MAGNETISMO

É o ramo da física que estuda os ímãs e suas propriedades.

ÍMÃS

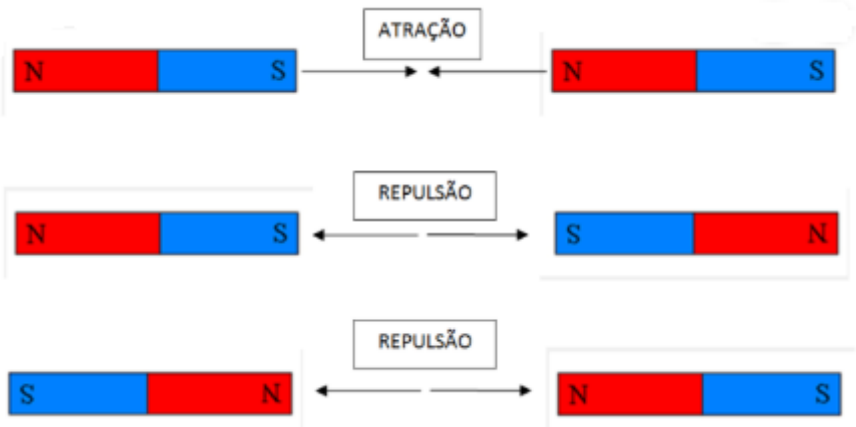
Ímã é um mineral, hoje denominado magnetita que tinha a propriedade de atração e repulsão de alguns materiais como o ferro e o bismuto.

Propriedades

- Um ímã apresenta dois polos que não podem ser separados.
- Quando livres, estes polos sempre apontam um para o norte terrestre e o outro para o sul terrestre. Por esta razão, os polos são chamados de norte e sul respectivamente.



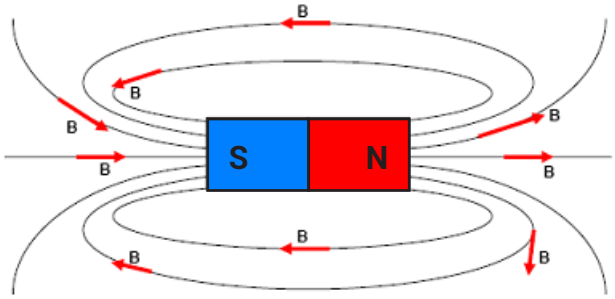
- Polos de mesmo tipo se repelem e polos de tipos diferentes se atraem.



CAMPO MAGNÉTICO

O ímã gera um campo magnético ao seu redor.

Campo Magnético de Ímã



Fonte: Serway - 2003

Assim como o campo gravitacional e elétrico, o campo magnético também é descrito por um vetor, chamado de vetor indução magnética, representado por $\vec{B}$. A visualização do vetor indução é mais fácil através das linhas de indução, sempre tangentes ao vetor indução magnética $\vec{B}$.

Veja as características das linhas de indução

- São sempre linhas fechadas: saem e voltam a um mesmo ponto;
- As linhas nunca se cruzam;
- Fora do ímã, as linhas saem do polo norte e se dirigem para o polo sul;
- Dentro do ímã, as linhas são orientadas do polo sul para o polo norte;
- Saem e entram na direção perpendicular às superfícies dos polos;
- Nos polos, a concentração das linhas é maior: quanto maior concentração de linhas, mais intensa será a indução magnética numa dada região.

Representações do Campo Magnético



Nesta representaçao vemos as extremidades das setas do vetor campo. O vetor aponta para o leitor.

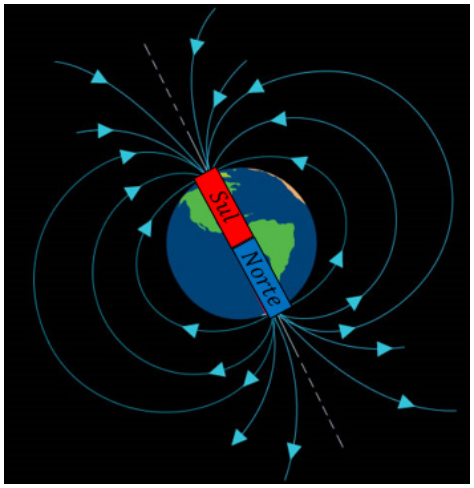


Nesta representação vemos os pontos de aplicação das setas do vetor campo. O vetor aponta para trás do papel.

