2}{r^2\cdot sen\alpha} = \frac{Fg}{cos\alpha}$



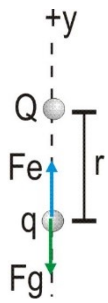
Vemos en el dibujo que $r = 2\ L\cdot sen\alpha = 0{,}0707\ m$

Sustituimos los valores y despejamos Q. ($K = 9\cdot10^9\ Nm^2C^{-2}$, $Fg = 4\ N$, $\alpha = 45º$, $r = 0{,}707\ m$)

Así, $Q = \sqrt{2{,}22\cdot10^{-12}}\ C = \pm1{,}49\cdot10^{-6}\ C$

Como dice el enunciado que la carga es negativa, tomaremos la solución negativa $Q = -\ 1{,}49\cdot10^{-6}\ C$

4. Un cuerpo cuyo peso es 1 N está cargado con 2 μC. ¿A qué distancia sobre él debe colocarse otro cuerpo cargado con 3 μC, de signo contrario, para que el primero no caiga por la acción de su peso? ($K = 9\cdot10^9\ Nm^2C^{-2}$)



El cuerpo se queda en equilibrio y no cae, ya que las fuerzas aplicadas gravitatoria y eléctrica aplicadas sobre él son iguales en módulo y de sentido contrario, como puede verse en el dibujo. Como ambas cargas son de signo contario, se atraen, y la fuerza eléctrica sobre la carga q va hacia arriba.

Se cumple la primera ley de Newton $\Sigma\vec{F} = 0$

En el eje y: $F_e - F_g = 0 \ \rightarrow\ \frac{K\cdot|Q\cdot q|}{r^2} = F_g$ Despejamos *r*: $r = \sqrt{\frac{K\cdot|Q\cdot q|}{F_g}} = 0{,}232\ m$

($K = 9\cdot10^9\ Nm^2C^{-2}$, $Fg = 1\ N$, $Q = -3\cdot10^{-6}\ C$, $q = 2\cdot10^{-6}\ C$)

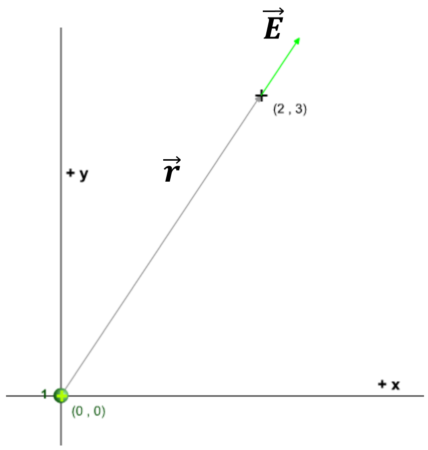
5. Una carga positiva de 2 μC está en el origen de un sistema de coordenadas. Calcular:

a) Campo eléctrico en el punto (2,3) m y fuerza electrostática ejercida sobre una partícula cargada con -2 μ C situada en dicho punto.

b) Potencial eléctrico V en un punto P situado a 4 m del origen (considerando $V_\infty = 0$)

c) ¿Qué trabajo debe ser realizado por un agente exterior para llevar una carga de 3 μC desde el infinito hasta P?

($K = 9\cdot10^9\ Nm^2C^{-2}$)



a) Campo eléctrico: Fuerza eléctrica ejercida por unidad de carga.

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^2}\vec{u}_r$$

$$\vec{r} = (2,3) - (0,0) = 2\,\vec{i} + 3\vec{j}\ m \qquad r = \sqrt{13}\ m \qquad \vec{u}_r = \frac{\vec{r}}{r} = \frac{2\,\vec{i}+3\vec{j}}{\sqrt{13}}$$

$$\vec{E} = \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot2\cdot10^{-6}C}{\left(\sqrt{13}m\right)^2}\cdot\frac{2\,\vec{i}+3\vec{j}}{\sqrt{13}} = 768{,}05\,\vec{i} + 1152{,}07\,\vec{j}\ NC^{-1}$$

