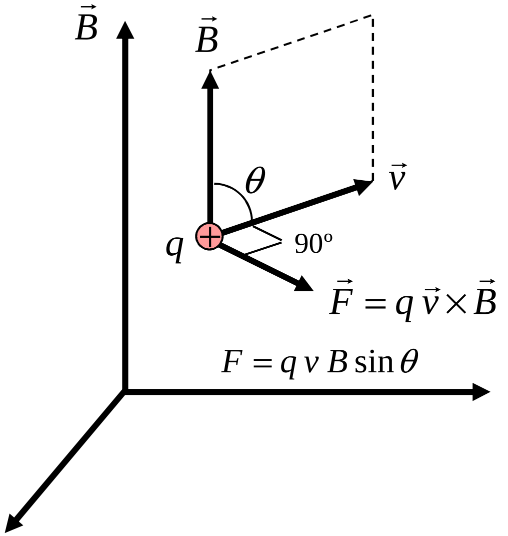
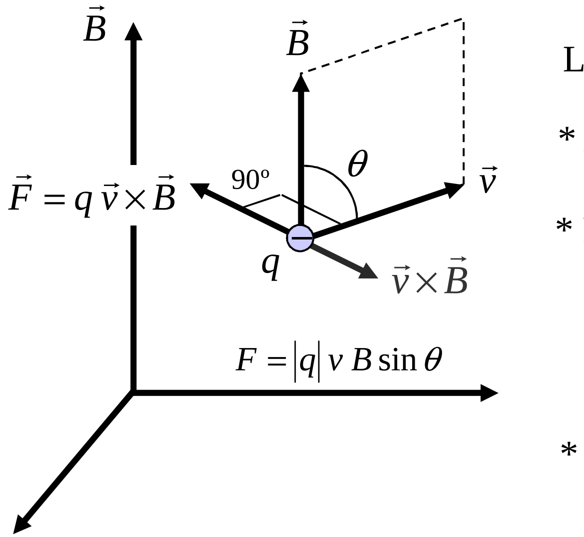
AJB

Lecciones de Física

RESUMEN CAMPO MAGNÉTICO

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA EN MOVIMIENTO



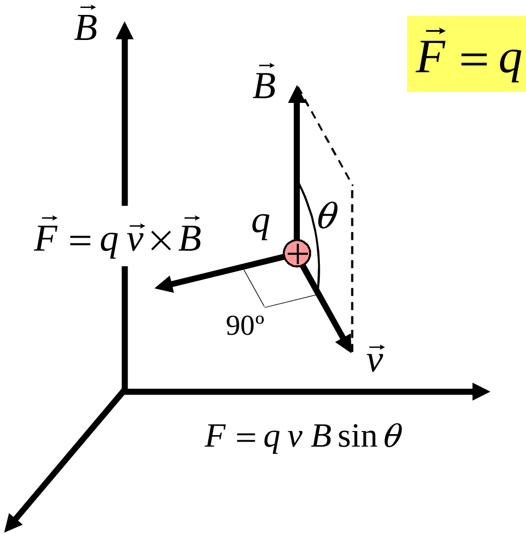


La fuerza magnética:

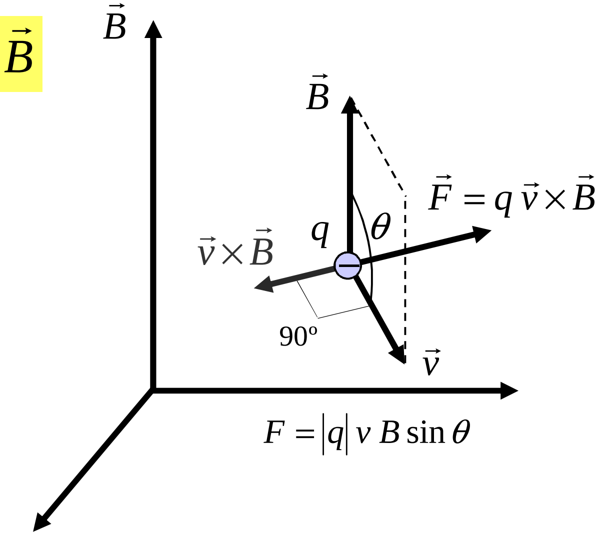
* Actúa sobre cargas en **movimiento**

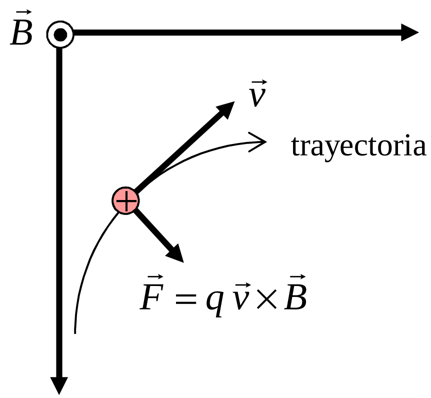
* Perpendicular al plano determinado por velocidad y campo magnético

