

# Aula 15

*Eletromagnetismo*

Prof. Vinícius Fulconi

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>6</b>
<b>1 - Magnetismo.....</b>	<b>7</b>
1.1 - <i>Introdução aos ímãs.....</i>	7
1.2 – <i>Inseparabilidade magnética.....</i>	8
1.3 <i>Interação entre os ímãs.....</i>	9
1.4 <i>Linhas de campo magnético.....</i>	10
1.5 <i>Campo magnético terrestre .....</i>	13
1.6 – <i>Bússola.....</i>	14
1.7 – <i>Representação das linhas de campo magnético.....</i>	15
<b>2 – Força magnética e movimentos.....</b>	<b>17</b>
2.1 – <i>Força magnética.....</i>	17
2.2 <i>Velocidade e campo são perpendiculares – Movimento circular .....</i>	18
2.2.1 <i>Raio do movimento circular.....</i>	19
2.2.2 <i>Período do movimento circular .....</i>	20
2.3 – <i>Velocidade e campo são paralelos.....</i>	20
2.4 – <i>Velocidade e campo fazendo um ângulo qualquer.....</i>	21
<b>3 – Força magnética sobre condutores que transportam corrente .....</b>	<b>23</b>
3.1 – <i>Condutores retilíneos.....</i>	23
3.2 – <i>Condutores não retilíneos .....</i>	25
3.3 – <i>Condutores fechados.....</i>	26
<b>4 – Corpos que produzem corrente elétrica .....</b>	<b>27</b>
4.1 <i>Experimento de Oersted.....</i>	27
4.2 <i>Campo criado por um fio condutor retilíneo infinito .....</i>	28
4.3 – <i>Campo criado por uma espira circular em seu centro .....</i>	30
4.4 <i>Campo magnético gerado por um solenoide.....</i>	32
<b>5 – Movimentação de condutores em campos magnéticos .....</b>	<b>38</b>



<b>6 – Fluxo magnético .....</b>	<b>41</b>
6.1 – Linhas que atravessam um corpo fechado.....	42
<b>7 – Lei de Lenz e lei de Faraday .....</b>	<b>43</b>
7.1 - Lei de lenz .....	46
7.2 – Lei de Faraday .....	46
<b>Lista de Questões .....</b>	<b>48</b>
<b>Gabarito .....</b>	<b>64</b>
<b>Lista de Questões Resolvidas e Comentadas .....</b>	<b>65</b>
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>91</b>
<b>Referências.....</b>	<b>92</b>



## Apresentação

**Querido aluno(a), seja bem-vindo(a) à nossa primeira aula!**

Sou o professor **Vinícius Fulconi**, tenho vinte e cinco anos e estou cursando Engenharia Aeroespacial no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Irei contar um pouco sobre minha trajetória pessoal, passando pelo mundo dos vestibulares com minhas principais aprovações, até fazer parte da equipe de física do Estratégia Militares.

No ensino médio, eu me comportava como um aluno mediano. No final do segundo ano do ensino médio, um professor me desafiou com a seguinte declaração: *Você **nunca vai passar no ITA!*** Essa fala do professor poderia ter sido internalizada como algo desestimulador e, assim como muitos, eu poderia ter me apegado apenas ao que negritei anteriormente. Muitos desistiram! Entretanto, eu preferi negritar e gravar “**Você vai passar no ITA!**”

Querido aluno(a), a primeira lição que desejo te mostrar não é nenhum conteúdo de física. Quero que transforme seu sonho em vontade de vencer. Transforme seus medos e incapacidades em desafios a serem vencidos. Haverá muitos que duvidarão de você. O mais importante é você acreditar! **Nós do Estratégia Militares acreditamos no seu potencial** e ajudaremos você a realizar seu sonho!



Após alguns anos estudando para o ITA, usando muitos livros estrangeiros, estudando sem planejamento e frequentando diversos cursinhos do segmento, realizei meu sonho e entrei em umas das melhores faculdades de engenharia do mundo. 😊 Além de passar no ITA, ao longo da minha preparação, fui aprovado no IME, UNICAMP, Medicina (pelo ENEM) e fui medalhista na Olimpíada Brasileira de Física.

Minha resiliência e grande experiência em física, que obtive estudando por diversas plataformas e livros, fez com que eu me tornasse professor de física do Estratégia Militares. Tenho muito orgulho em fazer parte da família Estratégia e hoje, se você está lendo esse texto, também já é parte dela. Como professor, irei te guiar por toda física, alertando sobre os erros que cometi na



minha preparação, mostrando os pontos em que obtive êxito e, assim, conseguirei identificar quais são seus pontos fortes e fracos, maximizando seu rendimento e te guiando até à faculdade dos seus sonhos.

Você deve estar se perguntando: **O que é necessário para começar esse curso?**



***ALERTA!***

Esse curso exige do candidato apenas **dedicação, perseverança e vontade de vencer.**

# Introdução

Nessa aula faremos o estudo do **eletromagnetismo**. Pela maior ocorrência nas provas para as quais nos preparamos, estudaremos somente sobre os principais tópicos nesse capítulo.

Dessa forma, começaremos apresentando os conceitos de imã e as propriedades das linhas do campo magnético. Logo em seguida, veremos o tópico da força magnética em cargas e em condutores e todas as suas aplicações e movimentos. Em seguida, estudaremos corpos que produzem campo magnético. Logo, para finalizar essa aula, focaremos nos estudos da variação do fluxo magnético e o fenômeno da indução eletromagnética.

Enunciando assim pode parecer um estudo muito teórico mas, veremos muitos exemplos e exercícios práticos!

Então, vamos começar? 😊



# 1 - Magnetismo

O estudo do magnetismo engloba todas as propriedades magnéticas da matéria. Nossa primeira abordagem será em relação aos ímãs e o estudo do campo magnético gerado por eles. Após estudar os ímãs, veremos um pouco sobre o campo magnético terrestre.

## 1.1 - Introdução aos ímãs

Os ímãs são corpos que produzem campo magnético próprio. A produção de campo magnético pelos ímãs é consequência das propriedades microscópicas da matéria: posição e emparelhamento dos “spins” dos elétrons no interior do átomo. Não estudaremos nenhuma propriedade microscópica, apenas retrataremos o estudo do campo magnético, das linhas de campo e suas propriedades.

Um ímã é formado por dois polos magnéticos.

- Polo **norte** do ímã.
- Polo **sul** do ímã.



Figura 1: Representação de um ímã.

Assim como os campos elétricos, no estudo do campo magnético, veremos sobre as linhas de campo magnético. As linhas de campo magnético são representações matemáticas da distribuição do campo magnético no espaço.

Para as cargas elétricas, as linhas de campo elétrico saem de cargas positivas e entram em cargas negativas. Para o campo magnético gerado por um ímã, temos:

**Linhas de campo magnético** – As linhas de campo magnético saem do norte e entram no sul para pontos externos ao ímã.

Veja a figura 2:

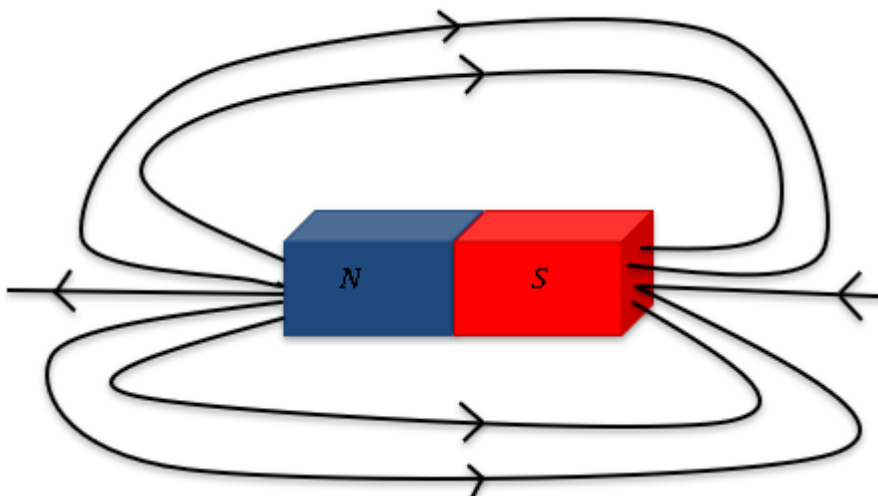


Figura 2: Representação das linhas de campo.

Note que para a região interna do ímã, as linhas de campo magnético vão do sul para o norte. Assim, de uma maneira geral:

- **Fora do ímã:**  
As linhas saem do **norte** e entram no **sul**.
- **Dentro do ímã**  
As linhas vão do **sul** para o **norte**.



## 1.2 – Inseparabilidade magnética

No estudo da eletrostática, vimos que era possível a separação completa das cargas elétricas. Isto é, conseguíamos isolar cargas positivas e cargas negativas. Um corpo poderia estar carregado negativamente e outro corpo poderia estar carregado positivamente. Para o estudo do magnetismo, a separação dos polos magnéticos não pode ser realizada.

Para verificar tal propriedade, iremos realizar sucessivas divisões (“cortes”) de uma ímã com o objetivo de isolar o polos magnéticos.

A figura abaixo mostra essa tentativa.





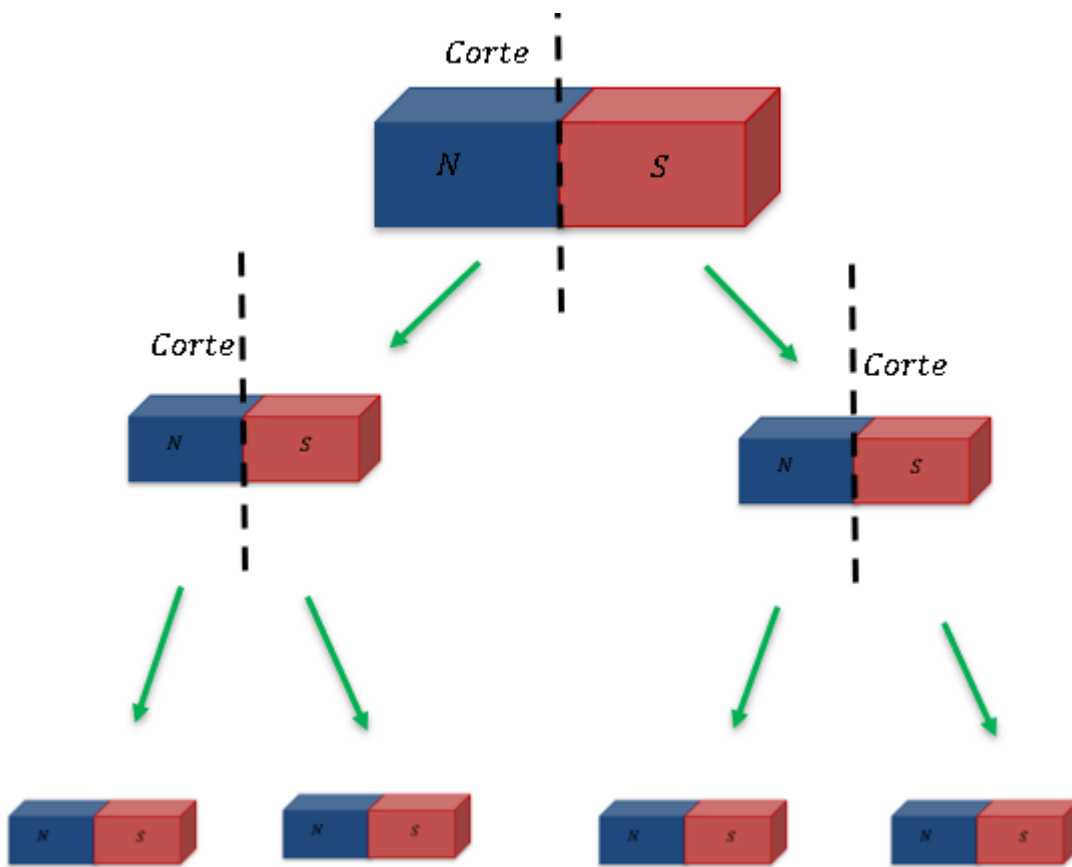


Figura 3: Tentativa de separação dos polos de um imã.

Poderíamos dividir infinitamente esses imãs que não conseguiríamos isolar o polo norte e o polo sul. Desta maneira, temos:

***Inseparabilidade magnética – Não conseguimos isolar os polos magnéticos de um imã.***

### 1.3 Interação entre os imãs

Assim como as cargas elétricas, os imãs tem propriedades de atração e repulsão. Aqui vale ressaltar a semelhança com a eletrostática. Na eletrostática, cargas de sinais opostos se atraem e cargas de sinais iguais se repelem. No magnetismo, ocorre um fenômeno semelhante:

***Polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes diferentes se atraem.***



Veja a figura abaixo.

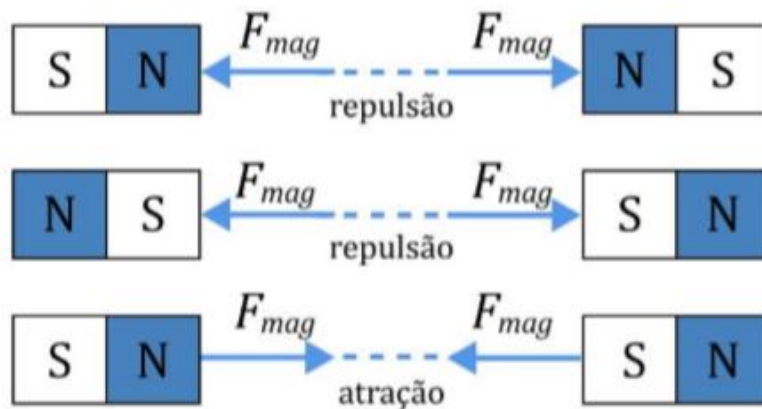


Figura 4: Repulsão e atração entre ímãs.

O polo norte repele o polo norte e atrai o polo sul. O polo sul repele o polo sul e atrai o polo norte 😊.

## 1.4 Linhas de campo magnético



Considere as linhas de campo magnético formadas por um ímã.

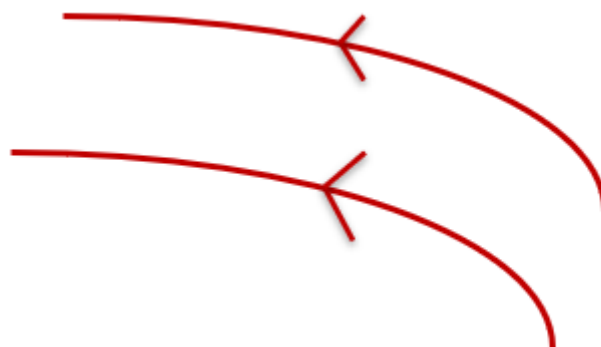


Figura 5: Linhas de campo magnético.

Essas linhas de campo magnético apresentam algumas propriedades importante, que devem ser memorizados pelo aluno. As propriedades são:

- O campo magnético em um dado ponto do espaço é sempre tangente às linhas de campo. O sentido do campo é o mesmo sentido da linha de campo.

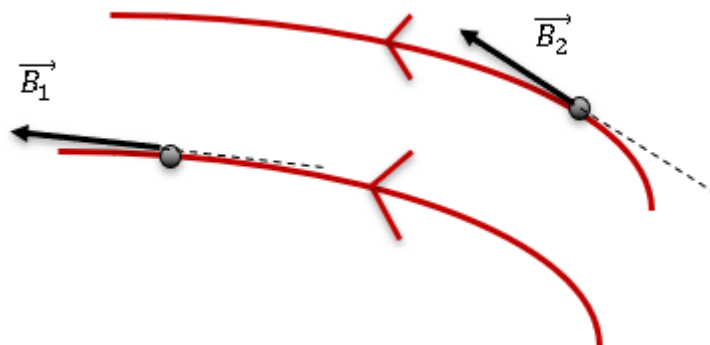


Figura 6: Campo magnético é tangente às linhas de campo.

O campo magnético é designado pela letra  $\vec{B}$ .

Veremos mais afundo o campo magnético nos tópicos seguintes. Entretanto, iremos definir a unidade do campo magnético.

**Unidade:**

$$u(\vec{B}) = T = \text{"Tesla"}$$

A unidade foi uma homenagem ao físico Nicola Tesla.

As outras propriedades são:

- As linhas de campo magnético nunca se cruzam.
- As linhas de campo magnético sempre são fechadas.

Diferentemente das linhas do campo elétrico, que saem de cargas positivas e vão para o infinito ou vem do infinito e ingressam nas cargas negativas, as linhas de campo magnético se mantêm fechadas.

Essas são as três principais propriedades das linhas de campo magnético. 😊

### Exemplo 1. (EEAR 2008)

Três barras metálicas AB, CD e EF são aparentemente iguais. Aproximando as extremidades das barras, verifica-se, então, experimentalmente que a extremidade A atrai D e repele E, enquanto a extremidade B repele F e atrai D.



Portanto, conclui-se corretamente que:

- a) CD não é imã.
- b) Somente AB é imã.
- c) Somente EF é imã.
- d) Todas as barras são imãs.

**Comentário:**

Sabendo que apenas a interação entre dois imãs pode se repelir. Do enunciado, temos que A repele E e B repele F e, portanto, AB e EF são imãs. Como, dois polos diferentes atraem D, temos que CD não é um imã.

Sendo assim, temos que a alternativa correta é a letra A.



## 1.5 Campo magnético terrestre

O planeta terra produz seu próprio campo magnético. A razão pela qual esse campo magnético é produzido foge do escopo do nosso curso e, portanto, não estudaremos sobre.

Veremos nesse tópico como são as linhas de campo magnético da terra e qual é o seu sentido.

Como já vimos anteriormente, as linhas de campo magnético saem do norte da bússola e se dirigem para o polo sul. Na terra o processo é análogo. Entretanto, não podemos confundir **norte magnético** com **norte geográfico** e, nem **sul magnético** com **sul geográfico**.

Veja a figura abaixo

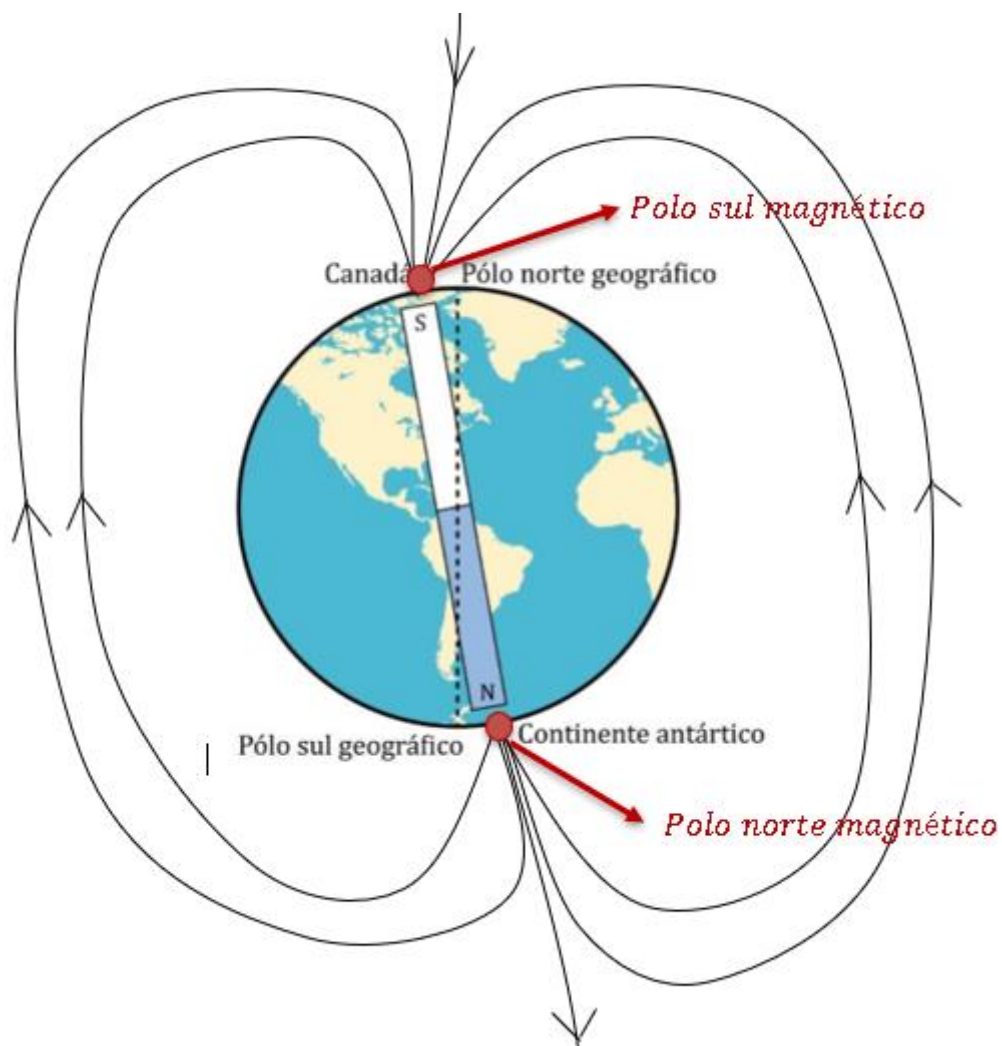


Figura 7: Linhas de campo magnético terrestre.