Fonte:http://slideplayer.com.br/slide/10329301/

Campo Magnético Terrestre

Além dos ímãs, a Terra funciona como um grande ímã. E por isso, os ímãs na Terra se sentem atraídos para os seus polos.

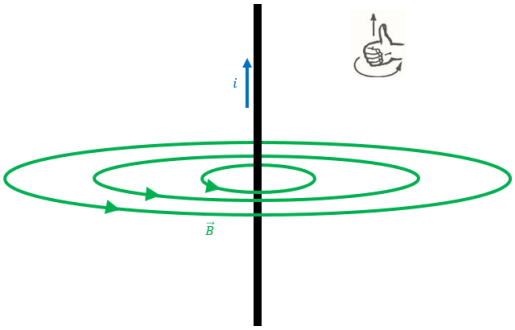


Próximo ao polo Norte geográfico temos o polo Sul Magnético e próximo ao polo Sul Geográfico temos o polo Norte Magnético.

ELETROMAGNETISMO

Por muitos anos, a eletricidade foi separada do magnetismo. Porém, depois de alguns experimentos, são descobertas relações entre os dois assuntos e assim é criado o que chamamos de Eletromagnetismo.

Campo Magnético de um Fio



É comprovado experimentalmente que um fio por onde passa uma corrente elétrica gera no ambiente ao seu redor um campo magnético que circunda o fio, dado pela regra da mão direita.

A intensidade do campo magnético B gerado depende da intensidade da corrente elétrica i que passa pelo fio, da distância r entre o fio e o ponto que se deseja saber a intensidade do campo e do meio μ (a grandeza μ é denominada permeabilidade absoluta do meio, unidade no S.I. $\frac{T.m}{A}\left(\frac{\text{tesla.metro}}{\text{ampère}}\right)$.

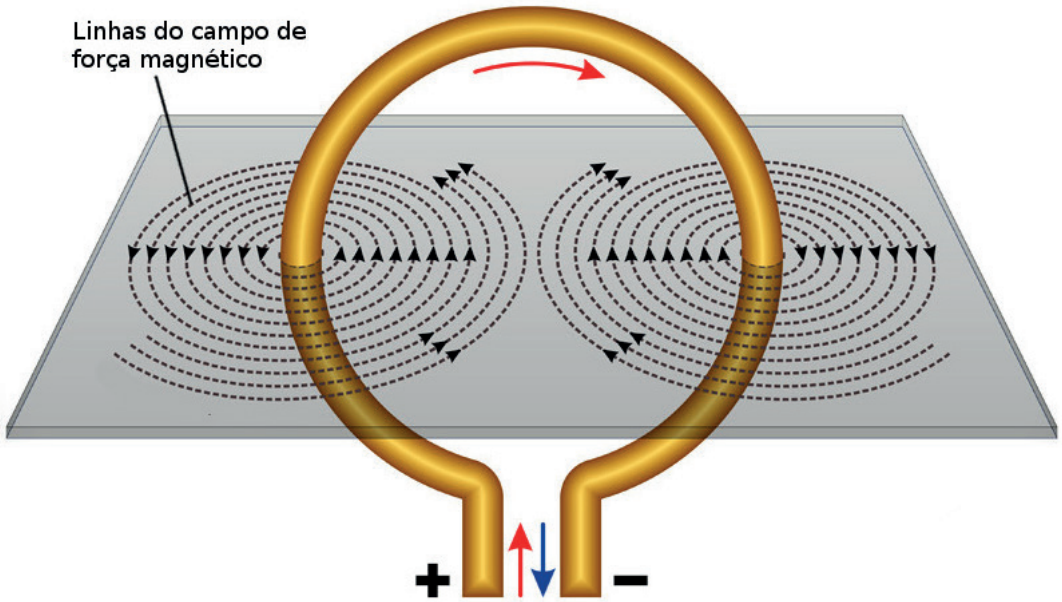
$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

No vácuo $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,Tm/A$

Campo Gerado por uma Espira Circular

Considere um fio, inicialmente retilíneo, sendo dobrado de modo que se estabeleça um formato circular, quando uma corrente elétrica de intensidade **i** percorrer esse fio, teremos um campo magnético gerado por uma corrente circular.

