

FISICA

TEMA 2: CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO

- Junio, Ejercicio 1, Opción A
- Junio, Ejercicio 3, Opción B
- Reserva 2, Ejercicio 1, Opción B
- Reserva 2, Ejercicio 3, Opción A
- Reserva 3, Ejercicio 1, Opción A
- Reserva 3, Ejercicio 3, Opción B
- Reserva 4, Ejercicio 1, Opción A
- Reserva 4, Ejercicio 3, Opción A
- Septiembre, Ejercicio 1, Opción A
- Septiembre, Ejercicio 3, Opción B

a) Campo eléctrico creado por una carga puntual. Explique sus características y por qué es un campo conservativo.

b) Una partícula cargada penetra en un campo eléctrico con velocidad paralela al campo y en sentido contrario al mismo. Describa cómo influye el signo de la carga eléctrica en su trayectoria.

**FISICA. 2016. JUNIO. EJERCICIO 1. OPCIÓN A**

### R E S O L U C I O N

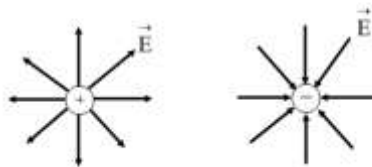
a) El campo eléctrico que produce una carga puntual, es el cociente entre la fuerza eléctrica y la carga que se coloca en un punto.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{K \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}}{q} = \frac{K \cdot Q}{r^2} \vec{u}_r$$

- K = Constante eléctrica.
- Q = Carga que produce el campo eléctrico.
- r = Distancia entre Q y q.
- $\vec{u}_r$  = Vector unitario en la dirección de la recta que une Q y q.

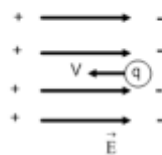
- Si Q es positiva, el campo eléctrico es un vector saliente de Q
- Si Q es negativa, el campo eléctrico es un vector entrante en Q
- El campo eléctrico va desde el centro de Q al centro de q
- El campo eléctrico varía con el inverso de la distancia al cuadrado y se extiende al infinito.
- El campo eléctrico depende del medio que rodea a Q, ya que K depende de dicho medio.
- El campo eléctrico es conservativo, ya que el trabajo de las fuerzas eléctricas no depende del camino seguido entre dos puntos.

Líneas de campo eléctrico



b) Si q es positiva, las cargas positivas repelen a q y producen una fuerza eléctrica  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$  que frena a la carga q.

Si q es negativa, ocurre lo contrario, la fuerza eléctrica acelera a la carga q.



Una espira circular de 2,5 cm de radio, que descansa en el plano XY, está situada en una región en la que existe un campo magnético  $\vec{B} = 2'5t^2 \vec{k}$  T donde t es el tiempo expresado en segundos.

a) Determine el valor del flujo magnético en función del tiempo y realice una representación gráfica de dicho flujo magnético frente al tiempo entre 0 y 10 s.

b) Determine el valor de la f.e.m. inducida y razone el sentido de la corriente inducida en la espira.

FISICA. 2016. JUNIO. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

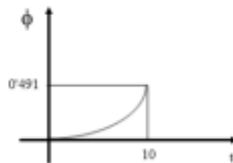
a)



$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int B ds \cos 0^\circ = \int 2'5t^2 ds = 2'5t^2 \cdot S = 2'5t^2 \cdot \pi R^2 = 2'5t^2 \cdot \pi \cdot 0'025^2 = 1'56 \cdot 10^{-3} \pi t^2 \text{ Wb}$$

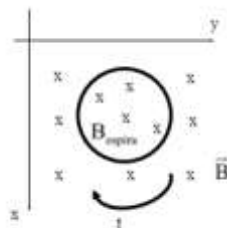
$$\phi(t=10s) = 0'491 \text{ Wb}$$

La gráfica es una parábola



$$b) \varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -2 \cdot 1'56 \cdot 10^{-3} \pi t = -0'0098 t \text{ Voltios}$$

El flujo aumenta con el tiempo al atravesar la espira. La espira se opone produciendo un campo magnético,  $B_{\text{espira}}$ , hacia dentro. Esto se corrige mediante una corriente inducida, I, en sentido horario (según la regla de la mano derecha)