**As linhas de campo magnético da terra ela saem do norte magnético e entram no sul magnético terrestre.** A grande confusão que se faz na cabeça dos alunos é que o **norte magnético se localiza perto do sul geográfico** e o **sul magnético se localiza perto do norte geográfico**. Isto é, polo magnéticos e polos geográficos estão em extremos opostos.

Os polos magnéticos não estão exatamente no mesmo ponto que os polos geográficos. Isso porquê, os polos magnéticos da terra sofrem alteração em sua posição ao longo do tempo. É claro que e a mudança na posição dos polos magnéticos não é rápida. Em geral, a movimentação de posição desses polos demora milhões e milhões de anos.

Dessa maneira, podemos resumir da seguinte maneira:

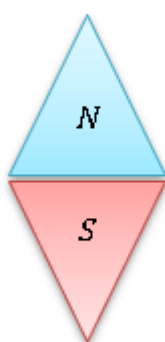
***Polo sul magnético – está localizado próximo ao polo norte geográfico.***

***Polo norte magnético – está localizado próximo ao polo sul geográfico.***

## 1.6 – Bússola

A bússola é um instrumento de localização geográfico. O norte da bússola aponta para o norte geográfico e o sul da bússola aponta para o sul geográfico. Lembre-se que o norte geográfico é o sul magnético e o sul geográfico é o norte magnético.

*Norte geográfico*



*Sul geográfico*

Figura 8: Representação da bússola.

## 1.7 – Representação das linhas de campo magnético

As linhas de campo magnético são uma representação espacial do campo e, portanto, necessitam dos três eixos coordenados para serem bem detalhadas. Entretanto, para facilitar a visualização dessas linhas de campo, faremos algumas representações e simplificações.

Considere a folha do papel (tela do seu computador ou “Smartphone”) como sendo o plano XY.

Veja a figura abaixo.

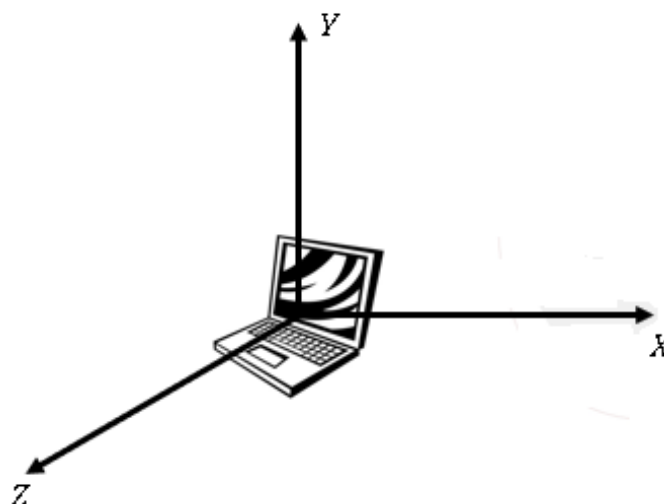


Figura 9: Eixos coordenados.

O eixo Z é um eixo coordenado que sai da tela do seu computador.

Considere um campo magnético que está no mesmo sentido que o eixo Z, ou seja, o campo magnético está indo na sua direção.

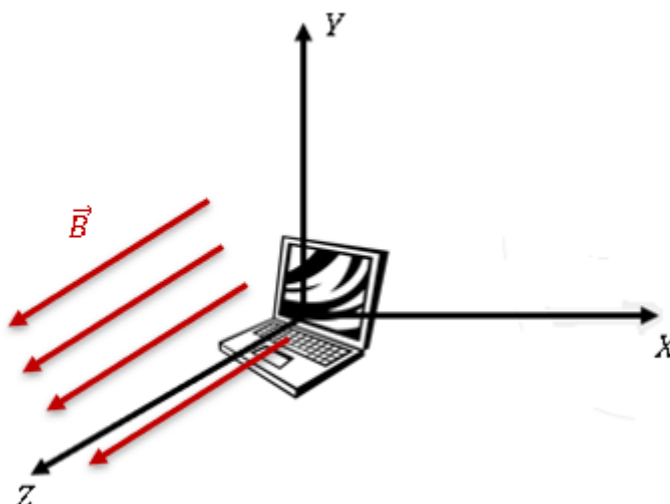


Figura 10: Representação espacial do campo.

Considerando a folha de papel (tela do seu computador) como sendo o plano XY, a representação do campo magnético que “sai do plano da folha” é dada por:

- Campo “saindo do plano da folha”

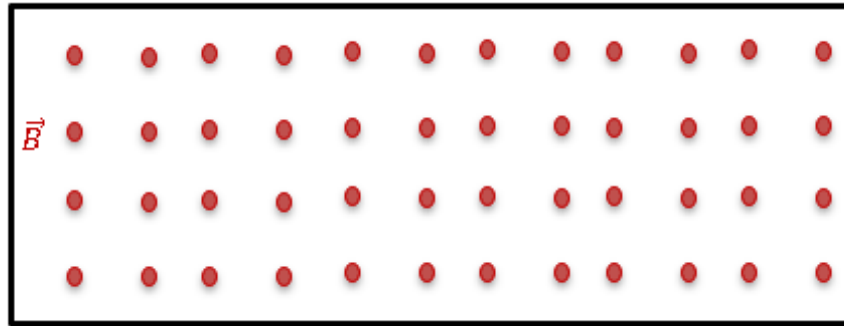


Figura 11: Representação do campo saindo do plano da folha.

Agora, considere um campo magnético que está no sentido oposto do eixo  $Z$ , ou seja, o campo magnético está se afastando de você.

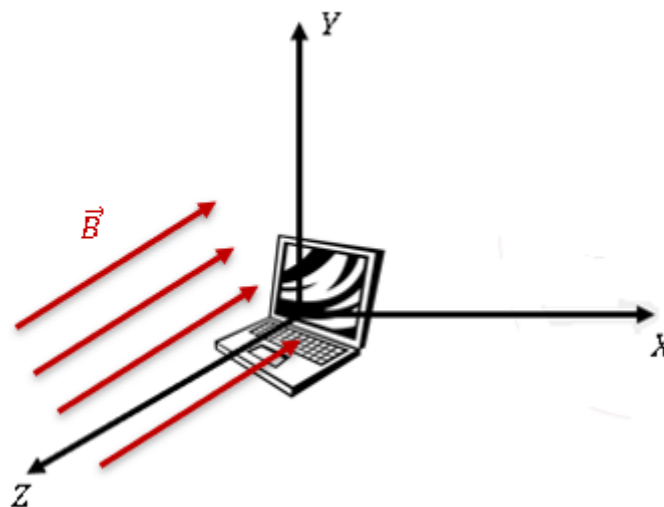


Figura 12: Representação espacial do campo magnético.

Considerando a folha de papel (tela do seu computador) como o sendo o plano  $XY$ , a representação do campo magnético que “entra no plano da folha” é dada por:

- Campo “entrando no plano da folha”



Figura 13: Representação do campo entrando no plano da folha.



## 2 – Força magnética e movimentos

### 2.1 – Força magnética

Uma carga elétrica  $Q$ , de massa  $m$ , que está se movimentando com velocidade  $\vec{v}$  em um campo magnético externo  $\vec{B}$  sofre ação de uma força magnética  $\vec{F}_{mag}$ .

A força magnética sobre essa carga ela depende do ângulo entre a velocidade da partícula e o campo magnético.

Considere uma carga elétrica  $q$  se movimentando com velocidade  $\vec{v}$  em um campo magnético horizontal  $\vec{B}$ . A velocidade faz um ângulo  $\theta$  com as linhas de campo. Veja a figura abaixo.

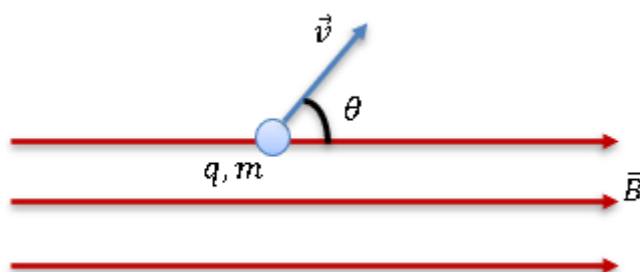


Figura 14: Partícula carregada se movimentando em um campo magnético.

- **Módulo da força magnética**

A módulo da força magnética que atua sobre a partícula é dado por:

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

Note que dependendo do ângulo entre a velocidade e o campo, a força magnética é nula.

- **Direção e sentido da força magnética para cargas positivas.**

A direção e o sentido da força magnética são dados pela regra da mão esquerda. Você deve alinhar o sentido do campo magnético com seu dedo indicador esquerdo. O sentido da velocidade deverá ser alinhado com seu dedo médio esquerdo. Por fim, o sentido da força magnética será dado pelo sentido de apontamento de seu polegar esquerdo. Veja a figura abaixo.

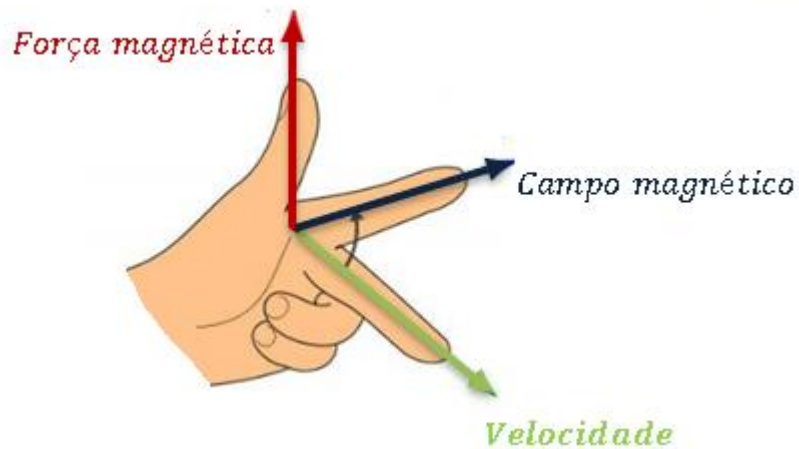


Figura 15: “Figura adaptada do livro Tópicos da Física” - Regra da mão esquerda.

- **Direção e sentido da força magnética para cargas negativas.**

Para cargas negativas, faça o mesmo procedimento das cargas positivas. Ao encontrar o sentido da força magnética, **inverte seu sentido** e encontrará o sentido correto.



À seguir, estudaremos os casos partículas da força magnética. Isto é, para cada valor de  $\theta$ , ângulo entre a velocidade e campo magnético.

## 2.2 Velocidade e campo são perpendiculares – Movimento circular

Considere uma carga elétrica positiva  $q$  que ingressa com velocidade  $\vec{v}$  perpendicular a um campo magnético  $\vec{B}$ . Dessa maneira, a velocidade faz um ângulo de  $90^\circ$  com as linhas de campo.



Figura 16: Partícula ingressando em um campo magnético. Velocidade e campo são perpendiculares.

A força magnética que atuará sobre a partícula será dada pela regra da mão esquerda. A partícula executará, dentro do campo magnético, um **movimento circular uniforme**. A força magnética será responsável por representar a resultante centrípeta do movimento. Veja a figura abaixo.

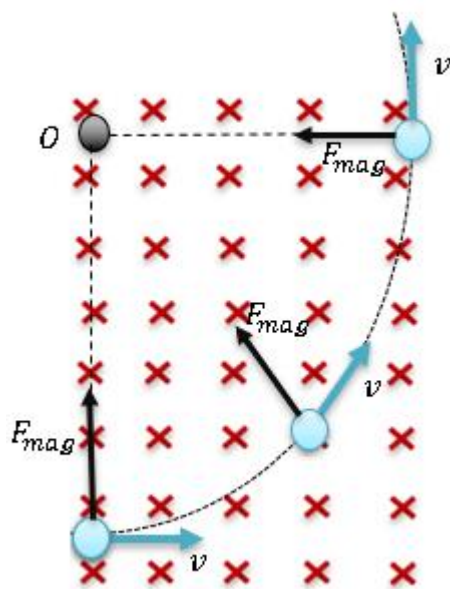


Figura 17: Representação da força magnética no movimento circular.

A força magnética sempre está apontando para um mesmo ponto O. Este ponto é o centro da trajetória circular. Além disso, a força magnética e a velocidade são perpendiculares a todo momento.

Agora, iremos calcular o raio e o período desse movimento circular.

### 2.2.1 Raio do movimento circular

A força magnética atua como resultante centrípeta do movimento.

$$|\vec{F}_{mag}| = R_{cpt}$$

$$|q| \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \cdot \text{sen}90^\circ = \frac{mv^2}{R}$$

$$q \cdot v \cdot B = \frac{mv^2}{R}$$

$$\boxed{R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}}$$

### 2.2.2 Período do movimento circular

O período de um movimento circular pode ser calculado da seguinte maneira:

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

Substituindo o raio, temos:

$$T = \frac{2\pi \cdot \frac{m \cdot v}{q \cdot B}}{v}$$

$$\boxed{T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B}}$$

Perceba que não é preciso memorizar essas expressões. A dedução é simples e pode ser aplicada no momento de prova.

## 2.3 – Velocidade e campo são paralelos

Quando a velocidade da partícula é paralela ao campo magnético o ângulo  $\theta = 0^\circ$ . Desta maneira, substituindo na expressão da força magnética, temos:

$$|\vec{F}_{mag}| = |q| \cdot |\vec{v}| \cdot |\vec{B}| \cdot \text{sen}0^\circ$$



Como  $\text{sen}0^\circ = 0$ :

$$|\vec{F}_{mag}| = 0$$

Quando a velocidade da partícula é paralela ao campo magnético não há força magnética.

## 2.4 – Velocidade e campo fazendo um ângulo qualquer

Quando a velocidade da partícula faz um ângulo genérico  $\theta$  ( $\theta \neq 0^\circ$  e  $\theta \neq 90^\circ$ ) com o campo magnético, o movimento da partícula será uma **helicoidal**. Veja a figura abaixo.

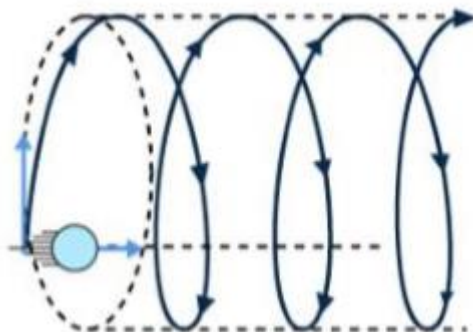


Figura 18: Movimento helicoidal.

Não iremos demonstrar as expressões para o movimento helicoidal. Entretanto, é necessário saber que esse movimento é a composição de um movimento circular uniforme e um movimento retilíneo uniforme.

### Exemplo 2. (EEAR 2008)

Um elétron é arremessado com uma velocidade de  $10^9$  m/s paralelamente às linhas de campo de um campo magnético uniforme de intensidade  $B = 1,6$  T. Nesse caso, a força magnética sobre o elétron é de \_\_\_\_ N.

Dado: carga elementar do elétron =  $-1,6 \times 10^{-19}$  C

- a) 0
- b)  $1,6 \cdot 10^{-19}$



c)  $3,2 \cdot 10^{-10}$

d)  $2,56 \cdot 10^{-19}$

**Comentário:**

Sabendo que a força magnética é dada por:

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{Sen } \theta$$

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{Sen } 0^\circ$$

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot 0$$

$$F = 0 \text{ N}$$



## 3 – Força magnética sobre condutores que transportam corrente

Já estudamos a força magnética que atua sobre cargas elétricas e suas posições implicações no movimento das partículas.

Agora, veremos o estudo sobre a força magnética atuando em condutores de corrente. Para isso, tome como verdade a seguinte afirmação:

**Lei de Biot–Savart** - Fios condutores que estão transportando corrente elétrica, quando imersos em um campo magnético externo, sofrem ação de uma força magnética.

A força magnética que atua em fios que estão transportando corrente é chamada de força magnética no fio. Simbolizamos como  $\vec{F}_{fio}$ .

### 3.1 – Condutores retilíneos

Considere um **condutor retilíneo de comprimento L** que transporta uma corrente elétrica  $i$ . O fio está imerso em um campo magnético  $\vec{B}$ , que faz um ângulo  $\theta$  com o fio.

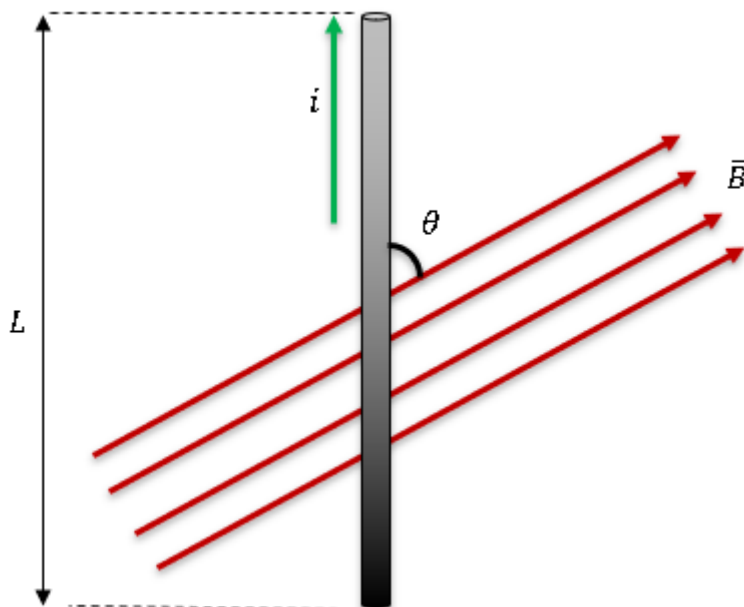


Figura 19: Fio imerso transportando corrente em um campo magnético.

- **Módulo da força magnética sobre o fio**

A módulo da força magnética que atua sobre o fio é dado por:



$$|\vec{F}_{fio}| = |\vec{B}| \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\theta$$

Note que dependendo do ângulo entre o fio e o campo, a força magnética sobre o fio é nula.

- **Direção e sentido da força magnética sobre o fio.**

A direção e o sentido da força magnética sobre o fio são dados pela regra da mão esquerda adaptada. Você deve alinhar o sentido do campo magnético com seu dedo indicador esquerdo. O sentido da corrente deverá ser alinhado com seu dedo médio esquerdo. Por fim, o sentido da força magnética sobre o fio será dado pelo sentido de apontamento de seu polegar esquerdo. Veja a figura abaixo.

**Força magnética sobre o fio**



Figura 20: Regra da mão esquerda adaptada.





### 3.2 – Condutores não retilíneos

Para fios condutores transportando correntes não retilíneos, o cálculo da força magnética que atua sobre esses fios é um tanto quanto complicado. Entretanto, podemos aplicar uma valiosa simplificação para esses trechos.

Considere um condutor genérico, de extremos A e B, transportando uma corrente elétrica  $i$  e imerso em um campo magnético.