Um fio retilíneo produz um campo magnético que envolve a corrente elétrica, dobrando o fio o campo continuará envolvendo a corrente, veja:



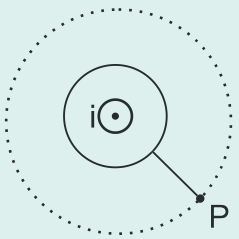
Perceba que as linhas do campo magnético ou linhas de campo de força magnética, formam curvas fechadas que envolvem a corrente elétrica.

A intensidade do campo magnético no centro da espira circular de raio r, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i, num meio de permeabilidade magnética μ, é dada:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot r}$$

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01. (EEAR 2017) Um fio condutor é percorrido por uma corrente i como mostra a figura.



Próximo ao condutor existe um ponto P, também representado na figura. A opção que melhor representa o vetor campo magnético no ponto P é:

a) 

b) 

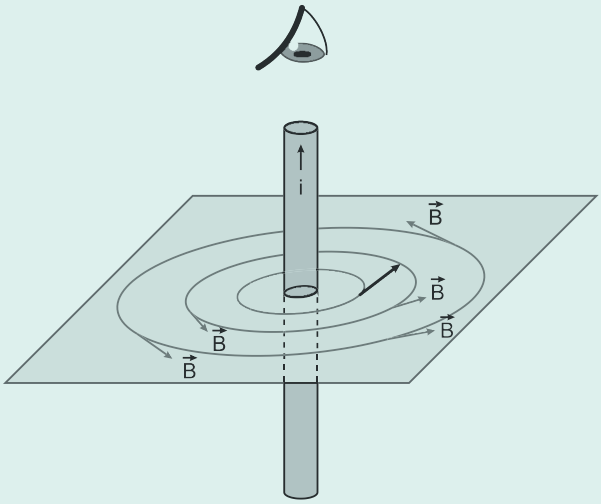
c) 

d) 

Resposta: [A]

SOLUÇÃO

Basta usarmos a regra da mão direita pra acharmos a direção do campo magnético. O campo magnético no ponto P está representado pela seta na cor preta.



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

02. (EEAR 2018) Uma espira circular com 10 πcm de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a _____$\cdot 10^{-6}$ T.

Utilize $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ t \cdot m/A$.

a) 1 b) 2 c) 4 d) 5 e) 6

Resposta:[B]

RESOLUÇÃO

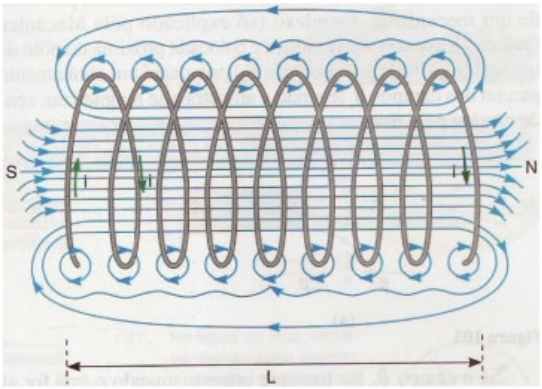
Para a espira, temos:

$$B = \frac{\mu i}{2R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 5\pi \cdot 10^{-2}}$$

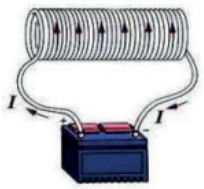
$$\therefore B = 2 \cdot 10^{-6}\ T$$

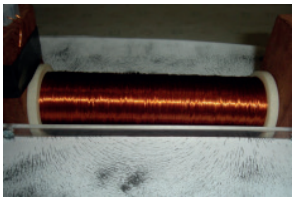
Campo Magnético Gerado por um Solenoide

O solenoide é um fio condutor, longo, dobrado em forma de hélice. Pode ser definido como um conjunto de espiras de mesmo eixo espaçadas uniformemente, como mostra a figura abaixo:



Considere um solenoide retilíneo compacto, como mostrado nas imagens abaixo:





Se o comprimento (**L**) do solenoide for pelo menos quatro vezes maior que seu diâmetro, o campo magnético em seu interior será sensivelmente uniforme, variando em pontos próximos do fio ou das extremidades.