b) Potencial eléctrico: Energía potencial eléctrica almacenada por unidad de carga positiva colocada en el interior del campo. Nos dicen que P está a r = 4 m de la carga

$$V = \frac{KQ}{r} \qquad V = \frac{KQ}{r} = \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot2\cdot10^{-6}C}{4m} = 3600\ V$$

c) Calculamos el trabajo realizado por la fuerza electrostática. Como es una fuerza conservativa

$$W_e = -\Delta Ep_e = -(Ep_P - Ep_\infty) = Ep_\infty - Ep_P = -Ep_P = -q\cdot V_P = -3\cdot10^{-6}C\cdot3600\ V = -0{,}0108\ J$$

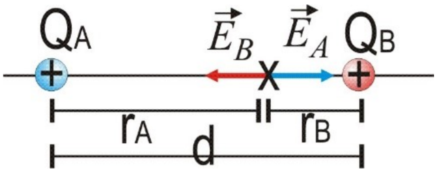
El trabajo realizado es negativo, ya que la fuerza eléctrica va en contra del desplazamiento. Por lo tanto, es necesario realizar un trabajo exterior al menos de 0,0108 J. Wext ≥ 0,0108 J.

6. Dos cargas eléctricas puntuales, la una A triple que la otra B, están separadas un metro. Determinar el punto en que el campo electrostático se anula cuando:
a) A y B tienen el mismo signo
b) A y B tienen signos opuestos
c) ¿Se anulará el potencial electrostático en dichos puntos? Razonar.

Estamos ante el campo electrostático producido por dos cargas puntuales. Aplicamos el principio de superposición.
$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$
Para que el campo total se anule $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = 0 \rightarrow \vec{E}_A = -\vec{E}_B$ Ambos campos deben ser iguales en módulo y dirección, pero en sentidos opuestos.

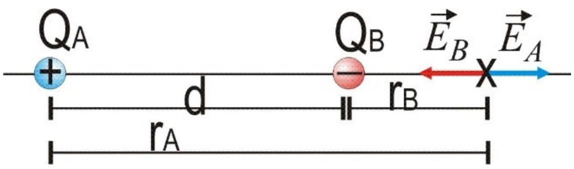
a) A y B del mismo signo.
Módulo: $E_A = E_A \rightarrow \frac{K|Q_A|}{r_A{}^2} = \frac{K|Q_B|}{r_B{}^2} \rightarrow \frac{\cancel{K} \cdot 3 \cdot \cancel{|Q_B|}}{r_A{}^2} = \frac{\cancel{K}\cancel{|Q_B|}}{r_B{}^2} \rightarrow 3 \cdot r_B{}^2 = r_A{}^2 \rightarrow r_A = \sqrt{3} \cdot r_B$
Dirección: Para que ambos campos tengan igual dirección, el unto se encuentra en la recta que pasa por A y B.
Sentido: Como ambas cargas son del mismo signo, los campos que crean tienen sentido contrario en la zona intermedia entre ambas cargas, y siempre más cerca de la carga de menor valor absoluto. Vemos en el dibujo que la relación entre las distancias es $r_A + r_B = d$, en este caso $r_A + r_B = 1$

Resolvemos el sistema $\begin{cases} r_A = \sqrt{3} \cdot r_B \\ r_A + r_B = 1 \end{cases} \rightarrow (1 + \sqrt{3}) \cdot r_B = 1 \rightarrow r_B = 0{,}366m\, , r_A = 0{,}634m$