- a) Fuerza magnética sobre una carga en movimiento.  
 b) Dos partículas cargadas se mueven con la misma velocidad y, al aplicarles un campo magnético perpendicular a dicha velocidad, se desvían en sentidos contrarios y describen trayectorias circulares de distintos radios. ¿Qué puede decirse de las características de esas partículas? Si en vez de aplicarles un campo magnético se le aplica un campo eléctrico paralelo a su trayectoria, indique razonadamente, cómo se mueven las partículas
- FISICA. 2016. RESERVA 2. EJERCICIO 1. OPCIÓN B**

R E S O L U C I O N

a) Se calcula mediante la Ley de Lorentz:  $\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$

$\vec{B}$  = campo magnético (Teslas)

$\times$  = producto vectorial

$\vec{v}$  = velocidad de la carga (m/s)

$q$  = carga en movimiento (Culombios)

$\vec{F}_m$  = fuerza magnética (N)

Vemos que la fuerza magnética:

- es proporcional a  $q$ ,  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$ .

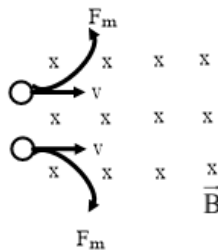
- Es perpendicular a  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$ .

- Si  $q$  está quieta  $\Rightarrow \vec{F}_m = 0$ .

- Si  $\vec{v}$  es paralela a  $\vec{B} \Rightarrow \vec{F}_m = 0$

- Al ser la  $\vec{F}_m$  perpendicular a  $\vec{v}$ , las trayectoria que se producen son circunferencias, hélices,.....No pueden ser parábolas.

b)

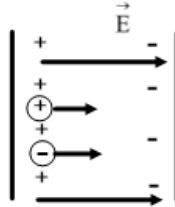


Mediante la Ley de Lorentz:  $F_m = q \cdot v \cdot B \sin 90^\circ = q \cdot v \cdot B$

Las cargas deben ser de signos contrarios para que en un caso la  $\vec{F}_m$  tire hacia arriba y en el otro caso tire hacia abajo.

Por la 2ª Ley de Newton:  $F_m = m \cdot a = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow q \cdot v \cdot B = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$

Si  $R$  es diferente, entonces el cociente  $\frac{m}{q}$  es diferente, ya que  $v$  y  $B$  son iguales.



Para el esquema de la figura, la carga positiva acelerará con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y la carga negativa frenará con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Si  $\vec{E}$  fuera de sentido contrario, la carga positiva frenaría con MRUA y la carga negativa aceleraría con MRUA.

Emestrada

Un péndulo consta de una esfera de 20 g, carga eléctrica desconocida y dimensiones despreciables, que cuelga de un hilo de 1 m de longitud. Para determinar el valor de su carga se coloca en un campo eléctrico uniforme y horizontal de  $E = 5'7 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$  y se observa que el hilo del péndulo se coloca formando  $45^\circ$  con la vertical.

a) Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera y explique, cualitativamente, cómo ha cambiado la energía del péndulo al aplicar el campo eléctrico.

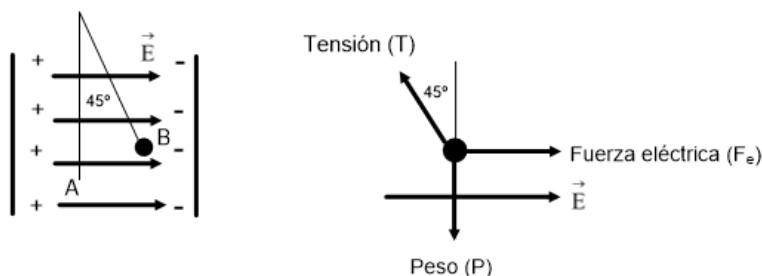
b) Calcule el valor de la carga de la esfera y de las fuerzas que actúan sobre ella.

$$g = 9'8 \text{ ms}^{-2}$$

**FISICA. 2016. RESERVA 2. EJERCICIO 3. OPCIÓN A**

### R E S O L U C I O N

a)



El trabajo de la fuerza eléctrica es positivo y la energía potencial eléctrica disminuye y al mismo tiempo la energía potencial gravitatoria aumenta.