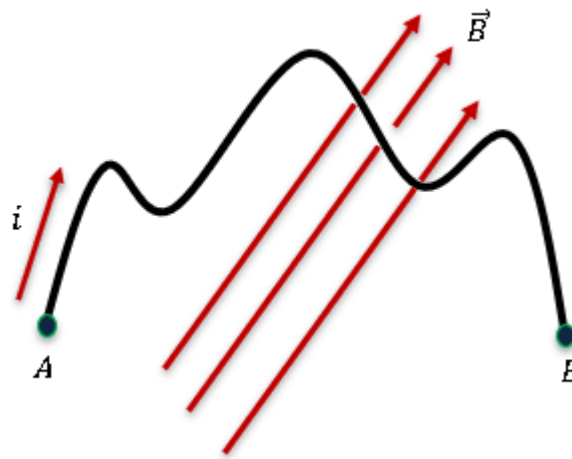


Figura 21: Trecho genérico de fio.

Podemos trocar todo esse trecho curvo por um único fio retilíneo que liga os pontos A e B. O comprimento deste fio é a distância entre os pontos A e B.

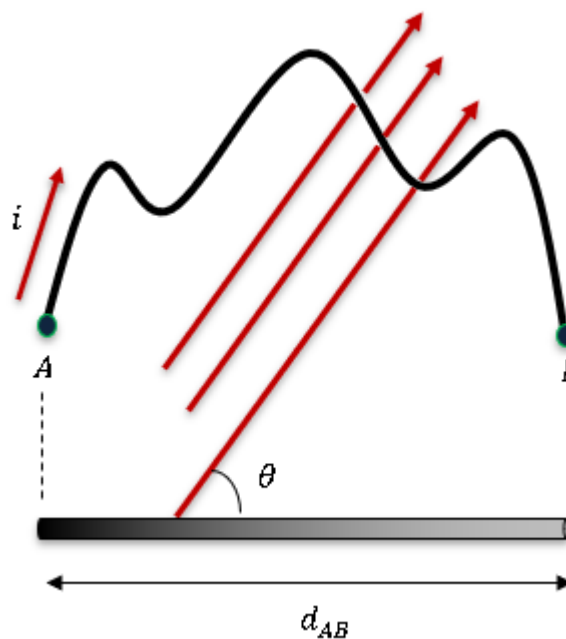


Figura 22: Substituição pelo fio retilíneo.

Após essa troca, a força magnética que atua sobre o fio é a mesma força magnética que atua sobre o condutor irregular original. 😊

Desta maneira, temos:

$$\text{Força no trecho curvo} = |\vec{F}_{fio}| = |\vec{B}| \cdot i \cdot d_{AB} \cdot \text{sen}\theta$$

### 3.3 – Condutores fechados

Considere um trecho fechado de fio que está imerso em um campo magnético e é percorrido por uma corrente elétrica  $i$ .

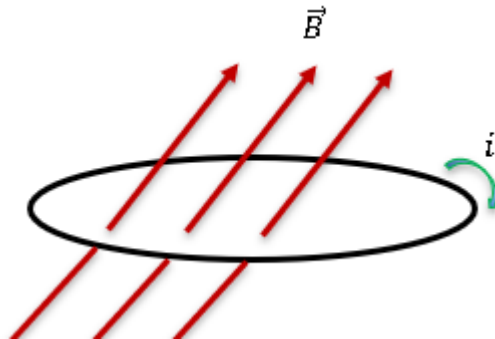


Figura 23: Trechos fechados de fio.

A força magnética que atua sobre um trecho fechado de circuito é **nula**. Não iremos demonstrar essa propriedade, mas ela é consequência direta do exposto no item acima.

CURIOSIDADE



## 4 – Corpos que produzem corrente elétrica

No tópico anterior, vimos que corpos que transportam correntes e estão imersos em campo magnético sofrem ação de uma força magnética.

Até agora, não havíamos estudado a origem dos campos magnéticos. Neste tópico, iremos estudar a produção de campos magnéticos.

De uma maneira geral, temos:

**Lei de Ampère - Corpos que são percorridos por corrente elétrica produzem campo magnético.**

Na verdade, a lei de Ampère é uma lei que permite calcular esses campos. Sua formulação matemática é avançada e, portanto, não veremos nesse curso. Entretanto, associe “lei de Ampère” com a criação de campos magnéticos por corpos que transportam corrente.

Antes de estudarmos os casos particulares, estudaremos um pouco sobre o experimento de Oersted.

### 4.1 Experimento de Oersted

Hans Christian Oersted (1777 – 1851), professor de filosofia natural na Universidade de Copenhague, em 1807 iniciou os estudos a respeito da eletricidade em uma agulha magnética de uma bússola. A experiência de Oersted foi a seguinte:

Colocou um arame por onde circulava uma corrente elétrica em cima de uma bússola e observou que o polo norte da agulha se desviava para oeste.

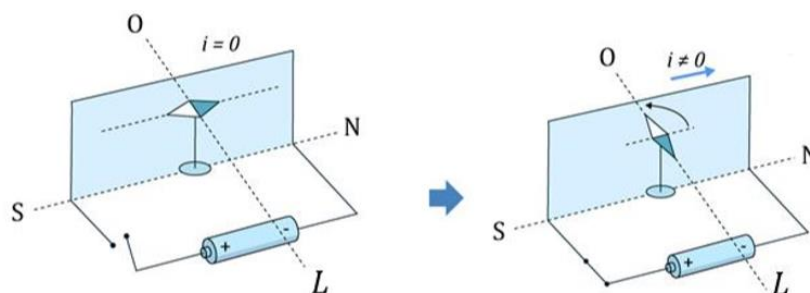


Figura 24: Experimento de Oersted. Bússola desviada para Oeste.

Em seguida, colocou este arame debaixo da bússola e observou que a agulha também se desviava, mas agora para leste.

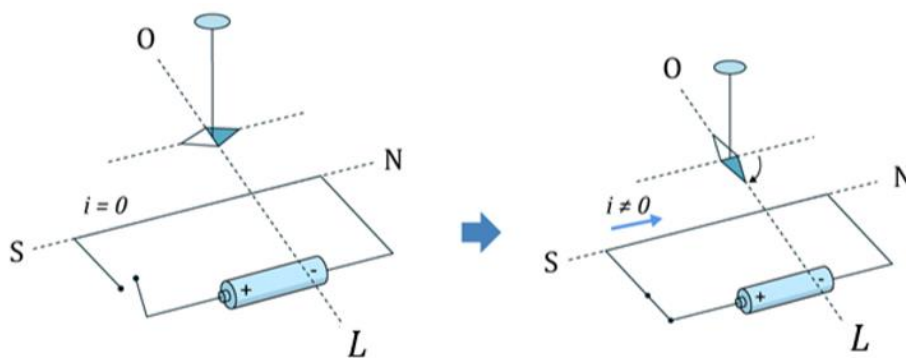


Figura 25: Experimento de Oersted. Bússola desviada para leste.

A partir desses resultados, Oersted concluiu que a agulha imantada da bússola só poderia se mover pois ela sofreu ação de uma força magnética, e que a corrente elétrica no arame quem gerou esta força. Assim, Oersted deduziu que a corrente elétrica produziu o efeito magnético. Consequentemente, o efeito magnético da corrente elétrica não estava apenas confinado no interior do arame, mas em todo espaço ao redor do fio, onde estava inserida a agulha.

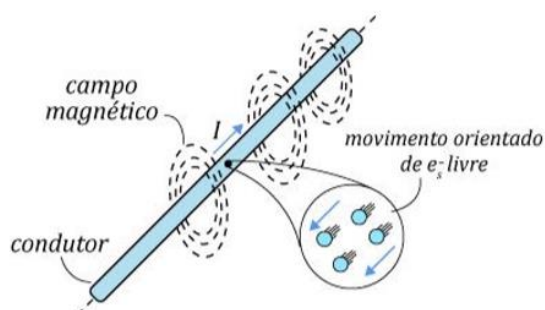


Figura 26: Campo magnético criado envolta do fio.

Agora, veremos que o **efeito magnético** criado é um **campo magnético** criado pelo fio.

## 4.2 Campo criado por um fio condutor retilíneo infinito

Considere um fio retilíneo infinito transportando uma corrente elétrica  $i$ . Como já visto no experimento de Oersted, o fio produzirá um campo magnético  $\vec{B}_{fio}$ .

As linhas de campo magnético produzidas pelo fio são **círculos concêntricos cuja origem é o próprio fio**.

O sentido das linhas é dado pela regra da mão direita. Dependendo do sentido da corrente elétrica no fio, o sentido das linhas muda. Veja a figura abaixo:

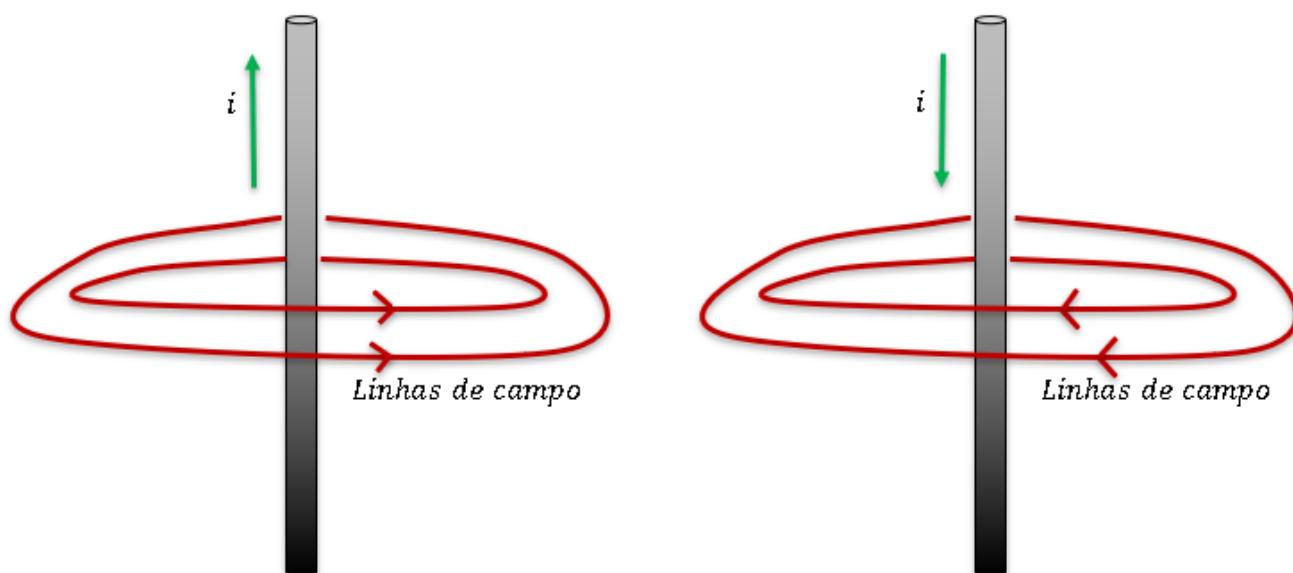


Figura 27: Linhas de campo geradas por um fio percorrido por corrente.

É preciso lembrar que o campo magnético é tangente as linhas de campo. Agora, iremos determinar o módulo desse campo criado e detalhar a regra da mão direita.

- **Módulo do campo magnético criado por um fio retilíneo infinito**

$$B_{fio} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$\mu_0$  – Permeabilidade magnética no vácuo =  $4\pi \cdot 10^{-7} T \cdot m/A$

$i$  – Corrente elétrica.

$r$  – raio da linha de campo. Distância entre o ponto e o eixo do fio.

- **Direção e sentido – Regra da mão direita**

O polegar da mão direita tem que estar orientado no sentido da corrente e os outros 4 dedos tem que envolver ou abraçar o condutor. A forma como se orienta estes últimos será o sentido das linhas de indução magnética. A figura abaixo mostra como se aplica a RMD.

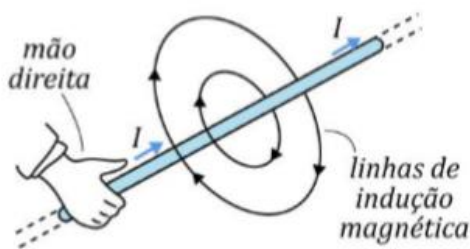


Figura 28: Representação da regra da mão direita.

### 4.3 – Campo criado por uma espira circular em seu centro

Uma espira circular é um fio retilíneo interligado ciclicamente no formato de uma circunferência.

Considere uma espira de raio  $R$  sendo percorrida por uma corrente elétrica  $i$ . Essa espira cria um campo magnético  $\vec{B}_{\text{espira}}$ .

Novamente, o sentido das linhas é dado pela regra da mão direita. Dependendo do sentido da corrente elétrica na espira, o sentido das linhas muda. A figura abaixo mostra as linhas de campo geradas pela espira percorrida por corrente.

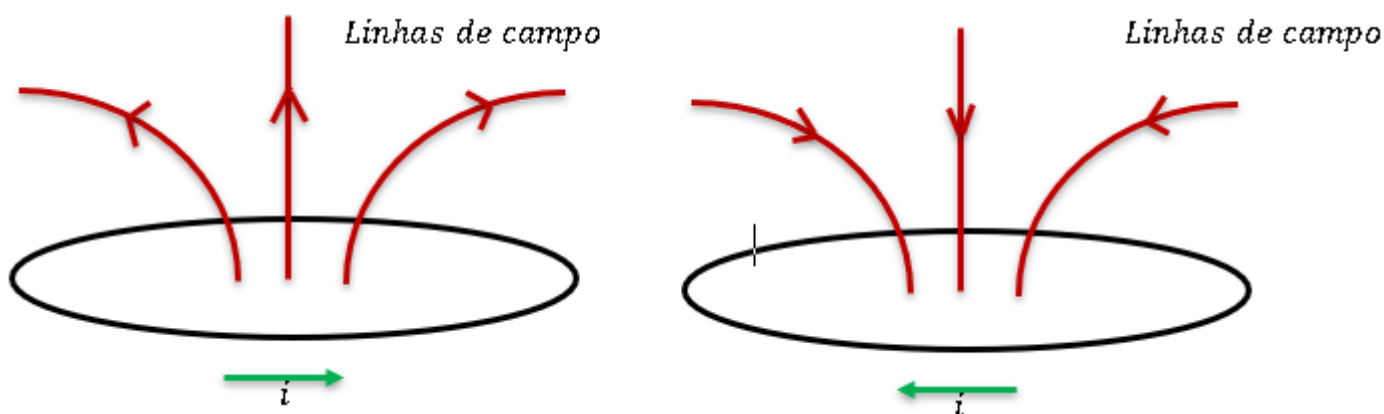


Figura 29: Linhas de campo geradas por uma espira circular.

Iremos calcular o campo criado pela espira apenas em seu centro. O cálculo em outros pontos é extremamente complicado e foge do nosso interesse de estudo.

- **Módulo do campo magnético criado por um fio retilíneo infinito**

$$B_{\text{centro}}^{\text{espira}} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$

$\mu_0$  – Permeabilidade magnética no vácuo =  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

$i$  – Corrente elétrica.



$R$  – Raio da espira.

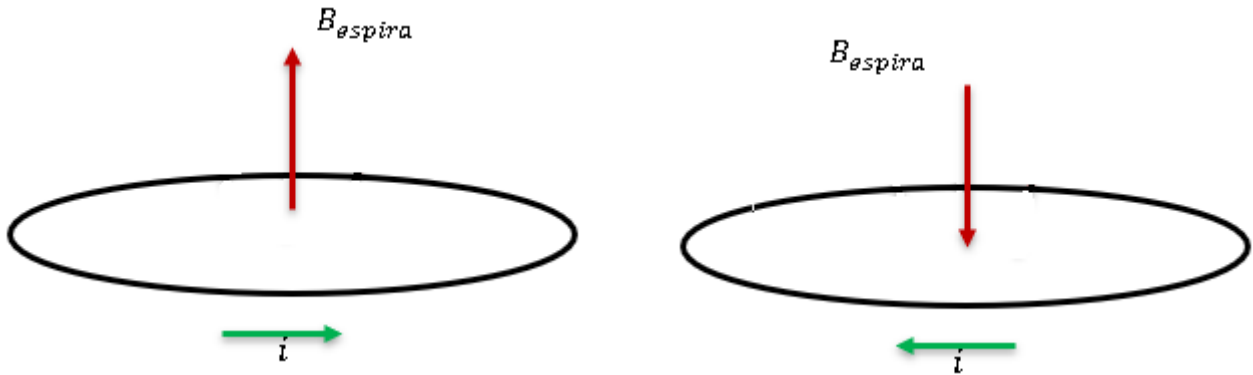


Figura 30: Campo magnético no centro.

- **Direção e sentido**

Novamente, a direção e o sentido são dados pela regra da mão direita.

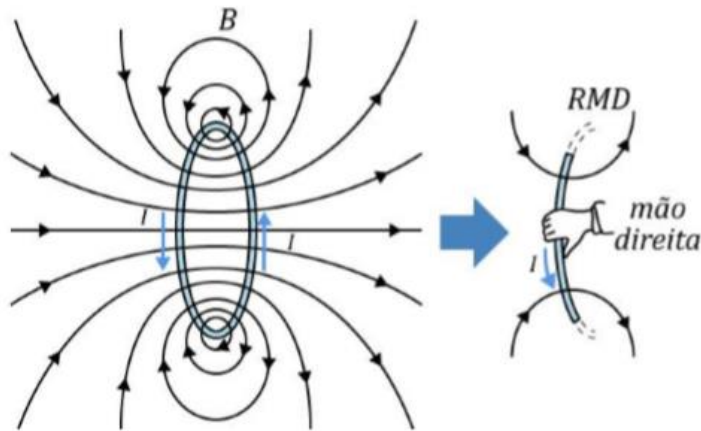


Figura 31: Representação da regra da mão direita para espira.



## 4.4 Campo magnético gerado por um solenoide

Um solenoide é um enrolamento circular de um fio sobre um suporte. Apenas estudaremos os solenoides ideais. No solenoide ideal, o campo externo é nulo. Ou seja, o campo criado por ele em pontos externos é nulo. Internamente, o campo criado por ele é uniforme. Veja a figura abaixo que mostra a esquematização de um solenoide.

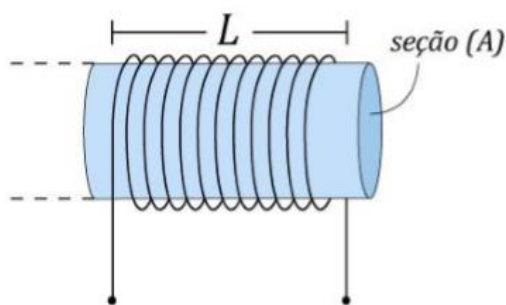


Figura 32: Representação do solenoide.

O módulo do campo magnético criado é dado por:

- **Módulo do campo interno.**

$$|B_{\text{solenóide}}| = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot i}{L}$$

$n$  – É o número de voltas que o fio faz no enrolamento.

$L$  – Comprimento longitudinal do solenoide

$i$  – Corrente que passa por ele.

- **Módulo do campo em ponto externos.**

O campo é nulo em pontos externos.

$$|B_{\text{solenóide}}| = 0$$

- **Direção e sentido do campo.**

A direção e o sentido são dados pela regra da mão direita. Para aplicá-la, utilize uma das voltas do enrolamento e “finja” que está trabalhando com uma espira. É a mesma coisa ☺.



Por exemplo, considere a corrente percorrendo um solenoide ideal na figura 33.

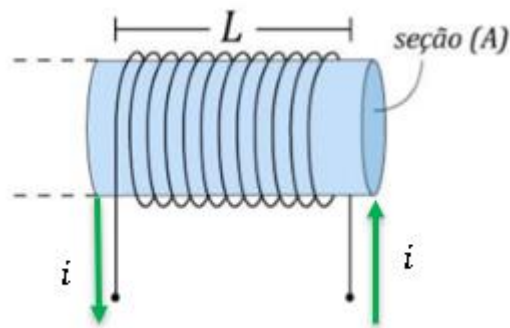


Figura 33: Solenoide e corrente elétrica.

A figura abaixo mostra o perfil das linhas de campo (em vermelho) para o solenoide ideal da figura 33. Note que o campo é uniforme.

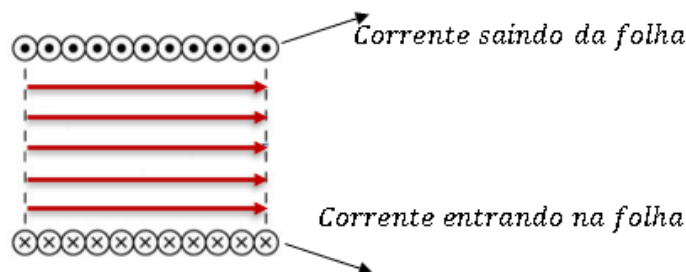


Figura 34: Representação do campo no interior do solenoide ideal para a configuração de corrente mostrada acima.

