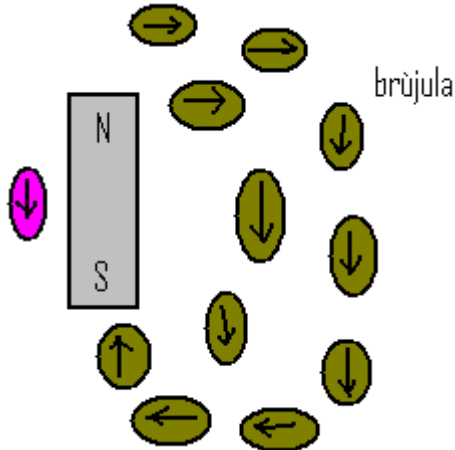


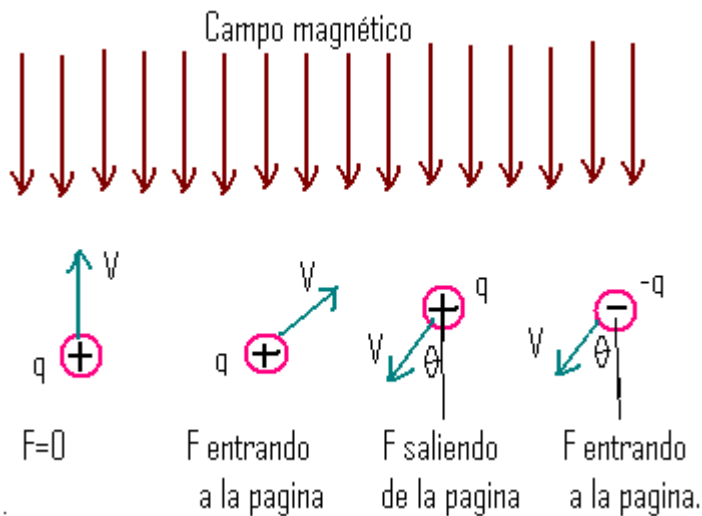


## Conceptos previos

**UN CAMPO MAGNETICO:** existe en una región del espacio si una carga  $q$  que se mueve ahí experimenta una fuerza (diferente a la fricción) debida a su movimiento. Es frecuente detectar la presencia de un campo magnético por el efecto que produce sobre la aguja de una brújula (que es un pequeño imán). La aguja en este caso se alinea en la dirección del campo magnético.



**LAS LINEAS DE UN CAMPO MAGNETICO** trazadas en una región del espacio son mostradas siempre por la dirección hacia la cual apunta una brújula colocada en esa región. Un método para determinar las líneas de campo cercanas a una barra magnética (imán de barra) se indica en la fig.



**UN IMAN** tiene un polo norte y un polo sur. Ya que la brújula siempre indica desde el polo norte hacia el polo Sur. Las líneas de fuerza salen del polo norte y entran al polo sur.

**LOS POLOS MAGNETICOS** del mismo tipo (norte o sur) se repelen uno al otro. Mientras que cuando son distintos se atraen entre si.

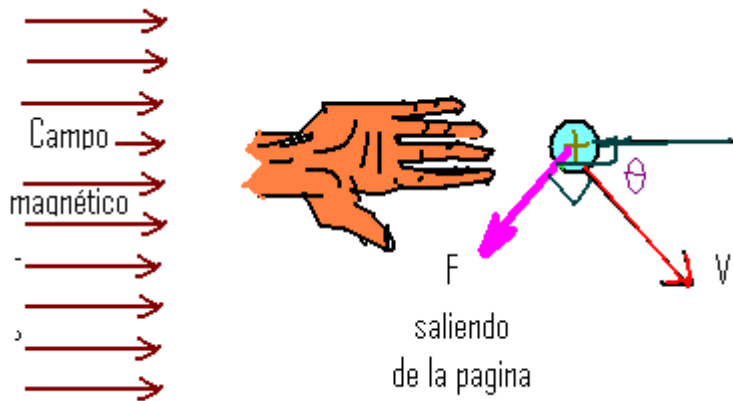
**UNA CARGA QUE SE MUEVE A TRAVES DE UN CAMPO MAGNETICO** experimenta una fuerza, debida al campo, siempre que su vector velocidad no este a lo largo de una línea de fuerza.

En la fig. anterior las cargas  $q$  están moviéndose con velocidad  $V$  en un campo magnético dirigido. La dirección de la fuerza  $F$  sobre cada carga es la indicada. Note

que la fuerza sobre la carga negativa es opuesta a la que actúa sobre la carga positiva con la misma velocidad.