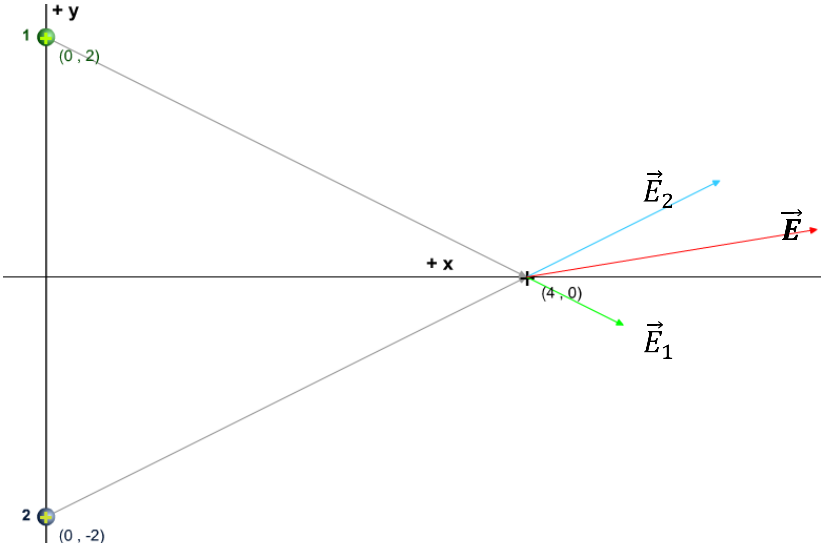
a) A y B de signo contrario.
Módulo: $E_A = E_A \rightarrow \frac{K|Q_A|}{r_A{}^2} = \frac{K|Q_B|}{r_B{}^2} \rightarrow \frac{\cancel{K} \cdot 3 \cdot \cancel{|Q_B|}}{r_A{}^2} = \frac{\cancel{K}\cancel{|Q_B|}}{r_B{}^2} \rightarrow 3 \cdot r_B{}^2 = r_A{}^2 \rightarrow r_A = \sqrt{3} \cdot r_B$
Dirección: Para que ambos campos tengan igual dirección, el unto se encuentra en la recta que pasa por A y B.
Sentido: Como ambas cargas son de distinto signo, los campos que crean tienen sentido contrario en la zona exterior a las cargas, y siempre más cerca de la carga de menor valor absoluto. Vemos en el dibujo que la relación entre las distancias es $r_A - r_B = d$, en este caso $r_A - r_B = 1$

Resolvemos el sistema $\begin{cases} r_A = \sqrt{3} \cdot r_B \\ r_A - r_B = 1 \end{cases} \rightarrow (\sqrt{3} - 1) \cdot r_B = 1 \rightarrow r_B = 1{,}366m\, , r_A = 2{,}366m$



c) ¿Se anulará el potencial electrostático en dichos puntos? Razonar.
El potencial electrostático viene dado por $V = V_A + V_B = \frac{K \cdot Q_A}{r_A} + \frac{K \cdot Q_B}{r_B}$
Para cargas del mismo signo, vemos que los potenciales serán ambos positivos o ambos negativos, con lo que nunca se anularán.
Para cargas de distinto signo puede anularse, pero no será en el mismo punto en que se anula el campo, ya que la relación entre las distancias es diferente (en el campo está al cuadrado, no así en el potencial)

7. Dos cargas Q_1 = 2 μC y Q_2 = 4 μC están situadas, respectivamente, en los puntos (0,2) y (0,-2) m. Calcular:
a) Campo y potencial electrostáticos en el punto (4,0) m.
b) Trabajo necesario para trasladar una carga de 6 μC desde el infinito hasta el punto (4,0) m.
(K = $9\cdot10^9$ Nm^2C^{-2})



a)
Estamos ante el campo eléctrico producido por dos cargas puntuales. Aplicamos el principio de superposición:
$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$
Intensidad del campo eléctrico ($\vec{E}$): Fuerza eléctrica ejercida por unidad de carga.