* Actúa como fuerza centrípeta (cambia la dirección del vector velocidad, no su módulo)

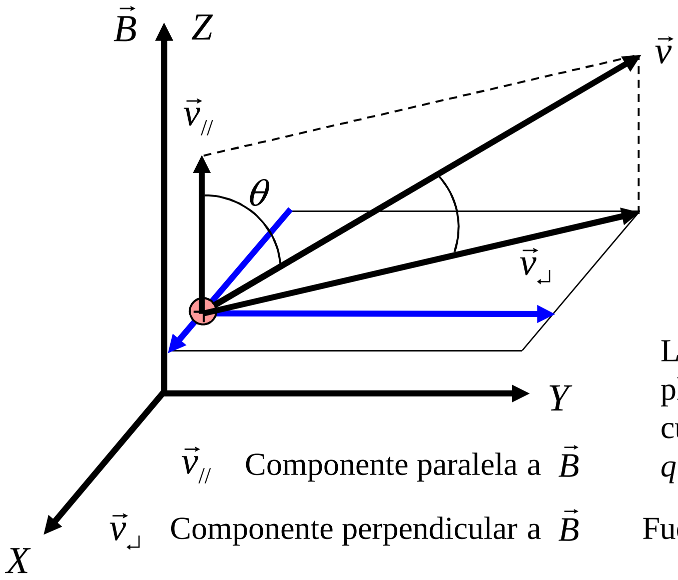


$$\vec{F} = q\,\vec{v} \times \vec{B}$$





FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA EN MOVIMIENTO (II)



$\vec{v}_{//}$ Componente paralela a $\vec{B}$

$\vec{v}_{\lrcorner}$ Componente perpendicular a $\vec{B}$

$$\vec{F} = q\,\vec{v}\times\vec{B} = q\,(\vec{v}_{//} + \vec{v}_{\lrcorner})\times\vec{B}$$

$$\boxed{\vec{F} = q\,\vec{v}_{\lrcorner}\times\vec{B}}$$

$$\left.\begin{aligned} \left|\vec{v}_{//}\times\vec{B}\right| &= q\,v_{//}\,B\sin 0^{\circ} = 0 \\ \left|\vec{v}_{\lrcorner}\times\vec{B}\right| &= q\,v_{\lrcorner}\,B\sin 90^{\circ} = q\,v_{\lrcorner}\,B \end{aligned}\right\}$$

Véase que $v_{\lrcorner} = v\sin\theta$

$$\boxed{F = q\,v_{\lrcorner}\,B\sin 90^{\circ} = q\,v\,B\sin\theta}$$

La trayectoria proyectada en plano XY es una órbita circular cuyo radio depende de la carga q y de la masa m de la partícula.

Fuerza magnética = Fuerza centrípeta

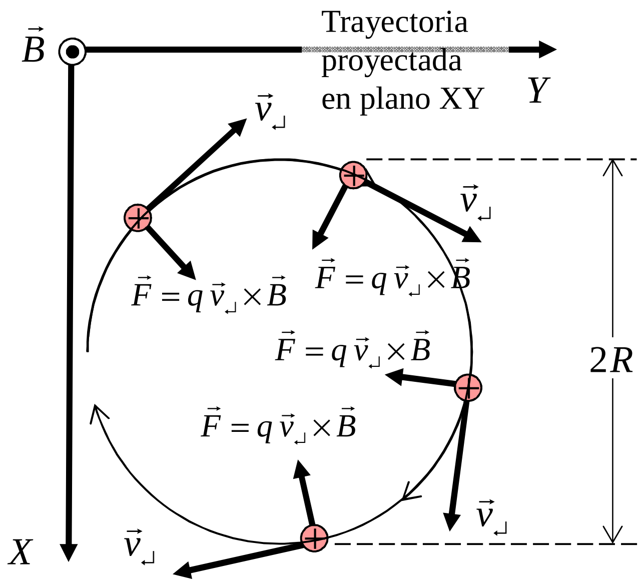
$$\boxed{q\,v\,B\sin\theta = m\frac{v^2}{R}}$$