**LA DIRECCION DE LA FUERZA** sobre una carga +q en movimiento en un campo magnético puede determinarse por la regla de la mano derecha. Manténgase la mano extendida .Apúntense los dedos en la dirección y sentido del campo .Oriéntese el dedo pulgar a lo largo de la dirección y sentido de la velocidad de la carga positiva .Entonces la palma de la mano empuja en la dirección de la fuerza que actúa sobre la carga .El sentido de la fuerza que actúa sobre la carga negativa es opuesta a aquella que actúa sobre la carga positiva (pero en la misma dirección)

**CON FRECUENCIA ES UTIL SEÑALAR QUE LAS LINEAS DEL CAMPO MAGNETICO A TRAVES DE LA PARTICULA Y EL VECTOR VELOCIDAD DE LA PARTICULA FORMAN UN PLANO (EN LA FIG. EL PLANO DE LA PAGINA) EL VECTOR FUERZA ES SIEMPRE PERPENDICULAR A ESTE PLANO**



**LA MAGNITUD DE UNA FUERZA (F)** sobre una carga que se mueve en un campo magnético depende del producto de cuatro factores:

- 1.- q, la magnitud de la carga en Coulombs
- 2.- V, la magnitud de la velocidad de la carga en m/s
- 3.- B, la intensidad del campo magnético en Teslas
- 4.- Sen  $\theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo entre las líneas de campo y la velocidad V

**EN OTRAS PALABRAS**

$$F \propto qVB \sin \theta$$

**EL CAMPO MAGNETICO EN UN PUNTO** dado se representa por un vector B. Su dirección es la del campo magnético .Los nombres dados a **B** son: INDUCCION MAGNETICA, LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNETICO Y, coloquialmente, la INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO.

Se define la magnitud de B y sus unidades al convertir la proporcionalidad  $F \propto qVB \sin \theta$  en una igualdad

**SE TIENE ENTONCES:  $F = qVB \sin \theta$  , DONDE**

F: esta dada en newton, q en coulombs, v en m/s y B en Tesla, la cual también es conocida como Weber por metro cuadrado, entonces  $1T=1 \text{ Wb/m}^2$  .Similarmente se encuentra que en el sistema C.G.S la unidad para B es el Gauss (G) .donde:

$$1G=10^{-4}T$$

**EL CAMPO MAGNETICO DE LA TIERRA TIENE UNA B ALGO MENOR QUE 1 NÓTESE TAMBIEN QUE:**

$$1T=1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \frac{N}{C \times (m/s)} = 1 \frac{N}{A \times m}$$

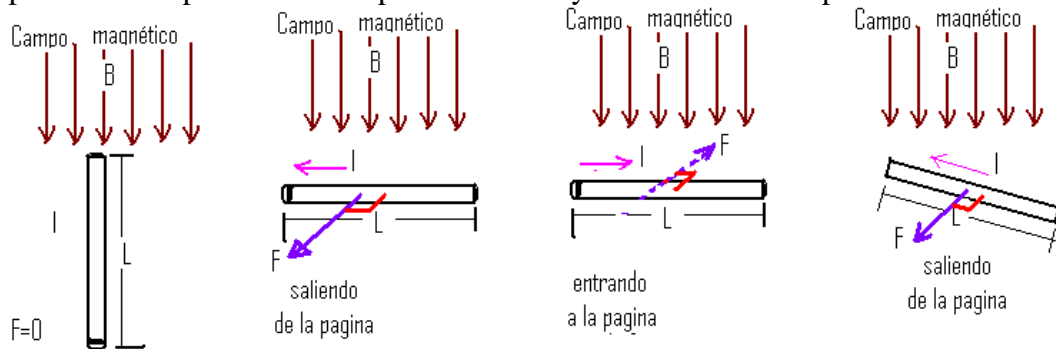
**FUERZA SOBRE UNA CORRIENTE EN UN CAMPO MAGNETICO** dado que una corriente es simplemente un flujo de cargas positivas, esta experimenta una fuerza debida a un campo magnético .La dirección de la fuerza se encuentra por medio de la regla de la mano derecha descrita anteriormente. Usando la dirección de la corriente en lugar del vector velocidad V.

$$\Delta F = I(\Delta L)B \sin \theta$$

Donde  $\theta$  es el ángulo entre la dirección de la corriente I y la del campo .Para un alambre recto de longitud L en un campo magnético uniforme, esta se vuelve:

$$F = ILB \sin \theta$$

Nótese que la fuerza es cero si el alambre es paralelo a las líneas de fuerza del campo .La fuerza es máxima si las líneas de campo son perpendiculares al alambre .Análogamente en el caso de que la carga se mueve en un campo magnético, la fuerza es perpendicular al plano formado por el alambre y las líneas del campo.