$$\vec{E}_1 = \frac{KQ_1}{{r_1}^2}\vec{u}_{r1}$$
$$\vec{r}_1 = (4,0) - (0,2) = 4\,\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}\,m$$
$$r_1 = \sqrt{20}\,m$$
$$\vec{u}_{r1} = \frac{\vec{r}_1}{r_1} = \frac{4\,\vec{\imath} - 2\vec{\jmath}}{\sqrt{20}}$$
$$\vec{E}_1 = \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot2\cdot10^{-6}C}{\left(\sqrt{20}m\right)^2}\cdot\frac{4\,\vec{\imath}-2\vec{\jmath}}{\sqrt{20}} = 804{,}98\,\vec{\imath} - 402{,}49\,\vec{\jmath}\;NC^{-1}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{KQ_2}{{r_2}^2}\vec{u}_{r2} \qquad \vec{r}_2 = (4,0) - (0,-2) = 4\,\vec{\imath} + 2\vec{\jmath}\,m \qquad r_2 = \sqrt{20}\,m \qquad \vec{u}_{r2} = \frac{\vec{r}_2}{r_2} = \frac{4\,\vec{\imath}+2\vec{\jmath}}{\sqrt{20}}$$
$$\vec{E}_2 = \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot4\cdot10^{-6}C}{\left(\sqrt{20}m\right)^2}\cdot\frac{4\,\vec{\imath}+2\vec{\jmath}}{\sqrt{20}} = 1609{,}97\,\vec{\imath} + 804{,}98\,\vec{\jmath}\;NC^{-1}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2414{,}95\,\vec{\imath} + 402{,}49\,\vec{\jmath}\;NC^{-1}$$

Potencial eléctrico: Energía potencial eléctrica almacenada por unidad de carga positiva colocada en el interior del campo.

$$V = V_1 + V_2 = \frac{K\cdot Q_1}{r_1} + \frac{K\cdot Q_2}{r_2} = \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot2\cdot10^{-6}C}{\sqrt{20}m} + \frac{9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot4\cdot10^{-6}C}{\sqrt{20}m} = 12074{,}77\,V$$

b) Calculamos el trabajo realizado por la fuerza electrostática. Como es una fuerza conservativa
$$W_e = -\Delta Ep_e = -(Ep_P - Ep_\infty) = Ep_\infty - Ep_P = -Ep_P = -q\cdot V_P = -6\cdot10^{-6}C\cdot12074{,}77\,V = 0{,}0724\,J$$

El trabajo realizado es negativo, ya que la fuerza eléctrica va en contra del desplazamiento. Por lo tanto, es necesario realizar un trabajo exterior al menos de 0,0724 J. Wext ≥ 0,0724 J.

11. Un electrón, que se mueve a 10^7 ms^{-1}, es frenado por una diferencia de potencial ΔV. i) Realice un esquema, indicando el movimiento realizado por el electrón, el campo eléctrico aplicado, y la disposición de los puntos de mayor y menor potencial. ii) Calcule la diferencia de potencial ΔV ($m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C)

El electrón es frenado aplicando un campo eléctrico. Como sólo actúa la fuerza eléctrica, que es conservativa, la energía mecánica del electrón se mantiene constante

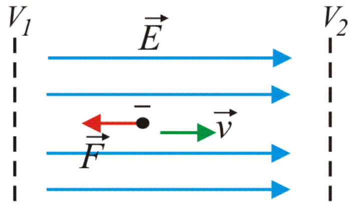
$E_M = cte \quad \rightarrow \quad \Delta E_M = \Delta Ec + \Delta Ep = 0 \quad \rightarrow \quad \Delta Ec = -\Delta Ep_e \quad \rightarrow \quad \Delta Ec = -q \cdot \Delta V$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = -q \cdot (V_2 - V_1)$$

En este problema $v_1 = 10^7$ m/s, $v_2 = 0$ m/s, $q = -e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C Sustituimos y despejamos

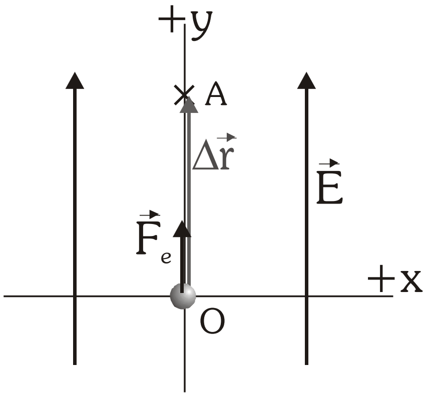
$V_2 - V_1 = -284{,}375$ V En valor absoluto $\Delta V = 284{,}375$ V

