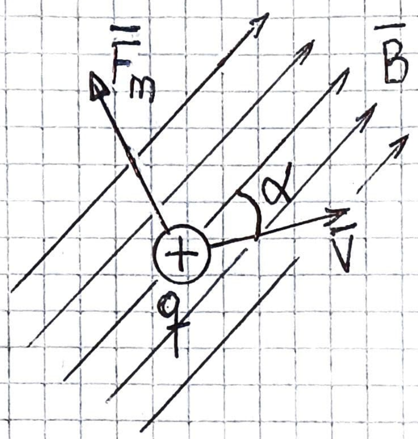
# CAMPO MAGNÉTICO

## Acciones sobre cargas en movimiento y conductores con corriente




Una carga en movimiento respecto de un campo magnético estacionario en cierta región del espacio experimenta una fuerza magnética $\bar{F}_m$ dada por la siguiente expresión vectorial:

$$\bar{F}_m = q\,\bar{V} \times \bar{B}$$

Donde: $q$ : carga eléctrica en valor y signo (si $q$ es (−) se invierte la fuerza)

$\bar{V}$ : vector velocidad de la carga respecto al campo magnético

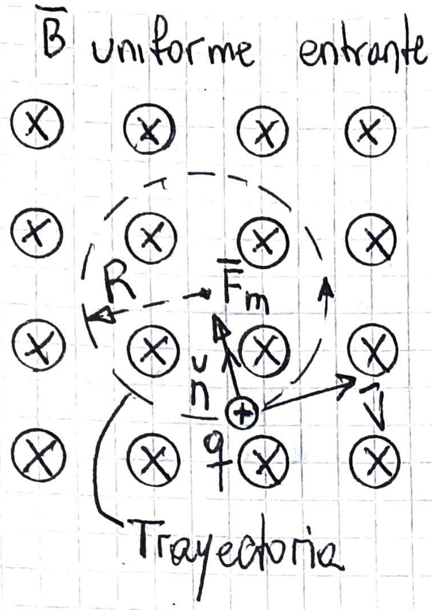
$\bar{B}$ : campo magnético (también denominado vector inducción magnética)

Entonces el módulo de la fuerza magnética resulta

$$|\bar{F}_m| = |q|\,|\bar{V}|\,|\bar{B}| \operatorname{sen}\alpha \,, \quad y \quad [B] = \frac{[F]}{[q][V]} = \frac{N}{C\,\frac{m}{s}} = T \text{ (Tesla)}$$

## Espectrómetro de masas:

Partículas de masa m y carga q se mueven con velocidad perpendicular a un campo magnético $\bar{B}$ uniforme realizando un movimiento circular uniforme (MCU)




Usando coordenadas intrínsecas planteamos la 2ª ley de Newton según el versor $\check{n}$:

$$\check{n})\ F_m = m\, a_n$$

$$q\, V\, B \sin 90° = m \cdot \frac{V^2}{R} \Rightarrow$$

$$R = \frac{m V}{q B}$$ radio de la trayectoria

Período del movimiento
$$T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi m V}{q B V} = \frac{2\pi m}{q B} \ (\text{seg})$$

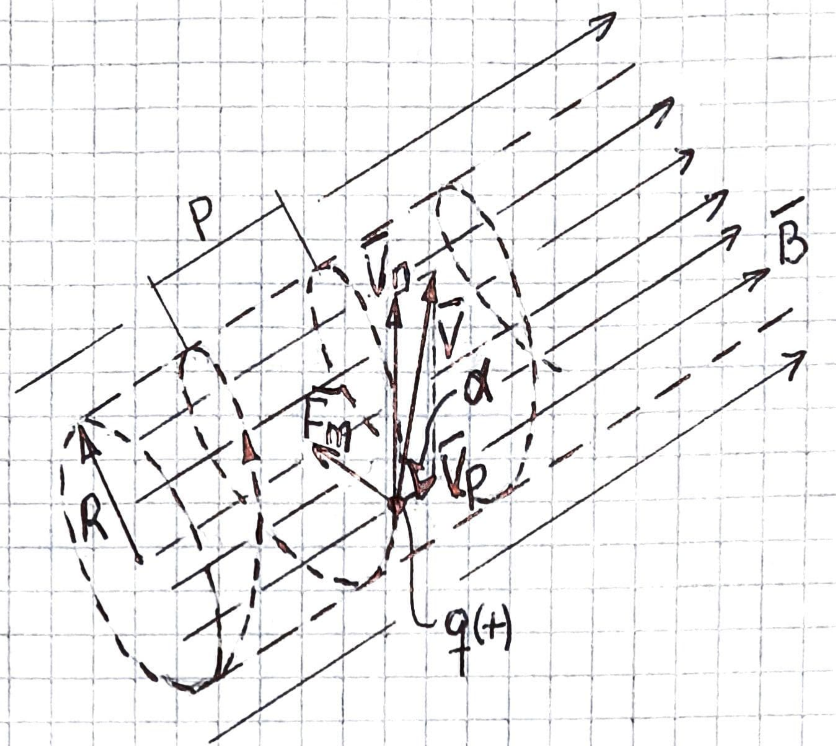
Frecuencia del movim.
$$f = \frac{1}{T} = \frac{q B}{2\pi m} \ \left(\frac{\text{ciclos}}{\text{seg}} = Hz\right)$$