$$\boxed{R = \frac{m\,v}{q\,B\sin\theta}}$$

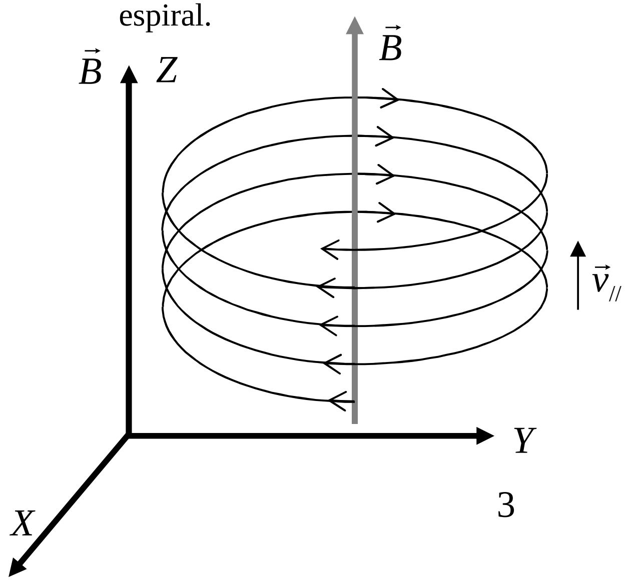
Periodo de la órbita

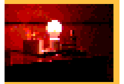
$$T = \frac{2\pi\,R}{v} = \frac{2\pi\,m}{q\,B\sin\theta}$$

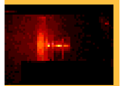
$$(\sin\theta \neq 0)$$

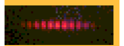


Trayectoria de la partícula cargada en el campo magnético: mientras que la componente perpendicular de la velocidad hace que describa una órbita circular, la componente paralela introduce una deriva que transforma la trayectoria en una espiral.



