

## FI2002-2 Electromagnetismo

Profesor: Claudio Arenas

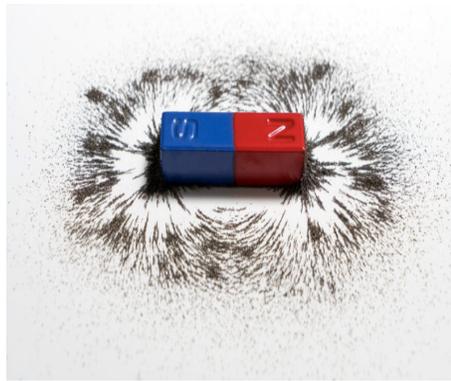
Auxiliares: Álvaro Flores &amp; Tomás Vatel

Ayudante: Vicente Torelli

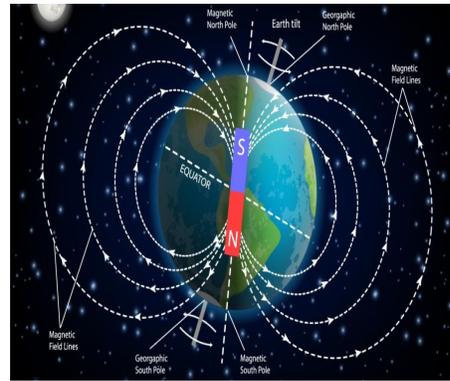


## Auxiliar #15: Ley de Lorentz

Martes 24 de Octubre de 2023



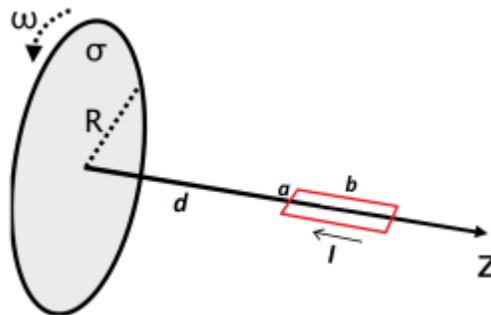
(a)



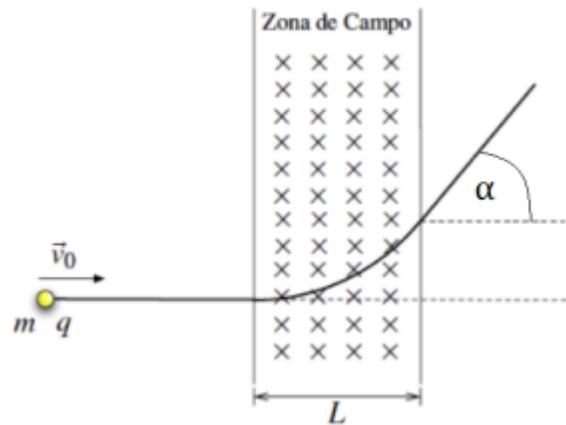
(b)

### P1. Continuación P2 b) auxiliar 14

Un disco de material aislante de radio  $R$ , el cual está cargado con una densidad de carga superficial uniforme  $\sigma$ , gira alrededor de su propio eje con rapidez angular  $\omega$ . Si en el eje del disco, a una distancia  $d$ , se coloca una espira rectangular de lados  $b$  y  $a$ , con  $a \ll R$ . Si por esta espira, circula una corriente  $I$  como se muestra en la figura, determinar la fuerza que el disco giratorio le ejerce a la espira. Ver simulador [https://www.walter-fendt.de/html5/phen/lorentzforce\\_en.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phen/lorentzforce_en.htm).

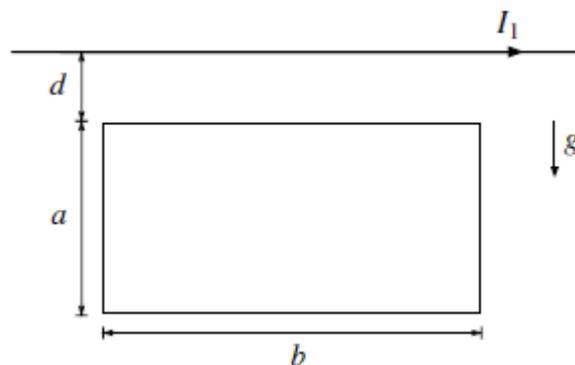


**P2.** Una partícula de masa  $m$  con carga  $q > 0$ , ingresa horizontalmente a una región de ancho  $L$ , donde existe un campo magnético uniforme  $\vec{B} = -B_0\hat{z}$  como se indica en la figura.



- 1) Calcule el valor crítico de la rapidez inicial  $\vec{v}_0 = v_0\hat{x}$  de la partícula que le permite decidir si ella atraviesa la región, o se devuelve.
- 2) Considere el caso en que la velocidad inicial es mayor a la velocidad crítica de la parte anterior. Determine el ángulo  $\alpha$  con que sale proyectada la carga de la zona de influencia del campo magnético.
- 3) Suponga ahora que  $\vec{v}_0 = v_0\hat{x} + v_b\hat{z}$ , determine la altura con que sale la carga de la zona de campo en el caso de que la velocidad inicial sea mayor a la crítica.

