

Fuentes de Campo magnético

Juan Pablo Guerrero Escudero

26 may, 2024

Campo magnético por una carga en movimiento

El campo magnético \vec{B} es generado por una partícula en movimiento, y su dirección siempre es perpendicular al plano formado entre los vectores \vec{v} y \vec{r} , que es el vector de desplazamiento desde el punto de la carga en movimiento, hasta el punto donde se busca encontrar el campo magnético. En la línea donde corre con velocidad constante la carga en movimiento, el campo magnético es 0. Además, se puede encontrar la dirección de las líneas de campo magnético con la regla de la mano derecha, al apuntar el pulgar hacia la dirección de \vec{v} , y al cerrar los dedos estos nos dicen la dirección de las líneas de campo magnético. En el siguiente diagrama se ilustra de mejor manera:

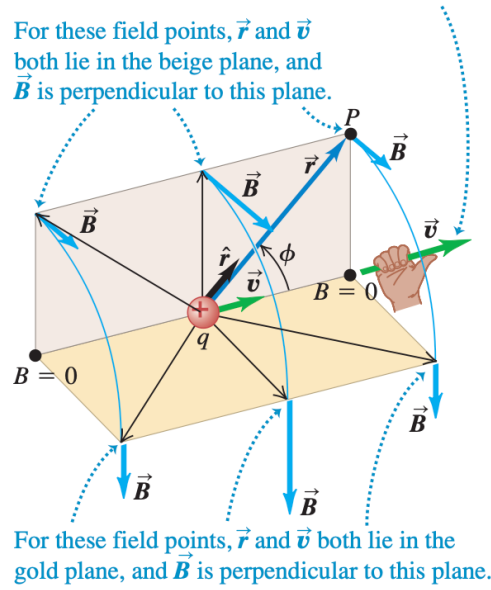


Figura 1: Diagrama campo magnético generado por una carga positiva en movimiento

La fórmula experimental para encontrar el campo magnético generado por una carga positiva en un punto P es:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} \right) \quad (1)$$

Y para encontrar su magnitud

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{|q| * v * \sin \phi}{r^2} \right) \quad (2)$$

En la fórmula anterior, ϕ representa el ángulo de separación entre \vec{v} y \hat{r} , $K_m = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} Tm/A$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$ y el campo magnético se maximiza cuando $\phi = 90$ porque $\sin(90) = 1$, es decir, en el plano perpendicular al plano de \vec{v} y \hat{r} . Por último, si la carga es negativa, la dirección de \vec{B} es opuesta a la dirección que iría siendo carga positiva.

Campo magnético por una línea de corriente

Ahora, si tenemos una corriente, el campo magnético total es la suma vectorial de cada carga dentro del conductor, o sea una suma de cargas pequeñas. Por lo tanto podemos usar diferenciales para esto. Calculamos el campo magnético producido por un $d\vec{l}$ o una parte pequeña del conductor. Su volumen es $A * dl$ donde A es el área cross-sectional de la figura. Ahora, las cargas en movimiento equivalen a un dQ , y por lo tanto obtenemos la Ley de Biot-Savart, que dice:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 * I}{4\pi} \left(\frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \right) \quad (3)$$

Y su magnitud se calcula

$$dB = \frac{\mu_0 * I}{4\pi} \left(\frac{dl \sin \phi}{r^2} \right) \quad (4)$$

A continuación se muestra un diagrama general de la situación cuando se tiene un campo magnético generado por una línea de corriente:

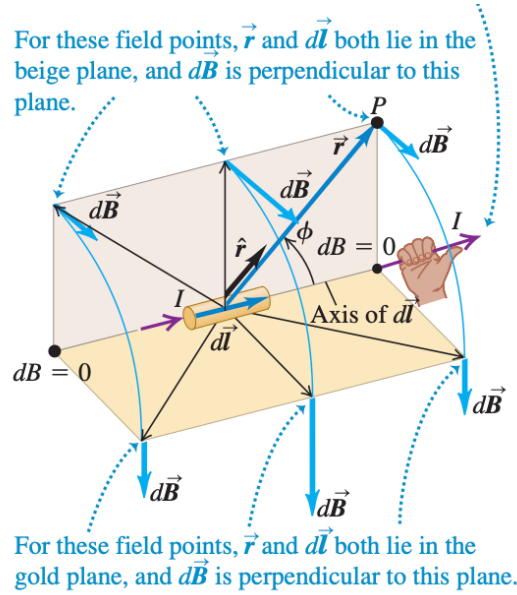


Figura 2: Diagrama campo magnético generado por una línea de corriente

En la ecuación anterior, el campo magnético es perpendicular al plano formado por $d\vec{l}$ y \hat{r} , donde $d\vec{l}$ tiene la misma dirección que la corriente en el conductor. Las fórmulas 3 y 4 se llaman Ley de Biot-Savart, y se puede usar para encontrar el campo magnético \vec{B} en cualquier punto en el espacio debido a la corriente en un circuito. Para encontrar el campo magnético total \vec{B} , integramos todos los segmentos $d\vec{l}$, es decir $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\int \frac{I * d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \right)$.

Si buscamos obtener el campo magnético en un punto P por un conductor delgado con corriente, usamos la siguiente fórmula:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \hat{k} \quad (5)$$

En donde a es la distancia perpendicular desde el conductor hasta el punto P , y θ_1 es el ángulo entre el conductor y el vector \hat{r} en el punto inicial P_i y θ_2 es el ángulo entre el conductor y el punto final P_f . Después, para encontrar el campo magnético en una línea de carga infinita, usamos la fórmula

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (6)$$

Y esa fórmula sirve para encontrar el campo magnético en todos los puntos de un círculo de radio r alrededor de un conductor recto infinito.