Para encontrar o sentido do campo foi aplicada a regra da mão direita. Para facilitar, alinhe seu polegar direito com o sentido da corrente e veja qual é o movimento dos outros quatro dedos. Pela regra da mão direita, para a figura 34, notará que o movimento dos outros quatro dedos serão para direita e, portanto, o campo tem essa direção também.

### Exemplo 3. (EEAR 2008)

A espira condutora circular de raio igual a 5 cm, imersa no vácuo, é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 2A, conforme a figura. Determine, aproximadamente, a intensidade do vetor campo magnético, em teslas, no centro da espira.

Dados:

$$\pi = 3,14$$

permeabilidade magnética do ar:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$



- a)  $2,5 \cdot 10^{-5}$
- b)  $3,5 \cdot 10^{-5}$
- c)  $4,0 \cdot 10^{-6}$
- d)  $4,5 \cdot 10^{-9}$

#### Comentário:

Sabendo que o vetor indução magnética no centro da espira circular é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$

$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = \frac{8 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = \frac{8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7}}{10^{-1}}$$

$$B = 8 \cdot 3,14 \cdot 10^{-6}$$

$$B = 25,12 \cdot 10^{-6}$$

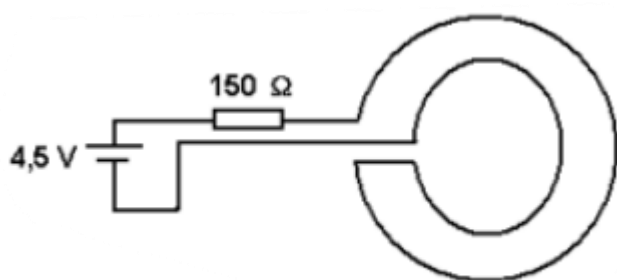
$$B = 2,512 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

#### Exemplo 4. (EEAR 2009)

Duas espiras concêntricas e coplanares de raios 10 mm e 20 mm, são construídas de condutores ideais e ligados à uma bateria, conforme a figura. Supondo que esse experimento seja realizado no vácuo, calcule a intensidade do campo magnético no centro das espiras.

Adote nesse caso,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$ .



- a) 0 T
- b)  $2\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- c)  $3\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d)  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$

#### Comentário:

Calculando a corrente que passa pelas espiras, pela 1ª Lei de Ohm:

$$U = R \cdot i$$

$$4,5 = 150 \cdot i$$

$$\frac{4,5}{150} = i$$

$$i = 0,03 \text{ A}$$

Calculando o campo magnético resultante no centro das espiras, sabendo que cada espira irá gerar o campo para sentidos diferentes:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot r} - \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$

$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} - \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}$$



$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2} - \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2 \cdot 2}$$

$$B = 2 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 - \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3$$

$$B = 6 \cdot \pi \cdot 10^{-7} - 3 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$$

$$B = 3 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

### Exemplo 5. (EEAR 2009)

Dois condutores longos e retilíneos estão dispostos paralelamente e distantes 10 cm um do outro, no vácuo. As correntes em ambos os condutores possuem a mesma intensidade, 10 ampères, e sentidos opostos. Nesse caso, a intensidade do campo magnético em um ponto P entre os condutores, coplanar e equidistante a eles, é de \_\_\_ T.

Dados:

Permeabilidade magnética do vácuo =  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$

- a) 0
- b)  $2 \cdot 10^{-5}$
- c)  $4 \cdot 10^{-5}$
- d)  $8 \cdot 10^{-5}$

### Comentário:

Calculando o campo magnético resultante num ponto entre os condutores, coplanar e equidistante, sabendo que ambos condutores irão gerar o campo para o mesmo sentido:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot d} + \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot D}$$

Como é equidistante:

$$d = D = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm}$$

Portanto:

$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}} + \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{10 \cdot 10^{-2}} + \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{10 \cdot 10^{-2}}$$



$$B = 2 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 10}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = 2 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-7}}{10^{-2}}$$

$$B = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-5}$$

$$B = 8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$



## 5 – Movimentação de condutores em campos magnéticos

Considere uma barra condutora de comprimento  $L$  que se move com velocidade constante  $v$  no interior de um campo magnético homogêneo.

Ao mover-se a barra dentro do campo magnético, também se movem seus elétrons. Desta maneira, temos cargas elétricas em movimento.

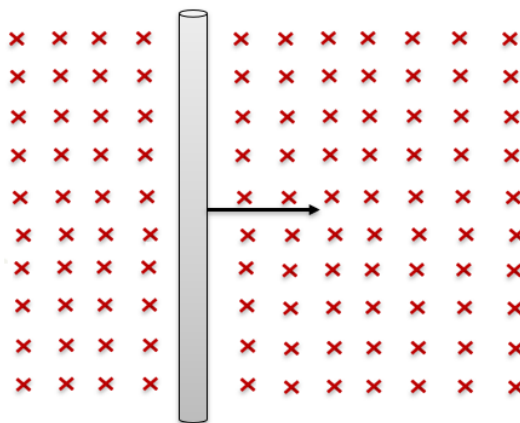


Figura 35: Condutor se movimentando em campo magnético.

Já vimos que, cargas elétricas em movimento dentro de um campo magnético sofrem ação de uma força magnética. Utilizando a regra da mão esquerda, percebemos que os elétrons sofrem ação de uma força magnética vertical para baixo.

Desta maneira, os elétrons irão se movimentar para o extremo inferior da barra e, portanto, começarão a se acumular por lá. Por outro lado, no extremo superior, haverá um déficit de elétrons e, portanto, essa extremidade apresentará uma carga positiva.

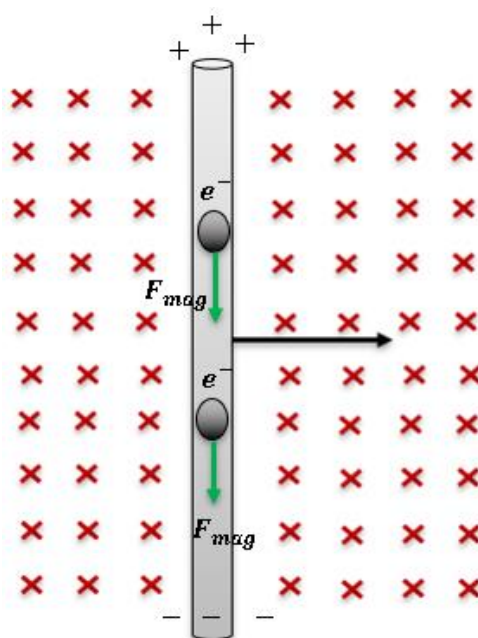


Figura 36: Movimento dos elétrons e a polarização da carga.

Devido à polarização das cargas, podemos associar uma diferença de potencial entre as extremidades da barra. Encontrar essa diferença de potencial será o nosso objetivo. ☺

Para encontrar essa diferença de potencial, devemos lembrar da eletrostática que através de uma polarização de cargas há o surgimento de um campo elétrico.

Esse campo elétrico, agindo sobre os elétrons, provoca uma força elétrica vertical para cima. Note que agora há a força magnética e a força elétrica. No momento inicial, a força magnética é maior que a elétrica, mas ao longo do tempo a força elétrica vai aumento, à medida que a polarização de cargas cresce.

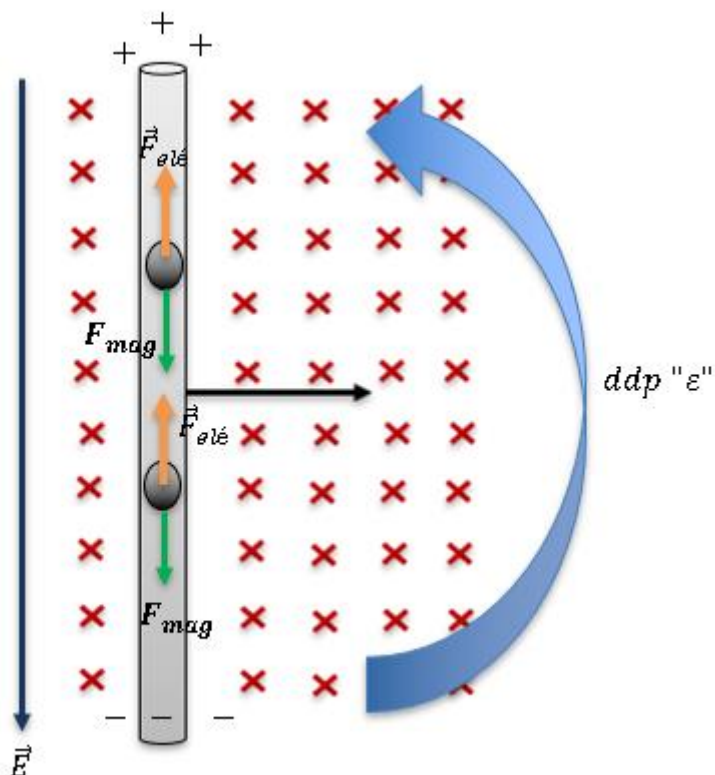


Figura 37: Surgimento do campo elétrica e da força elétrica.

Em algum momento, a força elétrica se igualará a força magnética. Neste momento, temos:

$$F_{elétrica} = F_{magnética}$$

$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B$$

$$E = v \cdot B \quad (I)$$

Da eletrostática, lembre que podemos associar a diferença de potencial (entre os extremos do condutor de comprimento L) com o campo elétrico.

$$E \cdot L = \varepsilon \quad (II)$$

Utilizando a expressão (I) e a expressão (II):

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot L$$

Desta maneira, conseguimos encontrar a expressão que fornece a diferença de potencial entre os extremos da barra. Ela é função do campo magnético externo, da velocidade da barra e de seu comprimento.





## 6 – Fluxo magnético

INDO MAIS  
FUNDO!



O fluxo magnético  $\phi$  é uma medida da quantidade de linhas de campo magnético que atravessam uma dada seção  $A$ .

Quanto maior a quantidade de linhas que atravessam uma dada área, maior será o fluxo magnético.

Considere uma seção de área  $A$  sendo atravessada por linhas de um campo magnético  $\vec{B}$ . Considere  $\vec{n}$  como sendo o vetor de módulo unitário perpendicular à seção.

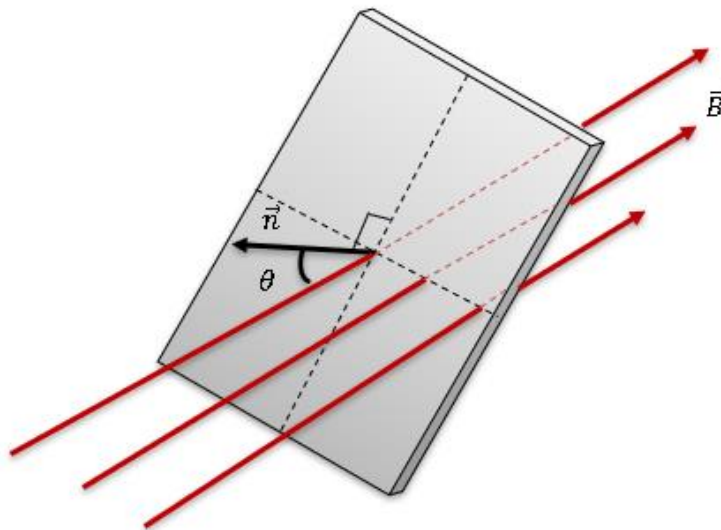


Figura 38: Linhas de campo magnético atravessando uma seção de área  $A$ .

Podemos definir o fluxo como:

$$|\phi| = |\vec{B}| \cdot A \cdot \cos\theta$$

O ângulo  $\theta$  é o menor ângulo formado pelas linhas de campo e o vetor normal. Desta maneira, devemos definir os sinais do fluxo. Definimos que:



$\phi > 0$  – Fluxo de saída das linhas de campo magnético

$\phi < 0$  – Fluxo de entrada das linhas de campo magnético

**Unidade:**

$$u(|\phi|) = u(|\vec{B}|) \cdot u(A)$$

$$u(|\phi|) = T \cdot m^2 = Wb = \text{"Weber"}$$

## 6.1 – Linhas que atravessam um corpo fechado

A figura abaixo mostra linhas do campo magnético que atravessam uma superfície fechada.

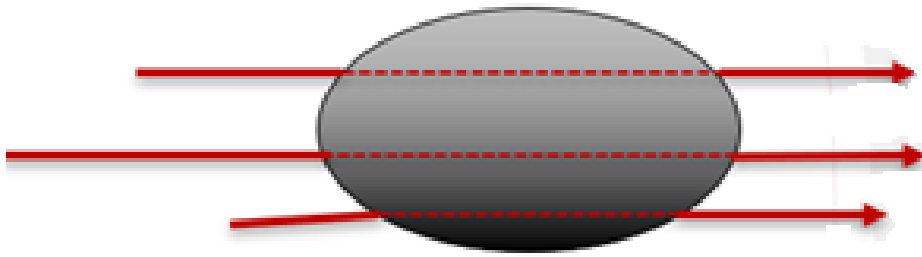


Figura 39: Linhas de campo atravessando a superfície de um corpo fechado.

Se observa que há dois fluxos: o fluxo de saída e o fluxo de entrada. A mesma quantidade de linhas que entram na superfície, sai dela e, portanto, os fluxos são iguais em valor absoluto.

$$\phi_{saida} + \phi_{entrada} = 0$$

## 7 – Lei de Lenz e lei de Faraday



Antes de enunciar a lei de Lenz e a lei de Faraday, iremos estudar um experimento envolvendo um ímã se aproximando, ou se afastando de uma espira, e a corrente elétrica gerada na espira.

Primeiramente, considere um ímã com o polo norte se aproximando de uma espira circular conectada a uma resistência e a um amperímetro. O amperímetro percebe uma corrente elétrica no sentido anti-horário (para um observador na frente da espira, à direita de você leitor).

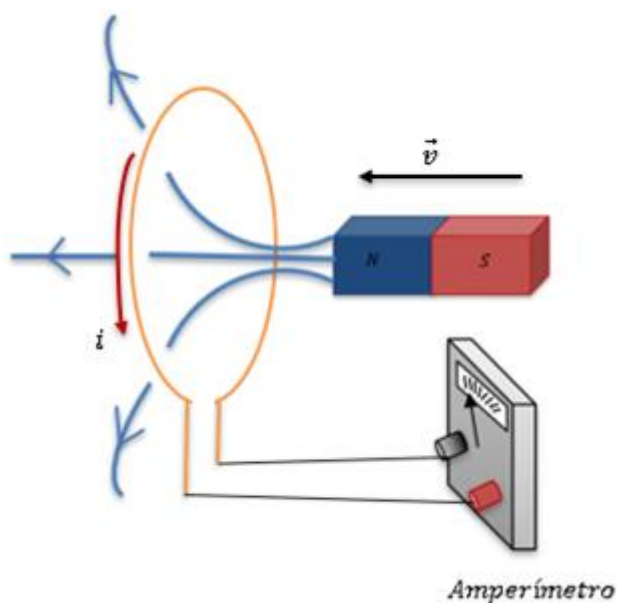


Figura 40: Ímã se aproximando da espira.

Uma segunda situação é proposta. Agora, o polo norte do ímã está se afastando da espira. Desta vez, o amperímetro percebe uma corrente elétrica no sentido horário (para o mesmo observador de antes).

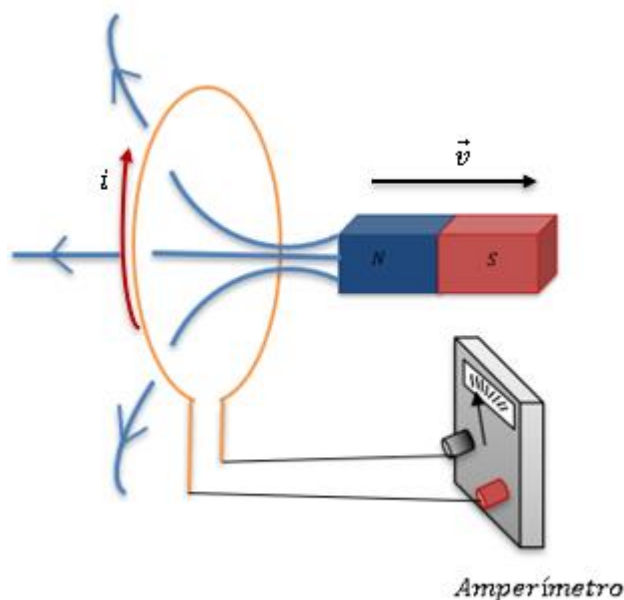


Figura 41: Ímã se afastando da espira.

Dependendo da movimentação do ímã em relação à espira a corrente se comporta de uma determinada maneira. Agora, iremos explicar esse fenômeno.

### “Lembre-se que a natureza busca o equilíbrio”

- **Explicação do primeiro caso:**

Na primeira situação, o ímã se aproxima da espira e, portanto, a quantidade de linhas de campo que atravessa a espira vai aumentando ao longo do tempo. A natureza não gosta de fugir do equilíbrio 😞 (Ou seja, aumento repentino do número de linhas). Em resposta a esse aumento de linhas, surge uma corrente elétrica no sentido anti-horário. Corrente elétrica percorrendo uma espira gera campo magnético. Esse campo magnético tem sentido contrário à velocidade do ímã.

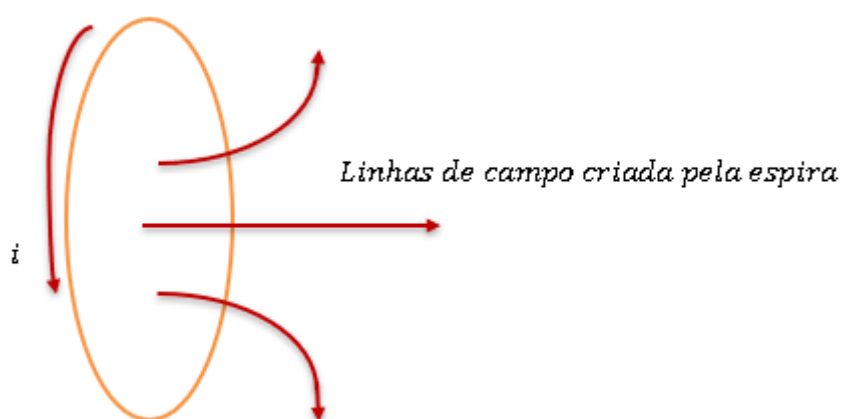


Figura 42: Linhas de campo geradas pela espira.

Podemos associar linhas de campo a um campo magnético. Desta maneira, percebemos que as linhas de campo estão no sentido oposto às linhas geradas pelo imã. Dessa forma, a natureza freia o aumento de linhas com a produção de novas linhas no sentido oposto.

A natureza encontrou uma forma de “devolver” as linhas em excesso que o imã fornece com a sua aproximação contínua.

- **Explicação do segundo caso:**

Na segunda situação, o imã se afasta da espira e, portanto, a quantidade de linhas de campo que atravessa a espira vai diminuindo ao longo do tempo. A natureza não gosta de fugir do equilíbrio 😞 (Ou seja, diminuição repentina do número de linhas). Em resposta a essa diminuição de linhas, surge uma corrente elétrica no sentido horário. Corrente elétrica percorrendo uma espira gera campo magnético. Esse campo magnético tem sentido contrário à velocidade do imã.

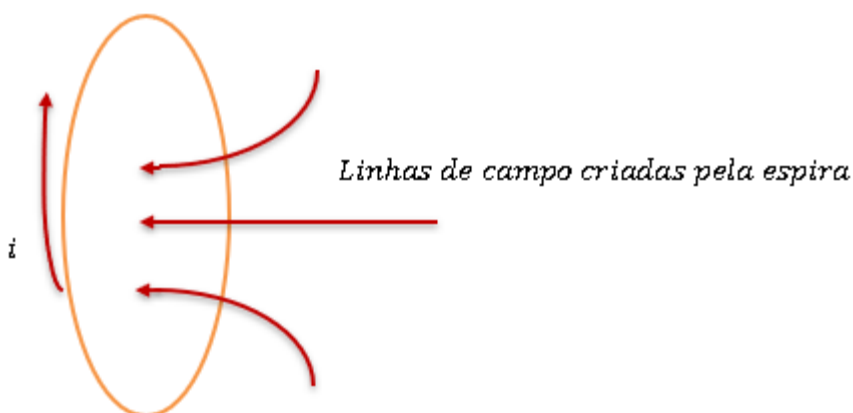


Figura 43: Linhas de campo geradas pela espira.