Obtenemos que $V_1 > V_2$. Esto es así, ya que al ser un electrón, con carga negativa, la fuerza eléctrica va en sentido contrario al del campo. Si queremos conseguir una fuerza que se oponga al movimiento, debemos aplicar un campo eléctrico en el mismo sentido del movimiento del electrón, como podemos ver en el esquema.
Y como el campo eléctrico va en el sentido en que el potencial disminuye, llegamos a la conclusión de que $V_1 > V_2$.



12. Una partícula de carga 6 $\cdot 10^{-6}$ C se encuentra en reposo en el punto (0,0). Se aplica un campo eléctrico uniforme de 500 NC^{-1}, dirigido en el sentido positivo del eje OY.
a) Describa la trayectoria seguida por la partícula hasta el instante en que se encuentra en el punto A, situado a 2 m del origen. ¿aumenta o disminuye la energía potencial de la partícula en dicho desplazamiento? , ¿en qué se convierte dicha variación de energía?
b) Calcule el trabajo realizado por el campo en el desplazamiento de la partícula y la diferencia de potencial entre el origen y el punto A.

a)
Nos encontramos ante una partícula dentro de un campo electrostático uniforme.
La partícula sufrirá una fuerza eléctrica debido a la acción del campo electrostático. Dicha fuerza viene dada por $\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$, y la aceleración que sufre, aplicando la segunda ley de Newton: $\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m} = \frac{\vec{F}_e}{m} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m} = cte$
La aceleración es constante, y como tanto q como m son positivas, va en la misma dirección y sentido que el campo.
Como la aceleración es constante, la partícula sigue un movimiento uniformemente acelerado. La trayectoria será recta, ya que parte del reposo. La velocidad será siempre paralela a la aceleración (y al campo eléctrico).



La energía potencial electrostática está relacionada con la fuerza electrostática mediante la relación $\Delta Ep_e = -W_{Fe}$. En este caso el trabajo realizado por la fuerza electrostática es positivo, ya que va a favor del desplazamiento. Así, la variación de energía potencial será negativa, con lo que Ep_e disminuirá.

Ya que la fuerza electrostática es conservativa, se cumple que $\Delta Ec = -\Delta Ep_e$ La disminución de energía potencial se traduce en un aumento de energía cinética.
(También puede razonarse aplicando el teorema de las fuerzas vivas $\Delta Ec = W_{TOT}$)

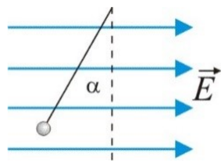
b) Datos: $\vec{E} = 500\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$; $\Delta\vec{r} = 2\,\vec{j}\ m$; $q = 6 \cdot 10^{-6}\ C$
La fuerza electrostática que sufre la partícula es constante ($\vec{F}_e = q \cdot \vec{E} = cte$). En ese caso, podemos calcular el trabajo realizado mediante la expresión $W_{Fe} = \vec{F}_e \cdot \Delta\vec{r} = q \cdot \vec{E} \cdot \Delta\vec{r} = 6 \cdot 10^{-6} C \cdot 500\,\vec{j}\ \frac{N}{C} \cdot 2\,\vec{j}\ m = 6 \cdot 10^{-3}\ J$

La diferencia de potencial la calculamos a partir de la variación de energía potencial:
$$\Delta V = \frac{\Delta Ep_e}{q} = \frac{-W_{Fe}}{q} = \frac{-6 \cdot 10^{-3}\ J}{6 \cdot 10^{-6}\ C} = -1000\,V$$

(Calculado de otra forma: $\Delta V = -\vec{E} \cdot \Delta\vec{r} = -500\,\vec{j}\ \frac{N}{C} \cdot 2\,\vec{j}\ m = -1000\,V$)