Frecuencia angular
$$\omega = 2\pi f = \frac{q B}{m} \ \left(\frac{1}{s}\ \text{rad}\right)$$

Movimiento en hélice (helicoidal):

Si el vector velocidad $\bar{V}$ no es perpendicular al campo $\bar{B}$ sino oblicuo al mismo*, podemos descomponer $\bar{V}$ en una componente normal al campo ($\bar{V}_n$) responsable de un movimiento circular uniforme y otra componente paralela al campo ($V_p$) responsable de un movimiento rectilíneo uniforme, la partícula se moverá según la composición de ambos movimientos, o sea según una hélice de radio R y paso P

* $\bar{V}$ y $\bar{B}$ forman el ángulo $\alpha$



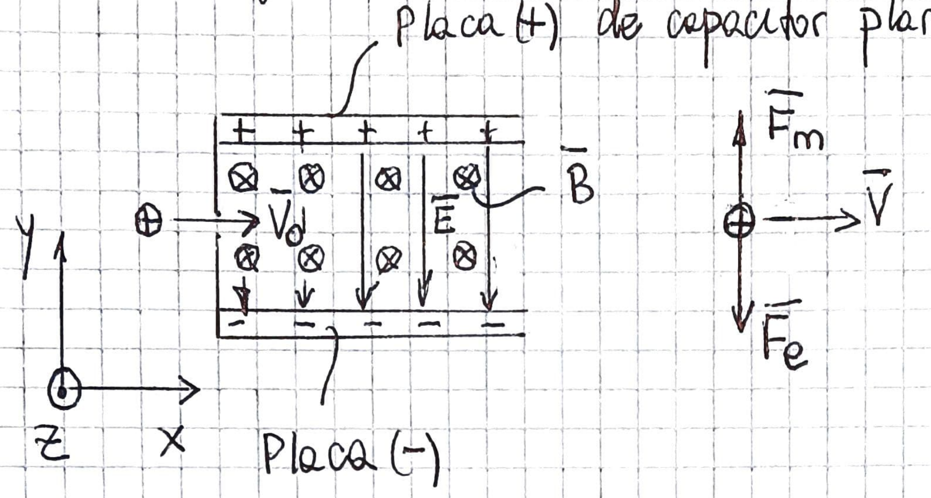

$$R = \frac{m V_n}{q B} = \frac{m V \sin\alpha}{q B}$$ radio del cilindro que contiene a la trayectoria helicoidal

$$P = V_p \cdot T = V_p \frac{2\pi R}{V_n} = V\cos\alpha \frac{2\pi R}{V \sin\alpha}$$ paso de la hélice

<u>OBS</u>: en todos los casos de movimiento de una partícula cargada en un campo magnético la fuerza magnética es perpendicular a la velocidad en todo momento, por lo tanto el trabajo de dicha fuerza es 0 y por el teorema de las fuerzas vivas la energía cinética es constante en todo instante, así como el módulo de la velocidad de la partícula (si otras fuerzas son despreciables).

Selector de velocidades:

Un haz de partículas cargadas ingresa en una región del espacio donde existen campos $\vec{E}$ y $\vec{B}$ uniformes y perpendiculares entre sí y perpendiculares también a la velocidad de ingreso de las partículas a esa región.




