PROBLEMAS VARIADOS DE CAMPO ELÉCTRICO, CAMPO MAGNÉTICO E INDUCCIÓN

HAY QUE COMPRENDER Y RECORDAR (FIJARSE MUY BIEN EN LAS FIGURAS):

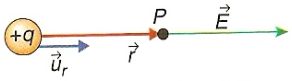
CAMPO ELÉCTRICO

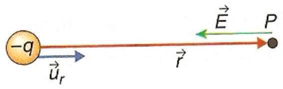
***Fuerza* (vector)** entre dos o más cargas (Ley de Coulomb): Se dibujan los vectores en cada carga que crean las otras y se halla el vector total

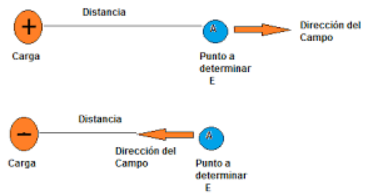
$$\vec{F}_e = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_r = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \quad \text{(N)}$$

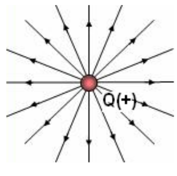
***Campo eléctrico E* (vector)** que crea una carga o más en un punto dado: Se dibujan los vectores que crea cada carga en el punto y se halla el vector total.

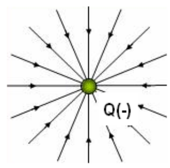
$$\vec{E}_e = \frac{\vec{F}_e}{q'} \qquad \vec{E}_e = \frac{\vec{F}_e}{q'} = \frac{K \cdot \frac{q \cdot q'}{r^2} \cdot \vec{u}_r}{q'} = K \cdot \frac{q}{r^2} \cdot \vec{u}_r \quad \text{(N/C)} \qquad \mathbf{F = E.q}$$











Por convenio las líneas del campo salen de las q positivas y entran en las negativas
Campo eléctrico nulo entre dos cargas: $E_1 + E_2 = 0$ (vectores), deben ser opuestos, si no, no se pueden anular. A veces es suficiente con igualar sus módulos en valor absoluto.

Energía potencial eléctrica (no vector) entre dos cargas
$Ep_A = Q.q / r_A$ (J)
Por convenio la Ep en el infinito es 0
Es el trabajo que han de hacer las fuerzas del campo para trasladar la carga q desde el punto A hasta el infinito. O sea el trabajo que realiza la fuerza eléctrica para separar infinitamente las dos cargas. Su signo puede ser negativo o positivo, según sean los signos de las cargas.

Potencial eléctrico V (no vector) de una carga en un punto
$\Delta V = \Delta E_p / q \quad \Delta V = V_B - V_A$ (origen del potencial un punto situado en el infinito)
Potencial eléctrico en un punto de un campo creado por la una carga puntual Q
V = K Q/r (J/C = V)
Si hay varias cargas se suman escalarmente los potenciales correspondientes a cada carga.

<u>**Relaciones entre E, W, Ep, V y Ec**</u>

El potencial en un punto es igual al trabajo que realiza la fuerza eléctrica para trasladar la unidad de carga positiva desde ese punto al infinito. El potencial y la energía potencial quedan relacionados mediante la siguiente expresión:
$\Delta E_p = q.\ \Delta V$ $\qquad$ $\mathbf{Ep_{,a} = q\ V_A}$

*grad V=dV/dr =−**E*** (El gradiente se representa con el signo ∇) $\qquad E = -\nabla V$
Traducido en forma de ecuación, la relación entre potencial y campo eléctrico uniforme es **E=−ΔV/Δr**
donde Δr es la distancia en la que el cambio de potencial ΔV tiene lugar. El signo menos nos dice que E apunta en la dirección de la disminución del potencial. Se dice que el campo eléctrico es el gradiente (como en grado o pendiente) del potencial eléctrico. En consecuencia, el potencial decrece en la misma dirección en la que se incrementa el campo
E=−ΔV/Δr $\qquad$ **ΔV = - E.Δr**

Trabajo **W = - ΔEp** = - (Epf – Epi)
Campo conservativo: **ΔEm = 0** $\qquad$ **ΔEp + ΔEc = 0** $\qquad$ **ΔEp = - ΔEc** $\qquad$ **W = - ΔEp = ΔEc**

De la siguiente expresión: $W = - q\ (V_B - V_A)$
Se deduce que las cargas positivas se mueven de forma espontánea hacia zonas decrecientes de potencial: Si $q > 0$ y $V_B < V_A$ $\quad W > 0$

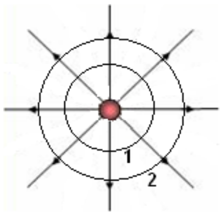
Y que las cargas negativas se mueven espontáneamente hacia zonas crecientes de potencial: Si $q < 0$ y $V_B > V_A$ $W > 0$

Si ΔEp positiva trabajo negativo el trabajo se realiza contra el campo (en sentido opuesto campo)

Si ΔEp negativa trabajo positivo el trabajo lo realiza el campo (a favor del campo)

- El proceso es espontáneo, sin fuerzas externas: se tiende a energías menores ΔEp negativa, W positivo
- Para cargas positivas análogo campo gravitatorio ("se cae hacia potenciales y Ep menores").
- Para cargas negativas, se tiende a potenciales mayores que implican menores Ep (debido al signo)
- Campo dirigido siempre hacia potenciales menores

Superficies equipotenciales

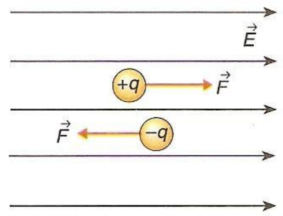


Tienen el mismo potencial

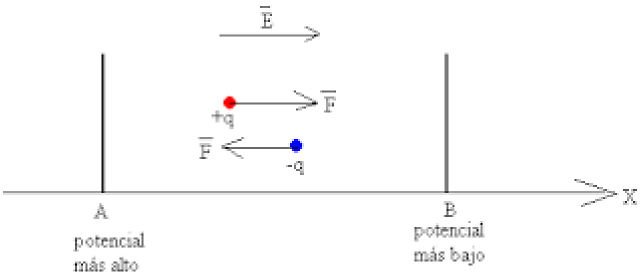
Si el campo es creado por una masa puntual, las superficies son esféricas.

El trabajo que realiza la fuerza al trasladar una masa entre dos puntos de una misma superficie equipotencial es cero ya que (V-V´) = 0

Movimiento de cargas en campo eléctrico



Acción de un campo eléctrico sobre una carga positiva y otra negativa.



Cuando una carga entra en un campo eléctrico su trayectoria dependerá de la dirección y sentido de su velocidad inicial y de la del campo ***E***

La carga puede estar en reposo (v_o=0) o llevar una velocidad inicial v_o

<u>Si entra paralelamente al campo:</u>

Si la carga es positiva (como un protón) la fuerza $\boldsymbol{F_e}$ que aparece sobre la carga lleva el mismo sentido que el campo ***E***.