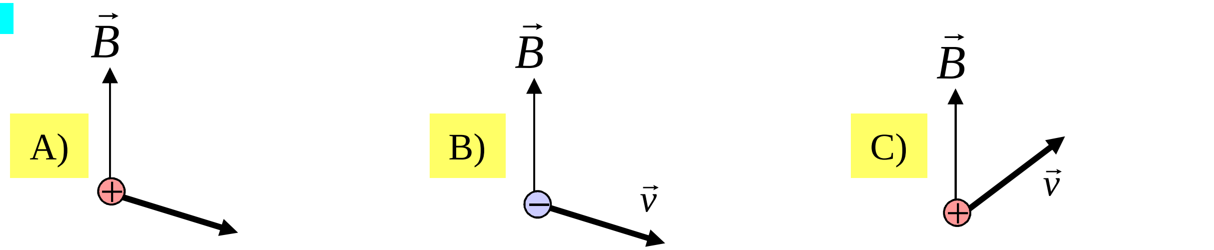


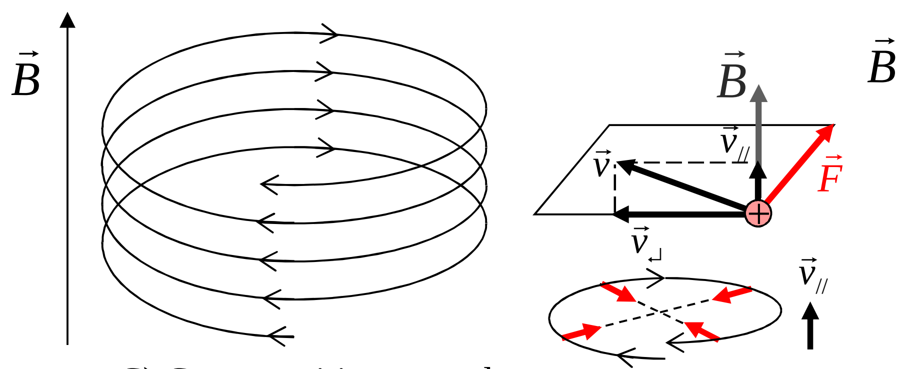




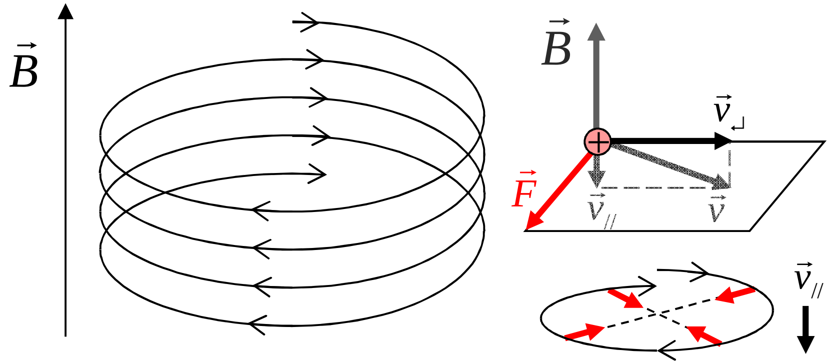
FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CARGA EN MOVIMIENTO (III)

Una carga se mueve en un campo magnético. Asocie cada trayectoria con el esquema A, B, C o D correspondiente.

