Pontificia Universidad Católica de Chile
Instituto de Física
Electricidad y Magnetismo FIS1533-1, 2022-2
Profesor: Marcelo Calderón (marcelo.calderon@uc.cl).
Ayudante: Benjamin Wassermann (bewassermann@uc.cl).

Ayudantía 20
Campo Magnético

Resumen

- **Ley de Biot-Savart**: El campo magnético que genera una corriente I en un circuito puede ser determinado como:

$$\boxed{\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{l} \times (\vec{r} - \vec{R})}{|\vec{r} - \vec{R}|^3}}$$

  Con $\vec{r}$ el lugar donde se desea conocer el campo, $\vec{R}$ es el lugar donde se encuentra la corriente, $\vec{dl}$ es el elemento vectorial que parametriza la dirección de la corriente y μ_0 la permeabilidad magnética del vacío.

  Por otro lado, la fuerza magnética que ejerce el circuito **a** sobre el circuito **b** es:

$$\boxed{\vec{F} = \int_b I_b \, \vec{dl}_b \times \vec{B_a}}$$

  Notar que si la corriente es constante puede salir de la integral. Por otra parte $\vec{B}_a$ viene dado por la expresión para el campo magnético, nuestra primera ecuación. Luego resulta evidente que conviene calcular primero el campo magnético y luego la fuerza.

- **Fuerza de Lorentz**:

  La fuerza de Lorentz indica que una carga q con una velocidad $\vec{v}$ bajo la influencia de un campo magnético $\vec{B}$ siente una fuerza dada por:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

  Adicionalmente, en presencia de un campo eléctrico $\vec{E}$ la fuerza cambia a:

$$\vec{F} = q \, (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

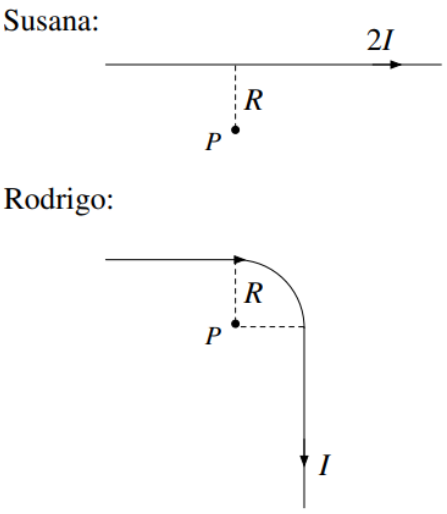
  Cosas importantes:

1. Nótese que $\vec{v}$ y $\vec{B}$ son dos vectores que forman un plano. Perpendicular a éste, aparece la fuerza de Lorentz.
2. Debido a la naturaleza de la fuerza de Lorentz, la energía cinética de la carga es siempre constante, pues la fuerza de Lorentz no realiza trabajo sobre la carga. Debido a lo anterior, el módulo de la velocidad es siempre constante.
3. En problemas de cargas puntales en zonas de campo magnético constante, siempre tenga en cuenta que esta se moverá en una circunferencia o en una espiral.
4. Carga positiva $\rightarrow$ Mano Izquierda, Carga negativa $\rightarrow$ Mano Derecha.

Problemas

Problema 1

Susana, Rodrigo y Marcel, equipo docente de curso de electromagnetismo de una cierta universidad, tienen una discusión sobre el campo magnético generado por un alambre en un mismo punto P. Susana tiene un alambre infinito por el cual fluye una corriente 2I, Rodrigo, al ver el alambre lo toma y lo dobla, formando un cuarto de circunferencia de radio R más otros dos tramos semi-infinitos. Rodrigo le asegura a Susana que si la corriente disminuye a la mitad, el campo magnético producido por esta nueva geometría tendrá una mayor magnitud en el punto P (con lo cual Susana se muestra muy en desacuerdo). Marcel, asombrado por la discusión de su cuerpo docente, les dice que falta información para aseverar en cual de los dos casos el campo magnético es mayor. Ayude al cuerpo docente de este curso a determinar quién tiene la razón.

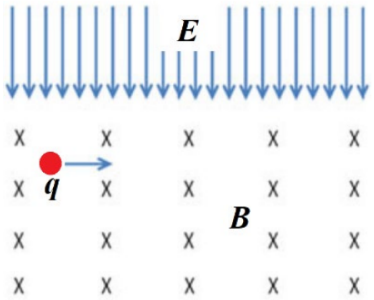


Problema 2

Una partícula de carga $+q$ entra en la región de la figura donde coexisten un campo eléctrico $\vec{E}$ y un campo magnético $\vec{B}$; ambos uniformes y en las direcciones indicadas.

a) ¿Qué velocidad de la partícula hará que ésta no se desvíe debido a la presencia de los campos? ¿Qué pasa si la carga es negativa? Explique.

b) Si el campo eléctrico se apaga y el magnético se mantiene, la partícula cargada se mueve en la región describiendo una trayectoria circular de radio a. Determine la razón q/m.



Respuestas

1. Susana tiene la razón pues $|\vec{B}_R| < |\vec{B}_S|$
2. a) $|\vec{v}| = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}$
   b) $\frac{q}{m} = \frac{v}{aB}$