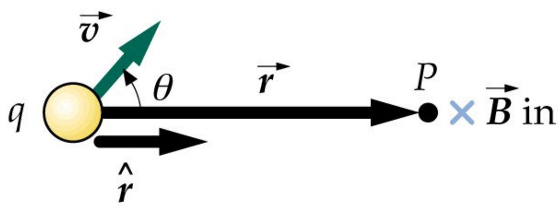
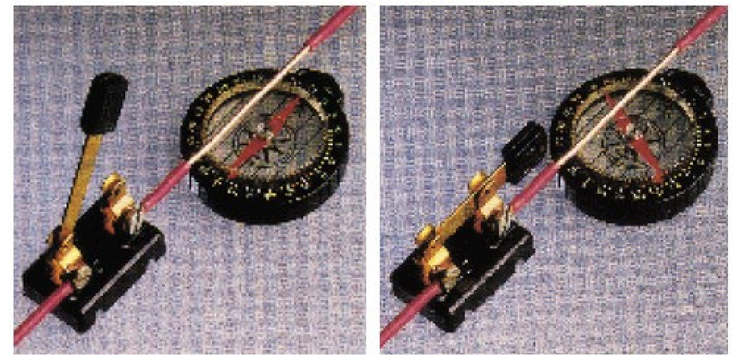
Campo Magnético

Lei de Biot-Savart



Experimento de Oersted

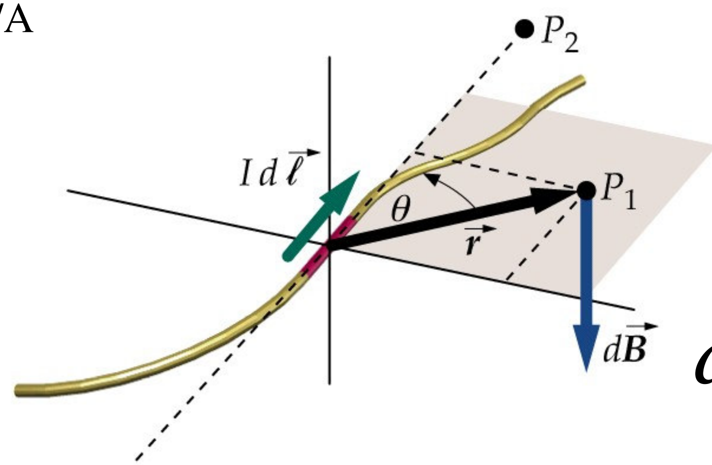


$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

Onde $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A

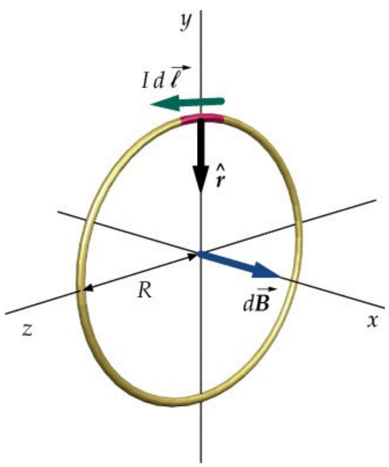
$$\vec{F} = (I\vec{l} \times \vec{B})$$

$$d\vec{F} = (Id\vec{l} \times \vec{B})$$



$$d\vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Campo Magnético em espiras

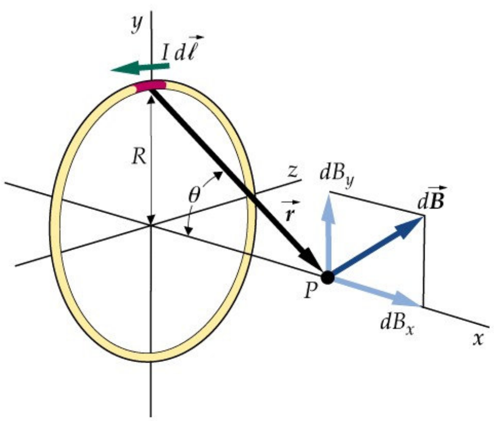


$$d\vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2} \Rightarrow dB = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$$