Podemos associar linhas de campo a um campo magnético. Desta maneira, percebemos que as linhas de campo estão no sentido oposto às linhas geradas pelo imã. Dessa forma, a natureza freia a diminuição de linhas com a produção de novas linhas no sentido oposto.

A natureza encontrou uma forma de “repor” as linhas em falta que o imã deixa de fornecer com a seu afastamento contínuo.

Em ambos os casos, a corrente elétrica criada pela espira é chamada de **corrente elétrica induzida** 😊. Ou seja, a espira que induziu essa corrente para buscar o equilíbrio do sistema.

## 7.1 - Lei de Lenz

A lei de Lenz relaciona a corrente induzida e a variação de fluxo magnético.

*A lei de Lenz fornece o sentido da corrente elétrica induzida que surge em um condutor metálico, a partir da variação do fluxo magnético (variação do número de linhas que estão atravessando uma seção). A variação de fluxo magnético gera a produção de corrente elétrica em um condutor fechado.*

A lei de Lenz sintetiza os experimentos feitos anteriormente. Ela liga os dois extremos: Variação de fluxo magnético e produção da corrente elétrica induzida.

Interessante essa abordagem da lei de Lenz, não é?! 😊

## 7.2 – Lei de Faraday

Primeiramente, iremos enunciar a lei de Faraday.

*A lei de Faraday ou lei da indução eletromagnética enuncia que, se houver variação temporal do fluxo magnético através de um circuito, surgirá nele uma força eletromotriz induzida (uma diferença de potencial).*

A lei de Faraday pode ser matematizada na seguinte expressão:

$$\varepsilon_{\text{induzida}} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$  – Variação temporal do fluxo magnético.



A lei de Lenz é uma particularidade da lei de Faraday. A lei de Lenz estuda o surgimento de corrente elétrica em um circuito e a lei de Faraday estuda o surgimento da tensão induzida. É possível que ocorra surgimento de tensão induzida, mas não haja surgimento de corrente elétrica (para que se tenha corrente elétrica é preciso que o condutor forme um percurso fechado – circuito elétrico). Entretanto, as duas leis estão interligadas pela primeira lei de Ohm. Da lei de Lenz, perceba que para que a corrente elétrica induzida exista, há alguma diferença de potencial atuando sobre o sistema. Essa diferença de potencial é a **tensão induzida** fornecida pela lei de Faraday 😊. Vemos isso claramente pela primeira lei de Ohm:

$$\varepsilon_{\text{induzida}} = R \cdot i_{\text{induzida}}$$

Muitos alunos imaginam que as duas leis dizem coisas distintas. Entretanto, não é o caso. As duas leis estudam o mesmo fenômeno da indução eletromagnética, mas abordando grandezas distintas: A lei de Lenz aborda a corrente elétrica e a lei de Faraday aborda a tensão.

Desta maneira, de modo geral:

**Indução eletromagnética** – é o surgimento de uma tensão induzida devido a variação de fluxo magnético em um circuito.

O eletromagnetismo é fascinante, não acha?! Espero que essa abordagem das leis, construída por mim, tenha provocado entendimento e esclarecimento para você!!



## Lista de Questões



### 1.(EEAR 2019)

Uma espira circular com 6,28 cm de diâmetro é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 31,4 mA e, nessas condições, produz um vetor campo magnético no centro dessa espira com uma intensidade no valor de \_\_\_\_\_  $\times 10^{-7}$  T.

Considere a permeabilidade magnética no vácuo,  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$  e considere  $\pi = 3,14$ .

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,14
- d) 6,28

### 2.(EEAR2019)

Uma bússola é colocada em uma região na qual foi estabelecido um campo magnético uniforme.

A agulha magnética dessa bússola tende a orientar-se e permanecer \_\_\_\_\_ às linhas de indução do campo magnético uniforme.

- a) Paralela
- b) Perpendicular
- c) Em um ângulo de  $45^\circ$
- d) Em um ângulo de  $60^\circ$

### 3.(EEAR 2020)

Utilizando a regra da mão direita num condutor percorrido por uma corrente, o polegar aponta o sentido da corrente e os demais dedos apontam o sentido

- a) Da energia potencial
- b) Da resistência elétrica
- c) Do campo magnético
- d) Do fator de potência.

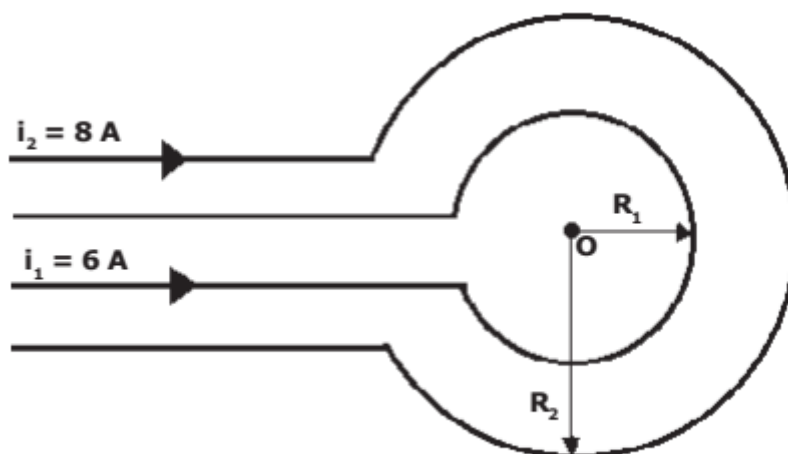




#### 4.(EsPCEX 2019)

Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios  $R_1 = 2\pi$  m e  $R_2 = 4\pi$  m são percorridas, respectivamente, por correntes de intensidades  $i_1 = 6$  A e  $i_2 = 8$  A, conforme mostra o desenho. A intensidade (módulo) do vetor indução magnética no centro das espiras “O” é

Dado: o meio é o vácuo e a permeabilidade magnética do vácuo:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a)  $2 \cdot 10^{-7} T$ .
- b)  $3 \cdot 10^{-7} T$ .
- c)  $6 \cdot 10^{-7} T$ .
- d)  $8 \cdot 10^{-7} T$ .
- e)  $9 \cdot 10^{-7} T$ .

#### 5.(EEAR 2020)

Em um laboratório de Física, um estudante analisa o comportamento de três lâminas metálicas quando aproximadas de um ímã.

1 – A lâmina 1 não é atraída por nenhum polo do ímã.

2 – A lâmina 2 é atraída pelos dois polos do ímã.

3 – A lâmina 3 tem uma das suas extremidades atraída pelo polo norte e repelida pelo polo sul, enquanto a outra extremidade é atraída pelo polo sul e repelida pelo polo norte.

Com base nessas observações, o estudante fez quatro afirmações. Assinale a alternativa que possui a afirmação fisicamente **incorreta**.

- a) A lâmina 1 não é feita de material ferromagnético.
- b) A lâmina 2 é feita de material ferromagnético, mas não está imantada.
- c) A lâmina 2 é feita de material ferromagnético, e está imantada.
- d) A lâmina 3 é feita de material ferromagnético, e está imantada.

### 6.(EAM 2019)

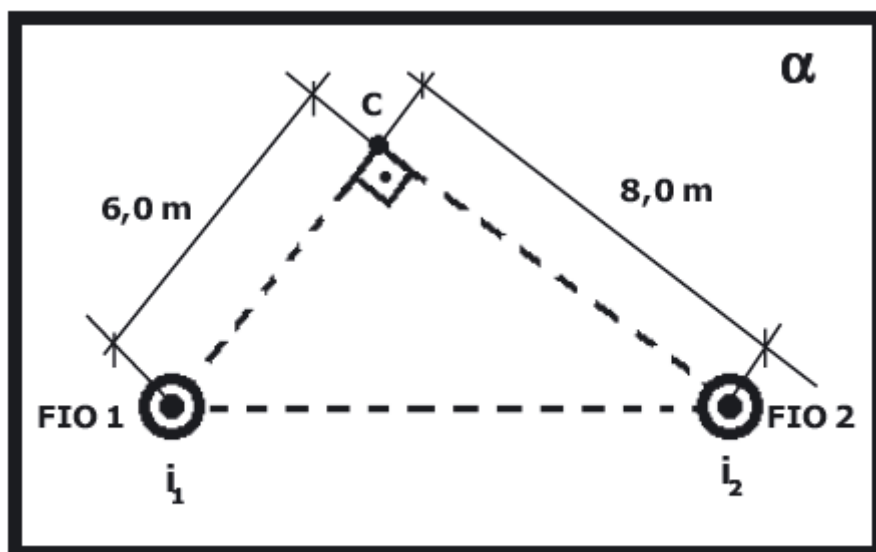
Considerando as afirmativas abaixo, marque a opção correta:

- a) Oersted comprovou experimentalmente que corrente elétrica dá origem a campo elétrico.
- b) Se quebrarmos um ímã teremos dois ímãs, cada um com apenas um polo magnético.
- c) Em um ímã e por fora dele, as linhas de campo magnético (ou de indução) têm orientação do polo magnético sul em direção ao polo magnético norte.
- d) O polo magnético norte da Terra encontra-se próximo ao polo geográfico norte da Terra e o polo magnético sul da Terra encontra-se próximo ao polo geográfico sul da Terra.
- e) Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes diferentes se atraem.

### 7.(EsPCEX 2018)

Dois fios longos e retilíneos 1 e 2, fixos e paralelos entre si, estão dispostos no vácuo, em uma direção perpendicular a um plano  $\alpha$ . O plano  $\alpha$  contém o ponto C conforme representado no desenho abaixo. Os fios são percorridos por correntes elétricas constantes, de mesmo sentido, saindo do plano  $\alpha$  para o observador. O fio 1 é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i_1=6$  A e o fio 2 por uma corrente de intensidade  $i_2= 8$  A. O módulo do vetor indução magnética resultante no ponto C devido às correntes  $i_1$  e  $i_2$  é:

Dado: considere a permeabilidade magnética do vácuo igual a  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  T·m/A.

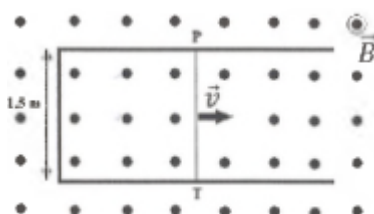


Desenho Ilustrativo Fora de Escala

- a)  $8 \cdot 10^{-7}$  T.
- b)  $6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.
- c)  $4 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.
- d)  $4 \cdot 10^{-7}$  T.
- e)  $2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.

### 8.(EFOMM 2018)

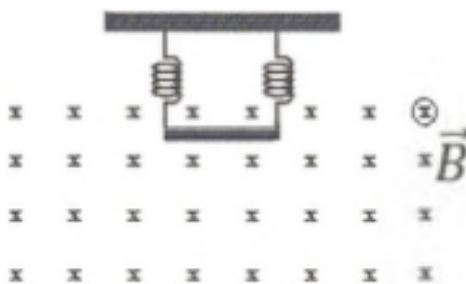
Um condutor retilíneo PT, de resistência  $R = 20,0 \Omega$ , está em contato com um condutor de resistência desprezível e dobrado em forma de U, como indica a figura. O conjunto está imerso em um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, de intensidade  $15,0 \text{ T}$ , de modo que  $\vec{B}$  é ortogonal ao plano do circuito. Seu Demi, um operador, puxa o condutor PT, de modo que este se move com velocidade constante  $\vec{v}$ , como indica a figura, sendo  $v = 4,0 \text{ m/s}$ . Determine a força eletromotriz induzida no circuito e o valor da força aplicada por seu Demi ao condutor PT.



- a) 45 V e 80,45 N
- b) 65 V e 90,10 N
- c) 80 V e 100,65 N
- d) 90 V e 101,25 N
- e) 100,85 V e 110,95 N

### 9.(EFOMM 2018)

Um tenente da EFOMM construiu um dispositivo para o laboratório de Física da instituição. O dispositivo é mostrado na figura a seguir. Podemos observar que uma barra metálica, de  $5 \text{ m}$  de comprimento e  $30 \text{ kg}$ , está suspensa por duas molas condutoras de peso desprezível, de constante elástica  $500 \text{ N/m}$  e presas ao teto. As molas estão com uma deformação de  $100 \text{ mm}$  e a barra está imersa num campo magnético uniforme de intensidade  $8,0 \text{ T}$ . Determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica real que se deve passar pela barra para que as molas não alterem a deformação.



- a) 2,5 A, esquerda
- b) 2,5 A, direita
- c) 5 A, esquerda
- d) 5 A, direita
- e) 10 A, direita

### 10.(Colégio Naval 2018)

Sobre eletricidade e magnetismo analise as afirmativas abaixo e assinale, a opção que apresenta o conceito INCORRETO.

- a) *Partículas ou corpos com cargas elétricas de sinais iguais se repelem e com sinais diferentes se atraem.*
- b) *Um corpo é dito neutro quando possui igual quantidade de prótons e elétrons.*
- c) *Um corpo é dito eletrizado positivamente quando inicialmente neutro, por algum processo de eletrização recebe prótons de outro corpo.*
- d) *Em um sistema eletricamente isolado, dois corpos inicialmente neutros e de materiais diferentes, quando atritados entre si adquirem cargas elétricas de mesmo módulo e de sinais opostos.*
- e) *A Terra pode ser considerada como se fosse um grande ímã, em que o polo magnético norte se encontra próximo ao polo geográfico sul e o polo magnético sul próximo ao polo geográfico norte.*

### 11.(EEAR 2019)

Quanto à facilidade de imantação, podemos afirmar que: “Substâncias \_\_\_\_\_ são aquelas cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnética, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético”. O termo que preenche corretamente a lacuna é:

- a) *Diamagnéticas*
- b) *Paramagnéticas*
- c) *Ultramagnéticas*
- d) *ferromagnéticas*

### 12.(EEAR 2019)

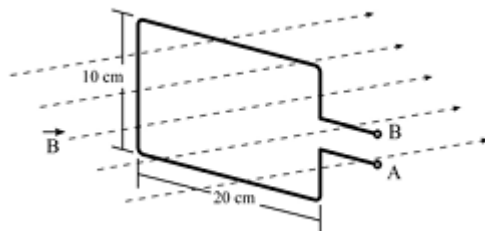
Uma partícula com carga elétrica igual a  $3,2\mu\text{C}$  e velocidade de  $2 \cdot 10^4 \text{ m/s}$  é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme e sofre a ação de uma força magnética de intensidade igual a  $1,6 \cdot 10^2 \text{ N}$ . Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada

- a)  $0,25 \cdot 10^3$
- b)  $2,5 \cdot 10^3$
- c)  $2,5 \cdot 10^4$
- d)  $0,25 \cdot 10^6$

### 13.(EEAR 2018)

Uma espira retangular de  $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  foi posicionada e mantida imóvel de forma que um campo magnético uniforme, de intensidade  $B=100 \text{ T}$ , ficasse normal à área interna da espira, conforme figura a seguir. Neste caso, o valor da Força Eletromotriz Induzida nos terminais A e B da espira vale \_\_\_\_ V.





- a) 0,00
- b) 0,02
- c) 0,20
- d) 2,00

#### 14.(EEAR 2018)

Uma espira circular com  $10\pi$  cm de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500 mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a  $\_\_\_\_\_ \cdot 10^{-6}$  T.

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

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 5

#### 15.(EEAR 2018)

Entre as substâncias magnéticas, aquelas que ao serem colocadas próximas a um ímã, cujo campo magnético é intenso, são repelidas por ambos os polos do ímã, são classificadas como

- a) *diamagnéticas.*
- b) *paramagnéticas.*
- c) *ferromagnéticas.*
- d) *ímãs permanentes.*

#### 16.(EsPCEX 2017)

Uma carga elétrica puntiforme, no interior de um campo magnético uniforme e constante, dependendo de suas condições cinemáticas, pode ficar sujeita à ação de uma força magnética. Sobre essa força pode-se afirmar que

- a) *tem a mesma direção do campo magnético, se a carga elétrica tiver velocidade perpendicular a ele.*
- b) *é nula se a carga elétrica estiver em repouso.*
- c) *tem máxima intensidade se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem paralelos.*
- d) *é nula se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem perpendiculares.*
- e) *tem a mesma direção da velocidade da carga elétrica.*

### 17.(Colégio Naval 2017)

Com relação aos conceitos da física, assinale a opção correta.

- a) *Em qualquer meio transparente, a propagação da luz ocorre sempre em linha reta.*
- b) *A patinação sobre o gelo acontece porque o aumento da pressão, exercida pelos patins, altera a temperatura de fusão do gelo.*
- c) *As garrafas e outros objetos jogados no mar chegam até as praias transportados pelas ondas.*
- d) *No processo de eletrização por contato, o corpo que recebe elétrons fica negativo e o que perde elétrons fica positivo.*
- e) *As bússolas magnéticas são muito importantes na navegação porque apontam precisamente para o norte geográfico.*

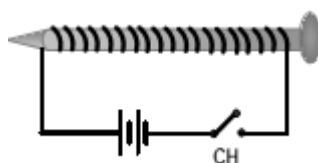
### 18.(EFOMM 2017)

Uma partícula com carga elétrica penetra, ortogonalmente, num campo magnético uniforme com velocidade  $v$  no ponto cujas coordenadas  $(x,y)$  são  $(0,0)$  e sai do campo no ponto  $(0,3R)$ . Durante a permanência no campo magnético, a componente  $x$  da velocidade da partícula, no instante  $t$ , é dada por:

- a)  $v \operatorname{sen} \left( \frac{\pi vt}{R} \right)$
- b)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{vt}{3R} \right)$
- c)  $v \operatorname{sen} \left( \frac{vt}{3R} \right)$
- d)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{vt}{1,5R} \right)$
- e)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{3vt}{1,5R} \right)$

### 19.(EEAR 2018)

Um fio fino é enrolado em torno de um prego e suas extremidades são ligadas aos polos de uma bateria e de uma chave CH, conforme mostra a figura abaixo. Quando a chave CH é fechada, observa-se que o prego passa a atrair pequenos objetos de ferro. O conceito físico que melhor explica o fenômeno é:



- a) *Efeito Joule*
- b) *Campo Elétrico*
- c) *Efeito fotoelétrico*
- d) *Indução Eletromagnética*

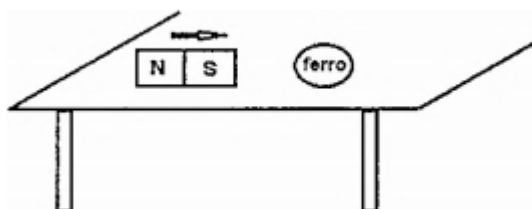
### 20.(EEAR 2018)

Uma espira retangular está imersa em um campo magnético uniforme cuja intensidade é de 0,5 T. O fluxo do campo magnético através da espira quando a mesma forma um ângulo de  $0^\circ$  com as linhas desse campo, em Weber, será:

- a) Zero
- b) 0,5
- c) 1
- d) 2

### 21.(EAM 2017)

Um ímã encontra-se, inicialmente, a uma certa distância de uma esfera de ferro que está em repouso sobre uma mesa, cujo atrito pode ser desprezado.

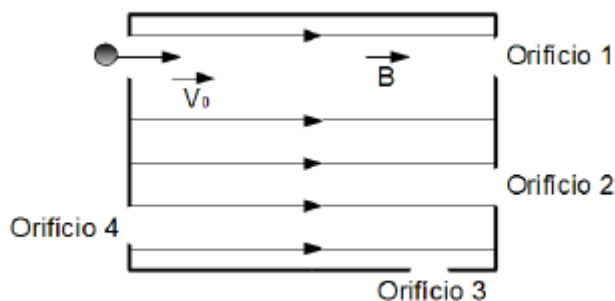


Assinale a opção que apresenta de forma correta o comportamento da esfera quando da aproximação do ímã.