$$\text{Al subir: } W(F_e) = -[E_{pe}(B) - E_{pe}(A)] > 0 \Rightarrow E_{pe}(A) - E_{pe}(B) > 0 \Rightarrow E_{pe}(A) > E_{pe}(B)$$

b) En B está quieta, luego por la 1ª Ley de Newton:  $\sum \vec{F} = 0$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Eje X: } F_e = T \sen 45^\circ \\ \text{Eje Y: } P = T \cos 45^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F_e}{P} = \tg 45^\circ = 1 \Rightarrow F_e = P \Rightarrow \begin{cases} P = mg = 0'02 \cdot 9'8 = 0'196 \text{ N} \\ F_e = 0'196 \text{ N} \end{cases}$$

$$F_e = q \cdot E \Rightarrow q = \frac{F_e}{E} = \frac{0'196}{5'7 \cdot 10^4} = 3'94 \cdot 10^{-6} \text{ Culombios}$$

$$T = \frac{F_e}{\sen 45^\circ} = \frac{0'196}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 0'277 \text{ N}$$

Si  $q$  fuera negativa, el punto B estaría cerca de la placa positiva y el cálculo sería el mismo, obteniéndose los mismos valores de fuerza y carga.

a) Enuncie la ley de inducción electromagnética y explique las características del fenómeno. Comente la veracidad o falsedad de la siguiente afirmación: un transformador eléctrico no realiza su función en corriente continua.

b) Explique, con la ayuda de un esquema, cuál es el sentido de la corriente inducida en una espira cuando se le acerca la cara sur de un imán ¿Y si en lugar de acercar el imán se alejara? **FISICA. 2016. RESERVA 3. EJERCICIO 1. OPCIÓN A**

### R E S O L U C I O N

a) La Ley de inducción electromagnética se llama también Ley de Lenz-Faraday-Henry y dice que siempre que haya una variación de flujo magnético que atraviesa la superficie de una espira aparece una fuerza electromotriz inducida en la espira.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$$

Si la espira está cerrada, aparece una intensidad inducida que se calcula con la Ley de Ohm

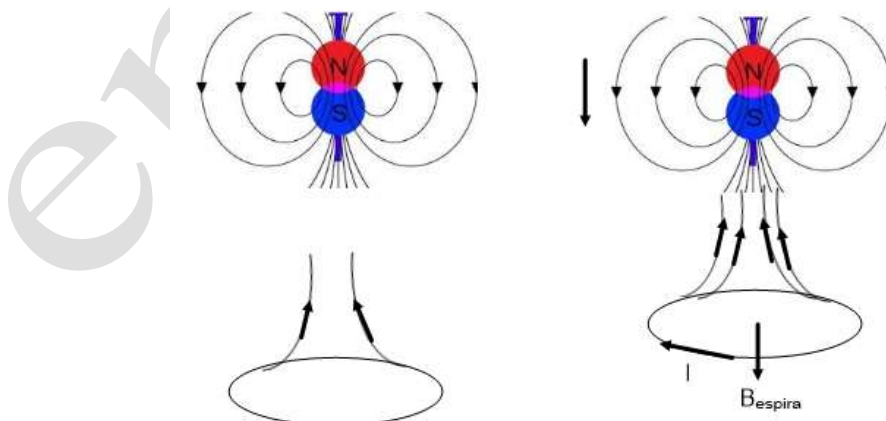
$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

- La fuerza electromotriz inducida se puede considerar distribuida a lo largo de la espira.
- Sobre un circuito abierto aparece una polaridad
- Sobre un circuito cerrado aparece una intensidad inducida
- El circuito o espira se opone a la causa externa.

Un transformador eléctrico no realiza su función en corriente continua porque la corriente continua produce un campo magnético constante y un flujo magnético constante, con lo cual no se produce fuerza electromotriz inducida.

Para que un transformador eléctrico funcione debe haber variación de flujo magnético con respecto al tiempo para que aparezca fuerza electromotriz inducida y a su vez produzca en el secundario del transformador una variación de flujo y una fuerza electromotriz en el secundario

b)



Al acercarse el imán, aumenta el flujo magnético hacia arriba, la espira se opone a esta causa externa produciendo un campo magnético hacia abajo (por la regla de la mano derecha) y la intensidad de la corriente eléctrica inducida tiene el sentido que aparece en la figura.