Com θ= 90°

$$B = \int dB = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{R^2}\oint dl \Rightarrow B = \frac{\mu_o I}{2R}$$

para qualquer ponto do eixo: $dB = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Idl}{(x^2+R^2)}$



$$dB_x = dB\sin\theta = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Idl}{(x^2+R^2)}\frac{R}{\sqrt{x^2+R^2}}$$

$$B_x = \oint dB_x = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{IR}{(x^2+R^2)^{3/2}}\oint dl$$

$$B_x = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi R^2 I}{(x^2+R^2)^{3/2}}$$

$$B_y = 0$$

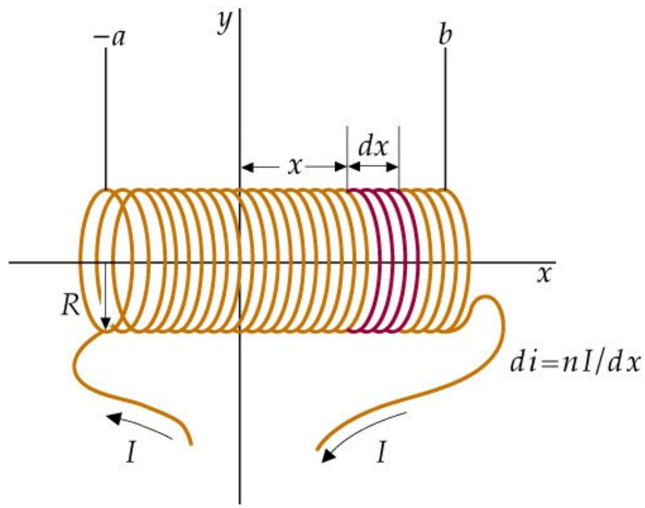
$$B_z = 0$$

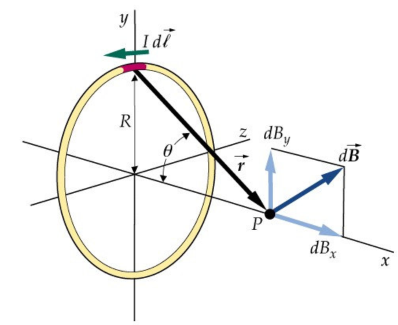
Campo Magnético em um solenóide

Densidade de espiras n=N/L

Em um pedaço dx do solenóide existem ndx espiras e portanto a corrente total por este trecho do solenóide é nIdx

Assim, a contribuição deste trecho para o campo magnético na origem é

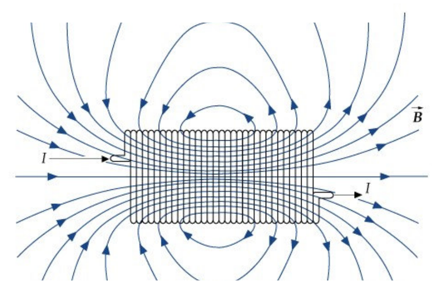




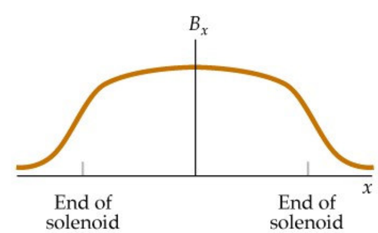
$$B_x = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{2\pi R^2 I}{(x^2+R^2)^{3/2}}$$

$$dB_x = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi R^2 nIdx}{(x^2+R^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \quad B_x = \frac{\mu_0}{4\pi}2\pi R^2 nI\int_{-a}^{b}\frac{dx}{(x^2+R^2)^{3/2}}$$



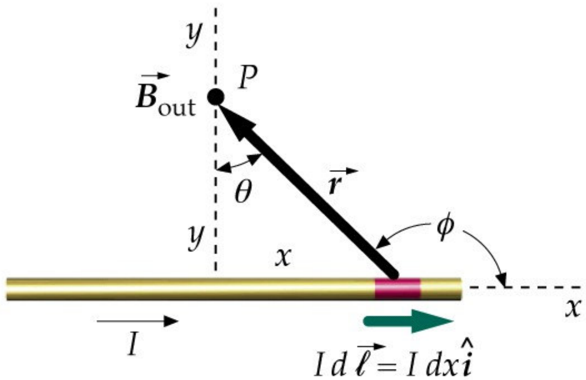
$$B_x = \frac{1}{2}\mu_0 nI\left(\frac{b}{(b^2+R^2)^{1/2}}+\frac{a}{(a^2+R^2)^{1/2}}\right)$$