**TORCA (MOMENTO DE TORSION) SOBRE UNA BOBINA PLANA** en un campo magnético uniforme .La torca T que actúa sobre la bobina de N espiras, la cual lleva una corriente I en un campo magnético externo es:

$$T = N \times I \times A \times B \times \sin \theta$$

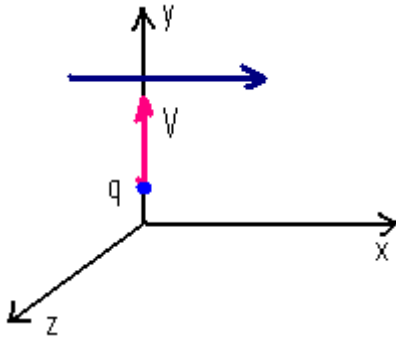
Donde A es el área de la bobina, y  $\theta$  es el ángulo entre las líneas del campo y una perpendicular al plano de la bobina .Para la dirección de rotación de la bobina, se tiene la siguiente regla de la mano derecha.

“oriéntese el dedo pulgar de la mano derecha perpendicularmente al plano de la bobina, de tal manera que los dedos vayan en la dirección del flujo de la corriente .Entonces la torca actúa para hacer girar el dedo pulgar y alinearlos con el campo magnético externo (en tal orientación la torca es cero)

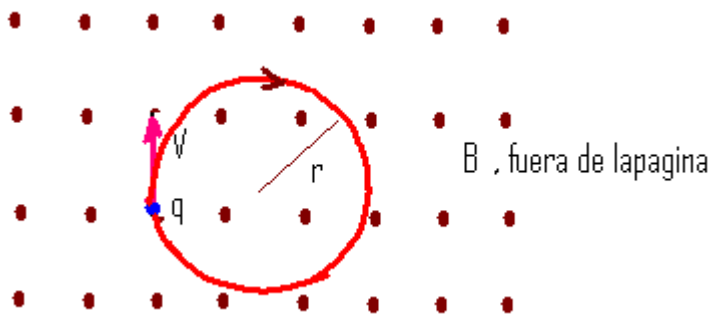
**PROBLEMAS DE APLICACIÓN:**

1.- Sea un campo magnético uniforme en la dirección +x, tal que,  $B=3G$ . Un protón ( $q=e$ ) se dispara a través del campo magnético en dirección +y con una rapidez de  $5 \times 10^6$  m/s. Calcule:

- 1.1.- La magnitud y la dirección de la fuerza sobre el protón.
- 1.2.- Repítase el problema reemplazando el protón por un electrón.  
( $2.4 \times 10^{-16}$  N), (ídem, pero la fuerza en sentido contrario)



2.- La carga mostrada en la Fig. es un protón ( $q=+e$ ,  $m=1.67 \times 10^{-27}$  kg.) con rapidez de  $5 \times 10^6$  m/s. Se hace pasar por un campo magnético dirigido hacia fuera de la pagina; B es de 30G. Descríbase la trayectoria que sigue el protón.



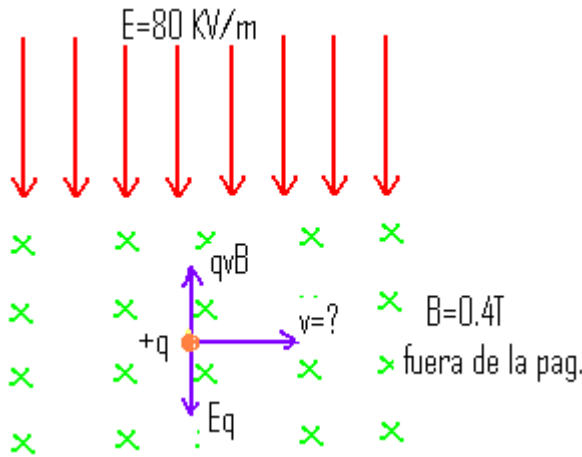
3.- Un protón entra en un campo magnético de densidad de flujo  $1.5 \text{ Wb/m}^2$  con una velocidad de  $2 \times 10^7$  m/s formando un ángulo de  $30^\circ$  con las líneas del campo. Calcule la fuerza que actúa sobre el protón.