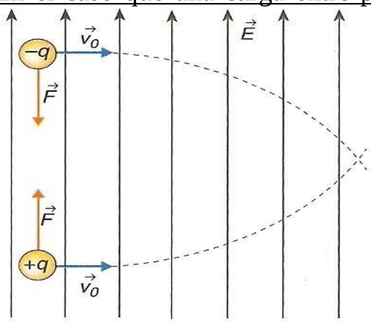
Si la carga es negativa (como un electrón) la fuerza $\boldsymbol{F_e}$ que aparece sobre la carga lleva sentido contrario al campo ***E*** (frenado)

Al aparecer la Fe, existe una aceleración a.

La carga se mueve rectilíneamente con un MRUA.

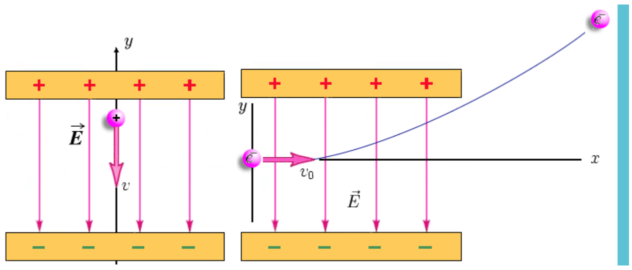
Se calcula la aceleración a: $\vec{F} = q\,\vec{E}$; y $\boldsymbol{F} = m\,\boldsymbol{a}$ $q\,\boldsymbol{E} = m\,\boldsymbol{a}$ $\boldsymbol{a} = (q\,\boldsymbol{E}) / m$ $a = q.E / m$

<u>En el caso que una carga entre perpendicular al campo</u>



Una partícula que penetra perpendicularmente en el seno de un campo eléctrico sigue una trayectoria parabólica.

Puede estar en reposo o entrar con una v_o



Caso de un electrón que entra en el campo eléctrico entre las placas de un condensador

La carga se mueve con un MUA de trayectoria parabólica.

Hay que aplicar las ecuaciones del movimiento parabólico

<u>Eje x</u> (la velocidad con la que entra es constante): Se trata de un movimiento uniforme

$x = x_o + v_x.t$

<u>Eje y:</u> Movimiento uniformemente acelerado

$v_y = v_{oy} + a_y.t$

$y = y_o + v_{oy}.t + ½\, a_y.t^2$

Hay que "jugar" con las tres ecuaciones:

$x = x_o + v_x.t$

$v_y = v_{oy} + a_y.t$

$y = y_o + v_{oy}.t + ½\, a_y.t^2$

En la mayoría de las ocasiones x_o y y_o suelen ser 0

En $x = x_o + v_x.t$ v_x.es la velocidad con la que entra, que es constante

Tenemos que calcular la $a = q.E / m$ que será la a_y

$v_y = v_{oy} + a_y.t$ $v_{oy} = 0$

Sistema:

$v_y = a_y.t$ Se despeja el t y se sustituye en la otra $t = v_y / a_y$

$y = ½\, a_y.t^2$

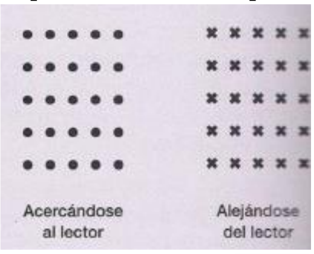
CAMPO MAGNÉTICO

Fuerza de Lorentz

Las cargas en movimiento producen campos magnéticos ***B*** (se mide en Teslas, T) (después veremos formas de calcularlo)

El campo magnético no es conservativo, no se definen ni Ep ni potenciales.

Representación en el plano:



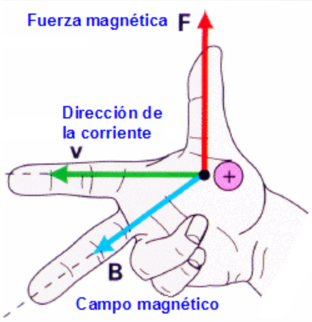
Un campo magnético crea sobre la carga una Fuerza (de Lorentz) $\boldsymbol{F_M}$

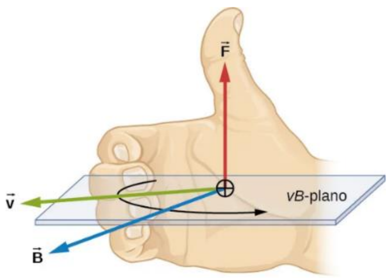
$\boxed{\vec{F} = q\,\vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\,\varphi}$ (producto vectorial)

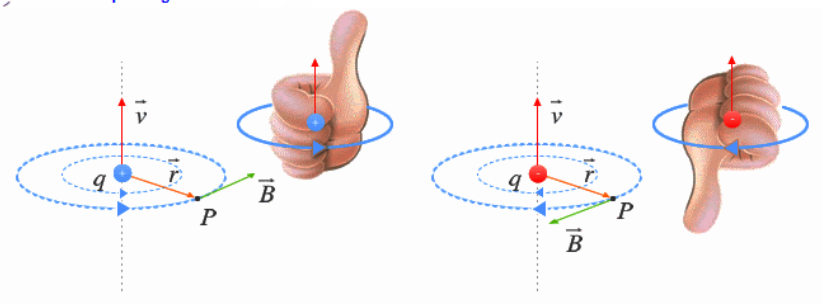
Si ***v*** y ***B*** son perpendiculares: F = q.v.B.sen θ = q.v.B.sen 90 = q.v.B (máximo)

Si ***v*** y ***B*** son paralelos: F = q.v.B.sen 0 = 0

La dirección de B (como producto vectorial que es) viene dada por la regla de la mano derecha o del sacacorchos





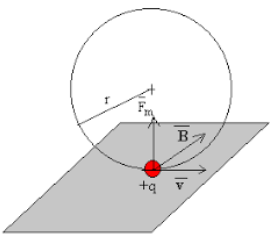


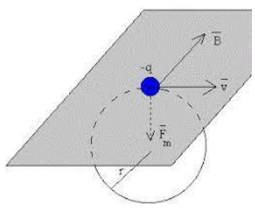
Sentido del campo magnético creado por una carga puntual

Si sitúas el pulgar de la mano derecha sobre la dirección del vector velocidad podrás determinar el sentido del campo de la siguiente forma:

Si la carga en movimiento es positiva orienta el pulgar en el mismo sentido que el vector velocidad y sentido contrario si la carga es negativa, el resto de dedos determinará el sentido del vector campo magnético. Esto se conoce como la **regla de la mano derecha**.