Para a, b >> R

$$B_x = \mu_0 nI$$

Campo Magnético produzido por um fio reto



$$d\vec{B} = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$$

Mas, como a contribuição de todos os elementos dl têm a mesma direção e sentido, podemos usar a forma escalar

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idx}{r^2}\sin\phi = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idx}{r^2}\cos\theta$$

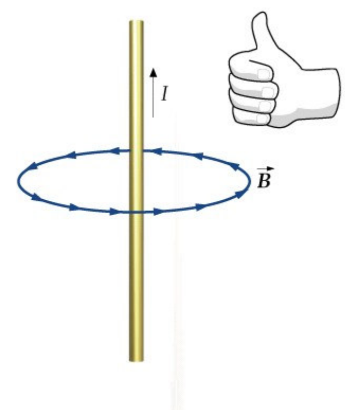
Usando-se

$$\begin{cases} x = ytg\theta \\ dx = \dfrac{r^2}{y}d\theta \end{cases}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{y}\cos\theta d\theta$$

$$B = \int_{-\theta_1}^{\theta_2}\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{y}\cos\theta d\theta$$

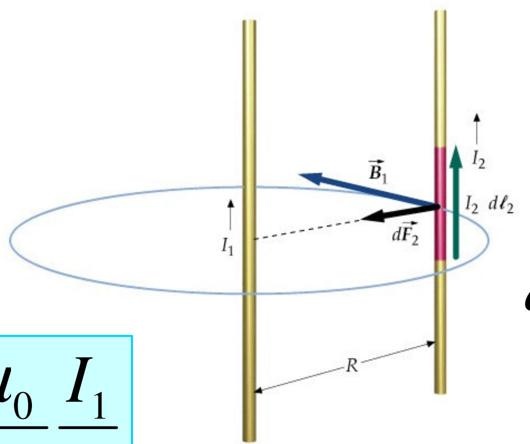
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{R}(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$$



Para fio infinito

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

Força magnética entre fios paralelos



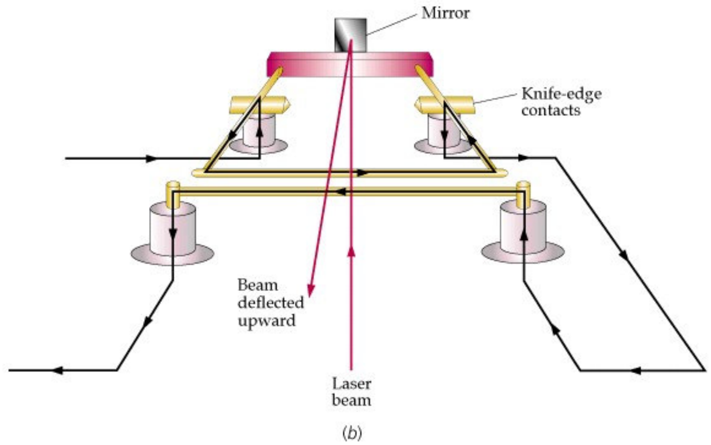
$$B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I_1}{R}$$