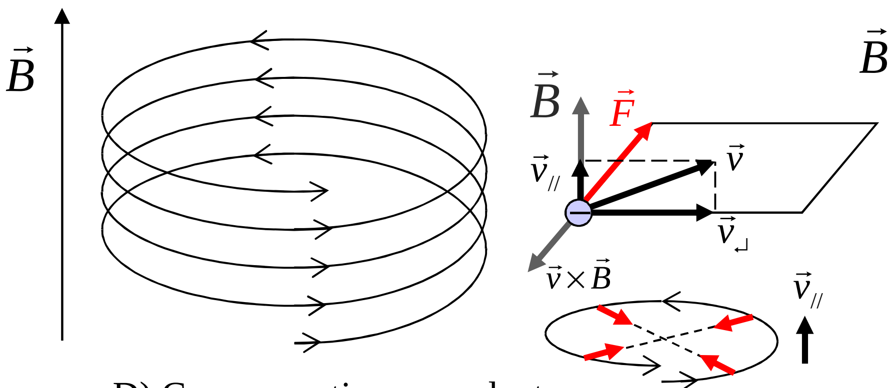




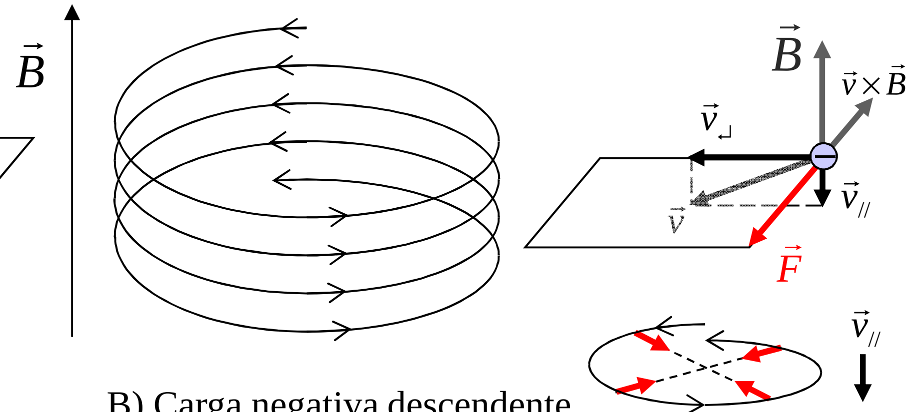
C) Carga positiva ascendente



A) Carga positiva descendente



D) Carga negativa ascendente



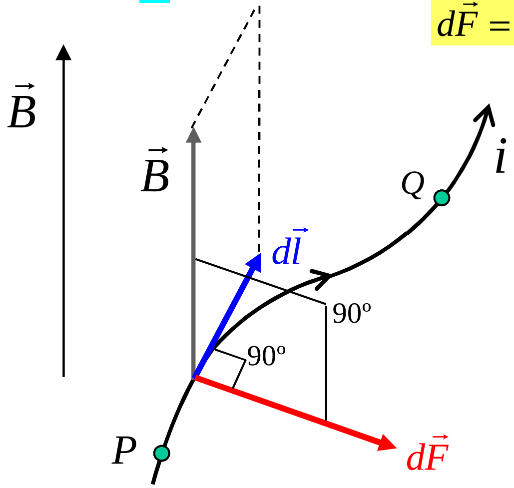
B) Carga negativa descendente

AJB Lecciones de Física

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UNA CORRIENTE

Fuerza sobre un elemento de corriente

$$d\vec{F} = i\, d\vec{l} \times \vec{B}$$



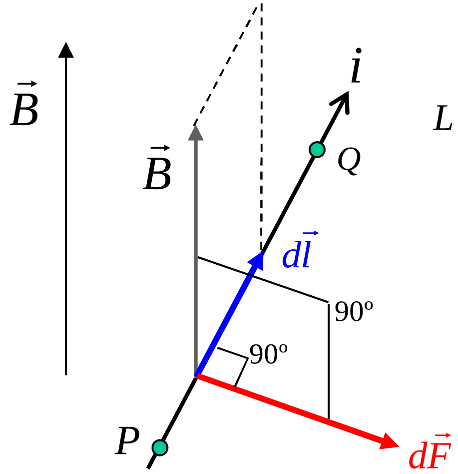
Fuerza sobre un tramo conductor

$$\vec{F} = \int_P^Q i\, d\vec{l} \times \vec{B} \quad (\text{línea})$$

Fuerza sobre corriente rectilínea

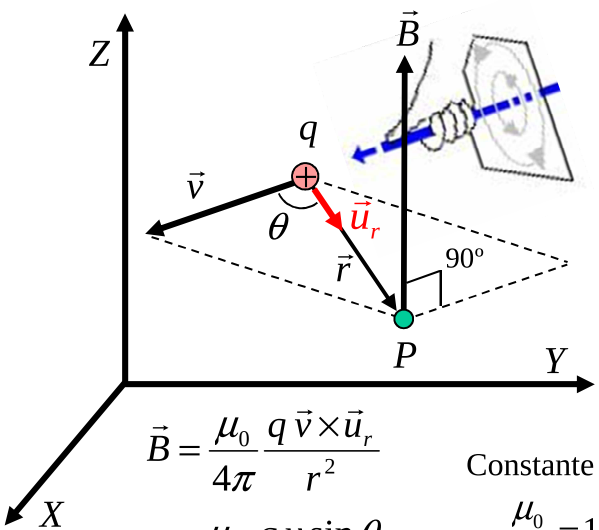
$$\vec{F} = i\, \vec{L} \times \vec{B}$$

L es la distancia $\overline{PQ}$



CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CARGA MÓVIL

Campo creado en un punto arbitrario *P*



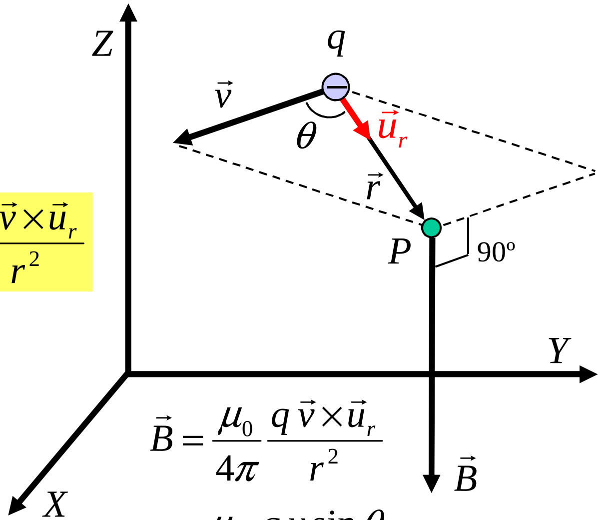
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,\vec{v}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,\vec{v}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,v\sin\theta}{r^2}$$

Constante magnética

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\ \text{H/m}$$



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,\vec{v}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

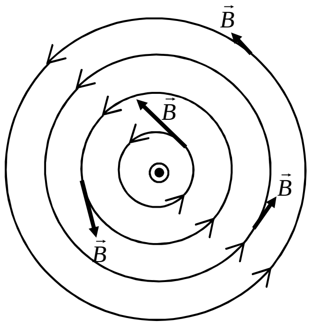
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\,v\sin\theta}{r^2}$$

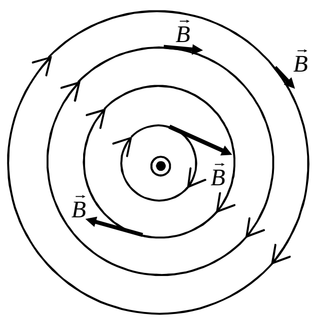
Si $q > 0$, el sentido del campo magnético es el mismo que el del producto $\vec{v}\times\vec{u}_r$