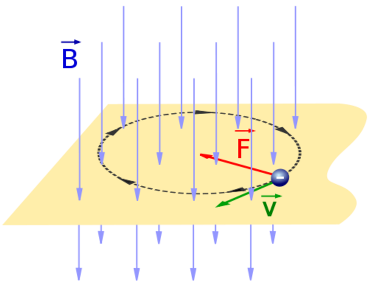
La trayectoria que describe la carga es **circular MCU**

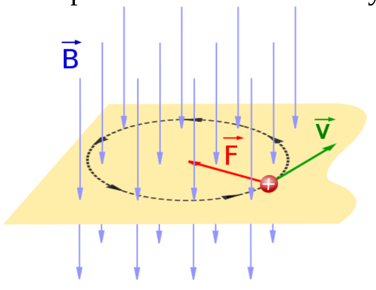


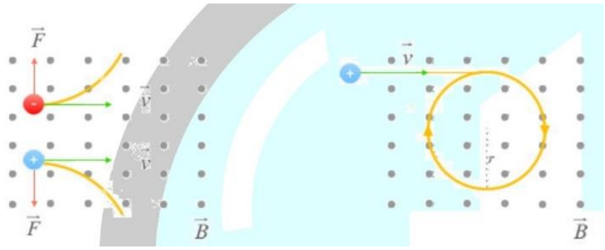


Aparece una Fuerza central, normal o centrípeta con una aceleración normal o centrípeta $a_c = v^2/R$

Se cumple que $F_M = F_C$ q.v.B = m v^2/R q.B = m.v /R que nos permite calcular:
el radio de la órbita R R = (m.v) / (q.B)
la velocidad angular ω v= ωR ω = v/R ω = q.B / R
el periodo T ω = 2π/T o v = 2π/RT T = (2πm) / qB
El sentido del movimiento circular dependerá del sentido de ***B*** y del signo de la carga.

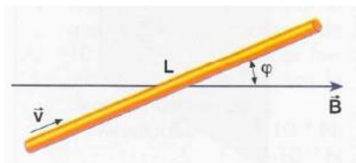






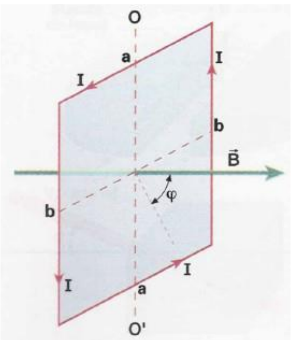
CÁLCULOS DE FUERZAS EN UN CAMPO MAGNÉTICO

FUERZA DE UN CAMPO MAGNÉTICO SOBRE UNA CORRIENTE RECTILÍNEA: PRIMERA LEY DE LAPLACE.



Tenemos un conductor de longitud L por el que circula una corriente de intensidad I, colocado en el interior de un campo magnético B. Si llamamos "v" a la velocidad con que los electrones circulan por el interior del conductor, tardaran un tiempo t = L/v en atravesarlo; durante dicho tiempo, la cantidad de carga que atraviesa el campo magnético es: I =q / t q = I.t = I L / v
F = qvBsen φ = I (t/v) v B sen φ = **I L B sen φ**
A la forma vectorial de la expresión anterior se le conoce con el nombre de **primera ley de Laplace: *F*** = I ***L*** x ***B***

FUERZA DE UN CAMPO MAGNETICO SOBRE UNA ESPIRA O CIRCUITO



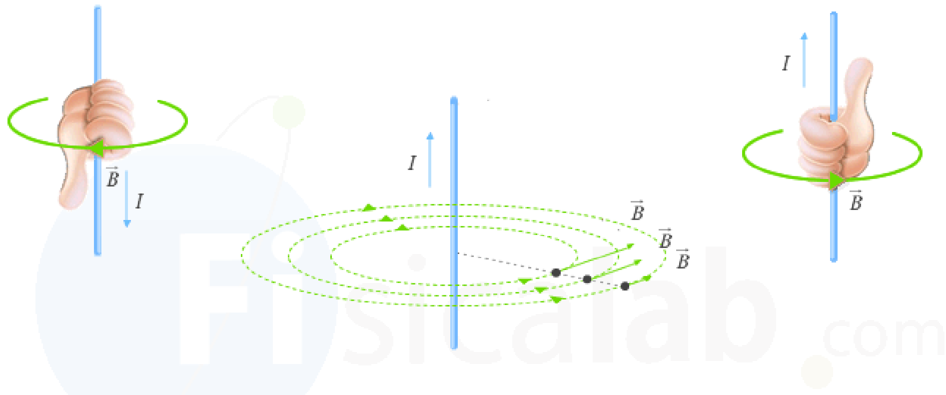
Consideremos la espira rectangular de la figura de la izquierda, de lados a y b, capaz de girar alrededor del eje OO´ y por la que circula una intensidad de corriente I en sentido antihorario; sea φ el ángulo que forman la normal a la superficie de la espira y el vector Inducción magnética ***B***. Entonces, sobre cada uno de los 4 conductores que forman la espira el campo magnético ejercerá una fuerza cuyo valor, dirección y sentido vienen determinados por la regla de la mano derecha
Las fuerzas sobre los conductores "a" tienen el mismo valor pero sentidos contrarios, por lo que se anulan; sin embargo, las que actúan sobre los conductores "b" tienen el mismo valor, sentido contrario y direcciones paralelas, por lo que forman un par de fuerzas cuyo momento (de fuerza) valdrá: M = F . d = I b B a sen φ, siendo d = a sen φ la distancia mínima entre las direcciones de las dos fuerzas que constituyen el par. Como la superficie de la espira es S = a b, podemos escribir: **M = I B S sen φ** No se suele preguntar

CÁLCULOS DEL CAMPO MAGNÉTICO B

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CARGA MÓVIL PUNTUAL.
$\boldsymbol{B} = (\mu/4\pi)\, q\, (\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{u_r})/r^2 = (\mu/4\pi)\, q\, (\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{r})/r^3$ Módulo $\mathbf{B = (\mu/4\pi)\, (q\, v\, sen_{(v,r)})/r^2}$
μ se denomina **permeabilidad magnética**, Su valor en el vacío (μ_0) es $4\pi 10^{-7}$ SI
Su sentido se puede determinar fácilmente por medio de la **regla de la mano derecha**

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CORRIENTE ELÉCTRICA CUALQUIERA. *LEY DE BIOT Y SAVART.*
Corriente eléctrica indefinida
$\boldsymbol{B} = (\mu/4\pi)\, I \int(\boldsymbol{dl} \times \boldsymbol{u_r})/r^2$
Su módulo: $\boldsymbol{B} = (\mu/4\pi)\, I \int(\boldsymbol{dl}\ \mathrm{sen}\ \alpha)/r^2$

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CORRIENTE ELÉCTRICA RECTILÍNEA
Campo magnético creado por una corriente rectilínea en un punto $\mathbf{B = (\mu_0\, I) / (2\, \pi\, R)}$
Sentido según **la regla de la mano derecha**.