- a) A esfera se moverá para a direita quando o polo norte for aproximado.
- b) A esfera se moverá para a direita quando o polo sul for aproximado.
- c) A esfera se moverá para a esquerda qualquer que seja o polo aproximado.
- d) A esfera permanecerá em repouso quando o polo sul for aproximado.
- e) A esfera permanecerá em repouso quando o polo norte for aproximado.

### 22.(EEAR 2017)

Um projétil de dimensões desprezíveis carregado com uma carga elétrica negativa atinge com velocidade inicial  $v_0$  o orifício de uma câmara que possui em seu interior um campo magnético uniforme paralelo à sua trajetória, como mostra a figura abaixo. Qual orifício melhor representa a possibilidade de escape do projétil?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

### 23.(EEAR 2017)

Associe corretamente as leis do eletromagnetismo com as afirmações abaixo descritas:

- ( ) Lei de Faraday
- ( ) Lei de Lenz
- ( ) Lei de Ampère

I. “O sentido da corrente elétrica induzida pela variação do fluxo magnético em um circuito fechado é tal que seus efeitos tendem a fazer oposição à variação do fluxo que lhe deu origem”.

II. “Para um condutor retilíneo infinito percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , o módulo do vetor campo magnético  $B$  em um ponto  $P$ , que está a uma distância  $r$  deste condutor, será inversamente proporcional à distância  $r$  e diretamente proporcional a  $i$ ”.

III. “A força eletromotriz induzida numa espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que essa variação ocorre”. Das alternativas abaixo, a correta é:

- a) I – II – III
- b) II – III – I
- c) III – I – II
- d) III – II – I

### 24.(EsPCEX 2016)

Dois fios condutores retilíneos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidade distintas,  $i_1$  e  $i_2$ , de sentidos opostos.

Uma espira circular condutora de raio  $R$  é colocada entre os dois fios e é percorrida por uma corrente elétrica  $i$ .

A espira e os fios estão no mesmo plano. O centro da espira dista de  $3R$  de cada fio, conforme o desenho abaixo.

Para que o vetor campo magnético resultante, no centro da espira, seja nulo, a intensidade da corrente elétrica  $i$  e seu sentido, tomando como referência o desenho, são respectivamente:







- a)  $\frac{i_1 + i_2}{3}$  e horário
- b)  $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$  e anti-horário
- c)  $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$  e horário
- d)  $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$  e horário
- e)  $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$  e anti-horário

### 25.(EFOMM 2016)

Uma partícula com carga elétrica de  $5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  é acelerada entre duas placas planas e paralelas, entre as quais existe uma diferença de potencial de 100 V. Por um orifício na placa, a partícula escapa e penetra em um campo magnético de indução magnética uniforme de valor igual a  $2,0 \times 10^{-2} \text{ T}$ , descrevendo uma trajetória circular de raio igual a 20 cm. Admitindo que a partícula parte do repouso de uma das placas e que a força gravitacional seja desprezível, qual é a massa da partícula?

- a)  $1,4 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- b)  $2,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- c)  $4,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- d)  $2,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$
- e)  $4,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$

### 26. (EEAR 2007)

Uma partícula de carga  $+4 \mu\text{C}$  é lançada perpendicularmente em um campo magnético uniforme de intensidade de  $5 \times 10^3 \text{ T}$ , com velocidade de  $20 \text{ km/s}$ . Determine a intensidade, em N, da força magnética que atua sobre a partícula.

- a) zero
- b)  $4 \times 10^2$
- c)  $4 \times 10^{-1}$
- d)  $4 \times 10^3$

### 27. (EEAR 2007)

Um fio condutor reto e extenso é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Sabendo que, num ponto localizado a  $50 \text{ cm}$  do condutor, o vetor indução magnética tem intensidade igual a  $8 \times 10^{-7} \text{ T}$ , a corrente, em ampères, é de

Obs.:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

- a) 2.
- b)  $\frac{2}{\pi}$ .
- c) 1.
- d)  $\frac{1}{\pi}$ .

### 28. (EEAR 2008)

A intensidade do vetor indução magnética no interior de um solenoide (dispositivo constituído de um fio condutor enrolado em forma de espiras não justapostas) é determinada em função do número de espiras, do comprimento do solenoide e da intensidade da corrente elétrica que circula no fio condutor.

Das alternativas abaixo, assinale aquela na qual apresenta-se uma maneira correta de aumentar a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.

- a) *reduzindo o número de espiras*
- b) *aumentando o número de espiras*
- c) *aumentando o comprimento do solenoide*
- d) *reduzindo a intensidade da corrente elétrica*

### 29. (EEAR 2008)

O transformador é um dispositivo elétrico cuja característica principal é “transformar” o valor de determinada força eletromotriz em outro. Assim, um transformador ligado em  $127 \text{ V}$  pode fornecer  $220 \text{ V}$ . O fenômeno físico que permite o funcionamento do transformador é o da

- a) *histerese.*
- b) *magnetização.*
- c) *indução eletromagnética.*



d) *eletrização por contato sucessivo.*

### 30. (EEAR 2010)

Uma bobina chata formada de 80 espiras circulares, de raio igual a 4 cm, gera um campo magnético no centro da bobina de intensidade igual a  $8\pi \cdot 10^{-6}$  T. Determine a intensidade da corrente elétrica que percorre essa bobina.

Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

- a) 20mA
- b) 40mA
- c) 200mA
- d) 400mA

### 31. (EEAR 2013)

Um condutor reto e extenso, situado no vácuo, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 1,0 A. Nesse caso, a intensidade do campo magnético em um ponto situado perpendicularmente a 1,0 m de distância do condutor, é de \_\_\_\_\_.  $10^{-7}$  T.

Observação:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T \cdot m/A$

- a) 1
- b) 2
- c)  $\pi$
- d)  $2\pi$

### 32. (EEAR 2014)

O transformador é um dispositivo constituído de duas bobinas eletricamente isoladas, chamadas primário e secundário no qual, de acordo com a Lei de Faraday,

- a) *a variação da corrente elétrica no primário provoca, no secundário, uma força eletromotriz induzida.*
- b) *a corrente contínua no primário é transformada em corrente alternada no secundário.*
- c) *a corrente alternada no primário é transformada em corrente contínua no secundário.*
- d) *pode, de acordo com a relação de espiras, ocorrer elevação ou redução de quaisquer valores de voltagens, seja em corrente contínua ou alternada.*

### 33. (EEAR 2014)

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted verificou que um fio condutor, quando percorrido por uma corrente elétrica, apresenta um campo magnético em torno desse fio. Das alternativas abaixo, assinale qual indica o dispositivo elétrico cuja aplicação só foi possível a partir da constatação dessa relação.

- a) *Lâmpada incandescente.*



- b) Resistência elétrica.
- c) Eletroímã.
- d) Capacitor.

### 34. (EEAR 2006)

Um estudante de Física foi incumbido pelo seu professor de montar um experimento para demonstrar o campo magnético em uma espira circular. Para executar tal trabalho, o aluno construiu uma espira circular com diâmetro de 20 centímetros e fez percorrer por ela uma corrente de intensidade 5,0 A. Após a execução da experiência, o aluno informou ao professor que a intensidade do vetor indução magnética no centro da espira era de  $5\pi \times 10^{-5}$  T. Admitindo-se que a permeabilidade magnética do meio onde se encontra a espira seja de  $4\pi \times 10^{-7}$  T.m /A, pode-se dizer que, para o resultado do aluno estar correto, deve-se

- a) dividi-lo por 4.
- b) dividi-lo por 5.
- c) multiplicá-lo por 2.
- d) multiplicá-lo por 5.

### 35. (EEAR 2006)

Na construção de uma bobina para utilização em um eletroímã, deve-se levar em conta que o fio desta bobina

- a) deva ser de material ferromagnético.
- b) possa ser de qualquer material condutor de eletricidade.
- c) deva ser de material ferromagnético e condutor de eletricidade.
- d) deva ser de material condutor de eletricidade e não ferromagnético.

### 36. (EEAR 2006)

Quando se estuda o campo magnético terrestre, é comum se associar a ideia de que a Terra é um grande ímã; portanto, a Terra possui um polo norte e um polo sul. Baseado nessa premissa, **não** é correto afirmar que

- a) o polo sul do “ímã-Terra” se localiza no polo sul geográfico.
- b) o polo sul do “ímã” aponta para o norte magnético da Terra.
- c) o polo norte do “ímã” aponta para o sul magnético da Terra.
- d) o polo norte do “ímã-Terra” está próximo do polo sul geográfico.

### 37. (EEAR 2007)

Considere-se um fio condutor retilíneo longo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Verifica-se experimentalmente que em torno do condutor surge um campo magnético, cujas linhas de campo são \_\_\_\_\_, situadas \_\_\_\_\_.



- a) *circunferências concêntricas; em planos perpendiculares ao fio*
- b) *linhas radiais; em planos perpendiculares ao fio*
- c) *espirais crescentes; em planos perpendiculares ao fio*
- d) *helicoidais; ao longo do fio*

### 38. (EEAR 2007)

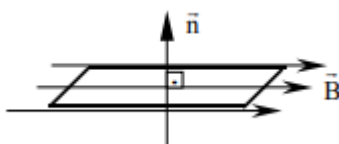
Uma espira circular de raio 4 cm, é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i = 20$  A. A intensidade do vetor indução magnética no centro da espira é igual a \_\_\_\_\_  $\pi T$ .

Obs.: Considere a espira no vácuo, com  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T \cdot m/s$ .

- a)  $10^{-3}$
- b)  $10^{-4}$
- c)  $10^{-5}$
- d)  $10^{-6}$

### 39. (EEAR 2007)

Uma espira quadrada, de lado igual a 2 cm, é colocada paralelamente às linhas de campo magnético, cuja intensidade do campo é de  $2 \cdot 10^{-3} T$ . Calcule o fluxo magnético, em Wb, através dessa espira.



- a) zero
- b)  $4 \cdot 10^{-5}$
- c)  $8 \cdot 10^{-3}$
- d)  $8 \cdot 10^{-7}$

### 40. (EEAR 2007)

Com relação ao campo magnético, podemos afirmar, corretamente, que

- a) *é uma região do espaço, ilimitada, gerada por um ímã ou cargas elétricas em movimento.*
- b) *é uma região do espaço, limitada a um determinado raio, em torno de um ímã ou de um condutor percorrido por corrente elétrica.*
- c) *é uma região de influência em torno de um ímã ou de um condutor percorrido por uma corrente elétrica, devido ao movimento dos polos magnéticos.*
- d) *são forças estabelecidas em torno de ímã ou de um condutor percorrido por uma corrente que define as interações eletromagnéticas.*

#### 41. (EEAR 2010)

A definição oficial de ampère, unidade de intensidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é:

“O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de secção circular desprezível e situados à distância de um metro entre si, no vácuo, produz entre esses condutores uma força igual a  $2 \cdot 10^{-7}$  newtons por metro de comprimento.”

Para que a força magnética que atua nos condutores seja de atração,

- a) os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de mesmo sentido.
- b) os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de sentidos opostos.
- c) um dos condutores deve ser ligado em corrente contínua e o outro deve ser aterrado nas duas extremidades.
- d) os dois condutores devem ser aterrados nas duas extremidades.

#### 42. (EEAR 2010)

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo:

Um condutor longo e retilíneo percorrido por corrente elétrica produz ao seu redor um campo magnético no formato de

- a) retas paralelas ao fio.
- b) círculos concêntricos ao fio.
- c) retas radiais com o centro no fio.
- d) uma linha em espiral com o centro no fio.

#### 43. (EEAR 2011)

O transformador é um dispositivo composto de duas bobinas que não têm contato elétrico uma com a outra. Em uma delas (bobina primária) é aplicada uma tensão variável que resulta em um campo magnético também variável. Esse campo acaba por interagir na outra bobina, chamada secundária, que está em contato elétrico com um resistor. Assinale a alternativa que completa corretamente a frase:

“A variação do fluxo magnético na bobina secundária é \_\_\_\_.”

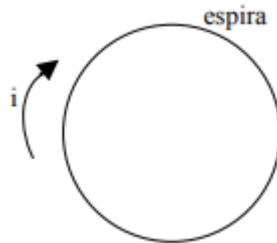
OBS: Considere o transformador um sistema ideal e isolado.





- a) maior que no primário
- b) menor que no primário
- c) igual ao do primário
- d) de valor nulo



**44. (EEAR 2011)**

A figura a seguir representa uma espira que está no plano que contém esta folha de papel. Essa espira é feita de um material condutor e está submetida a uma tensão que resulta em uma corrente elétrica convencional (portadores positivos) de intensidade “ $i$ ” no sentido horário. A alternativa que indica, corretamente, o sentido e a direção do vetor campo magnético resultante no centro dessa espira é



- a) 
- b) 
- c) 
- d) 

## Gabarito

1. D	2. A	3. C	4. A	5. C
6. E	7. E	8. D	9. D	10. C
11. A	12. B	13. A	14. B	15. A
16. B	17. B	18. D	19. D	20. A
21. C	22. A	23. C	24. E	25. E
26. B	27. A	28. B	29. C	30. A
31. B	32. A	33. C	34. B	35. D
36. A	37. A	38. B	39. A	40. A
41. A	42. B	43. C	44. D	





## Lista de Questões Resolvidas e Comentadas

### 1.(EEAR 2019)

Uma espira circular com 6,28 cm de diâmetro é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 31,4 mA e, nessas condições, produz um vetor campo magnético no centro dessa espira com uma intensidade no valor de \_\_\_\_\_  $\times 10^{-7}$  T.

Considere a permeabilidade magnética no vácuo,  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$  e considere  $\pi = 3,14$ .

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,14
- d) 6,28

#### Comentário:

Sabendo que o campo magnético no centro de uma espira é dado por:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2R}$$

Assim, temos:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 31,4 \cdot \frac{10^{-3}}{6,28 \cdot 10^{-2}} \rightarrow \boxed{B = 6,28 \cdot 10^{-7} T}$$

**Gabarito: D**

### 2.(EEAR2019)

Uma bússola é colocada em uma região na qual foi estabelecido um campo magnético uniforme.

A agulha magnética dessa bússola tende a orientar-se e permanecer \_\_\_\_\_ às linhas de indução do campo magnético uniforme.

- a) Paralela
- b) Perpendicular
- c) Em um ângulo de 45°
- d) Em um ângulo de 60°

#### Comentário:

A agulha da bússola tende a orientar-se **paralelamente** às linhas de indução do campo magnético uniforme!

**Gabarito: A**

### 3.(EEAR 2020)

Utilizando a regra da mão direita num condutor percorrido por uma corrente, o polegar aponta o sentido da corrente e os demais dedos apontam o sentido

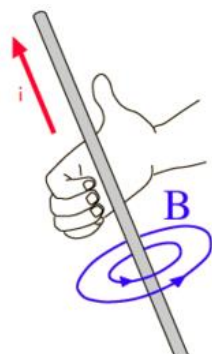
- a) Da energia potencial



- b) Da resistência elétrica
- c) Do campo magnético
- d) Do fator de potência.

### Comentário:

A “regra da mão direita envolvente” consiste em por o polegar no sentido da corrente e os demais dedos definem o sentido do campo magnético ! 😊

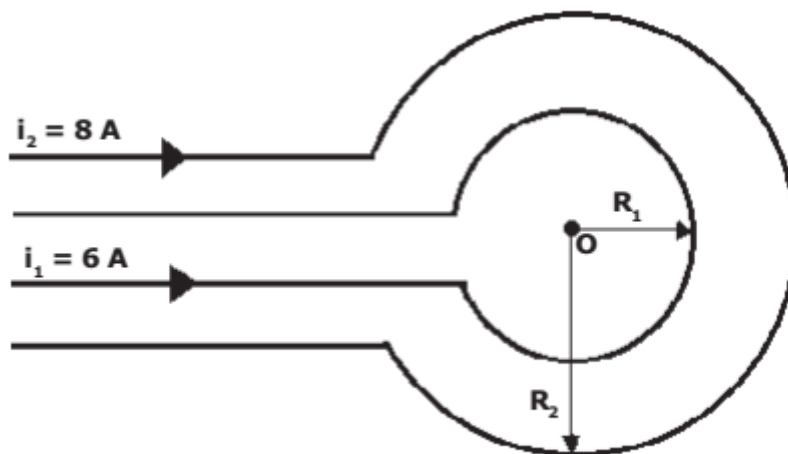


### Gabarito: C

#### 4.(EsPCEX 2019)

Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios  $R_1 = 2\pi$  m e  $R_2 = 4\pi$  m são percorridas, respectivamente, por correntes de intensidades  $i_1 = 6$  A e  $i_2 = 8$  A, conforme mostra o desenho. A intensidade (módulo) do vetor indução magnética no centro das espiras “O” é

Dado: o meio é o vácuo e a permeabilidade magnética do vácuo:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a)  $2 \cdot 10^{-7}$  T.
- b)  $3 \cdot 10^{-7}$  T.
- c)  $6 \cdot 10^{-7}$  T
- d)  $8 \cdot 10^{-7}$  T.
- e)  $9 \cdot 10^{-7}$  T.

### Comentário:

Sabendo que o campo magnético no centro de uma espira é dado por:



$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2R}$$

Utilizando a “Regra da mão direita envolvente” em ambas as espiras, podemos concluir que:

$$B_{\text{resultante}} = B_1 - B_2$$

Assim, o valor dos campos é dado por:

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6}{4\pi} \rightarrow B_1 = 6 \cdot 10^{-7} T$$

$$B_2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{8}{8\pi} \rightarrow B_2 = 4 \cdot 10^{-7} T$$

Assim, o campo resultante é:

$$B_{\text{resultante}} = 6 \cdot 10^{-7} T - 4 \cdot 10^{-7} T = \boxed{2 \cdot 10^{-7} T}$$

**Gabarito: A**

### 5.(EEAR 2020)

Em um laboratório de Física, um estudante analisa o comportamento de três lâminas metálicas quando aproximadas de um ímã.

- 1 – A lâmina 1 não é atraída por nenhum polo do ímã.
- 2 – A lâmina 2 é atraída pelos dois polos do ímã.
- 3 – A lâmina 3 tem uma das suas extremidades atraída pelo polo norte e repelida pelo polo sul, enquanto a outra extremidade é atraída pelo polo sul e repelida pelo polo norte.

Com base nessas observações, o estudante fez quatro afirmações. Assinale a alternativa que possui a afirmação fisicamente **incorreta**.

- a) A lâmina 1 não é feita de material ferromagnético.
- b) A lâmina 2 é feita de material ferromagnético, mas não está imantada.
- c) A lâmina 2 é feita de material ferromagnético, e está imantada.
- d) A lâmina 3 é feita de material ferromagnético, e está imantada.

### Comentário:

Para a lâmina 2 ser atraída pelos dois polos do ímã, temos que a mesma não pode estar imantada, pois se não apenas 1 polo a atrairia. Portanto a letra C está incorreta!

**Gabarito: C**

### 6.(EAM 2019)

Considerando as afirmativas abaixo, marque a opção correta:

- a) Oersted comprovou experimentalmente que corrente elétrica dá origem a campo elétrico.
- b) Se quebrarmos um ímã teremos dois ímãs, cada um com apenas um polo magnético.
- c) Em um ímã e por fora dele, as linhas de campo magnético (ou de indução) têm orientação do polo magnético sul em direção ao polo magnético norte.



- d) O polo magnético norte da Terra encontra-se próximo ao polo geográfico norte da Terra e o polo magnético sul da Terra encontra-se próximo ao polo geográfico sul da Terra.
- e) Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes diferentes se atraem.

### Comentário:

A **experiência de Oersted** nos diz que um fio percorrido por corrente elétrica orienta e não “dá origem” a um campo magnético dependente do sentido dessa corrente.

Se quebrarmos um ímã, teremos dois novos ímãs **cada um com 2 polos (Norte e Sul)**

As linhas de campo se **orientam do Norte para o Sul**.

O polo norte magnético da terra encontra-se no polo sul geográfico, e vice-versa.

