

Física Geral II : AARE

12 de maio de 2021

Conteúdo

1 Campo magnético

- Introdução

2 Efeito Hall e Magnetoresistência

Campo magnético

Existem diferentes aplicações do campo magnético. Alguns exemplos são: imã de geladeira, DVD players, disco rígido de um computador, magnetos presentes nos alto-falantes, motor, etc.

$$\vec{E}$$

É produzida por uma carga elétrica. Existe o monopolo, a carga individual.

$$\vec{B}$$

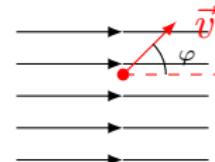
É esperado que seja também produzida por uma carga magnética. Até o momento não foi encontrado o monopolo magnético

Produção do campo magnético

- Pela corrente em um fio, produz um eletroímã;
- Causado por uma partícula elementar como o elétron.

$$B = \frac{F_B}{|q|v}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q}$$



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

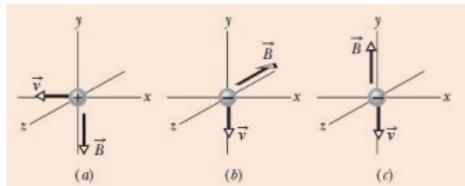
Unidade de campo magnético

$$1 \text{ tesla} = 1 \text{ T} = 1 \frac{\text{newton}}{(\text{coulomb})(\text{metro/segundo})}$$

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{Cs}^{-1} \text{m}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

Atuação do campo magnético

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

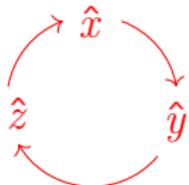


Para onde está a força?

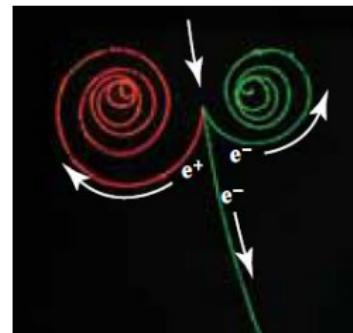
$$\hat{x} \times \hat{y} = \hat{z}$$

$$\hat{y} \times \hat{z} = \hat{x}$$

$$\hat{z} \times \hat{x} = \hat{y}$$

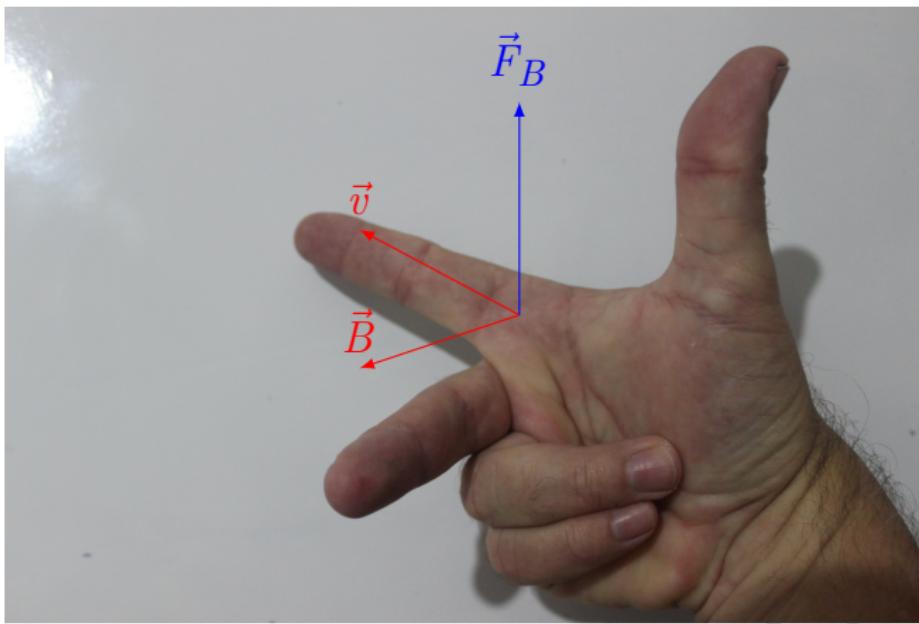


Considerando que pósitron e elétron se movimentando no plano da imagem apresentada. Em que direção e sentido está o campo magnético?