$$d\vec{F}_2 = \left| I d\vec{l}_2 \times \vec{B}_1 \right|$$

$$dF_2 = I_2 dl_2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R}$$

$$\frac{dF_2}{dl_2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R}$$

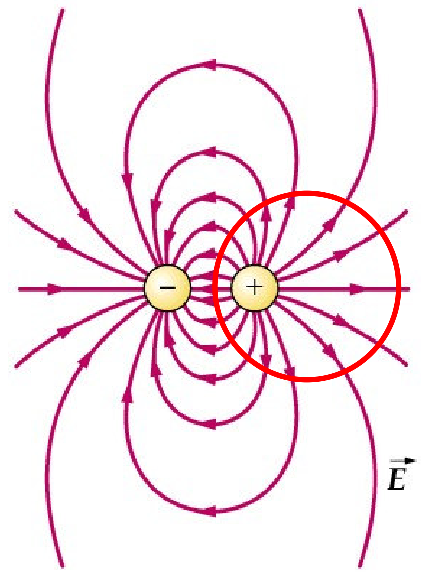
Balança de Corrente



Definição de Ampère (A)
Um ampère é a corrente que, quando mantida em dois condutores retos e paralelos, de comprimento infinito e seção reta desprezível, colocados a uma distância de um metro no vácuo, produz uma força de 2x10-7 N/m entre os dois condutores.

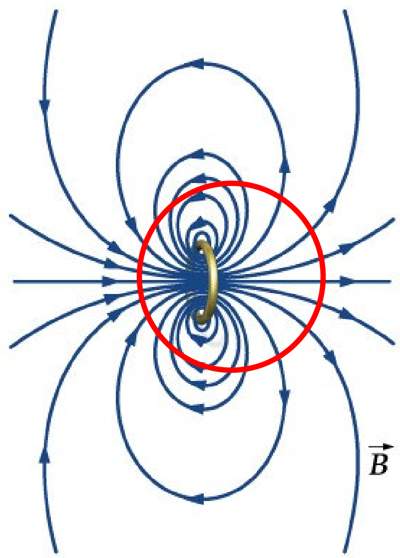
Lei de Gauss para o campo elétrico

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$



Lei de Gauss para o campo magnético

$$\Phi_B = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$



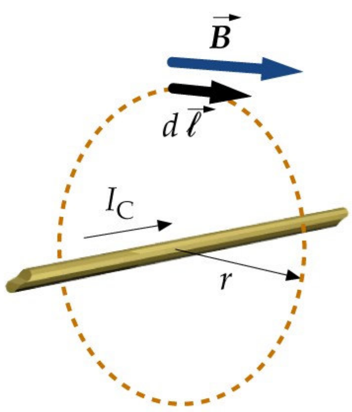
Não existe monopólos magnéticos.
As linhas de campo magnético são fechadas.

Lei de Ampère (Lei da Circuitação de Ampère)

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$

Onde C é qualquer caminho fechado.

Campo Magnético produzido por um fio reto

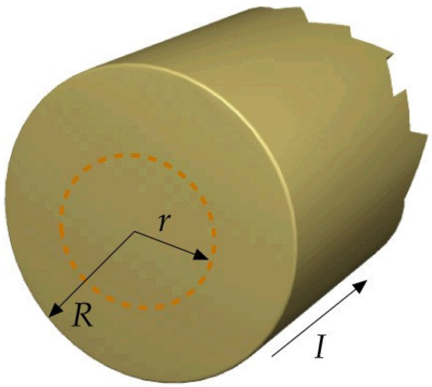


$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = B\oint_C dl = \mu_0 I_C$$

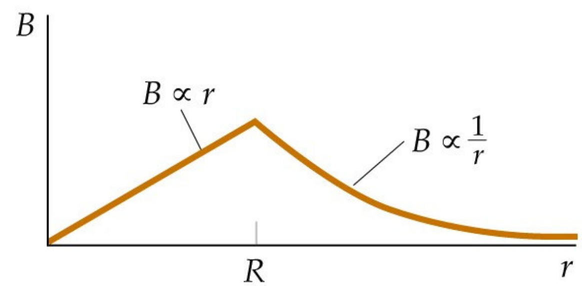
$$B(2\pi r) = \mu_0 I_C$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{r}$$

Campo Magnético produzido no interior de um fio reto



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$



$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \oint_C dl = B 2\pi r = \mu_0 I_C$$