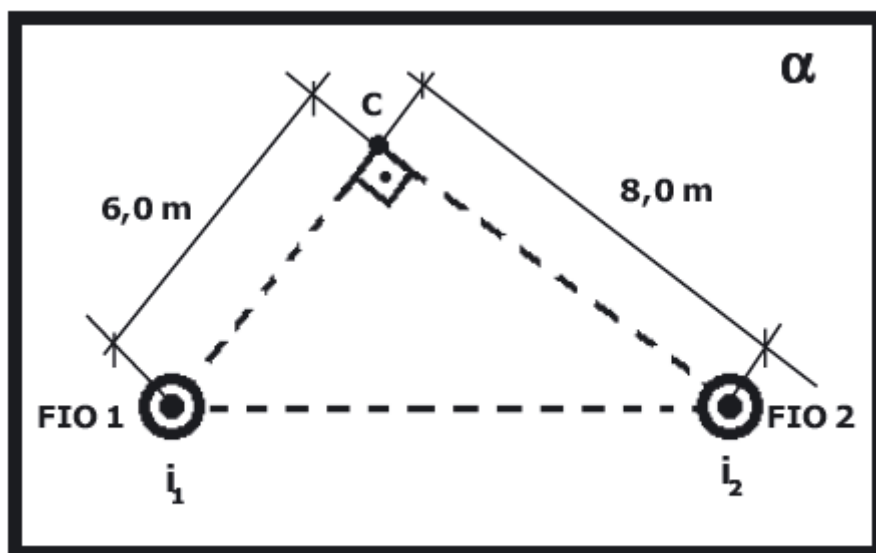
Polos de mesmo nome se repelem enquanto polos de nomes diferentes se atraem.

### Gabarito: E

#### 7.(EsPCEx 2018)

Dois fios longos e retilíneos 1 e 2, fixos e paralelos entre si, estão dispostos no vácuo, em uma direção perpendicular a um plano  $\alpha$ . O plano  $\alpha$  contém o ponto C conforme representado no desenho abaixo. Os fios são percorridos por correntes elétricas constantes, de mesmo sentido, saindo do plano  $\alpha$  para o observador. O fio 1 é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i_1=6$  A e o fio 2 por uma corrente de intensidade  $i_2= 8$  A. O módulo do vetor indução magnética resultante no ponto C devido às correntes  $i_1$  e  $i_2$  é:

Dado: considere a permeabilidade magnética do vácuo igual a  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  T·m/A.



Desenho Ilustrativo Fora de Escala

- a)  $8 \cdot 10^{-7}$  T.
- b)  $6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.
- c)  $4 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.
- d)  $4 \cdot 10^{-7}$  T.
- e)  $2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7}$  T.

### Comentário:

Sabendo que o campo magnético gerado por um fio percorrido por uma corrente  $i$ , a uma distância “R” é:

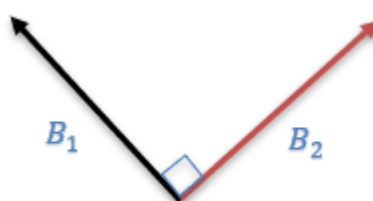
$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2\pi R}$$

Assim, temos :

$$B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{6}{2\pi \cdot 6} \rightarrow B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$B_2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{8}{2\pi \cdot 8} \rightarrow B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Assim, pela “Regra da mão direita envolvente” ,temos:



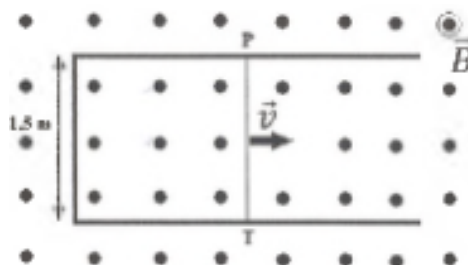
O vetor resultante será:

$$B_{\text{resultante}} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \boxed{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7} \text{ T}}$$

### Gabarito: E

#### 8.(EFOMM 2018)

Um condutor retilíneo PT, de resistência  $R = 20,0 \Omega$ , está em contato com um condutor de resistência desprezível e dobrado em forma de U, como indica a figura. O conjunto está imerso em um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, de intensidade  $15,0 \text{ T}$ , de modo que  $\vec{B}$  é ortogonal ao plano do circuito. Seu Demi, um operador, puxa o condutor PT, de modo que este se move com velocidade constante  $\vec{v}$ , como indica a figura, sendo  $v = 4,0 \text{ m/s}$ . Determine a força eletromotriz induzida no circuito e o valor da força aplicada por seu Demi ao condutor PT.



- a) 45 V e 80,45 N
- b) 65 V e 90,10 N
- c) 80 V e 100,65 N
- d) 90 V e 101,25 N
- e) 100,85 V e 110,95 N

### Comentário:



Sabendo que:

$$\varepsilon = B.L.v \text{ e } F = B.i.L$$

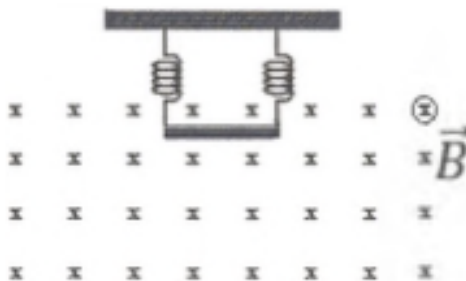
Temos:

$$\varepsilon = 15.1,5.4 = \boxed{90 \text{ V}}$$
$$F = 15. \frac{90}{20} . 1,5 = \boxed{101,25 \text{ N}}$$

Gabarito: D

### 9.(EFOMM 2018)

Um tenente da EFOMM construiu um dispositivo para o laboratório de Física da instituição. O dispositivo é mostrado na figura a seguir. Podemos observar que uma barra metálica, de 5 m de comprimento e 30 Kg, está suspensa por duas molas condutoras de preso desprezível, de constante elástica 500 N/m e presas ao teto. As molas estão com uma deformação de 100 mm e a barra está imersa num campo magnético uniforme de intensidade 8,0 T. Determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica real que se deve passar pela barra para que as molas não alterem a deformação.



- a) 2,5 A, esquerda
- b) 2,5 A, direita
- c) 5 A, esquerda
- d) 5 A, direita
- e) 10 A, direita

**Comentário:**

Isolando a barra e considerando a corrente para a direita, temos:

$$P = F_{\text{elástica}} + F_{\text{magnética}}$$
$$300 = 2 \times 500 \times 0,1 + F_{\text{magnética}} \rightarrow F_{\text{magnética}} = 200 \text{ N}$$

Assim:

$$F_{\text{magnética}} = B.i.L \rightarrow 200 = 8.i.5 \rightarrow \boxed{i = 5 \text{ A}}$$

Gabarito: D

### 10.(Colégio Naval 2018)



Sobre eletricidade e magnetismo analise as afirmativas abaixo e assinale, a opção que apresenta o conceito INCORRETO.

- a) *Partículas ou corpos com cargas elétricas de sinais iguais se repelem e com sinais diferentes se atraem.*
- b) *Um corpo é dito neutro quando possui igual quantidade de prótons e elétrons.*
- c) *Um corpo é dito eletrizado positivamente quando inicialmente neutro, por algum processo de eletrização recebe prótons de outro corpo.*
- d) *Em um sistema eletricamente isolado, dois corpos inicialmente neutros e de materiais diferentes, quando atritados entre si adquirem cargas elétricas de mesmo módulo e de sinais opostos.*
- e) *A Terra pode ser considerada como se fosse um grande ímã, em que o polo magnético norte encontra-se próximo ao polo geográfico sul e o polo magnético sul próximo ao polo geográfico norte.*

### Comentário:

A análise de carga de um corpo é definida por excesso ou ausência de elétrons. Quando um corpo possui uma **concentração excessiva de elétrons**, ele está com **uma carga negativa**. Entretanto, quando há uma **deficiência na quantidade de elétrons**, esse corpo **adquire carga positiva!**

Não há passagem de prótons de um corpo para o outro!!

### Gabarito: C

---

#### 11.(EEAR 2019)

Quanto à facilidade de imantação, podemos afirmar que: “Substâncias \_\_\_\_\_ são aquelas cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnética, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético”. O termo que preenche corretamente a lacuna é:

- a) *Diamagnéticas*
- b) *Paramagnéticas*
- c) *Ultramagnéticas*
- d) *ferromagnéticas*

### Comentário:

Substâncias **Diamagnéticas** não possuem elétrons livres para a indução, portanto se orientam no sentido contrário ao vetor indução magnética e são repelidas pelo ímã que criou o campo magnético.

### Gabarito: A

---

#### 12.(EEAR 2019)

Uma partícula com carga elétrica igual a  $3,2\mu\text{C}$  e velocidade de  $2 \cdot 10^4$  m/s é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme e sofre a ação de uma força magnética de intensidade igual a  $1,6 \cdot 10^2$  N. Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada

- a)  $0,25 \cdot 10^3$
- b)  $2,5 \cdot 10^3$
- c)  $2,5 \cdot 10^4$
- d)  $0,25 \cdot 10^6$

### Comentário:



Sabendo que:

$$F_{\text{magnética}} = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

Do enunciado:

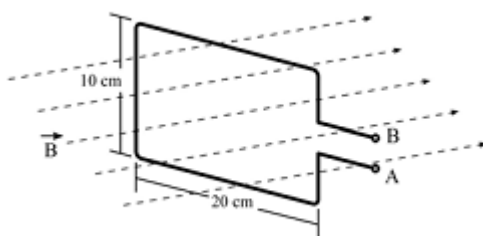
$$1,6 \cdot 10^2 = 3,2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot B \cdot 1$$

$$B = 2,5 \cdot 10^3 \text{ T}$$

Gabarito: B

### 13.(EEAR 2018)

Uma espira retangular de 10 cm x 20 cm foi posicionada e mantida imóvel de forma que um campo magnético uniforme, de intensidade  $B=100 \text{ T}$ , ficasse normal à área interna da espira, conforme figura a seguir. Neste caso, o valor da Força Eletromotriz Induzida nos terminais A e B da espira vale \_\_\_\_ V.



- a) 0,00
- b) 0,02
- c) 0,20
- d) 2,00

Comentário:

Sabendo que:

$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} \text{ e } \varphi = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

Temos que se o campo é perpendicular a espira:

$$\varphi = 0 \rightarrow \varepsilon = 0$$

Gabarito: A

### 14.(EEAR 2018)

Uma espira circular com  $10\pi \text{ cm}$  de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500 mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a \_\_\_\_  $\cdot 10^{-6} \text{ T}$ .

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

- a) 1
- b) 2
- c) 4





d) 5

### Comentário:

Sabendo que o campo magnético no centro de uma espira é dado por:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2R}$$

Temos:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,5}{2 \cdot (5\pi 10^{-2})} \rightarrow \boxed{B = 2 \cdot 10^{-6} \text{ T}}$$

### Gabarito: B

---

#### 15.(EEAR 2018)

Entre as substâncias magnéticas, aquelas que ao serem colocadas próximas a um ímã, cujo campo magnético é intenso, são repelidas por ambos os polos do ímã, são classificadas como

- a) *diamagnéticas.*
- b) *paramagnéticas.*
- c) *ferromagnéticas.*
- d) *ímãs permanentes.*

### Comentário:

Substâncias **Diamagnéticas** não possuem elétrons livres para a indução, portanto se orientam no sentido contrário ao vetor indução magnética e são repelidas pelo ímã que criou o campo magnético.

### Gabarito: A

---

#### 16.(EsPCEX 2017)

Uma carga elétrica puntiforme, no interior de um campo magnético uniforme e constante, dependendo de suas condições cinemáticas, pode ficar sujeita à ação de uma força magnética. Sobre essa força pode-se afirmar que

- a) *tem a mesma direção do campo magnético, se a carga elétrica tiver velocidade perpendicular a ele.*
- b) *é nula se a carga elétrica estiver em repouso.*
- c) *tem máxima intensidade se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem paralelos.*
- d) *é nula se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem perpendiculares.*
- e) *tem a mesma direção da velocidade da carga elétrica.*

### Comentário:

Sabendo que:

$$F_{\text{magnética}} = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

Podemos concluir que a força é perpendicular ao vetor velocidade e campo magnético da carga e é nula se a carga estiver em repouso.

### Gabarito: B

---

#### 17.(Colégio Naval 2017)



Com relação aos conceitos da física, assinale a opção correta.

- a) Em qualquer meio transparente, a propagação da luz ocorre sempre em linha reta.
- b) A patinação sobre o gelo acontece porque o aumento da pressão, exercida pelos patins, altera a temperatura de fusão do gelo.
- c) As garrafas e outros objetos jogados no mar chegam até as praias transportados pelas ondas.
- d) No processo de eletrização por contato, o corpo que recebe elétrons fica negativo e o que perde elétrons fica positivo.
- e) As bússolas magnéticas são muito importantes na navegação porque apontam precisamente para o norte geográfico.

### Comentário:

As bússolas magnéticas apontam para o norte magnético (sul geográfico).

O processo de eletrização por contato divide a carga total, de forma que se um corpo negativo tocar um corpo neutro, ambos ficam negativos.

A pressão no gelo aumenta a temperatura no ponto de contato, derretendo-o e tornando a patinação possível.

### Gabarito: B

#### 18.(EFOMM 2017)

Uma partícula com carga elétrica penetra, ortogonalmente, num campo magnético uniforme com velocidade  $v$  no ponto cujas coordenadas  $(x,y)$  são  $(0,0)$  e sai do campo no ponto  $(0,3R)$ . Durante a permanência no campo magnético, a componente  $x$  da velocidade da partícula, no instante  $t$ , é dada por:

- a)  $v \operatorname{sen} \left( \frac{\pi vt}{R} \right)$
- b)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{vt}{3R} \right)$
- c)  $v \operatorname{sen} \left( \frac{vt}{3R} \right)$
- d)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{vt}{1,5R} \right)$
- e)  $v \operatorname{cos} \left( \frac{3vt}{1,5R} \right)$

### Comentário:

Sabendo que:

$$F_{\text{magnética}} = q \cdot v \cdot B \cdot \operatorname{sen}\theta$$

Podemos concluir que o vetor força é perpendicular ao vetor campo magnético e ao vetor velocidade, de forma que a partícula faça um movimento circular uniforme:

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r} \rightarrow v = \frac{qB}{m} \cdot r$$



Se a partícula sai no ponto (0,3R), podemos concluir que:

$$2r = 3R \rightarrow r = \frac{3R}{2}$$

Assim, num instante t :

$$v = \frac{qB}{m} \cdot \frac{3R}{2}$$

Como queremos somente a componente x, basta decompor o vetor velocidade encontrado acima. Como o ângulo varia de 0 a  $\pi$  na metade do período, temos:

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \rightarrow \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$$

Aplicando a regra de três:

$$\frac{\theta(t)}{(T/2)} = \frac{t}{\frac{\pi m}{qB}}$$

$$\theta(t) = \frac{qB}{m} \cdot t$$

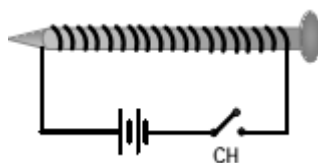
Por fim:

$$v_x = v \cdot \cos\left(\frac{2v}{3R} \cdot t\right) \rightarrow v_x = v \cdot \cos\left(\frac{v}{1,5R} \cdot t\right)$$

**Gabarito: D**

### 19.(EEAR 2018)

Um fio fino é enrolado em torno de um prego e suas extremidades são ligadas aos polos de uma bateria e de uma chave CH, conforme mostra a figura abaixo. Quando a chave CH é fechada, observa-se que o prego passa a atrair pequenos objetos de ferro. O conceito físico que melhor explica o fenômeno é:



- a) Efeito Joule
- b) Campo Elétrico
- c) Efeito fotoelétrico
- d) Indução Eletromagnética

#### Comentário:

O prego começa a atrair pois ao passar corrente pelo fio, há uma **indução eletromagnética** de forma a gerar um pequeno campo ao redor do prego.

**Gabarito: D**

### 20.(EEAR 2018)

Uma espira retangular está imersa em um campo magnético uniforme cuja intensidade é de 0,5 T. O fluxo do campo magnético através da espira quando a mesma forma um ângulo de  $0^\circ$  com as linhas desse campo, em Weber, será:

- a) Zero
- b) 0,5
- c) 1
- d) 2

#### Comentário:

Sabendo que:

$$\varphi = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

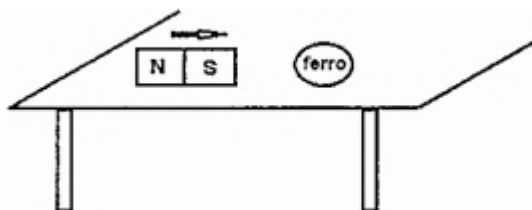
Ao formar um ângulo de  $0^\circ$ , o produto escalar se torna nulo, logo:

$$\varphi = 0$$

**Gabarito: A**

### 21.(EAM 2017)

Um ímã encontra-se, inicialmente, a uma certa distância de uma esfera de ferro que está em repouso sobre uma mesa, cujo atrito pode ser desprezado.



Assinale a opção que apresenta de forma correta o comportamento da esfera quando da aproximação do ímã.

- a) A esfera se moverá para a direita quando o polo norte for aproximado.
- b) A esfera se moverá para a direita quando o polo sul for aproximado.
- c) A esfera se moverá para a esquerda qualquer que seja o polo aproximado.
- d) A esfera permanecerá em repouso quando o polo sul for aproximado.
- e) A esfera permanecerá em repouso quando o polo norte for aproximado.

#### Comentário:

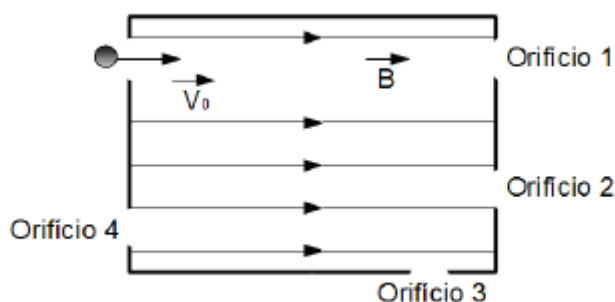
Como a esfera não está imantada e é de ferro, temos que ao aproximar qualquer um dos polos, a mesma será atraída! 😊

**Gabarito: C**

### 22.(EEAR 2017)



Um projétil de dimensões desprezíveis carregado com uma carga elétrica negativa atinge com velocidade inicial  $v_0$  o orifício de uma câmara que possui em seu interior um campo magnético uniforme paralelo à sua trajetória, como mostra a figura abaixo. Qual orifício melhor representa a possibilidade de escape do projétil?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

#### Comentário:

Sabendo que:

$$F_{\text{magnética}} = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

Portanto, podemos concluir que se o campo é paralelo a velocidade não haverá força atuando e portanto o corpo seguirá em linha reta, saindo pelo **Orifício 1**.

#### Gabarito: A

#### 23.(EEAR 2017)

Associe corretamente as leis do eletromagnetismo com as afirmações abaixo descritas:

- ( ) Lei de Faraday
- ( ) Lei de Lenz
- ( ) Lei de Ampère

I. “O sentido da corrente elétrica induzida pela variação do fluxo magnético em um circuito fechado é tal que seus efeitos tendem a fazer oposição à variação do fluxo que lhe deu origem”.

II. “Para um condutor retilíneo infinito percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , o módulo do vetor campo magnético  $B$  em um ponto  $P$ , que está a uma distância  $r$  deste condutor, será inversamente proporcional à distância  $r$  e diretamente proporcional a  $i$ ”.

III. “A força eletromotriz induzida numa espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que essa variação ocorre”. Das alternativas abaixo, a correta é:

- a) I – II – III
- b) II – III – I
- c) III – I – II



d) III – II – I

### Comentário:

A **Lei de Faraday** nos diz: “A força eletromotriz induzida numa espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que essa variação ocorre”

$$\varepsilon = - \frac{d\varphi}{dt}$$

A **Lei de Lenz** complementa a de Faraday dizendo: “O sentido da corrente elétrica induzida pela variação do fluxo magnético em um circuito fechado é tal que seus efeitos tendem a fazer oposição à variação do fluxo que lhe deu origem”

$$\varepsilon = - \frac{d\varphi}{dt}$$

Por fim, a **Lei de Ampere** nos diz: “Para um condutor retilíneo infinito percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , o módulo do vetor campo magnético  $B$  em um ponto  $P$ , que está a uma distância  $r$  deste condutor, será inversamente proporcional à distância  $r$  e diretamente proporcional a  $i$ ”

$$B = \mu_0 \cdot \frac{i}{2\pi R}$$

### Gabarito: C

#### 24.(EsPCEEx 2016)

Dois fios condutores retilíneos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidade distintas,  $i_1$  e  $i_2$ , de sentidos opostos.