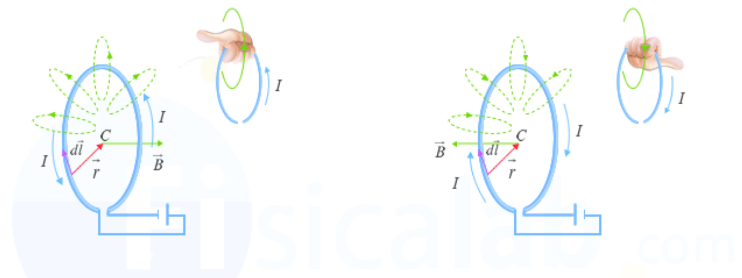
Sentido del campo magnético en una corriente rectilínea

En una corriente rectilínea las líneas de campo magnéticas son circunferencias concéntricas, por tanto el campo magnético es siempre tangente a cualquier punto de dichas circunferencias.

El sentido del campo vendrá dado por **la regla de la mano derecha.** Si usas el pulgar de tu mano derecha para indicar el sentido de la intensidad de corriente el resto de dedos te indicarán el sentido del campo magnético.

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE CIRCULA POR UNA ESPIRA

B = (μ_0 I) / (2 R)



Sentido del campo magnético en una corriente que circula por una espira

En una corriente que circula por una espira las líneas de campo magnéticas son circunferencias concéntricas, por tanto el campo magnético es siempre tangente a cualquier punto de dichas circunferencias.

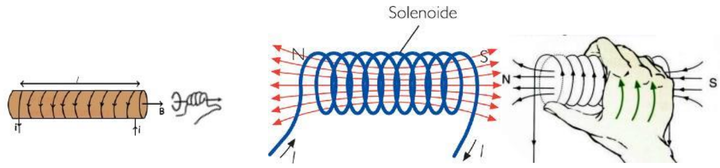
El sentido del campo vendrá dado por **la regla de la mano derecha.** Si usas el pulgar de tu mano derecha para indicar el sentido de la intensidad de corriente el resto de dedos te indicarán el sentido del campo magnético.

Si hay N espiras **B = (μ_0 N I) / (2 R)**

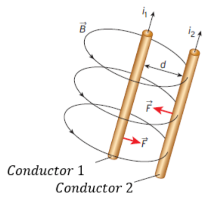
- Creado por un solenoide en su interior:

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l}} = \mu_0 \cdot I \cdot n$$

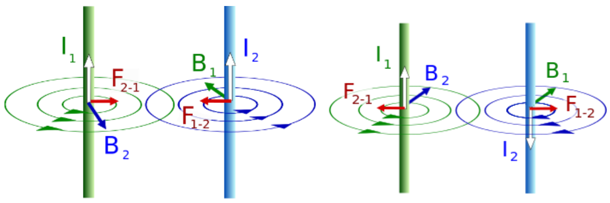
n= N/l



FUERZAS ENTRE DOS CONDUCTORES RECTILÍNEOS PARALELOS (Sale mucho en las PAU)



$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r}$$



La **fuerza magnética es de atracción** si las cargas que se mueven paralelamente son del mismo signo y movimiento contrario.

La **fuerza magnética es de repulsión** si las cargas son de igual signo y con diferente sentido; o si son de signo contrario y su dirección es en el mismo sentido.

SI HAY A LA VEZ UN CAMPO ELÉCTRICO Y UN CAMPO MAGNÉTICO (Muy importante, sale mucho)

MOVIMIENTO DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN UN CAMPO ELÉCTRICO Y EN UN CAMPO MAGNÉTICO

- Si existen campos eléctrico y magnético: 

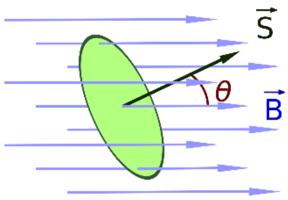
$$\boxed{\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_m = q \cdot \vec{E} + q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})}$$

Si la partícula lleva **M.R.U :** $\vec{F}_e + \vec{F}_m = 0$

Desviación nula:
El campo eléctrico ejerce una fuerza F_E = q.E
El campo magnético ejerce una fuerza F_M = q (vxB)
Las partículas no se desvían si ambas fuerzas son iguales y de sentido contrario.
$F_E = F_M$ q.E = q v B v = E/B
Por tanto, no se desviarán aquellas partículas cuya velocidad sea igual cociente **E/B**.

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Los campos magnéticos también pueden crear (inducir) corrientes eléctricas
Para que se produzca una corriente eléctrica debe haber una <u>variación</u> del campo magnético, si no cambia, no se produce.



Flujo del campo magnético
ϕ_B = B . S (B y S perpendiculares)
En general y para otros ángulos que formen B y S:
ϕ_B = ***B*** . ***S*** = B . S . cos α (producto escalar)
El vector ***S*** siempre es perpendicular a la superficie que representa.
α es el ángulo que forman el vector ***B*** y el vector ***S***
Se mide en Weber (Wb)

La rapidez con que varía el flujo magnético a través de una superficie se puede poner en la forma:
$\Delta\phi_B / \Delta t$ o bien en forma diferencial $d\phi_B / dt$

Se induce una corriente eléctrica en un circuito si este es atravesado por un flujo magnético variable (aumento o disminución)

Ley de Lenz
El sentido de la corriente inducida es tal que siempre ***se opone a la variación del flujo que la produce.*** Esto es:

- Si la corriente se induce debido a ***un aumento del flujo magnético,*** el sentido de la corriente será el que genere ***un campo magnético opuesto al campo inductor*** (produciendo de esta manera un campo más pequeño y una disminución del flujo).
- Si la corriente se induce debido a ***una disminución del flujo magnético,*** el sentido de la corriente será el que genere ***un campo magnético del mismo sentido que el campo inductor*** (produciendo de esta manera un reforzamiento del campo y un aumento del flujo).

Ley de Faraday-Henry
La fuerza electromotriz inducida Ɛ es igual, y de signo contrario, a la rapidez con que varía el flujo magnético.
La fuerza electromotriz **Ɛ** (f.e.m) es la manifestación, en términos de diferencia de potencial eléctrico, de la corriente eléctrica, Voltios)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Para una variación de flujo no uniforme la fuerza electromotriz viene dada por menos la derivada del flujo respecto del tiempo:

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

Si hay N espiras Ɛ = - N ($\Delta\phi_B / \Delta t$)
<u>Variación del flujo magnético</u>
ϕ_B = B . S $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\Delta\phi_B / \Delta t$ o $d\phi_B / dt$

El flujo magnético puede variar o bien porque varíe B o porque varíe S (Ver los distintos casos en los problemas)
Si nos dan B como una función del tiempo, se tiene que derivar respecto al t
Si nos dan una espira cuadrada con una "pared" móvil, si cambia esta pared, cambia su superficie S

EJEMPLOS DE PREGUNTAS QUE LA UNIVERSIDAD PLANTEA COMO ORIENTACIÓN

1. Una carga puntual de valor q1 = -2 μC se encuentra en el punto (0,0) m y una segunda carga de valor desconocido, q2 se encuentra en el punto (3,0) m. Calcula el valor que debe tener la carga q2 para que el campo eléctrico generado por ambas cargas en el punto (5,0) m sea nulo. Representa los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas en ese punto.