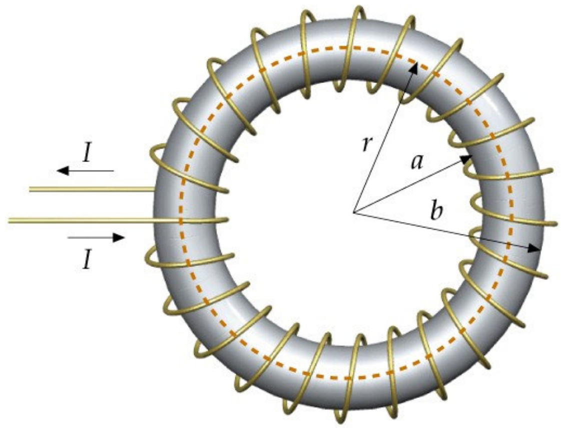
$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_C}{r}$$

Para r < R

$$I_C = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} I$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{(r^2 / R^2) I}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{rI}{R^2}$$

Campo Magnético produzido por um toróide



$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$

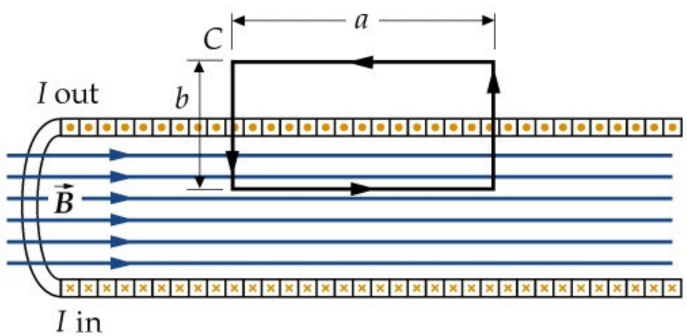
$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = B\oint_C dl = B2\pi r = \mu_0 I_C = \mu_0 NI$$

$$\Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{NI}{r}$$

E para r < a ou r > b

$$B = 0$$

Campo Magnético produzido por um solenóide



$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$

Onde, n= N/L

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = B\oint_C dl = Ba = \mu_0 I_C = \mu_0 naI$$

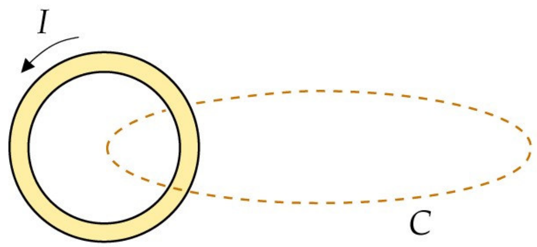
Para L >> R

$$B = \mu_0 nI$$

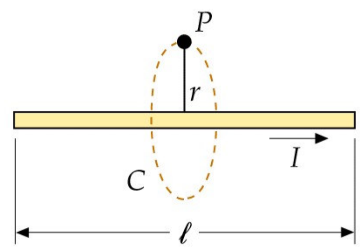
Campo magnético uniforme dentro do solenóide (exceto nas extremidades)

Limitações da Lei de Ampère

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$



B não é constante

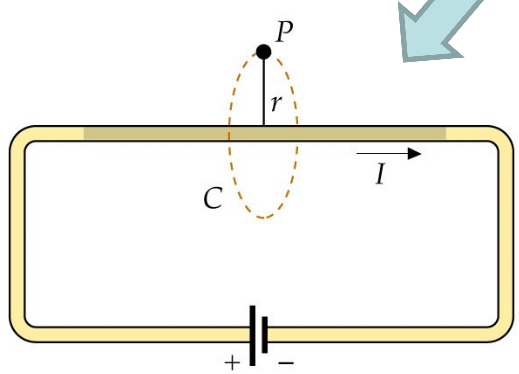


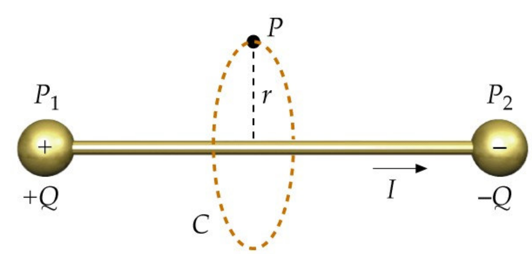
B é constante, mas . . .

Outros ramos perturbam os cálculos

Ou

A corrente não forma um circuito fechado





Lei de Ampère

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C$$

Equivalente à Lei de Ampère para o Campo Elétrico

$$\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = \Delta V_C = 0$$ (Regra das malhas de Kirchoff)