Existe una velocidad crítica $\bar{V}_c$ para la cual la partícula sigue una trayectoria rectilínea, en ese caso:

$$\bar{F}_m + \bar{F}_e = \bar{0} \Rightarrow q\,\bar{V}_c \times \bar{B} + q\,\bar{E} = \bar{0}$$

$$q\,\underbrace{(\bar{V}_c \times \bar{B} + \bar{E})}_{\bar{0}} = \bar{0}$$

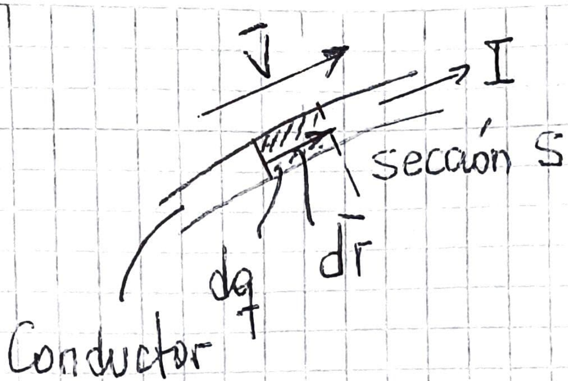
Para despejar $\bar{V}_c$ utilizamos el sistema coordenado $(x, y, z)$

$$V_c\,\check{e}_x \times B(-\check{e}_z) + E(-\check{e}_y) = V_c\,B\,\check{e}_y + E(-\check{e}_y) =$$

$$= \underbrace{(V_c\,B - E)}_{0}\,\check{e}_y = \bar{0} \Rightarrow \boxed{V_c = \frac{E}{B}}$$

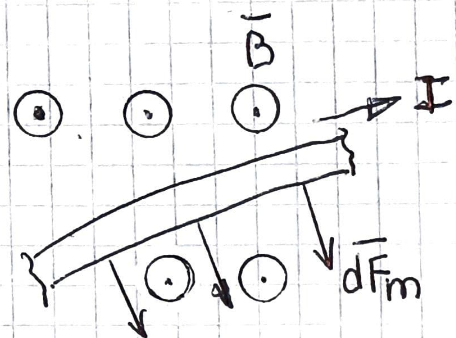
Si $V > V_c$ es $F_m > F_e$, la partícula se desvía hacia arriba
" $V < V_c$ " $F_m < F_e$, " " " " " abajo.

Conductor con corriente en un campo magnético



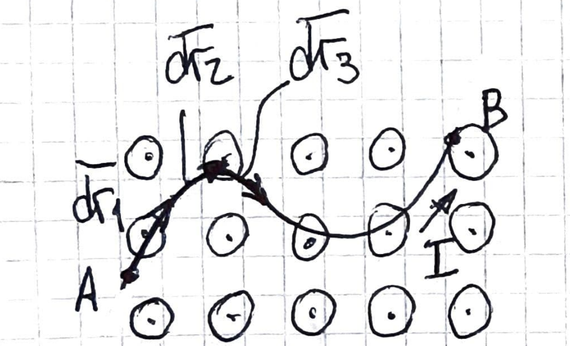

Para un conductor con corriente I

$$dq\,\bar{V} = dq\,\frac{d\bar{r}}{dt} = I\,d\bar{r}$$

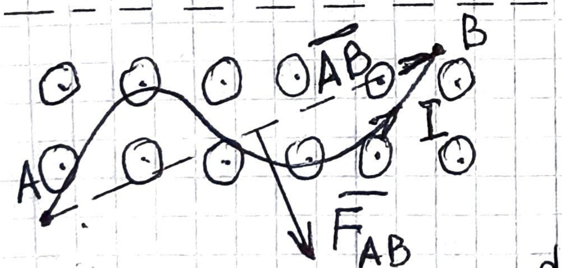



$$d\bar{F}_m = I\,d\bar{r} \times \bar{B}$$

Si el campo magnético $\bar{B}$ es uniforme en la región del espacio donde se encuentra el tramo conductor ocurre lo siguiente:




$$\bar{F}_{AB} = \int_{\widehat{AB}} I\,d\bar{r} \times \bar{B} = I\,d\bar{r}_1 \times \bar{B} + I\,d\bar{r}_2 \times \bar{B} + I\,d\bar{r}_3 \times \bar{B} + \ldots = I\left(d\bar{r}_1 + d\bar{r}_2 + d\bar{r}_3 + \ldots\right) \times \bar{B}$$




$$\bar{F}_{AB} = I\left[\int_{\widehat{AB}} d\bar{r}\right] \times \bar{B} = \boxed{I\,\bar{AB} \times \bar{B}}$$

donde $\bar{F}_{AB}$ es la fuerza magnética resultante del tramo AB.