Si el imán se alejara, el razonamiento es el mismo, por lo que el campo magnético de la espira ahora sería hacia arriba y el sentido de la intensidad el contrario al de antes.

Un haz de electrones con energía cinética de  $10^4$  eV, se mueve en un campo magnético perpendicular a su velocidad, describiendo una trayectoria circular de 25 cm de radio.

a) Con ayuda de un esquema, indique la trayectoria del haz de electrones y la dirección y sentido de la fuerza, la velocidad y el campo magnético. Calcule la intensidad del campo magnético.

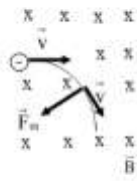
b) Para ese mismo campo magnético explique, cualitativamente, cómo variarían la velocidad, la trayectoria de las partículas y su radio si, en lugar de electrones, se tratara de un haz de iones de  $\text{Ca}^{2+}$ .

$$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

**FISICA. 2016. RESERVA 3. EJERCICIO 3. OPCIÓN B**

### RESOLUCION

a)



$$E_c = 10^4 \text{ eV} \cdot \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1.6 \cdot 10^{-15} \text{ J} = \frac{1}{2} 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2 \Rightarrow v = 5.93 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Aplicamos la 2ª Ley de Newton:

$$\sum \vec{F} = m \cdot a \Rightarrow \vec{F}_m = m \cdot a \Rightarrow q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90^\circ = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow B = \frac{m \cdot v}{q \cdot R} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 5.93 \cdot 10^7}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 0.25} = 0.00135 \text{ Teslas}$$

b) Al ser una carga positiva, la trayectoria sería una circunferencia hacia arriba para el esquema anterior. Si se mantiene la energía cinética, al tener el ión calcio mucha más masa que el electrón, su velocidad será más pequeña que la del electrón. La dirección sigue siendo tangente a la trayectoria.

$$\left. \begin{aligned} \frac{R(\text{Ca})}{R(e)} &= \frac{\frac{m(\text{Ca}) \cdot v(\text{Ca})}{q(\text{Ca}) \cdot B}}{\frac{m(e) \cdot v(e)}{q(e) \cdot B}} = \frac{m(\text{Ca}) \cdot v(\text{Ca}) \cdot q(e)}{m(e) \cdot v(e) \cdot q(\text{Ca})} \\ \frac{1}{2} m(\text{Ca}) \cdot v^2(\text{Ca}) &= \frac{1}{2} m(e) \cdot v^2(e) \Rightarrow \frac{m(\text{Ca})}{m(e)} = \frac{v^2(e)}{v^2(\text{Ca})} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R(\text{Ca})}{R(e)} = \frac{v^2(e) \cdot v(\text{Ca}) \cdot q(e)}{v^2(\text{Ca}) \cdot v(e) \cdot q(\text{Ca})} = \frac{v(e) \cdot q(e)}{v(\text{Ca}) \cdot q(\text{Ca})} = \frac{v(e)}{v(\text{Ca})} \cdot \frac{1}{2} < 1 \text{ ya que } v(\text{Ca}) < v(e) \Rightarrow R(\text{Ca}) < R(e)$$

Luego, el radio es más pequeño para los iones Calcio



a) Enuncie la ley de Lenz-Faraday.

b) Una espira cuadrada gira en torno a un eje, que coincide con uno de sus lados, bajo la acción de un campo magnético uniforme perpendicular al eje de giro. Explique cómo varían los valores del flujo magnético máximo y de la fuerza electromotriz inducida máxima al duplicar la frecuencia de giro de la espira.