$$2.4 \times 10^{-12} \text{ N}$$

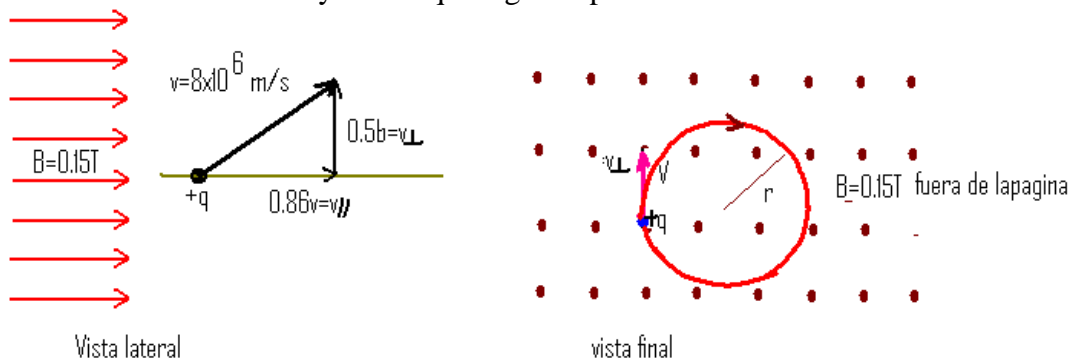
4.- Un haz de rayos catódicos (un electrón del haz;  $m=9.1 \times 10^{-31}$  Kg.,  $q=-e$ ) se refleja en un círculo de radio de 2 cm. por medio de un campo uniforme con  $B=4.5 \times 10^{-3}$  T. ¿Cual es la rapidez de los electrones?

$$(1.58 \times 10^7 \text{ m/s})$$

5.- Como se muestra en la fig. , una partícula de carga  $q$  entra en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme dirigido hacia abajo .El valor de  $E$  es de  $80 \text{ KV/m}$  perpendicular a  $E$  y dirigido hacia adentro de la pagina, se halla un campo magnético  $B=0.4\text{T}$  .Si la rapidez de la partícula se escoge apropiadamente, esta no sufrirá ninguna deflexión a causa de los campos perpendiculares. ¿Que rapidez debe ser seleccionada en este caso? (este dispositivo se llama selector de velocidades)

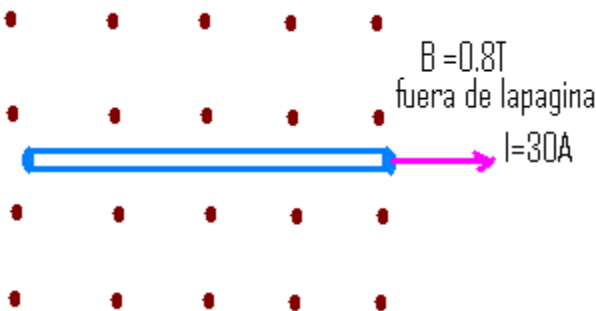


6.- En la figura un protón ( $q=+e$ ,  $m=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg.}$ ) es disparado con una rapidez de  $8 \times 10^6 \text{ m/s}$  formando un ángulo de  $30^\circ$  hacia un campo dirigido en la dirección  $x$ , con  $B=0.15\text{T}$ .Describase la trayectoria que sigue el protón.

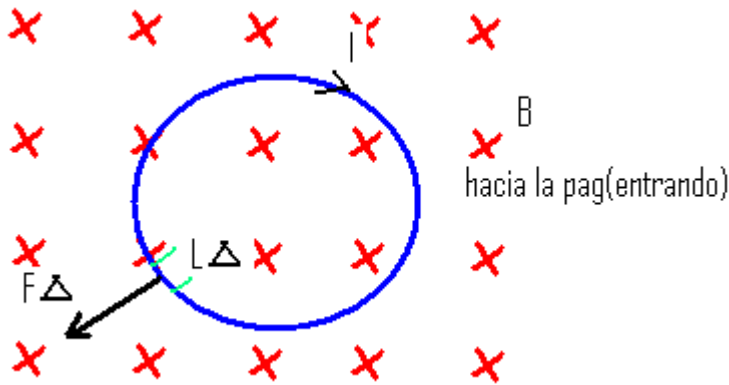


7.- Las partículas alfa ( $m=6.68 \times 10^{-27} \text{ Kg.}$ ,  $q=+2e$ ) son aceleradas desde el reposo a través de una d.p de  $1\text{kV}$ .Después entran en un campo magnético  $B=0.2\text{T}$  perpendicular a su dirección de movimiento. Calcule el radio de su trayectoria.