O módulo do campo magnético na região interna do solenoide é calculada pela relação:

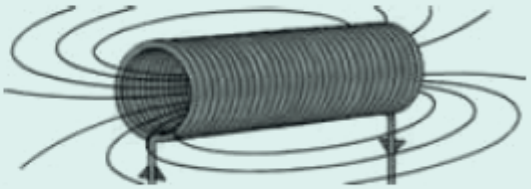
$$B = \frac{n.\mu.i}{L}$$

O quociente $\frac{n}{L}$ é o número de espiras (**n**) por unidade de comprimento (**L**) do solenoide.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

03. (FGV 2017) As figuras representam dois exemplos de solenoides, dispositivos que consistem em um fio condutor enrolado. Tal enrolamento pode se dar em torno de um núcleo feito de algum material ou, simplesmente, no ar. Cada volta de fio é denominada espira.





(labdemo.if.usp.br)

A passagem de uma corrente elétrica através desse fio cria, no interior do solenoide, um campo magnético cuja intensidade

a) é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade da corrente elétrica e ao comprimento do solenoide.

b) é diretamente proporcional à densidade das espiras, ou seja, ao número de espiras por unidade de comprimento.

c) é diretamente proporcional ao número total de espiras do solenoide e ao seu comprimento.

d) independe da distância entre as espiras, mas depende do material de que é feito o núcleo.

e) é a maior possível quando o material componente do núcleo é diamagnético ou paramagnético.

Resposta:[B]

RESOLUÇÃO

Para um solenoide ideal, o campo magnético em seu interior é uniforme e sua intensidade é constante e calculada dada por:

$$B = \frac{n.\mu.i}{L}$$

onde:

- B é o campo magnético no interior do solenoide, em tesla (T)
- μ é a permeabilidade magnética do meio, em Tm/A;
- L é o comprimento do solenoide, em m;
- N é o número de espiras contidas no comprimento do solenoide.

Portanto, a única alternativa correta é a da letra [B], pois a intensidade do campo é diretamente proporcional à razão entre o número de espiras e o comprimento do solenoide, isto é, à densidade de espiras.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

04. (ENEM (LIBRAS) 2017) Um guindaste eletromagnético de um ferro-velho é capaz de levantar toneladas de sucata, dependendo da intensidade da indução em seu eletroímã. O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, sendo geralmente construído enrolando-se um fio condutor ao redor de um núcleo de material ferromagnético (ferro, aço, níquel, cobalto).

Para aumentar a capacidade de carga do guindaste, qual característica do eletroímã pode ser reduzida?

a) Diâmetro do fio condutor.
b) Distância entre as espiras.
c) Densidade linear de espiras.
d) Corrente que circula pelo fio.
e) Permeabilidade relativa do núcleo.

Resposta: [B]

RESOLUÇÃO

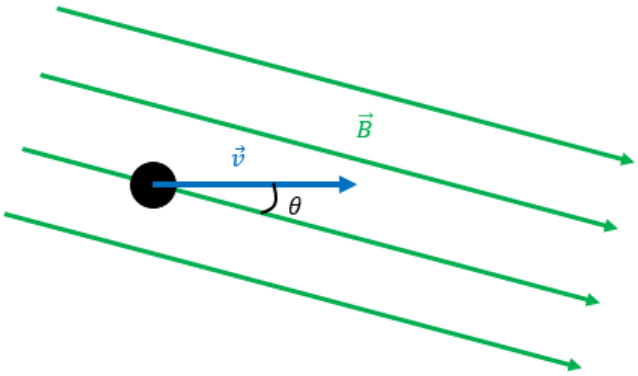
Para aumentar a capacidade de carga do eletroímã, deve ser aumentar a intensidade do campo magnético por ele gerado. A intensidade desse campo é dada pela expressão:

$B = \frac{n.\mu.i}{L}$ em que: μ é a permeabilidade magnética do material, i é a corrente elétrica e $\frac{n}{L}$ é a densidade linear de espiras (número de espiras por metro de comprimento).