**FISICA. 2016. RESERVA 4. EJERCICIO 1. OPCIÓN A**

### R E S O L U C I O N

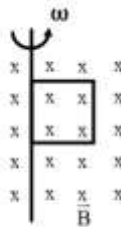
a) La fuerza electromotriz inducida en un circuito es debida a la variación de flujo magnético respecto del tiempo que atraviesa un circuito.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$$

- $\varepsilon$  = fuerza electromotriz (Voltios)
- $-$  = el circuito se opone a dicha variación
- $d\phi$  = variación del flujo magnético (Wb)
- $dt$  = respecto del tiempo (s)

Si el circuito es abierto aparece esa diferencia de potencial en sus extremos. Si el circuito es cerrado aparece una intensidad de corriente inducida que viene dada por la Ley de Ohm:  $I = \frac{\varepsilon}{R}$

b)



$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int B \cdot ds \cdot \cos \alpha = \int B \cdot ds \cdot \cos \omega t = B \cos \omega t \int ds = B \cdot S \cdot \cos \omega t$$

$$\phi_{\max} = B \cdot S, \text{ ya que } \cos \omega t = 1$$

El flujo máximo no depende de  $\omega$ , por lo que permanece constante.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t \quad \varepsilon_{\max} = B \cdot S \cdot \omega$$

$$\text{Cuando: } \omega^* = 2\omega \Rightarrow \varepsilon_{\max}^* = B \cdot S \cdot \omega^* = B \cdot S \cdot 2\omega = 2\varepsilon_{\max}$$

Luego, la fuerza electromotriz máxima se duplica.

Una partícula alfa, con una energía cinética de 2 MeV, se mueve en una región en la que existe un campo magnético uniforme de 5 T, perpendicular a su velocidad.

a) Dibuje en un esquema los vectores velocidad de la partícula, campo magnético y fuerza magnética sobre dicha partícula y calcule el valor de la velocidad y de la fuerza magnética.

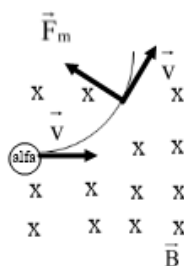
b) Razone que la trayectoria descrita es circular y determine su radio y el periodo de movimiento.

$$e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_{\text{alfa}} = 6'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2016. RESERVA 4. EJERCICIO 3. OPCIÓN A

### RESOLUCION

a)



La velocidad es tangente a la trayectoria circular.

La fuerza magnética es perpendicular a la velocidad.

$$E_c = 2 \text{ MeV} = 2 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3'2 \cdot 10^{-13} \text{ J} = \frac{1}{2} 6'7 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 9'77 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90^\circ = 2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 9'77 \cdot 10^6 \cdot 5 = 1'56 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

b) La trayectoria es circular porque en todo momento la fuerza magnética es perpendicular a la velocidad y al campo magnético, según la Ley de Lorentz.

Aplicando la 2ª Ley de Newton, tenemos que:

$$\sum \vec{F} = m \cdot a \Rightarrow \vec{F}_m = m \cdot a \Rightarrow q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90^\circ = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{6'7 \cdot 10^{-27} \cdot 9'77 \cdot 10^6}{2 \cdot 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 5} = 0'0409 \text{ m}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 0'0409}{9'77 \cdot 10^6} = 2'63 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

- a) Analogías y diferencias entre campo eléctrico y campo magnético.  
b) Si una partícula cargada penetra en un campo eléctrico con una cierta velocidad, ¿actúa siempre una fuerza sobre ella? ¿Y si se tratara de un campo magnético?  
**FISICA. 2016. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 1. OPCIÓN A**

### R E S O L U C I O N

a)

- En ambos campos, las fuerzas son proporcionales a la carga

$$\vec{F}_e = q \cdot \vec{E}$$

$$\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \wedge \vec{B})$$

- La fuerza eléctrica tiene siempre la dirección del campo eléctrico, pero la fuerza magnética es perpendicular al campo magnético.
- En un campo eléctrico, las cargas positivas y negativas pueden aislarse, pero en un campo magnético no pueden aislarse los polos.
- El campo electrostático es conservativo y el campo magnético no lo es.
- En el campo electrostático las líneas de campo pueden ser abiertas, pero en el campo magnético son siempre cerradas.
- El flujo de campo eléctrico a través de una superficie cerrada puede ser distinto de cero, pero el flujo de campo magnético a través de una superficie cerrada siempre vale cero.

b) En un campo eléctrico siempre actúa una fuerza eléctrica sobre una partícula cargada.

En un campo magnético, según la Ley de Lorentz:  $\vec{F}_m = q \cdot (\vec{v} \wedge \vec{B})$ , si  $\vec{v}$  es paralela a  $\vec{B}$ , la  $\vec{F}_m$  vale cero y, en este caso, no actúa fuerza magnética sobre la carga.