2. Sabiendo que la intensidad de campo eléctrico en el punto P es nula, determina razonadamente la relación entre las cargas $q1/q2$.

3. En la figura se muestra una espira circular en el seno de un campo magnético dirigido hacia dentro del plano del papel. Razona si se genera corriente inducida en la espira y en qué sentido, en los siguientes casos: a) el módulo del campo magnético disminuye y la espira permanece fija y b) el radio de la espira aumenta progresivamente y el módulo del campo magnético permanece constante.

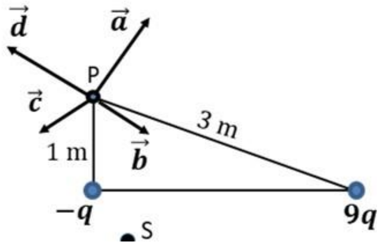
4. Una partícula de carga q<0 entra con velocidad $\vec{v}$ en una región en la que hay un campo magnético uniforme normal al plano del papel, tal y como se muestra en la figura. Escribe la expresión del vector fuerza magnética que actúa sobre la carga. Razona si la trayectoria mostrada es correcta y representa razonadamente, en el punto P, los vectores velocidad y fuerza magnética.

PROBLEMAS PAU VALENCIA

1-2023-Julio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

El diagrama muestra dos cargas de magnitudes $-q$ y $9q$ con $q > 0$. Razona cuál de los vectores dibujados representa el vector campo eléctrico total en el punto P. Si los puntos P y S pertenecen a la misma superficie equipotencial, ¿cuál es el trabajo realizado al llevar una carga Q desde el punto P hasta el punto S?



2-2023-Julio

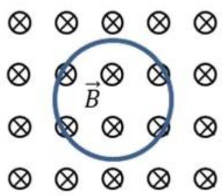
CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Un protón se mueve con velocidad $\vec{v}$ y describe una trayectoria circular en un ciclotrón en el que hay un campo magnético constante $\vec{B}$, perpendicular a $\vec{v}$. Escribe la expresión de la fuerza que actúa sobre el protón y representa los vectores velocidad, campo magnético y fuerza. Razona por qué la trayectoria es circular. ¿Cómo cambiaría la trayectoria si se tratara de un neutrón?

3-2023-Julio

CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

En la figura se muestra una espira circular en el seno de un campo magnético dirigido hacia dentro del plano del papel. Razona si se genera corriente inducida en la espira y en qué sentido, en los siguientes casos: a) el módulo del campo magnético disminuye y la espira permanece fija y b) el radio de la espira aumenta progresivamente y el módulo del campo magnético permanece constante.



4-2023-Julio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Dos cargas eléctricas de valor $q_A = +2\ \mu\mathrm{C}$ y $q_B = -2\ \mu\mathrm{C}$ están situadas en los puntos $\mathrm{A}(3,0)\ \mathrm{m}$ y $\mathrm{B}(0,3)\ \mathrm{m}$, respectivamente.

a) Calcula y representa en el punto $\mathrm{C}(3,3)\ \mathrm{m}$ los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas y el campo eléctrico total. (1 punto)

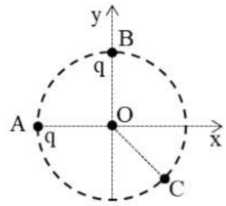
b) Calcula el potencial eléctrico en el punto $\mathrm{D}(4,4)\ \mathrm{m}$. Determina el trabajo para trasladar una carga de $10^{-6}\ \mathrm{C}$ desde el infinito hasta el punto D. (Considera nulo el potencial eléctrico en el infinito). (1 punto)

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$

5-2023-Junio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

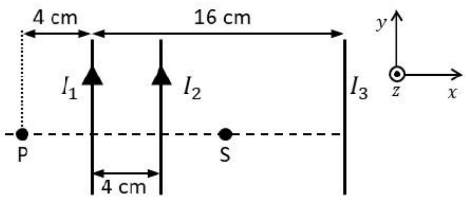
Dos cargas puntuales $q = -1\,\mathrm{nC}$ están situadas en los puntos A y B de la circunferencia de radio r de la figura. Representa en el punto O el vector campo eléctrico generado por cada carga y el vector campo total, indicando el ángulo que forma este último con el eje x. Razona el signo y valor de la carga Q que habrá que situar en el punto C (equidistante de A y B) para que el campo total de las tres cargas sea nulo en el punto O.



6-2023-Junio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Se tienen tres conductores rectilíneos muy largos y paralelos entre sí. Por dos de los conductores circulan corrientes eléctricas $I_1 = 2{,}0\,\mathrm{A}$ e $I_2 = 4{,}0\,\mathrm{A}$ en el sentido que se indica en la figura.



a) Calcula la intensidad y el sentido de la corriente en el otro conductor I_3 para que el campo magnético en el punto P de la figura sea nulo. (1 punto)

b) El vector campo magnético en el punto S es $\vec{B}_S = -7{,}5 \cdot 10^{-7}\,\vec{k}\,$ T, determina la fuerza que actúa sobre una carga de $1\,\mu\mathrm{C}$ que pasa por S con una velocidad $\vec{v} = -10^5\,\vec{j}\,\mathrm{m/s}$. (1 punto)

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{T \cdot m/A}$.

7-2022-Julio

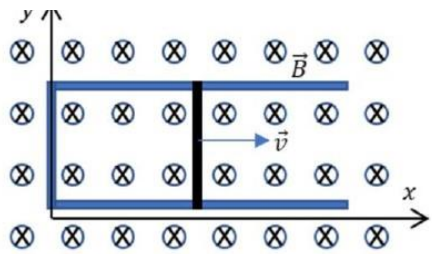
CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Una carga de $3\,\mu\mathrm{C}$ entra con velocidad $\vec{v} = 10^4\vec{\imath}\,\mathrm{m/s}$ en una región del espacio en la que existe un campo eléctrico $\vec{E} = 10^4\vec{\jmath}\,\mathrm{N/C}$ y un campo magnético $\vec{B} = (\vec{\imath} + \vec{k})\,\mathrm{T}$. Determina el valor de las fuerzas eléctrica, magnética y total que actúan sobre la carga.