Si $q < 0$, el sentido del campo magnético es opuesto al del del producto $\vec{v}\times\vec{u}_r$

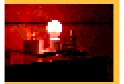
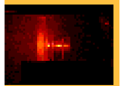
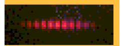
CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CARGA QUE VIAJA HACIA FUERA DEL PLANO DEL PAPEL

Carga positiva



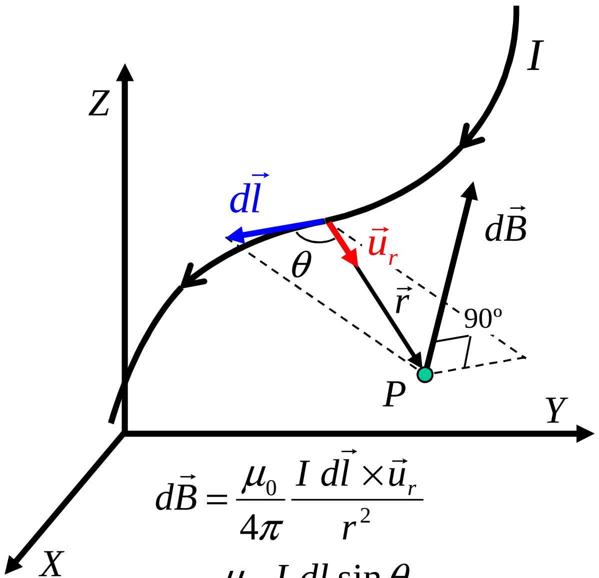


Carga negativa

CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CORRIENTE (I)

Contribución $d\vec{B}$ de cada elemento de corriente $I\,d\vec{l}$ al campo magnético en P



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

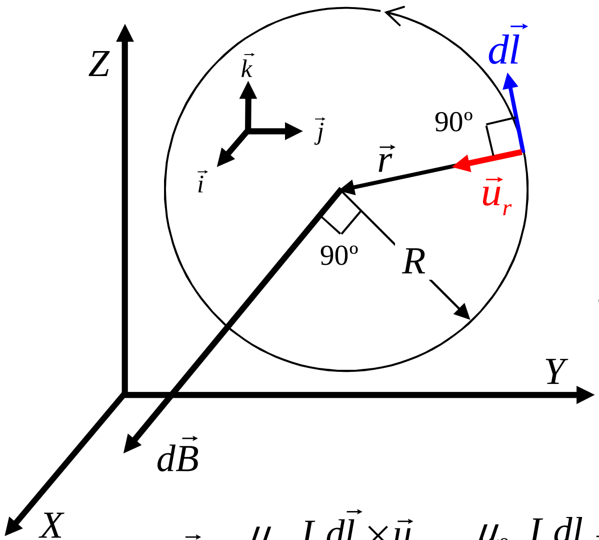
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl\sin\theta}{r^2}$$

Campo magnético en *P:*
Ley de Biot y Savart

$$\vec{B} = \int_L d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_L \frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2}$$

El subíndice *L* de la integral se refiere a la longitud total del conductor que transporta la corriente.

Ejemplo: cálculo del campo magnético en el centro de una espira conductora de radio *R* situada sobre el plano *YZ*, que transporta una corriente *I* en sentido antihorario.



1) Véase que $d\vec{l} \perp \vec{u}_r$

2) Todos los elementos $d\vec{B}$ son $\perp$ a *YZ*

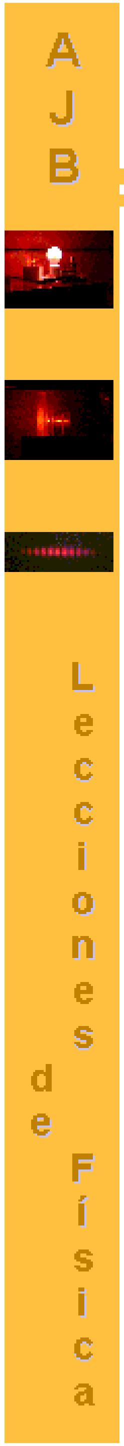
3) $d\vec{l}\times\vec{u}_r = dl\cdot\vec{i}$

4) El módulo de todos los elementos $d\vec{B}$ es el mismo, pues el radio *R* es constante.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\,dl}{R^2}\vec{i}$$