Dos cargas puntuales iguales, de  $-3 \mu\text{C}$  cada una, están situadas en los puntos A (2,5) m y B (8,2) m.

a) Represente en un esquema las fuerzas que se ejercen entre las cargas y calcule la intensidad de campo eléctrico en el punto P (2,0) m.

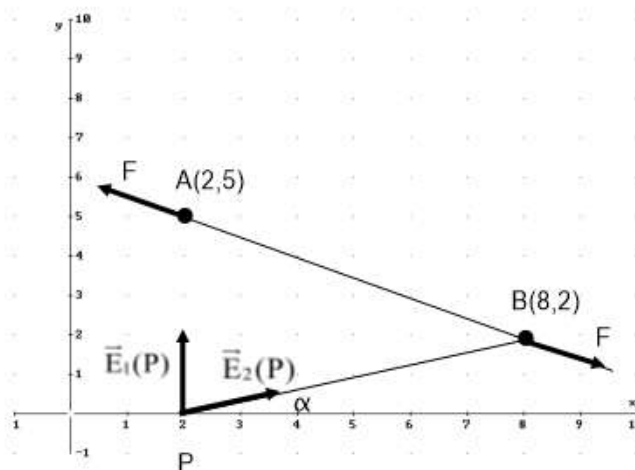
b) Determine el trabajo necesario para trasladar una carga de  $1 \mu\text{C}$  desde el punto P (2,0) m hasta el punto O (0,0). Comente el resultado obtenido.

$$K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

FISICA. 2016. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 3. OPCIÓN B

### RESOLUCION

a)



Aplicamos el principio de superposición:  $\vec{E}(P) = \vec{E}_{q_1}(P) + \vec{E}_{q_2}(P)$

$$PB = \sqrt{6^2 + 2^2} = \sqrt{40}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} ; \cos \alpha = \frac{6}{\sqrt{40}} ; \text{sen } \alpha = \frac{2}{\sqrt{40}}$$

$$|\vec{E}_{q_1}(P)| = |\vec{E}_1(P)| = K \cdot \frac{q_1}{R_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}}{5^2} = 1080 \text{ N/C}$$

$$|\vec{E}_{q_2}(P)| = |\vec{E}_2(P)| = K \cdot \frac{q_2}{R_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}}{40} = 675 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}(P) = \vec{E}_{q_1}(P) + \vec{E}_{q_2}(P) = 1080 \vec{j} + 675 \cos \alpha \vec{i} + 675 \operatorname{sen} \alpha \vec{j} = 675 \cdot \frac{6}{\sqrt{40}} \vec{i} + \left( 1080 + 675 \cdot \frac{2}{\sqrt{40}} \right) \vec{j} =$$

$$= 604'36 \vec{i} + 1293'45 \vec{j} \text{ N/C}$$

b)  $W_{P \rightarrow O}(\vec{F}_e) = - [E_{pe}(O) - E_{pe}(P)]$

$$E_{pe}(P) = E_{pe_1}(P) + E_{pe_2}(P) = K \cdot \frac{q_1 \cdot q}{r_1} + K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \left[ \frac{-3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{5} + \frac{-3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{\sqrt{40}} \right] =$$

$$= -9'67 \cdot 10^{-3} \text{ Julios}$$

$$E_{pe}(O) = E_{pe_1}(O) + E_{pe_2}(O) = K \cdot \frac{q_1 \cdot q}{r_1^*} + K \cdot \frac{q_2 \cdot q}{r_2^*} = 9 \cdot 10^9 \left[ \frac{-3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{\sqrt{29}} + \frac{-3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{\sqrt{68}} \right] =$$

$$= -8'29 \cdot 10^{-3} \text{ Julios}$$

$$W_{P \rightarrow O}(\vec{F}_e) = - [E_{pe}(O) - E_{pe}(P)] = - [-8'29 \cdot 10^{-3} + 9'67 \cdot 10^{-3}] = -1'38 \cdot 10^{-3} \text{ Julios}$$

El trabajo sale negativo porque la carga de  $1 \mu\text{C}$  no va espontáneamente del punto P al punto O, es lógico que así sea porque las cargas negativas atraen a la carga positiva de  $1 \mu\text{C}$ .