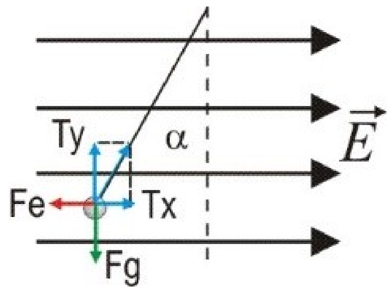
$V_A - V_O = -1000$ V → $V_O - V_A = 1000$ V

13. Tenemos un péndulo formado por una bolita de 10 g cargada eléctricamente, que cuelga de un hilo. Si se aplica un campo eléctrico horizontal de 100 NC^{-1}, como indica la figura, el péndulo se desvía 30º de su posición de equilibrio. Calcule razonadamente el valor de la carga eléctrica de la bolita. Realice un esquema con las fuerzas implicadas. (g = 9,8 N/kg)



El campo eléctrico ejerce una fuerza eléctrica sobre la bolita cargada que hace que el péndulo se desvíe de la vertical.

$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$ La fuerza va en la misma dirección del campo. Para que se desvíe como indica el dibujo, la fuerza debe ir en sentido contrario al campo. Por lo tanto, la carga de la bolita es negativa.



Calculamos el valor de la carga aplicando la primera ley de Newton a la situación final: $\Sigma\vec{F} = 0$

$$\begin{cases} (x)\ Tx - Fe = 0 \\ (y)\ Ty - Fg = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} (x)\ T \cdot sen\alpha - Fe = 0 \\ (y)\ T \cdot cos\alpha - Fg = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} Fe = T \cdot sen\alpha \\ Fg = T \cdot cos\alpha \end{cases} \rightarrow \begin{cases} |q| \cdot E = T \cdot sen\alpha \\ m \cdot g = T \cdot cos\alpha \end{cases}$$

Despejamos T e igualamos: $\frac{|q| \cdot E}{sen\alpha} = \frac{m \cdot g}{cos\alpha} \rightarrow |q| = \frac{m \cdot g}{E} \cdot tg\alpha$

Sustituimos los valores (E = 100 N/C, m = 0,01 kg, g = 9,8 N/kg , α = 30º) $|q| = 5{,}66 \cdot 10^{-4}\ C$

La carga de la bolita, con signo, es de $q = -5{,}66 \cdot 10^{-4}\ C$

16. Una esfera de 8 cm de radio posee una carga eléctrica de - 0,3 μC. Calcular:
a) Potencial en un punto de la superficie.
b) Campo y potencial en un punto situado a 12 cm de la superficie. ($K = 9 \cdot 10^9\ Nm^2C^{-2}$)

Estamos ante el campo eléctrico producido por una esfera cargada en su exterior. Son válidas entonces las expresiones que usamos para cargas puntuales.

a) El potencial electrostático viene dado por $V = \frac{KQ}{r}$ sustituimos r = R = 0,08 m, $Q = -0{,}3 \cdot 10^{-6}$ C

$$V = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot (-0{,}3) \cdot 10^{-6} C}{0{,}08 m} = -33750\ V$$

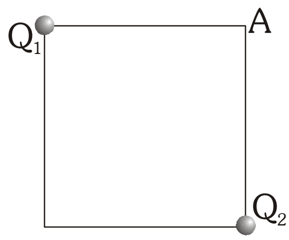
b) A una distancia de 12 cm = 0,12 m de la superficie, el radio será *r = R+0,12 = 0,2 m*

El potencial será $V = \frac{KQ}{r} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot (-0{,}3) \cdot 10^{-6} C}{0{,}2 m} = -13500\ V$

El campo eléctrico, en módulo: $E = \frac{K|Q|}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot (0{,}3) \cdot 10^{-6} C}{(0{,}2\ m)^2} = 67500\ NC^{-1}$

El vector: $\vec{E} = -67500\ \vec{u}_r\ NC^{-1}$

OTROS:

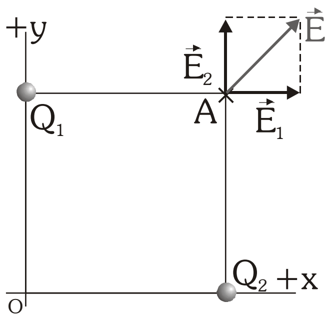


Dos cargas puntuales de 2 μC se encuentran situadas en vértices opuestos de un cuadrado de 1 m de lado. Calcule la intensidad del campo electrostático:

a) En el vértice A.

b) En el centro del cuadrado.

c) Calcule el trabajo necesario para trasladar una carga de – 2 μC desde el vértice A hasta el centro del cuadrado.



a) Intensidad de campo electrostático ($\vec{E}$): Fuerza electrostática que se ejerce por unidad de carga sobre un cuerpo situado en un punto del campo electrostático. El campo creado por una carga puntual se calcula con la expresión:

$\vec{E} = -\frac{KQ}{r^2} \cdot \vec{u}_r$ El campo producido por una carga positiva lleva dirección radial y sentido hacia fuera de la carga que lo produce.

En el punto A influyen las dos cargas puntuales, por lo que aplicamos el principio de superposición. $\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A}$

Campo producido por la carga 1: Calculamos su módulo. La dirección y sentido, en el esquema:

$Q_1 = 2 \cdot 10^{-6}\, C$ $r_1 = 1\, m$ $E_1 = \frac{K|Q_1|}{r_1^2} = 18000 \frac{N}{C}$ Por tanto: $\vec{E}_1 = 18000\vec{i}\ \frac{N}{C}$

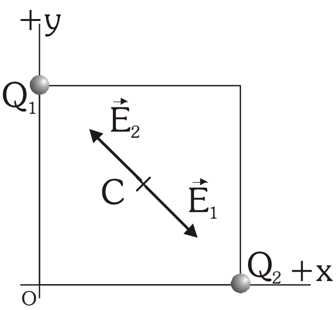
Del mismo modo calculamos el campo producido por la carga 2 en A. su módulo es el mismo, ya que tanto la carga como la distancia tienen el mismo valor. Sólo cambia la dirección: $\vec{E}_2 = 18000\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$

Campo en el punto A: $\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} = 18000\vec{i} + 18000\,\vec{j}\ \frac{N}{C}$

Para calcular el potencial (energía potencial electrostática almacenada por unidad de masa), aplicamos también el principio de superposición:

$V_A = V_{1A} + V_{2A}$ Escogiendo el nivel cero de potencial en el infinito

$$V_A = \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} = 36000\,V$$



b) Este apartado se resuelve aplicando los conceptos ya explicados en el apartado anterior (campo electrostático, potencial electrostático, principio de superposición. Sólo varía la posición del punto a estudiar.

La distancia desde el pto C hasta ambas cargas es la misma: la mitad de la diagonal, es decir, $r_1 = r_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}\, m$. como las cargas 1 y 2 son iguales, ambos campos serán iguales en módulo. $E_{1C} = E_{2C}$

En el esquema vemos que los campos producidos llevan igual dirección y sentidos opuestos: $\vec{E}_{1C} = -\vec{E}_{2C}$

Por lo tanto, aplicando el principio de superposición, el campo total será nulo. $\vec{E}_C = \vec{E}_{1C} + \vec{E}_{2C} = 0$

El potencial electrostático V, sin embargo, no se anula en el centro. $V_C = V_{1C} + V_{2C}$ $V_C = \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} = 50919\,V$

c) La fuerza electrostática es una fuerza conservativa, por lo que el trabajo que realiza en el desplazamiento puede calcularse a partir de

$$W_{Fe} = -\Delta Epe = -(Epe_C - Epe_A) = Epe_A - Epe_C = q \cdot V_A - q \cdot V_C = q \cdot (V_A - V_C) = 0{,}03\ J$$

El trabajo realizado por la fuerza electrostática es positivo, es decir, favorece el desplazamiento, por lo que no habrá que realizar ningún trabajo exterior para efectuar este desplazamiento.