8-2022-Julio

CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

El circuito de la figura está formado por una barra metálica que desliza sobre un conductor en forma de ⊏. Sobre dicho circuito actúa un campo magnético perpendicular al plano xy, como aparece en la figura. Razona por qué se genera una corriente inducida en el circuito y cuál es su sentido (indícalo claramente con un dibujo). Escribe la ley física en la que te basas para responder, indicando las magnitudes que aparecen en ella.



9-2022-Julio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Una carga puntual $q_1 = -5\,\mu\mathrm{C}$ está situada en el punto $A\,(3,-4)\,\mathrm{m}$ y otra segunda, $q_2 = 4\,\mu\mathrm{C}$, en el punto $B\,(0,-5)\,\mathrm{m}$.

a) Calcula los vectores campo eléctrico debidos a cada carga y el campo eléctrico total en el origen de coordenadas $O\,(0{,}0)\,\mathrm{m}$. Representa los tres vectores. (1 punto)

b) Calcula el potencial eléctrico total producido por las dos cargas en el origen de coordenadas. Calcula el trabajo necesario para trasladar una carga $Q = 1\,\mu\mathrm{C}$ desde el infinito hasta dicho punto considerando nulo el potencial en el infinito. (1 punto)

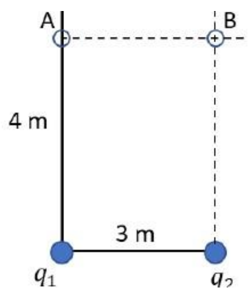
Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$.

10-2022-Junio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

El potencial eléctrico en el punto A de la figura es nulo y $q_2 = 1\,\mathrm{nC}$. Determina el valor de la carga q_1 y el potencial eléctrico en el punto B.

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$.



11-2022-Junio

CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Una partícula cargada entra con velocidad constante $\vec{v}$ en el seno de un campo magnético uniforme no nulo $\vec{B}$. Escribe qué fuerza aparece sobre la partícula y razona en qué condiciones ésta será nula y en qué condiciones será máxima.

12-2022-Junio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Una carga puntual fija $q_1 = 10^{-9}$ C se encuentra situada a 1 m de otra carga puntual fija $q_2 = -2\,q_1$.

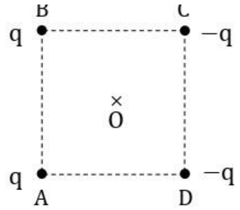
a) Determina el punto de la recta que contiene las cargas en el cual el campo eléctrico es nulo. (1 punto)

b) Un protón con velocidad inicial nula se deja libre entre q_1 y q_2, a 90 cm de q_2. Determina la diferencia de energía potencial del protón entre el punto inicial y un punto situado a 10 cm de q_2 ¿Qué velocidad tendrá el protón cuando alcance este último punto? (1 punto)

Datos: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$; masa del protón, $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg; carga del protón, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

13-2021-Julio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

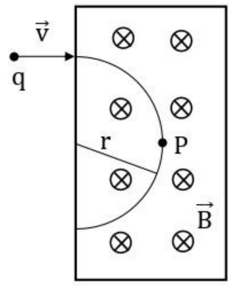


Cuatro cargas puntuales están situadas en los vértices A, B, C y D de un cuadrado de 2 m de lado, como se indica en la figura. Si $q = \sqrt{2}/2$ nC, calcula y representa los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas y el total, en el centro del cuadrado, punto O.

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}$

14-2021-Julio

CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética



Una partícula de carga $q < 0$ entra con velocidad $\vec{v}$ en una región en la que hay un campo magnético uniforme normal al plano del papel, tal y como se muestra en la figura. Escribe la expresión del vector fuerza magnética que actúa sobre la carga. Razona si la trayectoria mostrada es correcta y representa razonadamente, en el punto P, los vectores velocidad y fuerza magnética.

15-2021-Julio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

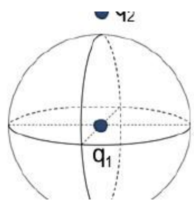
Una partícula con carga negativa entra con velocidad constante $\vec{v} = 2 \cdot 10^5\, \vec{j}$ m/s en una región del espacio en la que hay un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = 4 \cdot 10^4\, \vec{i}$ N/C y un campo magnético uniforme $\vec{B} = -B\vec{k}$ T, siendo $B > 0$.

a) Calcula el valor de B necesario para que el movimiento de la partícula sea rectilíneo y uniforme. Representa claramente los vectores $\vec{v}$, $\vec{E}$, $\vec{B}$, la fuerza magnética y la fuerza eléctrica. (1 punto)

b) En un instante dado se anula el campo eléctrico y el módulo de la fuerza que actúa sobre la partícula a partir de ese instante es $6{,}4 \cdot 10^{-15}$ N. Determina el valor de la carga de la partícula. (1 punto)

16-2021-Junio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética



Enuncia el teorema de Gauss para el campo eléctrico. Determina el flujo eléctrico a través de la superficie cerrada de la figura. Las cargas son $q_1 = 8{,}85$ pC y $q_2 = -2q_1$ y se encuentran en el vacío.

Dato: constante dieléctrica del vacío, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/N \cdot m^2}$

17-2021-Junio

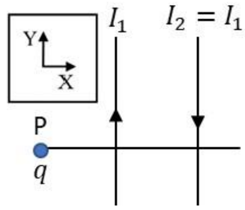
CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Considera una espira conductora plana sobre la superficie del papel. Esta se encuentra en el seno de un campo magnético uniforme de módulo $B = 1$ T, que es perpendicular al papel y con sentido saliente. Aumentamos la superficie de la espira de 2 cm^2 a 4 cm^2 en 10 s, sin que deje de ser plana y perpendicular al campo. Calcula la variación de flujo magnético y la fuerza electromotriz media inducida en la espira. Justifica e indica claramente con un dibujo el sentido de la corriente eléctrica inducida.

18-2021-Junio

CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

La figura muestra dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos entre sí, por los que circulan corrientes eléctricas del mismo valor ($I_1 = I_2$) y de sentidos contrarios. Indica la dirección y sentido del campo magnético total en el punto P. Si en el punto P se tiene una carga $q > 0$, con velocidad perpendicular al plano XY, ¿qué fuerza magnética recibe dicha carga? Responde razonada y claramente las respuestas.



19-2021-Junio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Sean dos cargas puntuales de valores $q_1 = 2\ \mu\text{C}$ y $q_2 = -1{,}6\ \mu\text{C}$ situadas en los puntos $\text{A}(0{,}0)$ m y $\text{B}(0{,}3)$ m, respectivamente. Calcula:

a) El vector campo eléctrico creado por cada una de las dos cargas y el vector campo eléctrico total en el punto $\text{C}(4{,}3)$ m. (1 punto)

b) El trabajo que realiza el campo al trasladar una carga $q_3 = -1\ \text{nC}$ desde C hasta un punto D donde la energía potencial electrostática de dicha carga vale $-1{,}62\ \mu\text{J}$. (1 punto)

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \text{N m}^2/\text{C}^2$

20-2020-Septiembre

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

Una carga $q_1 = -3\ \text{nC}$ se encuentra situada en el origen de coordenadas del plano XY. Una segunda carga de $q_2 = 4\ \text{nC}$ está situada sobre el eje Y positivo a 2 m del origen. Calcula el vector campo eléctrico creado por cada una de las cargas en un punto P situado a 3 m del origen sobre el eje x positivo y el campo eléctrico total creado por ambas.