Uma espira circular condutora de raio  $R$  é colocada entre os dois fios e é percorrida por uma corrente elétrica  $i$ .

A espira e os fios estão no mesmo plano. O centro da espira dista de  $3R$  de cada fio, conforme o desenho abaixo.

Para que o vetor campo magnético resultante, no centro da espira, seja nulo, a intensidade da corrente elétrica  $i$  e seu sentido, tomando como referência o desenho, são respectivamente:





- a)  $\frac{i_1 + i_2}{3}$  e horário
- b)  $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$  e anti-horário
- c)  $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$  e horário
- d)  $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$  e horário
- e)  $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$  e anti-horário

### Comentário:

Para que o vetor campo magnético resultante seja nulo, temos:

$$B_{esp} = B_1 + B_2$$

Sabendo que o campo gerado por um fio e por uma espira são:

$$B_{fio} = \mu_0 \cdot \frac{i}{2\pi R} \text{ e } B_{espira} = \mu_0 \cdot \frac{i}{2R}$$

$$B_1 = \mu_0 \cdot \frac{i_1}{2\pi \cdot 3R} \text{ e } B_2 = \mu_0 \cdot \frac{i_2}{2\pi \cdot 3R}$$

Logo:

$$B_{espira} = \mu_0 \cdot \frac{i_1 + i_2}{6\pi R} \rightarrow \mu_0 \cdot \frac{i}{2R} = \mu_0 \cdot \frac{i_1 + i_2}{6\pi R} \rightarrow i = \frac{(i_1 + i_2)}{3\pi}$$

Pela regra da mão direita envolvente podemos observar que os campos gerados pelos fios “entram” no plano do papel. Portanto o campo gerado pela espira deve “sair” do papel. Assim, a corrente deve ser no sentido anti-horário, com o valor de:

$$i = \frac{(i_1 + i_2)}{3\pi}$$



**Gabarito: E**

**25.(EFOMM 2016)**

Uma partícula com carga elétrica de  $5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  é acelerada entre duas placas planas e paralelas, entre as quais existe uma diferença de potencial de 100 V. Por um orifício na placa, a partícula escapa e penetra em um campo magnético de indução magnética uniforme de valor igual a  $2,0 \times 10^{-2} \text{ T}$ , descrevendo uma trajetória circular de raio igual a 20 cm. Admitindo que a partícula parte do repouso de uma das placas e que a força gravitacional seja desprezível, qual é a massa da partícula?

- a)  $1,4 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- b)  $2,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- c)  $4,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- d)  $2,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$
- e)  $4,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$

**Comentário:**

A energia potencial elétrica é dada por:

$$E = q.V \rightarrow E = 5 \times 10^{-6} \cdot 100 \rightarrow E = 5 \times 10^{-4} \text{ J}$$

Igualando a energia cinética da partícula, temos:

$$E = 5 \times 10^{-4} = m \cdot \frac{v^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{10^{-3}}{m}}$$

Do movimento circular e força magnética, temos:

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Substituindo os valores, temos:

$$20 \cdot 10^{-2} = \frac{m \cdot \sqrt{\frac{10^{-3}}{m}}}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \rightarrow \boxed{m = 4 \cdot 10^{-13} \text{ kg}}$$

**Gabarito: E**

**26. (EEAR 2007)**

Uma partícula de carga  $+4 \mu\text{C}$  é lançada perpendicularmente em um campo magnético uniforme de intensidade de  $5 \times 10^3 \text{ T}$ , com velocidade de 20 km/s. Determine a intensidade, em N, da força magnética que atua sobre a partícula.

- a) zero
- b)  $4 \times 10^2$
- c)  $4 \times 10^{-1}$
- d)  $4 \times 10^3$

**Comentário:**

Sabendo que:





$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } \theta$$
$$F = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot \text{sen } 90^\circ$$
$$F = 4 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 1$$
$$F = 20 \cdot 20$$
$$F = 4 \cdot 10^2 \text{ N}$$

**Gabarito: B**

**27. (EEAR 2007)**

Um fio condutor reto e extenso é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Sabendo que, num ponto localizado a 50 cm do condutor, o vetor indução magnética tem intensidade igual a  $8 \times 10^{-7}$  T, a corrente, em ampères, é de

Obs.:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

- a) 2.
- b)  $\frac{2}{\pi}$ .
- c) 1.
- d)  $\frac{1}{\pi}$ .

**Comentário:**

Sabendo que o vetor indução magnética é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot R}$$
$$8 \cdot 10^{-7} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 10^{-2}}$$
$$8 = \frac{2 \cdot i}{50 \cdot 10^{-2}}$$
$$4 = \frac{i}{50 \cdot 10^{-2}}$$
$$i = 200 \cdot 10^{-2}$$
$$i = 2 \text{ A}$$

**Gabarito: A**

**28. (EEAR 2008)**

A intensidade do vetor indução magnética no interior de um solenóide (dispositivo constituído de um fio condutor enrolado em forma de espiras não justapostas) é determinada em função



do número de espiras, do comprimento do solenoide e da intensidade da corrente elétrica que circula no fio condutor.

Das alternativas abaixo, assinale aquela na qual apresenta-se uma maneira correta de aumentar a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.

- a) *reduzindo o número de espiras*
- b) *aumentando o número de espiras*
- c) *aumentando o comprimento do solenoide*
- d) *reduzindo a intensidade da corrente elétrica*

### Comentário:

Sabendo que a fórmula do vetor indução magnética no interior de um solenoide é dada por:

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{L}$$

Analisando as alternativas, temos:

- Alternativa A está incorreta, pois se diminuirmos o número de espiras iremos diminuir o N e, conseqüentemente, diminuir a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.
- Alternativa B está correta, pois se aumentarmos o número de espiras iremos aumentar o N e, conseqüentemente, aumentar a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.
- Alternativa C está incorreta, pois se aumentarmos o comprimento iremos aumentar o L e, conseqüentemente, diminuir a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.
- Alternativa D está incorreta, pois se diminuirmos a intensidade da corrente elétrica iremos diminuir o i e, conseqüentemente, diminuir a intensidade do vetor indução magnética no interior do solenoide.

### Gabarito: B

---

#### 29. (EEAR 2008)

O transformador é um dispositivo elétrico cuja característica principal é “transformar” o valor de determinada força eletromotriz em outro. Assim, um transformador ligado em 127 V pode fornecer 220V. O fenômeno físico que permite o funcionamento do transformador é o da

- a) *histerese.*
- b) *magnetização.*
- c) *indução eletromagnética.*
- d) *eletrização por contato sucessivo.*

### Comentário:

De conhecimento prévio, temos que o transformador funciona devido a indução eletromagnética na qual a passagem de corrente no enrolamento primário induz a formação de uma corrente no enrolamento secundário.

### Gabarito: C

---



### 30. (EEAR 2010)

Uma bobina chata formada de 80 espiras circulares, de raio igual a 4 cm, gera um campo magnético no centro da bobina de intensidade igual a  $8\pi \cdot 10^{-6}$  T. Determine a intensidade da corrente elétrica que percorre essa bobina.

Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

- a) 20mA
- b) 40mA
- c) 200mA
- d) 400mA

#### Comentário:

Sabendo que o vetor indução magnética no centro da bobina é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i}{2 \cdot R}$$
$$8 \cdot \pi \cdot 10^{-6} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 80 \cdot i}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}$$
$$1 = \frac{4 \cdot i}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}$$
$$1 = \frac{i}{2 \cdot 10^{-2}}$$
$$i = 2 \cdot 10^{-2}$$
$$i = 20 \cdot 10^{-3}$$
$$i = 20 \text{ mA}$$

#### Gabarito: A

### 31. (EEAR 2013)

Um condutor reto e extenso, situado no vácuo, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 1,0 A. Nesse caso, a intensidade do campo magnético em um ponto situado perpendicularmente a 1,0 m de distância do condutor, é de \_\_\_\_\_.  $10^{-7}$  T.

Observação:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

- a) 1
- b) 2
- c)  $\pi$
- d)  $2\pi$

#### Comentário:

Sabendo que o vetor indução magnética gerado por um condutor reto e extenso é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot R}$$



$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1}{2 \cdot \pi \cdot 1}$$

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{1}$$

$$B = 2 \cdot 10^{-7} T$$

Com isso, temos que a alternativa correta é a letra B.

**Gabarito: B**

---

### 32. (EEAR 2014)

O transformador é um dispositivo constituído de duas bobinas eletricamente isoladas, chamadas primário e secundário no qual, de acordo com a Lei de Faraday,

- a) a variação da corrente elétrica no primário provoca, no secundário, uma força eletromotriz induzida.
- b) a corrente contínua no primário é transformada em corrente alternada no secundário.
- c) a corrente alternada no primário é transformada em corrente contínua no secundário.
- d) pode, de acordo com a relação de espiras, ocorrer elevação ou redução de quaisquer valores de voltagens, seja em corrente contínua ou alternada.

#### Comentário:

Sabendo que o transformador funciona devido a indução que o primário induz no secundário e, para que isso ocorra, o fluxo deve variar. Logo, a corrente no primário deve ser alternada para gerar uma variação no fluxo. Sendo assim, as alternativas B e D estão incorretas.

Como a corrente que sairá pelo secundário depende da variação que ocorre no primário, não é possível garantir que a corrente no secundário será contínua. Logo, a alternativa C está incorreta.

Como, a letra A está de acordo com o que foi explicado, temos que ela é a alternativa correta.

**Gabarito: A**

---

### 33. (EEAR 2014)

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted verificou que um fio condutor, quando percorrido por uma corrente elétrica, apresenta um campo magnético em torno desse fio. Das alternativas abaixo, assinale qual indica o dispositivo elétrico cuja aplicação só foi possível a partir da constatação dessa relação.

- a) Lâmpada incandescente.
- b) Resistência elétrica.
- c) Eletroímã.
- d) Capacitor.

#### Comentário:



Como o físico constatou uma relação entre a parte elétrica e a parte magnética, temos que o eletroímã não seria possível antes da constatação dessa relação.

**Gabarito: C**

**34. (EEAR 2006)**

Um estudante de Física foi incumbido pelo seu professor de montar um experimento para demonstrar o campo magnético em uma espira circular. Para executar tal trabalho, o aluno construiu uma espira circular com diâmetro de 20 centímetros e fez percorrer por ela uma corrente de intensidade 5,0 A. Após a execução da experiência, o aluno informou ao professor que a intensidade do vetor indução magnética no centro da espira era de  $5\pi \times 10^{-5}$  T. Admitindo-se que a permeabilidade magnética do meio onde se encontra a espira seja de  $4\pi \times 10^{-7}$  T.m /A, pode-se dizer que, para o resultado do aluno estar correto, deve-se

- a) dividi-lo por 4.
- b) dividi-lo por 5.
- c) multiplicá-lo por 2.
- d) multiplicá-lo por 5.

**Comentário:**

Sabendo que o vetor indução magnética no centro da espira é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$
$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-2}}{2}}$$
$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{20 \cdot 10^{-2}}$$
$$B = \frac{20 \cdot \pi \cdot 10^{-5}}{20}$$
$$B = \pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Dessa forma, para que o resultado do aluno estar correto, deve-se dividi-lo por 5.

**Gabarito: B**

**35. (EEAR 2006)**

Na construção de uma bobina para utilização em um eletroímã, deve-se levar em conta que o fio desta bobina

- a) deva ser de material ferromagnético.
- b) possa ser de qualquer material condutor de eletricidade.



- c) deva ser de material ferromagnético e condutor de eletricidade.
- d) deva ser de material condutor de eletricidade e não ferromagnético.

### Comentário:

Dessa forma, temos que o fio deve ser feito de um material condutor de eletricidade e para que não se magnetize, o material também não pode ser ferromagnético.

### Gabarito: D

---

#### 36. (EEAR 2006)

Quando se estuda o campo magnético terrestre, é comum se associar a ideia de que a Terra é um grande ímã; portanto, a Terra possui um polo Norte e um polo sul. Baseado nessa premissa, **não** é correto afirmar que

- a) o polo sul do “ímã-Terra” se localiza no polo sul geográfico.
- b) o polo sul do “ímã” aponta para o norte magnético da Terra.
- c) o polo norte do “ímã” aponta para o sul magnético da Terra.
- d) o polo norte do “ímã-Terra” está próximo do polo sul geográfico.

### Comentário:

Analisando as alternativas:

- Alternativa A está incorreta, pois o sul magnético da terra é próximo ao norte geográfico e o polo norte magnético é próximo ao sul.
- Alternativa B está correta, pois o polo sul do ímã será atraído pelo norte magnético da Terra.
- Alternativa C está correta, pois o polo norte do ímã será atraído pelo sul magnético da Terra.
- Alternativa D está correta, pois o sul magnético da terra é próximo ao norte geográfico e o polo norte magnético é próximo ao sul.

Logo, como queremos a alternativa incorreta, a resposta da questão é a letra A.

### Gabarito: A

---

#### 37. (EEAR 2007)

Considere-se um fio condutor retilíneo longo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Verifica-se experimentalmente que em torno do condutor surge um campo magnético, cujas linhas de campo são \_\_\_\_\_, situadas \_\_\_\_\_.

- a) circunferências concêntricas; em planos perpendiculares ao fio
- b) linhas radiais; em planos perpendiculares ao fio
- c) espirais crescentes; em planos perpendiculares ao fio
- d) helicoidais; ao longo do fio

### Comentário:

Sabendo, de conhecimento prévio, que um fio condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica irá gerar um campo magnético, cujas linhas de campo são circunferências concêntricas, situadas em planos perpendiculares ao fio.

### Gabarito: A

---



### 38. (EEAR 2007)

Uma espira circular de raio 4 cm, é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i = 20$  A. A intensidade do vetor indução magnética no centro da espira é igual a \_\_\_\_\_  $\pi T$ .

Obs.: Considere a espira no vácuo, com  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} T \cdot m/s$ .

- a)  $10^{-3}$
- b)  $10^{-4}$
- c)  $10^{-5}$
- d)  $10^{-6}$

#### Comentário:

Sabendo que o vetor indução magnética no centro da espira circular é dado por:

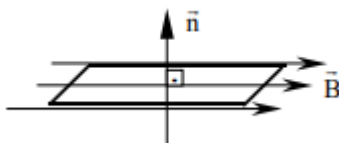
$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot R}$$
$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}$$
$$B = \frac{\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20}{2 \cdot 10^{-2}}$$
$$B = \frac{\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{10^{-2}}$$
$$B = \pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^3$$
$$B = 10^{-4} \cdot \pi T$$

Dessa forma, temos que a alternativa correta é a letra B.

#### Gabarito: B

### 39. (EEAR 2007)

Uma espira quadrada, de lado igual a 2 cm, é colocada paralelamente às linhas de campo magnético, cuja intensidade do campo é de  $2 \cdot 10^{-3} T$ . Calcule o fluxo magnético, em Wb, através dessa espira.



- a) zero
- b)  $4 \cdot 10^{-5}$
- c)  $8 \cdot 10^{-3}$
- d)  $8 \cdot 10^{-7}$

#### Comentário:

Sabendo que o fluxo magnético é dado por:

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

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos 90^\circ$$

$$\Phi = B \cdot A \cdot 0$$

$$\boxed{\Phi = 0}$$

**Gabarito: A**

---

#### 40. (EEAR 2007)

Com relação ao campo magnético, podemos afirmar, corretamente, que

- a) *é uma região do espaço, ilimitada, gerada por um ímã ou cargas elétricas em movimento.*
- b) *é uma região do espaço, limitada a um determinado raio, em torno de um ímã ou de um condutor percorrido por corrente elétrica.*
- c) *é uma região de influência em torno de um ímã ou de um condutor percorrido por uma corrente elétrica, devido ao movimento dos polos magnéticos.*
- d) *são forças estabelecidas em torno de ímã ou de um condutor percorrido por uma corrente que define as interações eletromagnéticas.*

#### Comentário:

Analisando as alternativas, temos que:

- Alternativa A está correta.
- Alternativa B está incorreta, pois o espaço não é limitado a um determinado raio.
- Alternativa C está incorreta, pois não ocorre devido ao movimento dos polos magnéticos e sim, pela movimentação de cargas ou pelas características magnéticas do material.
- Alternativa D está incorreta, pois o campo magnético não é uma força.

**Gabarito: A**

---

#### 41. (EEAR 2010)

A definição oficial de ampère, unidade de intensidade de corrente elétrica no Sistema Internacional é:

“O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de secção circular desprezível e situados à distância de um metro entre si, no vácuo, produz entre esses condutores uma força igual a  $2 \cdot 10^{-7}$  newtons por metro de comprimento.”

Para que a força magnética que atua nos condutores seja de atração,

- a) *os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de mesmo sentido.*
- b) *os condutores devem ser percorridos por correntes contínuas de sentidos opostos.*
- c) *um dos condutores deve ser ligado em corrente contínua e o outro deve ser aterrado nas duas extremidades.*
- d) *os dois condutores devem ser aterrados nas duas extremidades.*

#### Comentário:





Sabendo, da mão direita envolvente e da análise da direção da força, que a força magnética entre dois condutores será de atração quando eles forem percorridos por correntes contínuas no mesmo sentido.

**Gabarito: A**

---

**42. (EEAR 2010)**

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase abaixo:

Um condutor longo e retilíneo percorrido por corrente elétrica produz ao seu redor um campo magnético no formato de

- a) retas paralelas ao fio.
- b) círculos concêntricos ao fio.
- c) retas radiais com o centro no fio.
- d) uma linha em espiral com o centro no fio.

**Comentário:**

Sabendo, de conhecimento prévio, que o campo magnético gerado por um condutor longo e retilíneo percorrido por corrente elétrica são círculos com o centro coincidindo com o centro do fio. Logo, a alternativa correta é a letra B.

**Gabarito: B**

---

**43. (EEAR 2011)**

O transformador é um dispositivo composto de duas bobinas que não têm contato elétrico uma com a outra. Em uma delas (bobina primária) é aplicada uma tensão variável que resulta em um campo magnético também variável. Esse campo acaba por interagir na outra bobina, chamada secundária, que está em contato elétrico com um resistor. Assinale a alternativa que completa corretamente a frase:

“A variação do fluxo magnético na bobina secundária é \_\_\_\_.”

OBS: Considere o transformador um sistema ideal e isolado.

- a) maior que no primário
- b) menor que no primário
- c) igual ao do primário
- d) de valor nulo

**Comentário:**

Do enunciado, temos que o transformador é considerado um sistema ideal e isolado. Com isso, temos que a variação do fluxo de ambas as bobinas é igual tendo em vista que o sistema é ideal e isolado e, portanto, não há perda de fluxo.

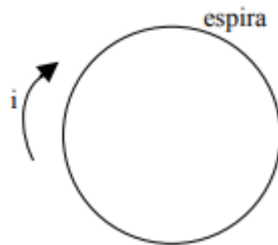
**Gabarito: C**

---

**44. (EEAR 2011)**



A figura a seguir representa uma espira que está no plano que contém esta folha de papel. Essa espira é feita de um material condutor e está submetida a uma tensão que resulta em uma corrente elétrica convencional (portadores positivos) de intensidade “ $i$ ” no sentido horário. A alternativa que indica, corretamente, o sentido e a direção do vetor campo magnético resultante no centro dessa espira é



- a)
- b)
- c)
- d)

**Comentário:**

De acordo com a regra da mão direita envolvente, temos que o campo magnético resultante no centro dessa espira está entrando no plano. E a representação para isso, se encontra na letra D.

**Gabarito: D**

## Considerações Finais

Querido aluno(a),

Se você está com certo receio em algum tópico, reveja toda a teoria e depois refaça os exercícios propostos. Uma valiosa dica é fazer a lista inteira e só depois olhar o gabarito com a resolução. Com isso, você se forçará a ter uma maior atenção na feitura de questões e, portanto, aumentará sua concentração no momento de prova.

Se as dúvidas persistirem, não se esqueça de acessar o Fórum de Dúvidas! Responderei suas dúvidas o mais rápido possível!



Você também pode me encontrar nas redes sociais! 😊

Conte comigo,

**Vinícius Fulconi**



@viniciusfulconi



vinicius.fulconi



## Referências

[1] Tópicos da física 3: Volume 3 - Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas - 21. Ed - São Paulo : Saraiva, 2012.