**P3.** Suponga que el sistema que se ve en la figura se encuentra en un plano vertical, donde  $g$  es la aceleración de gravedad. A través del alambre rectilíneo infinito circula una corriente  $I_1$  en la dirección indicada. La espira rectangular, de dimensiones  $a$  y  $b$ , está ubicada paralela al alambre, a una distancia  $d$  de él y posee una masa  $m$ . Encuentre la corriente  $I_2$  que debe circular por la espira (indique en que sentido de ella), para que permanezca en reposo en la posición señalada.



## Resumen

### Ley 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:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

Adicionalmente, en presencia de un campo eléctrico, la fuerza sobre la carga es:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (2)$$

Si se toman distribuciones continuas de carga, se tiene que la fuerza infinitesimal sobre un  $d\vec{q}$  de carga a velocidad  $\vec{v}$  es  $d\vec{F} = dq\vec{v} \times \vec{B}$ . De esta formula, se reconoce que según el tiempo de distribución de la carga en movimiento, se puede reescribir la fuerza como:

$$\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B} \quad \vec{F} = \int \vec{J} \times \vec{B} dv \quad (3)$$

Donde en la integral de la izquierda,  $d\vec{l}$  corresponde al elemento de trayectoria en el que ocurre el movimiento de carga o mas bien, la dirección de la corriente e  $I$  corresponde a la magnitud de la corriente. La integral de la derecha corresponde a una distribución de carga con densidad volumétrica  $\rho$  que se mueve con velocidad  $\vec{v}$ , es decir,  $\rho\vec{v} = \vec{J}$  y la integración es en volumen.

### Carga puntual en campo Magnético constante

Una carga  $q$  de masa  $m$  y con una velocidad  $\vec{v}$  perpendicular a un campo magnético  $\vec{B}$  tiene una trayectoria circunferencial de radio:

$$R = \frac{m|\vec{v}|}{q|\vec{B}|} \quad (4)$$

Se observa que la trayectoria depende de todos estos parámetros, en el siguiente link pueden jugar con sus efectos <https://ophysics.com/em7.html>.

En el caso de que  $\vec{v}$  no sea completamente perpendicular a  $\vec{B}$ , entonces la trayectoria de la carga será en forma de espiral como se muestra en la figura.

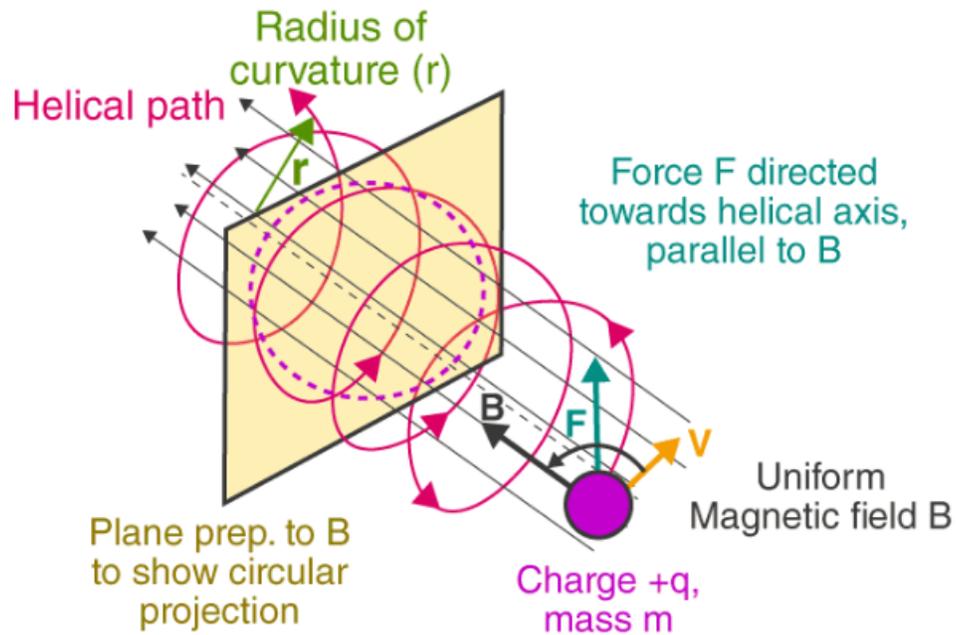


Figura 1: Movimiento helicoidal de una carga positiva frente a un campo magnético.

Esta relación entre el movimiento de una carga frente a campos magnéticos externos implicó una revolución tecnológica, entre las invenciones más importantes derivadas de este principio, está el **motor de corriente continua** el cual funciona bajo el mismo principio en que una corriente continua a lo largo de un circuito cerrado con escobillas que cambian su polaridad de manera periódica se ve forzada a rotar frente a un campo magnético externo proveniente de un imán permanente o bien de un electroimán. Ver vídeo explicativo c:<https://www.youtube.com/watch?v=CWu1Q1ZSE3c>.