Então, para aumentar a intensidade do campo magnético, deve se aumentar o número de espiras por unidade de comprimento, diminuindo distância entre elas.

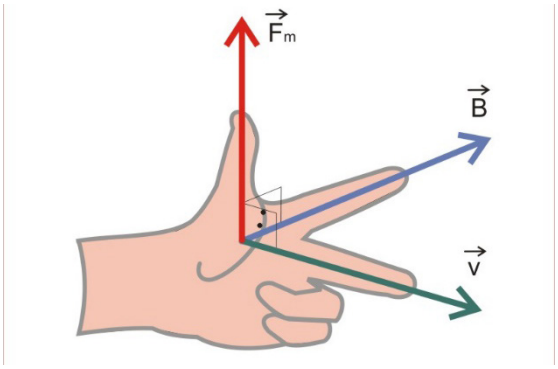
Força Magnética

Toda carga elétrica em movimento, ao entrar numa região que contenha campo magnético, sofre uma força denominada força magnética.



$$\vec{F}_{mag} = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

A força magnética é dada pela regra da mão esquerda.



- Se a carga $q > 0$;

A força utiliza-se da regra da mão esquerda.

- Se a carga $q < 0$

A força aponta oposta à regra da mão esquerda.

Indução Eletromagnética

Vimos que corrente elétrica é capaz de gerar campo magnético, mas será que um campo magnético é capaz de gerar corrente elétrica?

O físico britânico Michael Faraday, em 1831, conseguiu mostrar que a variação do fluxo do campo magnético atravessando uma espira, é capaz de gerar uma corrente elétrica induzida nessa espira, esse fenômeno ficou conhecido como indução eletromagnética.

Resumindo, chamamos de indução eletromagnética a geração de corrente elétrica causada em uma espira por causa da variação do fluxo do campo magnético que a atravessa.

Lei de Faraday

A lei de Faraday é a relação matemática entre a força eletromotriz induzida (ε) numa espira e o fluxo magnético (Φ) que passa por ela num intervalo de tempo (Δt):

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \hat{\Phi}}{\Delta t}$$

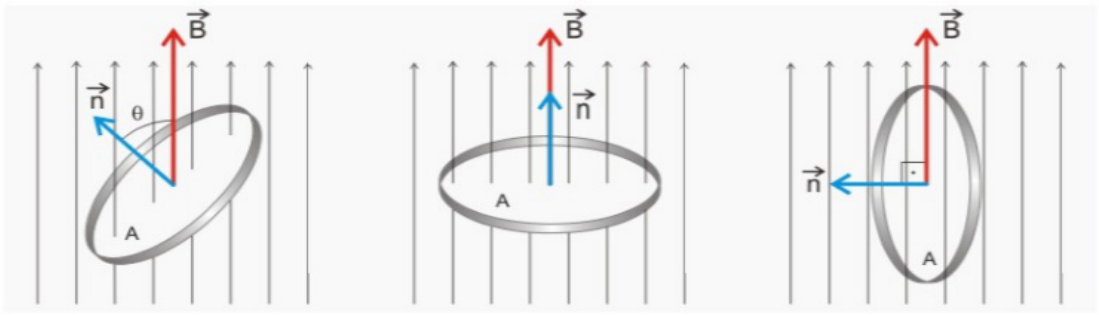
Sendo o fluxo magnético (Φ)

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$

Onde:

- B é a intensidade do campo magnético, unidade no S.I.: tesla (T).
- A é a área da espira, unidade no S.I.: metro² (m²)
- θ é o ângulo entre o vetor $\vec{B}$ e o vetor $\vec{n}$

Seja $\vec{n}$ o "vetor área" definido como um vetor normal (perpendicular) à superfície dessa área, cujo módulo é o próprio valor da área da espira.



a) $\cos\theta < 1$ $\quad \Phi = B.A \cdot \cos\theta$

b) $\cos\theta = 1$ $\quad \Phi = B.A$

b) $\cos\theta = 0$ $\quad \Phi = 0$

O fluxo magnético mede o número de linhas de indução que atravessa a área A de uma espira imersa no campo magnético.

Unidade de fluxo magnético no S.I $\rightarrow$ weber (símbolo Wb), $Wb = tesla.\ m^2$