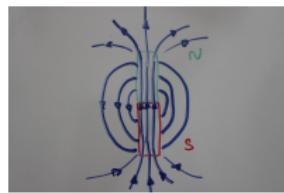
Regra da mão direita

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



Linhas de campo magnético

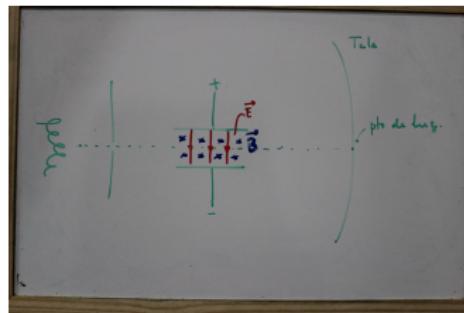
A figura mostra as linhas de campo de uma pequeno ímã (forma de pequena barra, bússola). As linhas de campo magnético saem do norte e entram no sul, passando pelo meio ímã.



Colocando dois ímãs juntos, os polos opostos se atraem. O norte geográfico da Terra é o sul magnético.

Campos cruzados

Quando \vec{E} e \vec{B} são perpendiculares, denominados de campos cruzados. Experimento de J.J. Thomson na Universidade de Cambridge → descoberta do elétron.



$$\vec{F}_E + \vec{F}_B = 0 \Rightarrow qE = qvB$$

Deflexão causada pelo campo elétrico.

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2ay \rightarrow y = \frac{v_y^2}{2a}$$

$$v_y = a \cdot t = a \frac{L}{v}$$

$$y = \frac{a^2 L^2}{2av^2} = \frac{|q|EL^2}{2mv^2}$$

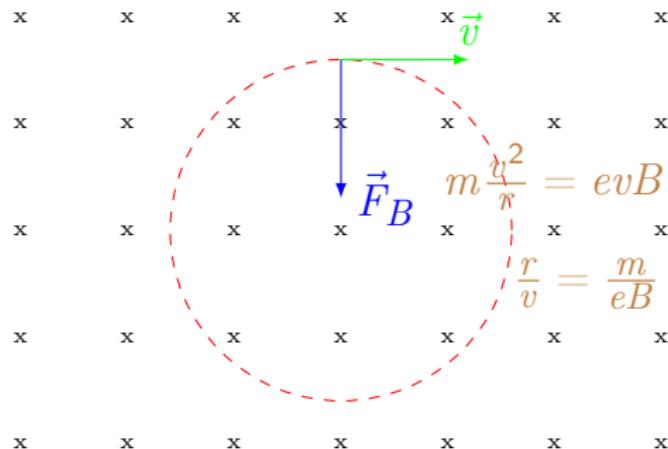
A velocidade v é determinada para condição que as forças se cancelam ($\vec{F}_E + \vec{F}_B = 0$):

$$v = \frac{E}{B}$$

Logo: $\frac{m}{|q|} = \frac{B^2 L^2}{2yE}$

Corrente circular

Para a condição abaixo, sendo a aceleração igual v^2/r , o elétron terá um movimento circular uniforme.



O período será dado por: $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \frac{m}{eB} \Rightarrow \omega = \frac{eB}{m}$

Força magnética no fio

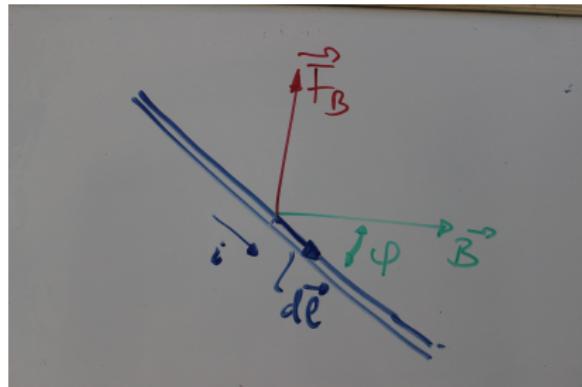
Se a corrente é quantidade de cargas que passa por unidade de tempo no fio, $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q}{t}$. Sendo v_d a velocidade de dreno de elétrons, uma quantidade dq de elétrons percorre a distância $dl = v_d dt$, então a corrente será dada por:

$$dq = idt = i \frac{dl}{v_d}$$

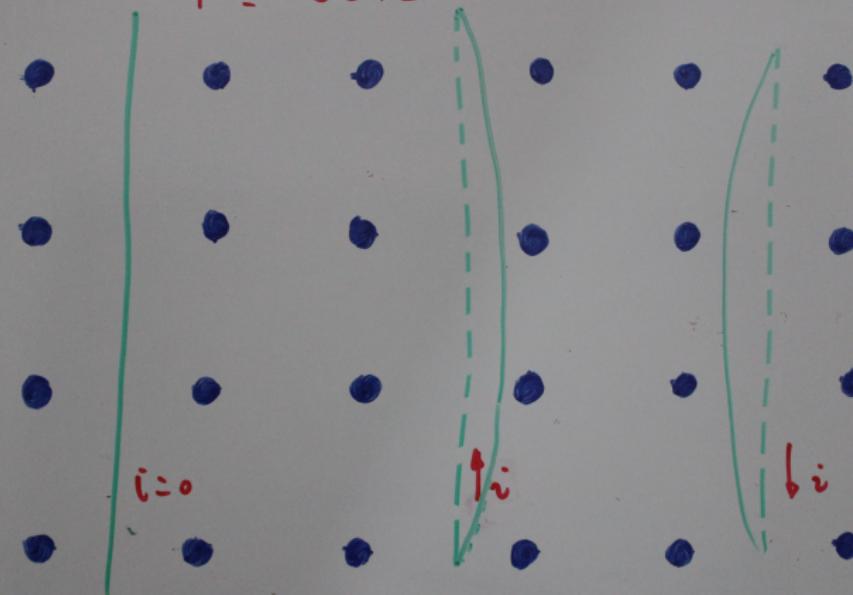
$$dq \vec{v}_d = id\vec{l}$$

$$d\vec{F}_B = dq\vec{v}_d \times \vec{B} = id\vec{l} \times \vec{B}$$

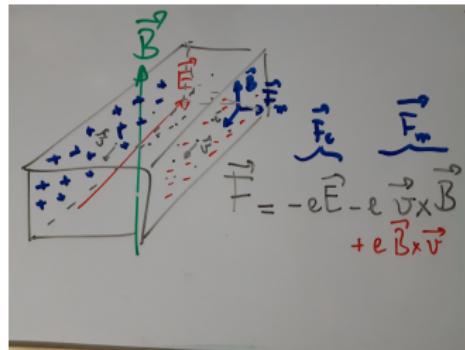
$$|d\vec{F}_B| = i |d\vec{l}| |\vec{B}| \sin(\varphi)$$



$$\vec{F} = -e \vec{v} \times \vec{B}$$



Efeito Hall e Magnetoresistência

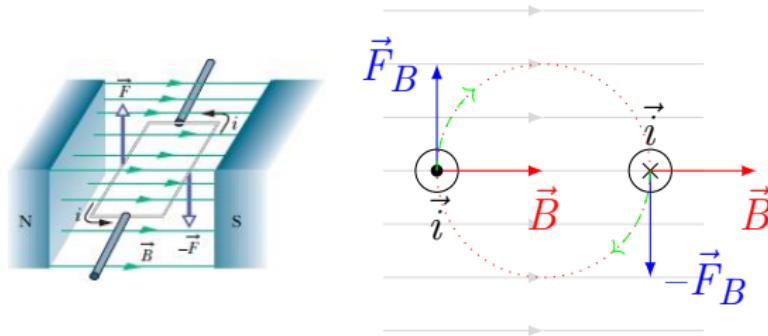


$$\text{Campo Hall} \rightarrow E_y = vB_0$$

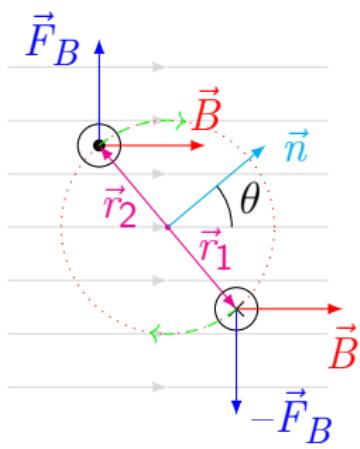
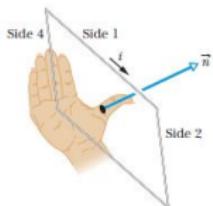
O efeito da corrente inicialmente ser desviada aumenta a probabilidade de colisão, representando assim um tipo de resistência ao movimento dos elétrons. Essa resistência é denominada de magnetoresistência

Torque em um loop de corrente

Cuidado com a corrente! Os elétrons caminham no sentido contrário do sentido convencional definido para corrente.



Torque e momento dipolo magnético



$$\vec{\tau} = \vec{r}_1 \times (-\vec{F}_B) + \vec{r}_2 \times \vec{F}_B$$

$$\vec{r}_1 = -\vec{r}, \text{ logo } \vec{r}_2 = \vec{r}$$

$$\vec{\tau} = 2\vec{r} \times \vec{F}_B = 2\vec{r} \times i\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = idl\vec{n} \times \vec{B} = i\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

onde: $\vec{\mu} = i\vec{A}$ é o momento dipolo magnético.

$$\tau = iAB\sin(\theta)$$

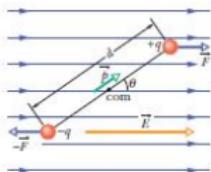
Campos elétrico e magnético

Campo elétrico

$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$



Campo magnético

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

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$U(\theta) = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