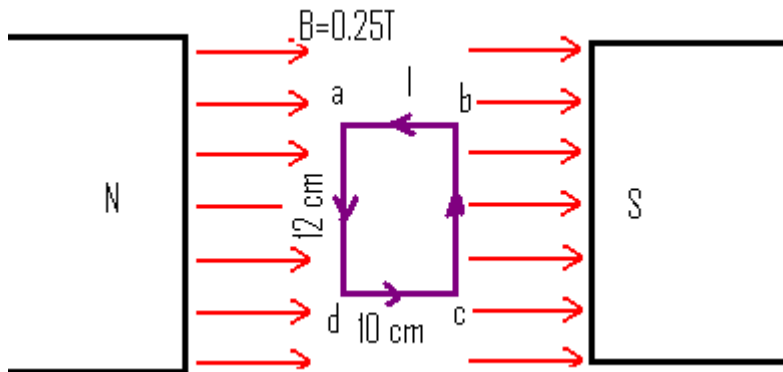
8.- En la fig. , el campo magnético esta hacia fuera de la Pág. Y  $B=0.8\text{T}$ . El alambre mostrado lleva una corriente de  $30\text{A}$ . Encuéntrese la fuerza que actúa sobre  $5\text{cm}$  de longitud del alambre.



9.- Como se muestra en la fig. , una bobina de alambre lleva una corriente I y su plano es perpendicular a un campo magnético uniforme B. ¿Cual es la fuerza resultante y la torca sobre la bobina?

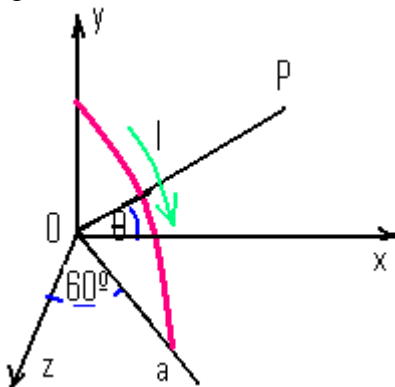


10.- Por la bobina de 40 vueltas mostrada en la fig. , circula una corriente de 2A en un campo magnético  $B=0.25T$ . Determine la torca sobre ella. ¿Como girara?



(0.24Nxm, tiende a hacer girar el lado ad hacia fuera de la Pág.)

11.- En la fig. Se muestra la cuarta parte de una bobina circular de alambre que lleva una corriente de  $14^a$ . Su radio es de 5 cm. Un campo magnético uniforme  $B=300G$  esta dirigido en la dirección +x .Encuéntrese la torca sobre la bobina y la dirección en la cual girara.



(2.9 micro Nxm , por la regla de la mano derecha se demuestra que la bobina rotara alrededor del eje Y ,de tal manera que el ángulo de  $60^\circ$  tendera a disminuir))

12.- Dos electrones, ambos con rapidez de 5000000 m/s, son disparados dentro de un campo magnético uniforme  $B$ . El primero se dispara desde el origen a lo largo del eje  $+x$ , y se mueve en un círculo que intercepta el eje  $+z$  en  $z=16$  cm. El segundo es disparado a lo largo del eje  $+y$ , y se mueve en línea recta. Determine la magnitud y dirección de  $B$ .

(355 microT)

13.- En un cierto lugar de la tierra, el campo magnético es de  $5 \times 10^{-5}$  T, dirigido  $40^\circ$  por debajo de la horizontal. Determine la fuerza por metro de longitud sobre un alambre horizontal en el cual circula una corriente de  $30^a$  hacia el norte.

( $9.6 \times 10^{-4}$  N)

14.- Un ión ( $q=+2e$ ) entra en un campo magnético de  $1.2$  Wb/m<sup>2</sup> a una velocidad de  $2.5 \times 10^5$  m/s perpendicularmente al campo. Determine la fuerza que actúa sobre el Ión.

( $9.6 \times 10^{-14}$  N)

15.- Calcule la velocidad de cierto ión que no sufre ninguna deflexión al pasar por campos  $E$  y  $B$  perpendiculares, donde  $E=7.7$  kV/m y  $B=0.14$ T.

(55km/s)