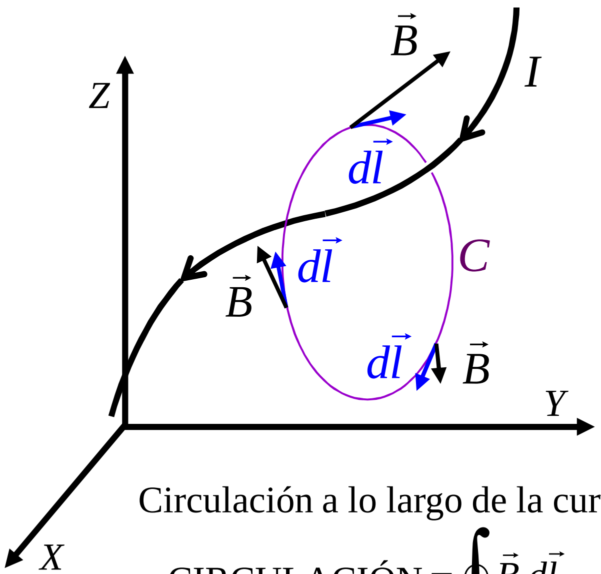
$$\vec{B} = \int_L d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_L \frac{I\,d\vec{l}\times\vec{u}_r}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_L \frac{I\,dl\,\vec{i}}{R^2} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R^2}\vec{i}\,\underbrace{\boxed{\int_L dl}}_{2\pi R}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R}\vec{i}$$



CAMPO MAGNÉTICO CREADO POR UNA CORRIENTE (II)

Ley de Ampère. Enunciado:
La circulación del campo magnético a lo largo de una curva cerrada es proporcional a la corriente <u>neta</u> que atraviesa cualquier superficie delimitada por la curva.



Circulación a lo largo de la curva C

$$\text{CIRCULACIÓN} = \oint_C \vec{B}\, d\vec{l}$$

Indica curva cerrada

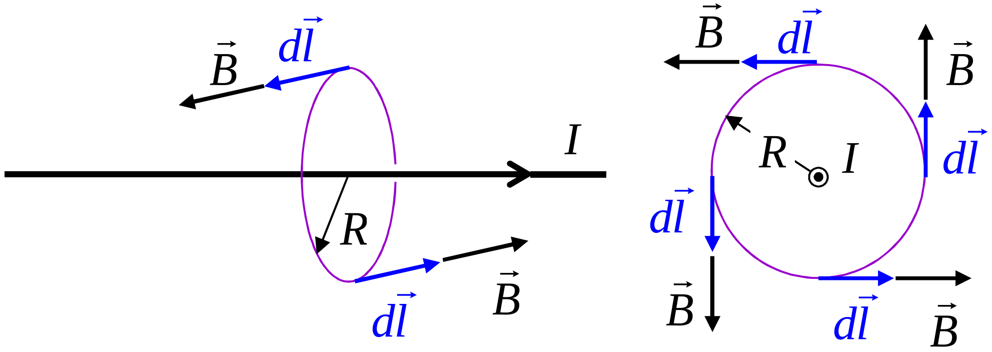
Ley de Ampère. Formulación matemática:

$$\boxed{\oint_C \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0\, I}$$

I se refiere a la corriente <u>neta</u> que atraviesa cualquier superficie delimitada por la curva cerrada C.

La ley de Ampère resulta de utilidad para el cálculo del campo magnético que gocen de apropiadas condiciones de simetría.

Ejemplo: cálculo del campo magnético alrededor de un conductor rectilíneo indefinido que transporta la corriente I.



Sobre cualquier circunferencia de radio R concéntrica con el conductor, el módulo del campo magnético será el mismo, ya que todos los puntos de la circunferencia se encuentran a igual distancia de los elementos de corriente que constituyen las fuentes del campo magnético. Además, existen tantos elementos de corriente a un lado como a otro del plano determinado por la superficie del círculo delimitado por la circunferencia, luego el campo magnético debe estar contenido por simetría en el plano de dicho círculo, y debe ser paralelo al elemento de longitud tangente a la circunferencia.

$$\oint_C \vec{B}\, d\vec{l} = \oint_C B\, dl \cos 0^{\circ} = B \oint_C dl = B \cdot 2\pi R = \mu_0\, I$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0\, I}{2\pi R}}$$

Dirección tangente