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \text{N m}^2/\text{C}^2$

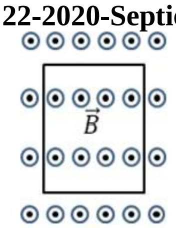
21-2020-Septiembre

CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Dos cargas $q_1 = 8{,}9\ \mu\text{C}$ y $q_2 = 17{,}8\ \mu\text{C}$ se encuentran en el vacío y situadas, respectivamente, en los puntos $O(0{,}0{,}0)$ cm y $P(1, 0, 0)$ cm. Enuncia el teorema de Gauss para el campo eléctrico. Calcula, justificadamente, el flujo del campo eléctrico a través de una superficie esférica de radio 0,5 cm centrada en el punto O. ¿Cambia el flujo si en lugar de una esfera se trata de un cubo de lado 0,5 cm?

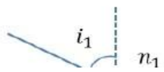
Dato: permitividad del vacío $\varepsilon_0 = 8{,}9 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$

22-2020-Septiembre



CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

En la figura se muestra una espira rectangular de lados 10 cm y 12 cm en el seno de un campo magnético $\vec{B}$ perpendicular al plano del papel y saliente. Se hace variar $|\vec{B}|$ desde 0 a 1 T en un intervalo de tiempo de 1,2 s. Calcula la variación de flujo magnético y la fuerza electromotriz media inducida en la espira. Indica y justifica el sentido de la corriente eléctrica inducida.



23-2020-Septiembre

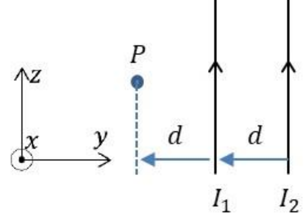
PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

La figura muestra dos conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos entre sí, separados por una distancia d en el plano YZ. Se conoce la intensidad de corriente $I_1 = 1$ A, el módulo del campo magnético que esta corriente crea en el punto P de la figura, $B_1 = 10^{-5}$ T, así como el módulo del campo magnético total $B = 3B_1$.

a) Calcula la distancia d y el vector campo magnético $\vec{B}_2$ en el punto P (1 punto)

b) Si una carga $q = 1\ \mu\text{C}$ pasa por dicho punto P con una velocidad $\vec{v} = 10^6\ \vec{k}$ m/s, calcula la fuerza $\vec{F}$ (módulo, dirección y sentido) sobre ella. Representa los vectores $\vec{v}$, $\vec{B}$ y $\vec{F}$. (1 punto)

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\,\pi \cdot 10^{-7}$ T m/A

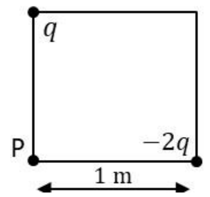


24-2020-Julio

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

Se colocan dos cargas puntuales, q y $-2q$, en los vértices de un cuadrado de 1 m de lado, como aparece en la figura. Si $q = 2\sqrt{2}$ nC, calcula y representa claramente el vector campo eléctrico en el punto P debido a cada carga, así como el vector campo eléctrico resultante generado por dichas cargas en el punto P.

Dato: constante de Coulomb $k = 9 \cdot 10^9$ N m^2/C^2



CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

25-2020-Julio

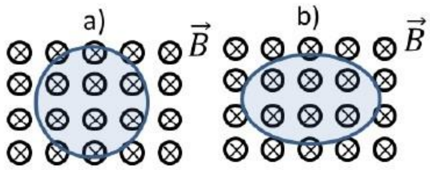
CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Por un conductor rectilíneo indefinido circula una corriente de intensidad I. Escribe y representa el vector campo magnético $\vec{B}$ en puntos que se encuentran a una distancia r del hilo. Explica como cambia dicho vector si los puntos se encuentran a una distancia $2r$.

26-2020-Julio

CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

Se tiene una espira circular en el interior de un campo magnético uniforme y constante como muestra la figura a). Si el área de la espira circular disminuye hasta hacerse la mitad ¿se induce corriente eléctrica en la espira? ¿en qué sentido? Si la forma de la espira pasa a ser ovalada, dejando invariante su área (figura b), ¿se induce corriente eléctrica? Escribe y explica la ley del electromagnetismo en la que te basas y responde razonadamente.



27-2020-Julio

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Un ion con carga $q = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ C, entra con velocidad constante $\vec{v} = 20\vec{j}$ m/s en una región del espacio en la que existen un campo magnético uniforme $\vec{B} = -20\vec{i}$ T y un campo eléctrico uniforme $\vec{E}$. Desprecia el campo gravitatorio.

a) Calcula el valor del vector $\vec{E}$ necesario para que el movimiento del ion sea rectilíneo y uniforme. (1 punto)

b) Calcula los vectores fuerza que actúan sobre el ion (dirección y sentido) en esta región del espacio. Representa claramente los vectores, $\vec{v}$, $\vec{B}$, $\vec{E}$ y dichos vectores fuerza. (1 punto)

28-2019-Julio-Opción A

SECCIÓN II - CUESTIÓN

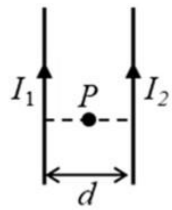
Las posiciones, respecto al origen de coordenadas, de dos cargas $q_1 = -4\,\mu C$ y $q_2 = -6\,\mu C$ son, respectivamente, $\vec{r}_1 = 3\,\vec{j}\,m$ y $\vec{r}_2 = -3\,\vec{j}\,m$. Calcula el valor de una carga q, situada en el origen de coordenadas, si la fuerza eléctrica total que actúa sobre ella es $\vec{F} = 2 \cdot 10^{-3}\,\vec{j}\,N$.

Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$

29-2019-Julio-Opción A

SECCIÓN III - PROBLEMA

Dos hilos rectilíneos indefinidos, paralelos y separados una distancia $d = 2\ cm$ conducen las corrientes I_1 e I_2, con los sentidos representados en la figura. En el punto P, equidistante a ambos hilos, el modulo del campo magnético creado sólo por la corriente I_1 es $0{,}06\,mT$, y el del campo total debido a las dos corrientes es $0{,}04\,mT$. Ambos campos (el debido a I_1 y el total) tienen la misma dirección y sentido.



a) Calcula razonadamente el campo magnético generado por la corriente I_2 y representa claramente todos los vectores campo magnético involucrados. (1 punto)

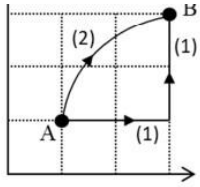
b) Calcula el valor de las corrientes I_1 e I_2. (1 punto)

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ Tm/A$

30-2019-Julio-Opción B

SECCIÓN II - CUESTIÓN

Explica brevemente qué es un campo de fuerzas conservativo. Una carga positiva se encuentra en el seno de un campo electrostático. El trabajo realizado por el campo para desplazarla entre los puntos A y B de la figura es de $0{,}01\,J$ si se sigue el camino (1) ¿Cuál es el trabajo si se sigue el camino (2)? ¿En qué punto, A o B, es mayor el potencial eléctrico? Razona las respuestas.



31-2019-Julio-Opción B

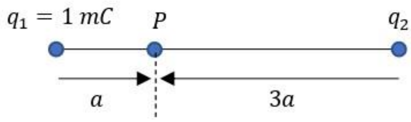
SECCIÓN III - CUESTIÓN

Una espira plana de superficie $5\,cm^2$ está situada en el seno de un campo magnético uniforme de $B = 1\,mT$ perpendicular al plano de la espira. Calcula el flujo magnético a través de la espira en esta situación y cuando la espira ha girado un ángulo $\alpha = 45^o$. Razona si se genera una fuerza electromotriz en la espira mientras gira.

32-2019-Junio-Opción A

SECCIÓN II-CUESTIÓN

Sabiendo que el potencial eléctrico en el punto P es nulo, determina el valor de la carga q_2. Razona si será nulo el campo eléctrico en el punto P.



33-2019-Junio-Opción A

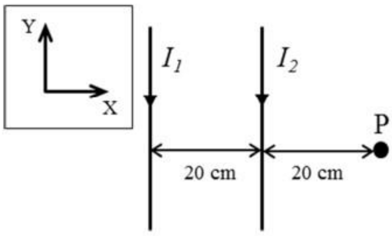
SECCIÓN III-PROBLEMA

Dos cables rectilíneos y muy largos, paralelos entre sí, transportan corrientes eléctricas $I_1 = 2\,A$ e $I_2 = 4\,A$ con los sentidos representados en la figura adjunta.

a) Calcula el campo magnético total (módulo, dirección y sentido) en el punto P. (1 punto)

b) Sobre un electrón que se desplaza por el eje X actúa una fuerza magnética $\vec{F} = 1{,}6 \cdot 10^{-18}\vec{j}\,N$ cuando pasa por el punto P. Calcula el módulo de su velocidad en dicho punto. (1 punto)

Datos: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,Tm/A$; carga del electrón, $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}C$



34-2019-Junio-Opción B

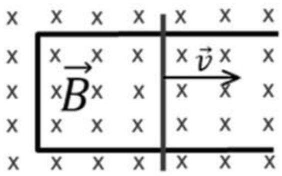
SECCIÓN II-CUESTIÓN

Una carga puntual de valor $q_1 = -4\,\mu C$ se encuentra en el punto $(0{,}0)\,m$ y una segunda carga de valor desconocido, q_2 se encuentra en el punto $(2{,}0)\,m$. Calcula el valor que debe tener la carga q_2 para que el campo eléctrico generado por ambas cargas en el punto $(4{,}0)\,m$ sea nulo. Representa los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas en ese punto.

35-2019-Junio-Opción B

SECCIÓN III-CUESTIÓN

Escribe la ley de Faraday-Lenz y explica su significado. La figura muestra una varilla que se desliza hacia la derecha con velocidad $\vec{v}$ sobre dos raíles paralelos formando una espira rectangular. El conjunto es conductor y se encuentra en el seno de un campo magnético uniforme $\vec{B}$ perpendicular al plano del papel. Explica el sentido de la corriente inducida en la espira en base a dicha ley.

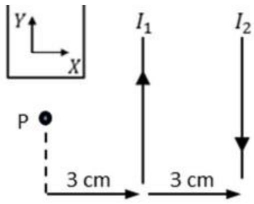


36-2018-Julio-Opción A

SECCIÓN IV – CUESTIÓN

Por dos conductores rectilíneos, paralelos e indefinidos circulan corrientes continuas de intensidades I_1 e I_2, siendo $I_2 = 2I_1$ (ver figura adjunta). Calcula la fuerza que actúa sobre una carga q que pasa por el punto P con una velocidad $\vec{v} = 2\,\vec{\imath}\,m/s$.

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,Tm/A$



37-2018-Julio-Opción B

SECCIÓN IV-PROBLEMA

En los puntos $A(0,0)\,m$, $B(0,2)\,m$ y $C(2,2)\,m$ se sitúan tres cargas eléctricas iguales, de valor $-3\,\mu C$.

a) Dibuja, en el punto $D(1,1)$, los vectores campo eléctrico generados por cada una de las cargas y calcula el vector campo eléctrico resultante. (1 punto)

b) Calcula el trabajo realizado en el desplazamiento de una carga eléctrica puntual de $1\,\mu C$ entre los puntos $D(1,1)\,m$ y $E(2,0)\,m$, razonando si la carga puede realizar espontáneamente dicho desplazamiento. (1 punto)

Dato: constante de Coulomb, $k_e = 9 \cdot 10^9\,Nm^2/C^2$

38-2018-Junio-Opción A

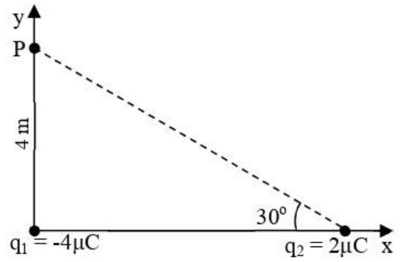
SECCIÓN IV – PROBLEMA

Atendiendo a la distribución de cargas representada en la figura, calcula:

a) El vector campo eléctrico debido a cada una de las cargas y el total en el punto P. Dibuja todos los vectores (1,2 puntos).

b) El trabajo mínimo necesario para trasladar una carga $q_3 = 1\ nC$ desde el infinito hasta el punto P. Considera que el potencial eléctrico en el infinito es nulo. (0,8 puntos)

Dato: constante de Coulomb, $k_e = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$



39-2018-Junio-Opción B

SECCIÓN IV – CUESTIÓN

La figura representa un conductor rectilíneo de longitud muy grande recorrido por una corriente continua $I_1 = 2\ A$. Calcula y dibuja el vector campo magnético en un punto P situado a una distancia $d = 1\ m$ a la derecha del conductor. En el punto P se sitúa otro conductor rectilíneo paralelo al anterior y recorrido por una corriente I_2 en sentido opuesto. Representa el vector fuerza que actúa sobre el segundo conductor.

Dato: permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} N/A^2$